DISTRITO ESPECIAL DE BOGOTA

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACION DISTRITAL

ALCALDIA MENOR DE CHAPINERO

E 11

ESTUDIO GEOMORFOLOGICO Y GEOTECNICO
DE LOS BARRIOS : SAN MARTIN DE PORRES,
MARISCAL SUCRE Y PARDO RUBIO

ARTURO MEDINA ANGULO
Ingeniero Consultor.

Bogotá D.E., Noviembre de 1.988

DISTRITO ESPECIAL DE BOGOTA

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACION DISTRITAL

ALCALDIA MENOR DE CHAPINERO

ESTUDIO GEOMORFOLOGICO Y GEOTECNICO
DE LOS BARRIOS : SAN MARTIN DE PORRES,
MARISCAL SUCRE Y PARDO RUBIO

ARTURO MEDINA ANGULO
Ingeniero Consultor.

Bogotá D.E., Noviembre de 1.988

DISTRITO ESPECIAL DE BOGOTA

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE

PLANEACION NACIONAL

ALCALDIA MENOR DE CHAPINERO

ESTUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO Y GEOTECNICO DE LOS BARRIOS PARDO RUBIO SAN MARTIN DE PORRES Y MARISCAL SUCRE DE LA ALCALDIA DE CHAPINERO

BOGOTA, OCTUBRE DE 1988

ARTURO MEDINA ANGULO
INGENIERO CONSULTOR

CONTENIDO

		Pág.
1.	PRESENTACION DEL PROBLEMA Y METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	1
1.1	PRESENTACION DEL PROBLEMA	1
1.1	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	2
1.1.1	Recopilación de Información	2
1.1.2	Evaluación y Clasificación de la Información	2
1.1.3	Fotogeología	3
1.1.4	Control Geotécnico	4
1.1.4.1	Estratigrafía	4
1.1.4.2	Geología Estructural	5
1.1.4.3	Geomorfología	5
1.1.4.4	Control del Drenaje	5
1.1.4.5	Control de Explotaciones	6
1.1.4.6	Control de Edificaciones	7
1.1.4.7	Control de Derrumbes	7
1.1.4.8	Estudio de Diaclasas	8
1.1.4.9	Grado de Alteración de la Roca	8
2.	GEOLOGIA	9
2.1	GEOLOGIA HISTORICA	9
2.2	ESTRATIGRAFIA	10

Escritos

		Pág.
2.2.1	Formación Guadalupe	11
2.2.1.1	Nivel de "Plaeners" (K g P)	11
2.2.1.2	Arenisca de Labor (K g l)	11
2.2.1.3	Arenisca Tierna (K g t)	12
2.2.2	Formación Guaduas (T g)	12
2.2.3	Formación Bogotá	13
2.2.3.1	Arenisca de El Cacho (T b c)	13
2.2.3.2	Formación Bogotá Superior (T b)	14
2.2.4	Formación Sabana (Q s)	14
2.2.5	Aluvión del Arzobispo	15
2.3	GEOLOGIA ESTRUCTURAL	15
2.3.1	Anticlinal de Bogotá	15
2.3.2	Falla del Río Arzobispo	16
2.3.3	Falla de las Delicias	17
2.4	GEOMORFOLOGIA	17
2.4.1	Procesos Degradacionales	
1.4.1.1	Meteorización	18
1.4.1.2	Desgaste en Masa	18
2.4.1.3	Erosión	19
2.4.2	Procesos Agradacionales	19
2.4.2.1	Terraza Aluvial del Río Arzobispo (G t o)	19
2.4.2.2	Formación de la Terraza del Río Arzobispo	20
2.4.2.4	El Caluvión del Piedemonte	21
2.4.3	Clasificación Geomorfológica del Area de Estudio	21

