

GEOLOGÍA AMBIENTAL DEL ÁREA URBANA
Y SUBURBANA DEL MUNICIPIO DE
SANTA ROSA DE CABAL

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE RISARALDA
"CARDER"

GEOLOGÍA AMBIENTAL DEL ÁREA URBANA Y
SUBURBANA DEL MUNICIPIO DE
SANTA ROSA DE CABAL
(RISARALDA)

JUAN MANUEL GONZÁLEZ CASTAÑO. GEÓLOGO
JORGE IVÁN OROZCO BETANCURTH. GEÓLOGO

PEREIRA
CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE RISARALDA
"CARDER"

ABRIL DE 1991.

Este trabajo fue realizado
con la asesoría del Doctor
Michel Herme lin.

TABLA DE CONTENIDO

| | Pag. |
|------------------------------------------------------------------|------|
| 1. INTRODUCCIÓN. | 1 |
| 1.1. OBJETIVOS. | 3 |
| 1.2. LOCALIZACIÓN. | 3 |
| 1.3. GENERALIDADES. | 3 |
| 1.3.1. Clima. | 3 |
| 1.3.2. Fisiografía. | 3 |
| 1.3.3. Reseña histórica. | 4 |
| 1.3.3.1. Los primeros pobladores. | 4 |
| 1.3.3.2. Fundación. | 5 |
| 1.3.4. Población y tendencias demográficas. | 5 |
| 1.3.5. Aspectos económicos. | 6 |
| 2. ESTUDIOS PREVIOS. | 7 |
| 2.1. ESTUDIOS REGIONALES. | 7 |
| 2.1.1. Geológicos. | 7 |
| 2.1.2. Suelos. | 8 |
| 2.1.3. Clima e Hidrología. | 10 |
| 2.2. ESTUDIOS LOCALES. | 10 |
| 2.2.1. Geología y Geotecnia. | 10 |
| 2.2.2. Minería. | 10 |
| 2.2.3. Otros. | 10 |
| 3. METODOLOGÍA. | 12 |
| 4. MARCO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO. | 15 |
| 4.1. ASPECTOS GEOLÓGICOS. | 15 |
| 4.1.1. Litología. | 15 |
| 4.1.1.1. Rocas paleozoicas. | 15 |
| 4.1.1.2. Rocas cretácicas. | 15 |
| 4.1.1.3. Rocas y depósitos cuaternarios. | 17 |
| 4.1.2. Estructuras geológicas. | 18 |
| 4.1.2.1. Alineamientos de dirección predominante NE. | 21 |
| 4.1.2.2. Alineamientos de dirección predominante N 30°-65' E. | 24 |
| 4.1.2.3. Alineamientos de dirección predominante N 45°-60° W. | 25 |
| 4.2. ASPECTOS GEOMORFOLOGICOS. | 26 |

| | | |
|---------|---------------------------------------------------------------------------|----|
| 5 | ASPECTOS GEOLOGICOS Y GEOMORFOLOGICOS LOCALES. | 28 |
| 5.1 | ANÁLISIS MORFOMÉTRICO. | 28 |
| 5.2 | FORMACIONES SUPERFICIALES. | 29 |
| 5.2.1 | Roca fresca gabro diorita. | 30 |
| 5.2.2 | Saprolito derivado de gabro diorita. | 30 |
| 5.2.3 | Depósitos torrenciales antiguos. | 31 |
| 5.2.4 | Cenizas volcánicas. | 32 |
| 5.2.5 | Depósitos torrenciales recientes. | 37 |
| 5.2.6 | Depósitos de flujos de lodo recientes. | 41 |
| 5.2.7 | Depósitos aluviales. | 42 |
| 5.2.8 | Depósitos torrenciales del Río San Eugenio. | 43 |
| 5.2.9 | Depósitos de zonas pantanosas. | 44 |
| 5.2.10 | Depósitos de flujos de lodo por procesos actuales. | 44 |
| 5.2.11 | Depositos no diferenciados. | 44 |
| 5.3.12 | Rellenos antrópicos. | 46 |
| 5.3 | PROCESOS EROSIVOS. | 49 |
| 5.3.1 | Movimientos de masa profundos. | 51 |
| 5.3.1.1 | Deslizamientos. | 52 |
| 5.3.1.2 | Flujos. | 52 |
| 5.3.1.3 | Caidas. | 54 |
| 5.3.2 | Socavación de orillas. | 56 |
| 5.3.3 | Influencia humana. | 56 |
| 5.3.3.1 | Actividad minera. | 57 |
| 6 | ASPECTOS SISMICOS. | 63 |
| 7 | ESTADO DE LAS EDIFICACIONES. | 68 |
| 8 | ASPECTOS HIDROLOGICOS. | 70 |
| 8.1 | GENERALIDADES. | 70 |
| 8.1.1 | Precipitación. | 70 |
| 8.1.2 | Zonas ecológicas. | 76 |
| 8.1.2.1 | Bosque muy húmedo montano bajo. | 76 |
| 8.1.2.2 | Bosque muy húmedo montano. | 76 |
| 8.1.2.3 | Bosque pluvial montano. | 76 |
| 8.1.2.4 | Páramo pluvial subandino, tundra pluvial andina. | 76 |
| 8.1.3 | Geología. | 76 |
| 8.1.4 | Geomorfología. | 77 |
| 8.2 | PARAMETROS MORFOMETRICOS DE LAS CUENCAS MEDIA Y ALTA DEL RIO SAN EUGENIO. | 79 |
| 8.3 | DESCRIPCION GENERAL DE LAS CORRIENTES PRINCIPALES Y DE SUS CUENCAS. | 83 |
| 8.3.1 | Río San Eugenio. | 83 |
| 8.3.1.1 | Caudales. | 83 |
| 8.3.2 | Río San Ramón. | 86 |
| 8.3.3 | Microcuenca de la Quebrada Santa Helena. | 87 |
| 8.3.4 | Microcuenca de la Quebrada La Leona. | 88 |
| 8.3.5 | Microcuenca de la Quebrada San Roque. | 89 |
| 8.4 | CRECIENTES. | 89 |
| 9 | APTITUD PARA EL USO URBANO. | 95 |
| 9.1 | CATEGORIA I. | 95 |

| | | |
|---------|-----------------------------------------------------------------------|-----|
| 9.1.1 | Areas IA. | 95 |
| 9.1.1.1 | Generalidades. | 95 |
| 9.1.1.2 | Localización. | 96 |
| 9.1.1.3 | baseos fisiográficos. | 96 |
| 9.1.1.4 | Formaciones superficiales. | 97 |
| 9.1.1.5 | Limitaciones naturales y artificiales. | 97 |
| 9.1.2 | Areas IB. | 97 |
| 9.1.3 | Areas IC. | 100 |
| 9.1.3.1 | Sector localizado en la margen izquierda de la Quebrada Santa Helena. | 100 |
| 9.1.3.2 | Sector Barrio Córdoba. | 101 |
| 9.1.3.3 | Sector de la Vereda La Reina. | 102 |
| 9.1.3.4 | Sector via Santa Rosa-Pereira. | 102 |
| 9.1.3.5 | Sector El Crucero-La Argelia. | 103 |
| 9.1.3.6 | Ctros. | 103 |
| 9.2 | CATEGORIA II. | 104 |
| 9.2.1 | Areas IIA. | 104 |
| 9.2.1.1 | Sector suroriental del área urbana. | 104 |
| 9.2.1.2 | Sector de La Hermosa. | 105 |
| 9.2.1.3 | Sector oriental de la Quebrada La Italia - el Estadio. | 106 |
| 9.2.1.4 | Sector norte de la malla urbana. | 108 |
| 9.2.1.5 | Sector norte del Estadio - La María-Frogel. | 109 |
| 9.2.1.6 | Sector oriental de la Quebrada El Silencio. | 110 |
| 9.2.1.7 | Sector Guacas - El Jazmin. | 110 |
| 9.2.2 | Areas IIB. | 110 |
| 9.3 | CATEGORIA III. | 110 |
| 9.3.1 | Areas IIIA. | 110 |
| 9.3.2 | Areas IIIB. | 110 |
| 9.3.3 | Areas IIIC. | 111 |
| | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 113 |
| | BIBLIOGRAFIA | |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Figura 1 Localización de Santa Rosa de Cabal | 2 |
| Figura 2 Mapa de suelos. | 3 |
| Figura 3 Diagrama metodológico. | 13 |
| Figura 4 Mapa litológico subregional. | 18 |
| Figura 5 Columna estratigráfica. | 19 |
| Figura 6 Esquema estructural. | 20 |
| Figura 7 Diaclasas en cenizas volcánicas en la vertiente Este de la Quebrada San Roque, al Oeste de los Bloques de La Hermosa. | 25 |
| Figura 8 Saproilito derivado de gabrodiorita. | 31 |
| Figura 9 Perfil estratigráfico de cenizas volcánicas, levantado en la carrera 12 entre calles 16 y 17. | 34 |
| Figura 10 Perfil de cenizas volcánicas. | 35 |
| Figura 11 Depósitos torrenciales intercalados con cenizas volcánicas. Talud de la antigua vía férrea, cerca al Barric La Trinidad. | 36 |
| Figura 12 Depósitos torrenciales recientes. Afloramiento localizado al frente de la estación de servicio San Eugenio. | 38 |
| Figura 13 Depósitos torrenciales recientes suprayaciendo cenizas volcánicas. Talud adyacente al nuevo matadero municipal. | 38 |
| Figura 14 Perfil estratigráfico del depósito torrencial reciente. | 39 |
| Figura 15 Bloque de andesita correspondiente al depósito torrencial reciente. Calle 17 entre carreras 15 y 16. | 40 |
| Figura 16 Flujo de lodo reciente en la margen Sur del Río San Eugenio, al frente de los artesanos. | 42 |
| Figura 17 Viviendas construidas en la llanura de inundación del Río San Eugenio. | 44 |

| | | |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 18 | Perfil estratigráfico de los depósitos del Río San Eugenio, al frente de la calle 54. | 45 |
| Figura 19 | Bloque de aglomerado volcánico(?) en el Barrio Suiza. | 46 |
| Figura 20 | Aspecto del relleno artificial de la Quebrada "El Bollo". | 47 |
| Figura 21 | Materiales empleados y forma de ejecución del relleno de la Quebrada "El Bollo". | 48 |
| Figura 22 | Problemas causados por la mala ejecución de rellenos, principalmente por el mal manejo de aguas superficiales y subterráneas, carrera 9 con calle 11. | 49 |
| Figura 23 | Mal manejo de aguas superficiales y subterráneas en el lleno de la carrera 9 con calle 13. | 50 |
| Figura 24 | Taludes naturales afectados por la acumulación de escombros en sus bordes. Villa Xiomara. | 51 |
| Figura 25 | Detalle de deslizamiento en la vertiente Sur de la carretera Santa Rosa-Pereira, a unos 150 m del puente sobre el Río San Eugenio. | 53 |
| Figura 26 | Flujos de lodo en la vertiente Oeste del Río San Eugenio, Sector de La Hermosa, primera etapa. | 54 |
| Figura 27 | Caidas de cuñas de cerizas volcánicas, ligadas al diclasamiento del material Vertiente Este de la Quebrada San Roque, Sector de los Bloques, en La Hermosa. | 55 |
| Figura 28 | Socavación de orillas en la margen izquierda del Río San Eugenio, al frente de la calle 54. | 58 |
| Figura 29 | Incisión producida por la rectificación de meandros en la Quebrada San Roque. | 59 |
| Figura 30 | Problemas causados por deficiencias en el sistema de alcantarillado, aguas servidas conducidas por medio de canales en tierra, sector de la Trinidad. | 60 |
| Figura 31 | Movimiento de masa producido por mala en la vertiente Occidental de la Quebrada "El Bollo". | 61 |
| Figura 32 | Cantera municipal y flujo de lodo producido en un nuevo frente de explotación. | 61 |
| Figura 33 | Asentamiento en placa de concreto construida sobre un relleno mal ejecutado. Parque de la Hermosa V etapa. | 65 |

| | | |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 34 | Viviendas altas y deterioradas, construidas en vertientes abruptas, aumentan la vulnerabilidad sísmica. Vertiente Occidental de la Quebrada 'El Bollo'. | 56 |
| Figura 35 | Mapa de un segmento de la cuenca del Río San Eugenio. | 71 |
| Figura 36 | Morfología de los depósitos torrenciales y aluvio-torrenciales en la intersección de los Ríos San Ramón y San Eugenio. | 78 |
| Figura 37 | Nanto de derrubios en las vertientes del río San Ramón, aguas arriba del sitio Termales. | 82 |
| Figura 38 | Perfiles longitudinales de los Ríos San Eugenio y San Ramón. | 85 |
| Figura 39 | Panorámica de los Barrios La Unión, Milagrosa y Suiza. | 86 |
| Figura 40 | Aspecto del sector del matadero, asentado sobre el cauce y la llanura de inundación del Río San Eugenio. | 87 |
| Figura 41 | Aspecto de la Quebrada Santa Helena antes de su desembocadura en el Río San Eugenio. | 88 |
| Figura 42 | Movimientos de masa en las cabeceras de los drenajes que integran la cuenca del Río Santa Helena. | 89 |
| Figura 43 | Panorámica de la cuenca media alta de la Quebrada La Leona. | 90 |
| Figura 44 | Aspecto de la quebrada San Roque en la parte baja de su cuenca. | 91 |
| Figura 45 | Áreas para expansión urbana en Santa Rosa. | 107 |

LISTA DE TABLAS

| | | Pag. |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Tabla 1 | Estimaciones de la población de Santa Rosa. | 5 |
| Tabla 2 | Evidencias de actividad tectónica Cuaternaria o posiblemente Cuaternario | 22 |
| Tabla 3 | Eventos sísmicos más perjudiciales en la región del Viejo Caldas. | 57 |
| Tabla 4 | Tipificación y estado de las viviendas | 68 |
| Tabla 5 | Características de las estaciones meteorológicas en el área de Santa Rosa. | 72 |
| Tabla 6 | Valores de precipitación totales anuales para las estaciones San Ramon, Termales y Boguerón y relación entre valor anual y promedio multianual. | 73 |
| Tabla 7 | Valores máximos de precipitación por año. Estaciones Termales, San Ramon y Boguerón. | 74 |
| Tabla 8 | Valores de máxima precipitación, en mm, diaria, por mes y año. | 75 |
| Tabla 9 | Parámetros morfométricos de parte de la cuenca del Río San Eugenio. | 80 |
| Tabla 10 | Valores de caudales en la cuenca del Río San Eugenio. | 84 |
| Tabla 11 | Alturas medidas de crecientes en la cuenca del Río San Eugenio. | 92 |
| Tabla 12 | Comparación entre crecientes reportadas-precipitación-caudales. | 93 |
| Tabla 13 | Categorización de las áreas urbanas y suburbanas en función de su aptitud para el uso urbano. | 96 |

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1 Listado de líneas de vuelo, fotografías aéreas y mapas regionales y locales de Santa Rosa de Cabal.
- Anexo 2 Inventario de desastres causados por la ocurrencia de fenómenos naturales en Santa Rosa.
- Anexo 3 En Bolsillo:
1/5 Mapa de localización de estaciones.
2/5 Mapa morfométrico.
3/5 Mapa de formaciones superficiales.
4/5 Mapa de procesos erosivos.
5/5 Mapa de aptitud para el uso urbano.
- Anexo 4 Informes técnicos.

Aún parecen escucharse como ecos de la noche el martilleo incesante a sus piezas maestras trabajadas con esmero de artífices consumados: sus danzas y ceremoniales mágico religiosos; sus juegos guerreros y sus gritos de batstatabati; los canticos históricos en honor de sus antecesores; las quejas nostálgicas de sus tambores y la gritería de sus borracheras estimuladas por la chicha. De esta sociedad Quimbaya tan sólo queda la memoria histórica de un grupo étnico americano que amara su territorio conviviendo armónicamente con su ecología y fauna doméstica y feroz .

(Hugo Ángel Jaramillo).

1. INTRODUCCIÓN.

En el presente informe se consignan los resultados del estudio de geología ambiental del área urbana y suburbana del Municipio de Santa Rosa de Cabal: hace parte del programa adelantado por la CARDER en las cabeceras municipales del Departamento de Risaralda.

Se pretende que los administradores y técnicos apliquen para la planeación de las cabeceras municipales los criterios que brinda el conocimiento objetivo del medio físico en el que se desenvuelven, para garantizar así el apropiado uso del suelo urbano, ajustado a su verdadera potencialidad, evitando la conformación de asentamientos humanos en sitios que ofrecen amenazas para la población y/o sus bienes por la ocurrencia de fenómenos naturales. Se parte pues de la premisa de que sólo con una planeación adaptada a las características del medio físico natural los individuos y la comunidad podrán contar con condiciones de seguridad acordes con una mejor calidad de vida.

1.1. OBJETIVOS.

Los objetivos perseguidos aquí se acomodan a los definidos en el documento OP-06-88, de la CARDER, donde se consignan los términos de referencia para la ejecución de los estudios de geología ambiental en las cabeceras municipales del departamento.

Estos objetivos apuntan a la evaluación de los riesgos geológicos a los que está sujeta la población y a la determinación de la aptitud del suelo para el uso urbano, para con ello dotar a la administración municipal de Santa Rosa de una herramienta sólida que permita una adecuada planeación del medio físico natural y un mejor aprovechamiento de los recursos.

Obviamente las conclusiones y recomendaciones de este trabajo solamente alcanzarán los objetivos trazados en la medida en que la administración del municipio cumpla y haga cumplir los conceptos de equidad, justicia, redistribución y eficiencia que deben orientar la acción municipal.

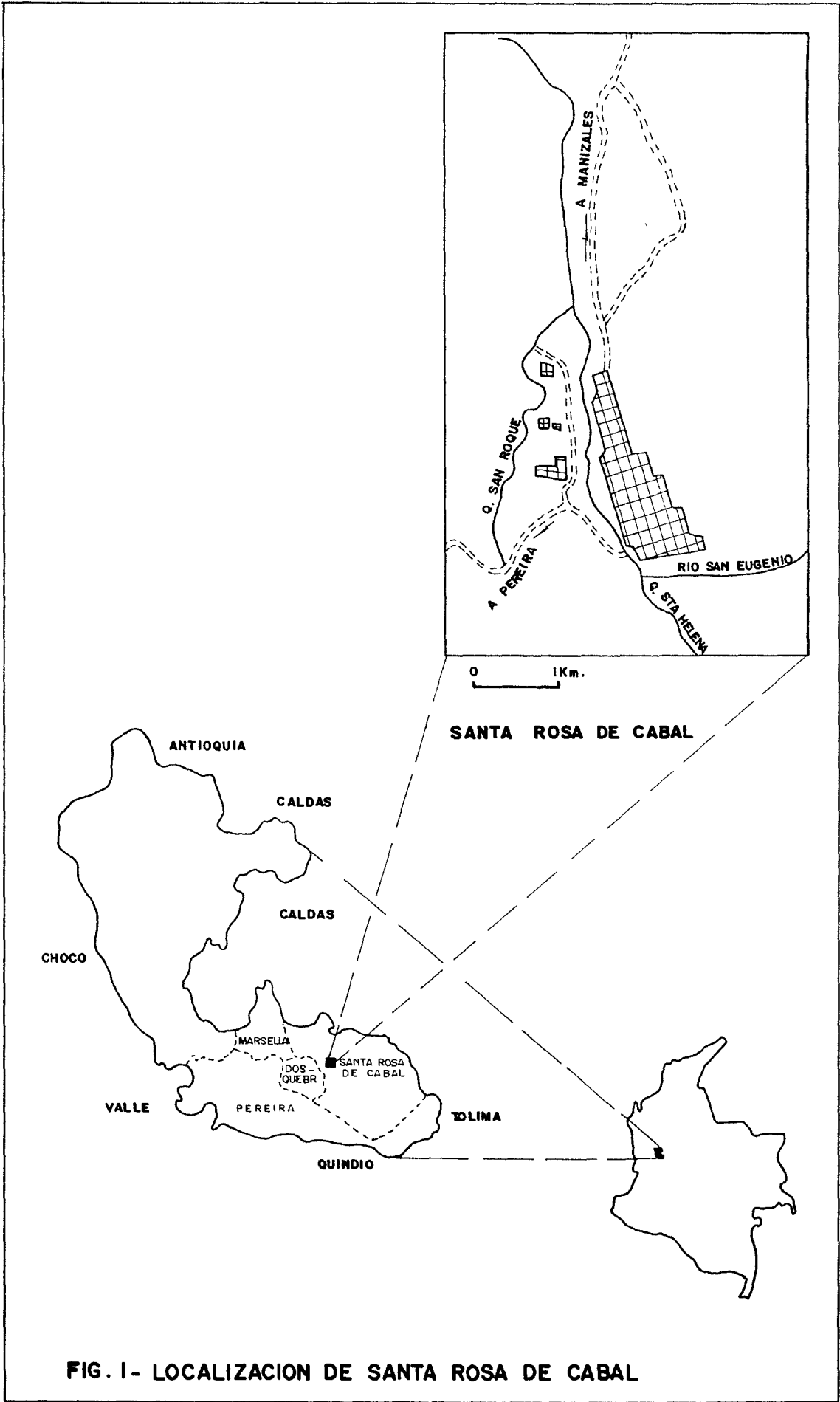


FIG. I- LOCALIZACION DE SANTA ROSA DE CABAL

1.2. LOCALIZACIÓN.

Santa Rosa de Cabal se encuentra localizada a los 4° 52' de latitud norte y 75° 37' de longitud oeste, a una altura promedio de 1766 metros sobre el nivel del mar, asentada sobre depósitos de piedemonte del flanco occidental de la cordillera central. (fig. 1).

Considerado como "Centro Menor", Santa Rosa es el tercer municipio del Departamento, con una extensión de 658 km², correspondiendo 352 ha al área urbana (Diagnóstico Plan Integral de Santa Rosa de Cabal, 1982). El presente estudio cubre un área aproximada de 713 ha que incluyen el área urbana y suburbana del municipio.

1.3. GENERALIDADES.

1.3.1. CLIMA.

El territorio de Santa Rosa cuenta con un régimen de precipitación bimodal, dos periodos lluviosos: Abril - Mayo y Octubre - Noviembre.

El clima regional está fuertemente influido por los movimientos de la zona de convergencia intertropical, y muestra además una clara relación con la altitud. Localmente, el efecto valle montaña origina modificaciones en los patrones de lluvia diurna, viento, radiación, temperatura y humedad: las nubes se mueven hacia arriba a lo largo de las vertientes durante el día, a menudo originando lluvias en las noches. (Veneklass, 1990).

Veneklass (1990), señala para la región que a bajas altitudes la mayor precipitación es nocturna, mientras que a altas es predominantemente diurna.

Los valores medios anuales de temperatura y precipitación son, respectivamente, 19°C y 2931 mm. (Diagnóstico Plan Integral, 1982).

1.3.2. FISIOGRAFÍA:

Una estupenda descripción fisiográfica fue hecha en 1844 por el Doctor Jorge Juan Hoyos Cabal, gobernador de la provincia del Cauca, en informe dirigido al secretario de estado del despacho de lo interior. En este documento, recuperado por Valencia (1984) en su libro "Historia de Santa Rosa de Cabal", el Doctor Hoyos escribía:

"La situación es ventajosa para la formación del suelo, tanto por que se halla en un punto cuasi equidistante de Cartago i de Neira, como porque su temperamento medio, la fertilidad del terreno i la fácil de descuajar los bosques, convidan a cultivar la tierra.

El terreno es como el de toda esta cordillera en el valle del Cauca, fértil, sin piedra, cubierto de una primera capa de tierra flojísima, después de la cual sigue una de greda. Las aguas son abundantes i poco profundas, aunque al sureste termina el horizonte con una punta que nieva frecuentemente, no participan sus aguas del deshielo, porque corre a los ríos Otún, Campoalegre i Chinchiná, mientras que la población tomara las aguas del San Eugenio, Santa Rosa i sus contribuyentes.

El punto en que se han reunido más descuajes es uno falda de pequeña inclinación, determinada principalmente por las aguas de San Eugenio i de Santa Rosa. Aquí aunque el horizonte no es extenso es hermoso, limitado al occidente por las ultimas colinas de la cordillera de San Francisco; al norte por un cuchilla alta que llaman "el chuscal"; por el nordeste, oriente i sureste por la cumbre de la cordillera oriental i una rama de ella que domina el sitio desde el sureste, i por el sur por pequeñas quiebras a la orilla izquierda de San Eugenio. En este pequeño valle he designado un punto en que el Río rodea una falda dirigiéndose del sureste al noroeste, para situar la nueva población, que aunque quedara dominada por una punta que nieva en tiempo seco i despejado, no arroja vientos insalubres: pues existe una rama de la cordillera principal desprendida de ella, en la cual se estrellan seguramente los vientos que producen los paramos de nieve cuasipermanentes que miran hacia Mariquita i Honda".

1.3.3. RESEÑA HISTÓRICA

1.3.3.1. LOS PRIMEROS POBLADORES.

En la monografía del Municipio de Dosquebradas (1986), figuran los Putamaes, familia de la Nación Quimbaya, como los habitantes precolombinos de este territorio.

Fue posiblemente el capitán Suer de Navas, subordinado de Jorge Robledo, el comandante de la primera expedición española que atravesara tierras de Santa Rosa en su viaje del Río Tacurumbí (Chinchina) hasta las cercanías del Río Otún, donde finalmente fundó a Cartago o "San José de Cartago en 1540 (Jaramillo, 1983).

1.3.3.2. FUNDACIÓN.

Como tantos otros municipios del viejo Caldas, Santa Rosa de Cabal es fruto del fenómeno conocido como "La Colonización Antioqueña" que en el siglo pasado movilizó a un pueblo que huía de las guerras civiles y buscaba tierras más fértiles que los suelos ácidos del oriente de Antioquia.

Así, en 1844, fue fundada Santa Rosa, en jurisdicción del Cantón de Cartago, provincia del Cauca, no encontrando esta colonizadores oposición indígena, toda vez que la nación Quimbaya (estimada en más de 60.000 personas) había sido masacrada luego de la llegada de los conquistadores en 1540.

1.3.4. POBLACIÓN Y TENDENCIAS DEMOGRÁFICAS.

De acuerdo con el censo de población del DANE de 1985, la población de Santa Rosa era para ese año de 64.244 habitantes, de los cuales 40.396 ocupaban el área urbana.

Las estimaciones de la población aparecen en la tabla 1. (Anuario estadístico de Risaralda, 1988).

TABLA 1. ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN DE SANTA ROSA.

| | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 |
|--------|-------|-------|-------|-------|
| URBANA | 43056 | 43981 | 44926 | 45891 |
| RURAL | 26207 | 27044 | 27908 | 28799 |
| TOTAL | 69225 | 70970 | 72758 | 74592 |

De la tabla anterior, se desprende que Santa Rosa es un municipio urbano con una tasa de crecimiento positiva, que puede incrementarse teniendo en cuenta la existencia de grandes áreas potencialmente urbanizables, que podrían incentivar la inmigración de habitantes de otras zonas de

la región, mas ahora con la ejecución de la variante de la troncal de Occidente.

1.3.5. ASPECTOS ECONÓMICOS.

Son la ganadería y la agricultura las principales actividades económicas de Santa Rosa con predominio de cultivos de café, plátano, yuca, hortalizas, cacao y fríjol. En el área urbana se asientan algunas industrias de confecciones, metalmecánicas, lecheras, cueros y trilladores de café.

2. ESTUDIOS PREVIOS.

En el anexo 1 se presente un listado de las líneas de vuelo y los números de las fotografías aéreas que cubren total o parcialmente las áreas urbana y rural. Adicionalmente, los números de los distintos mapas que se han elaborado a escala regional o específicamente para Santa Rosa.

2.1. ESTUDIOS REGIONALES

2.1.1. GEOLÓGICOS.

El estudio geológico de la plancha L24 - Pereira (Caballero y Zapata, 1983). contiene la descripción y delimitación de las diferentes unidades litológicas y las principales estructuras geológicas de la región.

James (1988) elaboró el estudio sismotectónico del Viejo Caldas. en el que se evalúa la amenaza sísmica de la región con énfasis en Pereira, Santa Rosa y Losquebradas. En este trabajo se cartografiaron y describieron las principales fallas y alineamientos, se evaluó su sismicidad histórica y se analizó la amplificación del efecto sísmico en las zonas urbanas.

El estudio de prefactibilidad de aprovechamientos hidroeléctricos de la cuenca hidrográfica del Río Otún (Estudios Técnicos Ltda., 1983). evalúa el riesgo sísmico en un área circular de 200 km de radio que tiene como centro el sitio 'El Porvenir' (ubicado a 5 km de Pereira, en la cuenca del Río Otún). El sitio fue seleccionado por su cercanía a la falla fundamental de Komerai, la cual ha sido identificada como fuente sismogénica. En el estudio se estiman las magnitudes esperadas en sismos futuros y su intensidad. Incluye además mapas de isosistas de los terremotos más importantes ocurridos en los últimos años.

La investigación geotérmica de macizo volcánico del Ruiz. realizada por CHEC, ICEL Y ENEL (1983) incluye aspectos geológicos de la región y en especial se refiere a las principales manifestaciones de fuentes termales presentes.

EGZO (1984) realizó para la CARDER el "Inventario Básico de las Cenizas Volcánicas Cuaternarias en la Zona Sur-oriental de Risaralda", que contempla recomendaciones para la evaluación del riesgo sísmico y volcánico. Este informe contiene el mapa de espesores y distribución regional de cenizas volcánicas y el esquema de fracturamiento, ambos a escala 1:100.000.

2.1.2. SUELOS.

En el 'Estudio de zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera del departamento de Risaralda' (PEDECAFE, 1988), se analizan aspectos como: formaciones geológicas, características petrográficas y mineralógicas, formación de suelos, fertilidad natural, susceptibilidad a la erosión y fisiografía, a partir de lo cual define el uso y manejo de los suelos en un área determinada.

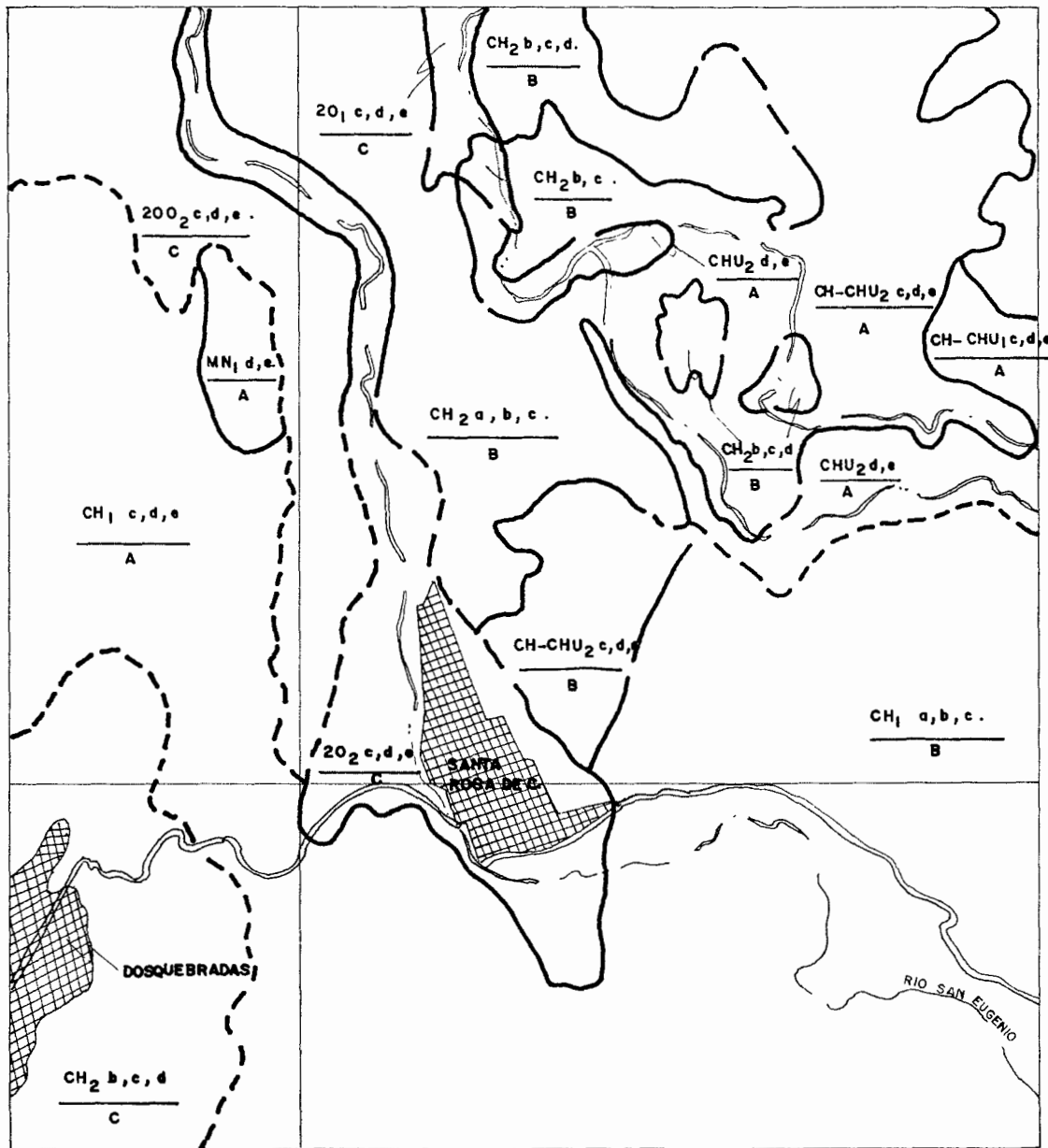
Para Santa Rosa, los principales suelos referidos en ese estudio son (Figura 2):

- Unidad Chinchina (Ch)₂. Originados de cenizas volcánicas andesíticas del Pleistoceno. A través del proceso de meteorización, la ceniza llega a formar un suelo de color pardo amarillento, de estructura estable y alta capacidad de retención de agua. Estos suelos se encuentran al norte y noreste de la cabecera municipal.

- Unidad 20 (20)₂. Se denomina así a un grupo de suelos derivados de cenizas volcánicas andesíticas, del tipo Chinchiná, que presentan sobre y a través de su perfil cantos de tamaños variables no meteorizados. Esta unidad se encuentra ubicada en las vertientes próximas al cauce del Río San Eugenio y de las corrientes que confluyen a éste.

Los suelos derivados de cenizas volcánicas tienen altos contenidos de alofana, que condiciona la abundante presencia de materia orgánica y contribuye a la buena fijación de fósforo y baja mineralización de nitrógeno.

En razón de sus excelentes condiciones físicas, contenido de materia orgánica, texturas medias, buena aireación y resistencia a la erosión, unidas a las condiciones climáticas, permiten un uso amplio así: café, plátano, banano, aguacate, cítricos, bosques, pastos entre otros.



CONVENCIONES ZONAS

- 1- ZONA ALTA
- 2- ZONA MEDIA (CAFETERA)
- 3- ZONA BAJA

POSICION FISIOGRAFICA

- A - VERTIENTE
- B - COLINAS
- C - COLUVIOS
- D - VALLES
- E - TERRAZAS

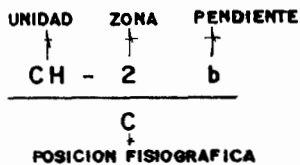
PENDIENTES

- a - 0 - 12 %
- b - 12 - 25 %
- c - 25 - 50 %
- d - 50 - 75 %
- e - 75 - 75 %

UNIDADES

- CH - CHINCHINA
- CHU - CHUSCAL
- 20 - 20
- 200 - 200
- MN - MANILA

EJEMPLO



(TOMADO DEL MAPA DE SUELOS DE RISARALDA ZONA CAFETERA FED. NAL. DE CAFETEROS, 1.966)

FIG. 2- MAPA DE SUELOS

2.1.3. CLIMA E HIDROLOGÍA.

CENICAFE publica un anuario en el que se presenta la información meteorológica obtenida en la red que posee la Federación Nacional en la zona cafetera. Dicha información incluye: estaciones principales, con datos de temperatura, humedad relativa, precipitación, entre otros. (información más completa se presenta en el capítulo 3. ASPECTOS HIDROLÓGICOS).

2.2. ESTUDIOS LOCALES

2.2.1. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

Ingeniería y Geotecnia Ltda (1986), realizó para EOPETROL la Evaluación Geológica y Geotécnica del trazado variante Santa Rosa - Pereira". En un capítulo se describe la situación del oleoducto entre la margen derecha del Río San Eugenio (aguas abajo de Americana de Curtidos) y El Vergel.

