

BIBLIOTECA  
OFICINA NACIONAL  
PARA LA  
PREVENCIÓN Y ATENCIÓN  
DE DESASTRES



GEOLOGIA AMBIENTAL DEL AREA  
LA VIRGINIA (RISARALDA)  
URBANA Y SUBURBANA DEL MUNICIPIO

JUAN MANUEL GONZALEZ CASTAÑO, Geólogo.  
MARTHA LUCIA JARAMILLO LONDONO, Geóloga.

FREJKA  
CORPORACION AUTONOMA REGIONAL  
DE RISARALDA, (CARDER)  
SEPTIEMBRE, 1989.

## TABLA DE CONTENIDO

	pág.
1. INTRODUCCION.....	1
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. OBJETIVOS.....	2
1.3. LOCALIZACION.....	2
1.4. GENERALIDADES.....	4
1.4.1 Períodos de lluvias.....	4
1.4.2 Relieve.....	4
1.4.3 Drenaje.....	5
1.4.4 Aspectos económicos.....	5
1.4.5 Poblaciones y tendencias demográficas.....	5
1.4.6 Reseña histórica .....	6
2. ESTUDIOS PREVIOS .....	10
2.1. ESTUDIOS REGIONALES.....	10
2.1.1 Estudios Geológicos.....	10
2.1.2 Estudios de suelos.....	11
2.1.3 Clima e hidrología.....	14

2.1.4	Zonas de vida.....	14
2.1.5.	Otros.....	15
2.2.	ESTUDIOS LOCALES.....	16
3.	METODOLOGIA.....	18
4.	ASPECTOS GEOLOGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS.....	21
4.1.	MARCO GEOLOGICO REGIONAL.....	21
4.1.1	Rocas de edad terciaria.....	21
4.1.1.1	Rocas sedimentarias.....	21
4.1.1.1.1	Formación La Paila.....	21
4.1.1.1.2	Formación Zarzal.....	23
4.1.1.2	Rocas Igneas.....	24
4.1.1.2.1	Pórtido andesítico de La Virginia.....	24
4.1.2	Depósitos no consolidados del Cuaternario....	25
4.2.	ANÁLISIS ESTRUCTURAL .....	25
4.2.1	Falla Ansermanuevo.....	26
4.2.2	Falla Quebradanueva.....	26
4.3.	FISIOGRAFIA .....	29
4.4.	FORMACIONES SUPERFICIALES .....	29
4.4.1	Formacion Zarzal.....	30
4.4.2	Depósitos Aluviales Cuaternarios.....	32
4.4.2.1	Depósitos aluviales del Río Risaralda.....	34
4.4.2.2	Depósitos aluviales del Río Cauca.....	36
4.5.	PROCESOS EROSIVOS .....	36
4.6.	INFLUENCIA HUMANA.....	39

4.6.1 Extracción de materiales de arrastre en La Virginia.....	39
5. ASPECTOS HIDROLOGICOS.....	42
5.1. CAUDALES.....	42
5.2. GEOHIDROLOGIA.....	47
5.2.1 Niveles freáticos.....	47
6. ASPECTOS GEOTECNICOS.....	51
7. ESTADO DE LAS EDIFICACIONES.....	59
8. APTITUD PARA EL USO URBANO.....	67
8.1. AREAS IA.....	67
8.2. AREAS IB.....	69
8.3. AREAS IIA.....	75
8.4. AREAS IIIC .....	76
9. SOLUCIONES PLANTEADAS PARA LA PROBLEMÁTICA DE LA VIRGINIA.....	79
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	84
BIBLIOGRAFIA.....	88
ANEXOS.....	91

## LISTA DE TABLAS

	pág.
TABLA 1. Resultado de censos para el municipio de La Virginia.....	6
TABLA 2. Valores medios diarios de caudales del Río Cauca (1984).....	44
TABLA 3. Niveles máximos anuales de inundación en el municipio de La Virginia.....	46
TABLA 4. Frecuencia de niveles del Río Cauca Municipio de La Virginia.....	47
TABLA 5. Datos correspondientes a niveles freáticos.....	48
TABLA 6. Profundidad de niveles freáticos en el terreno del fondo de vivienda popular.....	49
TABLA 7. Límites y clasificación, sondeos profundos y perforaciones.....	52
TABLA 8. Tipificación y estado de las viviendas en el municipio de La Virginia.....	63
TABLA 9. Tipología de viviendas de reubicación pronta a moderada.....	81

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
FIGURA 1. Localización.....	3
FIGURA 2. Marco geológico regional - municipio de La Virginia.....	22
FIGURA 3. Estructuras regionales del municipio de La Virginia.....	27
FIGURA 4. Geoformas de la Formación Zarzal.....	31
FIGURA 5. Secuencia estratigráfica de la parte superior de la Formación Zarzal.....	33
FIGURA 6. Ubicación de sondeos y perforaciones.....	35
FIGURA 7. Drenaje de aguas negras.....	38
FIGURA 8. Zona de descargue de los areneros.....	41
FIGURA 9. Zona de inundación en el área urbana del municipio.....	43
FIGURA 10. Niveles freáticos en el área urbana del municipio de La Virginia.....	50
FIGURA 11. Aspecto de un Barrio Subnormal (Barrio Alfonso López).....	60
FIGURA 12. Aspecto de uno de los sectores de la madre vieja.....	70

FIGURA 13. Descole de aguas negras sobre el Río Cauca.....	72
FIGURA 14. Descole de aguas negras sobre el Río Risaralda.....	73
FIGURA 15. Basurero Municipal.....	74
FIGURA 16. Lote baldío inundable periódicamente.....	77

## LISTA DE ANEXOS

### ANEXO 1. Mapas

- Mapa 1/3. Formaciones Superficiales, procesos erosivos y de estaciones.
- Mapa 2/3. Tipología de la construcción.
- Mapa 3/3. Aptitud para el uso urbano.

### ANEXO 2. Fotografías.

### ANEXO 3. Sismicidad Regional.

### ANEXO 4. Registros de sondeos (tomado de COINCO LTDA, 1986).

## **1. INTRODUCCION**

### **1.1. ANTECEDENTES**

El presente trabajo fue realizado por la Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER) en un programa piloto a nivel nacional denominado Geología Ambiental de las Cabeceras Municipales del Departamento de Risaralda, que incluye los municipios de Apía, Quinchía, Mistrató, Guática, Santuario, Belén de Umbría, Pueblo Rico, La Celia, Balboa, y la Virginia, con el fin de determinar áreas de aprovechamiento del suelo en las zonas urbana y suburbana. Con este objetivo la CARDER elaboró el documento UP-06-88 donde se definen los parámetros de estudio, tomando como modelo el estudio de Geología Ambiental en el área urbana y suburbana del municipio de Marsella, realizado para la CARDER, por Estudios Geológicos (FGEO), en 1987.

## **1.2. OBJETIVOS**

Los objetivos del estudio, apuntan a un desarrollo armónico y seguro de los municipios, mediante la determinación de zonas de aptitud para el uso en los mismos, que suministre a las administraciones municipales un derrotero en el campo de la planeación.

Se espera que las instituciones involucradas en el desarrollo de los municipios se beneficien de los resultados de este estudio, ya que esta información les permite conocer y controlar de manera más acertada las consecuencias de los fenómenos ambientales y geológicos que puedan repercutir en la seguridad de la comunidad.

## **1.3. LOCALIZACION**

La zona de estudio comprende el área urbana y suburbana del municipio de La Virginia, localizado a los 4° 54' de latitud norte y 75° 53' de longitud oeste del meridiano de Greenwich. El municipio de la Virginia se encuentra a una distancia de 29 kilómetros de Pereira, Departamento de Risaralda; limita por el norte con Santuario y Belalcázar; por el sur con Pereira, por el oriente con Marsella y por el occidente con Balboa.



ESCALA APROX. 1:20.000

# LA VIRGINIA

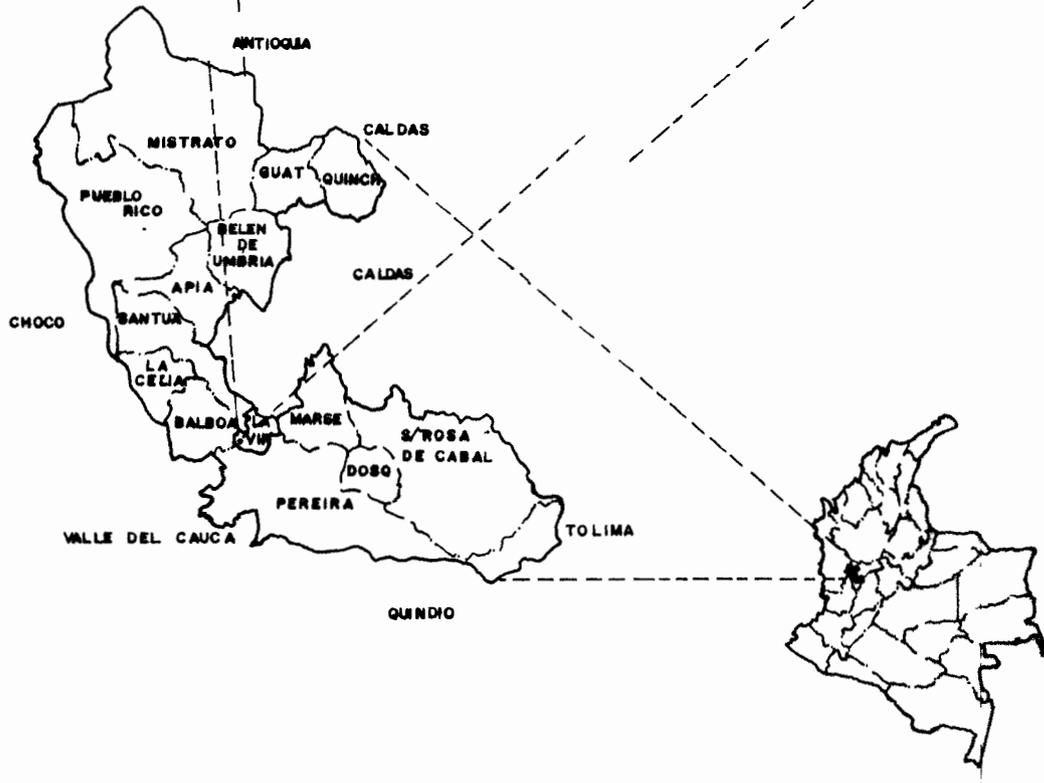


FIGURA 1. LOCALIZACION

#### **1.4. GENERALIDADES**

El municipio de La Virginia es el menos extenso de los municipios del Departamento de Risaralda, con una superficie de 34 km<sup>2</sup>, todos en clima cálido, con una temperatura promedio de 27°C y una altura sobre el nivel del mar de 920 m.

**1.4.1 Períodos de lluvia.** De acuerdo con datos de precipitación tomados en la estación Ingenio San Francisco ubicado en jurisdicción del municipio de Balboa, pero muy cerca del casco urbano de La Virginia, existen dos períodos de lluvias en el año, el primero comprende los meses de marzo, abril, mayo y junio con una precipitación promedio mensual de 132 mm y el segundo los meses de agosto, septiembre y octubre con una precipitación promedio mensual de 156 mm.

**1.4.2 Relieve.** La mayor parte del territorio está situada en el Valle del Río Risaralda. Fisiográficamente se presentan dos tipos de paisajes, el primero está relacionado con el relleno aluvial de los Ríos Cauca y Risaralda y el segundo corresponde a unas pocas zonas de colinas bajas pertenecientes a la Cordillera Occidental.

**1.4.3 Drenaje.** Los principales Ríos son el Cauca, a cuyas orillas se encuentra la población y el Risaralda que confluye con el primero, prácticamente en el casco urbano del municipio. Estos dos ríos, de características meándricas, forman una extensa llanura aluvial, con pendientes menores del 1%. El casco urbano de la Virginia se encuentra ubicado en este valle y parte de su perímetro bordea la margen izquierda de los Ríos Cauca y Risaralda.

**1.4.4 Aspectos económicos.** La agricultura y la ganadería son las fuentes de recursos para un gran número de personas. No obstante, la actividad económica es muy variada, ya que muchos habitantes se dedican al comercio como trabajadores independientes, en su mayoría del sector informal, tales como vendedores estacionarios y ambulantes; también existen extractores de materiales de construcción de los Ríos Risaralda y Cauca, pescadores, etc.

Otros están vinculados al Ingenio Risaralda, que a pesar de encontrarse en terrenos del municipio de Balboa, dista poco del área urbana de la Virginia.

**1.4.5 Población y tendencias demográficas.** Los censos de población realizados en el país, señalan los siguientes datos para el Municipio de La Virginia. (Tabla 1).

TABLA 1. Resultados de censos para el Municipio de la Virginia.

AÑO	HABITANTES
1.964	13.769
1.973	18.267
1.985	25.518

FUENTE: DANE

La Virginia es un municipio donde la inmensa mayoría de los habitantes vive en la zona urbana; según los datos del último censo (octubre de 1985), el 94% de la población es urbana, ya que de el total de 25.518 habitantes, sólo 797 viven en la zona rural.

**1.4.6 Reseña Histórica.** (Atlas de Risaralda, 1.986). El territorio de este municipio estuvo habitado en un principio por las comunidades indígenas de los Ansermas y Apías. El primer conquistador que trasegó por estos territorios fue Jorge Kobledo.

A mediados del siglo XIX se fue desplazando hacia este sitio un puñado de negros cimarrones, quienes con el correr

de los días habrían de fundar un palenque; el caserío se llamó en un principio Sopinga y después Nigricia.

Negros y mulatos llegados en canoas por el Río Cauca, algunos desde Marmato, conformaron el incipiente rancherío del puerto. Estos cimarrones estuvieron largo tiempo viviendo de la pesca y caza y por este entonces, se iniciaron algunos cultivos de tabaco.

Los principales fundadores del poblado, en 1904, fueron Francisco Jaramillo Ochoa, Pedro Martínez, Leandro Villa y Pioquinto Rojas. Se le erigió como municipio a partir del 28 de noviembre de 1959, por medio de la ordenanza No.57 de la Asamblea de Caldas; desde su fundación figuró como corregimiento del municipio de Belalcázar (Caldas).

La creación del ingenio azucarero en sus cercanías, estimuló una corriente migratoria de trabajadores cesantes de la industria azucarera del Valle del Cauca, cortadores de caña, en su mayoría de raza negra; estos han atraído a su vez a los familiares desempleados y a residentes del Litoral Pacífico. Así se ha originado el repoblamiento negro de La Virginia, que ocupa los barrios más pobres y se dedica al corte de caña y a la extracción de arena de los ríos.

A continuación se exponen algunos datos importantes sobre la infraestructura de servicios públicos, de salud y de educación para el municipio.

El municipio de la Virginia posee una densidad vial acorde con sus necesidades y con su extensión territorial; con un total de 26.10 km de carreteras para un área total de 33.38 km<sup>2</sup> se tendría una densidad vial de 0.782.

El servicio de energía eléctrica es prestado por la CHEC en la modalidad de venta directa al usuario; actualmente la capacidad instalada en el municipio es de 5 mva.

Aunque el municipio de La Virginia cuenta con una buena cobertura en redes de acueducto y alcantarillado, presenta un grave problema de contaminación sanitaria, porque las aguas negras se devuelven por los aparatos sanitarios y cámaras de alcantarillado en épocas de invierno, cuando sube el nivel del Río Cauca.

El sector educativo del municipio cuenta actualmente con 12 centros de educación primaria y 4 de educación secundaria.

En lo que corresponde a salud pública, La Virginia cuenta en su cabecera municipal con un hospital bien dotado en el

que se ofrecen servicios de consulta médica, hospitalización, tratamiento odontológico, control de enfermería, vacunación, atención por promotora y saneamiento ambiental.

## **2. ESTUDIOS PREVIOS**

El riesgo fluvial del municipio de La Virginia ha dado lugar a una gran cantidad de estudios que incluyen desde procedimientos sencillos hasta amplias investigaciones y propuestas técnicas complejas, muchas de ellas irrealizables desde el punto de vista económico. Algunos de estos estudios son:

### **2.1. ESTUDIOS REGIONALES**

#### **2.1.1 Geológicos.**

- .. Plancha geológica N°224, Pereira, escala 1:100.000 (Ingeominas, 1984), en la cual se describen y mapean las diferentes unidades litológicas regionales existentes en la zona de estudio.
- Velasco y Vera (1986), evalúan los riesgos fluviales ocasionados por la inestabilidad geométrica del cauce del Río Risaralda; analizan de la dinámica fluvial del

Río Risaralda, entre el sitio llamado La Isla y su desembocadura al Río Cauca en el municipio de la Virginia, con base en las variaciones del cauce del Río Risaralda en los últimos 25 años.

**2.1.2 Suelos.** La Federación Nacional de Cafeteros (1988), realizó el estudio de zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera del Departamento de Risaralda, donde se delimitan áreas aptas para determinadas explotaciones agropecuarias: incluye el análisis de algunas formaciones geológicas, características petrográficas y mineralógicas, formación de suelos, fertilidad natural, susceptibilidad a la erosión y fisiografía. Según el IGAC (1976), las unidades de suelos que se presentan en el municipio de La Virginia son:

- Cauces Antiguos: Suelos provenientes de restos de cursos de ríos abandonados y más o menos rellenados por aluviones recientes y subrecientes.
- Asociación La Virginia-Coconí (VA): los suelos que integran esta asociación se encuentran ubicados fisiográficamente dentro de un complejo de diques antiguos, cubetas de decantación y cauces rellenados, correspondiente a la llanura de inundación de los Ríos Cauca y Risaralda. Se han desarrollado a partir de materiales

finos a moderadamente finos; tienen mal drenaje por el relieve y la posición que ocupan.

Se encuentran en esta posición dos series de suelos: una en las partes más altas de relieve plano a plano convexo

donde predominan las texturas medianas de drenaje imperfecto y otra que ocupe las partes más bajas de relieve plano o plano cóncavo donde abundan suelos pesados, de drenaje pobre.

Los suelos de esta asociación son moderadamente profundos, de relieve ligeramente plano a ligeramente ondulado, con pendientes de 1-3%, drenaje interno lento, externo lento a medio y natural imperfecto a pobre.

Por las características de mal drenaje y la dificultad que existe para establecer canales de drenaje, estos suelos no son recomendables para agricultura. Su uso debe ser exclusivamente la ganadería con pastos mejorados y resistentes a la humedad. Esta asociación comprende las series de la Virginia 50% y Coconí 50%.

- Serie La Virginia: suelos de texturas finas, profundos a moderadamente profundos, de drenaje externo lento, interno lento y natural pobre; el relieve es ligeramente plano con pendientes de 1-3% y fertilidad moderada.