		Pág.
2.4.3.1	Escarpes Rocosos Resistentes a la Meteorización (R 1)	21
2.4.3.2	Suelos Arcillosos de Escaso espesor poco Resistentes a la Erosión (S 2)	23
2.4.3.3	Cinturón Rocoso Resistente a la Meteorización y la Erosión	24
2.4.3.4	Suelos Residuales poco Resistentes a la Erosión (S 4)	24
2.4.3.5	Coluviones del Piedemonte (Q p)	25
2.4.3.6	Aluviones del Arzobispo y las Delicias (Q a 1)	26
2.4.3.7	Terraza Abandonada del Arzobispo (Q t)	27
3.	METEREOLOGIA, DRENAJE SUPERFICIAL Y SUBTERRANEO Y ALMACENAMIENTO	28
3.1	PRECIPITACION MEDIA ANUAL	28
3.2	ESCORRENTIA SUPERFICIAL	29
3.2.1	Piedemonte	29
3.2.2	Permeabilidad	30
3.3	DRENAJE SUPERFICIAL	30
3.3.1	Colectores de Aguas Lluvias	30
3.3.2	Alcantarillado	31
3.4	DRENAJE SUBTERRANEO	31
3.4.1	Relación entre Porosidad y Permeabilidad de las Formaciones Existentes	31
3.4.1.1	Formación Guadalupe. Areniscas Tierna y de Labor	32
3.4.1.2	Formación Guaduas	32
3.4.1.3	Arenisca El Cacho. Formación Bogotá	33
3.4.1.4	Formación Bogotá Superior	33

		Pág.
3.4.1.5	Terraza Abandonada del Río Arzobispo	34
3.4.1.6	Abanicos Aluviales	34
3.4.1.7	Coluvión del Piedemonte	35
4.	DESCRIPCION DEL MEDIO FISICO	36
4.1	ANTECEDENTES	36
4.2	COBERTURA VEGETAL ACTUAL	37
4.2.1	Análisis de la Cobertura Vegetal Actual	37
4.2.1.1	Escarpe Rocoso	37
4.2.1.2	Cinturón Rocoso	38
4.2.1.4	Abanicos Aluviales	38
4.2.1.5	Terraza del Arzobispo	39
5.	GEOTECNIA	40
5.1	RECONOCIMIENTO GENERAL Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	40
5.2	RECONOCIMIENTO DETALLADO Y ZONIFIDACION DE ACUERDO AL GRADO DE ESTABILIDAD	41
5.2.1	Escarpe Rocoso	41
5.2.1.1	Análisis de Diaclasas	41
5.2.1.2	Análisis mineralógico	42
5.2.1.3	Análisis del Macizo Rocoso	43
5.2.1.4	Clasificación del Macizo Rocoso	44
5.2.1.5	Estabilidad Precaria en la Cantera de Juan Vega	45
5.2.3	Arcillolitas con Delgado Suelos (M E 2)	46
5.2.3.1	Grado de Meteorización (Suelos)	46
5.2.3.1	Características Geomecánicas de las Arcillolitas	48

		Pág.
5.2.3.2	Reconocimiento de los Cortes	49
5.2.3.3	La Disposición de Aguas Servidas y la ~~Erorisón~~ Erosión del Suelo	50
5.2.3.4	Clasificación del Area de Acuerdo con el Grado de Estabilidad	51
5.2.3.5	Obras de Estabilización en la Zona	51
5.2.3.6	Control de Obras Desestabilizantes	52
5.2.4.	Cinturón Rocoso (E 3)	52
5.2.4.1	Localización	52
5.2.4.2	Clasificación Mineralógica	53
5.2.4.3	Clasificación del Cinturón Rocoso	53
5.2.4.4	Análisis de Diaclasas Talud Natural	54
5.2.4.5	Obras Estabilizadoras y Control de Obras Desestabilizadoras	55
5.2.5	Suelos Residuales Arcillosos (M E 4 y M I 5)	55
5.2.5.1	Localización	55
5.2.5.2	Grado de Meteorización	56
5.2.5.3	Características Geomecánicas de los Suelos	56
5.2.5.4	Reconocimiento de Cortes	57
6.2.5.5	Clasificación del Area de Acuerdo al Grado de Estabilidad.	58
5.2.5.6	Obras de Estabilización de la Zona	58
5.2.6	Terraza Abandonada del Río Arzobispo	59
5.2.6.1	Medidas Estabilizantes	60
5.2.7	Aluviones del Río Arzobispo y Las Delicias (M E 8)	60
5.2.7.1	Medidas Estabilizantes.	60