Se cuenta además con algunos estudios de suelos, hechos por consultores privados, en cuyos informes se incluyen los resultados de ensayos mecánicos, recomendaciones sobre cortes y cimentaciones y columnas estratigráficas obtenidas a partir de los sondeos. (Alvaro Millán, Ingeniero de Suelos).

2.2.2. MINERÍA.

En el documento "Recursos mineros en el Departamento de Risaralda" (Franco, 1986) se mencionan generalidades de la Mina el Cheguiro: Localización, características de la mineralización y estado actual de la mina.

2.2.3. OTROS.

En 1988, la CARDER elaboró el documento "Protección de viviendas en áreas de peligro en las cabeceras municipales del departamento de Risaralda", en el se localizan las áreas subnormales en donde se hallan viviendas expuestas a amenazas de tipo natural y se estima el total de viviendas a proteger. La información sobre áreas de riesgo en Santa Rosa aparece consignada en dos mapas a escala 1:5000.

En el mismo año (1988) la defensa civil del municipio realizó el informe complementario de la encuesta nacional sobre desastres de origen natural, para la ONAD. Este informe presenta una breve descripción de los desastres que han afectado al municipio, además se acompaña de un mapa a

escala 1:25000 donde se señalan las áreas detectadas como críticas por ser afectadas frecuentemente por fenómenos naturales.

3. METODOLOGÍA

Como se indicó anteriormente, este trabajo hace parte de una serie de estudios, adelantados por la CARDER en todos los municipios del departamento. Para la elaboración de estos la CARDER como principal referente el estudio "Geología ambiental del área urbana y suburbana del municipio de Marsella", realizado por la firma EGEO (1987).

La metodología de trabajo del estudio de Marsella se adoptó para el caso de Santa Rosa, introduciendo nuevos aspectos y restringiendo otros de acuerdo con las experiencias adquiridas por la CARDER en los trabajos desarrollados por ésta en 10 municipios de Risaralda.

La metodología es mostrada en la gráfica de la Figura 3. El estudio se realizó en tres etapas:

PRIMERA ETAPA: La bibliografía consultada se reseñó en el Capítulo 2 de este informe. En el anexo 1 se hace un listado de los mapas de estudios regionales y locales al igual que de las fotografías aéreas disponibles a varias escalas y de diversos años.

La información obtenida para la subregión se presente aquí en gráficos extraídos de los fotocalcos, sin restitución. La local se amplió de las escalas de los fotocalcos (1:8000, 1:11000 y 1:11000) a escala 1:5000 a través del sketch master y por correlación de detalles entre las aerofotografías y las planchas topográficas. Sin embargo, debido a que sólo se contaba con la restitución topográfica del sur del área estudiada, para el sector norte (y el sector del relleno sanitario, al sur) se elaboró una base planimétrica a partir de ortofotos.

SEGUNDA ETAPA: El ajuste de la información recogida en los mapas se hizo a través de la visita sistemática a los afloramientos dentro y fuera del área de estudio. Además se hicieron entrevistas a habitantes vecinos, que pudieran ayudar a precisar la ocurrencia de fenómenos naturales que han afectado al municipio y de aquellos sitios que han sido reconocidos como críticos.

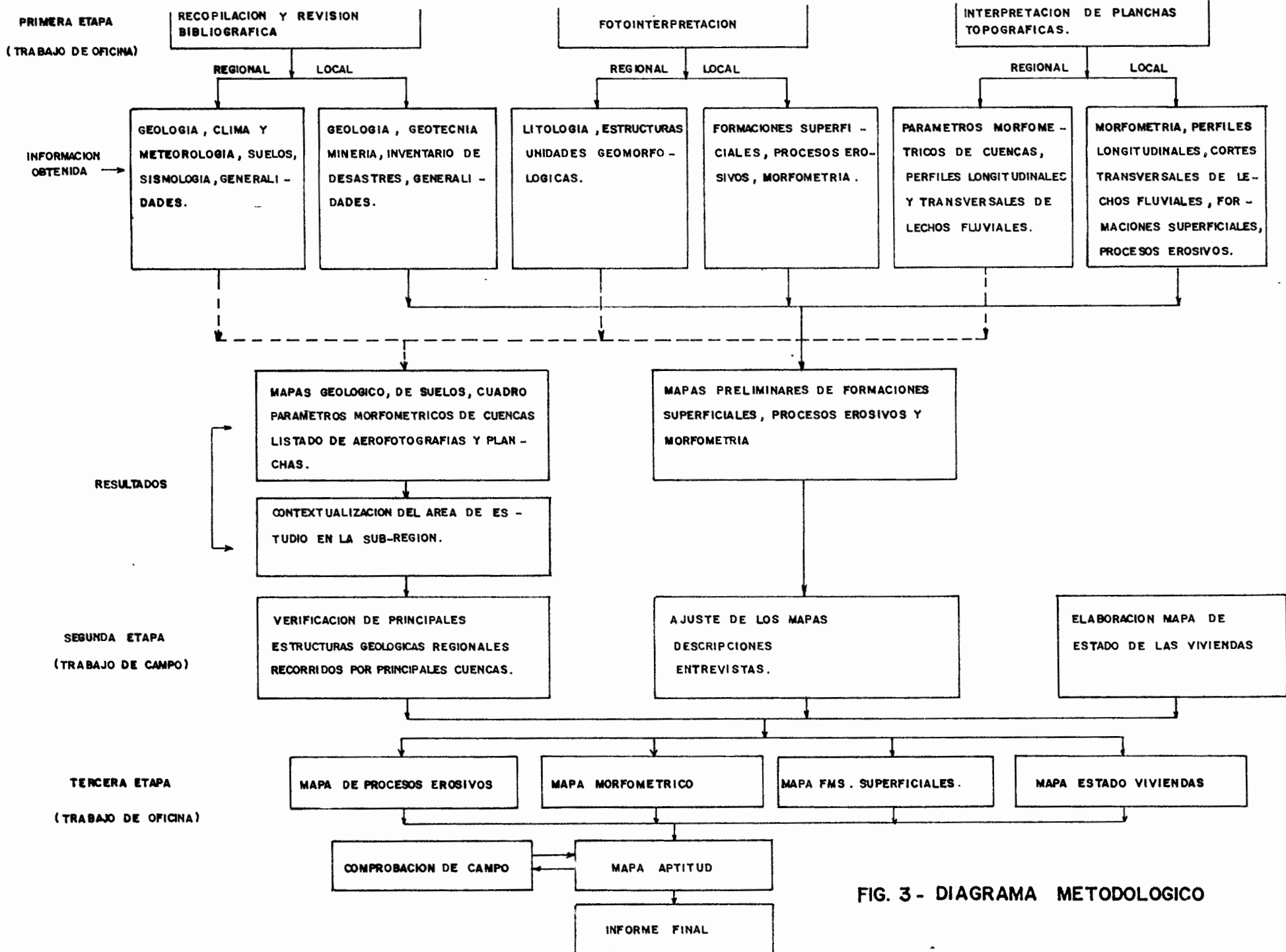


FIG. 3 - DIAGRAMA METODOLOGICO

de manera complementaria se realizó un inventario de desastres tomando como base la información contenida en los libros de Guardia del Cuerpo de Bomberos y en los informes de la Defensa Civil. (Anexo 2).

El mapa de estado y tipología de la vivienda fue elaborado por funcionarios del municipio con la asesoría de la CORDER. Debido a la gran densidad de información contenida en el mapa, éste no se incluye en presente trabajo, pero se analizarán sus resultados.

En las cuencas de los Ríos San Eugenio y San Ramón se efectuaron recorridos, que aunque no fueron sistemáticos, contribuyeron a la comprensión preliminar de algunos fenómenos registrados en la cabecera municipal. Las quebradas más importantes, cuya cercanía al área de interés es factor de amenaza para la población, fueron recorridas y observadas con mayor detenimiento.

TERCERA ETAPA: Los resultados del estudio se presentan en mapas a escala 1:5000, con ellos se busca dotar a la administración municipal de una herramienta de manejo e interpretación sencillos, que sirvan de soporte para la planeación física y a la vez faciliten la toma de decisiones.

- Mapa de formaciones superficiales y de estaciones. Con base en la morfología o la observación directa de campo se mapearon las formaciones superficiales indicando las formaciones geológicas infrayacentes. Además se ubicaron los sitios de control de campo donde se hicieron descripciones detalladas.

- Mapa morfométrico. Presenta la distribución de pendientes en rangos del 0 al 15%, 15 a 35% y mayores de 35%.

- Mapa de procesos erosivos. Se muestran en él las evidencias de los fenómenos erosivos indicando si son o no activos.

- Mapa de aptitud de los terrenos para el uso urbano. Contiene la zonificación según la potencialidad para su uso. En él se definen aquellos sectores que ofrecen riesgos por la ocurrencia de fenómenos naturales.

4. MARCO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO SUBREGIONAL

4.1. ASPECTOS GEOLÓGICOS

4.1.1. LITOLOGÍA.

La subregión donde aparece inscrita Santa Rosa de Cobai presenta una gran variedad de conjuntos litológicos con importantes contrastes temporales, genéticos y espaciales, hallándose desde esquistos de edad paleozoica, pasando por cuerpos intrusivos cretácicos y terciarios, hasta llegar a depósitos inconsolidados cuaternarios y depósitos emplazados por procesos actuales.

La descripción de las unidades litológicas de la región (adaptada de Caballero y Zapata, 1983), se resume a continuación: (Figura 4).

4.1.1.1. ROCAS PALEOZOICAS:

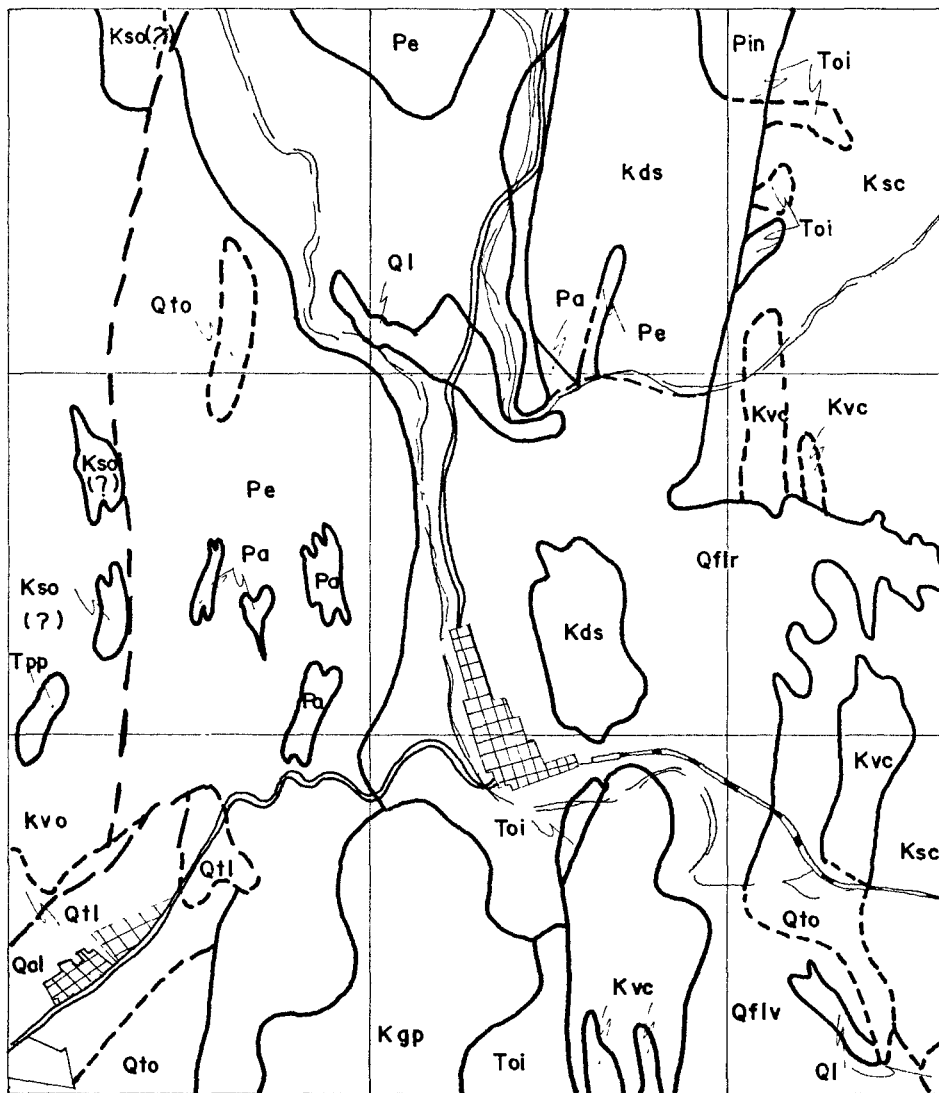
Esquistos cuarzo-grafíticos y esquistos verdes (Ke) y Esquistos Anfibólicos (Fa), que han sido caracterizados como de bajo grado de metamorfismo, recristalizados en condiciones de presión y temperatura de facies esquistos verde.

Estas rocas pertenecen al Grupo Cajamarca descrito por Nelson (1957). Su ubicación en la subregión se limita a pequeños cuerpos al oeste y al norte de la cabecera municipal, encontrándose los mejores afloramientos en la carretera Santa Rosa - Chinchina y Santa Rosa - El Peñol, en las Quebradas Estrella, Honda y Manizales.

4.1.1.2. ROCAS CRETÁICAS.

Se encuentran cuerpos intrusivos, rocas sedimentarias y rocas volcánicas.

Entre las rocas intrusivas figuran el Stock Diorítico de Santa Rosa (Kds) y el Stock Gabroico de Pereira (Kgp). Son cuerpos de características similares, diferenciables por su



CONVENCIONES

ROCAS SEDIMENTARIAS

Qal Qtl Qto

Qal - DEPOSITOS ALUVIALES

Qtl - DEPOSITOS DE PENDIENTE

Qto - FLUJOS DE LODO Y CENIZA VOLCANICA

Qflv FLUJOS DE LODO VOLCANICO

Toi F.M. AMAGA, MIEMBRO MEDIO

Kso Kch GRUPO DAGUA (?)

Kso - SEDIMENTOS

Kch - CHERT Y ROCAS VOLCANICAS

Ksc Kvc F.M. QUEBRADAGRANDE (?)

(MODIFICADO DE LA PLANCHA 224, INGEONINAS).

ROCAS IGNEAS Y METAMORFICAS

Ql LAVAS; DE COMPOSICION

ANDESITICA, PLIO-PLEISTOCENO

Tpp PORFIDO ANDESITICO DE PEREIRA

Kvo GRUPO DIABASICO

Kds Kgp

Kds - STOCK DIORITICO DE SANTA ROSA

Kgp - STOCK GABROICO DE PEREIRA

Pa Pe

Pa - ESQUISTOS ANFIBOLICOS

Pe - ESQUISTOS VERDES Y GRAFITICOS

FIG. 4- MAPA LITOLOGICO SUBREGIONAL

CUATERNARIO
TERCIARIO
CRETACEO
NEOZOICO

composición dominante. Contienen hornblenda, plagioclasa caelirizada y cuarzo en pequeña proporción.

La edad por correlación con el Gabro de Pueblito, ha sido estimada en 131 ± 9 millones de años (Cretaceo inferior).

El Stock Gabroico de Pereira define el relieve de colinas al sur del área urbana; el Stock Diorítico de Santa Rosa se localiza al oriente de esa población conformando el cerro Monserrate.

Las rocas sedimentarias (Ksc) y las rocas volcánicas (Kvc), serían correlacionables con los dos miembros de la Formación Quebrada Grande. Las primeras compuestas por limolitas, areniscas pizarrosas, chert y algunos niveles de conglomerado. Las segundas corresponden a diabazas y basaltos de color verde grisáceo, con amígdulas alargadas rellenas con calcita y sílice.

Estas rocas se hallan al sureste y noreste de la cabecera municipal.

4.1.1.3. ROCAS TERCIARIAS.

Son de destacar las existentes al sur del área urbana, en especial las que afloran en el lecho de la Quebrada Santa Helena, aguas arriba de la desembocadura de la Quebrada San Joaquín. Son conglomerados mal seleccionados, matriz arcilloarenosa, con interestratificaciones de areniscas y arcillolitas verdosas (estas últimas también fueron observadas en el lecho de la Quebrada Monserrate).

Han sido correlacionadas con la Formación Amagá de edad Oligoceno Mioceno.

4.1.1.4. ROCAS Y DEPÓSITOS CUATERNARIOS.

En el sector del Lembo existe un cuerpo de roca de origen volcánico (Q1). Aparece cartografiado como lavas de composición andesítica, descritas como bastante frescas, de color gris oscuro, que se presentan con aspecto escoriáceo con abundantes vesículas y cavidades. Tienen textura porfídica con fenocristales de plagioclasa en matriz vítrea.

En afloramiento estas rocas se aprecian intensamente diaclasadas con la peculiaridad de poseer planos de diaclasamiento subhorizontales y plegamientos locales.

El área urbana de Santa Rosa, incluyendo el sector de la Hermosa al oeste y el sector de la María al norte, se asienta sobre intercalaciones de depósitos inconsolidados y cenizas volcánicas que aparecen cartografiadas genéricamente, en los estudios regionales, como depósitos de flujo de lodo volcánico (Qfiv).

A los flujos de lodo se les ha asignado un origen tluvioglaciario (aunque Khobzi, 1961, cuestionó tal origen, en Colombia, para la mayoría de los sedimentos originados en valles que poseen alguna relación con regiones de páramos actuales). Los bloques que componen esos flujos varían en tamaño desde pocos centímetros hasta 5 metros (en Santa Rosa se encontraron algunos mucho mayores), con composición andesítica; también se encontraron rocas piroclásticas y lapilli y en ocasiones cantos de rocas metamórficas e intrusivas.

Un manto de cenizas volcánicas cubre los cuerpos de roca descritos. Su espesor no es uniforme. Su existencia confirma la gran actividad de los volcanes del eje de la Cordillera Central en tiempo reciente (e incluso actual).

La columna estratigráfica generalizada es presentada en la figura 5.

4.1.2. ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS.

En la figura 6 se presenta el esquema estructural de la subregión. Allí aparecen representadas las fallas comprobadas y/o compiladas, las fallas inferidas o los alineamientos con expresión geomorfológica fuerte y los alineamientos con expresión moderada.

Inicialmente se realizó la cartografía de alineamientos fotogeológicos con base en rasgos morfológicos tales como cilletas, facetas triangulares, escarpes y posibles controles estructurales de las redes de drenaje. Posteriormente se compararon estos alineamientos con alineamientos y fallas identificados en estudios geológicos regionales previos. (Aballero y Zapata, 1986; EGEQ, 1984; James, 1938).

Durante el trabajo de campo se procuró reconocer evidencias de fallamiento especialmente en aquellos alineamientos que afectan el área de estudio. En algunos sitios se encontraron evidencias de actividad tectónica cuaternaria (Tabla 2).

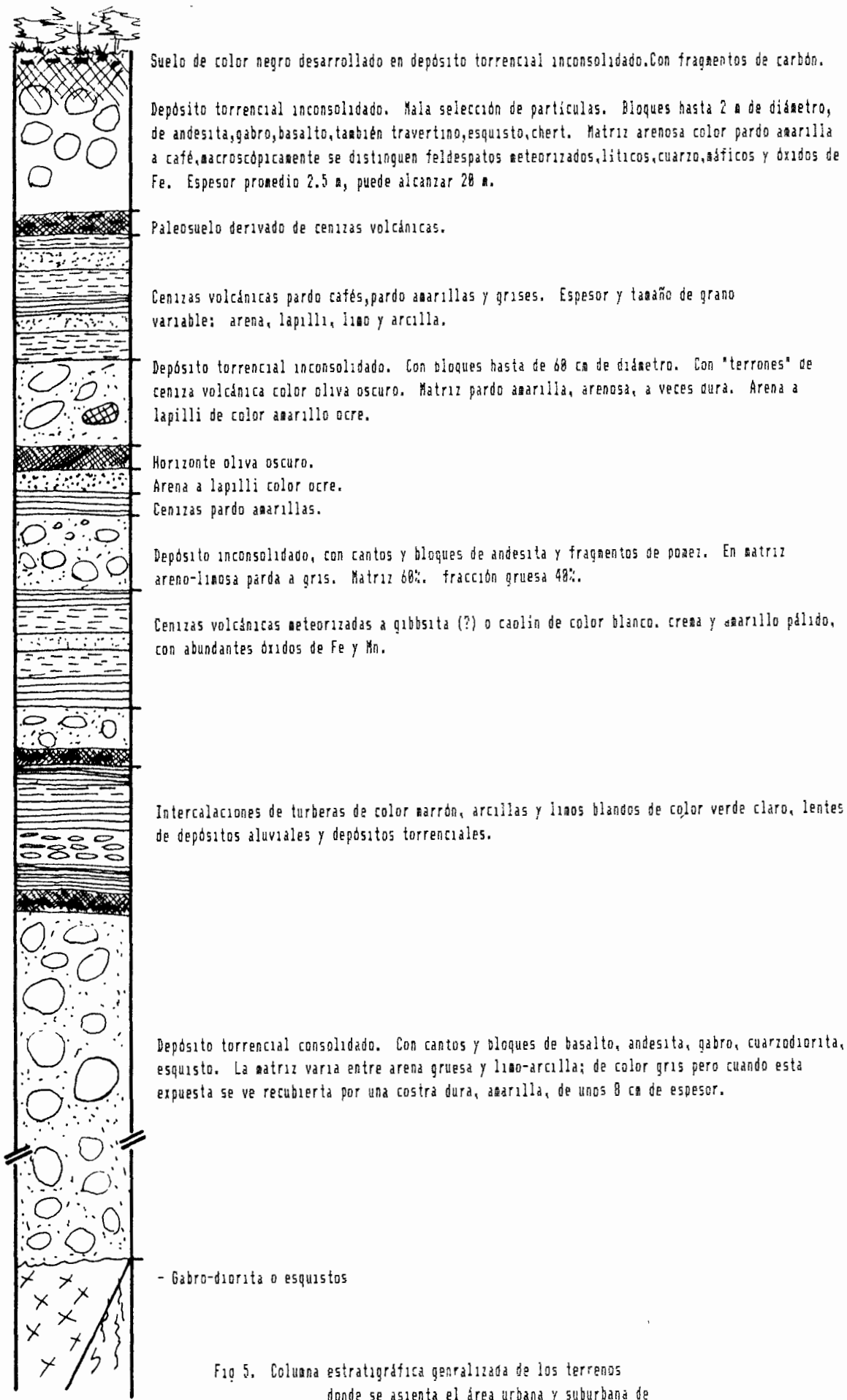
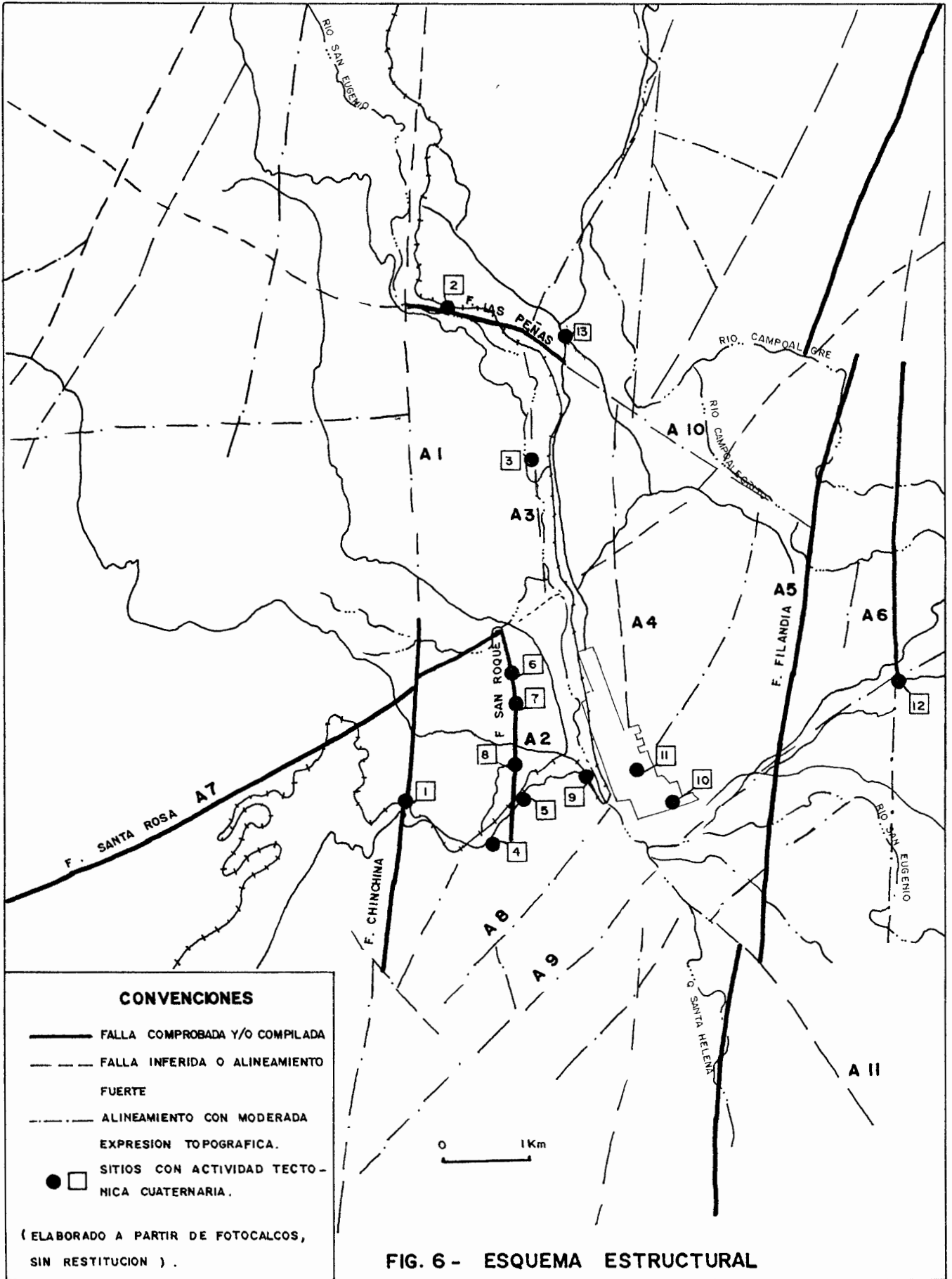


Fig 5. Columna estratigráfica generalizada de los terrenos donde se asienta el área urbana y suburbana de Santa Rosa de Cabal.



Las fallas y alineamientos encontrados en la región fueron divididos por James (1986) en cuatro grupos, según su edad y dirección predominante, así:

Estructuras de dirección predominante N-S, serían rumbo-inversas y originadas en el Jurásico pero con actividad reciente. EGEO (1984) las describió como las estructuras que conforman la zona de falla mejor definida en la región, donde controlan parcialmente el curso de los principales ríos, con desplazamientos en el drenaje de varios kilómetros; se trata de fallas de rumbo N-S a N 25°E y alineamientos con expresión geomorfológica fuerte.

El segundo grupo está integrado por estructuras de direcciones entre N30°-65°E, serían rumbo inversas originadas posiblemente en el Cretácico superior.

El tercer grupo corresponde a las estructuras de dirección predominante N45°- 60°W, que serían fallas y alineamientos del Terciario.

Un cuarto grupo lo conforman pequeñas estructuras de dirección E-W.

Dentro de este marco estructural regional, el área de estudio y la subregión aparecen afectadas por estructuras que serán descritas a continuación siguiendo los tres primeros grupos citados así (Figura 6):

4.1.2.1. ALINEAMIENTOS DE DIRECCIÓN PREDOMINANTE N-S.

Al oeste del área urbana de Santa Rosa se encuentra un alineamiento (A1) que James (1986) denominó alineamiento Chichina. Al sur se presenta un segmento de éste que fue determinado en campo como falla comprobada por sus efectos cataclásticos sobre esquistos grafitosos y por la inestabilidad de las laderas adyacentes a su traza, encontrándose además evidencias de neotectónica en cenizas volcánicas. Al norte origina algunos valles colgados y determina el cambio de dirección del Río San Eugenio del E-W al S-N.

TABLA 2. EVIDENCIAS DE ACTIVIDAD TECTÓNICA CUATERNARIA O POSIBLEMENTE CUATERNARIA.

| Número sitio | Actividad Cuaternaria | Zona de Falla | Evidencias | Observaciones |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1) Antigua banca del ferrocarril 2 km adelante del boquerón hacia la estación boqueroncita. | Incierta | Falla Chinchiná | Grietas profundas (diaclasas) en cenizas volcánicas recientes con planos de dirección N57°W/40°W. N18°E/42°E. N53°E/52°E | Fuerte expresión geomorfológica, cañón profundo, vertientes muy inestables (grandes deslizamientos). |
| 2) Banca del ferrocarril entre La María y la Cantera las Peñas. | Comprobada | A 11 (Fig.6) | Plano de diaclasamiento con estrias en cenizas volcánicas (preholocénicas?) con direcciones N23°W/80°E (estriados) N31°E/82°E | Brechas de falla, milonitas, vertientes inestables al W. (Q. La Estrella) en el sitio de la cantera diaclasas y pliegues en andesitas. |
| 3) Margen izquierda río San Eugenio. 200 m aguas abajo de americana de curtidors. | Comprobada | A3 (Fig.6) | En depósito piroclástico intercalado con depósito torrencial, planos de diaclasamiento de direcciones: N5°E 88° (con estrias verticales) y N70°W/69°N que desplaza horizontalmente 2 cm al primer sistema de diaclasas. | El Río San Eugenio sigue un trazo recto paralelo a la Falla Chinchiná |
| 4) El Boquerón | Comprobada | Zona Romeral (ZGEO 1984) | Diaclasas en cenizas volcánicas, planos con direcciones N64°E/63°W, N61°W/84°W, N51°W/32°E el que desplaza horizontalmente 5 cm. al sistema N65°E/83°E. | Zona de convergencia de alineamientos fotogeológicos con expresiones de moderadas a fuertes. |
| 5) Carretera Santa Rosa - El Boquerón. al frente de artesanías Carruana | Incierta | Falla San Roque | Grietas profundas (diaclasas) en cenizas volcánicas, planos de dirección N25°E/Vertical, asociado a zona de cizalla. | |
| 6) Quebrada San Roque | Comprobada | Falla San Roque | Poliedros de cizallamiento en cenizas volcánicas gibbsiticas. Planos de diaclasamiento: N34°E/78°W (familia principal). N25°W/75°E, N14°W/50°W. | Expresión geomorfológica fuerte, paralela a la falla Chinchiná. |

| | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7) Villa Piana (La Hermosa) | Comprobada | Falla San Roque | Ídem. anterior. | Ídem. anterior. |
| 8) Quebrada San Roque | Comprobada | Falla San Roque | Diaclasas en cenizas volcánicas recientes, planos de direcciones N30°W/Vertical, N-S/Vertical. | |
| 9) Banca del ferrocarril entre el puente sobre el Río San Eugenio y La Hermosa | Comprobada | A11 (Fig. 6) | Diaclasas en cenizas volcánicas de color blanco-crema, direcciones: Familia principal N00°E/89°S, N5°W/63°W, N12°W/59°S con estrías 95°E. | El alineamiento presenta expresión morfológica moderada al NW y fuerte al SE. |
| 10) Talud al frente del convento Veracruz. | Comprobada | A4 (Fig. 6) | Diaclasas en cenizas volcánicas recientes incluyendo los niveles superiores. Direcciones: N40°W/80°E y N6°E/85°E | A4 con expresión moderada en la cabecera municipal de Sta. Rosa. |
| 11) Ora 10 entre calles 9 y 10 (*) | Comprobada | A4 (Fig. 6) | Fallamiento inverso con desplazamiento vertical de 60 a 80 cm. de cenizas volcánicas recientes. dirección: N10°W/E | A4 con expresión moderada en la cabecera municipal de Sta. Rosa. |
| 12) Quebrada La Leona | Comprobada | A6 ó A9 (Fig. 6). | Diaclasas en tobas volcánicas planos de diaclasamiento con direcciones N24°E/73°E, N47°W/86°W, N30°E/42°E. | A6, falla comprobada (EGZO, 1984). A9, alineamiento con expresión moderada. |
| 13) Estadero el Jazmín carretera a Chinichiná (**) | Comprobada | Zona Romeral (A3, Fig. 6) | Planos de fracturamiento lisos y rectos, cortan y desplazan los horizontes oliva unos 30 cm. Planos de dirección: 555°W. | Falla inferida con expresión geomorfológica fuerte. Controla el curso del Río San Eugenio. |

(*) Geólogo FRANCISCO URIBE (CARDER).

(**) EGZO, 1984.

En la Quebrada San Roque se comprobó la existencia de una falla (A2) que ha tenido actividad reciente, como lo muestra el intenso diaclasamiento de las cenizas volcánicas de sus vertientes (Figura 7). Asociados a esta falla se encuentran grandes deslizamientos al N y S de la carretera Santa Rosa - Pereira en el sector de la Postretera. A esta estructura le fue asignado en este estudio el nombre de Falla San Roque. Controlando el curso del Río San Eugenio al Noroeste de la Quebrada San Roque, aparece otro segmento (A3), posiblemente de la misma falla, que presenta igualmente evidencias de tectonismo reciente.

Los segmentos A2 y A3 podrían corresponder a lo que EGEO (1984) denominó Falla el Boguerón.

El alineamiento A4 se presenta con expresión geomorfológica moderada al Norte del casco urbano, sin embargo, cenizas volcánicas falladas encontradas en la Carrera 10 entre Calles 9 y 10 de Santa Rosa hacen suponer que corresponde a una falla geológica con actividad reciente.

El nombre de Filandia (A5) fue asignado por James (1986) a una de las principales fallas del Sistema Romeral en la subregión. A este misma, EGEO (1984) la denominó Falla Santa Rosa - La Florida. Presenta una fuerte expresión geomorfológica en la cuenca de la Quebrada Santa Helena, al Sureste de Santa Rosa y modifica el curso de los ríos Campaleguito y Campoalegre al Noreste.

El alineamiento A6 presenta una expresión geomorfológica moderada al este de Santa Rosa. Al Sureste se modifica el curso del Río San Eugenio; al Noreste fue cartografiada como falla comprobada por EGEO (1984) y posteriormente como alineamiento, que se bifurca al norte como Falla Neira-Aranzazu y Falla San Jerónimo, por James (1986).

4.1.2.2. ALINEAMIENTOS DE DIRECCIÓN PREDOMINANTE N30°-65°E.

De este conjunto hace parte la Falla Santa Rosa (James, 1986). Se localiza al norte de Pereira - Dosquebradas con una expresión geomorfológica fuerte hasta su intersección con el Río San Eugenio, su presencia se supone por debajo de los depósitos donde se asienta esta población y continúa como falla inferida al Noreste de la misma (A7). Su dirección es N70°E/75°SE (James, 1986).



Figura 7. Diaclasas en cenizas volcánicas en la vertiente Este de la Quebrada San Roque, al W de "Los Bloques", Sector de La Hermosa.

Otros alineamientos, de expresión moderada, son A8 y A9. El primero controla los cursos de las Quebradas La Esina y Monserrate y el segundo los de las Quebradas San Bernardino y La Leona.

4.1.2.3. ALINEAMIENTO DE DIRECCIÓN PREDOMINANTE N45°-60°W.

Se denomina aquí como Las Peñas (A 10), a una falla que determina un alineamiento de fuerte expresión geomorfológica al Norte de Santa Rosa (Sector de el Jacmin - El Lembo): fue comprobada en la Quebrada La Estrella y en la cantera del mismo nombre (Carretera al Español) y se encontraron evidencias de tectonismo reciente en cenizas volcánicas en taludes de la banca del ferrocarril entre Guaysbitó y La Cantera las Peñas. Esta estructura no ha sido señalada en estudios anteriores.

Otra estructura de este grupo (A 11) fue comprobada en los taludes de la banca del ferrocarril, entre el puente sobre el Río San Eugenio y el sector de la Hermosa (Área urbana de Santa Rosa). Allí se encontraron planos de

diarclasamiento con estrias reciente; al Sureste se presenta una expresión geomorfológica fuerte, en la cuenca de la Quebrada San Joaquín. Esta estructura puede asociarse a la prolongación de una de las fallas del Sistema Nereidas.

Además de las evidencias de tectonismo reciente encontradas aquí, consistentes principalmente en diaclasamiento y fallamiento de cenizas volcánicas, debe mencionarse que Mojica y Scheidegger (1981) señalaron la existencia de diaclasas recientes en rocas en tres afloramientos localizados dentro de la subregión: 3 km al SSW de Santa Rosa de Cabal (Areniscas oscuras, Cretácico); 2 km al Norte de Santa Rosa (Tobas, Cuaternario); 4 km al Norte de Santa Rosa (Andesita, Reciente).

4.2. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.