- .. Serie Coconi..Suelos de texturas finas que alternan con texturas medias y moderadamente finas; profundos de drenaje externo lento, interno lento a medio y natural imperfecto; relieve ligeramente plano con pendientes de 1-3% y fertilidad moderada.
- Asociación Río Cauca (RC): Suelos de texturas moderadamente finas, muy profundos, con drenaje externo medio, interno rápido y natural bien drenado a imperfecto. Presentan colores superficiales gris oscuro con manchas gris claro y pardo amarillentas, debido a fenómenos de óxido-reducción. A medida que se profundiza en el perfil, presentan colores pardo oliva y pardo fuerte debido a la oxidación del hierro. El relieve es plano con pendientes de 0-1%.
  - Asociación Líbano-La Equis-La Playa (LBA): Suelos desarrollados a partir de depósitos aluviales, muy heterogéneos en cuanto a texturas y espesores debido a los procesos de sedimentación. Están sujetos a inundaciones periódicas, presentan texturas medias a gruesas, colores pardo oscuro a pardo amarillento, son moderadamente profundos y presentan un drenaje imperfecto, tanto externo como interno lentos.

Se presenta la fase LBa, Libano ligeramente plana con pendientes de 1-3% sin erosión, incluyen las series Libano, La Equis y La Playa, y se encuentran localizadas sobre los márgenes de los Ríos Risaralda, Cauca y Mapa.

**2.1.3 Clima e Hidrología.** Cenicafé (1985), publicó un anuario en el que se presenta la información meteorológica obtenida durante 1985, en la red de la Federación Nacional de Cafeteros, en la zona cafetera colombiana. Dicha información contiene: Estaciones climatológicas principales con datos de temperatura, humedad relativa, nubosidad y brillo solar, principalmente; estaciones pluviométricas con datos de precipitación. Se dispone de todos los anuarios comprendidos en el periodo 1979-1985; aún no han sido publicados los de los años 1986 en adelante.

**2.1.4 Zonas de vida.** IGAC (1977), definió las zonas de vida en el Departamento de Risaralda, correspondiendo las siguientes al área del Municipio de La Virginia:

- Bosque seco tropical (bs-T)

Límites climáticos: Biotemperatura media: 24°C

Precipitación anual: entre 1.000 y 2.000 mm.

Topografía: ocupa zonas planas y onduladas.

Distribución geográfica: La Virginia 2.279 ha.

Uso de la tierra: Esta zona ha sido dedicada a la ganadería y a cultivos como: caña de azúcar, ajonjolí, cacao, plátano, frijol, maíz, tomate, sorgo y soya.

- Bosque húmedo premontano (bh-PM)

Límites climáticos: Biotemperatura media: entre 18 y 24°C.

Frecipitación anual: entre 1.000 y 2.000 mm.

Altura: entre 900 y 2.000 m.s.n.m.

Topografía: se presentan laderas desde suavemente inclinadas, hasta fuertemente quebradas.

Distribución geográfica: La Virginia 823 ha.

Uso de la tierra: Esta zona ha sido explotada intensivamente por cultivos como: café, plátano, maíz, frijol, yuca, caña panelera y cítricos.

**2.1.5 Otros.** Gobernación de Risaralda (1988), publicó el Atlas del Departamento de Risaralda, en el que se incluye una información general correspondiente al aspecto físico, proceso histórico y demográfico, variables económicas, infraestructura social y concluye con la monografía de cada uno de los municipios.

## 2.2. ESTUDIOS LOCALES

- Documento DP-09-84. Inestabilidad en la margen izquierda del Río Cauca, segmento urbano de la Virginia, (CARDER, 1984). En este documento se consignan las conclusiones de un trabajo de campo interdisciplinario realizado por CARDER en la margen izquierda del Río Cauca, en el tramo de La Virginia, con el ánimo de racionalizar los recursos conducentes a plantear soluciones óptimas desde los puntos de vista físico y económico.
- Informe sobre revisión del alcantarillado e hidrología del diseño de obras de infraestructura sanitaria y de protección contra inundaciones para el municipio de La Virginia (Coinco, 1986).
- Informe sobre obras de infraestructura sanitaria y de protección contra inundaciones en el municipio de La Virginia, informe final (Coinco, 1986).
- Informe sobre obras de infraestructura sanitaria y de protección contra inundaciones en el municipio de La Virginia, especificaciones de construcción (Coinco, 1986).

- Informe sobre obras de infraestructura sanitaria y de protección contra inundaciones en el Municipio de La Virginia. Incluye especificaciones técnicas, suministro e instalación de equipos de bombeo, construcción de obras, redes y suministros de equipos eléctricos (Coinco, 1986).
  
- Informe sobre obras de infraestructura sanitaria y de protección contra inundaciones en el Municipio de La Virginia, Propuesta Técnica, (Coinco, 1986).
  
- Informe sobre obras de infraestructura sanitaria y de protección contra inundaciones en el Municipio de La Virginia- rasante de vía perimetral y localización de estaciones de bombeo, cálculo y ajuste de poligonales. (Coinco, 1986).
  
- Documento sobre alcantarillado existente. La Virginia (Kisaralda). Memorias (Coinco, 1986).
  
- Informe sobre análisis y diseño del dique perimetral. (Coinco, 1986).

### 3. METODOLOGIA

Este estudio se llevó a cabo en cuatro etapas: compilación preliminar de la información disponible, fotointerpretación detallada de la zona de estudio, trabajo de campo y por último, elaboración del informe.

La compilación preliminar incluyó la consulta de los estudios ya mencionados. El análisis de las aerofotografías disponibles para la zona permitió elaborar un mapa fotogeológico preliminar del área de estudio y localizar detalladamente los procesos, con el fin de delimitar las principales zonas de riesgo geológico. Las fotografías aéreas empleadas para el análisis fotogeológico antes mencionado, fueron las siguientes:

Fotos IGAC C-1601 de 020 a 026, escala 1:35:500 de 1975.

Fotos IGAC C-1963 de la 206 a la 214 y de la 229 a la 236 escala aproximada 1:21.000 de 1980.

- Fotos IGAC C-2261 de 009 a 016, escala aproximada 1:32.000 de 1986.

Para la elaboración de los mapas de campo se utilizó una fotografía aérea ampliada, a escala 1:6.100 (foto C-2261 N°014 de 1986).

El trabajo de campo se llevó a cabo durante el mes de septiembre de 1989. Durante este periodo se cubrió: la tipología y el estado de las construcciones, estado de los cauces y orillas de los Ríos Cauca y Risaralda en el tramo en que bordean la cabecera municipal, las distintas unidades geológicas superficiales que conforman el área de estudio, se evaluaron además los sitios críticos de ocupación. Esta información fue ajustada por entrevistas hechas a los residentes de la región.

Los mapas elaborados, de acuerdo con los parámetros observados en campo son:

- Mapa fiduciario: contiene la localización de los puntos de observación y de ensayos hechos durante el trabajo.
- Mapa de formaciones superficiales: contiene la información geológica detallada, de la cabecera municipal en estudio (Escala 1: 5000 ).

- Mapa de procesos erosivos: los procesos erosivos juegan un papel importante en la estabilidad de las formaciones superficiales; están a su vez influenciados, para el caso específico de La Virginia, por el efecto de socavación de orillas por parte de los Ríos Cauca y Risaralda, aumento de nivel de los ríos, zonas de influencia y la constitución del sustrato.

Los anteriores mapas se integraron en uno sólo, mapa 1/3 del anexo 1.

- Mapa de tipología y estado de las edificaciones. Contiene en forma cualitativa a semicuantitativa el tipo y el estado de las edificaciones del área urbana del municipio. Escala 1:2500. Mapa 2/3 del anexo 1.
- Mapa de aptitud para el uso urbano: con la información suministrada por los mapas anteriores, se elabora este mapa en el que se definen las zonas aprovechables en la cabecera municipal, con sus respectivas condiciones y restricciones al uso de cada una de las zonas determinadas. Escala 1:5000. Mapa 3/3 del anexo 1.

## **4. ASPECTOS GEOLOGICOS Y GEOMORFOLOGICOS**

### **4.1. MARCO GEOLOGICO REGIONAL**

El municipio de La Virginia está localizado estructuralmente dentro del terreno geológico Cauca - Romeral (Ingenieros, 1983). Toda el área urbana y suburbana de La Virginia se encuentra localizada sobre depósitos aluviales de los Ríos Cauca y Risaralda. Al oriente del municipio se tienen, además de los depósitos cuaternarios, la Formación La Paila (Mioceno) y el Pórfido Andesítico de La Virginia de edad Terciario Superior y al noroccidente la Formación Zarzal (Plioceno). (Figura 2).

#### **4.1.1 Rocas de edad terciaria.**

##### **4.1.1.1 Rocas sedimentarias.**

**4.1.1.1.1 Formación La Paila.** Está compuesta por conglomerados, areniscas y arcillolitas. Los conglomerados presentan cantos con cuarzo lechoso, chert negro y gris,

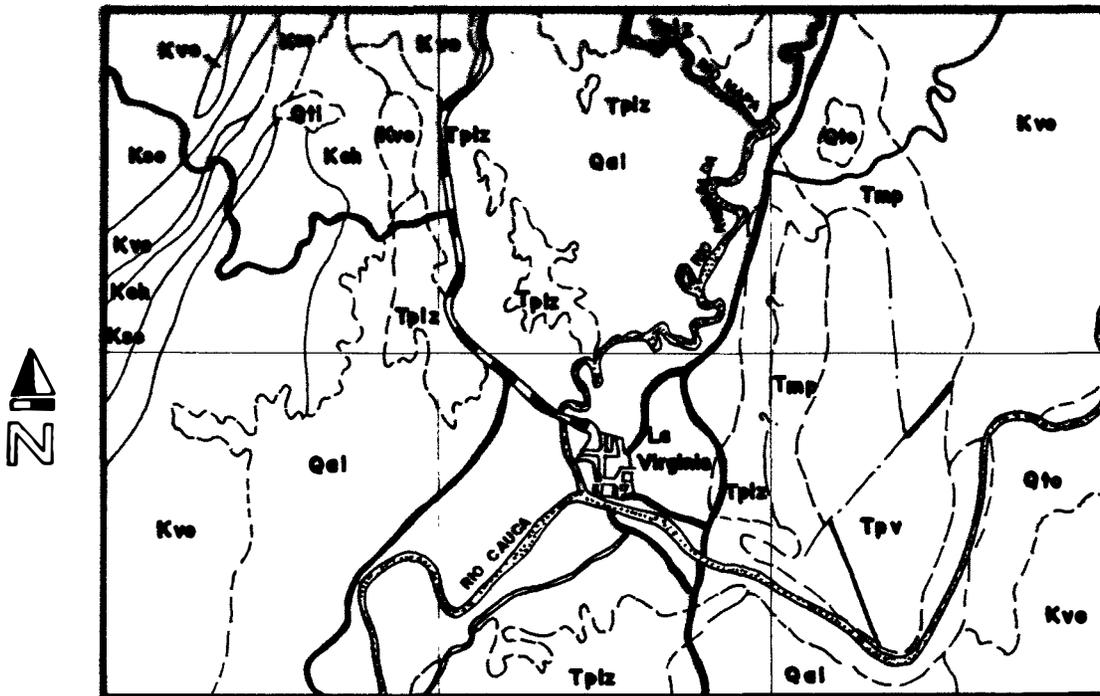


FIGURA 2. MAPA GEOLOGICO REGIONAL DEL MUNICIPIO DE LA VIRGINIA.  
 (TOMADO DE LA PLANCHAS 22A-PEREIRA, INGEOMINAS 1.984).  
 ESCALA 1 : 100.000

**LEYENDA**

**ROCAS SEDIMENTARIAS**

Qel	Qtl	Qto
-----	-----	-----

- Qel : DEPOSITOS ALUVIALES
- Qtl : DEPOSITOS DE PENDIENTE
- Qto : FLUJOS DE LODO Y CENIZAS RECIENTES

CUATERNARIO

**ROCAS SEDIMENTARIAS**

Tpz
-----

FORMACION ZARZAL

Tpm
-----

FORMACION LA PALA

Koo	Kch
-----	-----

GRUPO DASUA (?)

**ROCAS INGNEAS**

Tpv
-----

POFIDO ANDESITICO DE LA VIRGINIA

Kvo
-----

GRUPO DIABASICO

TERCIARIO

diabasas, andesitas y en menor cantidad jaspe rojo, subredondeados, con regular selección y compactación en una matriz areno - arcillosa. Las areniscas son cuarzosas, de grano grueso a fino; forman estratos lenticulares de diferente espesor, en algunos casos presenta gradación y estratificación cruzada a gran escala. Las arcillolitas presentan lentes pequeños y nódulos en los conglomerados y areniscas, su color varía de gris verdoso a parduzco.

El rumbo y buzamiento son muy variables debido al plegamiento, pero los ángulos de buzamiento siempre son de 30° hasta verticales.

#### Edad y correlaciones

El contacto de la Formación La Paila con la Formación Zarzal es discordante (Ingeominas, 1983). Van Der Hammen (1958), la correlacionó con la Formación Honda del Valle del Magdalena y le asignó, según datos palinológicos, una edad Mioceno.

**4.1.1.1.2 Formación Zarzal.** En la base de esta formación se encuentra una estratificación de areniscas y arcillas diatomáceas con espesores entre 2 y 5 m. Los bancos diatomáceos varían de 2.5 m a pocos cm; presentan además algunas intercalaciones de conglomerados finos.

En la parte intermedia se encuentran unos 7 m de conglomerados, constituidos por cantos bien redondeados y mal seleccionados intercalados con diatomitas y tobas arenosas de color crema.

La parte superior está conformada por diatomitas interestratificadas con tobas y areniscas, con algunos niveles conglomeráticos. El espesor total de la Formación no se ha definido. (Ingeominas, 1983).

Esta formación se caracteriza por la posición horizontal a levemente inclinada de sus estratos - (Ingeominas, 1983). Estos sedimentos forman pequeñas colinas de 10 a 15 m de altura en el pie de monte de la serranía de Santa Bárbara.

#### Edad

La edad de esta Formación es considerada por Van Der Hammen (1958) como Plioceno, aunque no existen datos palinológicos.

#### **4.1.1.2 Rocas Igneas.**

**4.1.1.2.1 Pórfido andesítico de la Virginia.** Al noreste de La Virginia, cerca al Río Cauca, aflora un cuerpo con un área de menos de 10 km<sup>2</sup>, de composición andesítica, con textura porfídica holocristalina, con fenocristales de

plagioclasa, hornblenda y cuarzo. En menor proporción se encuentran biotita, esfena y apatito, este último en trazas.

#### Edad y Correlaciones

Edades radiométricas obtenidas en rocas porfídicas similares, indican edades correspondientes al Mioceno tardío (Gonzalez, 1980). Esta unidad es correlacionable con los pórfidos ubicados en la parte centro-norte de la cordillera y se considera por tanto de edad Mioceno tardío (Ingeominae, 1983).

**4.1.2 Depósitos no consolidados del cuaternario.** El cuaternario de la zona está compuesto por depósitos aluviales formados por el Río Cauca y Risaralda y sus afluentes; estos depósitos están localizados en el centro de la zona y están conformados principalmente por gravas, arenas y arcillas no consolidadas.

#### **4.2. ANALISIS ESTRUCTURAL**

En el área circundante al municipio de La Virginia se presentan dos fallas regionales de gran importancia por su extensión y por su relativa cercanía al casco urbano:

**4.2.1 Falla Ansermanuevo.** Esta falla pertenece al sistema de fallas del Cauca, que son estructuras con dirección N-S a  $N15^{\circ}E$ . Esta falla pasa al oeste de la población de La Virginia a una distancia aproximada de 6 km (Figura 3).

Como evidencias se tienen la fuerte pendiente que limita el flanco oriental de la Cordillera Occidental y forma un alineamiento notable que afecta sedimentos plio-plocistocenos y deflecta los cauces de los Ríos Cañaveral y Mapa hacia el sur. La dirección y buzamiento de esta falla es  $N20^{\circ}E/75^{\circ}W$ , con desplazamiento lateral izquierdo (James, 1986).

De esta estructura se desprenden varios alineamientos y fallas fuertes con orientación N-S; marca además el cambio entre el Valle del Río Cauca y la Cordillera Occidental; se considera que es la traza principal del Sistema de Fallas Cauca en la región (James, 1986).

**4.2.2 Falla Quebradanueva.** Esta falla pertenece a un sistema de fallas intermedio entre el Sistema de Fallas Romeral (al este) y el sistema de Fallas Cauca (al oeste), denominado Sistema Intergraben, constituido este sistema, básicamente, por la Falla Quebradanueva y el Alineamiento Matecaña (Figura 3); originándose, probablemente, debido a la deflección del Sistema Romeral durante el terciario Superior (James, 1986).



Esta falla pasa por la Serranía de Santa Bárbara, 3 km al este de Cartago, 10 km al oeste de Pereira-Dosquebradas y 4 km al este de la Virginia. Paralela al Río Cauca, cruza al norte de la Virginia a la orilla izquierda hasta encontrarse el Alineamiento Matecaña (James, 1986).

Se tienen como evidencias: Fotoalineaamiento que deforma y desplaza rocas terciarias (Formación Zarzal y La Paila de edad Plioceno y Mioceno respectivamente); el cabalgamiento de rocas del Terciario medio e inferior (Formación Cinta de Piedra, Eoceno-Oligoceno) desde el este hacia el oeste. Además la presencia de varios sismos de profundidad intermedia o indeterminada próximos al este (James, 1986).

Esta falla tiene una dirección N15° a 25°E, buza de 60° a 70° al este y un desplazamiento inverso sinistral ? (James, 1986).

La zona de cizalladura tiene aproximadamente 2m de ancho, pero existen varias fallas satélites paralelas al oeste, que están claramente expuestas en los sedimentos poco consolidados de las Formaciones Zarzal / La Paila, en la carretera Cartago - Alcalá. Desplazamientos de capas fluviovolcánicas del Abanico del Quindío de aproximadamente 10 a 15m: 55.000 años determinados por huellas de fisión (comunicación verbal J-J. Restrepo, 1984, en James, 1986).

dando una tasa de fallamiento vertical de 0,2 a 0,3 mm/año, tasa considerada de moderada a baja, (Woodward Clyde Cons., 1980, en James, 1986).

#### **4.3. FISIOGRAFIA**

La zona de estudio ocupa un área de 4km<sup>2</sup> aproximadamente, ubicados en la intersección de los valles geográficos de los Ríos Cauca y Risaralda. Fisiográficamente se presentan dos tipos de subpaisajes:

El primero está constituido por una serie de colinas bajas y redondeadas, con pendientes de 10 a 25% definidas por las Formaciones La Paila y Zarzal.