		Pág.
6.	CONSULIONES	61
7.	RECOMENDACIONES	62
7.1	RECOMENDACIONES ESPECIFICAS	62
7.2	RECOMENDACIONES GENERALES	65

1. PRESENTACION DEL PROBLEMA Y METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.

1.1 PRESENTACION DEL PROBLEMA.

Cuando se prepararon las especificaciones para el estudio geológico y geomorfológico de los Barrios Pardo Rubio y Mariscal Sucre, éstos no tenían alcantarillado. Esta disposición de aguas servidas, como la captación indiscriminada de agua de los canales por conducciones en maguera y por tierra favorecían la infiltración en una arcillolita con problemas de drenaje debido a la arenisca de El Cacho que se comportó como una barrera al drenaje ya que tiene un rumbo N - S y el drenaje Oriente - Oeste.

Esta situación de infiltración y las variaciones en el estado de humedad favorecieron la meteorización de las arcillolitas en arcillas que unido a la deforestación del terreno, la pendiente, la falta de control de aguas servidas, la arborización incontrolada, la ejecución de taludes para construcción de viviendas favorecieron fenómenos de captación del suelo.

Sin embargo, es el aluvión depositado por el Río Arzobispo y después erosionado por él mismo, dejando una terraza abandonada fuera del área de estudio en el Barrio El Paraíso el principal problema de estabilidad de la zona que de no estudiarse su estabilización puede afectar al barrio Mariscal Sucre.

1.1 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.

1.1.1 Recopilación de Información.

Se adelantó una recopilación de información en las instituciones del Gobierno dedicadas a la investigación tales como IGAC, INGEOMINAS, HIMAT, así como Entidades del Distrito que hayan ejecutado estudios como el IDU y la Secretarías de Obras y Planeación del Distrito.

1.1.2 Evaluación y Clasificación de la Información.

De la información recolectada se adelantó una evaluación y se clasificó de acuerdo al grado de detalle y al grado de confiabilidad. Con base en esta evaluación se programó los trabajos e investigaciones a seguir.

1.1.3 Fotogeología.

Utilizando fotografías aéreas del IGAC se adelantará en las tres Zonas un Estudio fotogeológico tendiente a delimitar :

a. Drenaje y Vegetación.

Se delimitó el drenaje desde la divisoria y se clasificó de acuerdo al área tributaria y pendiente.

Este drenaje se pasó a mapas ~~fotográficos~~ topográficos hasta el límite de áreas construídas para posterior control de campo.

b. Geología Estructural.

Con base en las fotografías se delimitaron buzamientos fotogeológicos y se delimitaron las estructuras existentes, así mismo se adelantaron las principales discontinuidades. Tanto los buzamientos como posibles estructuras y las discontinuidades se pasaron a mapas topográficos.

c. Geomorfología.

Con base en las fotografías se delimitaron todas las ~~geoformas~~ geomorfos existentes como aluviones, coluviones,

abanicos aluviales, depósitos de glaciar, etc. Así mismo se delimitaron las rocas y se clasificaron de acuerdo al grado de resistencia a la erosión.

d. Mapa Fotogeológico Preliminar.

Con base en investigación fotogeológica se preparó un mapa Fotogeológico preliminar con las delimitaciones anteriormente explicadas.

1.1.4 Control Geotécnico.

Con base en estaciones en todos los afloramientos se adelantaron observaciones estratigráficas, estructurales, geomorfológicas y especialmente encaminadas hacia la geotecnia.

1.4.1.1 Estratigrafía.

Se describió el tipo de roca según su clase, tamaño del grano, grado de cementación, tipo de cementante, dureza, color, textura, grado de meteorización, oxidación, etc. y se preparó al final una columna estratigráfica detallada de cada una de las tres Zonas.

1.1.4.2 Geología Estructural.

Se midieron rumbos y buzamientos y se colocaron en mapas topográficos así como se controló el mapa fotogeológico. Así mismo se hicieron observaciones en la roca sobre diaclasas, orientación de las mismas, buzamiento de las diaclasas, así como grado de fracturación, fallamiento y clivaje existente.

1.1.4.3 Geomorfología.

Con base en el mapa fotogeológico se controlaron en el campo las geoformas delimitadas con las fotografías, así como se hizo énfasis en los procesos geomorfológicos de meteorización, remoción en masa, erosión y sedimentación. En las zonas de sedimentación se hizo énfasis a causas comunes de inestabilidad como coluviones, cortados o colgados y almacenamiento de agua subterránea.