Ubicada en el piedemonte occidental de la Cordillera Central, la subregión presenta un paisaje de fuertes contrastes debido a la existencia de dos elementos claramente identificables. El primer elemento del paisaje es el relieve montañoso, en donde las estructuras geológicas condicionan en buena parte un modelado de erosión profunda, de valles angostos y vertientes empinadas. El segundo corresponde a la zona de acumulación de materiales involucrados en los procesos que tuvieron y tienen lugar en las montañas de la cordillera y que ahora conforman, en el área urbana y suburbana, un relieve ligeramente ondulado, con una pendiente general dirigida al norte, de modelado suave (en ocasiones con valles amplios de vertientes abruptas, originados por la disección causada por los principales drenajes).

El primer elemento mencionado se ve afectado por la ubicación de la subregión dentro de una unidad morfo-climática caracterizada por intensa humedad (precipitaciones más de 2000 mm/año en Santa Rosa) lo que origina una dinámica de vertientes activa representada por la alta ocurrencia de fenómenos de remoción en masa profunda.

El segundo elemento del paisaje está influenciado, además de las condiciones morfoclimáticas locales, por los eventos de carácter torrencial generados en la cuenca del río San Eugenio (y la de su principal tributario el Río San Ramón). De ahí que en él se encuentren tanto depósitos antiguos de materiales de origen fluviovolcánico y fluvio-glaciario (como los designa James, 1966) o volcanodetríticos y gluvolcánicos (como lo hace Thouret, 1982), como depósitos recientes.

La disposición general de los depósitos y su misma composición hacen que el sustrato donde se asienta Santa Rosa sea identificado como un abanico torrencial en formación.

5. ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS LOCALES

5.1. ANÁLISIS MORFOMÉTRICO.

La pendiente es la primera variable que debe tenerse en cuenta para planificar de manera racional el uso del suelo. La morfometría califica las pendientes y las asocia a las condiciones específicas del terreno.

El mapa morfométrico (Anezo 3) permite una visualización rápida y precisa de las pendientes del área urbana y suburbana de Santa Rosa, expresadas en porcentaje. Los rangos de pendiente natural escogidos para su elaboración fueron 0-15%, 15-35% y mayores del 35%, con lo que se estableció el primer criterio de restricción de uso del suelo.

Pendientes en el rango de 0 a 15% se localizan en las partes altas del abanico aluviotorrencial, tanto en el centro de la cabecera municipal como en el sector de la Hermosa, en proceso de consolidación urbana (al occidente); y en el sector comprendido entre el estadio y La María, no urbanizado (al norte). También se encuentran como fajas anchas en las llanuras de inundación del Río San Eugenio y de las Quebradas San Roque, Santa Helena, La Italia (también conocida como El Bollo o La Lavandera) y El Silencio (también llamada Santa Rosa o Guayabito) y como pequeñas 'manchas' en las áreas inundables de algunos de sus tributarios. En general su uso con fines urbanísticos es amplio en las zonas altas, pero restringido en las bajas (contiguas a los drenajes naturales).

Las pendientes en el rango 15-35% se encuentran en las vertientes de los drenajes naturales que disectan el abanico, dispuestas como fajas alargadas y angostas. También se localizan en depósitos por procesos recientes o actuales en áreas contiguas al abanico aluviotorrencial: vertiente sur de la carretera Santa Rosa - Pereira, vertiente oriental de la Quebrada La Italia y vertiente Norte de la Quebrada El Silencio. Su uso con fines urbanísticos se ve restringido por las formaciones

superficiales a las que se asocian y por la generación de cortes (taludes) que impediría su utilización.

Como en el caso anterior, las pendientes superiores al 35% se encuentran en las vertientes de los drenajes naturales que cortan el abanico. además se presentan en áreas de relieve montañoso al sur oeste, oriente y norte, donde las rocas (gabro, dioritas y andesitas respectivamente) están generalmente saprolitizadas y las vertientes muestran una gran dinámica por procesos erosivos. No deberán ser utilizadas con fines urbanísticos y en algunos casos tendrán que adoptarse medidas especiales de conservación, pues los procesos erosivos allí producidos podrían afectar directa o indirectamente el área urbana.

5.2 FORMACIONES SUPERFICIALES.

Hermelin (1986) definió el término formaciones superficiales como cualquier extensión cartografiable de terreno con características físico-mecánicas y geomorfológicas propias. las que normalmente sólo se conservan hasta unos pocos metros de profundidad a partir de la superficie. Su importancia radica en que es sobre estas donde se desarrolla la mayor parte de las actividades humanas. de ahí que su conocimiento reviste fundamental importancia para establecer el uso potencial del suelo (que no excluye la necesidad de realizar ensayos geotécnicos antes de la ejecución de obras de ingeniería).

Las formaciones superficiales son mostradas en el anexo 3. Por interpretación geomorfológica y con base en la observación directa de algunos afloramientos se llegó a cartografiar la formación superficial indicando además el tipo de material infrayacente.

Empieando las posibilidades que brindan las cenizas volcánicas como parámetro para determinación de la edad relativa de estas formaciones (e incluso de los procesos erosivos), los distintos depósitos fueron calificados como:

ANTIGUAS (Q₁): Aquellos acumulados antes de la depositación de las cenizas volcánicas holocénicas por erupciones no históricas (las de 1595 y 1983).

RECIENTES (Q₂): Aquellos depositados después de la acumulación de las cenizas volcánicas (se incluyen como recientes a las cenizas mismas).

ACTUALES (Q₃): Acumulados por procesos de los que existen

informes históricos y/o que son recordados por habitantes de la zona y/o aquellos que continúan en el presente, como los aludimientos durante crecientes de los ríos y quebradas en época de lluvias.

Para su descripción se citaran las estaciones del trabajo de campo (Apezo 3, Maps 1/5).

5.2.1. ROCA FRESCA, GABROS Y DIORITAS CRETACICAS. (Kdg).

Sus afloramientos se encuentran restringidos a la cantera municipal ('La Balastreira') y a los cortes de la carretera entre ésta y el Barrio Pio XII, otros menores donde el material superficial ha sido erodado dejando al descubierto la roca.

Algunas de sus características fueron descritas en el capítulo 4 (4.1.1.2. ROCAS CRETACICAS). En la cantera se presenta como una roca dura de color verde a gris con vetas blancas (feldespatos), muchas veces con cristales alineados posiblemente por efecto de metamorfismo dinámico.

El intenso fracturamiento de gabros y dioritas en Santo Rosa le confiere a las rocas una alta permeabilidad secundaria, como se aprecia en un pequeño afloramiento en los taludes de la banca de ferrocarril, entre la Hermosa y el puente sobre el Río San Eugenio, donde el agua brota en forma ininterrumpida.

5.2.2. SAPROLITO DERIVADO DE GABROS Y DIORITAS CRETACICAS (Kdgs).

Es un material de aspecto moteado verde-amarillo (crel. de textura arenolimosa, que conserva en forma tenue la textura original de la roca y las evidencias de las diaclasas que la afectaron. En un estado más avanzado de meteorización conforma un suelo residual, fácilmente reconocible por su coloración rojiza y anaranjada muy intensa (que contraste con el color de las demás formaciones superficiales. Figura 5), su textura fina le imprime una permeabilidad muy baja, que se hace manifiesta por los manantiales permanentes que se aprecian en los taludes donde el saprolito parece recubierto por otras formaciones.

Presenta una gran extensión, sin embargo por aparecer generalmente recubierto por cenizas volcánicas, solo se cartografió en el sector oriental de la cantera municipal.



Figura 8. Saprolito derivado de gabra-diorita (a la derecha). nótese su espesor y color anaranjado a rojo que contrasta con el color gris de los depósitos torrenciales suprayacentes (a la izquierda). Fotografía tomada en la margen derecha de la Quebrada La Leona, al sur del convento Veracruz.

Por esa razón las cenizas volcánicas fueron cartografiadas precisando las áreas en las que recubren el saprolito (Q_{2cv}/Kdgs). Esto debe ser tenido en cuenta cuando se pretenda elaborar cortes en el terreno, toda vez que el saprolito puede considerarse, en Santa Rosa, como el material más susceptible a los fenómenos de remoción en masa profundos, pudiendo servir además como superficie a lo largo de la cual se deslizan las formaciones suprayacentes. Buenos afloramientos de saprolito, con espesores mayores de 2 m. se encuentran en los taludes de las barreras Santa Rosa - Pereira y Santa Rosa - Vereda La Reina.

5.2.3. DEPÓSITOS TORRENCIALES ANTIGUOS (Q_{1dt}).

Son aquellos depósitos acumulados antes de las cenizas volcánicas. Afloran en algunos puntos en el lecho de la quebrada San Roque y en su margen izquierda (Estación SRA

191), en los márgenes del Río San Eugenio (estaciones SAC 36 y SAC 67), y en la margen derecha de la Quebrada La Italia (estación SAC 42).

Son depósitos consolidados y mal seleccionados, conformados por cantos y bloques hasta de 50 cm de diámetro, de andesita, gabbro - diorita, basalto y esquisto, de subredondeados a subangulares con baja esfericidad. La matriz es de color gris oscuro, de textura arenosa, compuesta por cuarzo, arcillas y fragmentos de roca; cuando está meteorizada adquiere una coloración superficial pardo-amarilla o marrón.

Este depósito tiene una permeabilidad intermedia, ampero cuando está saprotilizado (como en la Quebrada La Italia), la permeabilidad disminuye.

Comparativamente con los depósitos recientes y actuales, los depósitos torrenciales antiguos muestran una buena resistencia a la socavación de orillas y en ocasiones aparecen asociados a taludes verticales cercanos a los 10 m de altura aparentemente con buena estabilidad.

Por lo observado en las vertientes de la Quebrada Santa Helena y en el Río San Eugenio, hay por lo menos dos depósitos torrenciales antiguos, intercalados con turberas y tobas volcánicas.

5.2.4. CENIZAS VOLCÁNICAS (Q_{2cv}).

Aunque el término ceniza volcánica se refiere a un tamaño específico de partículas arrojadas durante una erupción volcánica, se empleara aquí en el sentido amplio para designar los depósitos acumulados como lluvia de partículas piroclásticas que recubren el área de estudio, originadas por la actividad explosiva de los volcanes del eje de la Cordillera Central.

Estos materiales se depositan en forma de capas que se acomodan a la forma original del terreno. En el área urbana de Santa Rosa se encontraron muy buenos afloramientos, como en la carcera 12 entre calles 10 y 17 (ver columna estratigráfica, figura 9 y fotografía, figura 10), donde se reconocieron unas 16 capas u horizontes diferenciables por su coloración y textura.

Tanto en el afloramiento descrito aquí como en otros hallados en el área urbana, se resalta la presencia de hasta tres horizontes oliva. EGEC (1984) consideró el

horizonte oliva superior como un horizonte guía. dada su continuidad regional (se ha encontrado incluso en Antioquia), al alto grado de cementación comparativamente con los horizontes restantes de ceniza, el tamaño de arena predominantemente arenoso, la resistencia a la erosión (por lo que origina pequeños cornisas en los taludes en los que aparece expuesto) y por su composición que incluye abundantes minerales ferromagnesianos. EGEO (1984) le asigna una edad posible entre 11500 y 18350 A.P..

También fueron identificados como guías por EGEO (1984) los horizontes café y el horizonte orgánico. Los horizontes café se ubican entre el oliva superior y el orgánico, entre sus características figuran el aspecto pulverulento, friable en seco y plástico en húmedo, baja capacidad portante y poca resistencia a los esfuerzos cortantes o de cizalladura.

El horizonte orgánico superior, de color gris oscuro a negro, vatososo, se ha desarrollado en cenizas volcánicas producidas por las últimas erupciones del macizo volcánico Ruiz Follina, por lo que contiene minerales en forma de cristales brillantes bien formados, su edad, calculada por EGEO (1984): a partir de vestigios antropológicos es del orden de 300 a 900 años; contiene cenizas arrojadas en las erupciones históricas de 1585 y 1960.

En el área de estudio los espesores de cenizas son variables hallándose desde unas pocas decenas de centímetros (por ejemplo en las vertientes de la Quebrada La Reina), hasta mayores de 10 m (taludes de las carreteras a Pereira y Manizales). Los horizontes más viejos, que son los más bajos en toda la secuencia, muestran una mayor alteración de sus minerales originales, principalmente de los feldspatos que pasan a minerales arcillosos y al parecer hidróxidos aluminicos como gibbsita (?).

De acuerdo con los estudios de suelos realizados por Alvaro Millán y Cia, se encuentra que normalmente los distintos horizontes son de textura limo-arcillosa o limo-arenosa (en campo se hallaron hasta de tamaño lapilli), presentando ligeras variaciones en la humedad natural (que puede aumentar o disminuir en profundidad). Por el hecho de que los contenidos de humedad natural casi siempre se encuentran por encima de los límites de consistencia, se les ha notado un comportamiento generalmente senilíquido.

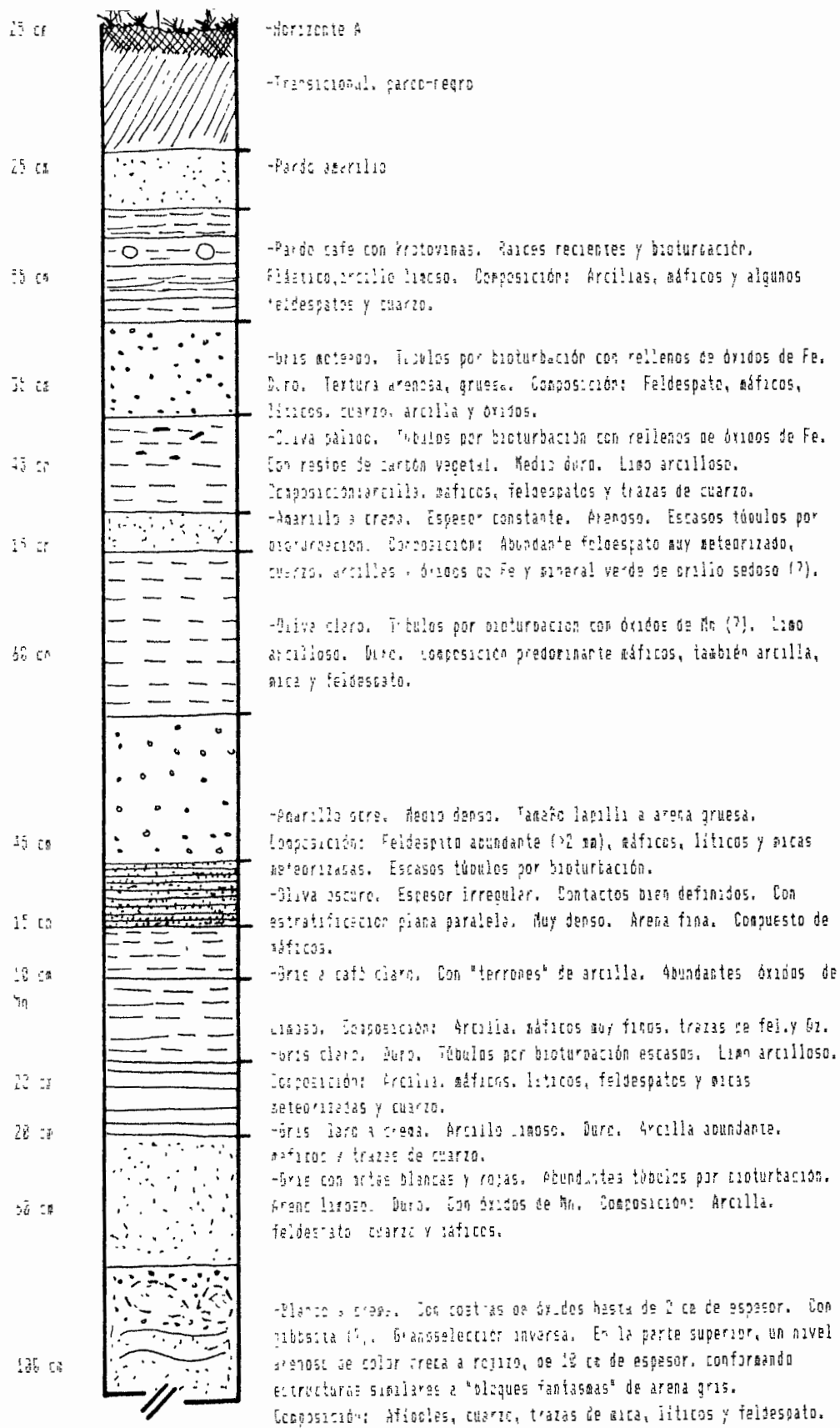
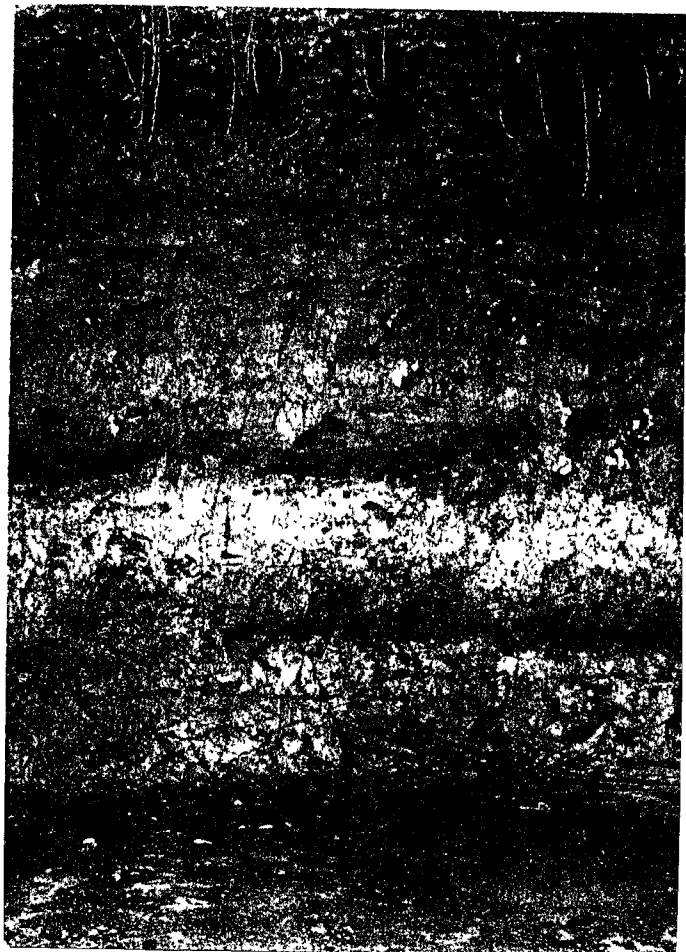


Fig. 4 Perfil estratigráfico de las cenizas volcánicas levantado en el cono de la 12 entre calizas 13 y 17.

FOTOTECA DNPAD
2.10-06
F0668



Escala
0 1m

Figura 10. Perfil de cenizas volcánicas. Nótese la presencia del horizonte oliva en el centro del talud. (Carrera 12 entre calles 16 y 17).

Las observaciones de campo permiten apreciar como en los taludes subverticales a verticales cortados en cenizas volcánicas que conservan su humedad natural, no se producen en condiciones naturales, desprendimientos de material. En cambio, cuando las cenizas se secan se ven afectadas por grietas verticales, a veces de varios metros de longitud, que definen prismas de materiales friables que fácilmente pueden desprenderse.

En el mapa de formaciones superficiales (Anexo 4) fueron cartografiadas las cenizas volcánicas indicandose el material suprayacido.

Intercalados con los diferentes niveles de ceniza, fueron reconocidos en campo dos depósitos torrenciales inconsolidados (figura 11) ambos identificados en la estación SFC 28.

FOTOTECA DNPAD
2-10-06
FO669.



Figura 11. Depósitos torrenciales intercalados con cenizas volcánicas. Obsérvense los bloques angulares dispuestos en una matriz amarilla acumulados sobre horizonte de ceniza color café. Fotografía tomada en la antigua tanca del ferrocarril, cerca al Barrio La Trinidad.

El depósito inferior está compuesto por cantos y guijos mal seleccionados, con tamaños entre 5 y 12 cm, subangulares y de esfericidad muy baja, de andesita y pómez principalmente; en matriz arenolimosa, blanda, de color pardo a gris; compuesta por fragmentos líticos y minerales cristalinos. La relación matriz - fracción gruesa es 60 a 40%.

Separado del depósito inferior por dos horizontes de ceniza

volcánica (horizonte oliva oscuro y horizonte amarillo ocre de tamaño arena a lapilli) aparece otro depósito de 1.4 m de espesor promedio, conformado por bloques hasta de 60 cm de diámetro incluye "terrones" de ceniza volcánica de color oliva, la matriz arenosa es de color pardo amarillento y en algunos sitios gris, muy dura.

5.2.5. DEPÓSITOS TORRENCIALES RECIENTES (Q_{dt}).

En el talud resultante de la explanación en el costado sur de la Iglesia de la Santísima Trinidad (estación SRC 13), aflora un depósito torrencial con las siguientes características:

- No se encuentra cubierto por horizontes definidos de cenizas volcánicas.
- En su parte superior se ha desarrollado un horizonte orgánico de 20 cm de espesor promedio.
- Tanto en el horizonte orgánico como en los 10 cm siguientes, en profundidad, se encontraron numerosos tuestos de cerámica indígena.
- Hasta los 40 cm de profundidad se hallaron fragmentos de carbón, a los 60 cm se encontró un fragmento de hueso en piedra.
- En un apique de 40 cm de profundidad, realizado en la parte trasera de la inspección de policía de La Hermosa, (estación SRC 26) se comprobó que este depósito suprayace cenizas volcánicas y que alcanza un espesor cercano a los 2.5 m, de donde se desprende que el Río San Eugenio corre unos 45 metros por debajo de la cota de la superficie sobre la que se acumuló el depósito torrencial.
- Entre los bloques que conforman el depósito se reconocieron algunos de travertino.

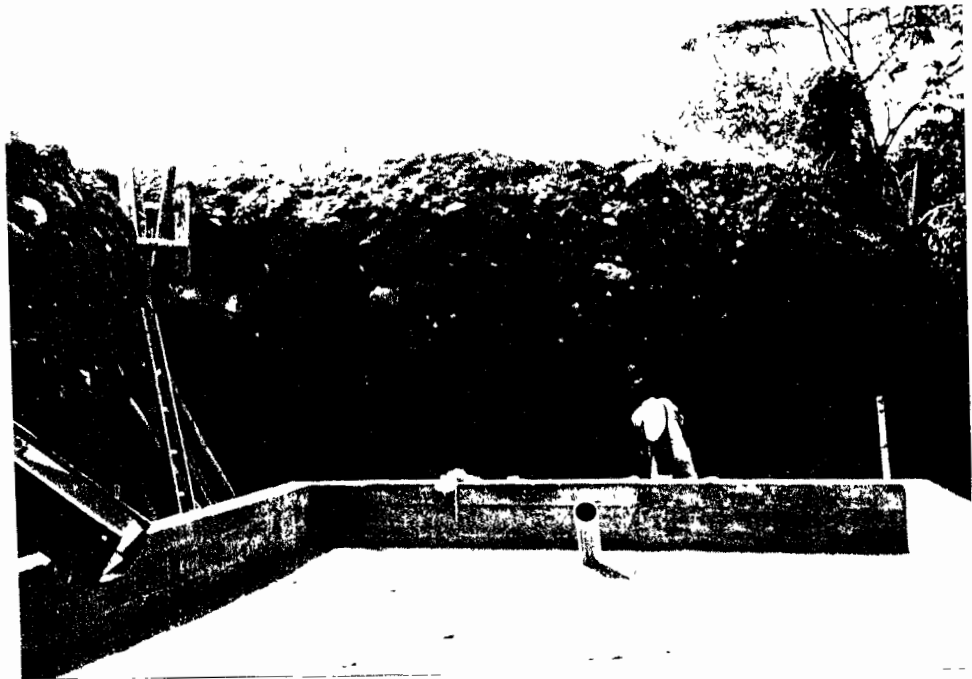
Los mejores afloramientos donde se aprecian estos depósitos torrenciales suprayaciendo cenizas volcánicas y/o en los que se ha desarrollado un horizonte de suelo orgánico, se aprecian en la calle 12 entre carreras 15 y 16 (estación SRC 59) en los taludes de la banca del ferrocarril entre la carrera 26 y La María, en la carrera 16 entre calles 13 y 14 (estación SRC 58); al frente de la Bomba San Eugenio (estación SRC 30, figura 12) y en el nuevo matadero municipal (estación SRC 80, figura 13) la columna más representativa se presenta en la figura 14.

FOTOTECA DNPAD
2.10-06
F0670

08



Figura 12. Depósitos Torrenciales recientes. Afloramiento localizado al frente de la estación de servicio San Eugenio



FOTOTECA
2.10-06
F0671

Figura 13. Depósitos torrenciales suprayaciendo cenizas volcánicas. Nótese el cambio de coloración: Arriba bricques en matriz de color pardo-café, abajo ceniza volcánica de color café oscuro a negro. Talud adyacente al nuevo matadero municipal.

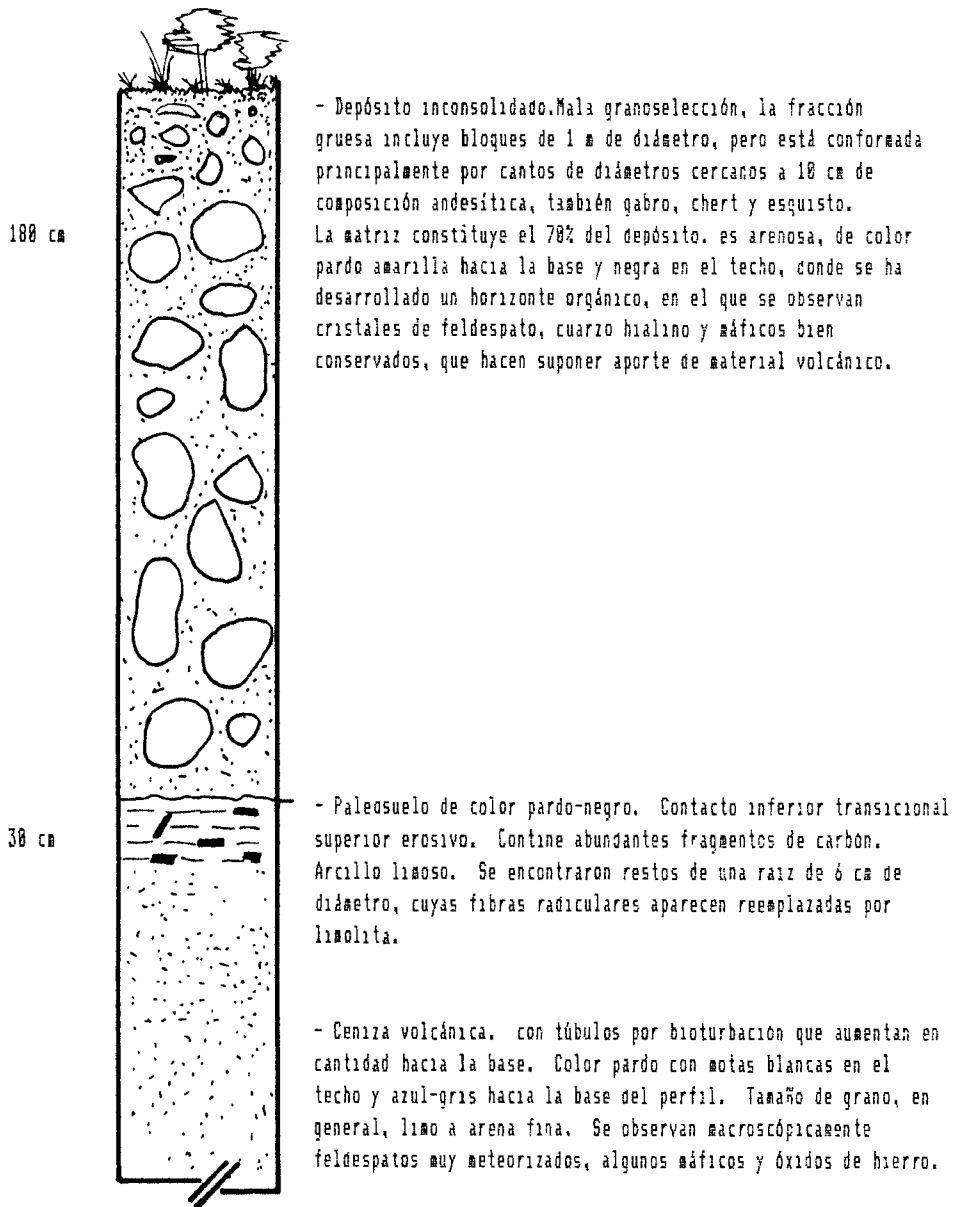


Fig. 14 Perfil estratigráfico del depósito torrencial reciente en talud adyacente al nuevo matadero municipal.

No se logró establecer si estos depósitos hacen parte de mas de un evento torrencial. No obstante puede generalizarse describiéndolos como depósitos inconsolidados, con mala selección de cantos y bloques que alcanzar diámetros cercanos a los 3 m (figura 15). La fracción gruesa esna compuesta predominantemente por andesita y también gabbro, basalto, aglomerado volcánico y travertino, en muy escasa proporción fragmentos metamórficos (esquistos y filitas) y sedimentarios (chert y lítica). La matriz es de color pardo amarillo, de textura arenosa a arenolimosa, en la que se distinguen cristales de cuarzo, máficos y feldespatos meteorizado, además fragmentos líticos y óxidos de hierro.



Figura 15. Bloque de andesita correspondiente al depósito torrencial reciente.
Calle 12 entre carreras 15 y 16

Fototeca DNPAD
2.10-06
F0672

Aunque los espesores medidos no superen los 2.5 m. se cree que podrían alcanzar los 20 m en algunos sitios (este espesor se calculó en la estación BR0 32, vertiente sur del puente sobre el Río San Eugenio).

En taludes verticales, a los depósitos torrenciales recientes está asociada la caída de bloques (fenómeno local y a pequeña escala). Las vertientes Norte del Barrio la Unión y Occidental del Río San Eugenio muestran gran susceptibilidad a la generación de flujos de escombros. En la vertiente sur de la carretera Santa Rosa - Pereira, se encuentran depósitos asentados sobre grandes movimientos de masa reciente, que en la actualidad manifiestan reactivación.

Estos depósitos han causado tropiezos para la ejecución de obras civiles, ya que el gran tamaño y cantidades de bloques dificultan la construcción de trincheras para instalación de alcantarillados y para la cimentación de viviendas.

5.2.6. DEPÓSITOS DE FLUJOS DE LODO RECIENTES (Q_{2f1}).

Fueron cartografiados como depósitos de flujos de lodo aquellos depósitos interpretados a partir de evidencias geomorfológicas como originados por dichos procesos, al igual que los depósitos de vertiente en cuyos afloramientos se observe una textura caracterizada por mayor proporción de fracción fina a fracción gruesa (aunque no se descarta que alguno de los depósitos mapeados aquí, hubieran sido originados por fenómenos diferentes a flujos).

Estos depósitos se encuentran principalmente en sitios adyacentes a los drenajes naturales, como en la vertiente oriental de la Quebrada San Roque en el sector de la postrera, y en la vertiente sur del Río San Eugenio (en la salida de Santa Rosa a Pereira, figura 16).

Sobre depósitos de flujos de lodo recientes fueron construidos tramos de la carretera entre el puente sobre el Río San Eugenio y el sector del Crucero e inclusive se construyó parte de la banca del ferrocarril, ubicada abajo de la carretera (figura 16). Los taludes de la carretera y del ferrocarril dejan ver una mezcla de cenizas, saprofito, fragmentos de roca (gabbro del Anstrato) meteorizados y bloques removilizados de los depósitos torrenciales recientes. El conjunto se aprecia muy saturado y manifiesta un comportamiento de fluido viscoso, que al desplazarse de forma lenta afecta las bermas de la carretera.

Fototeca DNPAD
2.10-06
FO673A,B



Figura 16. Flujo de loco reciente en la margen sur del Río San Eugenio. La banca de la carretera corta este depósito y ya comienza a producirse la reactivación del proceso erosivo que lo originó.

5.2.7. DEPÓSITOS ALUVIALES (Q_2 , sda).

Son depósitos de materiales sueltos, heterométricos (con tamaños desde limos hasta bloques de varios metros de diámetro), de composición variada (andesita, gabra, cenizas retrabajadas, entre otros), acumulados por los corrales naturales en lechos o en llanuras de inundación.

Fueron cartografiados los depósitos aluviales de las Quebradas San Roque, La Italia, La Leona, Santa Rosa y El Silencio, en todas ellas definen varios niveles de terrazas.

Debido a su mala consolidación, son muy susceptibles a la socavación de caillas y a otros fenómenos erosivos relacionados, como desprendimientos.

5.2.8. DEPÓSITOS TORRENCIALES ACTUALES DEL RÍO SAN EUGENIO (Q_{sd}t).

Son el resultado de fenómenos geológicos e hidrológicos en la cuenca media y alta del Río San Eugenio. Los flujos torrenciales generan depósitos que por su topografía casi plana han estimulado el asentamiento de barrios como La Unión, Milagrosa, Córdoba, Suiza y La Trinidad. (figura 17).

Son depósitos fácilmente erodables y socavados que permiten una rápida modificación del curso del Río San Eugenio, lo que ha creado inconvenientes en varios sectores habitados (como los Barrios Bello Horizonte y Villa Alegria).

En la figura 18 se muestra el perfil estratigráfico levantado en la margen izquierda del río, al frente de la calle 04 (estación SRC 55). En ocasiones estos depósitos conservan bloques hasta de 8 m de diámetro, constituyendo remanentes de depósitos antiguos (figura 19).

5.2.9. DEPÓSITOS DE ZONAS PANTANOSAS (Q_{sz}p)

En vaguadas de pendientes suaves, así como en depresiones topográficas presentes en llanuras de inundación se hallan zonas mal drenadas con materiales sueltos acumulados, compuestos esencialmente por cenizas volcánicas y suelo orgánico retrabajados que presentan como principal característica una intensa saturación.

De acuerdo con informes de habitantes de Santa Rosa, el sector donde se ubican la plaza de mercado y otras áreas urbanizadas vecinas, fueron una antigua 'laguna' drenada por la Quebrada "El Bollo" (laguna y quebrada fueron rellenadas y urbanizadas). Pese a que la laguna fue intervenida antes de '940, según consta en el mapa de "Evolución del crecimiento físico" (Plan Integral de Desarrollo Urbano Santa Rosa de Cabal, 1982), hace pocos años, al ser levantado el pavimento en la esquina de la calle 14 con carrera 12 se hundió la máquina que efectuaba esa operación. Ese hecho revela la saturación que aún conserva el suelo del sector, lo que hace suponer no sólo un nivel freático alto, sino también la posible existencia de flujo de aguas subterráneas.

Fototeca DNPAD
2.10-06
F0674

44



Figura 17. Viviendas localizadas en la llanura de inundación del Río San Eugenio.

5.2.10. DEPÓSITOS DE FLUJOS DE LODO ACTUALES (Q_{af}).

Asociados a las vertientes occidental del río San Eugenio y norte del barrio La Milagrosa, fueron originados por procesos que se desarrollaron en pendientes fuertes. Están compuestos por cenizas re trabajadas y materiales removilizados de los depósitos torrenciales recientes y antiguos.

En algunos casos se caracterizaron por su textura. En otros por tener rasgos geomorfológicos propios de los flujos (zonas de aporte, transporte y acumulación bien definidos).

5.2.11. DEPÓSITOS NO DIFERENCIADOS (Q_{sdnd})

Se clasificaron así aquellos depósitos originados por la combinación de procesos coluviales y/o aluviales y/o de remoción en masa. Están asociados a pequeños drenajes por lo que generalmente presentan alta concentración de humedad.