El segundo está relacionado con los rellenos aluviales de los Ríos Cauca y Risaralda los cuales presentan en este sector un comportamiento meándrico. Sobre sus playas existen explotaciones de material de construcción, las cuales se han intensificado en los últimos años.

#### **4.4. FORMACIONES SUPERFICIALES**

Como unidades geológicas superficiales en el municipio de La Virginia han sido propuestas las siguientes:

**4.4.1 Formación Zarzal.** (Tpl2). (Mapa 1/3). Esta unidad conforma un conjunto de colinas redondeadas de poca altura (Figura 4) y corresponde a una secuencia sedimentaria compuesta por: Conglomerados, arcillolitas y arenas tobáceas.

Los conglomerados se presentan hacia el oriente, en la margen derecha de la vía a Medellín (Troncal de Occidente). Están constituidos por cantos de variada composición litológica, bien redondeados y mal seleccionados. Estos conglomerados presentan algunas intercalaciones de tobas arenosas de color crema, que en conjunto presentan un espesor máximo de 5 m.

Las arcillolitas y arenas tobáceas se presentan hacia el norte del casco urbano (ver mapa 1/3 anexo 1). Se encuentran interestratificadas con tobas y areniscas, con algunos niveles conglomeráticos. En conjunto se observa un espesor máximo de 5 m.

De la secuencia anteriormente descrita, en las colinas bajas que afloran en la zona, solamente se tienen sedimentos correspondientes a la parte superior y media de la Formación Zarzal. Secuencias más completas se pueden observar fuera de la zona de estudio, en jurisdicción del

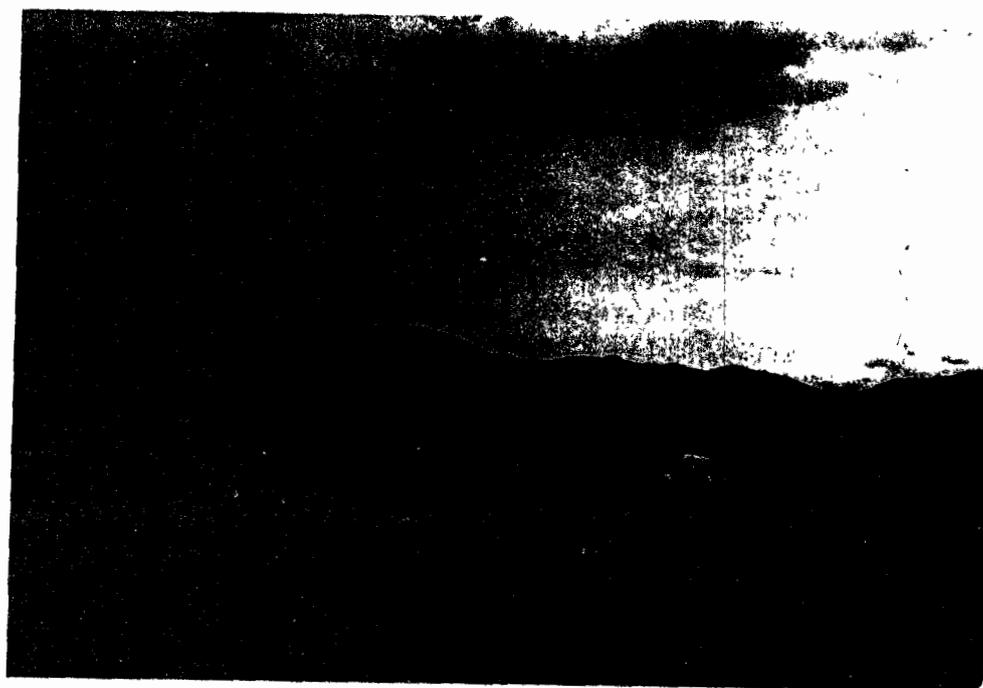


FIGURA Dentormas de colinas bajas redondeadas, con formadas por sedimentos pertenecientes a la Formación Zarzal.

municipio de Pereira, antes de cruzar el puente sobre el Río Cauca. (Figura 5).

**4.4.2. Depósitos aluviales cuaternarios (Qalq).** (Mapa 1/3). Los Ríos Cauca y Risaralda poseen un lecho móvil, característica que permite la formación de meandros; éstos se modifican gradualmente por la erosión de las orillas cóncavas, aumento de las orillas convexas y corte de los lóbulos de los meandros. Su presencia está relacionada con caudal y carga y también con los tipos de crecientes. El perfil estratigráfico en las corrientes de agua con lecho móvil puede cambiar en cada creciente por la erosión o por el aluvionamiento; es por lo tanto difícil establecer una columna estratigráfica generalizada para estos depósitos aluviales; sin embargo, de manera general, puede hacerse una descripción del tipo de materiales predominantes en las acumulaciones de estos aluviones que se presentan en los depósitos de lecho y en las llanuras aluviales. Además se establece en forma aproximada la distribución de estos materiales en el valle.

Coínco Ltda (1986) presenta en el anexo de suelos los resultados y la ubicación de seis sondeos profundos (hasta los 14m) y 15 perforaciones (hasta de 2.0 m) los cuales han sido retomados en este trabajo, con el propósito de describir los depósitos aluviales formados por los Ríos Cauca y



FIGURA 5. Secuencia estratigráfica de la parte superior y media de la formación Zarcad,  $N25^{\circ}W/15^{\circ}SW$ , expuesta en la margen izquierda de la vía a Medellín, antes de cruzar el puente sobre el Río Cauca.

Risaralda; para completar lo anterior y haciendo énfasis en las características petrográficas y mineralógicas, se programaron tres apiques adicionales en aquellos lugares con ausencia de información. A continuación se hace una descripción de los depósitos aluviales de los Ríos Cauca y Risaralda.

**4.4.2.1 Depósitos aluviales del Río Risaralda.** Con base en los sondeos S3, S4 y S5 y las perforaciones P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, y P14 (Figura 6), se observa que los depósitos del Río Risaralda son depósitos de llanura aluvial, donde las gravas y arenas de lecho están cubiertos por un grueso estrato de limos y arenas finas de la llanura de inundación.

El estrato superior posee una textura que varía desde limo-arcillosa a limo - arenosa con predominio de las primeras. Presenta colores grises y café principalmente y su espesor varía entre 0.6 y 6.0m. Estos sedimentos finos se encuentran cubriendo un estrato de arenas finas rojizas y grises con gran predominio de las grises; estas areniscas presentan un alto contenido de maderas y raíces en descomposición y eventualmente se encuentran lentes grueso-granulares (grava y cascajo) de color gris. ( Anexo 4 ).

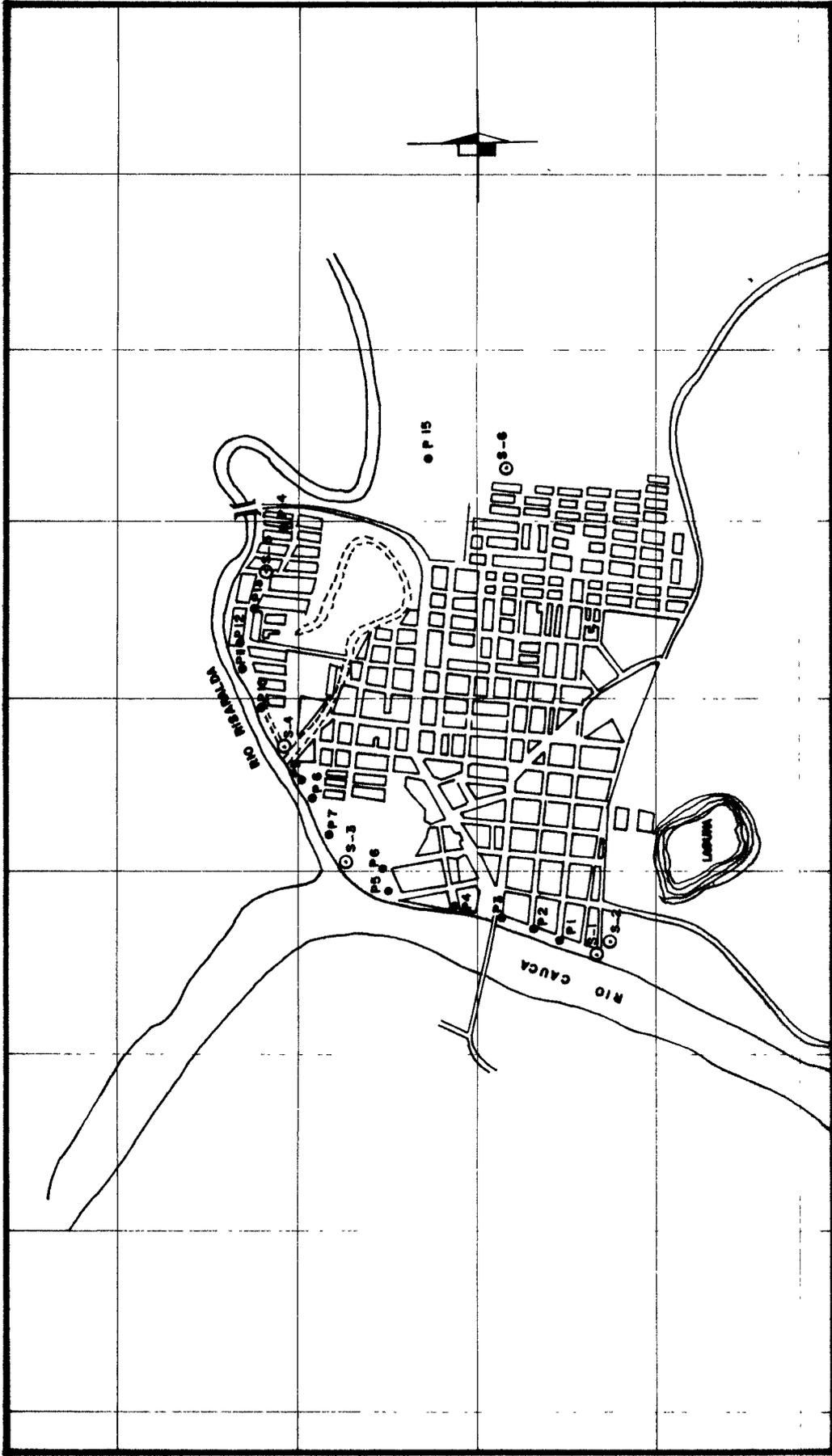


FIGURA 6. UBICACION DE SONDEOS Y PERFORACIONES EN EL AREA URBANA DEL MUNICIPIO DE LA VIRGINIA (TOMADO DE CONCO 1.986)

ESCALA APROX. 1 : 7.500

**4.4.2.2 Depósitos aluviales del Río Cauca.** Con base en los sondeos S1 y S2 y las perforaciones P1, P2, P3, P4, P5 y P6 se observa que los depósitos aluviales del Río Cauca están conformados por una capa superior de materiales finos, en los que predominan texturas limo-arenosas con algún contenido de arcillas; este estrato superior presenta colores café, gris, gris oscuro, café con vetas rojizas y gris oscuro con vetas rojizas. El espesor máximo de este estrato de materiales finos reportado en los sondeos es de 3.0 m. Estos sedimentos finos se encuentran recubriendo materiales mas gruesos constituidos por arenas y gravas con tamaño máximo de 1.2 cm; no se incluye una descripción de la naturaleza petrográfica de los mismos dentro de los estudios de Coinco (1985); sin embargo, se menciona de manera general, la existencia de cantos esquistosos e ígneos.

#### **4.5. PROCESOS EROSIVOS**

El único tipo de proceso erosivo que se puede señalar en la Virginia está relacionado con la inestabilidad de los cauces de los Ríos Cauca y Risaralda.

Entre los principales procesos erosivos se tiene la socavación de orillas y el abandono de cauces, en muchos casos por influencia antropica. En el mapa 1/3 (Formaciones

superficiales y procesos erosivos) se muestran algunos sitios en los que la socavación de orillas es más intensa y algunos de los meandros cortados por la influencia del hombre.

Al Río Risaralda vierten aguas negras de las viviendas cercanas a sus márgenes, ya que no cuentan con una infraestructura adecuada. Los habitantes construyen caños en tierra, que además de agravar los problemas sanitarios van formando surcos cada vez más grandes debido a que los suelos que se presentan en el área son de alta erodibilidad. (Figura 7).

La naturaleza misma de los Ríos Cauca y Risaralda genera procesos erosivos, ya que depositan sedimentos en uno margen de los meandros y socavan la otra. Un ejemplo de este tipo, se aprecia al sur del casco urbano (sector de la trilladora) donde, con el fin de disminuir los efectos de la socavación del Río Cauca, se contruyó un muro de gaviones; esta obra sólo cumple parcialmente la labor esperada, pues a pesar de que sólo fue construida hace 3 años, ya se encuentra bastante deteriorada.

Por otra parte, la explotación por los areneros de materiales de arrastre en las márgenes de los Ríos Cauca y Risaralda, también puede crear pequeños problemas de inestabi-



FIGURA 7. Laño de tierra utilizado para evacuar las aguas negras hacia el Río Pisacalda, ubicado en el actual lote del Fondo Popular de Vivienda. Observese los dos profundamientos de terrones en las márgenes.

lidad. A continuación (numeral 4.6) se describe más detalladamente la acción de los areneros en el municipio.

#### **4.6. INFLUENCIA HUMANA**

##### **4.6.1 Extracción de materiales de arrastre en La Virginia.**

Las principales fuentes de materiales de construcción para el Area Metropolitana de Pereira-Dosquebradas, se encuentran en los Ríos Otún, Consota, Cauca y Chinchiná. La demanda de estos materiales se está incrementando a razón de 6% promedio anual (CARDER, 1988). Lo anterior puede tener dos implicaciones:

La actividad de explotación de estos aluviones se deja incrementar.

- El estricto control para desarrollar este tipo de prácticas en el Departamento de Risaralda, orienta el mercado hacia fuentes externas al departamento (Chinchiná o Cartago).

Actualmente en el sector de la Virginia se extraen aproximadamente 370.000 m<sup>3</sup> de arena y grava al año (CARDER, 1988); esto equivale al 63% del total extraído en el departamento durante el año de 1988.

La extracción y clasificación de aluviones y materiales de arrastre en el municipio de La Virginia, se hace en forma manual; las técnicas de extracción son primitivas y la inversión, baja.

Existen varias formas de explotación de los aluviones como la extracción en seco en la orilla del río y la extracción de material de fondo del río por medio de baldes; este tipo de explotación es común en los Ríos Cauca y Pisaralda en zonas aledañas al casco urbano; se conservó en el sector del Barrio San Carlos que se encuentra a orillas del Río Risaralda, en la zona del puente viejo y en la zona del puente sobre el Río Pisaralda; por la vía a Santuario, existen una serie de playas donde los areneros pueden llevar el material sacado del río para su distribución a los centros de consumo. (Figura B).

La explotación intensiva del cauce puede generar fenómenos de incisión del cauce y socavación de orillas; sin embargo, explotaciones manuales en pequeña escala tienen menos potencial de degradación, siempre y cuando se siga ejerciendo un control permanente.



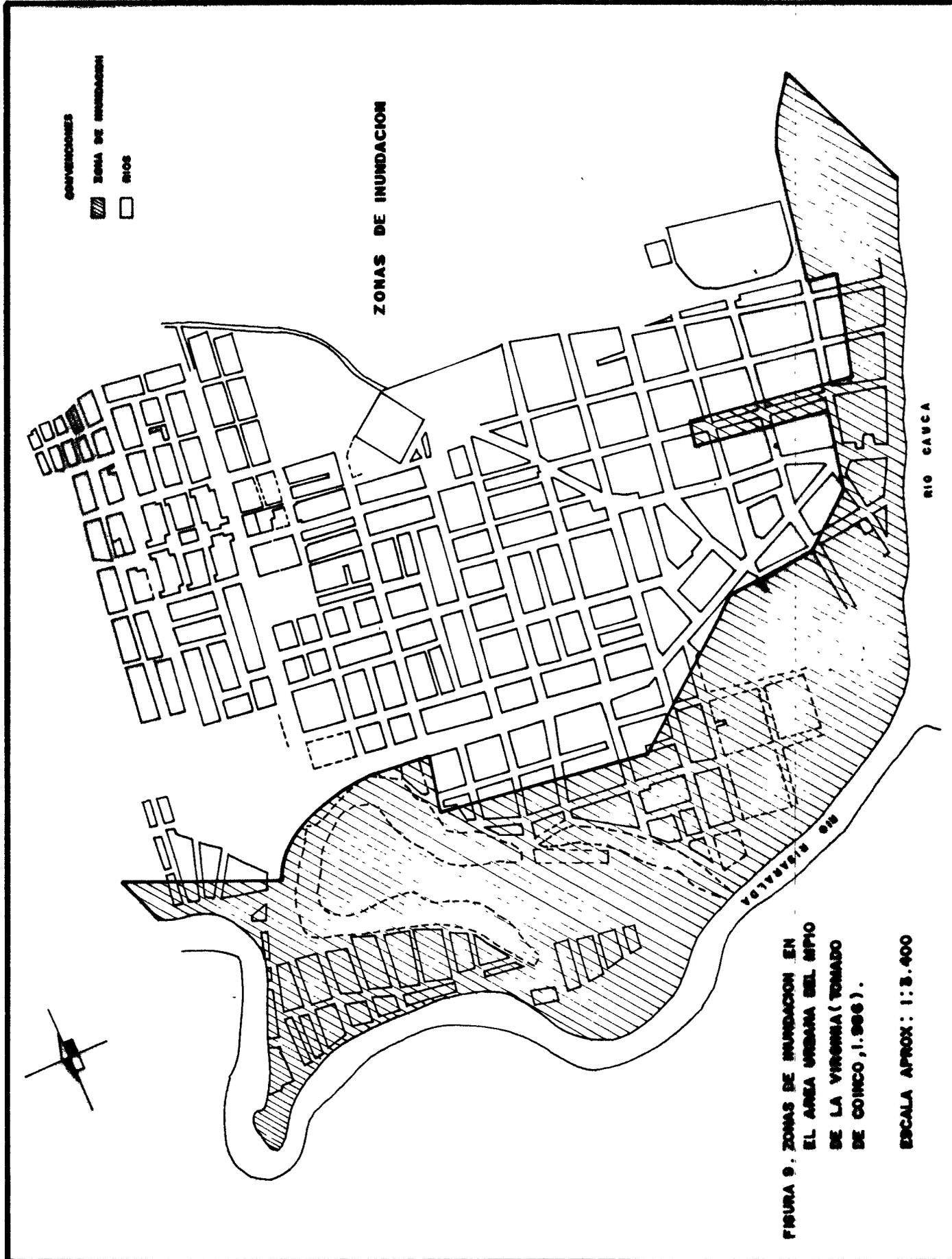
FIGURA 8. Zona de descargue de los areneros, localizada en la margen izquierda del Río Risaralda, a nivel del Barrio San Carlos (Carrera 9 con calle 176).