1.1.4.4 Control del Drenaje.

Debido a que uno de los principales problemas de inestabilidad es la inadecuada disposición de la escorrentía se adelantará un análisis cuidadoso del drenaje natural

y artificial.

En las zonas construídas se orientó a delimitar si existe o nó Alcantarillado.

Si en las áreas construídas donde no existía alcantarillado se identificaron los canales de desague y su estado, (obstrucciones, rellenos, etc., que impidan la evacuación del agua.

1.1.4.5 Control de Explotaciones.

Se visitaron las canteras de explotación de arena y se hicieron columnas litológicas y se evaluaron los efectos de la explotación sobre terrenos aledaños, efectos del uso de explosivos, medidas de buzamiento en diaclasas, medida del ángulo de los taludes en roca, etc., y su influencia en la inestabilidad. Así mismo se hicieron observaciones en explotaciones de arcilla para ladrilleras y se marcaron los taludes en arcilla, ángulos de talud, y efectos ~~sobre~~ de la explotación sobre los terrenos aledaños.

1.1.4.6 Control de Edificaciones.

Se adelantó un control detallado de grietas en edificaciones y se clasificaron verticales o diagonales. Así mismo se adelantó control en edificaciones en zonas inestables donde se investigó disposición de aguas servidas, estado de cortes y rellenos, material del relleno, tipo de cimentación y material sobre la que descansa la cimentación.

En los barrios sin alcantarillado de aguas servidas se investigaron los sistemas de desague haciendo énfasis en infiltraciones, almacenamientos de agua, recarga de aluviones, humedades en los pisos, etc.

1.1.4.7 Control de Derrumbes.

Se visitaron los principales derrumbes existentes, así como zonas de rentamiento solifluxión, etc. y se clasificaron estas inestabilidades en potenciales, activos y activos estabilizados.

En estos sitios se adelantaron observaciones sobre drenaje agua empozada, tipo de suelo o roca.

1.1.4.8 Estudio de Diaclasas.

Se utilizó la explotación a cielo abierto para un análisis de las discontinuidades (diaclasas) y su comportamiento en profundidad.

Se midieron los rumbos y buzamientos a las diaclasas, su espaciamiento en lo horizontal y en lo vertical.

1.1.4.9 Grado de Alteración de la Roca.

Se clasificó la roca de acuerdo con el grado de descomposición, según sea sana, ligeramente alterada, alterada o descompuesta.

2. GEOLOGIA.

2.1 GEOLOGIA HISTORICA.

Para comprender mejor las condiciones geológicas del área se hará un recuento de la historia geológica desde finales del secundario a nuestros días.

A finales del secundario América se separó definitivamente de Africa. Esto creó nuevas cuencas en el Centro de Colombia que fué invadido por el mar y se depositó una secuencia masiva de arcillas y arenas de playa que hoy forman la Formación Guadalupe.

A principios del Terciario se presentaron fenómenos orogénicos que compactaron las capas existentes y crearon un extenso lago de donde se depositó la Formación Guaduas. A mediados del Terciario se presentan fenómenos erosivos que depositan las arenas de la parte inferior de la Formación Bogotá. Posteriormente hasta finales del Terciario nuevos

fenómenos lacustres depositaron la Formación Bogotá Superior. A finales del Terciario se presentaron nuevos fenómenos orogénicos con el consiguiente levantamiento de la Cordillera Oriental que exageró su plegamiento e innumerables fallas geológicas afectaron las areniscas de la Formación Guadalupe. Así los cerros de Guadalupe y Monserrate presentaron fuerte cabalgamiento hasta el punto que hoy en día estas rocas más antiguas reposan sobre rocas más jóvenes como es la Formación Guaduas. Estos fenómenos orogénicos compactaron las arcillas de la Formación Guaduas y Bogotá.

En el Cuaternario se formó un nuevo lago que depositó la Formación Sabana y la zona estuvo sometida a erosión y sedimentación en las cuencas de los Ríos San Francisco y Arzobispo. Posteriormente la deglaciación depositó nuevos aluviones que fueron erodados en épocas recientes dejando tenazas abandonadas como la tenaza del Río Arzobispo.