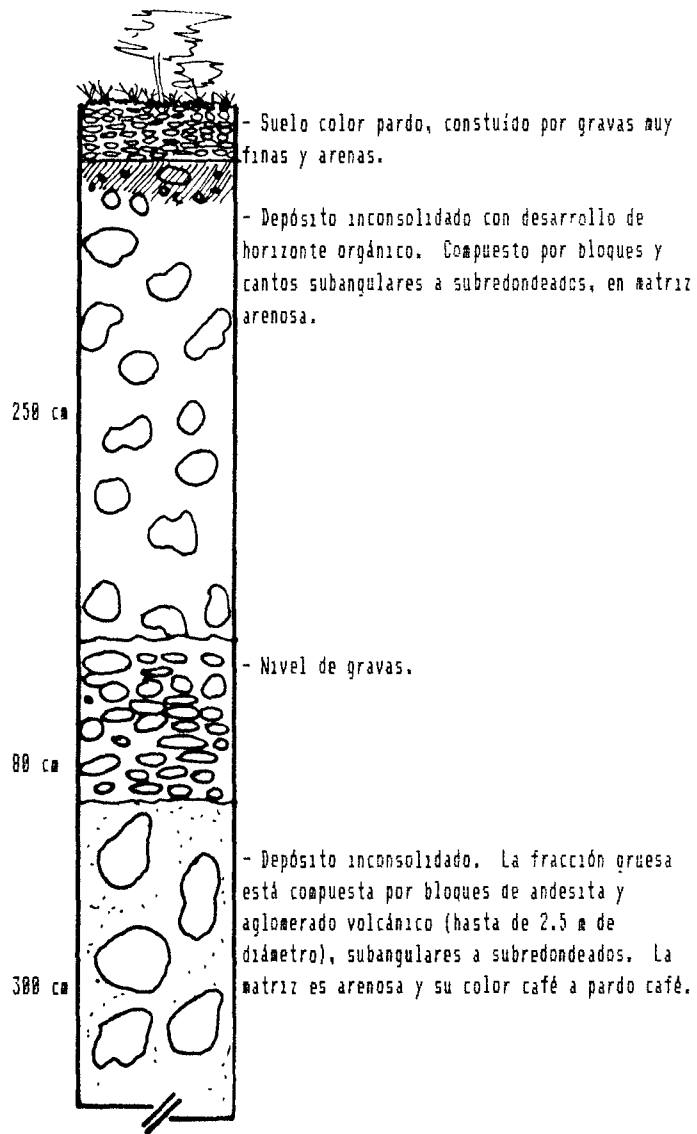


Fig. 18 Perfil estratigráfico de los depósitos del Río San Eugenio, al frente de la calle 34.

Fototeca DNPAD
2.10-06
F0675

46

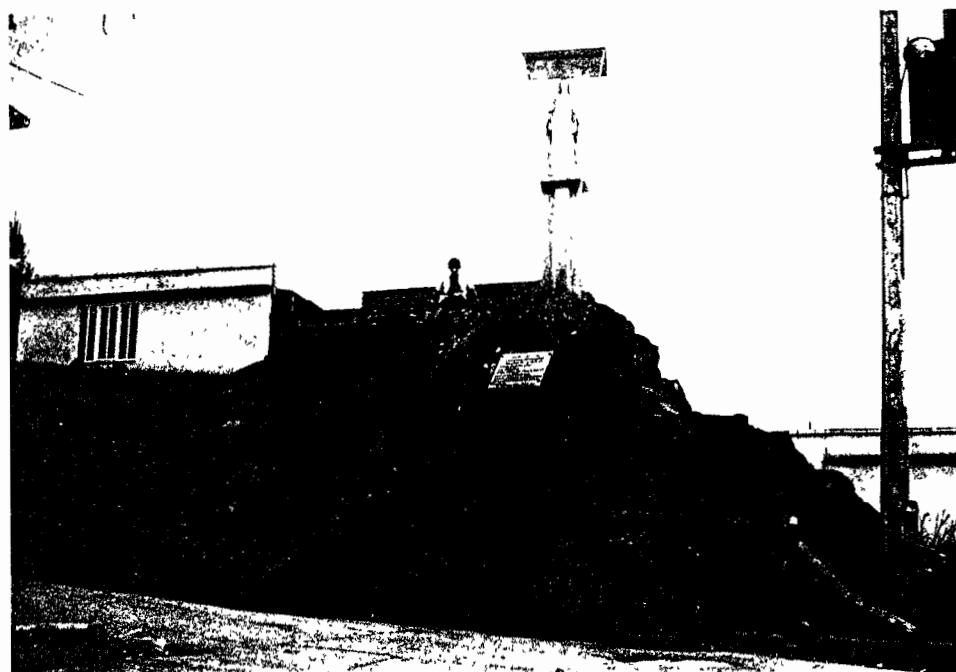


Figura 19. Eloque de aglomerado volcánico (?) en el Barrio Suiza.

Los más representativos se encuentran localizados en drenajes que vierten a la quebrada San Roque desde el sector de La Hermosa.

5.2.12. RELLENOS ANTRÓPICOS (Qsra)

En Santa Rosa son muchas las vaguadas y cuencas que han sido rellenas y posteriormente urbanizadas. Para tal fin son empleados escombros, basuras y materiales resultantes de movimientos de tierra, que logran alcanzar espesores superiores a los 8 metros (como en los llenos de la Quebrada "El Bollo", figuras 20 y 21).

Buscando continuar con la forma ortogonal de la red vial, se han realizado terrapienes, planificados o no, pero casi nunca técnicamente elaborados, que cortan transversalmente los drenajes naturales. Quedan así delimitados, por terrapienes y por las vertientes de las quebradas, zonas que luego son rellenas con los materiales antes citados.



Figura 20. Aspecto del relleno artificial de la Quebrada "El Bollo".

Por lo apreciado en sitios como la carrera 9 con calle 11 (figura 22) y en la carrera 8 con calle 12 (figura 23) la canalización de las aguas superficiales es deficiente y las aguas subterráneas no son manejadas (ver anexo 4).

Los llenos en Santa Rosa son antitécnicos y ya han demostrado sus precarias condiciones físicas y mecánicas. En una losa del Parque de La Hermosa 5a. etapa y en las paredes de viviendas del Barrio El Carmelo se aprecian hundimientos y agrietamientos debidos a posibles asentamientos diferenciales en llenos y en la carrera 8 con calle 11 y carrera 9 con calle 13 se presentan cárcavas de más de 2 metros de profundidad en esos mismos materiales.

También fueron cartografiados como rellenos, las acumulaciones de materiales en los bordes de taludes naturales, como producto de explanaciones en áreas adyacentes (Barrios Villa Xiomara, Monte Carmelo, Monserrate, cancha de La Hermosa, etc.) o en taludes que son botaderos de basuras y escombros. Estos llenos son susceptibles a la erosión en cárcavas y a la remoción en masa. (anexo 4 y figura 24). Debe resaltarse que además de

la falta de control y manejo de aguas superficiales y subterráneas, por lo que la construcción de rellenos no se renuevan del sitio afectado ni el horizonte orgánico de suelo ni las plantas desarrolladas en este, con lo que se genera una superficie óptima de deslizamiento.

Fototeca DNPAD
2.10-06
F0677



Figuras 21. Materiales empleados y forma de construcción del relleno antrópico de la Quebrada "El Bello" .

Fototeca DNPAD
2.10-06
F0678

49



Figura 22. Problemas causados por la mala ejecución de rellenos, principalmente por el mal manejo de aguas superficiales y subterráneas, Carrera 9 con Calle 11.

5.3. PROCESOS EROSIVOS.

La erosión es un fenómeno natural dentro de la dinámica de la superficie terrestre. Sin embargo, las actividades humanas pueden acelerar los procesos erosivos causando con ello serios daños al medio físico natural, que pueden ser irreparables como la pérdida de suelos cultivables, o generando o agravando fenómenos que ponen en peligro la vida y bienes de las comunidades.

Fototeca DNPAD
2.10-06
F0679

40

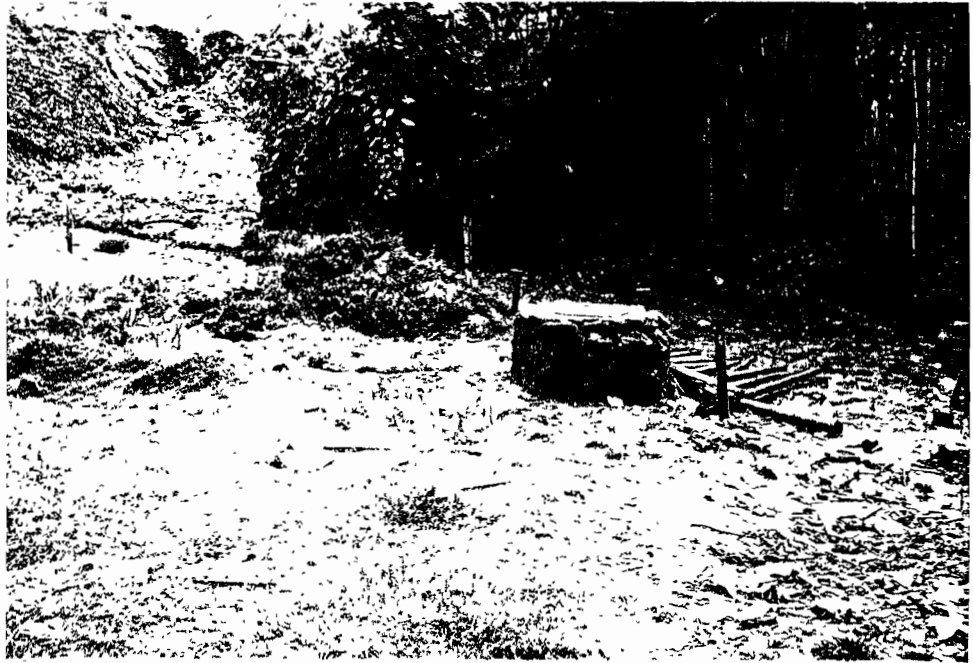


Figura 23. Mal manejo de aguas superficiales y subterráneas en el relleno de la carrera 9 con calle 13

Según se indicó en el numeral 2 del capítulo 4, en Santa Rosa existen dos paisajes; cada uno presenta manifestaciones de procesos erosivos predominantes:

En el ambiente montañoso que rodea la población predomina la profundización de los cauces, facilitada por las estructuras geológicas que fracturan la roca haciéndolas vulnerables a la acción del agua. Al profundizarse los cauces aumentan las pendientes y con ello se crean las condiciones para el desarrollo de fenómenos de remoción en masa profundos en las vertientes, donde generalmente existen perfiles de meteorización profunda.

En la zona plana predomina la socavación de orillas (y los fenómenos asociados, como desprendimientos y pequeños movimientos en masa), que se ve favorecida principalmente por las características físicas y mecánicas de los depósitos torrenciales.

En el mapa anexo 3 se presentan las evidencias de procesos erosivos: movimientos de masa activos y antiguos, erosión

superficial y cárcavas, zonas pantanosas y taludes subverticales. Para la descripción y mapeación de los procesos se emplea el calificativo de antiguos y activos.



Fototeca DNPAD
710-06

Figura 24. Taludes naturales afectados por acumulación de materiales en sus bordes. Nótese la disposición del "lleno". Barrio Villa Ximara, con relación a la vivienda localizada en la margen derecha de la Quebrada Monserrate.

5.3.1. MOVIMIENTOS DE MASA PROFUNDOS

Constituyen la característica principal (y más visible) de la dinámica de vertientes; causa más tragedias con pérdidas de vidas humanas y destrucción o deterioro de obras de infraestructura y viviendas.

La superficie de deslizamiento de los materiales se localiza por debajo del sistema radicular de los árboles. Están estrechamente ligados a las condiciones estructurales de profundización de cauces y condiciones climáticas y meteorológicas. En algunos casos la generación y en muchos otros la reactivación de movimientos en masa profundos está relacionado con la ejecución de cortes y mal uso del suelo.

5.3.1.1. DESLIZAMIENTOS.

Grandes coronas de deslizamientos antiguos que llegaron a afectar áreas superiores a los 60000 m², se localizan en las vertientes Sur de la Quebrada San Roque (algunos reactivados como flujo en el sector de la Portera) y por la Quebrada el Silencio. en ambos casos se asocian a factores litológicos similares: rocas gresca, dioríticas, saprolitos y cenizas; y a factores estructurales: Falla San Roque, pero los primeros y Falla Santa Rosa para los segundos.

Pequeños deslizamientos se observan también en las vertientes de las Quebradas San Roque e Italia. En este caso afectan los materiales del abanico aluvio-torrencial, (depósitos torrenciales con cobertura y/o las reactivaciones de cenizas volcánicas) y están relacionados con profundización de cauces y principalmente con socavación de orillas.

Muchas viviendas se encuentran asentadas cerca o en las coronas de deslizamientos antiguos de las vertientes de la quebrada la Italia, pero sus depósitos parece fueron lavados.

En la carretera Santa Rosa - Pereira, unos 100 metros adelante del puente sobre el Río San Eugenio, se presenta un gran deslizamiento antiguo reactivado como flujo de lodo. En el contacto entre el depósito y el antiguo escarpe mayor se observa una corona de aproximadamente 50 metros de longitud con un nuevo escarpe de 1.5 metros de altura. El área involucrada es cercana a 20.000 m² y si se considera un espesor superior a los 3 metros (altura del talud en la carretera) puede calcularse en más de 120.000 m³ de material (mezcla de saprolito, cenizas y depósitos torrenciales) se desplazan y amenazan con afectar la carretera (hasta ahora sólo sus bermas han resultado afectadas, figura 25). En la parte superior del depósito existen pequeñas lagunas y en los taludes de la vía se presentan manantiales ininterrumpidos de agua, que indican la saturación del sector.

5.3.1.2. FLUJOS.

Son frecuentes en la vertiente occidental del Río San Eugenio (sector oriental de la hermosa) y en el escarpe al norte de los Barrios La Unión, Jordoba, Luise y La Milagrosa. su origen se caracteriza por altos contenidos de humedad en las formaciones superficiales. Ocurren en

pendientes moderadas a fuertes y no siempre se desplazan siguiendo la mayor inclinación del terreno, dejando en su superficie tres rasgos característicos: La zona de aporte de forma cóncava, un canal angosto que es la zona de transporte y un cono de acumulación del material movilizado (figura 16).

Fototeca DNPAD
2.10-06-F0681



Figura 25. Detalle de deslizamiento en la vertiente sur de la carretera Santa Rosa-Pereira, a unos 150 metros del puente sobre el Río San Eugenio.

En la margen oriental del sector de La Hermosa se han presentado flujos debido a la rotura del anticlinal. En 1981 se produjo un flujo que destruyó una vivienda localizada en la llanura de inundación del Río San Eugenio, con saldo de cuatro personas muertas (anexo 2).

Otro flujos corresponden a reactivación de depósitos dejados por procesos antiguos, como los referidos en 5.5.1.1.

5.3.1.3. CAÍDAS.

Son movimientos de materiales en caída libre asociados a taludes verticales o subverticales, producidos por cortes de carreteras o por aumento natural de la pendiente por inclinación de drenajes naturales.

Fototeca DNPAD
2.10-06 - F0682



Figura 26. Flujos de lodo en la vertiente Occidente del Rio San Eugenio (sector de la Hermosa, primera etapa). En la fotografía se reconocen:
Za: Zona de aporte
Zt: Zona de transporte
Zac: Zona de acumulación

Son comunes en los taludes de la banca del ferrocarril (por ejemplo en la vía a La Hermosa). Generalmente incluyen materiales de las formaciones superficiales poco consolidadas: Bloques de depósitos torrenciales recientes y columnas limitadas por grietas de desecación en cenizas volcánicas por exposición de los taludes al sol.

En la margen izquierda de la Quebrada San Roque (sector de los bloques de La Hermosa), los desprendimientos están estrechamente ligados al diaclasamiento de cenizas volcánicas (figura 27). El material cae a la corriente y en ocasiones produce ligeros represamientos y desviaciones del curso de agua.

Fototeca DNPAD
2.10-06
F0683



Figura 27. Caídas de cuñas de cenizas volcánicas ligadas a diaclasamiento (vertiente Este de la Quebrada San Roque, sector Los Bloques, La Hermosa). Detalle del diaclasamiento se muestra en la figura 7.

5.3.2. SOCAVACIÓN DE ORILLAS

En un fenómeno generalizado que afecta los depósitos de llanura de inundación de los drenajes naturales principales, en especial en la parte externa de la curva de los cauces.

En el margen izquierdo del Río San Eugenio al frente de la calle 54 (estación SRC 35, figura 28), la socavación de orillas ha provocado en dos años la pérdida de una faja de 6 metros de ancho, de terreno dedicado al cultivo de morera. Otros daños han sido causados en los Barrios delio Horizonte, Villa Alegria y en el sector de La Unión.

5.3.3. INFLUENCIA HUMANA.

Contribuye a acentuar los procesos erosivos. Pero no sólo el mal uso del suelo en el área urbana influye en los procesos que la afectan. En muchos casos las actividades humanas desarrolladas en áreas distantes (cuenca media y alta de los ríos San Eugenio y San Ramón) tienen una incidencia directa en los fenómenos que afectan el municipio en su parte urbana, con consecuencias que pueden llegar a ser catastróficas.

En el área de estudio, cortes de carretera y banquetas en depósitos por procesos antiguos, o en zonas de contacto cerico-saprolito, aumenta la posibilidad de remociones en masa.

Acumulaciones de materiales en los bordes de los taludes naturales, generalmente mal tratados, presentan erosión superficial en surcos y cárcavas y manifiestan gran potencialidad para producir movimientos de masa, cuya superficie de deslizamiento es el suelo orgánico sepultado. (figura 24).

La rectificación de meandros en la Quebrada San Rogre, ha aumentado su poder de incisión en los últimos años. Por base en un meandro afectado, se estimó en 1.1 m la profundización del lecho de la quebrada en 10 años (figura 29). Las cruces arvidas del Barrio El Jardín (en el sector de la Hermosa), que antes vertían directamente a la quebrada, forman ahora un estancamiento putrefacto en la llanura de inundación, debido a que el cauce de esta fue alejado del descole cerca de 8 metros.

La carencia de alcantarillado en sectores como La Argelia y La Trinidad (figura 30) y en viviendas localizadas en las

vertientes de la Quebrada La Italia, conduce a que las aguas servidas sean arrojadas sin control a la ladera, lo que en algunos casos ha producido movimientos en masa (figura 51) y en otros de presente la posibilidad de que áreas sin problemas aparentes comiencen a tenerlos.

Las aguas lluvias recogidas en las vías no son debidamente controladas y conducidas en barrios como Villa Alegria y La Esperanza, lo que viene produciendo el socavamiento de taludes adyacentes a éstas.

Cultivos no tecnificados en los patios de las casas, principalmente en las vertientes de la quebrada La Italia y El Bollo, comienzan a generar cárcavas y movimientos en masa.

En sectores de pendientes fuertes dedicados al pastoreo, existen terracetas y caminos de ganado que pueden degenerar en movimientos en masa. Esto es más apreciable en el relieve montañoso (Monserrate, La Reina, entre otros sitios).

5.3.3.1. ACTIVIDAD MINERA

El oro de aluvión es extraído a través de barequeo en las Quebradas La Leona y Santa Helena. En esta última los mineros "destarrancan" las orillas aumentando la carga de sedimentos de la quebrada.

En el área de estudio se localizan tres Ladrilleras:

- En la Finca Villa Lucero, margen izquierda de la Quebrada San Roque. Ha funcionado durante diez años con una producción mensual de 2000 ladrillos. Las 110 cargas (unos 7 m³) de material utilizado son extraídas de la llanura aluvial de la quebrada.

- Durante cerca de cuarenta años la Ladrillera de la Hacienda Betania ha extraído material aluvial de la Quebrada La Italia. La producción mensual es de 10000 ladrillos, lo que implica una extracción de 500 cargas (33 m³ aproximadamente) de arena y lodo.

- La Ladrillera El Silencio produce cerca de 30000 unidades al mes. Extrae unas 1600 cargas (103 m³) de saprolita y/o de depósitos aluviales antiguos o depósitos de deslizamientos en la vertiente noroccidental del cerro Monserrate.

La principal cantera es la "Balastrero", que viene siendo trabajada desde hace cerca de cincuenta años, extrayendo material (gabro) que ha sido reconocido como de excelente calidad. No existe un registro del volumen extraído, pero según su encargado, ha llegado a alcanzar 140 m³ en un día. Su explotación se hace sin técnicas, lo que en 1990 se produjo un flujo de lodo y rocas en un nuevo frente al costado Este del frente principal (figura 28).

Fototeca DNPAD
2.10-06-F0684



Figura 28. Socavación de orillas en la margen izquierda del Río San Eugenio (al frente de la calle 34). Este fenómeno ha provocado la pérdida de una faja de terreno de 8 metros de ancho en los últimos dos años.

Fototeca DNPAD
2.10-06
F0685

54



Figura 29. Incisión producida por la corrección de meandros en la Quebrada San Roque. En este sector se estimó una incisión de 1.1 metros en los últimos diez años. En la fotografía se aprecia al frente el meandro abandonado y en primer plano el cauce actual, modificado, de la quebrada.

Fototeca DNPAD
2.10-06
FO686

30



Figuras 30. Problemas causados por deficiencias en el sistema de alcantarillado, aguas servidas conducidas por medio de canales en tierra que pueden producir movimientos de masa o cárcavamiento (Barrio La Trinidad, contiguo a la banca del ferrocarril).

Fototeca DNPAD
2.10-06
F0687

61



Figura 31. Movimiento de masa producido por mala entrega del alcantarillado (margen izquierda. Quebrada La Italia. Carrera 13 entre calles 24 y 25).

Fototeca DNPAD
2.10-06-F0688

62

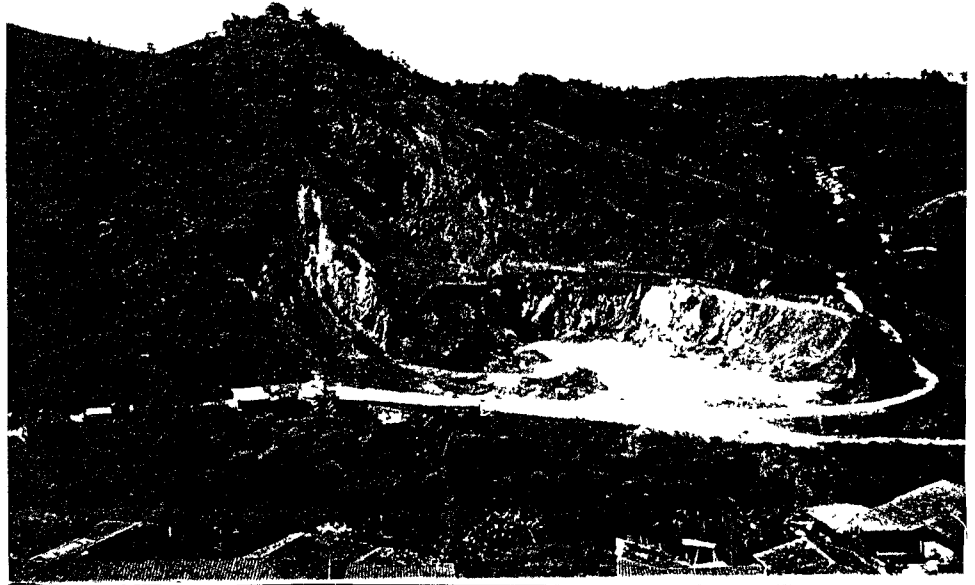


Figura 32. Cantera Municipal. A la izquierda de la foto se aprecia el flujo de lodo producido durante un aguacero, afectando un nuevo frente de explotación.

6. ASPECTOS SÍSMICOS.

Las fallas geológicas son rasgos estructurales que ponen de manifiesto la ocurrencia antigua o reciente de fenómenos sísmicos. De ahí la importancia de incluir dentro de presente estudio la cartografía de las principales fallas geológicas que afectan el área urbana y suburbana de Santa Rosa (figura 6).

En consecuencia la cartografía de las fallas no sólo facilita la comprensión de los fenómenos erosivos, acentuados muchas veces por el desmejoramiento de las propiedades geotécnicas que estas ocasionan a las rocas y suelos; además permite ubicar la zona estudiada en el marco geotectónico subregional y hacer consideraciones sobre la amenaza sísmica.

Los depósitos que conforman el abanico donde se asienta Santa Rosa se acumularon sobre gabbro dioritas y esquistos, en una cuenca definida estructuralmente por fallas geológicas que presentan evidencias de actividad tectónica cuaternaria (tabla 2).

Asociados a la estructura denotada como A4 (figura 4) se encontraron, dentro del área urbana, volcánicos con desplazamiento de 60 a 80 cm (tabla 1) afectando el horizonte cliva superior, lo que indicaría una edad de fallamiento inferior a los 15.500 años. Según ECEU (1984) el reconocimiento de evidencias similares en otros sitios del departamento es indicativo de eventos sísmicos de magnitud moderada a fuerte con posibles hipocentros en la zona sur-oriental de Risaralda.

Por otra parte, fallas geológicas regionales pueden inducir amenaza sísmica en Santa Rosa. La Falla Filandia, al este del área urbana (figura 6), fue estimada por ESTEC (1984) como una de las principales fuentes generadoras de sismos en la región y JAMES (1988) la definió como una estructura geotectónica de relevante importancia en el Antioqueño (Caldas).

JAMES (1988) señaló 4 zonas de concentración sísmica en la región, responsables del 70% de los sismos del área y donde pueden originarse siete de los próximos diez eventos. Son ellas: Apia-Viterbo 37%, Chinchiná - Santa Rosa 18%, Obando 10% y Saldaña 5%.

La tabla 3 contiene los datos de los eventos sísmicos más perjudiciales en la región del Viejo Caldas. Los mapas de isosistas elaborados por ESTEC (1983) para tres de los eventos referidos en esa tabla, indican las siguientes intensidades para Santa Rosa:

| | | | |
|-----------|----|------|------|
| Diciembre | 20 | 1961 | VIII |
| Julio | 30 | 1967 | VIII |
| Noviembre | 23 | 1979 | IX |

Concluye ESTEC (1983) que cuatro sismos, de los eventos ocurridos entre 1961 y 1979, han superado el valor de 9 en la escala de Mercalli Modificada, de lo que se infieren intensidades locales similares, e incluso mayores, para eventos futuros.

Considerando el perfil estratigráfico generalizado de Santa Rosa, JAMES (1988), estima que dado la existencia de depósitos inconsolidados suprayaciendo rocas duras (esquistos y gabro-diorita), el efecto sísmico es aumentado (debido al paso de un medio denso a otro menos denso), en términos de aceleración y desplazamientos de la superficie durante épocas secas. En casos de niveles freáticos altos (profundidad inferior a 4 metros) el efecto sísmico se vera aumentado. Así mismo, la presencia de rellenos debajo de las construcciones puede aumentar el efecto sísmico hasta $N=120\%$ mas, dependiendo de las condiciones freáticas.

En Santa Rosa se reúnen claras condiciones de amenaza sísmica. Además, se presentan aspectos de vulnerabilidad como son construcciones sobre rellenos, mal ejecutadas muchas veces sobre drenajes naturales, sin debido control de aguas superficiales y subterráneas (Figura 33), estructuras deterioradas de techos, viviendas altas de madera descompuesta construidas en vertientes acorpatas (Figura 34) entre otras.

Esa relación amenaza-vulnerabilidad, explica los resultados observados en los sismos de diciembre 1961, julio de 1967 y noviembre de 1979 (Anexo 2), cuando los principales daños reportados estuvieron asociados a caída de techos de edificaciones antiguas.

Fototeca DNPAD
2.10-06
F0689

65



Figura 33. Asentamiento en placa de concreto construida sobre un relleno entrópico mal ejecutado. Parque de la Hermosa, quinta etapa.



Viviendas altas y deterioradas, construidas en vertientes abruptas aumentan la vulnerabilidad sismica. Margen izquierda de la quebrada El Bollo entre calles 20 y 22.



TABLA 3. EVENTOS SISMICOS MAS PERJUDICIALES EN LA REGION,
EN EL LAPSO 1978-1984.

| FECHA DD-MM-AA | LUGARES AFECTADOS | EPICENTRO | PROFUNDIDAD (Km) | MAGNITUD (Mb) | DEGRADACION (MM) |
|-------------------|------------------------------------|------------|---------------------|------------------|---------------------|
| 03-02-1978 | MANIZALES | 5.1N-75.5W | | 5.5 | V-VI |
| 01-01-1986 | PEREIRA | TUMACO | 25 | 5.9(2) | VI |
| 04-02-1938 | PEREIRA Y MANIZALES | 5.5N-75.7W | 160 | 7.0(2) | VII-VIII |
| 10-12-1961 | ARMENIA, PEREIRA Y MANIZALES | 4.6N-75.6W | 170 | 6.3 | VII |
| 06-07-1962 | ARMENIA, PEREIRA Y MANIZALES | 5.4N-75.9W | 89 | 6.9 | VIII-IX |
| 23-11-1979 | ARMENIA, PEREIRA Y MANIZALES | 4.6N-76.0W | 80 | 6.4 | VIII-IX |
| 12-12-1979 | MANIZALES PEREIRA Y ARMENIA | OBANDO | 35 | 6.4 | V-VI |

Intervalo promedio de recurrencia 25.3 años.

Tomado de Ramirez (1974) e ISA (1979), en James (1986).

7. ESTADO DE LAS EDIFICACIONES

La tabla 4. contiene los resultados del inventario y tipificación de las viviendas, tomados del mapa elaborado por funcionarios de Santa Rosa. La clasificación está basada en el tipo y estado de la construcción (aunque este parámetro se basa más en el aspecto exterior de las edificaciones que en el estado de su estructura). Los datos se presentan en número y porcentaje.

TABLA 4. TIPIFICACIÓN Y ESTADO DE LAS VIVIENDAS.

| ESTADO | TIPO DE VIVIENDA | | | | | PORCEN. |
|----------------|------------------|-------------|------------|------------|-------------|---------------|
| | LADRILLO | BAHAREQUE | MIXTA | PREFABR. | TOTAL | |
| BUENO | 4142 | 425 | 468 | 12 | 5047 | 84.8 |
| REGULAR | 183 | 399 | 62 | | 635 | 10.7 |
| MALO | 3 | 246 | 6 | | 249 | 4.1 |
| TOTAL | 4328 | 1061 | 536 | 12 | 5937 | 100.0% |
| PORCEN. | 72.7 | 17.8 | 9.1 | 0.4 | 100% | |

De acuerdo con estos resultados preliminares, el 72.7% de las viviendas en Santa Rosa están construidas en ladrillo. De estas, en regular o mal estado se encuentran aquellas asentadas sobre llenos mal compactados que han ocasionado asentamientos diferenciales en las edificaciones, otras se localizan en barrios populares donde por condiciones económicas las construcciones no se realizan técnicamente.

1061 viviendas (17.8% del total) son de bahareque, que corresponden principalmente a construcciones antiguas. La edad de estas y las limitaciones económicas de muchos de

sus propietarios determinan el regular o mal estado de sus estructuras (figura 34). Esto ha influido para que repetidamente se presenten desplomes de techos durante movimientos sísmicos.

El 10.7% de las viviendas se encuentra en regular y 4.5% en mal estado. Este hecho influye significativamente en el aumento de la vulnerabilidad de la población ante la ocurrencia de fenómenos naturales, principalmente de sismos; además, el cambio de estructuras livianas en guadua a construcciones mixtas en vertientes empinadas e inestables aumenta la posible ocurrencia de movimientos de masa, por sobrepeso en la parte alta de los taludes.

8. ASPECTOS HIDROLÓGICOS.

Muchos de los fenómenos naturales que representan amenaza para la población de Santa Rosa están estrechamente relacionados con los distintos procesos que ocurren en la cuenca del Río San Eugenio. De ahí la importancia de conocer las características tanto del río como de sus tributarias, principalmente de aquellos que inciden directamente sobre el área urbana y suburbana del municipio. Debe entenderse que los resultados del presente análisis son preliminares y que por ende se requiere de estudios detallados que procuren el mejor conocimiento de esta cuenca.

Las descripciones que se harán a continuación se centran en la cuenca media y alta, por ser las de mayor interés para este trabajo (Figura 35). Algunas corrientes carecen de nombre y fueron identificadas aquí con números y letras.

8.1. GENERALIDADES

Debido a su extensión y su localización en el flanco oeste de la Cordillera Central, la cuenca del Río San Eugenio presenta características climáticas, geológicas, geomorfológicas y bióticas variadas. Tal variedad está dada principalmente en función de la altitud.

8.1.1. PRECIPITACIÓN.

El régimen de lluvias es bimodal con dos periodos de lluvias altas y dos de lluvias bajas. El primer periodo de lluvias altas se presenta en los meses de abril-mayo y el segundo y más importante en los meses de octubre-noviembre (Pérez, 1983).

Existen en Santa Rosa registros de precipitación de ocho estaciones meteorológicas, cuyas características figuran en la tabla 5.

TABLA 5. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN EL ÁREA DE SANTA ROSA.

| ESTACIÓN | ALT | LAT | LONG | AÑO INST | AÑO SUSP. | TIPO | PREC. MEDIA ANUAL (mm) |
|----------------------------|------|-------|--------|-------------|--------------|------|---------------------------------|
| Sub. Santa Rosa | 1675 | 4°53' | 75°38' | 1960 | | PM | 2694 |
| San Ramón | 1750 | 4°51' | 75°35' | 1970 | | PM | 2207 |
| El Boquerón | 1730 | 4°50' | 75°40' | 1970 | 1980 | PM | 3682 |
| Guayahito | 1620 | 4°54' | 75°46' | 1960 | | PM | 2675 |
| Termales | 2300 | 4°51' | 75°33' | 1971 | | PM | 2457 |
| El Jasmín (Pedro Uribe) | 1600 | 4°55' | 75°33' | 1960 | | CO | 2615 |
| El Castillo | 1550 | 4°56' | 75°40' | 1981 | | ? | 2965 |
| Potreros | 2140 | 4°54' | 75°35' | - | | ? | 2570 |

De estas estaciones, Termales, San Ramón y Boquerón, principalmente las dos primeras, por su ubicación, ofrecen la más importante información sobre la precipitación en la cuenca del Río San Eugenio, en zonas donde pudieran generarse amenazas para Santa Rosa. Sin embargo es difícil realizar cálculos estadísticos que permitan conocer mejor el comportamiento de la precipitación en el tiempo, debido a los pocos años que estas tienen de haber sido instaladas.

En la tabla aparecen los valores totales anuales de precipitación y se incluye, además, la relación valor anual/promedio multianual. En ella puede apreciarse:

- Los valores más altos se registraron en el Boquerón y Termales.

- A pesar de que la estación Boquerón está en un cote inferior a las otras dos, fue la que presentó el mayor promedio en el lapso 1971 - 1979, lo que puede deberse a condiciones geográficas locales que definen un "microclima" en el sector del Boquerón.

- En el lapso 1971 - 1980 hubo solo ocasiones en las que el valor anual superó el promedio multianual en Termales: entre 1978 - 1980 fue superado tres veces el promedio en San Ramón y entre 1971 - 1979 el promedio fue superado en cuatro años consecutivos en Boquerón.

TABLA 6. VALORES DE PRECIPITACIÓN TOTALES ANUALES PARA LAS ESTACIONES SAN RAMÓN, TERMALES Y BOQUERÓN. RELACIÓN ENTRE VALOR ANUAL Y PROMEDIO MULTIANUAL.

| AÑO | TERMALES | | SAN RAMÓN | | BOQUERÓN | |
|------|----------|------------|-----------|------------|----------|------------|
| | ANUAL | VA/V.MEDIO | ANUAL | VA/V.MEDIO | ANUAL | VA/V.MEDIO |
| 1970 | | | | | | |
| 1971 | 1674 | 0.455 | - | - | 4512 | 1.225 |
| 1972 | 1036 | 0.299 | - | - | 3740 | 1.015 |
| 1973 | 3537 | 1.036 | - | - | 4017 | 1.090 |
| 1974 | 4916 | 1.422 | - | - | 5716 | 1.552 |
| 1975 | 4999 | 1.446 | - | - | 2516 | 0.681 |
| 1976 | 3520 | 1.018 | - | - | 2497 | 0.675 |
| 1977 | 2789 | 0.806 | - | - | 1326 | 0.360 |
| 1978 | 3197 | 0.924 | 1247 | 0.388 | 5055 | 1.329 |
| 1979 | 3434 | 0.953 | 2462 | 0.740 | 2426 | 0.672 |
| 1980 | 3577 | 1.034 | - | - | - | - |
| 1981 | 2671 | 0.772 | 3204 | 0.929 | - | - |
| 1982 | 3064 | 0.886 | 3121 | 0.973 | - | - |
| 1983 | 2743 | 0.793 | 2878 | 0.897 | - | - |
| 1984 | 3572 | 1.033 | 4119 | 1.264 | - | - |
| 1985 | 2508 | 0.725 | 3780 | 1.178 | - | - |
| 1986 | 3208 | 0.927 | 3566 | 1.049 | - | - |
| 1987 | 2451 | 0.708 | 1373 | 0.390 | - | - |
| 1988 | 3117 | 0.901 | 2319 | 0.720 | - | - |
| 1989 | 1256 | 0.652 | 1859 | 0.579 | - | - |

Fuente: HIMAT.

La tabla 7 contiene los valores de los meses de máxima precipitación por año para esas tres estaciones. De esta se destaca:

- Pose a la cercanía de las tres estaciones, para un mismo año existen diferencias con relación al mes más lluvioso. Sólo en 1986 coincidió octubre como mes de máxima precipitación registrado en Termalés y San Ramón.