## 5. ASPECTOS HIDROLOGICOS

### 5.1. CAUDALES

La información hidrológica correspondiente al municipio de La Virginia se ha basado en el informe final sobre obras de infraestructura sanitaria y de protección contra inundaciones en La Virginia (Coinco, 1986).

Las inundaciones periódicas de los sectores noroccidental y sur del casco urbano son ocasionadas por el represamiento del Río Risaralda cuando sube de nivel el Río Cauca; las líneas de flujo del Río Risaralda van subiendo aguas arriba hasta el sitio denominado La Garrucha, donde utiliza el antiguo cauce para inundar los sectores antes mencionados (Coinco, 1986). Este evento sucede aproximadamente cada 10 años; en la figura 9 se delimitan las zonas más afectadas por las inundaciones. El Río Risaralda no posee registros de caudales. En la Tabla 2 se presentan los valores medios diarios de caudales del Río Cauca, para el año 1984.



CONVENCIONES

- ▨ ZONA DE INUNDACION
- RIOS

ZONAS DE INUNDACION

RIO CAUCA

FIGURA 9. ZONAS DE INUNDACION EN EL AREA URBANA DEL APTIO DE LA VIRGENIA (TOMADO DE COINCO, 1.966).

ESCALA APROX: 1:3.400

TABLE 2. Valores medios diarios de caudales (M<sup>3</sup>/seg) . 1984.

DIA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
01	603.0	654.0	711.0	669.0	1006	1250	641.0	363.0	321.0	646.0	1860	1288
02	719.0	648.0	711.0	776.0	1038	1227	692.0	413.0	301.0	621.0	1921	1225
03	827.0	690.0	658.0	718.0	1100	1180	624.0	431.0	290.0	583.0	1793	1088
04	858.0	583.0	624.0	682.0	1005	1222	704.0	492.0	276.0	572.0	1678	1197
05	881.0	700.0	601.0	645.0	965.0	1142	775.0	451.0	264.0	573.0	1637	1134
06	926.0	892.0	585.0	612.0	927.0	1094	726.0	403.0	264.0	577.0	1951	1182
07	957.0	897.0	592.0	590.0	904.0	1296	642.0	409.0	281.0	575.0	2046	1161
08	1104	900.0	569.0	573.0	870.0	1393	621.0	401.0	281.0	625.0	1891	1117
09	1324	988.0	529.0	559.0	803.0	1242	619.0	382.0	322.0	761.0	1763	1136
10	1171	951.0	511.0	546.0	727.0	1143	649.0	362.0	344.0	686.0	1667	1030
11	1092	882.0	506.0	500.0	777.0	1143	598.0	333.0	379.0	655.0	1595	959.0
12	1075	934.0	516.0	601.0	765.0	1114	588.0	320.0	399.0	604.0	1675	984.0
13	7025	784.0	495.0	557.0	810.0	963.0	558.0	316.0	450.0	637.0	1713	947.0
14	977.0	770.0	481.0	594.0	851.0	996.0	567.0	331.0	555.0	601.0	1652	881.0
15	936.0	732.0	456.0	646.0	891.0	1056	587.0	332.0	528.0	704.0	1591	858.0
16	889.0	795.0	432.0	654.0	838.0	903.0	634.0	325.0	470.0	681.0	1428	865.0
17	825.0	840.0	430.0	633.0	881.0	835.0	563.0	316.0	499.0	716.0	1322	851.0
18	767.0	821.0	448.0	597.0	955.0	787.0	544.0	370.0	466.0	923.0	1322	851.0
19	697.0	772.0	443.0	566.0	955.0	787.0	538.0	391.0	590.0	959.0	1184	922.0
20	678.0	753.0	456.0	539.0	856.0	683.0	507.0	383.0	619.0	1056	1105	945.0
21	658.0	729.0	467.0	514.0	820.0	652.0	486.0	376.0	641.0	1000	999.0	875.0
22	681.0	706.0	444.0	494.0	865.0	628.0	520.0	513.0	717.0	1025	918.0	864.0
23	700.0	707.0	466.0	515.0	823.0	651.0	507.0	586.0	764.0	1022	957.0	834.0
24	686.0	695.0	481.0	506.0	807.0	609.0	492.0	529.0	726.0	967.0	965.0	849.0
25	709.0	707.0	464.0	562.0	905.0	581.0	454.0	493.0	755.0	1013	969.0	823.0
26	714.0	739.0	460.0	630.0	1029	589.0	494.0	445.0	707.0	1078	1409	817.0
27	686.0	730.0	476.0	841.0	1067	646.0	417.0	411.0	708.0	1051	1368	783.0
28	702.0	723.0	454.0	860.0	1160	624.0	410.0	395.0	689.0	1330	1529	744.0
29	714.0	709.0	439.0	1023	1131	651.0	401.0	368.0	692.0	1594	1429	706.0
30	675.0	489.0	489.0	1114	1089	625.0	403.0	347.0	639.0	1766	1323	658.0
31	675.0	602.0	602.0	1115	1115	625.0	375.0	332.0	639.0	1790	1323	628.0

FUENTE : Colmo, 1986

LATITUD : 0454  
 LONGITUD : 7553  
 ELEVACION : 900

DEPARTAMENTO : RISHRALDA  
 MUNICIPIO : LA VIRGINIA  
 CURPIENTE : CAUCA

En el estudio realizado por Coinco (1986), se determinaron una serie de cotas topográficas correspondientes a los niveles máximos que alcanza cada inundación. (Tabla 3).

Con base en la anterior información, se determinó la frecuencia o el período de recurrencia para cada cota. (Tabla 4).

Debido a la carencia de una base topográfica confiable y a una escala adecuada, no es posible realizar una zonificación de áreas inundables de acuerdo a cotas máximas de inundación.

El problema hidrológico de La Virginia, causado por la inundación periódica de los sectores noroccidental y sur del casco urbano se ve agravado por otra serie de factores de tipo sanitario, como la inadecuada disposición de aguas negras y basuras. Estos parámetros son tratados en el capítulo del aptitud para el uso urbano.

TABLA 3. Niveles máximos anuales municipio de La Virginia.

SERIE REGISTRADA		SERIE CENLADA, REGISTRADA Y ORDENADA	
AÑO		No.	
1945	895.47 *	1	895.44
1946	895.47 *	2	898.36
1947	896.35 *	3	898.12
1948	895.71 *	4	897.67
1949	897.10 *	5	897.50
1950	897.62 *	6	897.50
1951	896.39 *	7	897.15
1952	896.46 *	8	897.10
1953	896.92 *	9	897.08
1954	896.73 *	10	897.03
1955	897.58 *	11	896.99
1956	897.08 *	12	896.75
1957	896.62 *	13	896.71
1958	895.29 *	14	896.65
1959	895.71 *	15	896.84
1960	896.91 *	16	896.77
1961	896.22 *	17	896.73
1962	897.39 *	18	896.70
1963	896.77 *	19	896.67
1964	896.33 *	20	896.67
1965	896.62 *	21	896.51
1966	896.95 *	22	896.46
1967	896.62 *	23	896.44
1968	896.70 *	24	896.39
1969	896.74	25	896.36
1970	897.03	26	896.35
1971	898.12	27	896.28
1972	896.46	28	896.27
1973	898.44	29	896.33
1974	897.54	30	896.22
1975	893.30	31	895.91
1976	897.15	32	895.70
1977	896.27	33	895.47
1978	896.28	34	895.47
1979	896.05	35	895.29
1980	895.19	36	895.19

\* Datos correlacionados.

Nota: las cotas de nivel están relacionadas al BM CW5-10 IGAC.

CIEN: CUINCO, 1980

TABLE 4. Frecuencia de niveles del Río Cauca. Municipio de la Virginia.

Actualizada a Diciembre de 1980.

Periodo de retorno Tr (Años)	Cota máxima de Inundación
1.01	895.26
2	896.56
5	897.34
10	897.34
20	898.35
30	898.63
50	898.99
100	899.47

FUENTE: Coince, 1986

## 5.2. GEOHIDROLOGIA

**5.2.1 Niveles freáticos.** Generalmente los niveles freáticos en la Virginia se encuentran muy superficiales, según las perforaciones y los sondeos que realizó Coince (1986) se encontró lo siguiente: (Tabla 5).

Las perforaciones anteriores tienen todas una profundidad de 2m; hasta esta profundidad no se hallaron niveles freáticos.

La ubicación de estos sondeos y perforaciones puede verse en la figura 6.

TABLA 5. Datos correspondientes a nivel freático.  
Municipio de La Virginia.

SONDEO	PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO (m)	
1	3.65	
2	2.80	
PERFORACIONES		
1	> 2	(No se encontro)
2	> 2	(No se encontro)
3	> 2	(No se encontro)
4	1.73	
5	> 2	(No se encontro)
6	> 2	(No se encontro)
7	> 2	(No se encontro)
8	> 2	(No se encontro)
9	> 2	(No se encontro)
10	1.15	
11	1.20	
12	> 2	(No se encontro)
13	> 2	(No se encontro)
14	1.72	
15	0.45	

FUENTE: Coinco . 1986.

En el lote correspondiente al Fondo Popular de Vivienda se realizaron tres apiques (agosto/89) (Figura 10); los niveles freáticos se encontraron a las siguientes profundidades. (Tabla 6).

TABLA 6. Profundidades de niveles freáticos en el terreno del Fondo de Vivienda Popular.

APIQUE	PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO (m)
1	1.5
2	1.4
3	1.5

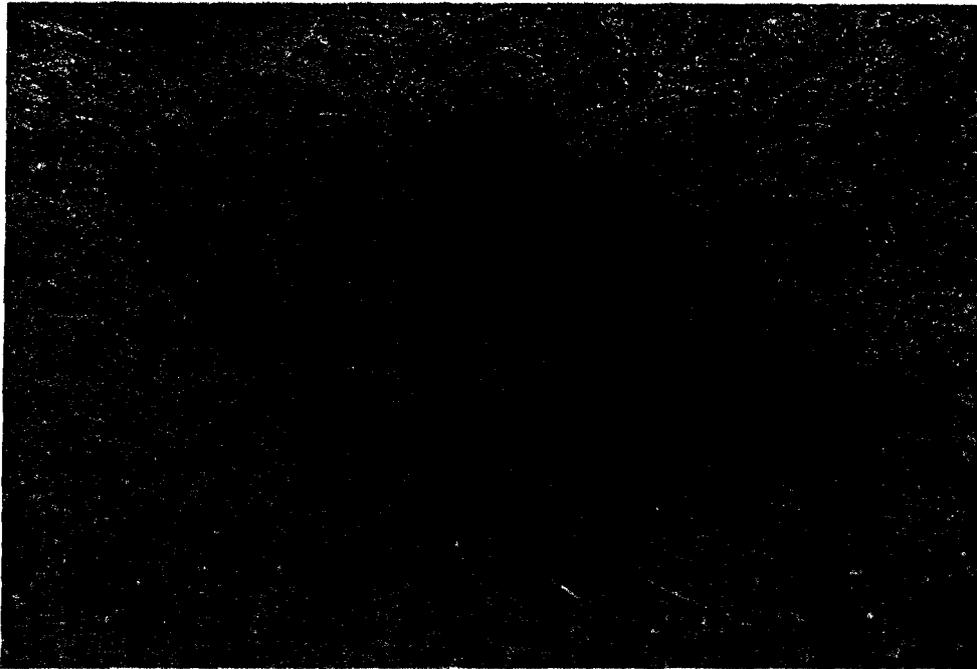


Figura 10. Nivel freático (Apéndice 1) en el terreno del Fondo Popular de Vivienda del Municipio de La Virginia.

## 6. ASPECTOS GEOTECNICOS

El informe final de Coinco (1986) sobre "Obras de infraestructura sanitaria y de protección contra inundaciones en el municipio de La Virginia" presenta algunos datos relacionados con la capacidad portante de algunos de los materiales provenientes de las perforaciones y sondeos realizados.

La tabla 7 resume los ensayos de laboratorio y en la figura 6 se presenta la ubicación de los seis sondeos profundos y 15 perforaciones manuales hechos por Coinco Ltda, además de tres nuevos apiques programados por CARDER en terreno de los nuevos planes de vivienda del Fondo Popular de Vivienda. En el anexo 4 se presentan también los perfiles estratigráficos de cada uno de los sondeos.

Sobre las muestras obtenidas del sondeo S3 se hicieron ensayos de compresión inconfiada (muestras 8 y 12 a profundidades de 9.45 y 12.45 m) (Tabla 7) cuyos resultados fueron de 0.9 y 0.8 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, lo que señala

una capacidad de soporte relativamente baja.

Para deducir la capacidad portante de la arena, Coince (1986), utilizó la ecuación propuesta por G.G. Meyerhof, en la cual:

$$q_a = \frac{N \cdot A}{20} \cdot \frac{(B + 0.3)}{(B)} \cdot k_d \quad \text{kd} \quad B > 1.2 \text{ M}$$

$q_a$  = Capacidad portante admisible en kg/cm<sup>2</sup>

N = Numero de golpes por pie

A = Asentamiento permitido igual a 2.5 cm

B = Dimensión mínima del cimiento

$k_d$  =  $1 + 0.33 D/B$

D = Profundidad de la cimentación.

Para el caso

N = 6

B = 12.4 M

D = 8.75

$k_d$  = 1.43

$$q_a = 0.983 \text{ kg/cm}^2$$

Como resultado final se toma un esfuerzo permitido en el terreno, tanto en el estrato superior limoso como en el

estrato arenoso, una capacidad de soporte de  $1 \text{ kg/cm}^2$ .

Además de que el suelo posee capacidades de soporte bajas, debe considerarse como caso crítico el hecho de tener niveles freáticos altos, 1.5 m en promedio.

Para el desarrollo de cualquier proyecto constructivo, es necesario hacer los estudios de suelos, elaborar un análisis detallado de la capacidad portante del mismo y de las respectivas recomendaciones de cimentación.

Los niveles freáticos tan altos y la dificultad que existe para establecer canales de drenaje debido a que estos interceptarían las cotas máximas de inundación, hacen que no sea recomendable establecer allí construcciones pesadas. Estas deben ser preferiblemente de un piso y seguir además, de manera precisa, las recomendaciones de cimentación dadas por los estudios de suelos.

Tabla 7. Límites y clasificación. Perforaciones.

SON- DENO No	MUCS- FEA. No	PROF.	HUMEDAD	LÍMITES DE ATTERBERG (%)			CLASIF. USCS
				LL	LP	IP	
1	1	1.30	24.2	27.5	23.3	6.2	
3	1	0.50	35.0				CL-ML
4	1		25.3				
4	1	1.30	39.3	50.9	35.4	15.5	
4	2	1.00	54.0				
5	1	0.80	25.5				CL-CH
6	1	0.80	35.8				
7	0	0.70	32.1				
8	1	0.60	35.2	39.9	17.8	7.1	CL
10	1	0.70	38.9				
10	2	1.60	54.0	52.5	39.0	13.5	
11	1	0.50	46.1				CL-LH
11	2	0.90	18.8				
12	1	0.60	27.4	67.1	39.7	23.4	
12	2		7.3				
14		1.50	60.3				
15	1		60.2				
15	2	1.80	60.3	67.4	46.7	16.7	CH
16	2		56.5				

FUENTE: COTIBCO, 1986.

TABLA 7. Limites y clasificación. Sondeos profundos.

SON- DEO No	MUES- TRAO. No	PROFUNDIDAD (m)	HUM. NAT	LIMITES DE ATTERBERG			CLASIFIC. USCS	COMPR. INCONF. qu (Kg/cm <sup>2</sup> )	PESO UNIT. (gr/cm <sup>3</sup> )	N.F en la per a:
				LL	LP	IP				
1	1	1.50	43.7	43.8	34.0	9.8	ML-DL		3.65	
	2	3.00	30.3				SM			
	3	3.45	32				SP	1.47		
	4	4.50					SP			
	5	6.00					SM			
	6	7.50					SM			
	7	9.00	40.1				SM			
	8	10.50	39.6	66.4	57.1	9.3	CH			
	9	12.00	57.4				ML			
2	1	1.05	42.1	52.9	26.1	26.8	CH		2.80	
	2	1.85	54.7				MH			
	3	3.00	51.5				MH			
	4	3.45	33.4				SP			
	5	6.00	17.1				SM			
	6									
	7	7.50	58.4				ML			
	8	9.00	53.3				ML			
	9	9.40	53.1				SP			

FUENTE: COINCO, 1986.

Tabla 7. Límites y clasificación. Sondeos profundos. (Continuación).

SON- DEU No	MUES- TERO. No	PROFUNDIDAD (m)	HUM. NAT	LÍMITES DE ATTERBERG (%)			CLASIFIC. USCS	COMPR. INCONF. <sup>qu</sup> (Kg/cm <sup>2</sup> )	PESO UNIT. (gr/cm <sup>3</sup> )	N.F en la per a:
				LL	LP	IP				
	10	10.50	53.1				ML			
	11	12.00	68.9				OL			
	12			55.0	29.0	26.0	MH-CH	0.7	1.00	
3	1	1.50	43.4	55.1	41.1	14.0	CH			
	2	3.00	28.0				SM			
	3	4.50					SP			
	4	6.00					SP			
	5									
	6	7.50	32.8				SM			
	7	9.00	59.7				OL			
	8	9.45		63.9	31.3	32.6	MH-CH	0.9	1.12	
	9	10.50	52.1				ML			
	10	12.00	50.2				ML			
	11	12.45	40.6	57.6	30.5	27.1	MH-CH	0.8	1.17	
4	1	1.50	46.0	64.9	28.9	36.0	CH			
	2	1.80	48.3				CH			
	3	3.00	43.9				ML			
	4	4.50					ML			

TABLE 7. Límites y clasificación. (Continuación).