2.2 ESTRATIGRAFIA.

Las formaciones y/o capas que afloran en el área de estudio son de más antiguas a más recientes las siguientes :

2.2.1 Formación Guadalupe.

2.2.1.1 Nivel de "Plaeners". (Kg P)

Consta de una secuencia de porcelanitas y liditas arenosas de color gris a amarillo. Su fractura es en paralelipípedos y generalmente son duros, ocupan la parte más Oriental de la zona de estudio. Su espesor en el área es de 100 metros. Por sus contenidos de finos y arenas se utiliza para recebo de carreteras.

En la zona de Chapinero y del Centro no se explota por estar muy altos pero en la carretera Olano en Usaquen sacan material.

2.2.1.2 Areniscas de Labor. (Kg l)

Consta de una serie de areniscas de grano fino a medio duras, muy cementadas cemento silíceo en bancos de 5 a 6 metros de espesor. Su espesor total es de 120 metros en la zona Oriental de Bogotá. Es muy dura y resistente a la erosión cerca a fallas geológicas se fractura. Se explota para la fabricación de enchape o a veces para producir arena debido a su ponulometría tan uniforme. En el Sur

de Bogotá en la Hacienda Terreros se explota sólo con fines de ornamentación, ya que en la zona no está fracturada.

2.2.1.3 Arenisca Tierna. (Kgt)

Consta de una secuencia de areniscas blandas, friables de grano grueso a medio, algo permeables, su color dominante es amarillo aunque tiene capas blandas que se confunden con la arenisca de labor. En la zona de Chapinero y del Centro no se explota. En la zona de Usaquen su explotación es intensiva para la producción de arena de "Peña". El espesor de la arenisca es muy variable, pero es aproximadamente de 80 metros en el área del Centro y de Chapinero. En el área de Usaquen su espesor es de 70 metros, aunque es difícil separarla de la arenisca de Labor, especialmente por su elevada explotación.

2.2.2 Formación Guaduas. (Tg).

Consta en la zona de una serie de arcillolitas de color azul a verde con intercalaciones de arcillolitas amarillas pardas de acuerdo al grado de oxidación. En la zona de Chapinero y el Centro predominan las arcillolitas. En

la zona de Usaquen tiene intercalaciones de areniscas de grano fino a medio de color amarillo. Estas areniscas son duras debido al cementante y a la redeposición de silíce. El espesor de la Formación es de 900 metros medida al Sur de Bogotá entre dos capas verticales. En la zona del Centro y de Chapinero se ha calculado un espesor de 250 metros. En la zona de Usaquen su espesor es mayor aunque no puede medirse por estar parcialmente cubierto por sedimentos recientes.

El contacto con la Formación Guadalupe es en el Centro y en Chapinero discordante. En la zona de Usaquen este contacto es concordante ya que las areniscas buzan normalmente.

2.2.3 Formación Bogotá.

2.2.3.1 Arenisca de El Cacho (Tbc).

La base de la formación Bogotá está compuesta por una arenisca de color marrón con estratificación cruzada. El espesor de esta arenisca es de 100 metros en la parte Oriental de Bogotá y aflora sólo parcialmente en la zona

del Centro y de Chapinero,en Usaquen no aflora. Esta arenisca es dura de grano fino a medio sin embargo, no ha impedido para que se explote con el fín de obtener arena de "peña". Esta explotación se efectúa en el Centro y el Sur de Bogotá, en Chapinero no se explota.

2.2.3.2 Formación Bogotá Superior (T b)

Consta de una secuencia monótona de arcillas rojas y marrones donde la oxidación ha sido fuerte. Su espesor es de 1.500 metros pero está cubierta en su mayoría por los aluviones o por la Formación Sabana. Esta arcilla se explota para fabricar ladrillos expecialmente en el Centro y el Sur de Bogotá. En la zona de Chapinero no se explota.

2.2.4 Frormación Sabana. (Q s)

Consta de una secuencia de arcillas grises y arenas finas. Capta las partes planas de la Sabana y reposa discordantemente sobre todas las Formaciones, Guadalupe, Guaduas y Bogotá Superior. Su espesor es muy variable pero es del orden de 500 metros.