- Octubre se destaca como el mes lluvioso por excelencia, seguido de mayo y abril.

TABLA 7. VALORES MÁXIMOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN POR AÑO. ESTACIONES TERMALES, SAN RAMÓN Y BOQUERÓN.

| AÑO | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPT | OCTUB | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
|------|--------|---------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|-----------|-----------|
| 1970 | | | | | | | | | | 659*** | | |
| 1971 | | | | | 406* | | | | | | | 586*** |
| 1972 | | | | 214* | 469*** | | | | | | | |
| 1973 | | | | | | | | | 672* | 597*** | | |
| 1974 | 609*** | | 693* | | | | | | | | | |
| 1975 | | | 540*** | | | | | | | 509* | | |
| 1976 | | 429*** | | | | | | | | 583* | | |
| 1977 | | | | 470* | | | | | | 265*** | | |
| 1978 | | | | 508* | 448*** | | | | 276** | | | |
| 1979 | | | | | 358*** | | | | | 558* | 612** | |
| 1980 | | | | | | | | | | 481* | | |
| 1981 | | 595** | 395* | | | | | | | | | |
| 1982 | | | | 443* | | | | | | 650** | | |
| 1983 | | | 530** | 537* | | | | | | | | |
| 1984 | | | | | | | | 586** | | 473* | | |
| 1985 | | | 351* | | | | | | | 663** | | |
| 1986 | | | | | | | | | | 620** | 520* | |
| 1987 | | | | | 522** | | | | | 415* | | |
| 1988 | | | | | | 583* | | | 318** | | | |
| 1989 | | | | | 230** | | | | | 352* | | |

* TERMALES
 ** SAN RAMÓN
 *** BOQUERÓN

- Aún cuando diciembre y enero son considerados meses secos, en 1971 y 1974, respectivamente, registraron valores muy elevados de precipitación.

Existe información de la CHEC que incluye datos diarios de precipitación en el sitio San Ramón, 1790 m.s.n.m.. En la tabla 8 se indican los días de máxima precipitación por año (indicándose el mes) y los valores de los días de máxima precipitación en los meses más lluviosos de los mismos años.

En esa tabla se observa que no existe coincidencia entre los meses de máxima precipitación y los días más lluviosos del año. El caso más relevante se presentó en diciembre de 1982 cuando en un solo día se registró una precipitación de 170 mm (la más alta registrada en esta parte de la cuenca del Río San Eugenio).

Según informes de particulares, en mayo de 1987 en un solo aguacero, entre las dos de la tarde y las 5 de la madrugada

del día siguiente se registró una precipitación de 100 mm que afectó la cabecera municipal de Santa Rosa (algunos crechos se incluyen en el anexo 1) y las cuencas de las Quebradas La Reina y Santa Helena.

En conclusión las lluvias que afectan la cuenca media del Río San Eugenio no son distribuidos uniformemente. En algunos casos las máximas precipitaciones aparecen ligadas a la altitud y en otras a características geográficas propias de las microcuencas.

Existen fuertes contrastes en los valores de precipitación en las distintas estaciones. Son de destacarse los 1700 mm registrada en Bogrerón durante 1974, los 4916 y 4592 mm en Termilas durante 1974 y 1975 respectivamente, y los 1116 mm en San Ramón en 1984. Igualmente los valores mayores a 100 mm diarios en febrero de 1975, noviembre de 1979, septiembre y octubre de 1980, octubre y diciembre de 1982, marzo de 1985, septiembre de 1985 y los 200 mm en mayo de 1987; todas ellas afectando la cuenca media del San Eugenio, aguas arriba de Santa Rosa.

TABLA 8. VALORES DE MÁXIMA PRECIPITACIÓN (mm) DIARIA POR MES Y AÑO

| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-----|
| 70 | | | | | | | | | | | | |
| 71 | | | | 76- | 62* | | | | | | | |
| 72 | | 143- | | 36* | | | | | | | | |
| 73 | | | | | | | | | 65* | | | |
| 74 | | | 50- | | | | | | | 95* | | |
| 75 | | | | | | | | | | 70* | 78 | |
| 76 | | | | | | | | | | 90* | | |
| 77 | | | | 56* | | 82- | | | | | | |
| 78 | | | | 43* | | | | | 60- | | | |
| 79 | | | | | | | | | | 90* | 110- | |
| 80 | | | | | | | | | 130- | 120* | | |
| 81 | | | | 80- | 50* | | | | | | | |
| 82 | | | | | | | | | | 120* | | 170 |
| 83 | | | 140- | 95* | | | | | | | | |
| 84 | | | | | | | | | | 70* | | 80- |
| 85 | | | 45* | | | | | | | | | |
| 86 | | | | | | | | | | 100- | | |

- Día más lluvioso del año, sitio San Ramón (Fuente CHRC).

* Día de mayor precipitación en el mes más lluvioso. Estación Termilas.

8.1.2. ZONAS ECOLÓGICAS (ATLAS DE RISARALDA, 1988).

8.1.2.1. BOSQUE MUY HÚMEDO MONTANO BAJO.

Entre los 1900 y 2900 m.s.n.m. En zonas con precipitaciones anuales entre 2000 y 4000 mm. permanecen generalmente cubiertas por mantos de nubes y neblina.

Su flora consiste principalmente en quiches, musgos, líquenes, orquídeas, lianas, helechos arbóreos, yarumbe blancos y robles.

Su topografía es de terrenos muy accidentados y los ríos y quebradas torrenciales.

Es una zona de mucha importancia para el régimen hidrológico de los ríos por su alta lluviosidad y relativa baja temperatura.

8.1.2.2. BOSQUE MUY HÚMEDO MONTANO.

Precipitación anual entre 1000 y 2000 mm. localizada por encima de los 2900 m.s.n.m. Por su alta evapotranspiración y consiguiente sobrante de agua es considerada de alta humedad.

La vegetación dominante es de musgos, líquenes, quiches, helechos, orquídeas y levantaceas.

8.1.2.3. BOSQUE PLUVIAL MONTANO

Por encima de los 2900 m.s.n.m., precipitación mayor de 2000 mm.

Zona con sobrante de agua causado por la menor evapotranspiración que el agua pluvial.

8.1.2.4. PÁRAMO PLUVIAL SUBANDINO - TUNDRA PLUVIAL ANDINA.

Precipitación media mayor de 1000 mm.

La vegetación esta representada por copas de musgos, líquenes y lianas.

8.1.3. GEOLOGÍA.

De acuerdo con las cartografías geológicas existentes (Cacalero y Zapata, 1983; CONTECOL LETA Y Geotermia Italiana, 1983; James, 1985), la cuenca del río San Eugenio

involucre unidades litológicas diversas que pueden ser reseradas así:

El Río San Eugenio y su principal tributario, el San Ramón, nacen a 4200 m.s.n.m., en las vertientes del Páramo de Santa Rosa. En cercanía a los centros volcánicos del eje de la cordillera, determina la presencia de rocas volcánicas de composición andesítica desde la parte alta hasta los 2200 m.s.n.m., siendo más jóvenes ("Cuaternario", las andesitas localizadas por encima de los 3.000 m (las andesitas entre 2200 y 5000 m.s.n.m. serían posiblemente terciarias").

Por debajo de los 2200 m.s.n.m., el Río San Eugenio y los tributarios de su vertiente norte cortan rocas metasedimentarias cretáceas (Formación Quebrada Grande). Las microcuencas al sur del Río afectan, además, depósitos de flujo de lodo y lo lahare- cuaternarios. Esta situación se sostiene aproximadamente hasta los 1800 m.

Entre los 1800 m y las desembocaduras, los ríos San Ramón y San Eugenio cortan depósitos aluviales y/o aluvio-terrestriales cuaternarios (Figura 3C). Lo mismo ocurre con las Quebradas la Leona, Santa Helena, El Silencio y la Italia. Otras microcuencas afectan rocas sedimentarias terciarias y volcánicas e intrusivas cretáceas.

En cuanto a las estructuras geológicas, se tiene en la parte alta de la cuenca, los Ríos San Eugenio y San Ramón están controlados por sendas fallas de dirección N-E, correspondientes al Sistema Nevadas. Igualmente, dos estructuras regionales, las Fallas Manizales-Arcandaju y Laguna Baja cortan transversalmente la cuenca cerca a los 1800 y 3600 m.s.n.m. respectivamente.

En la parte media de la cuenca las principales estructuras presentes son fallas de dirección N-S, que hacen parte del Sistema Ruzeral.

8.1.4. GEOMORFOLOGÍA

La descripción de las geoformas y el modelado del flanco oeste de la cordillera fue hecha por THOURET (1983). De ella se recogen los siguientes aspectos generales para la cuenca del Río San Eugenio:

- En la alta montaña andina (3800 a 5200 m), El Páramo de Santa Rosa (4600 m.s.n.m.) corresponde a un dique disectado, sobre el cual se destaca una extrusión compleja

cion).

que limitan
vertientes
o cubiertas

de Termales y
ondulado de



a 36. Morfología de los depósitos aluviales y aluviotorrencios en la intersección de los Ríos San Eugenio y San Ramón.

arriba de su
presentan lavas
que originan
maño de grano
los depósitos
de La Hermosa.

faldas de este volcán se presenta una serie de lomas o menos anchas, separadas por valles.

DIA Y ALTA DEL

de la montaña andina (2.100 a 3.800 m).
El clima es húmedo, presenta pendientes empinadas y el modelado de disección es fuerte. con 1:25.000 IGAC

Hacia abajo de los 0.100 m aproximadamente la pendiente promedio es todavía mayor, pero el modelado es más contrastado, pues se presenta una sucesión de estaleras cortas y estrechas y escarpes de coladas que limitan quebradas rocosas profundas en U. Las vertientes intermedias están casi desprovistas de cuevas o cueletas por colvicines o derrubios.

- Baja montaña andina (1.200 a 2.100 m). Entre Termales y Santa Rosa se observa un modelado suave y ondulado de colinas y valles amplios, caracterizado por vertientes en general poco emclinadas, recubiertos por secuencias espesas de cenizas volcánicas alteradas y suelos profundos. Se observan algunos elementos de apianamiento sobre colinas y sobre abanicos de acumulación anchos, espesos y poco inclinados.

Según se aprecia en fotografías aéreas, arriba de los 2.400 m existen pequeñas cuencas semicirculares correspondientes a afluentes de los ríos San Ramón y San Eugenio, las que presentan depósitos al parecer inconsolidados y disectados. El difícil acceso al área impidió su descripción, sin embargo algunos de éstos podrían corresponder a depósitos morrenicos.

En las vertientes del Río San Ramón, cerca al sitio Termales, se encontraron mantos de derrubios compuestos por fragmentos angulosos de roca (figura 37) altamente susceptibles a la erosión. Así mismo fueron observadas grandes acumulaciones de travertino asociadas a fuentes termales.

En las vertientes del Río San Eugenio, aguas arriba de su intersección con el Río San Ramón, se presentan lavas andecíticas o basálticas (?) meteorizadas, las que originan materiales muy similares, por composición, tamaño de grano y color, a los que conforman la matriz de los depósitos torrenciales recientes hallados en el sector de la Hecosa.

8.2. PARÁMETROS MORFOMETRICOS DE LA CUENCA MEDIA Y ALTA DEL RÍO SAN EUGENIO (TABLA 9).

fueron calculados a partir de las planchas 1:25.000 IGAC 224-II-A y 224-II-C de 1978 y 225-I-B de 1973.

Aplicando la metodología usada para Marsella (EHEO, 1980) se evaluaron los ríos San Eugenio y San Ramón, así como los quebrados localizadas en el área urbana y suburbana de Santa Rosa y las ubicadas aguas arriba de la población.

PARAMETROS ASIMÉTRICOS DE PARTE DE LA CUENCA DEL RÍO SAN EUGENIO

| Cuenca | Área | Long. Mayor de | Long. del Cauca | Perímetro | Núm. de | Diferencia de | Long. Total de | Densidad de | Frec. de Cans | Pendiente Media | Coeff. de |
|-------------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------|--------------|---------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|---------------|
| 'La Leona' (km ²) | Principal (km) | Cuenca (km) | Canales | Cotas (m) | Canales (km) | Canales (km) | Canales/km ² | Canales/km ² | Canales/km ² | del Cans (%) | Concentración |
| E. (*) | | 3.5 | | | | | | | | | |
| S. (*) | | 0.4 | | | | | | | | | |
| H. (*) | | 1.4 | | | | | | | | | |
| I. (**) | | 1.5 | | | | | | | | | |
| J. (**) | | 1.6 | | | | | | | | | |
| K. (**) | | 0.7 | | | | | | | | | |
| L. (**) | | 0.1 | | | | | | | | | |
| M. (**) | | 0.1 | | | | | | | | | |

(*) Corrientes localizadas aguas arriba de la intersección del Río San Eugenio con la Quebrada La Leona

(**) Longitud considerada dentro del segmento de la cuenca analizado.

Fueron medidos los siguientes valores:

- Área de la cuenca
- Diámetro o longitud mayor de la cuenca
- Longitud del cauce principal
- Longitud total de canales
- Perímetro de la cuenca
- Cota superior e inferior de la corriente principal

Con ellos se calcularon los parámetros que permiten establecer cuantitativamente las características de las microcuencas y de la cuenca en general. Los parámetros son:

- Densidad de drenaje, es la relación de la longitud total de las corrientes que integran la red y la superficie de la cuenca. Sirve esta relación como indicador de la eficiencia de una cuenca para evacuar agua y sedimentos: mientras mayor es el valor, mayor es el escurrimiento superficial.

En general, existe una densidad de drenaje mayor en las microcuencas de la parte media de San Eugenio en comparación con las localizadas en la cuenca alta del río. Este hecho puede deberse, entre otras razones, a la presencia de rocas andocíticas duras en la parte alta de la cuenca en contraste con las rocas saprolitizadas y cenizas volcánicas en la parte media, además de las diferencias meteorológicas altitudinales.

Este hecho incide notoriamente en el comportamiento general de la cuenca que pasa de un valor de 3.7 km/km² aguas arriba de Santa Rosa a 4.4 km/km² aguas abajo de la intersección del Río San Eugenio con la Quebrada Santa Helena.

- Eficiencia de canales, es la relación entre el número de canales y el área de la cuenca. Como en el caso anterior, esta relación se hace menor para las microcuencas de la parte alta, las que normalmente muestran corrientes muy largas y redes poco densas con drenajes subangulares a culparalelos.

- Pendiente media del canal principal, indica el grado de empinamiento del cauce. En general todas las corrientes principales manifiestan pendientes elevadas. Se observan altos valores, hasta de 35%, en los drenajes de la cuenca alta del Río San Eugenio. Solo unos pocos drenajes tienen pendientes bajas como las Quebradas El Silencio. La localis

y San Roque que presentan incluso una configuración meandriforme.

Debe resaltarse el comportamiento del río San Eugenio, al notarse la disminución de la pendiente media aguas abajo de su intersección con la Quebrada Santa Helena.

Fototeca DNPAD
2.10-06 - FO692



Figura 37. Manto de derrubios, en las vertientes del Río San Ramón, aguas arriba del sitio Termales.

-- Coeficiente de compactidad, relaciona el perímetro de una cuenca con el perímetro de un círculo de área equivalente

de la de la cuenca en consideración. Numericamente se obtiene mediante la fórmula:

$$K_c = \frac{P}{2\pi \sqrt{A/\pi}}$$

Este coeficiente evalúa la similitud entre la forma de la cuenca y una cuenca circular. Un coeficiente cercano a 1 implica tiempos de concentración relativamente cortos y en consecuencia una mayor probabilidad de regímenes torrenciales en las corrientes principales. Cuenca de quebradas localizadas en el área urbana y suburbana de Santa Rosa presentan coeficientes cercanos a 1 son ellas San Bernardino, La Italia y San Roque; en general los coeficientes son elevados, lo que coincide con la forma alargada de la mayoría de las microcuencas.

8.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS CORRIENTES PRINCIPALES Y DE SUS CUENCAS.

Con base en la interpretación foto-geológica, las visitas de campo y la información suministrada por los habitantes del área, se describen a continuación algunos aspectos relacionados con los principales drenajes de la cuenca del San Eugenio.

8.3.1. Río SAN EUGENIO.

Su perfil longitudinal es mostrado en la figura 38. Se reconocen dos sectores. Arriba de los 2300 m aproximadamente, la pendiente es fuerte y se caracteriza por cambios bruscos, que representan variaciones litológicas e influencia estructural, originando cascadas de decenas de metros de altura. Aquí predominan las formas de erosión de lecho, el que yace directamente sobre la roca fresca.

Por debajo de los 2300 m la pendiente disminuye drásticamente, mostrándose uniforme. En este sector predominan las formas de acumulación de materiales por aluvionamiento, aunque se presentan procesos erosivos, como concavación de cañales en los depósitos inconsolidados.

8.3.1.1. CAUDALES.

Sobre esta corriente existe una estación limnográfica, La Reina, a los 1500 m.s.n.m. con registros desde 1965, los que son presentados en la tabla 10. Puede apreciarse el

energe contraste entre los caudales mínimo (0.9 m³/seg) y máximo (177.7 m³/seg) registrados en 25 años.

TABLA 10. VALORES DE CAUDALES DEL RÍO SAN EUGENIO.

| ANO | MEDIOS ANUALES (m ³ /seg) | MÁXIMOS ANUALES (m ³ /seg) | MÍNIMOS |
|------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|---------|
| 1965 | 3.54 | | |
| 1966 | 3.96 | | |
| 1967 | 3.89 | | |
| 1968 | 4.23 | | |
| 1969 | 4.44 | | |
| 1970 | 4.60 | | |
| 1971 | 5.93 | 99.43 | 2.12 |
| 1972 | 4.11 | 110.00 | 1.40 |
| 1973 | 4.14 | 35.32 | 1.18 |
| 1974 | 6.21 | 84.63 | 1.65 |
| 1975 | 6.02 | 60.68 | 1.90 |
| 1976 | 3.96 | 117.40 | 0.90 |
| 1977 | 3.37 | 85.00 | 0.92 |
| 1978 | 3.87 | 118.00 | 1.20 |
| 1979 | 4.56 | 119.00 | 1.48 |
| 1980 | 3.94 | 148.50 | 1.00 |
| 1981 | 4.29 | 70.88 | 1.30 |
| 1982 | 5.25 | 123.00 | 1.18 |
| 1983 | 3.60 | 118.80 | 1.30 |
| 1984 | 5.29 | 85.20 | 2.00 |
| 1985 | 3.90 | 88.20 | 1.18 |
| 1986 | 5.43 | 137.50 | 1.72 |
| 1987 | 4.73 | 152.40 | 1.97 |
| 1988 | 5.03 | 41.22 | 1.05 |
| 1989 | 4.21 | 177.70 | 1.09 |
| MULTIANUAL | 4.51 | 177.70 | 0.90 |

Fuente: HIMAT

Igualmente resaltan los valores de caudales máximos en: 1972 (110 m³/seg), 1976 (117.4 m³/seg), 1978 (118.0 m³/seg), 1979 (119 m³/seg), 1980 (148.5 m³/seg), 1982 (123.0 m³/seg), 1983 (118 m³/seg), 1986 (137.5 m³/seg), 1987 (152.4 m³/seg), 1989 (177.7 m³/seg), los que están muy por encima de los 4.51 m³/seg de promedio multianual.

168, siendo la más reciente...
Barrios la Unión, Córdoba, Suiza, la Milagrosa, El
adero, La Trinidad, Villa Alegría y algunas viviendas al
te del terminal de transportes (Figura 39 y Figura 40).

F0693A,B

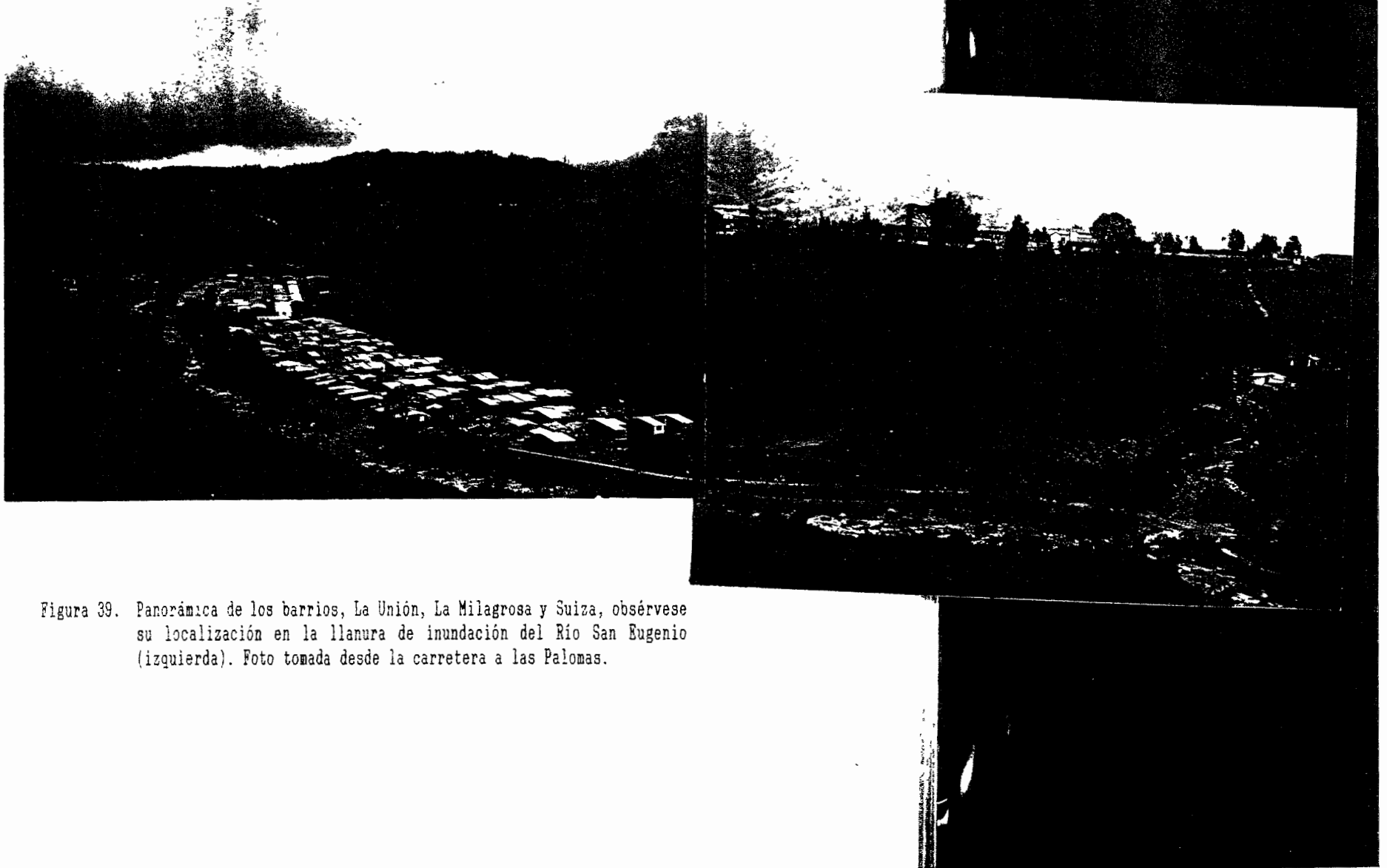


Figura 39. Panorámica de los barrios, La Unión, La Milagrosa y Suiza, obsérvese su localización en la llanura de inundación del Río San Eugenio (izquierda). Foto tomada desde la carretera a las Palomas.

Fototeca DNPAD
2.10-06
F0694

87



Figura 40. Aspecto del sector del matadero, asentado sobre el cauce y la llanura de inundación del Río San Eugenio.

Ambos ríos muestran un buen estado de conservación en su cuenca media alta, en donde se adelantan programas de recuperación y rehabilitación de áreas ocupadas por colonos. Sin embargo en las zonas planas por debajo de los 2.050 m. la vegetación protectora de las margenes ha sido casi totalmente destruida y las vertientes se utilizan para ganadería.

8.3.3. MICROCUENCA DE LA QUEBRADA SANTA HELENA

Ha sido intervenida casi en su totalidad (figura 41) en el sobrevuelo realizado en mayo de 1991 se identificaron cientos de pequeños movimientos de masa asociados a los nacimientos de los drenajes. (Figura 42).



Figura 41. Aspecto de la Quebrada Santa Helena antes de su desembocadura. Obsérvese el deterioro general de vertientes y orillas y la indebida localización de las construcciones ribereñas.

Sólo se conservan pequeños restos de vegetación natural en algunas márgenes de quebradas y en áreas de vertientes abruptas, el resto es utilizado en pastoreo, lo que contribuyó a que en el fuerte aguacero de mayo 26 de 1987 se produjeran más de 50 movimientos de masa superficiales. (caso similar ocurrió en la microcuenca de la Quebrada La Reina ese mismo día).

8.3.4. MICROCUENCA DE LA QUEBRADA LA LEONA

Aunque su parte alta conserva en buen estado su masa boscosa, la media y baja se encuentran totalmente intervenidas tanto en sus márgenes como en las vertientes de la corriente principal, lo que ha facilitado una intensa socavación de orillas. (Figura 42).

Fototeca DNPAD
2.10-06
F0696

89



Figura 42. Movimientos de masa en las cabeceras de los drenajes que integran la cuenca de la quebrada Santa Helena. la carencia casi absoluta de vegetación protectora y los efectos del sobrepastoreo.

8.3.5. MICROCUENCA DE LA QUEBRADA SAN ROQUE

Como las anteriores, esta carece casi totalmente de vegetación protectora en sus márgenes (figura 44). Los fenómenos de socavación de orillas son intensos y la rectificación de meandros realizados en los últimos años ha provocado un aumento en la incisión del lecho (figura 29).

8.4. CRECIENTES

El inventario de desastres en Santa Rosa (Anexo 2) contiene los registros de algunas crecientes que han afectado a Santa Rosa. Como complemento se harán a continuación breves consideraciones acerca de sus características.

Las crecientes del Rio San Eugenio reportadas en Santa Rosa, al parecer no se han originado directamente en la corriente principal, sino en las cuencas de sus tributarios. Los coeficientes de compacidad (tabla 3) revelan condiciones de concentración en tiempos no muy

cortos en la mayoría de las cuencas: se infiere entonces que gran parte de las crecientes torrenciales están principalmente asociadas a represamientos en los cauces, causados por deslizamientos en vertientes abruptas, como ha ocurrido en las Quebradas Bonita, La Cascada y Termalea.

Fototeca DNPAD
2.10-06- F0697

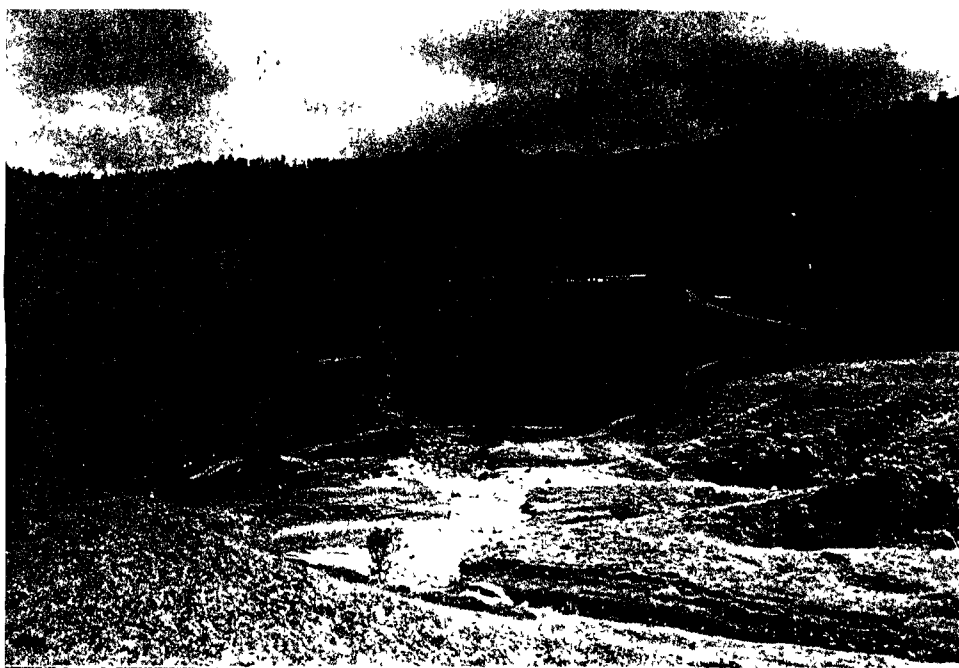


Figura 45. Panorámica de la cuenca media alta de la Quebrada La Leona. Se puede apreciar el deterioro general de la cuenca: la desprotección de orillas y su socavación.

Sólo las Quebradas Fria, Italia, San Roque, San Bernardino, Santa Helena e incluso La Leona, tienen características favorables para la generación de crecientes torrenciales por eventos pluviales excepcionales, sin que sea necesaria su coincidencia con posibles represamientos.

En la tabla 11 se muestran las alturas estimadas de crecientes y el sitio de medición.

Comparando los datos de crecientes reportadas por la población con los valores de precipitación y caudales máximos, se tiene: (Ver tabla 12).



Figura 44. Aspecto de la Quebrada San Roque en la parte baja de su cuenca.

No existe una relación estrecha entre el aumento del caudal del Río y la precipitación uniforme en la parte media de la cuenca, en ocasiones lluvias locales generan incrementos considerables en el caudal.

Se han presentado crecientes en tributarios del Río San Eugenio que pese a sus estragos en las microcuencas no influyen de manera significativa en el comportamiento del río.

Del breve análisis de la cuenca del Río San Eugenio queda claro que esta posee todas las condiciones para generar amenaza para la población de Santa Rosa de Cabal por la ocurrencia de crecientes torrenciales con la posible generación de flujos de lodo o escombros.

TABLA 11. ALTURAS MEDIAS DE CRECIENTES EN LA CUENCA SAN EUGENIO.

| CORRIENTE RÍO O QUEBRADA | ALTURA MEDIDA (m) | SITIO DE MEDICIÓN | OBSERVACIONES |
|--------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| San Eugenio | 5 | Al frente del sector de la unión. | |
| San Ramón | 4.75 | Puente "garaje" en la inspección San Ramón. | En el trabajo de EGRU (1984) crecientes recientes de 5m de altura en este sitio. |
| La Leona | 2 | Cuenca media, cerca a la Vereda Potrerca. | |
| La Leona | 4.5 | Puente en la vía a termales. | En el año 1981 la creciento se repuso en el puente, extendiéndose 30 m a los lados de este por la carretera. |
| La Leona | 4.0 | 100 m antes de su desembocadura. | |
| Santa Helena | 4.0 | Puente en la vía a las Paromas. | Rastros de arena en los muros del puente. |
| San Roque | 3.8 | Vía a la ladrillería San Roque. | La última creciento se presentó en mayo del 87 sacstrazando árboles, guaduas y los muros del puente. |
| El Silencio | 3.2 | Al cruce del Barrio La María. | Desechos colgados en las ramas de arbustos. |

Puede hacerse una clasificación preliminar de alta amenaza comprobada: Las Quebradas San Roque, San Bernardino, La Reina, El silencio, La Italia, La Leona y aun mas la Quebrada Santa Helena, tienen coincidencias en cuanto a torrencialidad, debidas de drenaje, geología y geomorfología de las microcuencas y similitudes en su regimen pluvial. De amenaza moderada podrian catalogarse,

TABLA 12. COMPARACIÓN CRECIENTES REPORTADAS
PRECIPITACIÓN CAUDALES

| Fecha Repor- lada | Precipitación (mm)* | | | Valor máx. de precip. durante ese mes (mm)* | Valor mensual precip. Termales (mm) | Valor mensual precip. Boquerón (mm) | Caudal máx. del So. Rige- nio duran- te ese mes (m ³ /seg)** |
|-------------------------|----------------------|-----------------|----------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| | Dos días antes | Un Día antes | en la fecha | | | | |
| 15-01-74 | 26 | 48 | 80 | 73 | 585 | 509 | 73.00 |
| 15-06-74 | 12 | 0 | 24 | 40 | 290 | 305 | 84.00 |
| 29-04-75 | 0 | 0 | 65 | 65 | 465 | 331 | 117.10 |
| 19-05-77 | 18 | 21 | 2 | 52 | --- | --- | 52.15 |
| 10-04-79 | 0 | 0 | 0 | 30 | 350 | 337 | 70.85 |
| 10-05-80 | 30 | 125 | 87 | 123 | 345 | --- | 146.50 |
| 24-12-80 | 0 | 0 | 170 | 170 | 263 | --- | 123.00 |
| 11-01-83 | 0 | 0 | 0 | 75 | 40 | --- | - |
| 16-04-85 | 0 | 20 | 0 | 95 | 557 | --- | 113.50 |
| 1-05-84 | 0 | 0 | 0 | 60 | 429 | --- | 86.30 |
| 5-05-84 | 0 | 0 | 20 | 45 | 429 | - | 87.50 |
| 1-01-85 | 0 | 0 | 40 | 89 | 302 | --- | 77.40 |
| 7-04-86 | -- | -- | - | --- | 356 | --- | 102.00 |
| 10-05-86 | -- | -- | --- | --- | 392 | --- | 14.00 |
| 26-05-87 | -- | - | -- | --- | 304 | - | 153.40 |
| 20-11-87 | - | -- | --- | --- | 319 | --- | 99.10 |
| 23-05-87 | -- | -- | --- | --- | 271 | --- | 160.00 |
| 27-05-88 | -- | -- | - | --- | 271 | --- | 166.00 |

* Sitio San Remon. Fuente CHEC

** Estación La Reina. Fuente HIMAT.

también melínicamente. Los crenajes de la cuenca media-alta del Río San Eugenio y como de baja o moderada los drenajes de la cuenca alta.

La Quebrada Santa Helena ha dado mayores muestras de torrencialidad y amenaza, lo cual representa un alto riesgo para Santa Rosa, ya que ésta desemboca en el Río San Eugenio justo al frente de cuatro barrios.

En mayo de 1987, luego del aguacero mencionado, la quebrada creció y transportó hasta su desembocadura bloques de macizo de 1.5 m de diámetro, los cuales fueron dejados en un gran cono que ocasionó el resquebrajamiento parcial del Río San Eugenio. En el recorrido hecho en febrero de 1991, se encontró, unos metros aguas arriba de la intersección de la Quebrada Santa Helena con su principal afluente, la Quebrada San Joaquín, un bloque de andesita de diámetro cercano a 1.5 m, inscrito con petroglíficos. La orientación de esta roca con relación al cauce de la quebrada, dejó inferir que ésta no fue movida durante la creciente del 87. Cabe entonces suponer que fue la Quebrada San Joaquín la que aportó el mayor volumen de agua durante ese fenómeno torrencial.

9. APTITUD PARA EL USO URBANO

El crecimiento acelerado y muchas veces desordenado de la mayoría de los centros urbanos y problemas como la tenencia de la tierra y la escasez de zonas aptas para urbanizar, han obligado a la población a ocupar áreas cada vez menos adecuadas. Con el ánimo de brindar elementos que permitan plantear soluciones a los problemas existentes y evitar o mitigar los futuros, en este trabajo se agruparon las distintas áreas en zonas homogéneas en virtud de su aparente estabilidad, de la amenaza por procesos erosivos y de su respuesta a modificaciones previsible en su topografía, cobertura o condiciones de circulación de agua superficial (negras o lluvias) y/o subterráneas. Lo anterior fue determinado teniendo en cuenta las observaciones directas de campo y la información presentada en los mapas de morfometría, de formaciones superficiales y de procesos erosivos.

Se elaboró un mapa de aptitud para el uso urbano (mapa 37 del anexo 3).

Este capítulo contiene la información general de las áreas que se demarcaron en el mapa de aptitud para el uso urbano.

En la tabla 13 se muestran las categorías en las que se agruparon las áreas antes mencionadas, teniendo en cuenta en primer lugar si eran áreas urbanizadas o no y en segundo lugar las amenazas geológicas potenciales o detectadas.

9.1. CATEGORÍA I

Esta categoría corresponde en su gran mayoría a zonas urbanizadas. Por sus características se clasifican en:

9.1.1. ÁREAS IA.

9.1.1.1. GENERALIDADES.

Se incluyen dentro de estas las zonas actualmente urbanizadas donde no se evidencian restricciones geológicas

aparentes y en las cuales podrían eventualmente establecerse planes de densificación de viviendas, tanto vertical como horizontalmente, siempre y cuando se realicen los estudios geotécnicos correspondientes.