SON- DEO No	MUES- TRA No	PROFUNDIDAD (m)	HUM. NAT	LÍMITES DE AITERBERG (%)			CLASIFIC. USCS	COMPR. INCONF. qu (Kg/cm <sup>2</sup> )	PESEO UNIT. (gr/cm <sup>3</sup> )	N.F en la per a:
				LL	LP	IP				
	5	4.95	348.0				CH	1.1	1.22	
	6	6.00	63.5							
	7	7.50					CL			
	8	7.95		62.0	30.3	31.7	MH-CH	1.0	1.10	
	9	9.00	61.6				MH			
	10	10.50	96.7				MH			
	11	10.95		40.0	18.2	21.8	CL			
	12	12.00	31.9				CL			
	13	13.50	25.7				SM			
5	1	1.50	36.9	35.6	28.3	7.3	CL			
	2	3.00	24.1				SP			
	3									
	4	6.00	55.1				CL			
	5	6.45		61.4	30.0	31.4	CH-MH	0.9	1.05	
	6	7.50	318.3							
	7									
	8	9.45		62.8	32.2	30.6	CH-MH	0.2	0.94	
	9	10.50	66.4				OL			

TABLA 7. Limites y clasificación. (Continuación).

SUN- DICO No	MUES- TRA. No	PROFUNDIDAD (m)	HUM. NAT	LIMITES DE ATTERBERG (%)			CLASIFIC. USCS	COMPR. INCONF. qu (Kg/cm <sup>2</sup> )	PESO UNIT. (gr/cm <sup>3</sup> )	N.F en la per sa:
				LI	LP	IP				
	10	12.00	33.1				ML			
	11	12.45	90.9	56.4	28.2	28.2	CH			
6	1	1.50	97.8				OL			
	2	3.00	79.4				ML			
	3	3.45					CH	0.2	0.92	
	4	4.50	89.8	59.0	28.1	30.9	ML			
	5	6.00					ML			
	6	6.45	41.5	42.2	17.8	24.4	CL	1.5	1.99	
	7	7.50		51.9	35.6	16.3	CH			
	8	9.00	23.0				SW			
	9	9.45					SP			

## 7. ESTADO DE LAS EDIFICACIONES

El desarrollo urbanístico del municipio de La Virginia se ha dado en forma particularmente desordenada, debido al repentino crecimiento que tuvo la población con la creación del ingenio azucarero. Este estimuló una corriente migratoria de trabajadores cortadores de caña en su mayoría. Estas personas junto con los areneros, ocupan los barrios más pobres, donde la mayoría de las viviendas se han establecido en zonas de inundación de los Ríos Cauca y Risaralda (Figura 11).

Como se anota en el estudio de protección de viviendas en peligro (CARDER, 1988), La Virginia constituye un fenómeno complejo, donde la falta de políticas coherentes de planeación por parte de la administración municipal ha permitido que se localicen viviendas en áreas de riesgo, acentuando el problema.

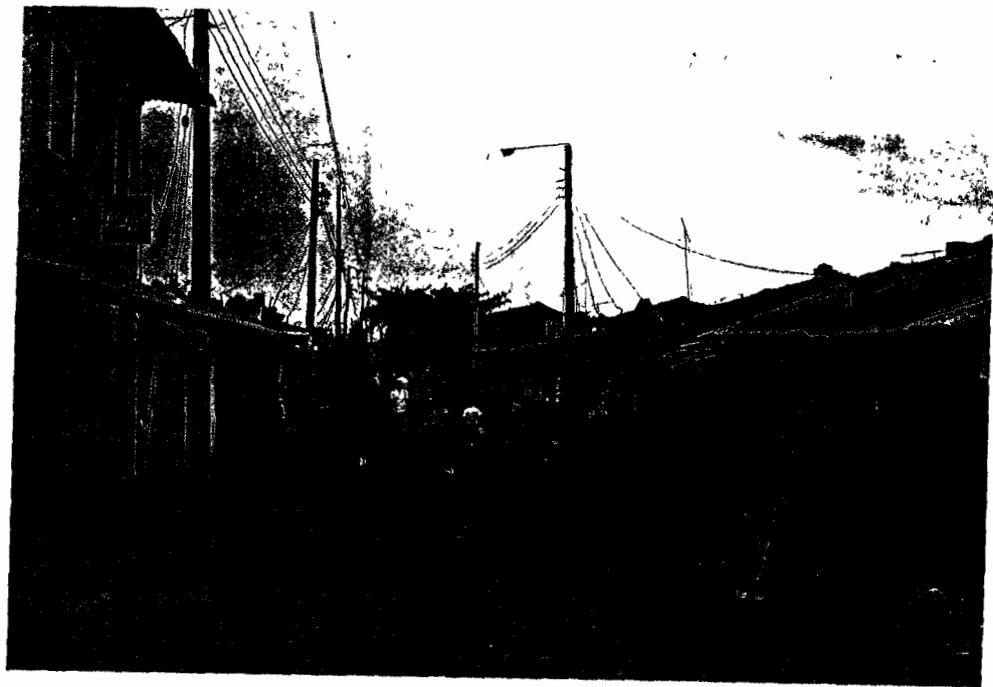


FIGURA 11. Aspecto de un barrio subnormal (Barrio Alfonso López) ubicado en zona inundable del Río Risaralda (Carretera 1a).

Además se han realizado cambios artificiales en el curso del Rio Risaralda, con graves consecuencias ya que se aceleró el proceso erosivo y se creó uno sanitario, al convertir un meandro abandonado en zona de vertimiento de aguas negras.

Actualmente existen en La Virginia tres planes de vivienda que adelanta el Fondo de Vivienda Popular: Byron Gaviria, Fernando Tangarife y Luis Carlos Galán; todos ellos se encuentran ubicados al norte del municipio, en un terreno de 83.787 m<sup>2</sup> de los cuales se destinarán 15.315.9 m<sup>2</sup> para recreación (18.3%) y 31.670.6 m<sup>2</sup> para vías (37.8%).

El análisis del mapa de aptitud para el uso urbano (Mapa 3/3) revela una situación favorable para la futura expansión de La Virginia. De acuerdo con el ritmo de crecimiento de la población, la necesidad de espacio para construcción puede ser atendida. Sin embargo, por problemas de tenencia de tierras, la mayor parte de las áreas aptas no se han podido aprovechar ni siquiera para suplir las necesidades más básicas del municipio como es la construcción de un relleno sanitario.

Se elaboró un mapa de tipología de las edificaciones (Mapa 2/3) escala 1:2500; el cual muestra de manera cualitativa a semicuantitativa el tipo y estado de las construcciones.

Este inventario se resume en la Tabla 8. El 7.4% del total de las edificaciones se encuentran en regular y mal estado, lo cual se considera un porcentaje muy bajo en relación con el resto de los municipios del Departamento de Risaralda.

En La Virginia sólo existe un 3% del total de las edificaciones en mal estado y un 6.4% en regular estado.

Del inventario del estado de las construcciones se obtuvieron los siguientes datos:

El 88.0% del total de las edificaciones en la cabecera municipal son de ladrillo; de las cuales el 1.8% (76 edificaciones) se encuentra en regular y mal estado.

El 7.5% de las edificaciones en el área urbana son de bahareque de las cuales el 40% se encuentran en regular estado y el 31% en mal estado; de estas últimas, la mayoría necesita ser reconstruidas.

El 3.1% del total de las edificaciones corresponde a construcciones mixtas y el 1.3 a construcciones de guadua.

Muchos sectores, no han sido aprovechados racionalmente: Barrios San Carlos, Alfonso López, El Edén, San Fernando, Las Américas y San Antonio.

Tabla 3 Tipificación de las viviendas en el Municipio de La Virginia.

		TIPO DE VIVIENDA					
		Ladrillo	Baher.	Mixta	Quadua	Conet.	TOTAL
L S T I P I F I C A D O D E L A S V I V I E N D A S	U N I C A	4047	102	73	18	130	4290
	F E G U I L A R	67	141	55	35		278
	M U L T I P L I C A D A	7	102	12	12		143
TOTAL		4121	345	145	63		4674

Para evitar la proliferación de barrios subnormales como los anteriores, es necesario que la administración municipal elabore esquemas de planeación que incluyan objetivos tales como:

- Racionalizar la localización de servicios comunitarios en relación con los recursos disponibles.
- Mantener una adecuada proporción de las áreas libres.
- Promover la construcción de áreas de recreación y la conformación de circuitos peatonales.
- Ser coherente con la densidad urbana admisible.
- Incrementar la vegetación dentro de la malla urbana.
- Estimular la reforestación de las márgenes de los ríos Cauca y Risaralda con especies como guadua, por lo menos en el tramo urbano.
- Garantizar la estabilidad de las nuevas construcciones mediante la implementación del Código Colombiano de Construcciones Sismoresistentes.

- No permitir nuevas construcciones en zonas inundables e implementar un plan de reubicación de las viviendas más afectadas por este problema.
- Garantizar la protección ambiental cuando se adelanten nuevos planes de vivienda.

Para alcanzar los objetivos anteriores se deben tener criterios mínimos de planeación que definan políticas a seguir; algunas de ellas involucran los siguientes aspectos:

- Tamaño mínimo de lotes en las nuevas urbanizaciones.
- Áreas libres mínimas al interior y exterior de las viviendas.
- Áreas mínimas para servicios comunitarios de acuerdo al número de viviendas.
- Preparación de una guía para construcciones, según las normas del Código Colombiano de Construcciones Sísmoresistentes, para casas de uno a dos pisos y que contenga:

- Normas para construcción de nuevas viviendas y remodelación de aquellas que se encuentran en mal estado.
- Normas que impidan la inadecuada utilización del espacio libre.
- Normas que permitan una adecuada disposición de aguas negras y desperdicios sólidos.
- Distribución de zonas aptas para construir de acuerdo con este estudio (Mapa 4/3. Aptitud para el uso urbano).

## **8. APTITUD PARA EL USO URBANO**

Para el área de estudio, esta zonificación se basa principalmente en la susceptibilidad que presentan ciertos sectores ante las inundaciones.

De acuerdo con el parámetro anterior, la zona de estudio se dividió en las siguientes áreas:

### **8.1. AREAS IA**

Localización: Estas áreas comprenden principalmente los Barrios Siete de Enero, La Isla V Etapa, Los Almendros, La Isla, Pío XII, Sigifredo Zuleta, Obrero, Los Gavilanes, Kalsillas, Buenos Aires, La Playa, Restrepo, La Magdalena, Centro, Bavaria, El Edén, San Cayetano, Los Libertadores, Pedro Pablo Bello y parte del Barrio San Antonio.

Generalidades: Se incluyen dentro de estas áreas las zonas actualmente urbanizadas donde no se evidencian restricciones geológicas aparentes y en las cuales podría even-

tualmente establecieren planes de densificación vertical de viviendas y cambios en el uso urbano, una vez realizados los estudios geotécnicos necesarios.

Rasgos fisiológicos: En general estas áreas corresponden a terrenos con topografía plana o muy suavemente ondulada con pendientes de 0% a 5%.

Formaciones superficiales: Las diferentes zonas comprendidas dentro de esta clasificación, se encuentran localizadas sobre la unidad denominada Depósitos aluviales recientes (Qal) formada por los Ríos Risaralda y Cauca. (Ver capítulo 4.4 Formaciones superficiales). Las características geotécnicas, se resumen, además, en la Tabla 7.

Limitaciones naturales y artificiales: Las áreas IA, al parecer son aptas para desarrollar planes de densificación vertical de viviendas; sin embargo, por encontrarse en una formación superficial que presenta propiedades mecánicas heterogéneas, requieren necesariamente de un estudio geotécnico detallado con el fin de garantizar la estabilidad de las construcciones futuras. En estas áreas se deben controlar los botaderos de basuras en sitios residenciales y en los alrededores, especialmente en la zona de la madre vieja (IB1) donde actualmente funciona el basurero municipal. (Figura 15).

## 8.2. AREAS IB

Estas áreas corresponden a zonas urbanizadas que se inundan periódicamente.

Localización: Este sector se encuentra ubicado al noroccidente y sur del área urbana, bordeando los cauces de los Ríos Risaralda y Cauca (Mapa 3/3 de aptitud para el uso urbano). Estas áreas comprenden parte de los Barrios San Carlos, Alfonso López, El Edén, San Fernando, Las Américas y San Antonio.

Generalidades: Estas áreas, además de estar expuestas a inundaciones, presentan un grave problema sanitario, debido al mal manejo de las aguas negras. Cuando el nivel de aguas del Río Cauca aumenta, reprisa la desembocadura del Río Risaralda, cuyo nivel sube aguas arriba hasta alcanzar la cota de entrega de las aguas negras, ocasionando su represamiento y su dispersión.

Bajo esta misma categoría se incluye el sector de la denominada "Madre Vieja" (IB1, Mapa 3/3 de aptitud para el uso urbano) al cual caen las aguas negras de los Barrios La Isla V Etapa, San Carlos, Los Gavilanes, Buenos Aires y Alfonso López. (Figura 12). Cuando el Río Risaralda sube utiliza la madre vieja para evacuar parte de sus aguas.



FIGURA 12. Aspecto de uno de los sectores de la madre-  
 zorra utilizado para evacuar las aguas negras  
 de los barrios La Progreso, San Carlos y  
 El Rosalón. Cuando el Río Bizaralida sube  
 de nivel cubre este meandro abandonado  
 para inundar el sector.

complicándose así el problema sanitario.

Rasgos fisiográficos: El área corresponde a un terreno de topografía plana o muy suavemente ondulada con pendientes entre 0% y 10%.

Formaciones superficiales: Estas áreas están localizadas sobre la unidad denominada depósitos aluviales recientes (Qs1) conformados principalmente por limolitas y arenas.

Algunas de las características geotécnicas de los materiales fueron evaluadas por Coinco (1986): (tabla 7).

Limitaciones naturales y artificiales: La principal limitante de estas áreas la constituyen las inundaciones periódicas causadas por los Ríos Cauca y Risaralda. En el capítulo 5, de hidrología, se presenta una Tabla (4) que contiene los datos de recurrencia y cotas topográficas o niveles máximos de inundación en estas áreas.

Otro grave problema lo constituyen los vertederos de aguas negras, los cuales son obstruidos cuando los Ríos Cauca y Risaralda suben de nivel (Figura 13 y 14).



1. Descote de aguas neuras sobre el Rio Cauca a nivel de la carrera 11 A con la calle 4. Se observan los botaderos de basura y la falta de mantenimiento del descote. Cuando el nivel de las aguas del Rio Cauca cubo laponan este descote.

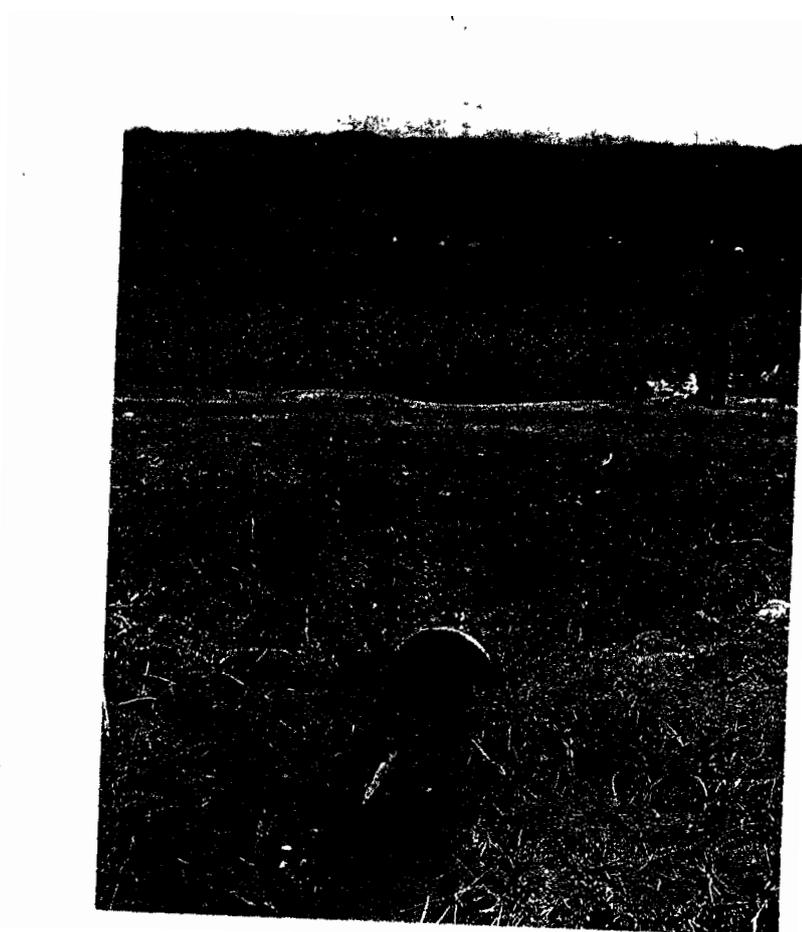


FIGURA 14. Descolor de aguas negras sobre la margen izquierda del Rio Ramadilla a nivel de la carretera 40.

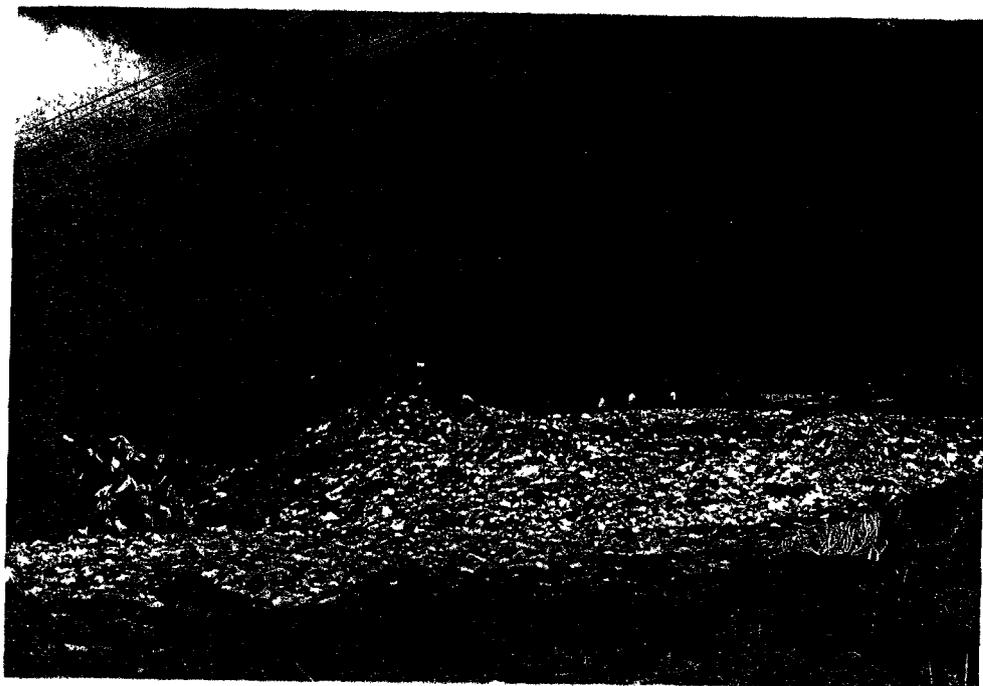


FIGURA 15. Basurero municipal ubicado en la zona urbana, en la carrera 50 con calle 15.