TABLA 13. CATEGORIZACIÓN DE LAS ÁREAS URBANAS Y SUBURBANAS EN FUNCIÓN DE SU APTITUD PARA EL USO URBANO.

| ÁREAS: | CATEGORÍAS | | |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------|
| | I URBANIZADAS | II URBANIZABLES | III NO URBANIZADAS NI URBANIZABLES |
| Sin restricciones por problemas geológicos aparentes o detectados. | I A | II A | III A: no requieren intervención. puede continuarse el uso. |
| Áreas con potenciales problemas geológicos. | I B | II B | III B: requieren control y vigilancia. |
| Con problemas geológicos detectados. | I C: requieren intervención (ya sea reubicación de viviendas o ejecución de obras de estabilización) | | III C: requieren intervención. |

9.1.1.2. LOCALIZACIÓN

Estas áreas comprenden principalmente el sector central o tradicional (localizado entre la iglesia Santuario en el sur y el CAI, en el norte), algunos sectores de La Hermandad (entre ellos: las etapas I, II, III, IV, V, VI de Villa Hermandad y Villa Clara) y algunos sectores aislados localizados al norte: La María, el matadero nuevo y el Cacho. Además se incluyen algunos sectores que presentan una densificación urbana reducida.

9.1.1.3. RASGOS FISIOGRAFICOS

En general, estas áreas corresponden a terrenos con topografía plana o suavemente ondulada con pendientes

predominante en el rango 0 - 15%, algunas más pronunciadas se presentan localmente con valores que varían entre 10% - 35%.

9.1.1.4. FORMACIONES SUPERFICIALES

Las diversas formaciones superficiales sobre las que se encuentran asentados los distintos barrios de estas áreas I A, se pueden apreciar en el mapa 2/5 del anexo 5. Por ejemplo el sector central más alto (el comprendido entre la iglesia "Antuaco" y el Barrio Varacruz) está asentado sobre un saprolito derivado de rocas gabroicas, cubierto por depósitos de cenizas volcánicas (fig 10), mientras que el sector comprendido entre la estación de bomberos y la estación de servicio San Eugenio, se asienta sobre depósitos torrentiales recientes (fig 12).

9.1.1.5. LIMITACIONES NATURALES Y ARTIFICIALES

En general, las áreas IA parecen aptas para densificación vertical de viviendas, sin embargo, por encontrarse asentadas sobre formaciones superficiales que por sus características texturales y composicionales, presentan propiedades mecánicas heterogéneas, requieren necesariamente de un estudio geotécnico detallado previo con el fin de garantizar la estabilidad de las construcciones futuras. En algunos sectores, en especial los Barrios La Estación, El Porvenir, San Vicente y La Trinidad, y algunos ubicados a lo largo de la antigua vía férrea (Barrios Itania y Villa Amparo) se deben ejecutar obras de infraestructura tales como cunetas colectoras e intersectoras de esorrentia, alcantarillado (especialmente los ubicados a lo largo de la antigua vía férrea) y cobertura y adecuación de taludes expuestos, que garanticen su estabilidad.

La susceptibilidad a los procesos erosivos de los materiales constituyentes de las áreas es generalmente alta, especialmente en algunos sectores adyacentes, los cuales son considerados en la categoría III (Áreas III B).

9.1.2. ÁREAS IB

Estas áreas comprenden las zonas actualmente urbanizadas que pueden presentar problemas de estabilidad: a) debido a movimientos de masa y procesos erosivos que actúan sobre las laderas y taludes adyacentes y que las afectan indirectamente, b) debido a un beneficio inadecuado del terreno (por lo regular estas áreas se localizan sobre rellenos antrópicos hechos con materiales inadecuados y sin

compactación y zonas pantanosas; y c) por último, debido a inundaciones.

Algunos de estos sitios son los siguientes:

a. Por movimientos de masa o desprendimientos de material

- Sector ubicado en la margen derecha del camino al Venado.
- Zona ubicada entre las calles 7 y 10 y las carreras 15 y 18, en el Barrio Pueblo Tapado.
- Área localizada en la margen izquierda de la carrera 17, entre calles 10 y 14. Este sector limita con el Río San Eugenio.
- Cordón de viviendas ubicadas a lo largo de la antigua vía férrea (margen izquierda), entre calles 28 y 31.
- Viviendas localizadas en la margen derecha de la carrera 19 entre calles 16 y 22, lindando con la Quebrada El Bollo.
- Viviendas de los Barrios Caidas y Colombia asentadas en la vertiente oriental de la Quebrada El Bollo (figura 54).
- Sector ubicado en la vía Santa Rosa - Pereira, en el sitio denominado la Postrera y la zona ubicada entre este sector y la Argelia.
- Corredor paralelo al talud que linda hacia el Río San Eugenio, en el Barrio Villa Hermosa, 1a. etapa.

Otros sitios son:

Sector localizado en la margen izquierda de la carretera que conduce a la Vereda Guacas, unos 100 m antes del cruce de dicha vía con la Quebrada El Silencio (al frente de UNISARC).

- Sector localizado en la margen derecha de la Quebrada El Silencio, adyacente al nuevo matadero (en Guaybitó).

- Cordón de viviendas ubicadas en la margen izquierda de la vía o entrada a UNISARC.

b. Por uso inadecuado del terreno.

En el área urbana de Santa Rosa ha sido muy frecuente el colapso de antiguas vaguadas, que correspondían a cauces

permanentes de quebradas, que no fueron recubiertas técnicamente. Además fueron hechos con materiales inadecuados y sin compactación. Otro aspecto bastante común en el área urbana, es la construcción de viviendas u obras civiles en sitios que correspondían a antiguas lagunas, zonas pantanosas que no fueron debidamente tratadas.

En algunos de estos sitios las construcciones presentan un gran porcentaje de deterioro, por asentamientos diferenciales de los materiales del lleno o los depósitos que generan agrésivos asentamientos en las estructuras. En estos sitios el riesgo sísmico es más alto (ver capítulo 6). Estos sectores son los siguientes:

- Sector ubicado encima de la canalización de la quebrada El Buelo (desde la calle 6 hasta la calle 17). Incluye la Plaza de Mercado y sus alrededores.

- Parque de la calle 24A, en el Barrio Villa Hermosa. V etapa. En este sitio se relleno el cauce de una pequeña quebrada donde se construyó una plaza deportiva que ya presenta problemas de hundimientos (Figura 33), y una zona verdohacia la calle 24.

Barrios Villa Hermosa y El Edén. Igualmente en estos sectores se rellenan antiguas cuencas que correspondían a pequeñas afluentes de la Quebrada San Roque; sobre estas planas se construyeron algunas viviendas.

c. Por inundaciones.

Según entrevistas sostenidas con personas vecinas y por evidencias encontradas en campo, se comprobó que existen algunos sectores ubicados en la margen derecha del Río San Eugenio que pueden ser afectados por inundaciones; estos son:

- Viviendas localizadas en la calle 16 abdo del terminal, en la margen derecha del Río San Eugenio.

- Área media-baja de los Barrios Nuevo Horizonte, San Vicente y El Porvenir (Figura 17).

En general en muchas de estas áreas deben implementarse medidas correctivas para garantizar su estabilidad. En otros casos por la magnitud y/o lo elevado de los costos de obras correctivas, puede resultar más económico la reubicación de las viviendas. En Barrios como Nuevo Horizonte, San Vicente, El Porvenir y Villa Alegria, se

requiere la construcción de obras de infraestructura como cañetas colectoras e interceptoras de aguas de escorrentía debidamente conectadas a descoles en el Rio San Eugenio.

9.1.3. ÁREAS IC.

Corresponden a zonas urbanizadas consideradas de alto riesgo, ya que están siendo afectadas directa o indirectamente por procesos geológicos y/o hidrologicos como movimientos de masa, inundaciones, asentamientos en el terreno, etc.

Las medidas correctivas que se adopten en la mayoría de estos sectores resultarían prácticamente infructuosas, por la magnitud del problema o por los altos costos de las obras que habría que ejecutar. Por lo tanto es mas recomendable la reubicación de las viviendas aquí localizadas.

9.1.3.1. Sector localizado en la margen izquierda de la Quebrada Santa Helena (Entre la quebrada y la vía a la Samaria).

En este corredor se ubica una serie de viviendas a unos 4 m de altura con respecto al cauce de la Quebrada Santa Helena (Figura 41). Según encuestas realizadas a los pobladores de la zona y por evidencias encontradas directamente en campo, esta quebrada ha tenido crecientes y flujos torrenciales que han alcanzado este nivel y han destruido algunas viviendas (como ocurrió en mayo de 1987).

A este problemática se suma la amenaza por deslizamientos en los taludes de la margen derecha de la vía que conduce a la Vereda La Samaria, además la intensa excavación de orillas que ejerce la quebrada sobre su margen izquierda, que no logro destruir parcialmente la banca de la vía y el muro de contención que la protegía.

Por las razones anteriores se deben reubicar estas viviendas y prohibir la construcción de nuevas edificaciones.

Igualmente, existe un cordón de viviendas asentadas en el área de influencia de la Quebrada San Bernardino donde pueden presentarse deslizamientos. Este cordón se extiende prácticamente hasta la plaza de ferias. Allí la amenaza por movimientos de masa y por inundaciones es muy alta, como se deduce de los procesos actuales presentes.

9.1.3.2. Sector Barrio Córdoba (figura 39).

Este sector incluye los Barrios Pueblo Tapado (Sector bajo), Córdoba, Suizo, La Milagrosa, La Unión y el Matadero, comprendiendo una faja paralela al Río San Eugenio, entre la Quebrada La Leona y el puente sobre el mismo Río en la vía Santa Rosa - Pereira.

Los barrios Córdoba, Suizo, La Milagrosa y La Unión, se encuentran asentados sobre depósitos torrenciales dejados por el Río San Eugenio, limitados al norte por un fuerte escarpe vertical, igualmente conformado por depósitos torrenciales recientes.

Las amenazas en este sector están definidas por:

- Movimientos de masa generados en el talud adyacente. Según lo observado en campo, en este talud se presentan numerosas cicatrices de movimientos de masa hacia la parte alta (Ver mapa 4.5 del anexo 3), los que conservan sus respectivos depósitos.

Hacia la pata del talud se presentan numerosos manantiales que pueden capturar el material y por consiguiente contribuir a la formación de deslizamientos o asentamientos del terreno.

- La diferencia de altura de estos barrios con respecto al cauce actual del río es de 2 m aproximadamente, lo que los hace susceptibles a eventos torrenciales como los que, según testimonios de la gente, han afectado la margen izquierda del río en este sector. Además, hacia el extremo Este del Barrio Unión desemboca la Quebrada La Leona, que ha tenido varias crecientes históricas, una de las cuales inundó parte de la cancha de fútbol y varias viviendas. Esto ocurrió el 8 de junio de 1990 y destruyó una vivienda ubicada en la margen izquierda de la vía que bordea el río, a unos 10 m de la quebrada.

Datos georreferenciados fueron planificados, sin embargo no se consideró que estuvieran en sectores inundables; ahora la solución al problema se plantea tan compleja que a todas luces resulta extremadamente costosa. Este hecho pone en evidencia la necesidad de contar con estudios como el presente, que contribuye a evitar que situaciones similares se repitan en el futuro.

En esta zona sector se presenta una serie de viviendas que limitan en su parte trasera con un talud vertical de 10 m

de altura aproximadamente, conformado por un depósito horizontal reciente. Los bloques que hace parte de dicho depósito pueden desprenderse y por su gran tamaño (algunos hasta de 1 m de diámetro) podrían causar daños a las viviendas, además de pueden presentar y se han presentado deslizamientos en este talud.

9.1.3.3. Sector de la Vereda La Reina.

En esta zona se ubican unas 13 viviendas, las que limitan en su parte trasera con un talud subvertical de unos 7 m de altura, conformado por sarcolito derivado de rocas gábricas, el que ha presentado desprendimientos de material, afectando parcialmente algunas viviendas.

9.1.3.4. Sector vía Santa Rosa - Pereira (a partir del puente), banca del ferrocarril - La Hermosa.

En esta zona se localiza una serie de viviendas (de aproximadamente) expuestas a movimientos de masa. Las condiciones de estabilidad del talud están descritas detalladamente en el capítulo 5 (de procesos erosivos). En este sector se ubican los artesanos de Santa Rosa (figura 10).

Características similares manifiesta el talud de la antigua banca férrea entre el puente sobre el Rio San Eugenio y el sector de La Hermosa, donde repetidamente se presentan caídas y deslizamientos que involucran grandes volúmenes de material.

Un factor que influye drásticamente en la estabilidad de muchas de estas viviendas es su mal estado (ruinoso). En el capítulo 7 se describe cualitativa y cuantitativamente el estado y tipología actuales de las viviendas del área urbana y suburbana.

9.1.3.5. Sector El Crucero, La Argelia.

En el anexo 4 se describe detalladamente.

9.1.3.6. Existen otros sectores que presentan un alto riesgo ya sea por movimientos de masa, inundaciones y/o por el inadecuado beneficio del terreno: entre ellos se tienen:

- El sector localizado en la margen derecha del río San Eugenio, aguas abajo del puente de la vía Santa Rosa - Pereira (margen derecha del Río entre calles 10 y 11), las viviendas se asientan en la llanura de inundación,

aproximadamente 1.5 m encima del cauce del río. lo que las hace vulnerables ante posibles crecientes.

- Viviendas ubicadas en la sección terminal de la calle 16 y el Río San Eugenio. Según pobladores del sector, en mayo de 1957, el Río San Eugenio creció y afectó la casa de la escuela (calle 17 #17B-74). Al frente de este sector se presentó un deslizamiento, hace varios años, que regresó aproximadamente el cauce del río obligándolo a desplazar su curso.

- Barrio Villa Alegria. Las viviendas de esta zona fueron demolidas y reubicadas por las frecuentes inundaciones que las que estaban sometidas. Sin embargo, aun permanece una vivienda en este sector.

- Parte baja de los Barrios San Vicente, El Esmeralda, La Trinidad y Villa Oruma. Estos sectores se encuentran a una altura promedio de 2 a 3 metros encima del cauce actual del Río San Eugenio. Según encuestas realizadas entre los pobladores, el río ha presentado niveles de crecientes, en esta zona, hasta de 4 m (por lo menos en el sector bajo del Barrio Nuevo Horizonte). Las características enteriores ponen de manifiesto el alto riesgo que presentan estas zonas.

- Cordon de viviendas del barrio Monserrate. Estas viviendas se encuentran asentadas sobre la llanura de inundación de la Quebrada Italia, lo que las hace vulnerables a crecientes. Además existen condiciones de inestabilidad en la vertiente sur de la quebrada, debidas a acumulaciones de material en los ocros del talud, por obras mal planificadas en el Barrio Villa Ximara. (Figura 74).

Se presentan otros casos de viviendas aisladas que presentan un alto riesgo, las que se pueden apreciar en el mapa de aptitud para el uso urbano (Mapa 5/5 del anexo 5).

Se evidencia de todas maneras una coincidencia general de las viviendas localizadas en estos sectores criticos con la identificación realizada por CARUER en 1978, donde las viviendas localizadas en zonas de riesgo en los sectores subnormales, para los cuales se han definido soluciones de reubicación o estabilización tanto de prioridad urgente como moderada. La ejecución del programa de reubicación de estas viviendas se encuentra en marcha por parte de CARUER y el municipio.

9.2 CATEGORÍA II.

Esta categoría incluye las zonas no urbanizadas dentro del vecindario urbano, que no presentan restricciones geológicas, aptos para el uso urbano.

Estas zonas son bastante extensas en el área, lo que significa que con una adecuada planeación el municipio no tendrá problemas para su expansión urbana futura.

Por sus características se subdividen en II A y II B.

9.2.1. Áreas II A

Las principales áreas se localizan en el sector suroriental del área urbana, en la Hermosa, al oriente de la Quebrada Italia (Finca Betania) y al norte de la mancha urbana, especialmente:

a) En los sectores del Estadio - La Maria, b) Margen derecho de la Quebrada El Silencio, c) El comprendido entre el Río San Eugenio y la Quebrada El silencio (Zona de Proje) y d) El Jasmín.

En la figura 45, se muestran estas áreas agrupadas por sectores para facilitar su descripción. Las siguientes son sus características:

9.2.1.1. Sector sur-oriental del área urbana (S 1):

a. Localización.

Este sector comprende algunos terrenos adyacentes al Hotel Santa Rosa, otros localizados en el Barrio Veracruz, entre la Planta de Tratamiento y la Quebrada La Leona y los ubicados entre la Quebrada La Leona y el Río San Eugenio (Barrio Cartago).

b. Generalidades.

Abarcan unos terrenos de aproximadamente 48 hectáreas, comprendidos entre las cotas 1.790 y 1.795 m. En la cota superior de este sector se localiza la planta de tratamiento y de distribución del acueducto.

En términos generales estas áreas poseen buenos vías de acceso, en especial la carretera que conduce a Tarmales, la vía al condominio Cartago, la misma vía a la planta de tratamiento, entre otras.

c. Formaciones superficiales.

Estas zonas están localizadas principalmente sobre depósitos de cenizas volcánicas infrayacidos por depósitos terraciales. En algunos sitios se determinó un espesor de hasta 4 m para las cenizas volcánicas (estación 3R0 - 04, mapa 1/b del anexo 5).

d. Rasgos fisiográficos.

Estas áreas presentan una topografía plana o suavemente ondulada, moderadamente disectada por los diferentes afluentes de la Quebrada Monserrate, La Leona y el Río San Eugenio.

Las pendientes, en general, se localizan en el rango 9 - 10%.

e. Limitaciones naturales y artificiales.

La principal limitante la constituyen las zonas adyacentes a estas áreas que presentan pendientes mayores al 35%. Para evitar que estas márgenes se deterioren en un futuro, por el avance urbanístico, se debe implementar un plan integral tendiente a su protección, principalmente a evitar la rujección de las laderas del Cerro Monserrate.

9.2.1.2. SECTOR DE LA HERMOSA (S 2)

a. Localización.

Esta zona se localiza en el occidente del área urbana, entre la Quebrada San Roque y el Río San Eugenio; hacia el norte se extiende hasta inmediaciones con la Quebrada Santo Domingo.

b. Generalidades.

Este terreno tiene un área aproximada de 50 hectáreas, comprendidas entre las cotas 1.070 y 1.050 m, unas 100 m por debajo de la cota de la planta del acueducto. Estas áreas poseen buenas vías de acceso.

Este sector tiene una alta vocación para ser completamente urbanizado, por la infraestructura ya existente (acueducto, alcantarillado y vías de acceso) en las diferentes etapas de Villa Hermosa (I, II, III, IV y V).

c. Rasgos fisiográficos

En general presentan una topografía plana de terrazas o muy suavemente ondulada que remata en colinas redondeadas y/o taludes subverticales, hacia las márgenes de la Quebrada San Roque y el Río San Eugenio. Las pendientes en esta zona se localizan en el rango 0 - 10%.

d. Formaciones superficiales

El sector está localizado principalmente sobre depósitos de cenizas volcánicas influyéndose por depósitos torrenciales. Otros sectores, especialmente hacia la margen izquierda del Río San Eugenio, están conformados por depósitos torrenciales recientes influyéndose por depósitos de cenizas volcánicas.

e. Limitaciones naturales y artificiales

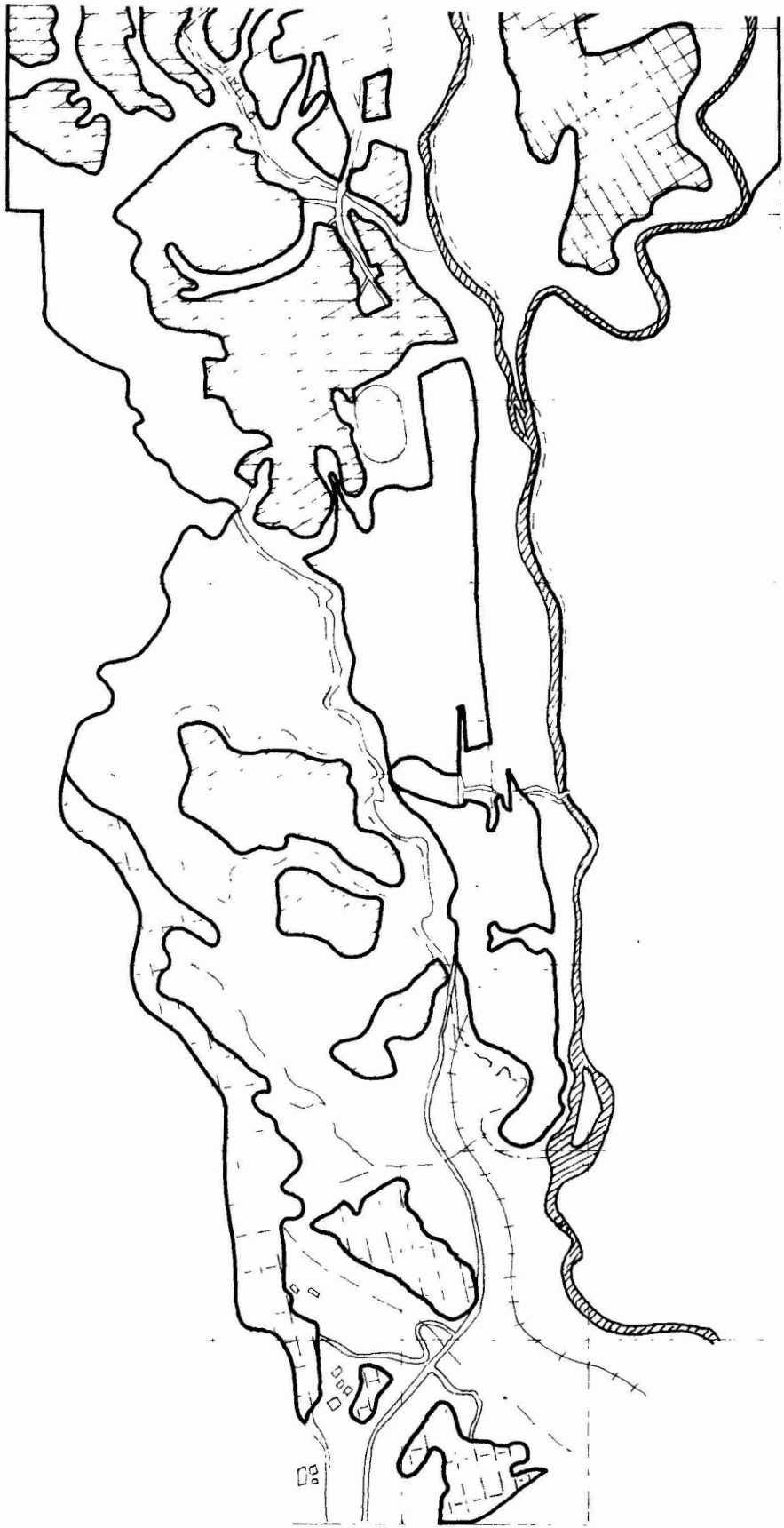
La principal limitante, la constituyen las márgenes de las quebradas San Roque y Santo Domingo y la del Río San Eugenio, pues se encuentran bastante deterioradas por los diferentes procesos erosivos (entre ellos: movimientos de masa, socavación de orillas, sobrepastoreo, etc.). Para evitar que estas laderas continúen su deterioro acelerado, por el avance urbanístico y que estas a su vez amenacen la estabilidad de las viviendas futuras, se debe implementar un plan integral tendiente a su protección.

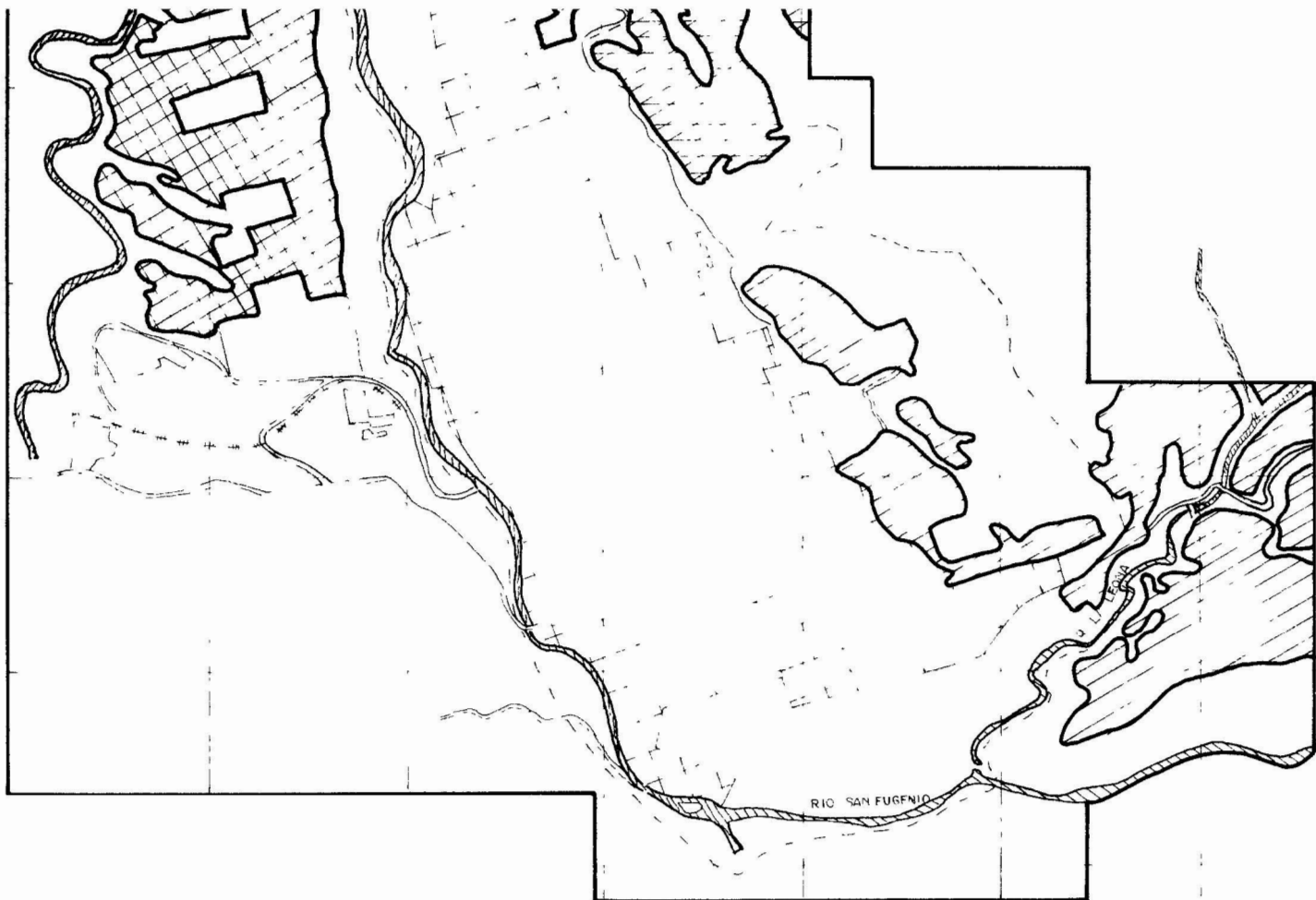
Otra limitante, de poca importancia si se ejecuta técnicamente, la constituirían los llenos de pequeños arroyos que atraviesan este sector.

9.2.1.3. Sector oriental de la quebrada Italia - El Estadio (S 3).

Comprende básicamente los terrenos alrededor de la Finca Benavita (figure 45). Abarca un área aproximada de 87 hectáreas y se ubica entre las cotas 1.675 y 1.850 m. La diferencia de altura entre el nivel del tanque del acueducto y la cota máxima del área es de aproximadamente 175 m.


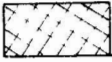
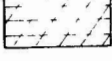
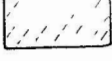
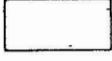
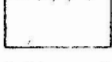

En su zona se localiza sobre depósitos de cenizas volcánicas que recubren depósitos torrenciales antiguos, que conforman un terreno con morfología de colinas redondeadas con cimas planas, suavemente disectadas (valles de pequeños quebradas muy poco profundos). Las pendientes en promedio se ubican en el rango 0-10% y muy localmente entre 15 - 35%.





ESCALA APROX : 1: 17. 500

CONVENCIONES

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
|  | S - 1 = SECTOR SUR-ORIENTAL DEL AREA URBANA |
|  | S - 2 = SECTOR DE LA HERMOSA |
|  | S - 3 = SECTOR ORIENTAL DE LA QUEBRADA ITALIA - EL ESTADIO |
|  | S - 4 = SECTOR EN EL NORTE DE LA MALLA URBANA |
|  | S - 5 = SECTOR NORTE DEL ESTADIO - LA MARIA - PROGEL |
|  | S - 6 = ZONAS AL ORIENTE DE LA QUEBRADA EL SILENCIO |
|  | S - 7 = SECTOR GUACAS - EL JAZMIN |

**FIG 45 - AREAS PARA EXPANSION URBANA DENTRO DEL PERIMETRO URBANO ,
 AGRUPADOS POR SECTORES .**

La principal limitante de tipo artificial la constituye la falta de vías de acceso al sector y la disponibilidad de servicios como acueducto y alcantarillado.

Otra limitante que se debe considerar son las márgenes de las quebradas que circulan por el sector, las que se encuentran bastante deterioradas por diferentes procesos erosivos, entre los cuales se tiene la incisión o sobre excavación de los mismos cauces de los caños y algunas cicatrices de declinamientos superficiales.

9.2.1.4. Sector ubicado en el norte de la malla urbana (S 4).

a. Generalidades

Este sector incluye las áreas ubicadas al occidente de la Quebrada La Italia y las ubicadas entre la vía a Chinchiná y la antigua vía férrea, y por último las áreas ubicadas al norte de la Quebrada La Italia, entre el tejero y la vía a Quacac (figura 45).

Comprende una zona de aproximadamente 13 hectáreas, posee una cota superior de 1.865 m e inferior de 1.825 m. La diferencia de altura de la cota máxima del sitio con respecto al nivel del tanque del acueducto es de aproximadamente 135 m.

b. Rasgos fisiográficos

En general el terreno presenta una topografía plana o ligeramente ondulada, con pendientes que varían en el rango 0-15% y 15-35%. Esporádicas colinas redondeadas, se presentan hacia la parte trasera del tejero.

c. Formaciones superficiales

Este sector está conformado por depósitos de cenizas volcánicas que recubren depósitos torrenciales antiguos y en algunos otros sitios por depósitos torrenciales recientes.

d. Limitaciones naturales y artificiales

Este sector no presenta limitantes de importancia, por lo cual es considerado como adecuado para un inmediato desarrollo urbano (como está sucediendo en la actualidad); además permite una rápida articulación con la malla urbana existente.

9.2.1.5. Sector norte del Estadio-La Maria-PROGEL (S 5).

a. Generalidades

Este sector está comprendido entre el Estadio y PROGEL, y entre el Rio San Eugenio y la Quebrada El Silencio.

Este sector tiene un área aproximada de 39 hectáreas. En terminos generales posee muy buenas vías de acceso, en especial la vía que conduce a Chinchiná y la antigua vía férrea.

Aquí se han construido los Barrios La Maria y León y existen varias solicitudes para la construcción de otros. Sin embargo, la principal limitación de este sector es la dificultad de conectarlo al perímetro sanitario.

b. Rasgos fisiográficos

Esta zona tiene una topografía plana, o suavemente ondulada e inclinada, como se presenta entre La Maria y PROGEL; en general las pendientes caen en el rango 0-15% y localmente, como sucede entre La Maria y PROGEL, en el rango 10-35%.

c. Formaciones superficiales

Estas áreas se asientan principalmente sobre depósitos de cenizas volcánicas recubriendo depósitos torrenciales, entre el Estadio y La Maria y entre la vía a Chinchiná y la Quebrada El Silencio. El sector entre La Maria y PROGEL se localiza básicamente sobre depósitos torrenciales recientes.

d. Limitaciones naturales y artificiales

En general estas áreas no presentan limitaciones que restrinjan su uso. Sin embargo se debe ejercer un control y control integral de recuperación de las márgenes del Rio San Eugenio y la Quebrada El Silencio, además es fundamental hacer una evaluación completa de la cuenca de captación antes de planear ocupar sus riberas.

Existen otros sectores que presentan buenas características para ser urbanizados, tanto residencial como industrialmente. Sin embargo por su topografía y la topografía de áreas adyacentes, por la falta de vías de acceso y la poca disponibilidad de servicios (especialmente el de agua potable y alcantarillado), presentan una posibilidad de uso más baja en comparación con los sectores descritos.

anualmente.

9.2.1.6. Sector ubicado al oriente de la Quebrada El Silencio (S 6).

Tiene un área aproximada de 17 hectáreas y está conformado principalmente por colinas redondeadas constituidas por depósitos de cenizas volcánicas recubriendo depósitos tórcenciales y/o soprolito derivado de lavas andesíticas.

9.2.1.7. Sector Guacas - El Jazmín (S 7).

Estas zonas tienen un área de 24 hectáreas aproximadamente.

9.2.2. ÁREAS II B

Corresponden a zonas con algunas restricciones geológicas: áreas pantanosas y pendientes moderadas a altas, principalmente.

Por las obras de tipo preventivo y de adecuación, estas áreas se hacen más costosas que las arteriales para su utilización.

9.3. CATEGORÍA III.

En esta categoría se incluyen las áreas o zonas no urbanizadas ni urbanizables. Por sus características se subdividen en:

9.3.1. ÁREAS III A

Corresponden a zonas donde no se evidencian problemas de tipo geológico aparentemente, sin embargo no son aptas para expansión urbana. La mayoría presentan pendientes fuertes mayores del 45%.

En algunas zonas de estas áreas pueden aceptarse desarrollos o asentamientos de viviendas aisladas de tipo rural.

El uso actual que se les da debe continuarse y ser controlado por los organismos oficiales competentes mediante políticas definidas de ordenamiento y manejo del suelo, para evitar su deterioro en un futuro.

9.3.2. ÁREAS III B

Estas áreas corresponden a zonas con potenciales problemas

de estabilidad originados de movimientos de masa y otros procesos erosivos, tales como erosión superficial en curvas, desestabilización de orillas y socavamiento de cauces. Parte de la estabilidad de estas zonas, está sujeta o puede ser influenciada por las áreas adyacentes III C, que presentan graves problemas de estabilidad.

En general estas zonas deben ser consideradas como de conservación e implementar planes integrales a mediano o largo plazo, tendientes a su recuperación y protección.

9.3.3. ÁREAS III C

Se incluyen aquí las zonas con restricciones moderadas a fuertes que requieren medidas correctivas a corto plazo, que garanticen su estabilidad y por consiguiente la de las áreas vecinas. Generalmente comprenden terrenos con pendientes mayores del 35%.

Las restricciones más importantes son de estabilidad frente a movimientos de masa activos y/o recientes y otros procesos erosivos que actúan sobre los taludes y márgenes de las quebradas y ríos.

Algunas de estas áreas inestables por movimiento de masa, se localizan en sectores inmediatos o adyacentes a zonas urbanizadas, como el sector ubicado en la margen izquierda de la vía Santa Rosa - Pereira, entre el puente sobre el Río San Eugenio y la finca ubicada al frente del Colegio Veracruz. Una descripción detallada de este sector se presenta en el capítulo 5 de procesos erosivos.

Entre los demás procesos erosivos se tienen la erosión en curvas como consecuencia de la escorrentía superficial que circula libremente sobre los taludes y márgenes de quebradas y ríos; también es importante la socavación de orillas y desestabilización de márgenes, principalmente en largos tramos del Río San Eugenio y las Quebradas La Leona, Santa Helena, La Italia, San Roque, El Silencio y en otras corrientes menores. De menor frecuencia pero de igual importancia se consideran los desprendimientos locales de bloques de roca, la inadecuada disposición de basuras y los banquetes aislados efectuados sobre materiales de cohesión baja que pueden desestabilizar áreas de importancia local, afectando principalmente sectores de asentamientos humanos.

Otra limitante, de relativa importancia, la constituyen las posibles inundaciones en algunos sectores localizados

especialmente sobre las márgenes de las corrientes de agua en las ciudades y sobre las que se deben respetar los retiros de los cauces (50 m) contemplados en las normas vigentes sobre la materia (Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, 1975).

Algunos de estos sectores inestables, que merecen especial atención, son los siguientes:

- Sector localizado en la margen izquierda de la vía Santa Rosa - Perceiva entre el puente sobre el Río San Eugenio y la línea al frente del Colegio Veracruz.

Margen izquierda del Río San Eugenio, especialmente el tramo de La Hermosa.

- Margen derecha de la Quebrada San Roque.

- Ambas márgenes de la Quebrada Santa Helena, en especial la izquierda, ya que en esta se localiza la vía a la Verónica La Smaoile, esta vía ha sido afectada en varias ocasiones por procesos de cavación de orillas y por movimientos de masa en los taludes de la vertiente occidental.

- El sector de la cantera o balastrea municipal.

Amboas márgenes de las Quebradas Italia y El Silencio.

La mayoría de taludes subverticales y verticales asociados los cortes de las principales vías del área.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El área urbana y suburbana de Santa Rosa de Cabal está asentado principalmente sobre depósitos de piedemonte del flanco occidental de la Cordillera Central, acumulados en una depresión en rocas metamórficas paleozoicas, igneo-cuarcíticas y sedimentarias cretáceas y terciarias, originada por fallas geológicas que presentan evidencias de actividad reciente.

2. Aunque en estudios regionales fueron reconocidos como de origen fluvio-volcánico y/o fluvio-glaciar, en este estudio se reconocieron depósitos torrentiales recientes cuyo origen pudo ser diferente: Crecientes por eventos puntuales excepcionales, reasentamientos de los drenajes que confirman la cuenca del San Eugenio, que a su vez pudieron ser ocasionados por fuertes aguaceros y/o erosión de orillas o movimientos sísmicos.

3. Las crecientes con fuertes torrentiales son la principal amenaza para la población de Santa Rosa de Cabal, especialmente para la zona de las riberas del río San Eugenio y de las quebradas Santa Helena, La Leona, San Bernardino, Monserrate y San Roque. De ahí que se requieren:

- Evitar la construcción de nuevas viviendas en las llanuras de inundación de estos drenajes (debidamente señaladas en el mapa de aptitud b/d. Anexo 3).

- Llevar a cabo el programa de reubicación de viviendas, planteado por LA 'ARBER desde 1998.

- Desarrollar un programa de reubicación de las viviendas localizadas en áreas inundables (La Unión, Suiza, Córdoba, La Milagrosa, Trinidad, Río XII, Villa Alegre) y de educación a la comunidad, señalando la amenaza a la que se ven expuestas e indicando las acciones a seguir ante una posible emergencia.

- Añade otros estudios detallados en la cuenca del río San

Eugenio, determinando puntos críticos por posibles representaciones. Deben incluirse estudios detallados de las microcuencas de las Quebradas Santo Helena, San Roque, La Leona y el Silencio.

- Estudiar en detalle los depósitos torrenciales reciente-criando de establecer su edad y origen. (al respecto el DAINHA viene adelantando sendos convenios con la Universidad de Caldas y el Instituto Nacional de Antropología).

4. En la cuenca del Rio San Eugenio no se presenta una distribución homogénea de las lluvias. No parece existir una coincidencia entre el óptimo pluviométrico y la altitud (como se ha definido para otros sectores de la Cordillera Central).

Las mayores precipitaciones conocidas se han registrado en las cuencas de las Quebradas Santa Helena, de Reina y San Roque, lo que puede corresponder a microclimas asociados a condiciones geográficas particulares. Este hecho exige que se contenga de una mejor instrumentación pluviográfica y limnográfica en la cuenca, para obtener información confiable sobre precipitación y caudales.

5. La litología superficial predominante en la zona de estudio son las cenizas volcánicas. Estas presentan una estabilidad relativamente buena. Sin embargo, por estar cubriendo materiales heterogéneos como depósitos torrenciales y saprolitos, deberá tenerse especial cuidado durante la ejecución en cortes de vías y banquetas para viviendas, pues generalmente la interfase ceniza/deposito torrencial o ceniza/saprolito tiende a ser susceptible a deslizamientos en masa. En cualquier proyecto que se desee ejecutar se deberán realizar los estudios de suelos pertinentes.

6. Los fenómenos erosivos predominantes corresponden a socavación de orillas (y desprendimientos asociados a estas) y grandes movimientos de masa.

La socavación de orillas es común en todos los drenajes naturales de área y es favorecida por el intenso deterioro que han estado expuestas las cuencas. Surge entonces la necesidad de que el municipio derina las acciones a seguir para que se respeten las zonas de protección (30 m) de las quebradas y rios conforme lo exige el Código de Recursos Naturales. Además debe impedirse la rectificación de arroyos, como ocurrió en la Quebrada San Roque.

En Santa Rosa los grandes movimientos de masa dependen de la asociación precipitación-suelo-estructura geológica. Los mayores movimientos de masa se localizan en la vertiente sur de la carretera Santa Rosa - Pereira y en las vertientes del Cerro Monserrate, por lo que se requiere un tratamiento especial para estas áreas y su no utilización con fines urbanos de construcción de viviendas. Los deslizamientos en la vía Santa Rosa - Pereira deben ser monitoreados, pues su reactivación puede causar una emergencia vial de consecuencias incalculables.

7. Tanto San José está expuesta a amenaza sísmica alta y el precario estado de muchas de las viviendas (4.8%), principalmente las más viejas, crean mayores condiciones de riesgo. Por ello deben ser aplicadas las normas del Código Colombiano de Construcciones Sísmo-Resistentes o las construcciones o renovaciones que se hagan en el área urbana y suburbana.

8. Muchos drenajes naturales han sido rellenos en forma antisísmica, para 'adaptar' terrenos que luego son urbanizados. Esta práctica no sólo afecta el medio físico natural, sino que altera las condiciones de riesgo tanto sísmico como por asentamientos diferenciales en edificaciones con el consecuente deterioro de sus estructuras.

Se recomienda la creación de una reglamentación específica para el uso de los rellenos existentes. Para la construcción de viviendas en éstos se deberá garantizar que los cimentaciones se hagan por debajo del fondo sobre material inalterado (generalmente cenizas); esto puede requerir la utilización de pilotes.

No se recomienda la ejecución de nuevos llenos, si son estrictamente necesario, las áreas resultantes deben dedicarse para fines no constructivos.

9. El fenómeno de los llenos está asociado, entre otros aspectos, al desarrollo de nuevas urbanizaciones que asecan los terrenos por medio de descapotés y banquetes y que no encuentran un sitio en Santa Rosa para la disposición final de la tierra movida. Se requiere, entonces que la administración municipal defina el o los sitios donde se depositen estos materiales: dichos sitios no deberán ser ni los drenajes naturales ni los cordones de las cañadas.

10. La acumulación de materiales en los bordes de los taludes es una práctica usual en Santa Rosa: ejemplos como Villa María señalan que ésta debe ser abolida, por los riesgos que encierra tanto para el área afectada como para las áreas vecinas.

11. La falta de adecuado servicio de alcantarillado en barrios periféricos puede aumentar rápidamente los fenómenos de inestabilidad de las vertientes. Corresponde a ENFOCARSA atender este requerimiento en Barrios como Trinidad y en aquellos asentados en las vertientes de la zona alta El Billo. Además es necesario crear o mejorar la infraestructura requerida en barrios como el Fortuito y otros, para controlar y conducir adecuadamente los avulsos pluviales.

12. Santa Rosa cuenta con suficientes áreas para suplir la demanda de terrenos muchos años. Pero la principal limitante lo constituye la dificultad de garantizar la adecuada provisión de servicios públicos. La urgencia que Santa Rosa cuenta con el plan maestro de conducción y alcantarillado pues aún hay tiempo para disminuir el impacto causado por el vertimiento de desechos a las corrientes naturales.

Se recomienda no ampliar el perímetro sanitario hacia el norte de la urbanización La Italia, en tanto no se cuente con un saneamiento. El sector de La Hermosa se constituye en ciudad para expansión urbana a corto plazo, sin embargo el aspecto "distribución final de aguas servidas" es un sector que debe ser atendido con prontitud para el desarrollo del sector.

13. Es fundamental que entidades como el Cuerpo de Bomberos, la Cruz Roja y la Defensa Civil lleven el registro continuo de los fenómenos que afectan y afectan al área urbana y suburbana de Santa Rosa. La información deberá comprender:

-Fecha de ocurrencia del fenómeno.

-Tipo de fenómeno (deslizamiento, oiso, creciente de ríos y quebradas, aguaceros, caídas de cenizas volcánicas, etc.).

-Número de viviendas y/o damnificados.

-Vedettes necesarias.

- Naturaleza de pérdidas materiales.
- Descripción general del fenómeno.
- Observaciones generales.

11. Este trabajo se ha realizado para contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes a corta hora de Cabal. Depende de la administración municipal la correcta y oportuna utilización de los resultados obtenidos.

La CADERA estará atenta a responder cualquier interrogante surgido de la lectura y análisis de este documento y asesorar a la administración municipal en aquello que así lo requiera.

Esta información no debe considerarse rígida ni definitiva. Estará sujeta a las modificaciones que surjan del mejor conocimiento de la cuenca del Río San Eugenio y de la amenaza sísmica y, lo más importante, del bien o mal que la comunidad dirige por la administración municipal. Cabe la atención física.

BIBLIOGRAFIA

- ALZATE, Guillermo. Monografía del Municipio de Dosquebradas. Editorial Gráficas Olímpicas. Pereira, 1986.
- ANGEL J., Hugo. Pereira: Proceso Histórico de un grupo Etnico Colombiano. Club Rotario, Pereira, 1983.
- CABALLERO, H. y ZAPATA, G.. Plancha 224, Pereira. INGEOMINAS: Mapa geológico preliminar. Bogota, 1983.
- CARDER. Protección de Viviendas en Areas de Peligro en las Cabeceras Municipales del Departamento de Risaralda. Documento OP-04-88. Pereira, 1988. 61 p..
- CENICAFE. Anuario Meteorológico 1985. Chinchiná, 1985. 358 p..
- CHEC, ICEL, ENEL. Proyecto Geotérmico del Macizo Volcánico del Huila. 1983.
- EGEO. Inventario Básico de las Cenizas Volcánicas Cuaternarias en la Zona Sur Oriental de Risaralda. CARDER. Pereira, 1984. 82 p., Anexos y mapas.
- Geología Ambiental del Area Urbana y Suburbana del Municipio de Marsella. CARDER, 1987. 216 p..
- ESTUDIOS TECNICOS LTDA. Aprovechamientos Hidroeléctricos de la Cuenca Media Alta del Río Otún. Informe de Prefactibilidad. Volumen IV : Sismología. Ministerio de Minas y Energía. Bogotá. 1983. 44p..
- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS. Estudio de Zonificación de Uso Potencial del Suelo en la Zona Cafetera del Departamento de Risaralda. Bogotá, 1988. 265 p..
- FRANCO R., FERNANDO. Recursos Mineros del Departamento de Risaralda. Secretaria de Desarrollo Agropecuario. Pereira. 1986. p.p. 10-11.
- GOBERNACION DE RISARALDA. Diagnóstico Plan Integral de Desarrollo Urbano. Santa Rosa de Cabal. Fondo Editorial Gobernación de Risaralda. Pereira. 1982.
- Atlas de Risaralda. Fondo Editorial del Departamento de Risaralda. Pereira, 1988.
- Anuario Estadístico de Risaralda. Fondo Editorial del Departamento de Risaralda. Pereira, 1988.

- HERMELIN. MICHEL. Suelos, Rocas y Formaciones Superficiales. En : Revista DYNA, Nro. 106. Medellín, 1985. p.p. 25-29.
- INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA. Evaluación Geológica y Geotécnica del Trazado de la Variante Santa Rosa de Cabal - Pereira. Oleoducto de Caldas. ECOPEPETROL. Trabajo Nro. 582. Bogotá, 1986. 56 p..
- JAMES. MICHEL. Estudio Sismotectónico del Viejo Caldas. INGEOMINAS. Medellín, 1986. 113 p..
- KHOBZI, JACK. Aspectos de Geomorfología Periglacial. Glaciaria y Fluvioglaciaria en Montañas Tropicales Húmedas Norandinas. En: Geología Norandina Nro. 3. Bogotá. 1991.
- MOJICA, JAIRO y SCHEIDEGGER, ADRIAN. Diaclasas Recientes en Colombia y su Significado Tectónico. En: Geología Colombiana Nro 12. Bogotá, 1981.
- PEREZ, ALFONSO. Algunos Aspectos del Clima. En: Estudios de Ecosistemas Tropandinos. la Cordillera Central Colombiana. Transecto Parque los Nevados. Vol. 1. Berlin-Stuttgart, 1983.
- PEREZ, ALFONSO y VAN der HAMMEN, THOMAS. Unidades Eco-Geográficas y Ecosistemas en el Parque Natural los Nevados: Una Síntesis Inicial. En: Estudios de Ecosistemas Tropandinos, la Cordillera Central Colombiana. Transecto Parque los Nevados. Vol. 1. Berlin-Stuttgart, 1983.
- THOURET, JEAN CLAUDE y FABRE, D.. Procesos morfodinámicos Sobre vertientes de la Cordillera Central. En : Estudio de Ecosistemas Tropandinos, la Cordillera Central Colombiana. Transecto Parque Natural los Nevados. Vol. 3. Berlin-Stuttgart, 1989.
- URIBE, FRANCISCO. Geología Ambiental en las Cabeceras Municipales de Risaralda, Términos de Referencia. CARIER. Documento OP-06-88. Pereira, 1988.
- VALENCIA, ENRIQUE. Historia de Santa Rosa de Cabal. Vol. 1. Imprenta Departamental de Caldas. Manizales, 1990.
- VENEKLAAS, ERIK. Rainfall Interception and Aboveground Nutrient Fluxes in Colombian Montane Tropical Rain Forest. Tesis de doctorado. Risks Universiteit-Utrecht, 1990.
- VILLEGAS, JOSE. Información Complementaria de la Encuesta Nacional Sobre Desastres de Origen Natural, Para la Oficina Nacional de Emergencias. Defensa Civil, Santa Rosa, 1988. 8 p..

ANEXOS

ANEXO 1. LISTADO DE LÍNEAS DE VUELO, FOTOGRAFÍAS AÉREAS Y MAPAS REGIONALES Y LOCALES DE SANTA ROSA DE CABAL.

| TOMÓ | VUELO | ESCALA | AÑO | NÚMEROS | |
|----------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-------|
| | | | | DESDE | HASTA |
| IGAC | M41 | 1:55.000 | 1955 | 3.780 | 3.783 |
| | M547 | 1:60.000 | 1959 | 6.774 | 6.776 |
| | C1768 | 1:29.000 | 1977 | 208 | 216 |
| | C1768 | 1:30.000 | 1977 | 228 | 229 |
| | C2071 | 1:36.000 | 1983 | 063 | 068 |
| | C2118 | 1:30.000 | 1984 | 05 | 10 |
| | C2144 | 1:21.000 | 1984 | 240 | 246 |
| | C2146 | 1:20.000 | 1984 | 119 | 130 |
| | C2118 | 1:30.000 | 1984 | 01 | 02 |
| | C2118 | 1:20.000 | 1984 | 198 | 201 |
| GADEC | SAD264 | 1:8.000 | 1987 | 145 | 157 |
| | SAD264 | 1:8.000 | 1987 | 160 | 169 |
| BEDECAFE | F6A-R-71 | 1:8.000 | | 8.964 | 8.952 |
| | F5B-R-25 | 1:11.600 | | 7.452 | 7.460 |
| | F06-R-4 | 1:10.800 | | 682 | 686 |
| | F08-R | 1:9.900 | | 2.928 | 2.936 |
| | F04-R | 1:11.000 | | 2.936 | 2.938 |
| A.2 | ORTOFOTOS. | | | | |
| | C1768 | Fotos 207, 208, 209, 222, escala aprox. 1:6000 | | | |
| A.3 | PLANCHAS | | | | |
| A.3.1 | TOPOGRÁFICAS. | | | | |
| | 224-II-A y 224-II-C, 1978. | Escala 1:25.000 | | | |
| | 225-I-B y 225-I-D, 1978. | Escala 1:25.000 | | | |
| | 224-II-A-3, 1979. | Escala 1:10.000 | | | |
| | 224-II-A-2, 1954. | Escala 1:10.000 | | | |
| | 224-II-A-4, 1954. | Escala 1:10.000 | | | |
| | GADEC. 1987 | Plano de Santa Rosa de Cabal. Escala 1:5.000 con curvas de nivel cada 5 mts. | | | |
| A.3.2 | MAPAS DEL ÁREA URBANA. | | | | |
| | DANE. Municipio de Santa Rosa, 2 planchas. Escala 1:5.000. 1985. | | | | |

Continuación Anexo J.

CARDER. Programa protección de viviendas en peligro, Santa Rosa, 2 planchas. Escala 1:5.000. 1988.

IGAC. plano de Santa Rosa. Escala 1:5.000. 1978.

EE.PP.MM. Plano de Santa Rosa. 1:33.000. 1985.

A.3.3 MAPAS DE ESTUDIOS REGIONALES

CARDER. Mapa de cuencas Hidrográficas como unidades de manejo. Escala 1:500.000. 1988.

CENICAFÉ. 1:100.000. 1986.

Estaciones
Isoyetas medias
Días lluvia anual
Evapotranspiración potencial
Isotermas
Brillo solar
Radiación solar
Humedad relativa

PLANEACIÓN NACIONAL. 1:500.000. 1983.

Mapa de escorrentia
Mapa de isoyetas medias anuales
Mapa hidrogeológico.

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS. Mapa de suelos de Risaralda (Zona Cafetera). 1:50.000. 1986.

CHEC. Proyecto Geotermico. Geología macizo Ruiz - Tolima. 50 planchas. 1:25.000. 1983.

INGEOMINAS. Geología de la plancha 224 - Pereira. 1:100.000. 1983.

ANEXO 2. INVENTARIO DE DESASTRES CAUSADOS POR LA OCURRENCIA DE FENÓMENOS NATURALES EN SANTA ROSA DE CABAL.

| FECHA dd-mm-aa | TIPO DE EVENTO | SITIO AFECTADO | PERDIDAS | PERSONAS AFECTADAS | FUENTE * |
|-------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------|----------------------|
| 12-12-43 | Inundación quebrada San Bernardino | Barrio San Bernardino | 2 viviendas dañadas | | C.B. |
| 1960(?) | Inundación Río San Ramón | Termales Arbelaez | Destrucción de Termales | | H.S. |
| 30-5-50 | Inundación por aguaceros | Carrera 17 con calles 13 y 14 | | | C.B. |
| 23-09-61 | Inundación por aguacero | Carrera 13 con calles 10 y 11 | | | C.B. |
| 20-12-61 | Sísmo | Carrera 12 con calles 9 y 10 | Casa semidestruída | | C.B. |
| 1961(?) | Inundación quebrada La Cascada | Termales San Vicente | Destrucción de Termales | | H.S. |
| 30-07-62 | Terremoto | Cl 15 Cr 8 y 9 Cr 15 #15-21 Cr 14 Cl 20 y 21 | 3 casas destruidas | | C.B. |
| 18-11-65 | Deslizamiento | Finca Campoalegre | | | C.B. |
| 12-03-67 | Inundación del Río S Eugenio | | | | C.B. |
| 07-02-72 | Deslizamiento | Cr 14 con calles 9 y 10 | Casa destruida | 3 Heridos | C.B. |
| 15-01-74 | Aguacero con inundaciones dentro del pueblo | Cl 8 Cr 11 y 12 Cr 12 #8-34 Cr 12 Cl 18 bis Cr 11 #9-79 Cr 14 #26-28 | | | C.B. |
| 15-06-74 | Inundación Quebrada Sta. Helena | Carretera Al Español Barrios San Bernardino y Pío XII | Arrazó varias viviendas | 5 Damnificados 1 muerto 1 herido | C.B. C.B. C.B. |
| 27-12-74 | Derrumbamiento de vivienda | Cr 15 Cl 24 y 25 | | | C.B. |
| 19-12-74 | Derrumbamiento de vivienda | Cr 10 Cl 24 y 25 | | 1 muerto | C.B. |
| 29-04-76 | Inundación Río San Eugenio | Inundaciones en el área urbana | | | C.B. |
| ----- | Deslizamiento | Salida a Pereira | | | C.B. |
| 28-09-76 | Inundación por fuerte aguacero | Cl 14 Cr 9 y 10 | | | C.B. |
| ----- | Inundaciones | Centro del pueblo | | | C.B. |

Continuación Anexo 2.

| FECHA dd-mm-aa | TIPO DE EVENTO | SITIO AFECTADO | PERDIDAS | PERSONAS AFECTADAS | FUENTE * |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------|
| 26-11-76 | Inundaciones por aguacero | | | | C.B. |
| 19-05-77 | Desbordamiento del Río San Eugenio por "Borrasca de Mayo" | | | 5 muertos 3 desapa- recidos | C.E. |
| 12-10-77 | Deslizamiento | Vía a Manizales | | 2 muertos 4 heridos | C.B. |
| 15-04-79 | Desbordamiento de La Leona por aguacero | Inundaciones en el sector urbano | | | C.B. |
| 12-07-79 | Deslizamiento | Cr 15 Cl 7 | Destrucción vivienda | 1 muerto 1 herido | C.B. |
| 23-11-79 | Terremoto | Cr 16 #13-69 Cl 11 #10-18 Cr 14 #19-49 Cr 13 con Cl 20 Cr 13 #20-22 | Casa averiada " " " " " " " " " " " " | | |
| | | | Además hubo des- plome de techos y postes, rotu- ra en redes de agua y alcan- tarillado. | | |
| 20-06-80 | Inundación quebrada La Leona | | | | D.C. |
| 20-06-80 | Deslizamiento | Vereda Guamaí | | | D.C. |
| 20-06-80 | Inundación Río San Ramón | Vereda San Ramón | Destrucción de Inspección de Policia | | D.C. |
| 20-06-80 | Inundación del Río San Eugenio | Barrio La Suiza | | | D.C. |
| 10-10-81 | Deslizamiento | Villa Hermosa | Casa destruida | 4 muertos | D.C. |
| 24-12-82 (?) | Inundación del Río San Ramón | Vereda San Ramón | Destrucción del puente en 'El Gar- raje' | | D.C. |
| 16-04-83 07-05-84 | Deslizamiento 'Vendaval' | Vereda "La Viga" Escuela Risaralós | | 8 muertos | F.S. L.C. |
| 01-05-84 | Inundación quebrada La Leona | Sitio Verichara | Destrucción del techo | 10 lamini- ficados | D.C. L.C. |

Continuación Anexo 2.

| FECHA dd-mm-aa | TIPO DE EVENTO | SITIO AFECTADO | PERDIDAS | PERSONAS AFECTADAS | FUENTE * |
|-------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------|
| 05-05-84 | Inundación | Quebrada La Leona | | | D.C. |
| 01-01-85 | Inundación | Cascada Termales Arbelaes | | | D.C. |
| 13-08-85 | Vendaval | | | | D.C. |
| 09-09-85 | "Vendaval" | | | 8 muertos | D.C. |
| 01-10-85 | Inundación | Termales | Afecto las instalaciones | | D.C. |
| 07-04-86 | Inundación Río | San Eugenio | | | C.B. |
| 10-05-86 | Inundación Río | San Eugenio | | | C.B. |
| 28-05-87 | Vendaval Deslizamientos | Q. Sta. Helena Vereda La Reina La Hermosa La Hermosa - La Postretera | Casa destruida 3 casas destruidas 7 casas destruidas 2 casas destruidas | | |
| | Crecientes | Quebrada La Reina | 2 casas destruidas | 172 pers. (29 fams.) Dan/das | D.C. |
| | | Más de 80 desliza- mientos en las cuencas de las Qs. La Reina y Santa Helena | | | CARDEE |
| | | Inundaciones en el centro y techos destruidos. | | | D.C. |
| 27-05-87 | Deslizamiento | Salida para Pereira | | 2 muertos | C.B. |
| 23-11-87 | Inundación Río | Barrios Unión, San Eugenio | | | D.C. |
| 08-01-88 | Aguacero | Milagrosa, Suiza, Inundaciones en el centro del pueblo | | | D.C. |
| 03-01-88 | Aguacero | Inundaciones en el centro del pueblo | | | D.C. |

Continuación Anexo 2.

| FECHA dd-mm-aa | TIPO DE EVENTO | SITIO AFECTADO | PERDIDAS | PERSONAS AFECTADAS | FUENTES * |
|-------------------|----------------|--------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|
| 16-11-88 | Deslizamiento | Cr 6 Cl 31 | Vivienda destruida | | D.C. |
| 21-11-88 | Aguacero | Inundaciones en el centro del pueblo | | | D.C. |
| 23-05-89 | Deslizamiento | Barrio La Trinidad | | | D.C. |
| 27-05-89 | Aguacero | Inundaciones | | | |

*FUENTES:

D.C.: Defensa Civil.
 U.B.: Cuerpo de Bomberos.
 H.S.: Habitantes del Sector.

ANEXO 4. INFORMES TECNICOS



**CORPORACION AUTONOMA
REGIONAL DE RISARALDA**

**INFORME GEOLOGICO DEL AREA DESTINADA PARA EL RELLENO SANITARIO
DEL MUNICIPIO DE SANTA ROSA DE CABAL**

POR :

JUAN MANUEL GONZALEZ C.

GEOLOGO

JORGE IVAN OROZCO B.

GEOLOGO

SANTA ROSA DE CABAL (RISARALDA)

DICIEMBRE 12 DE 1990

1. INTRODUCCION

A solicitud de la División de Aguas, se realizó visita técnica a la finca Lituania, vereda San Bernardino; adquirida por el Municipio de Santa Rosa de Cabal y la CARDER, para la construcción del relleno sanitario.

En este informe se presentan los resultados de dicha visita. Se debe aclarar que este es un informe geológico, no un informe geotécnico, en el cual se consideran: Formaciones superficiales, procesos erosivos, fisiografía, hidrología e hidrogeología del área previamente seleccionada para la ejecución del relleno.

1.1 Objetivo

Definir las características geológicas y geomorfológicas del área seleccionada para la construcción del relleno sanitario de Santa Rosa de Cabal.

1.2 Metodología

- Para la elaboración de este documento se contó con información obtenida a través de observación directa de campo; además se realizaron dos apiques de 1.6 m y 2 m. elaborados por obreros de la Secretaría de Obras Públicas de Santa Rosa. Como complemento fueron interpretadas aerofotografías a escala 1:8000 de SADEC.

La información (figuras anexas) se presenta en fotocopias de la fotografía aérea 156 del vuelo SAD 264 de fecha 5-8-87. Esto debido a que se carece de una restitución topográfica del área a escala detallada.

1.3 Localización

El área seleccionada para el relleno está ubicada al sur del casco urbano del Municipio, a 2 km aproximadamente del parque principal (fig. 1); haciendo parte de la finca Lituania, vereda San Bernardino

1.4 Vías de acceso

Se llega hasta el área en mención a través de dos vías:

- Vía paralela a la Quebrada Santa Helena, que conduce a la vereda La Samaria.
- El carreteable que comunica a San Bernardino con la vereda El Venado.

2. ASPECTOS GEOLOGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS.

2.1 Fisiografía

La zona presenta una fisiografía de colinas redondeadas localizadas al oriente del lote y de cuchillas y colinas alargadas al occidente.

Las primeras son originadas por depósitos torrenciales suprayacidos por un potente paquete de cenizas volcánicas y las segundas por un soprolito derivado de rocas gabroicas, igualmente, recubierto por depósitos de cenizas volcánicas.

Topográficamente, las cuchillas y colinas alargadas son más elevadas y sobre éstas se recuestan las colinas redondeadas.

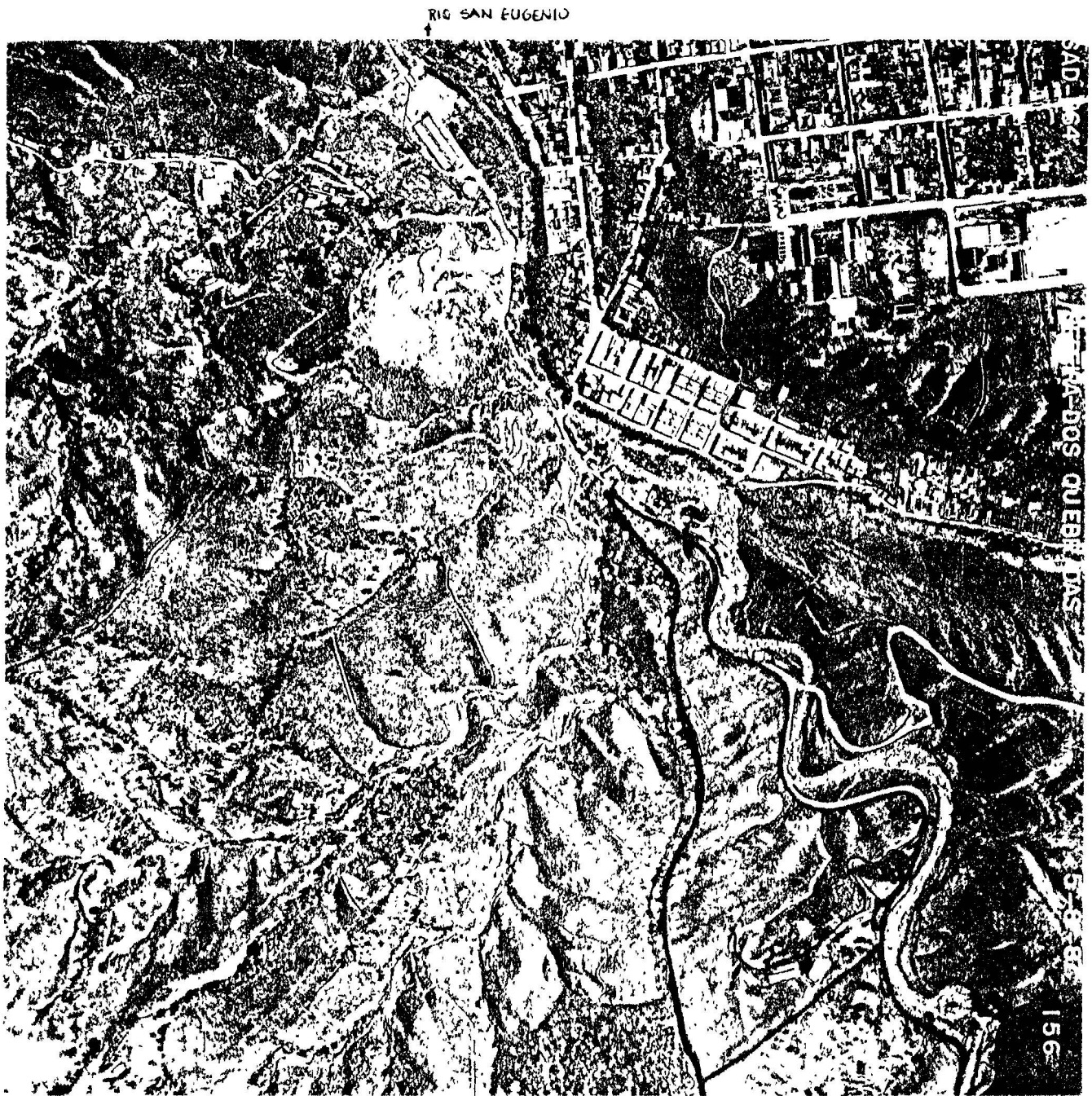
En general, la disección de estas geofomas es moderada, haciéndose un poco más fuerte hacia el oriente, controlada principalmente, por dos pequeñas corrientes que drenan el área.

2.2. Formaciones superficiales

En la zona se presentan cuatro formaciones principales a saber:

2.1.1 Depósitos asociados a movimientos de masa (QF1): Estos depósitos se localizan en el sector central y noroccidental del lote, incluyendo el sitio donde se ubica el establo (ver figura 2 de Formaciones Superficiales).

El material es limo-arcilloso, derivado de cenizas volcá-



Q SANTA ELENA
A LA CANAKIA

Fig 1 LOCALIZACIÓN



Fig 2 FORMACIONES SUPERFICIALES

COMBINACIONES:



DEPOSITO TORRENCIAL SOBRE DEPOSITO DE CENIZAS VOLCANICAS



DEPOSITOS ASOCIADOS A MOVIMIENTOS DE MASAS



DEPOSITOS DE CENIZA VOLCANICA SOBRE DEPOSITO PRETERRESTRE



DEPOSITOS DE CENIZA VOLCANICA SOBRE SUELOS DE ORIGEN DE FORMACIONES VOLCANICAS

nicas y originado por antiguos movimientos de masa.

En este sitio (contiguo al establo), se realizó un apique (A1, ver fig. 1) en donde se pudo apreciar un espesor, para este depósito, de 1.5 m, continuando en profundidad,

Por la homogeneidad del material y por sus características granulométricas, puede ser empleado para cobertura.

2.2.2 Depósitos torrenciales suprayaciendo cenizas volcánicas (Qto/Qcv).

Se localizan al nororiente del lote, limitados a una pequeña área (ver figura 2).

Los espesores evidenciados son menores de 1 m, observados en la vía que conecta a la finca con la carretera a la Sarmaria.

Están constituidos por guijos, cantos y ocasionales bloques de composición predominantemente andeítica, embebidos con una matriz areno-limosa de color pardo-café.

Hacia el tope del depósito se desarrolla un suelo orgánico de color negro.

2.2.3 Depósitos de cenizas volcánicas cubriendo depósitos torrenciales antiguos (Qcv/Qto).

Estos depósitos se presentan principalmente hacia el norte y oriente en el lote y presentan las siguientes características:

2.2.3.1 Depósitos de cenizas volcánicas: Una columna descriptiva, levantada mediante un apique (As, ver fig 2), se presenta en la figura 3.

En este sector el espesor de las cenizas es bastante potente, siendo este mayor de 2 m.

2.2.3.2 Depósitos torrenciales antiguos

Se observan principalmente, en la vía que conduce a la vereda Samaria.

Están constituidos por guijos, cantos y bloques de variada composición litológica; embebidos en una matriz arenosa de color café oscuro, muy compacta.

2.2.4 Depósitos de cenizas volcánicas recubriendo saprolito de rocas gabróicas (Qcv/Kgs).

Estas unidades se encuentran hacia el centro, sur y oeste en el lote (ver figura 2)

Las cenizas volcánicas en este sector, muestran las mismas características descritas en la figura 3, presentando espesores de hasta 6 m.

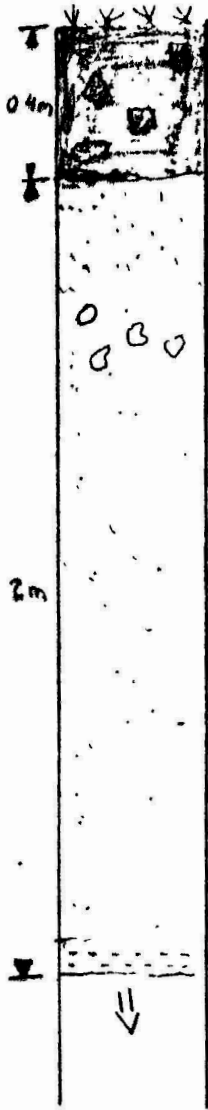
El saprolito derivado de rocas gabroicas es de color amarillento, limo-arcilloso y aun conserva la textura de la roca original.

Hacia el tope, el saprolito, da origen a un suelo arcilloso, residual, de color rojizo con tonalidades amarillentas..

2.3 Procesos erosivos

De acuerdo con lo visto en campo y en las aerofotografías del área, esta ha estado sometida a una alta dinámica de vertientes caracterizada por grandes movimientos de masa. En la figura 4, se presentan ubicados los principales rasgos geomorfológicos definidos por procesos erosivos antiguos, recientes y/o activos; además aquellas zonas que por condiciones topográficas y formaciones superficiales pueden influir en la generación de nuevos fenómenos de remociones masales.

2.3.1 Soliflucción: De esta se aprecian grandes coronas en la



Suelo orgánico color negro con abundante carbón y trestos de barro de vasijas indígenas.

Horizonte orgánico color gris more oscuro.

Horizontes color pardo-amarillento y pardo café. En general limo-arcillosos. Hacia el topó predominan los horizontes arcillosos.

Horizonte color oliva claro, limo-arcilloso.

Fig. 3 COLUMNA ESTRATIGRÁFICA

parte sur y nor-oeste del lote (parte posterior del establo y área adyacente al camino del venado respectivamente). En general han producido depósitos de flujos de lodo que incluyen cenizas volcánicas y saprolito de gabro y/o de depósitos torrenciales antiguos.

Este tipo de fenómeno es muy común en toda la periferia del casco urbano de Santa Rosa, donde se ven favorecidos por:

- La alta precipitación que garantiza la hidratación casi ininterrumpida de las formaciones superficiales y la alimentación de las aguas subterráneas .
- La diferencia de permeabilidades existente entre las cenizas volcánicas y los saprolitos derivados de gabro y depósitos torrenciales antiguos, lo que genera una importante discontinuidad hidrogeológica; discontinuidad que puede considerarse de disposición paralela a la topografía actual del terreno.
- Los grandes volúmenes de la cubierta piroclástica (cenizas volcánicas).

Si bien la solifluxión que se presentó en la parte sur del establo parece estabilizada de forma natural, la existente en el sector N-W presenta evidencias de reactivación la cual se refleja en los recientes desplomes de material del talud sur de la carretera a La Samaria.

2.3.2 Movimientos de masa recientes: Se encuentran asociados a los taludes producidos por la construcción de la carretera a La Samaria. Estos han interrumpido la banca de la vía ocasionando su taponamiento por espacio de hasta tres días (como lo confirman los habitantes del sector).