### **8.3. AREAS IIA**

Estas áreas corresponden a zonas donde no se evidencian posibles inundaciones por parte de los Ríos Cauca y Risaralda.

Generalidades: Las zonas incluidas dentro de estas áreas parecen aptas para llevar a cabo proyectos de construcción, sin embargo, por presentarse en zonas con propiedades mecánicas heterogéneas, requieren necesariamente de un estudio geotécnico detallado con el fin de garantizar la estabilidad de las construcciones futuras.

La mayor parte de estas áreas (90%) se encuentra cultivada con caña de azúcar.

Rasgos fisiográficos: Generalmente estas áreas presentan una topografía plana con pendientes de 0 a 10% ; localmente se encuentran colinas bajas y redondeadas con pendientes fuertes (mayores del 40%).

Formaciones superficiales: Estas áreas en su mayoría se encuentran sobre sedimentos aluviales recientes y localmente sobre sedimentos de la formación Zarzal. (Ver capítulo 4.4 de Formaciones superficiales).

Limitaciones naturales y artificiales: La limitación más importante tiene relación con la construcción de obras de infraestructura necesarias para un adecuado beneficio del terreno. Estas áreas requieren de manera primordial el desarrollo de un tratamiento integral de tipo sanitario en caso de llevarse a cabo cualquier proyecto de tipo constructivo.

#### **8.4. AREAS IIIC**

Las áreas IIIC corresponden a zonas no urbanizadas ni urbanizables que presentan inundaciones periódicas o un alto potencial a ser inundadas por parte de los Ríos Písaralda y Cauca. (Figuras 12 y 16).

Localización: Estas áreas se encuentran bordeando la margen derecha de los Ríos Cauca y Písaralda (Mapa 3/3 de Aptitud para el uso urbano).

Generalidades: Estas áreas se encuentran cultivadas con caña.

Rasgos fisiográficos: Estas áreas presentan una topografía plana con pendientes comprendidas en un rango del 0 a 2%.



FIGURA 16. Lote baldío contiguo a la tralladora, el cual se inunda periódicamente, aproximadamente cada 4 años.

Formaciones superficiales: Estas áreas se encuentran conformadas por depósitos aluviales recientes (Qalq), provenientes de los Ríos Cauca y Risaralda.

Limitaciones naturales y artificiales: La principal limitante la constituye las inundaciones periódicas a que están sometidas estas áreas. Debe propenderse, en lo posible, por continuar el uso actual e implementar un plan de reforestación en las márgenes de los Ríos Cauca y Risaralda, tratando de evitar que se agudicen o aparezcan nuevos problemas de inestabilidad de orillas, especialmente en las márgenes del Río Risaralda.

## **9. SOLUCIONES PLANTEADAS PARA LA PROBLEMÁTICA DE LA VIRGINIA**

En el municipio de La Virginia se han realizado diferentes estudios encaminados a plantear soluciones para su problemática; estas soluciones incluyen propuestas y algunas obras como las que se describen a continuación:

- COINCO (1986) propone la construcción de un dique perimetral que siga la cota 900, bordeando el casco urbano a orillas de los Ríos Cauca y Risaralda. Este dique tiene alturas previstas entre 1.5 y 3.0m, con una base entre 11 y 21m. La longitud total del dique sería de 2.408m. Paralelamente a este dique, se construiría una vía perimetral de 1.325 m de longitud. De manera integral se adecuaría el sistema de alcantarillado construyendo una serie de estaciones permanentes de bombeo.
  
- CARDER (1984) propuso y realizó algunas obras de estabilización de la margen izquierda del Río Cauca, en

un segmento urbano comprendido entre la desembocadura del Río Risaralda y la trilladora.

- COINCO (1988) propuso la posible desviación del Río Risaralda. El proyecto consiste en desviar el Río Risaralda más o menos en el sitio llamado "La Ye", junto a las antiguas instalaciones de "Destechados San Camilo" de Dosquebradas, en forma casi paralela a la variante, para descargar las aguas al Río Cauca, en el terreno donde funcionaban las antiguas instalaciones de Pavicol, hoy propiedad de la CARDER. Este eje tiene una longitud aproximada de 3.000 metros.

Las dos propuestas planteadas por COINCO no son viables desde el punto de vista económico. Una propuesta alternativa que se intenta plantear en este trabajo, es la siguiente:

Reubicación de las viviendas afectadas por inundaciones periódicas ocasionadas por los Ríos Cauca y Risaralda. El cálculo de los costos de reubicación de estas viviendas son de manera aproximada, los siguientes:

Las viviendas localizadas en el área comprendida entre la madre vieja y el Río Risaralda se consideran de reubicación pronta o moderada, por lo cual los cálculos de costos se

hacen para este sector.

Número total de viviendas para el sector comprendido entre el Río Risaralda y la madre vieja: 914. Estas viviendas se encuentran discriminadas así: (Tabla 9).

TABLA 9. Tipología de viviendas de reubicación pronta a moderada.

		TIPO DE VIVIENDA				
		Ladrillo	Bahareque	Mixta	Guadua	Construcción
E S T A D O D E L A V I V I E N D A	B U F U N D O	420	63	46	11	18
	R E G U L A R	50	139	38	15	
	M A L O	4	94	5	11	
TOTAL		474	296	89	37	18

Promediando los avalúos que realizó el Instituto Agustín Codazzi (IGAC), de 81 viviendas de reubicación en el municipio de la Virginia (Programa de protección de vivien

das en peligro, CARDER, 1988), el costo aproximado de compra de la mejora por vivienda, sería de \$500.000. Esto implica, en términos muy generales, que el costo total aproximado de compra de las mejoras sería de \$457.000.000. Para el cálculo de los costos anteriores, no se tuvo en cuenta el costo de los lotes ni de las nuevas viviendas (a construir), ya que el plan de reubicación se realizaría por auto-construcción.

Las cifras obtenidas para las posibles soluciones a la problemática de La Virginia, en las propuestas de COINCO LIDA, son:

- Costos del proyecto "Obras de infraestructura sanitaria y de protección contra inundaciones en el Municipio de la Virginia (A precios de 1986): (tomados de COINCO LIDA, 1986).

- Redes de alcantarillado	\$ 426.667.184.80
- Dique	102.059.332.90
- Estaciones de bombeo, obras y equipos eléctricos	195.150.759.10
- Equipos de bombeo	391.211.812.90
- Vía perimetral	49.176.644.85
	-----

COSTO TOTAL DEL PROYECTO .....\$ 1.164.385.775.00

- Costos muy aproximados del proyecto "desvío del Río Risaralda" (A precios de 1988): (Tomados de COINCO LTDA, 1988).		
--	Compra de tierra: 180.000 m <sup>2</sup> a \$400	= \$ 72.000.000
--	Excavación de tierra común:	
	325.000 m <sup>3</sup> a \$200	= 65.000.000
--	Excavación con tablestacado:	
	30.000 m <sup>3</sup> a \$3.900	= 117.000.000
--	Puentes vehiculares:	
	2 a \$ 80.000.000	= 160.000.000
--	Obras complementarias	= 50.000.000
		-----
	TOTAL .....	\$ 464.000.000

Comparando estas cifras y las obtenidas en este proyecto, resulta mucho más económico reubicar las viviendas que se encuentran ubicadas en zona inundable; además quedaría una amplia zona para implementar parques y escenarios deportivos.

- Debido a la naturaleza heterogénea de las formaciones superficiales presentes en el área y en especial la de los depósitos aluviales recientes, se hace indispensable realizar estudios de suelos para cada proyecto constructivo que se quiera adelantar en el área urbana del municipio.
  
- El único tipo de proceso erosivo que se puede señalar en el municipio de La Virginia, está relacionado a la inestabilidad de los cauces de los Ríos Cauca y Risaralda.

Entre los principales procesos erosivos se tiene la socavación de orillas y el abandono de cauces, en muchos casos por influencia antrópica. Otro proceso erosivo importante lo constituyen los surcos superficiales, formados por las aguas negras que vierten a los Ríos Cauca y Risaralda.

- La explotación intensiva de materiales en el cauce del Río Risaralda, puede generar fenómenos de incisión del cauce y socavación de orillas por un aumento en la capacidad erosiva del río; sin embargo, explotaciones manuales en pequeña escala tienen menos potencial de degradación del cauce, siempre y cuando se siga ejerciendo un control periódico.

- Se deben instalar estaciones pluviométricas y limnimétricas (especialmente en el Río Risaralda) en el área urbana, para obtener registros que permitan realizar estudios hidrológicos completos, especialmente sobre crecientes máximas.
- En general los niveles freáticos en el área urbana y suburbana son altos, registrándose niveles freáticos mínimos hasta de 3.65m (sondeo 2, COINCO, 1986) de profundidad.
- COINCO (1986), realizó ensayos de compresión inconfinada para algunas muestras de suelos, cuyos resultados fueron de 0.9 y 0.8 kg/cm<sup>2</sup>, lo que señala una capacidad de soporte relativamente baja.
- Se recomienda que para el diseño de construcciones de cualquier proyecto, se consideren los parámetros especificados por el "Código Colombiano de Construcciones Sismoresistentes".
- Deben eliminarse los botaderos de basura en las márgenes de los Ríos Cauca y Risaralda y en zonas urbanas.
- Según lo establecido por el Código Nacional de Recursos Naturales de Protección al Medio Ambiente, se debe

respetar una faja paralela a la línea de cauces permanentes hasta de 30m.

- Del total de edificaciones del casco urbano del Municipio de La Virginia, solo existe un 3% de construcciones que se encuentra en mal estado, lo cual se considera un porcentaje muy bajo en relación con el resto de los municipios del Departamento de Risaralda.
  
- Los mapas presentados en este informe especialmente el de Aptitud para el uso urbano, deben ser utilizados para orientar las decisiones de la administración municipal o de planeación municipal; en ningún momento elimina la necesidad de estudios detallados para proyectos específicos.

## BIBLIOGRAFIA

ARCAS, 1988. Potencial de explotación de los aluviones y materiales de arrastre en el Valle del Río Mapa. Informe preparado para CARDER, Pereira, 130 p.

CARDER, 1988. Protección de viviendas en peligro, documentos OP01, OP02 y OP04 de 1988, Pereira, 37 p.

COINCO, 1985. Propuesta de obras de infraestructura sanitaria, de protección contra inundaciones en el Municipio de La Virginia. Informe preparado para CARDER, Pereira, 11 p.

, 1985. Diseño de las obras de infraestructura sanitaria y de protección contra inundación para el Municipio de La Virginia. Propuesta técnica. Informe preparado para CARDER, Pereira, 129 p.

, 1986. Informe sobre revisión del alcantarillado e hidrología del diseño de obras de infraestructura sanitaria y de protección contra inundaciones para el Municipio de La Virginia. Informe preparado para CARDER, Pereira, 47 p.

, 1986. Estudios de suelos: Trabajos de campo, ensayos y resultados de laboratorio. Informe preparado para la CARDER, Pereira, 145 p.

1986. Análisis y diseño del dique perimetral. Informe preparado para CARDER, Pereira, 13 p.

1986. Obras de infraestructura sanitaria y de protección contra inundaciones en el Municipio de La Virginia. Especificaciones técnicas, suministros e instalaciones de equipos de bombeo, construcción de obras, redes y suministro de equipos eléctricos. Informe preparado para la CARDER, Pereira, 60 p.

- , 1986. Dimensionamiento de las estructuras de entrada, dimensionamiento de las estaciones de bombeo, selección de bombas. Documento borrador. Informe preparado para CARDER, Pereira, 45 p.
- ., 1986. Obras de infraestructura sanitaria y de protección contra inundaciones en el Municipio de La Virginia. Rasante vía perimetral, localización de estaciones de bombeo, cálculo y ajuste de poligonales. Informe preparado para CARDER, Pereira, 76 p.
1986. Obras de infraestructura sanitaria y de protección contra inundaciones en el Municipio de La Virginia. Memorias de cálculo estructural. Informe preparado para CARDER, Pereira, 214 p.
- ., 1986. Alcantarillado existente, La Virginia (Risaralda). Informe preparado para CARDER, Pereira, 81 p.
- ., 1986. Obras de infraestructura sanitaria y de protección contra inundaciones en el Municipio de La Virginia. Alcantarillado existente - Investigación. Informe preparado para CARDER, Pereira, 263 p.
- ., 1986. Obras de infraestructura sanitaria y de protección contra inundaciones en el Municipio de La Virginia. Especificaciones de construcción. Informe preparado para CARDER, Pereira, 269 p.
- ., 1986. Obras de infraestructura sanitaria y de protección contra inundaciones en el Municipio de La Virginia. Informe final. Informe preparado para CARDER, Pereira, 241 p.
- ., 1988. Informe sobre la posible desviación del Río Risaralda, Municipio de La Virginia. Informe preparado para CARDER, Pereira, 10 p.
- DANE, 1984. XV Censo Nacional de Población y IV de Vivienda. Vol. I, Bogotá, 481 p.
- DUQUE, J.E., GONZALEZ, C.A. & GUTIERREZ, J.A., 1985. Evaluación del sistema actual de aseo urbano en el Municipio de La Virginia- Risaralda. Tesis de grado, Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ingeniería Industrial, Pereira, 221 p.
- EGEO, 1987. Geología Ambiental del área urbana y suburbana del Municipio de Marsella. Informe preparado para CARDER, Pereira, 216 p., Anexos, mapas.

- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS, 1988. Estudio de zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera del Departamento de Risaralda, Bogotá, D.E., 265 p.
- GOBERNACION DE RISARALDA, 1988. Atlas de Risaralda, Pereira, 243 p.
- GONZALEZ, H., 1980. Geología de las hojas 167 (Sonsón) y 187 (Salamina) del Mapa Geológico de Colombia, Bogotá, 23(1), 174 p.
- IGAC, 1975. Mapa de estudio general de suelos para fines agrícolas de los Municipios de Anserma, Belén de Umbria, Risaralda, Viterbo, Belalcázar, Marsella, La Virginia, Santa Rosa de Cabal y Pereira (Departamento de Caldas y Risaralda), escala 1:100.000; Bogotá:IGAC, Subdirección Agrológica.
- , 1979. Estudio general de suelos para fines agrícolas de los Municipios de Belén de Umbria, Risaralda, Viterbo, Belalcázar, Anserma, Marsella, La Virginia, Santa Rosa de Cabal y Pereira (Departamento de Caldas y Risaralda), Bogotá:IGAC, Subdirección Agrológica. 266 p.
- INGEOMINAS, 1983. Mapa de terrenos geológicos de Colombia, Public. Geol. Ingeominas No 14, 235 p.
- , 1984. Mapa geológico preliminar, plancha 224 - Pereira, escala 1:100.000, Bogotá.
- JAMES, M., 1986. Estudio sismotectónico en el área del Viejo Caldas, INGEOMINAS, Medellín, 112 p. mapas.
- VELASCO, M. Y VERA, C., 1986. Dinámica fluvial del Río Risaralda entre la Isla y el Municipio de La Virginia. tomo I. Tesis de grado. Universidad Nacional, Seccional Medellín, Facultad de Minas, Medellín, 211 p., mapas.
- PAGE, W., 1986. Geología Sísmica y Sísmicidad de la región del Noroccidente de Colombia, informe preparado por Woodward Clyde Consultants para I.S.A. Medellín, 280 p., Anexos, mapas.

**ANEXO 1. MAPAS**

***ANEXO 2. FOTOGRAFÍAS***

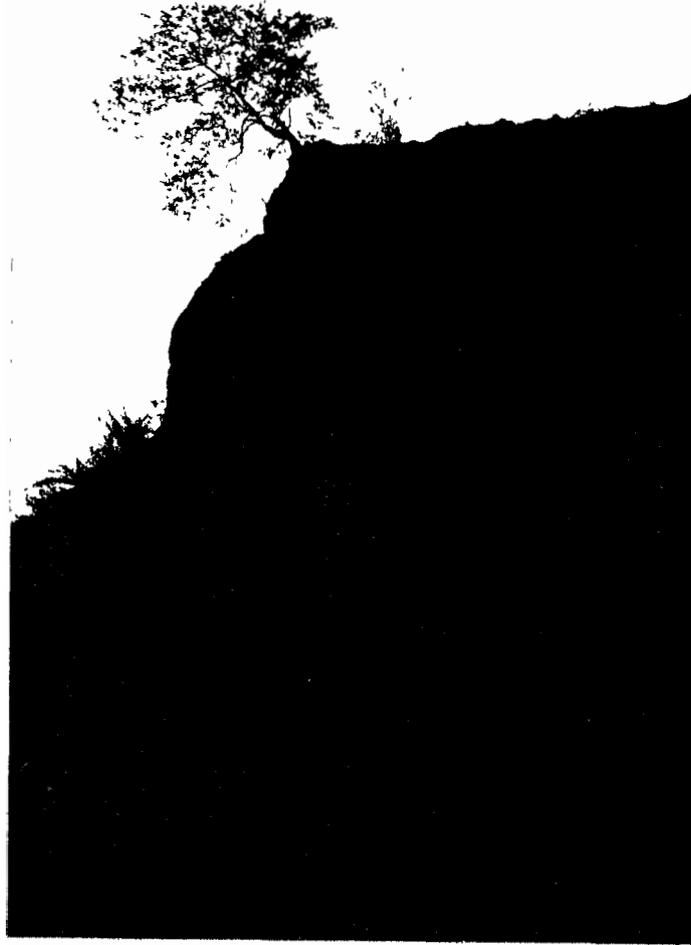


FOTO 1. Conglomerados y areniscas con estratificación cruzada, pertenecientes a la parte más superior de la Formación Zarzal; localizados en la margen derecha de la vía a Pereira, luego de cruzar el puente sobre el Río Cauca.

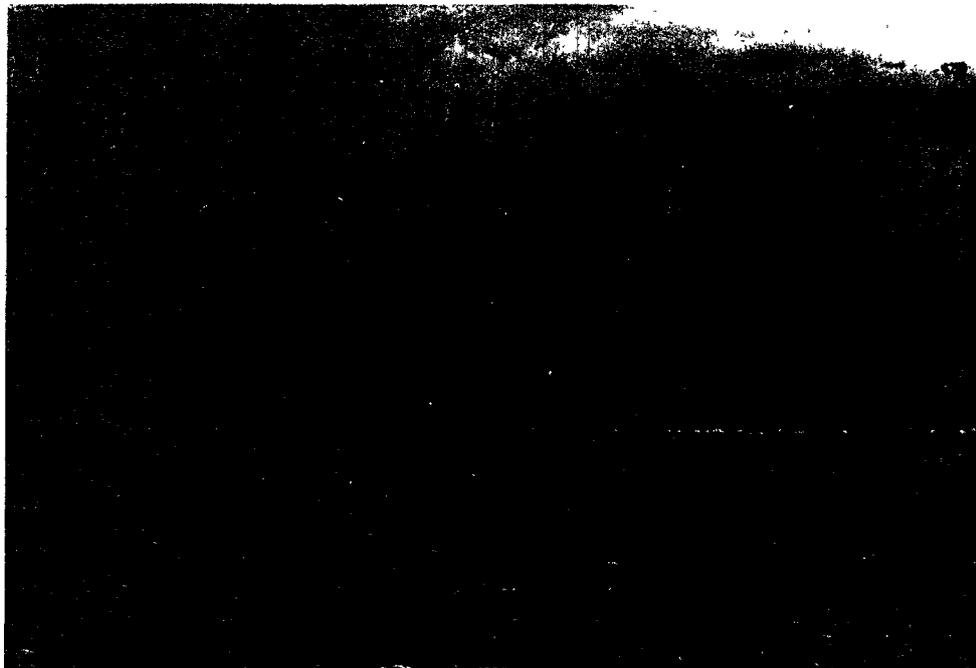


FOTO Aspecto físico del lote del Fondo Popular de Vivienda. Obsérvese las zonas encharcadas, lo que significa que los niveles freáticos en el sector son muy superficiales.



FOTO 3. Masureros y descolec de aguas negras, localizados en la margen izquierda del Rio Ricaralda, luego de que cruza el puente de la vía a Santuario. Obsérvese los canales, pequeñas cárcavas y surcos, ocasionados por las aguas negras.



FOTO 4. Basureros y desechos de animales negros en la margen izquierda del Río Pisarcilla, a nivel de la calle 16. Este tipo de basureros, en sitios no adecuados, no se deben permitir.

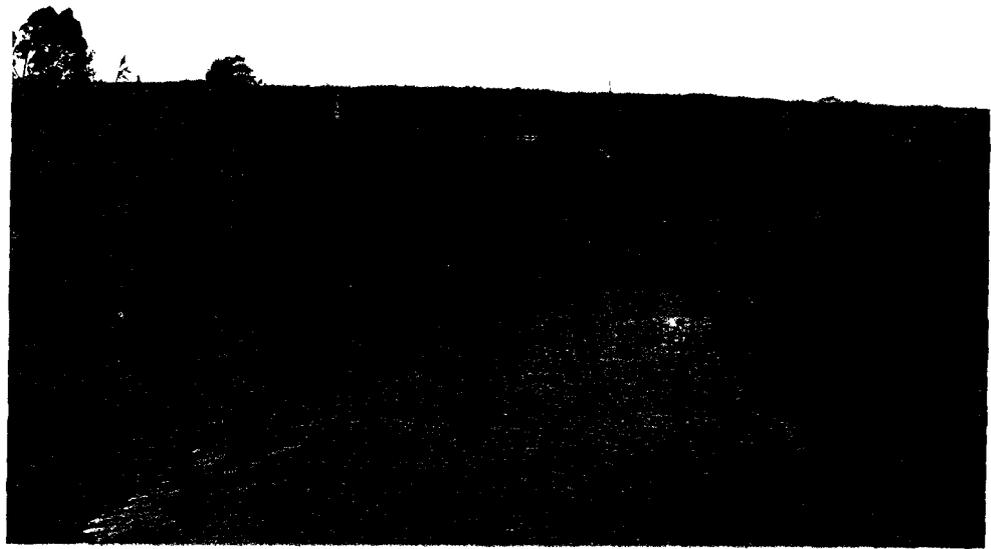


FIGURA 5. Descalzos de aguas negras y bacterias ubicados a todo lo largo de la margen izquierda del Río Rígaralda. Estos bacterios se encuentran localizados en las bocanillas de los canales 16A, 10A, 11A y 12A respectivamente.

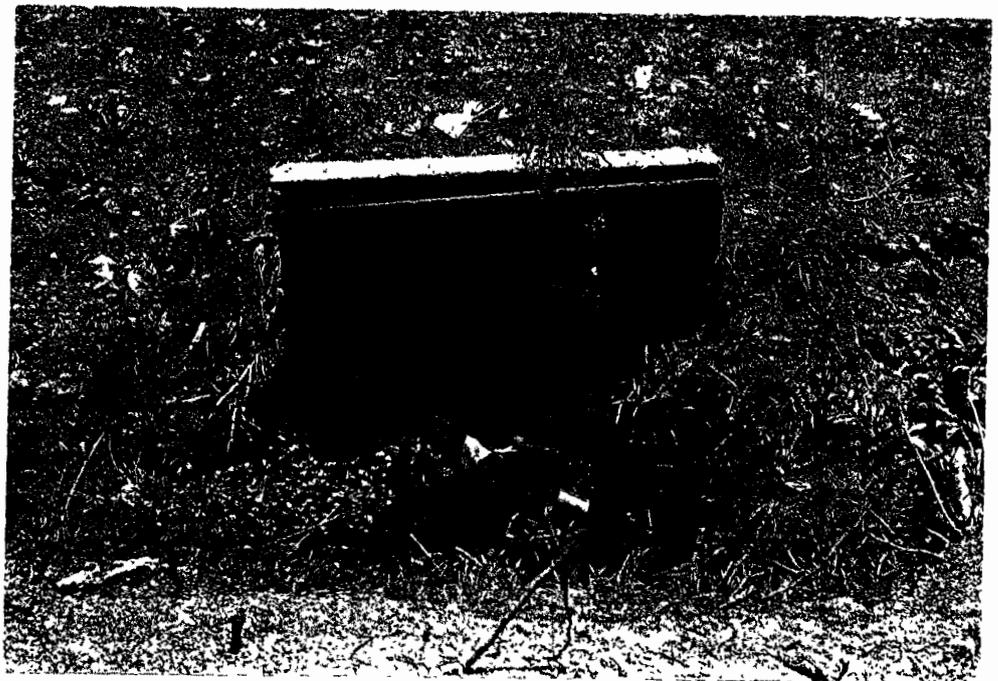


FOTO 6. Estado de los descofes de aguas negras, en el caño  
localizado en el lote del Fondo Popular de Vivien-  
da. condiciones de estos

Obsérvese las malas  
descofes y canales.

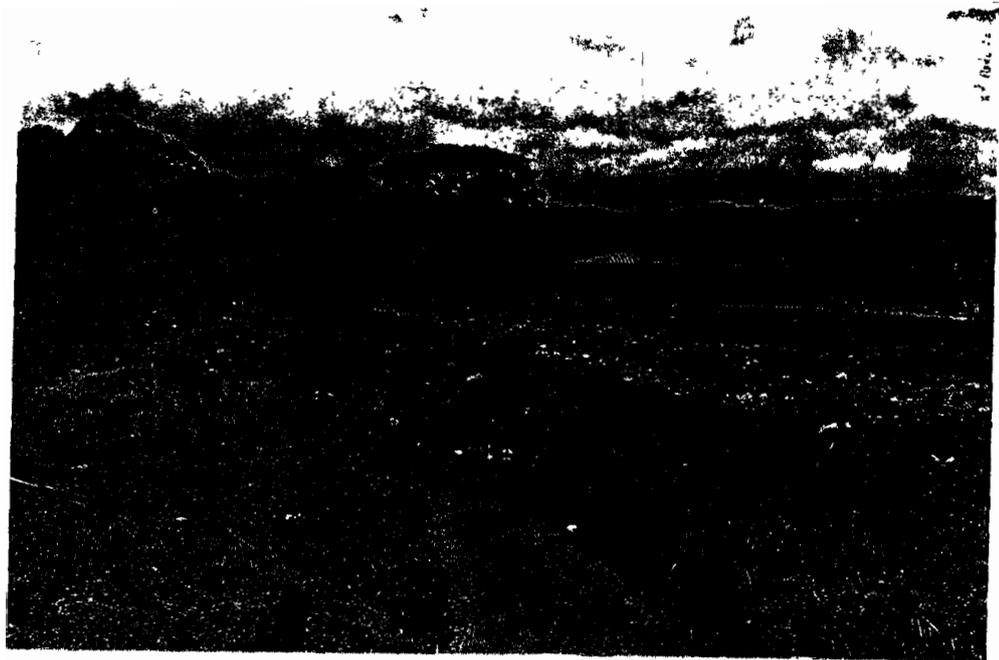


FOTO 7. Aspecto general del caño de aguas negras que se localiza en el lote del Fondo Popular de Vivienda y en el cual vierten sus aguas negras los barrios adyacentes a este. Observo el mal estado y el nulo mantenimiento que se le da.



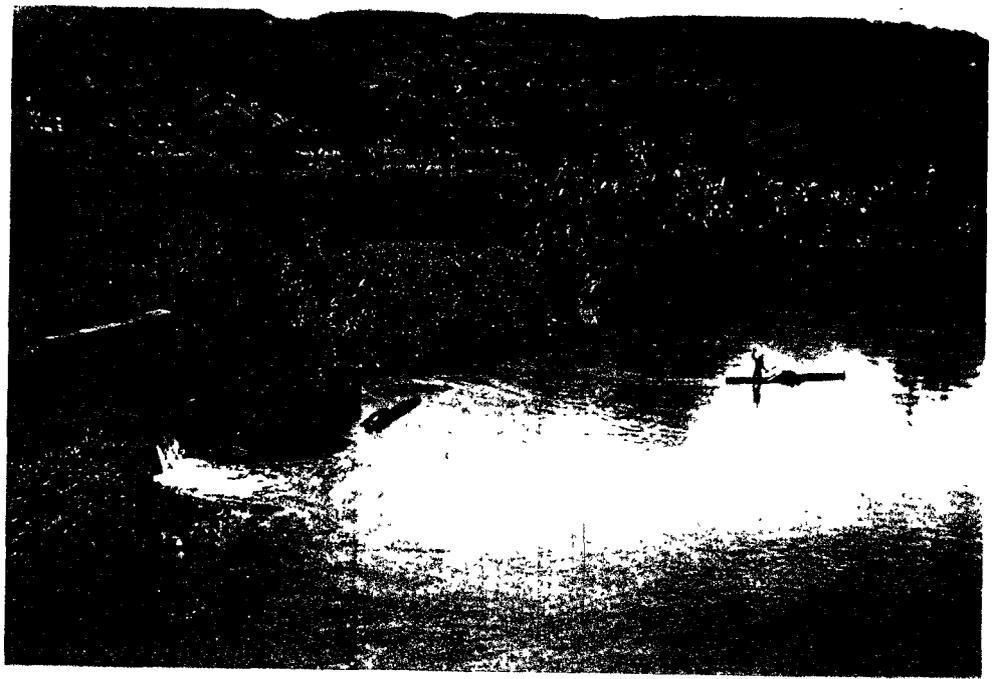
FOTO 6. Estancamiento de aguas negras, localizado en el extremo occidental del lote del Fondo Popular de Vivienda, cerca al Río Pácaralda, este sector recoge las aguas negras del Barrio San Carlos.



FOTO 9. Estancamiento de aguas negras en el Barrio San Carlos, a nivel de la Calle 13A.



F070 10. Estado actual de algunas obras civiles; puente ubicado en la calle 7 a nivel de la madre vieja.



F010 11. Deterioro de algunas obras civiles como descollec y muros de contención, ubicadas en la margen derecha del Río Risaralda, a nivel del puente en la vía a Sanuario.



FIG. 12. Aspecto general de la madre vieja en el sector del estadio.



1000 13. Panorámica del Río Cauca en época de invierno. Obsérvese las márgenes, las cuales se encuentran casi a nivel del agua. Tomada del puente de la vía troncal, hacia el oriente.

***ANEXO 3. CATALOGO DE SISMOS***

### ANEXO 3. CATALOGO DE SISMOS

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

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

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

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

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

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

CÓDIGO		DESCRIPCIÓN		CANTIDAD		VALOR		OBSERVACIONES	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	UNID.	CANT.	VALOR	VALOR	UNID.	DESCRIPCIÓN
1370	Barra	kg	10	kg	10	75.00	750.00	kg	Barra
1371	Barra	kg		kg		75.00	75.00	kg	Barra
1372	Barra	kg	10	kg	10	75.00	750.00	kg	Barra
1373	Barra	kg		kg		75.00	75.00	kg	Barra
1374	Barra	kg	10	kg	10	75.00	750.00	kg	Barra
1375	Barra	kg	10	kg	10	75.00	750.00	kg	Barra
1376	Barra	kg	10	kg	10	75.00	750.00	kg	Barra
1377	Barra	kg	10	kg	10	75.00	750.00	kg	Barra
1378	Barra	kg	10	kg	10	75.00	750.00	kg	Barra
1379	Barra	kg	10	kg	10	75.00	750.00	kg	Barra
1380	Barra	kg	10	kg	10	75.00	750.00	kg	Barra
1381	Barra	kg	10	kg	10	75.00	750.00	kg	Barra
1382	Barra	kg	10	kg	10	75.00	750.00	kg	Barra
1383	Barra	kg	10	kg	10	75.00	750.00	kg	Barra
1384	Barra	kg	10	kg	10	75.00	750.00	kg	Barra
1385	Barra	kg	10	kg	10	75.00	750.00	kg	Barra
1386	Barra	kg	10	kg	10	75.00	750.00	kg	Barra
1387	Barra	kg	10	kg	10	75.00	750.00	kg	Barra
1388	Barra	kg	10	kg	10	75.00	750.00	kg	Barra
1389	Barra	kg	10	kg	10	75.00	750.00	kg	Barra
1390	Barra	kg	10	kg	10	75.00	750.00	kg	Barra
1391	Barra	kg	10	kg	10	75.00	750.00	kg	Barra
1392	Barra	kg	10	kg	10	75.00	750.00	kg	Barra
1393	Barra	kg	10	kg	10	75.00	750.00	kg	Barra
1394	Barra	kg	10	kg	10	75.00	750.00	kg	Barra
1395	Barra	kg	10	kg	10	75.00	750.00	kg	Barra
1396	Barra	kg	10	kg	10	75.00	750.00	kg	Barra
1397	Barra	kg	10	kg	10	75.00	750.00	kg	Barra
1398	Barra	kg	10	kg	10	75.00	750.00	kg	Barra
1399	Barra	kg	10	kg	10	75.00	750.00	kg	Barra
1400	Barra	kg	10	kg	10	75.00	750.00	kg	Barra







CANTON	SECTOR	CANTON	CANTON		EPIDEMIOLÓGICO		CANTON		CANTON	CANTON	CANTON	CANTON
			CANTON	CANTON	CANTON	CANTON	CANTON	CANTON				
1968	Export	19	7	45	1	5.1	78	107	4.1	1	Belar de Urcub - Pa	
1969	Export	21	22	29	48	4.1	78.9		1.9			
1969	Export	71	1	9	33	5.2	78.6		2.5			
1969	Export	12	13	43	9	4.9	78.4		1.6			
1969	Export	5	7	41	51	5.1	78.3		2.3			
1969	Export	7	3	51	51	5	78.9		1.3			
1969	Export	15	19	27	53	5.1	78.1	107	4.7	1	Santiago - Pa,	
1969	Export	1	11	21	14	5.1	78.1	101	4.3	11	Quinto Pasa - Pa,	
1969	Export	3	11	13	27	4.3	78.1		1.1			
1969	Export	27	19	23	3	4.3	78.3	41	4.1	1	Restrepo - Tolosa	
1969	Export	11	14	27	29	5	78		1.7			
1970	Export	1	4	23	11	4.9	78.9	151	4.1			
1970	Export	11	1	5	24	4.1	78		1.7			
1970	Export	14	19	29	11	5	78		1.1			
1970	Export	27	4	41	37	5	78.9		1.1			
1970	Export	27	1	24	23	5	78.9		1.1			
1970	Export	27	3	29	27	5	78		1.7			
1970	Export	17	11	24	34	1	78		1.1			
1970	Export	27	13	1	19	5	78.9		1.3			
1970	Export	27	11	11	23	5	78.9		1.1			
1970	Export	27	14	32	24	5	78.9		1.1			
1970	Export	27	11	24	32	4.9	78.9		1.1			

No.	REFUG.		REFUG.		REFUG.		REFUG.		REFUG.	REFUG.	REFUG.	REFUG.
	REFUG.											
1970	10000	03	1	24	13	5	75		100			
1971	10000	1	11	26	16	4.8	75.5		100			
1972	10000	3	22	37	27	5	75		100			
1973	10000		21	40	43	5	75		100			
1974	10000	4	1	1	1	5	75		100			
1975	10000	1	11	5	3	5	75		100			
1976	10000	1	7	44	41	5	75		100			
1977	10000	11	21	16	24	4.8	75.5		100			
1978	10000	14	11	11	22	5.1	75.1		100			
1979	10000	12	4	22	47	5	75		100			
1970	10000	13	11	27	23	5	75		100			
1971	10000	14	15	15	30	5.1	75.5	151	4.5	10	Handbook - 10000	
1972	10000	11	22	11	24	5.5	75.1	84	4.2	5	El. 10000 - 10000	
1973	10000	15	11	22	32	4.1	75.5		100			
1974	10000	11	7	44	44	4.5	75.5		100			
1975	10000	7	5	30	13	4.8	75	54	5	10	10000 - 10000	
1976	10000	1	11	34	1	4.7	75.5	102	5.1	10	Handbook - 10000	
1977	10000	11	10	5	24	4.7	75.2	75	4.8	10	Handbook - 10000	
1978	10000	11	12	5	24	4.7	75.2	75	4.8	10	Handbook - 10000	
1979	10000	14	9	5	27	4.8	75.7		100			
1970	10000	14	15	40	31	5.1	75.3	113	5.1	10	Handbook - 10000	
1971	10000	11	1	21	28	4.7	75.5	108	5		Handbook - 10000	
1972	10000	14	11	21	30	4.8	75.1	87	5.1	10	Handbook - 10000	



A/C	FUEL	CLASS		PERCENTAGE		TEMPERATURE		WIND	WIND DIRECTION	WIND VELOCITY	INSTRUMENT	REMARKS
		NO.	NAME	WIND	TEMP.	WIND	TEMP.					
1999	None	10	10	42	33	4.7	79.4	104	4.0			
1990	Severe	8	1	57	50.5	4.5	79.9	103	5			
1998	Severe	10	10	45	30	4.5	79	103	4.5			
1993	None	10	10	4	31.7	4.4	79.7	104	5.7			0
1991	None	10	7	1		5.040	79.25	107	4.1			
1992	None	7	14	1	31	5.105	79.740	101	4.6			
1994	Severe	10	7	59	47	5.121	79.240	101				
1995	None	10	7	5	33	4.91	79.375	103	5			
1996	None	1	7	5	33	4.91	79.375	103	5			
1996	None	4	1	30	31	5.122	79.391	101				Service at Peroteles
1996	None	5	3	43	33	4.95	79.325	103	5			Service at Peroteles
1997	None	7	17	15	25	4.709	79.485	101	4.3			Service at Peroteles