2 2.3.3 Taludes Subverticales: Sirven de límite norte y N-E entre la finca Lituania y la vía a La Samaria. Alcanzan alturas cercanas a los 8 m, en depósitos torrenciales y depósitos de flujos de lodo. Los cortes realizados en los depósitos

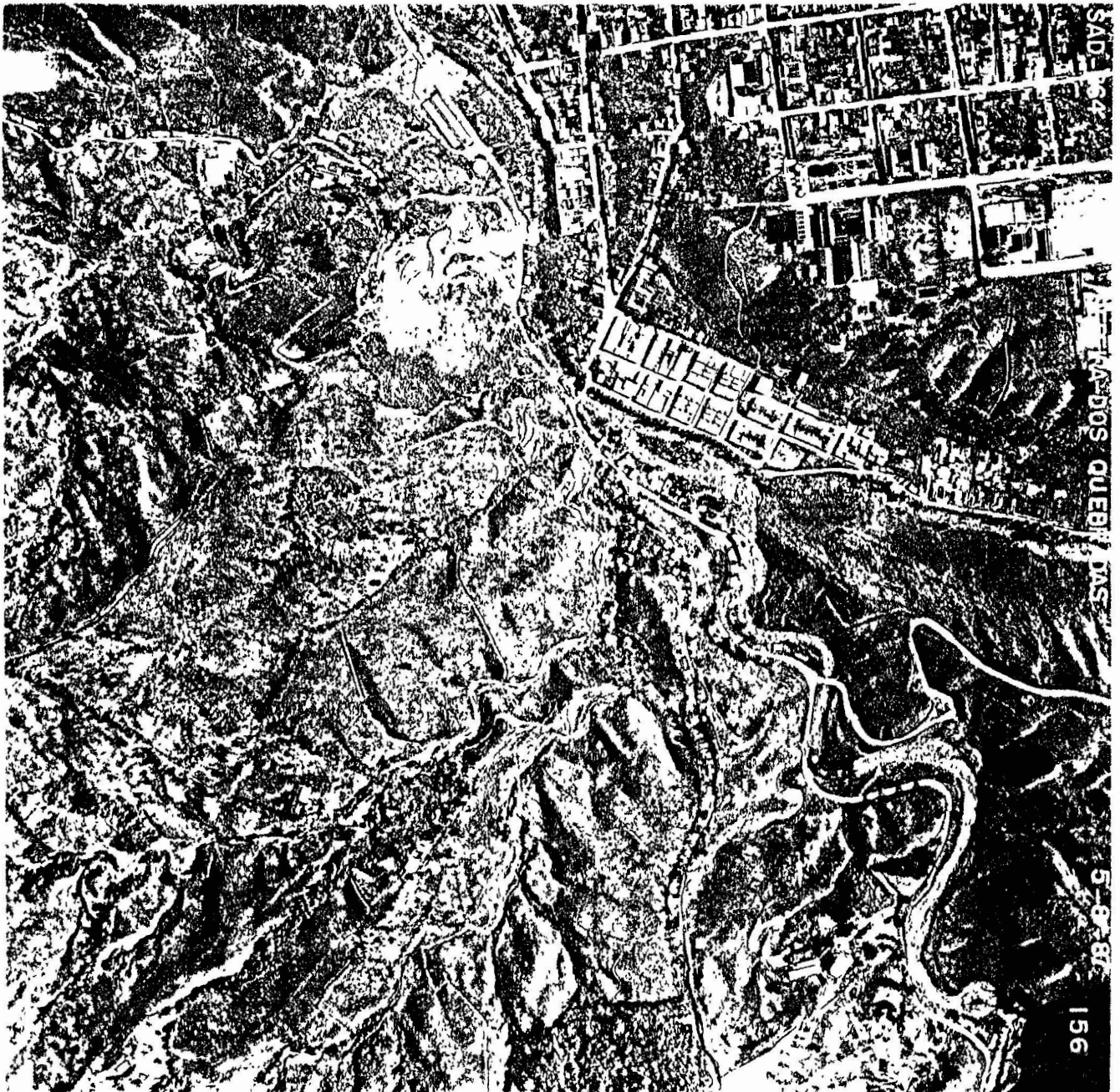


fig 4 PROCESOS EROSION.

CONVENCIONES:



MOVIMIENTOS DE HACA ANTIGUOS



MOVIMIENTOS DE HACA RECIENTES.



SOLANACION DE CRISTAS



FALDAS SUBVERTICALES

torrenciales ofrecen, al parecer, buena estabilidad, aunque es característica su permanente humedad ocasionada por la resurgencia de aguas subterráneas en la parte alta; en cambio son muy inestables aquellos que afectan los depósitos de flujos de lodo en donde ya se presentan problemas por desplomes.

- 2,3,4 Socavación de orillas: Asociada a los taludes que limitan la quebrada Santa Helena y en la banca de la carretera a La Samaria. Allí se construyeron obras de control las que resultaron insuficientes. Esta socavación amenaza con afectar la vía que servirá de acceso al sitio del relleno.

3. ASPECTOS HIDROLOGICOS E HIDROGEOLOGICOS

En la zona se presentan dos pequeñas corrientes de agua que tributan directamente sobre la Quebrada Santa Helena (Ver figura 2)

El sitio donde circula la corriente que se ubica al norte y contigua al establo, se piensa adecuar para comenzar allí el relleno sanitario.

Los niveles freáticos en la zona, al parecer, son bastante superficiales, como se manifiesta en las zonas pantanosas que se presentan a lo largo del recorrido de la corriente contigua al establo.

Además, en algunos taludes asociados a los cortes de la vía que conduce a La Samaria, se pudo observar numerosos manantiales (chorreaderos de agua) y una discontinuidad hidrogeológica bien definida, entre depósitos de cenizas volcánicas (retroajadas) y soprolito derivado de depósitos torrenciales. Este nivel freático aflora a 3 m de la superficie a través de pequeños agujeros por donde brota el agua en forma ininterrumpida.

Es de anotar que en general, el área urbana y suburbana se encuentran en una zona de alta precipitación que alcanza valores de hasta 2729 mm (Estación El Jazmín, Anuario Estadístico de Risaralda 1987).

4. CONCLUSIONES

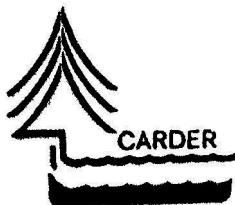
- 4.1** Por sus características granulométricas y relativa homogeneidad, disponibilidad y volumen, los depósitos de cenizas volcánicas pueden servir de excelente material de cobertura.
- 4.2** Los depósitos torrenciales que sirven de sustrato a los depósitos de ceniza volcánica muestran una alta permeabilidad lo que permitirá una fácil infiltración del lixiviado.
- 4.3** Los saprolitos derivados del labro y de los depósitos torrenciales son quizás la mayor discontinuidad hidrogeológica a partir de la cual se podrían generar superficies de deslizamiento de los materiales suprayacentes (cenizas volcánicas o depósitos de flujos de lodo).
- 4.4** La dinámica de vertientes, tanto en el área como en la periferia del casco urbano de Santa Rosa, es muy activa (ayudan a esto las condiciones de humedad, tipo de formaciones superficiales, pendientes, etc.).
- 4.5** La ejecución del relleno sanitario posiblemente afectará las aguas superficiales que nacen en el predio y las subterráneas ya que al parecer los niveles freáticos son poco profundos.
- 4.6** En cuanto a las vías de acceso se tiene: la carretera a La Samaria ha presentado problemas de obstrucción en los últimos años, debidas a movimientos de masa de los taludes y socavación de orillas de la quebrada Santa Helena. El camino al Venado presenta inconvenientes debido a su alta pendiente y a lo angosto de la vía.

5. RECOMENDACIONES

Dadas las características de procesos erosivos, niveles freáticos y aguas superficiales y a la problemática de las vías, el terreno escogido para la realización del relleno sanitario no es el más óptimo.

Sin embargo, al haber sido ya seleccionado deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- 5.1 Para el diseño de los taludes que se generarán en la adecuación del terreno se deberá contar con ensayos geotécnicos de las cenizas. En este sentido podrá contarse con la asesoría de la División Técnica de la CARDER. Es recomendable que los taludes sean protegidos y se controlen las aguas superficiales.**
- 5.2 Debe prestarse especial cuidado a los taludes que afecten las rocas saprolitizadas ya que estas pueden proporcionar la reactivación de movimientos de masa de grandes proporciones.**
- 5.3 En el sitio del relleno se debe manejar estrictamente las aguas superficiales y el lixiviado que se genere; y por consiguiente evitar contaminar las aguas subterráneas que al parecer, se encuentran bastante superficiales.**
- 5.4 Debe considerarse la posibilidad de adecuar una vía de acceso al terreno diferente a la carretera a la Samaria debido a los problemas expuestos anteriormente. Esta podría ser el camino al Venado.**



CORPORACION AUTONOMA
REGIONAL DE RISARALDA

5

Pereira 7 FEB. 1991

Ingeniero
LUIS FERNANDO ARANGO SERNA
Jefe Oficina de Planeación
Ciudad

REF.: Informe geológico, caso del barrio La Argelia, sector del Crucero, Santa Rosa de Cabal.

1. Localización.

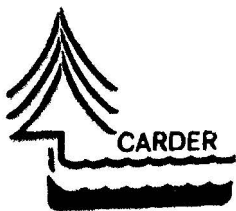
El barrio La Argelia se encuentra ubicado en el sector del Crucero, salida de Santa Rosa a Pereira, a un costado de la desviación que conduce de la carretera central al barrio La Hermosa (Fig. 1).

Este barrio se asienta en las vertientes de la quebrada La Hermosa, en un tramo de la microcuenca que fué afectado al sur por el terraplen de la carretera y al norte por el terraplen de la antigua banca del ferrocarril.

2. Antecedentes.

2.1 Dicen los habitantes del sector que en 1985 EMPOCABAL abandonó las obras de conducción de la Quebrada La Hermosa, luego de que un fuerte aguacero destruyera el tramo construido. Esas obras, en tubería de 36", incluía el drenaje del lago artificial ubicado en el costado sur de la carretera, pero nunca funcionó, pues la tubería no fué instalada a suficiente profundidad en el terraplen como para evacuar las aguas represadas. De ahí que el lago inunde reiteradamente una vivienda ubicada en una depresión topográfica al borde de la vía.

2.2 En 1988, ninguna de las casas del sector fué contemplada como de reubicación dentro del programa de protección de



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE RISARALDA

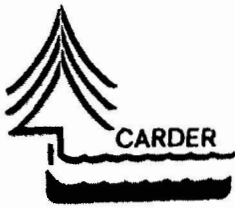
5

Pereira
Ing. Luis Fernando Arango Serna

2

viviendas en peligro, ni se consideró al sector como zona de riesgo.

- 2.3 En noviembre de 1989, el comité cívico del barrio solicita la canalización de la quebrada, en carta dirigida al Director de la CARDER.
 - 2.4 En oficio fechado el 12 de diciembre de 1989, el Subdirector de Proyectos responde a la comunidad que debido a la complejidad de la obra "... se requiere un estudio previo que nos permita conocer la viabilidad de tipo geotécnico, estabilidad de suelos y costo de la misma" y agrega "Una vez tengamos dicho estudio, consideramos la posibilidad de realizar la canalización".
 - 2.5 Junio de 1990, la Junta de Acción Comunal del barrio La Argelia solicita se vuelvan a estudiar estos sitios de riesgo ya que "... hay unas viviendas en eminente peligro de derrumbamiento".
3. Descripción del sector.
- 3.1 Este corresponde a la parte media de la microcuenca de la Quebrada La Hermosa y un pequeño tributario suyo, los que fueron intervenidos antrópicamente por dos terraplenes; uno al sur, corresponde a la carretera Santa Rosa Pereira, y otro al norte en la banca del antiguo ferrocarril.
 - El mapa morfométrico elaborado dentro del estudio de geología ambiental de Santa Rosa, revela la presencia de pendientes mayores del 35% en las vertientes al E del sector, entre 15 y 35% - eventualmente inferiores al 15% - al W y entre 0 y 15% en los depósitos aluviales de la quebrada en el Centro y Norte.
 - Algunos datos morfométricos de la microcuenca, tomados de la plancha topográfica a escala 1:5.000 son los siguientes:



**CORPORACION AUTONOMA
REGIONAL DE RISARALDA**

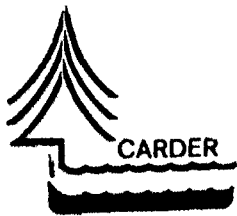
5

Pereira
Ing. Luis Fernando Arango Serna

3

- . Area de la microcuenca desde su nacimiento hasta el terraplen de la carretera (Area limitada por puntos en la figura 1): 13 Ha aproximadamente.
 - . Area de la microcuenca en el sector de interés (achurado en la figura 1): 2.5 Ha. aproximadamente.
 - . Longitud del drenaje principal, desde el nacimiento hasta el terraplen de la carretera: 400 metros aproximadamente.
 - . Longitud del drenaje, entre terraplenes: 200 metros aproximadamente.
 - . Longitud del tributario de la quebrada La Hermosa (el cual nace y desemboca a esta quebrada dentro del sector de interés) : 100 metros aproximadamente.
 - . Perímetro de la microcuenca entre terraplenes: 760 metros aproximadamente.
 - . Perímetro de la microcuenca hasta el terraplen de la carretera: 1.300 metros aproximadamente.
 - Algunas personas reportan crecientes de 1.6 m en la quebrada La Hermosa en el sector entre terraplenes.
- 3.2 En cuanto a las formaciones superficiales, se observa una gruesa subierta de cenizas volcánicas de espesor variable, encontrándose espesores superiores a los 5 m.
- Estas cenizas suprayacen rocas saprolitizadas, al parecer de composición gabroide.

- La quebrada ha despositado algunos aluviones, los cuales se hallan en la parte orientaly norte del sector. Además se reconocen algunos depósitos asociados a movimientos de masa en las vertientes, estos materiales pueden clasificarse por su textura como depósitos de flujos de tierra.



**CORPORACION AUTONOMA
REGIONAL DE RISARALDA**

4

Pereira
Ing. Luis Fernando Arango Serna

4

- 3.3 Procesos erosivos. Además de la incisión de la quebrada, se vienen presentando fenómenos de socavación de orilla y movimientos de masa en las vertientes, favorecidos por la intensa saturación de las formaciones superficiales, en especial unos metros aguas abajo del terraplen de la carretera - las manaciones de agua en este sector, bien podrían estar asociadas con el lago artificial al sur de la carretera y a la discontinuidad hidrogeológica entre las cenizas y el saprolito del gabbro.

En la parte norte se viene produciendo el estancamiento de aguas tanto de la quebrada como servidas.

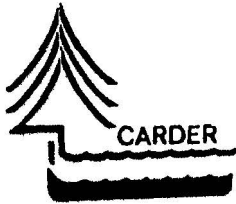
Dos viviendas construídas a un costado de la carretera se ven afectadas por las aguas lluvias que al caer sobre la vía, carente de cunetas laterales, forman una arroyada concentrada que pasa por el patio de las casas creando una pequeña cárcava e inundando una de ellas.

- 3.4 Acción antrópica. De la encuesta realizada para este informe se desprenden los siguientes datos del sector (ver tabla anexa).

| | |
|----------------------|---------------|
| Número de viviendas: | 47 |
| Número de familias: | 70 |
| Población infantil: | 131 |
| Población adulta: | 217 |
| Población total: | 348 personas. |

Las 47 casas vierten las aguas servidas a ambas quebradas (La Hermosa y su tributario) en general a través de conductos no apropiados, como guadua, o simplemente dejando correr las aguas a media ladera. Igualmente las viviendas carecen de un sistema de recolección de aguas lluvias.

La falta de recolección de basuras en este sector obliga a sus habitantes a arrojarlas a las quebradas, lo que origina el taponamiento del sistema de conducción a través del terraplen de



**CORPORACION AUTONOMA
REGIONAL DE RISARALDA**

5

Pereira
Ing. Luis Fernando Arango Serna

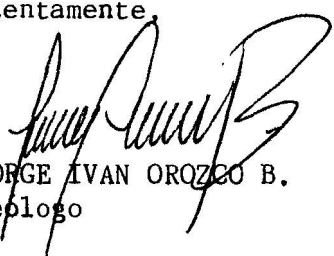
5

la banca del ferrocarril y con eso el represamiento de las aguas en la parte central y norte.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1. La figura 2 muestra un esquema del sector donde se ubican las áreas problema.
2. Como se aprecia en la figura 2 los afectados directos por cualquiera de los riesgos incluidos son los habitantes de las casas 1 a 23, 34 a 36 y 42 a 46 (45 familias, 222 personas). Los habitantes de las viviendas 24 a 41 podrían considerarse como afectados indirectos ya que la disposición de sus aguas servidas también se asocia a estas quebradas.
3. La realización de las obras de canalización de la quebrada La Hermosa (y el manejo de su tributario), requerirá de obras complementarias de estabilización de taludes, conducción de aguas servidas y lluvias, drenaje del lago al sur de la vía y la construcción de cunetas al lado norte de la misma.
4. Por las características de las obras, además de la CARDER deberá contarse con la participación del Ministerio de obras públicas y EMPOCABAL.
5. La no realización de obras de control de erosión, implicaría se adopten medidas a corto plazo tendientes a la reubicación de las viviendas más afectadas.

Atentamente,



JORGE IVAN OROZCO B.
Geólogo

Elizabeth M.

Copias: División Técnica
Ing. Francisco A. uribe

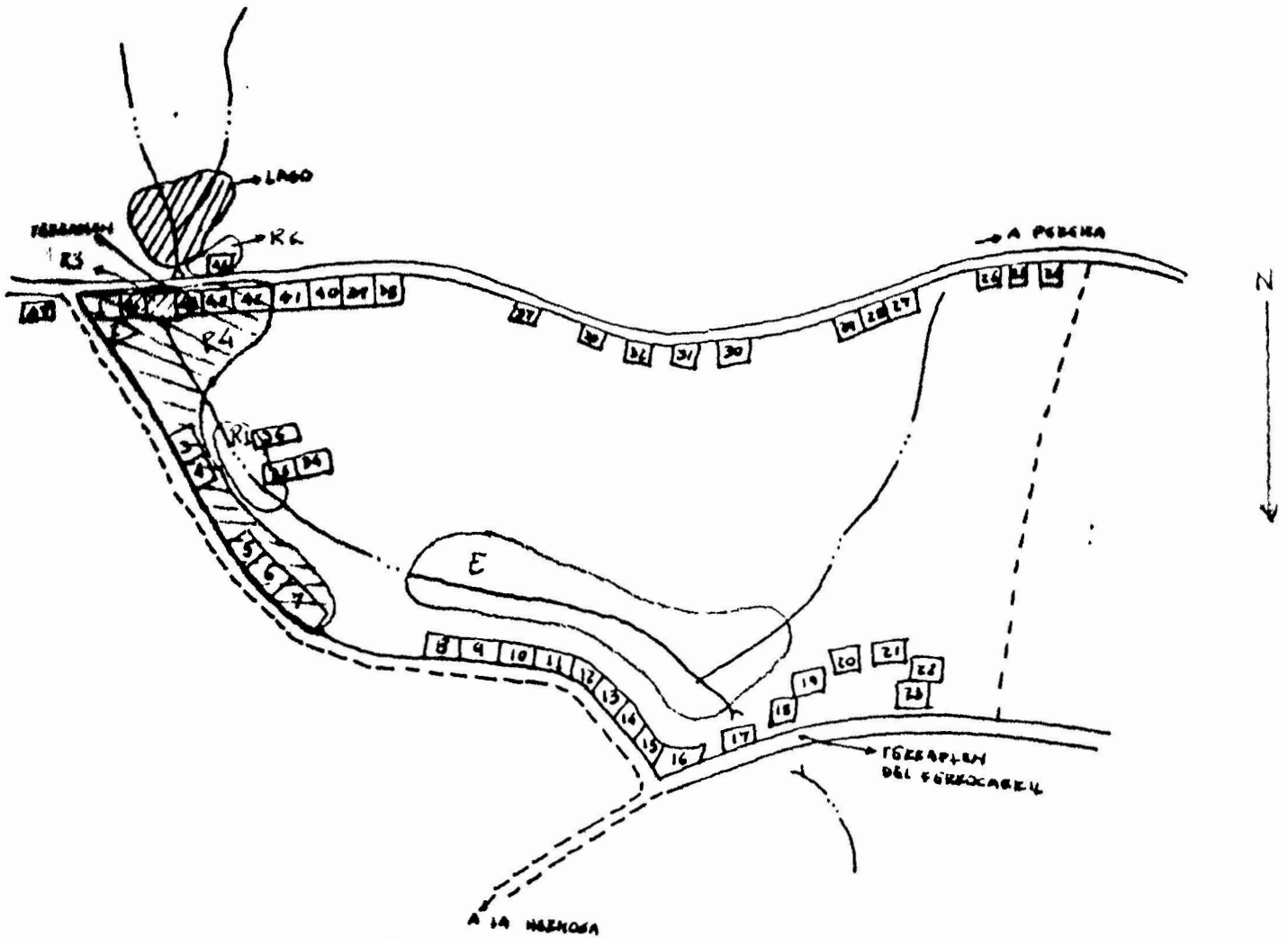


Fig 2. Esquema del sector

E: ESTANCAMIENTO DE AGUAS DREJADAS

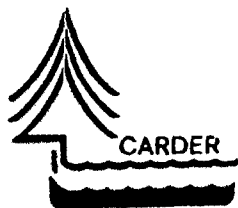
R1: RIESGO POR INUNDACION, Q. LA HERMOJA

R2 RIESGO POR INUNDACION; DESBOORDAMIENTO DEL LAGO

R3 RIESGO POR INUNDACION, AGUAS RECOGIDAS EN LA CALLETERA.

R4 RIESGO POR DESLIZAMIENTO

(LOS NUMEROS DE LAS CASAS NO OBEDECEN A UNA NOMENCLATURA OFICIAL)



**CORPORACION AUTONOMA
REGIONAL DE RISARALDA**

TABLA DATOS DE PERSONAS Y FAMILIAS POR VIVIENDA EN EL BARRIO LA ARGELIA,
SANTA ROSA DE CABAL

| Vivienda | Familias | No. niños | No. Adultos | Vivienda | Familias | No. niños | Adultos |
|----------|----------|-----------|-------------|----------|----------|-----------|---------|
| 1 | 2 | 2 | 6 | 25 | 1 | 2 | 2 |
| 2 | 1 | 9 | 3 | 26 | 4 | 5 | 12 |
| 3 | 1 | 1 | 3 | 27 | 2 | 2 | 9 |
| 4 | 1 | 3 | 3 | 28 | 3 | 6 | 6 |
| 5 | 1 | 0 | 2 | 29 | 1 | 3 | 7 |
| 6 | 1 | 0 | 5 | 30 | 1 | 0 | 4 |
| 7 | 2 | 1 | 7 | 31 | 1 | 0 | 1 |
| 8 | 3 | 6 | 10 | 32 | - | - | - |
| 9 | 2 | 3 | 5 | 33 | 1 | 2 | 3 |
| 10 | 1 | 3 | 2 | 34 | 2 | 10 | 4 |
| 11 | 1 | 1 | 4 | 35 | 1 | 2 | 2 |
| 12 | 2 | 4 | 4 | 36 | 1 | 4 | 2 |
| 13 | 2 | 5 | 8 | 37 | 2 | 4 | 4 |
| 14 | 1 | 1 | 2 | 38 | 2 | 4 | 15 |
| 15 | 1 | 2 | 1 | 39 | 3 | 2 | 10 |
| 16 | 1 | 3 | 4 | 40 | 1 | 1 | 8 |
| 17 | 1 | 2 | 2 | 41 | 1 | 0 | 2 |
| 18 | 1 | 0 | 3 | 42 | 1 | 4 | 5 |
| 19 | 3 | 4 | 6 | 43 | 2 | 5 | 10 |
| 20 | 1 | 4 | 2 | 44 | 2 | 5 | 6 |
| 21 | 2 | 2 | 4 | 45 | 1 | 2 | 5 |
| 22 | 1 | 2 | 2 | 46 | 2 | 2 | 6 |
| 23 | 1 | 3 | 2 | 47 | 1 | 1 | 3 |
| 24 | 1 | 2 | 6 | | | | |

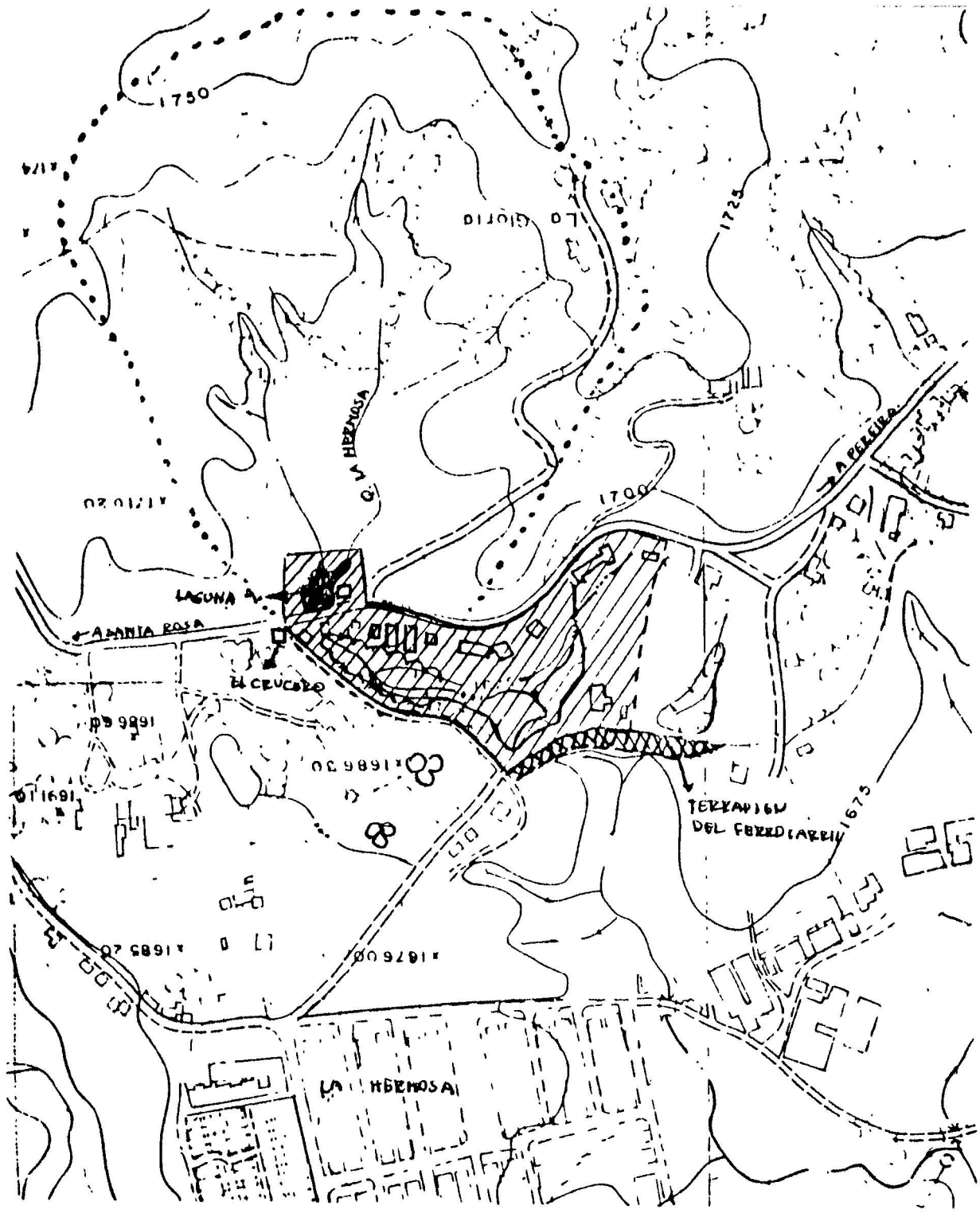


Fig.1. LOCALIZACION

... Límite Aproximado de la Microcuenca

/// Sector de la Argelia

Escala Aproximada: 1:4100

Pereira

17 JUL 1990

Doctora
ROSAIBA OSORIO HENAO
Jefe Planeación Municipal
Santa Rosa de Cabal

Atento saludo.

En vista de las solicitudes llegadas a esta Corporación para la obtención de conceptos técnicos sobre aptitud de uso del suelo en áreas de rellenos ejecutados en drenajes naturales, nos permitimos hacer las siguientes consideraciones:

1. Son varias las vaguadas, principalmente de corrientes intermitentes, que han sido rellenadas y posteriormente urbanizadas en Santa Rosa de Cabal a lo largo de su historia.
2. No hay un conocimiento preciso de las características técnicas de los rellenos antiguos en lo referente a tratamiento de aguas subterráneas, luego de ser alterados los drenajes, materiales utilizados y condiciones de compactación de los mismos.
3. En la actualidad la quebrada La Italia y algunos de sus afluentes, vienen siendo afectados, de manera incontrolada, por el vertimiento de basuras, escombros y materiales resultantes de movimientos de tierra, con el ánimo de crear en ellos las condiciones "favorables" para la urbanización a corto o mediano plazo.
4. Por lo visto en fotografías aéreas de 1979 y 1987, recientemente se ejecutaron rellenos sobre aguas estancadas por terraplenes construidos con el ánimo de ampliar la red vial del Municipio.

Pereira 22 Oct. 1990
 Dra. Rosalba Osorio Henao

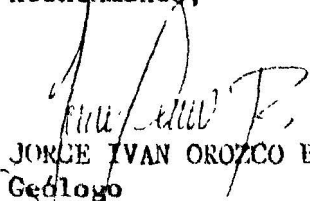
2

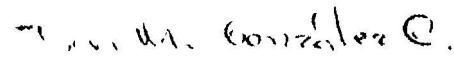
5. la visita técnica realizada el día 8 de octubre a varios rellenos permitió observar la carencia absoluta de condiciones técnicas apropiadas para su ejecución, de lo que se desprende el que no se pueda garantizar un comportamiento aceptable ante condiciones de desequilibrio causadas por fenómenos como terremotos, máxime cuando existen amplias zonas de recarga hídrica, ubicadas al sur-este del casco urbano, que permitan la alimentación de la red de drenajes y que, ahora al estar esta red interrumpida, probablemente generan corrientes de aguas subterráneas que debilitan aún más las precarias condiciones de estabilidad geotécnica de este tipo de rellenos. Esto adquiere una mayor dimensión si se considera que Santa Rosa está ubicada en una zona de concentración de sismos.

Por lo anterior recomendamos no se autorice la construcción de nuevas edificaciones sobre depósitos de este tipo, en tanto no exista una reglamentación apropiada para la ejecución de rellenos en Santa Rosa de Cabal que garantice las condiciones geotécnicas mínimas necesarias de estos terrenos para su uso en construcciones. A la vez se deberá ejercer un estricto control sobre los rellenos que en adelante se pudieran realizar.

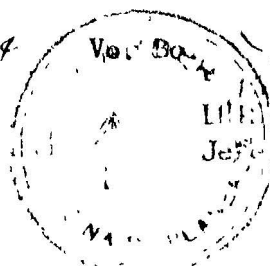
Así, luego de elaborada tal reglamentación, sería menester de Planeación Municipal decidir el futuro de los terrenos para los que existe solicitud de construcción de viviendas.

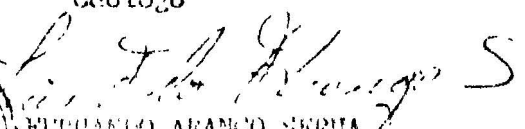
Atentamente,


 JORGE IVAN OROZCO B.
 Geólogo


 JUAN MANUEL GONZALEZ C.
 Geólogo

Elizabeth M. / 13.09




 FELIPE ARANGO SERIA
 Jefe Oficina de Planeación



**CORPORACION AUTONOMA
REGIONAL DE RISARALDA**

5

Pereira 12 febr. 1991

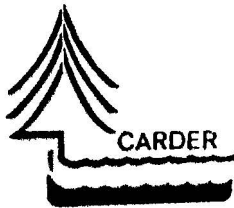
Doctora
ROSAIBA OSORIO
Jefe Oficina de Planeación
SANTA ROSA DE CABAL

En oficio llegado a la CARDER el 16 de Enero de 1990, se solicitaba una "constancia" sobre el terreno ubicado entre las calles 17 - 18 y carreteras 9 - 10 de Santa Rosa, donde la "Fundación Villa Xiomara" proyectaba un plan de vivienda por autoconstrucción.

El 26 de Febrero de 1990, la CARDER emitió el concepto técnico correspondiente, en oficio dirigido al Arquitecto Jairo Eusse Londoño, responsable del proyecto. En él se describía el terreno como "de pendiente suave con un cambio brusco en la vertiente directa a la quebrada ... los procesos erosivos están relacionados a los taludes directos a la quebrada donde se notan cicatrices de deslizamientos activos y reptaciones".

El terreno se declaró apto para la construcción del Plan de Vivienda, sin embargo se recomendó, entre otros aspectos: "Respecto al movimiento de tierras para adecuar el lote debe definirse el tipo de manejo que va a realizarse si los sobrantes se vierten sobre la ladera directa a la quebrada, debe garantizarse que no obstaculise el cauce de la misma y que se ejecuten las obras necesarias que logren la estabilidad del lleno. No deben cimentarse viviendas sobre llenos ... Debe garantizarse el adecuado manejo de aguas lluvias en los extremos y al interior del proyecto".

En desarrollo del estudio de Geología Ambiental de Santa Rosa el sector en mención fué estimado como problemático no sólo por las condiciones inadecuadas como se llevó a cabo el lleno que amenaza con afectar 4 viviendas ubicadas en la margen derecha de la quebrada Monserrate, sino



**CORPORACION AUTONOMA
REGIONAL DE RISARALDA**

5

Pereira
Dra. Rosalba Osorio

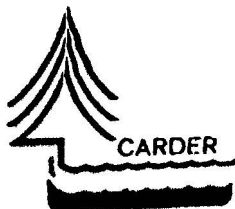
2

también por que se advirtió la posible construcción de algunas viviendas en sitios no adecuados (lo que se comunicó oportunamente a Planeación Municipal).

En la visita realizada el día 24 de Febrero, se apreciaron agrietamientos del terreno que involucran directamente los materiales que conforman dicho lleno, al borde del talud sur que mira a la quebrada Monserrate.

El día 11 de Marzo de 1991 se realizó una nueva visita observándose las siguientes características:

1. El sitio donde se efectuó el lleno cubre un área de aproximadamente 750 metros cuadrados con espesores variables que llegan a superar los 3 metros.
2. Sobre la margen izquierda de la quebrada se construyó un trincho en guadua con la intención de sostener la pata del lleno. Este trincho se encuentra ahora inclinado lo que hace suponer desplazamientos en el terreno.
3. El lote donde se construirá Villa Xiomara tiene una pendiente suave en dirección al lleno, lo que unido a la carencia de cubierta vegetal ha provocado una marcada erosión superficial que se evidencia por la presencia de cárcavas de hasta 2 m de profundidad por 2.5 m de ancho. Esas cárcavas han alcanzado el nivel de suelo orgánico que definía la superficie original del terreno, indicando la presencia de una discontinuidad hidrogeológica, que es una potencial superficie de falla del talud que conforman los materiales del lleno.
4. La inconsistencia de los materiales del lleno y el agua que en esta época de lluvias lo ha saturado, produjeron en días recientes el desprendimiento de la pared de una de las trincheras que se vienen construyendo para la instalación del alcantarillado, lo que indica la susceptibilidad de estos materiales para moverse en masa ante cualquier desequilibrio.



**CORPORACION AUTONOMA
REGIONAL DE RISARALDA**

Pereira
Dra. Rosalba Osorio

2

5. De generarse el movimiento de esta gran masa de materiales sueltos y saturados de agua, podrían ser afectadas directamente cuatro viviendas ubicadas en la margen opuesta de la Quebrada Monserrate, e indirectamente otras 6 localizadas aguas abajo en la misma, por un eventual represamiento.

Por tales razones recomendamos a esa oficina se emprendan las acciones que permitan dar solución al problema generado en "Villa Xiomara", y que ahora ante la nueva época invernal podría agravarse.

Atentamente,

1
JORGE IVAN OROZCO B.
Geólogo

Elizabeth M.

Vo. Bo.

FERNANDO A. ROSERO
Geólogo
LUIS FERNANDO ARANGO SERVA
Jefe Oficina de Planeación

Copias: Arq. Jairo Eusse Londoño - Cra. 5ª No. 18-04 ofic. 203 Pereira
Inspector Recursos Naturales - Santa Rosa