***ANEXO 4. REGISTROS DE SONDEOS***



# REGISTRO DE SONDEOS

EQUIPO DE PERCUSION

OBJETO: OBRAS DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA  
Y DE PROTECCION CONTRA INUNDACION  
PARA EL MUNICIPIO DE LA VIRGINIA

HOJA 1 DE 2  
SONDEO NR I  
FECHA 11-2-86

CALIFICACION \_\_\_\_\_ LABORATORISTA \_\_\_\_\_

MUESTRA		DESCRIPCION	ESTRATOS		GOLPES POR PIE	HUMEDAD (%)
PROF. (m)	SIM. BOLS.		COTA (m)	CLASIF. U.S.C.		
1.50		Limo Arcilloso, color gris y café con vetas rojizas.		ML-OL	36912151822427	
2.60						
3.00		Veta de arenas grises delgadas		SP		
3.45		Shelby				
3.90						
4.50		Arenas y piedra granulares y esquistosas		SW		
6.00						
7.50						
8.60		Continúa				



# REGISTRO DE SONDEOS

EQUIPO DE PERCUSION

OBJETO: OBRAS DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA

HOJA 1 DE 2

DESCRIPCION: Y DE PROTECCION CONTRA INUNDACION PARA EL MUNICIPIO DE LA VIRGINIA

SONDEO N° 2

FECHA \_\_\_\_\_

LOCALIZACION: \_\_\_\_\_

LABORATORISTA \_\_\_\_\_

MUESTRA		DESCRIPCION	ESTRATOS		GOLPES POR PIE				HUMEDAD (%)					
PROF (m)	SIM BOLD		COTA (m)	CLASIF U S C	3	6	9	12						
		Limo arcilloso gris oscuro con vetas rojizas.		CH										
1.60		Shelby												
1.85		Limo arcilloso gris oscuro		SP										
3.00														
3.45		Shelby												
3.60														
		Arena gris limpia		SP										
5.50														
6.00		Arenas y piedras granulares		SW										
6.80														
7.60		Limo arcilloso gris oscuro		ML										
8.70		Arena gris limpia		SP										

OBSERVACIONES

# REGISTRO DE SONDEOS

PROYECTO

OBRAS DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA

PARA EL MUNICIPIO DE LA VIRGINIA

EQUIPO DE PERCUSION

2

DE

2

SONDEO N°

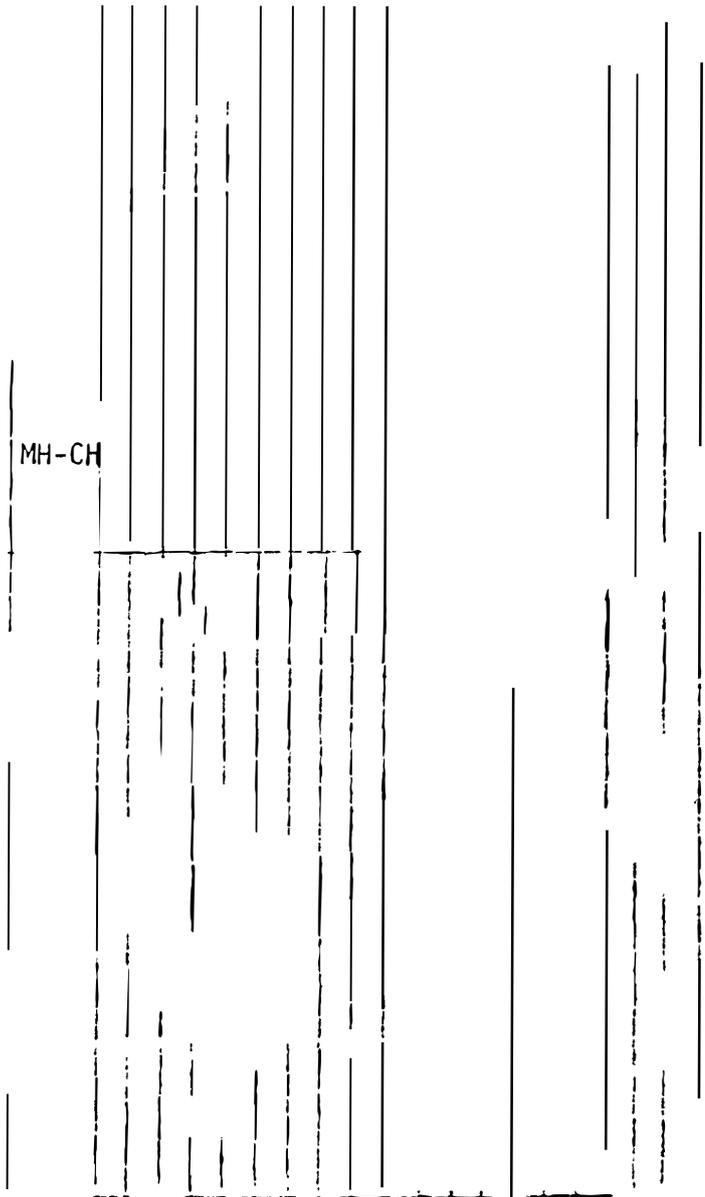
2

FECHA

LABORATORISTA

HUMEDAD (%)

MH-CH



# REGISTRO DE SONDEOS

EQUIPO DE PERCUSION

PROYECTO: OBRAS DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA  
DESCRIPCION: Y DE PROTECCION CONTRA INUNDACION  
PARA EL MUNICIPIO DE LA VIRGINIA

1 DE \_\_\_\_\_  
SONDEO N° \_\_\_\_\_  
FECHA \_\_\_\_\_  
LABORATORISTA \_\_\_\_\_

DESCRIPCION

HUMEDAD (%)

	DESCRIPCION	HUMEDAD (%)
	café con grises.	
2	Arenas rojizas y grises maderas en descomposición.	
3		
4	_____ piedras	
	arena gris	

# REGISTRO DE SONDEOS

PERCUSION

HOJA 2 DE 2

FECHA

LABORATORISTA.

LOCALIZACION:

MUESTRA		DESCRIPCION	ESTRATOS		GOLPES POR PIE						HUMEDAD (%)	
No	PROF. (m)		COTA (m)	CLASIF U S C	3	6	9	12	15	18		
	9.00	Limo arcilloso gris oscuro										
	9.45	Shelby		MH-CH								
	10.50											
19	12.00											
	12.40	Shelby		H-CH								
	14.00											

OBSERVACIONES

# REGISTRO DE SONDEOS

EQUIPO DE PERCUSION

PROYECTO: OBRAS DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA  
 DESCRIPCION: Y DE PROTECCION CONTRA INUNDACION  
PARA EL MUNICIPIO DE LA VIRGINIA

HOJA 1 DE 2

SONDEO N° 4

FECHA \_\_\_\_\_

LABORATORISTA \_\_\_\_\_

MUESTRA		DESCRIPCION	ESTRATOS		GOLPES POR PIE					HUMEDAD (%)
N°	PROF (m)		COTA (m)	CLASIF U S C	3	6	9	12	15	
1	1.50	Limo arcilloso café con vetas grises Shelby		CH						
2	1.90									
3	3.00	Limo arcilloso gris		CH						
	4.50									
	4.95	Shelby								
	6.00									
	6.70	Maderas y raíces en descomposición								
	7.50	Limo arcilloso gris								
	7.95	Shelby		MH-CH						
	8.50									

REGISTRO DE SONDEOS

EQUIPO DE PERCUSION

PROYECTO: OBRAS DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA  
 DESCRIPCION: Y DE PROTECCION CONTRA INUNDACION  
 PARA EL MUNICIPIO DE LA VIRGINIA

HOJA 2 DE 2

FECHA

LOCALIZACION:

MUESTRA			DESCRIPCION	ESTRATOS		GOLPES POR PIE
Nº	PROF (m)	SIN SOLO		COTA (m)	CLASIF U S C	
	8.50		Limo arcilloso gris			3 6 9 12 15
9	9.00					
	10.50		Shelby			
1	10.95					
	12.00					
	12.50					

OBSERVACIONES:

# REGISTRO DE SONDEOS

EQUIPO DE PERCUSION

OBJETO OBRAS DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA  
DESCRIPCION Y DE PROTECCION CONTRA INUNDACION  
PARA EL MUNICIPIO DE LA VIRGINIA

HOJA 1 DE 2

SONDEO N° 5

FECHA

EALIZACION

LABORATORISTA

MUESTRA		DESCRIPCION	ESTRATOS		GOLPES POR PIE	HUMEDAD (%)
PROF (m)	SIM BOLO		COTA (m)	CLASIF U S C		
1.50		Relleno limo arenoso gris y café		CL	6 9 12 15 18	
2.20						
3.00		Arenas limosas grises rojizas y piedras granulares		SP		
4.50						
5.60						
6.00		Limo arcilloso gris y maderas en descomposición		CH-MH		
6.45		pelby				
6.80						
7.50		Maderas en descomposición				
8.50						

# REGISTRO DE SONDEOS

EQUIPO DE PERCUSION.

LECTOR DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA  
 CRIPSA PROTECCION CONTRA INUNDACION  
 DEL MUNICIPIO DE LA VIRGINIA

HOJA 2  
 SONDEO NR 5  
 FECHA : \_\_\_\_\_  
 LABORATORISTA \_\_\_\_\_

PROF. (m)	DESCRIPCION	ESTRATOS		GOLPES POR PIE	HUMEDAD (%)
		COTA (m)	CLASIF. U.S.C.		
8.50	arcilloso gris			3	
9.00					
9.45	elby		CH-MH	9	
10.50				12	
2.00				15	
2.45	elby		CH	18	
.00					

# REGISTRO DE SONDEOS

EQUIPO DE PERCUSION

OBJETO: OBRA DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA  
Y DE PROTECCION CONTRA INUNDACION  
PARA EL MUNICIPIO DE LA VIRGINIA

HOJA 1 DE 2  
SONDEO N° 6  
FECHA \_\_\_\_\_  
LABORATORISTA \_\_\_\_\_

LOCALIZACION: \_\_\_\_\_

MUESTRA		DESCRIPCION	ESTRATOS		GOLPES POR PIE	HUMEDAD (%)
N°	PROF (m)		COTA (m)	CLASIF U S C		
1	1.60	Limo arcilloso gris con vetas rojizas		OL	3 6 9 12 15 18 21	
	2.40	Maderas y raíces				
2	3.00	Limo arcilloso gris oscuro				
3	3.45	Shelby		CH		
4	4.50					
5	6.00					
	6.50	Shelby		CL		
	7.20	Limo arcilloso gris				
7	7.50	Limo arcilloso con vetas cafés		CH		
	8.80					

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

# REGISTRO DE SONDEOS

EQUIPO DE PERCUSION

**PROYECTO:** OBRAS DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA  
**DESCRIPCION:** Y DE PROTECCION CONTRA INUNDACION  
 PARA EL MUNICIPIO DE LA VIRGINIA

HOJA 2 DE \_\_\_\_\_  
 SONDEO N° 6  
 FECHA \_\_\_\_\_  
 LABORATORISTA \_\_\_\_\_

LOCALIZACION \_\_\_\_\_

MUESTRA			DESCRIPCION	ESTRATOS		GOLPES POR PIE						HUMEDAD (%)
N°	PROF (m)	SIM BOLD		COTA (m)	CLASIF U S C	3	6	9	12	15	18	
	8.80		Arenas limosas grises y rojizas									
	10.00		Shelby		SP							

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

# REGISTRO DE SONDEOS

EQUIPO DE PERCUSION

PROYECTO: DIQUE (Perforaciones hasta 2 mts.)

HOJA \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_

DESCRIPCION: \_\_\_\_\_

SONDEO N° 1 y 2

FECHA \_\_\_\_\_

LOCALIZACION: LA VIRGINIA

LABORATORISTA C.A.G.

MUESTRA			DESCRIPCION	ESTRATOS		GOLPES POR PIE	HUMEDAD (%)
N°	PROF (m)	SIM BOLD		COTA (m)	CLASIF U S C		
1	0.00		Afirmado				
	0.40						
	0.70		Limo areno arcilloso color café				
	2.00						
0.00		Afirmado					
0.70							
1.20		Limo areno arcilloso café grisoso con algo de casajo					CL
2.00							

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

# REGISTRO DE SONDEOS

EQUIPO DE PERCUSION

PROYECTO: DIQUE (perforaciones hasta 2 mts.)

HOJA \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_

DESCRIPCION: \_\_\_\_\_

SONDEO N° 3 y 4

FECHA: 01-03-86

LOCALIZACION: LA VIRGINIA

LABORATORISTA C.A.G.

MUESTRA			DESCRIPCION	ESTRAJOS		GOLPES POR PIE	HUMEDAD (%)
N°	PROF. (m)	SIM BOLO		COTA (m)	CLASIF U S C		
	0.00						
1	1.00		Limo areno arcilloso color café		CL		
	2.00						
1	0.00		Limo arenoso café grisoso				
	0.30						
	0.40						
	0.50		Grava				
2	1.30		Limo areno arcilloso color café grisoso		CL-CH		
	1.40						
	1.70		Limo arcilloso color gris olivo				
			Nivel freático				
	2.00						

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

# REGISTRO DE SONDEOS

EQUIPO DE PERCUSION

PROYECTO: DIQUE (Perforaciones hasta 2 mts.) HOJA \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_  
 DESCRIPCION: \_\_\_\_\_ SONDEO N° 5 - 6  
 LOCALIZACION: LA VIRGINIA LABORATORISTA C.A.G.

MUESTRA			DESCRIPCION	ESTRATOS		GOLPES POR PIE	HUMEDAD (%)
N°	PROF (m)	SIM BOLD		COTA (m)	CLASIF U S C		
	0.00						
1	1.00		Limo arenoso color café		CL-CH		
	2.00						
	0.00						
1	0.80		Limo arenoso color café grisoso oscuro		CL-CH		
	1.00						
	1.50		Limo arcilloso color gris olivo.				
	2.00		Grava				

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

REGISTRO DE SONDEOS

EQUIPO DE PERCUSION

PROYECTO: DIQUE (Perforaciones hasta 2 mts.)

HOJA \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_

DESCRIPCION: \_\_\_\_\_

SONDEO N° 7 y 8

FECHA \_\_\_\_\_

LOCALIZACION: LA VIRGINIA

LABORATORISTA C.A.G.

MUESTRA			DESCRIPCION	ESTRATOS		GOLPES POR PIE	HUMEDAD (%)
N°	PROF (m)	SIM BOLO		COTA (m)	CLASIF U S C		
	0.00						
1	0.70		Limo areno arcilloso color café		CL-CH		
	2.00						
	0.00						
1	0.60		Limo arenoso color café		CL		
	2.00						

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

# REGISTRO DE SONDEOS

EQUIPO DE PERCUSION

PROYECTO: DIQUE (Perforaciones hasta 2 mts.)

HOJA \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_

DESCRIPCION: \_\_\_\_\_

SONDEO N° 9 - 10

LOCALIZACION: LA VIRGINIA

FECHA \_\_\_\_\_

LABORATORISTA C.A.G.

MUESTRA			DESCRIPCION	ESTRATOS		GOLPES POR PIE	HUMEDAD (%)
N°	PROF (m)	SIM BOLO		COTA (m)	CLASIF U S C		
1	0.50		Limo arcilloso color café grisoso		CL		
	2.00						
1	0.70		Limo arcilloso café		CL-CH		
	1.10						
	1.20		Nivel Freático				
2	1.60		Limo areno arcilloso color gris olivo				
	2.00						

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

# REGISTRO DE SONDEOS

EQUIPO DE PERCUSION

OBJETO: DIQUE (Perforación hasta 2 mts.)

HOJA \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_

DESCRIPCION: \_\_\_\_\_

SONDEO N.º 11 y 12

REALIZACION: LA VIRGINIA

FECHA: \_\_\_\_\_

LABORATORISTA: C.A.G.

MUESTRA		DESCRIPCION	ESTRATOS		GOLPES POR PIE	HUMEDAD (%)
			COTA (m)	CLASIF U S C		
0.50	0.70	Limo arcilloso color café		CL-CH		
1.20	1.50	Arena limosa café Nivel freático				
1.90	2.00	Arena gruesa con cascajo				
1.60		Limo arenoso color café amarilloso.		CH		
00		Arena con grava				

ACCIONES: \_\_\_\_\_

# REGISTRO DE SONDEOS

EQUIPO DE PERCUSION

PROYECTO: **DIQUE** (Perforaciones hasta 2 mts.)

HOJA \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_

DESCRIPCION: \_\_\_\_\_

SONDEO N° **13 y 14**

FECHA \_\_\_\_\_

LOCALIZACION: **LA VIRGINIA**

LABORATORISTA **C.A.G.**

MUESTRA N°	MUESTRA		DESCRIPCION	ESTRATOS		GOLPES POR PIE	HUMEDAD (%)
	PROF (m)	TIM BOLA		COTA (m)	CLASIF U S C		
	0.00		<b>Afinado</b>				
	0.30						
1	0.60		<b>Limo arenoso café</b>				
	1.00						
	1.50		<b>Limo areno arcilloso Café grisoso</b>		CH		
	2.00		<b>Arena limosa café</b>				
	0.00						
	0.50		<b>Limo arenoso café grisoso</b>		CH		
	1.20						
	1.50		<b>Limo areno arcilloso Café grisoso</b>				
	1.70		<b>Nivel Freático</b>				
	2.00						

REVISIONES

# REGISTRO DE SONDEOS

EQUIPO DE PERCUSION

OBJETO: DIQUE (Perforaciones hasta 2 mts.)

HOJA \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_

DESCRIPCION: \_\_\_\_\_

SONDEO N° 15

FECHA \_\_\_\_\_

LOCALIZACION: LA VIRGINIA

LABORATORISTA C.A.G.

MUESTRA		DESCRIPCION	ESTRATOS		GOLPES POR PIE	HUMEDAD (%)
PROF (m)	SIM BOLD		COTA (m)	CLASIF U S C		
0.20		Afirmado				
0.40		Nivel freático				
0.50		Limo arcilloso gris olivo		CH		
0.80						
1.20		Arcilla amarilla grisosa				
1.30						
1.80		Arcilla gris olivo				
2.00						

ERVACIONES: \_\_\_\_\_