2.2.5 Aluvión Del Arzobispo

Consta de una secuencia de arenas finas con delgadas intercalaciones de limos menores, su espesor es desconocido pero es superior a 40 metros. Forma terrazas abandonadas por erosión del mismo Río. Es permeable y se encuentra saturado en las partes bajas y secas o drenado en las terrazas.

2.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL.

La dirección general de las capas es generalmente Norte-Sur. La zona estudiada al Oriente forma una estructura anticlinal, con dirección Norte - Sur.

Las principales estructuras y discontinuidades presentes son :

2.3.1 Anticlinal de Bogotá.

El anticlinal de Bogotá es una estructura con dirección Norte - Sur cuyo flanco Occidental se encuentra invertido es decir, que buza hacia el Occidente (Véase Corte).

Esta inversión es total y afecta toda la Formación Guadalupe. Las inversiones del anticlinal de Bogotá en su flanco Occidental son de dos tipos : una,inversiones totales como es el caso de los Cerros de El Cable y Monserrate en que toda la Formación Guadalupe está invertida y todas las capas que forman el flanco son paralelas entre sí. De otra parte inversiones parciales como el Cerro de Guadalupe donde el anticlinal tiende a ser normal (nucleo) mientras que por colapso gravitacional en el nivel de Plaeners va tomando posición inversa. Las inversiones parciales son fenómenos de gravedad y se originan por deslizamiento de un nivel plástico en este caso el nivel de plaeners y las capas no son parciales entre sí. En el desencadenamiento de este proceso ha jugado un papel fundamental la erosión al dejar en posición muy superficial las capas que se deslizan.

2.3.2 Falla del Río Arzobispo.

Es una falla normal que afecta el anticlinal de Bogotá. Por esta falla sale el Río Arzobispo a la Sabana de Bogotá. La falla tiene una dirección Este - Oeste y el bloque levantado es el bloque Norte.

2.3.2 Falla de Las Delicias.

Es otra falla normal con dirección Este - Oeste afecta el Anticlinal de Bogotá y el lado levantado es el lado Sur.

2.4 GEOMORFOLOGIA.

Los procesos geomorfológicos agrupan todos aquellos cambios físicos y químicos que modifican la superficie de la tierra. Hay dos clase :

Unos procesos de desgaste de la superficie de la tierra en los cuales hay degradación hacia abajo y unos procesos de construcción en los cuales hay sedimentación o nivelación hacia arriba.

2.4.1 Procesos Degradacionales.

Los principales procesos degradacionales son la Meteorización o sea la desintegración física y/o la descomposición química de las rocas. El desgaste en masa que es la caída de rocas y suelos meteorizados pendiente abajo por acción de la gravedad, y la erosión que es el tranporte de las partículas por el agua corriente, subterránea, tormentas, vientos o el transporte agua-suelo.

1.4.1.1 a. Meteorizacion.

En la zona estudiada la meteorización está directamente asociada al tipo de roca que son dominantemente arcillolitas de las Formaciones Bogotá y Guaduas de escasa dureza y planos débiles en su estructura laminar favoreciendo la ~~hidrolisis~~. hidrolisis

Este fenómeno de hidrolisis debilita la roca por la hidratación. La posterior desaturación de la roca en los veranos ayuda a destruír la roca por el cambio volumétrico acontecido con tendencia a desintegrar la roca y convertir en arcilla.

2.4.1.2 Desgaste en Masa.

Una vez la roca se ha convertido en arcilla éstas unidas a la escasa cobertura vegetal altas pendientes favorecen el replantamiento del suelo y su consiguiente deslizamiento por acción de la gravedad. Estos deslizamientos son comunes en las Formaciones Bogotá y Guaduas.

2.4.1.3 Erosión.

Es la remoción del material meteorizado por acción hidráulica de las aguas, aquí el Río Arzobispo y la Quebrada Las Delicias son los principales agentes sobre todo el Río Arzobispo al erosionar la terraza abandonada por él mismo ha creado un talud vertical que puede causar deslizamientos en época de alta saturación de la terraza.

2.4.2 Procesos Agradacionales.

El principal proceso agradacional es la sedimentación, y está asociado a los cambios de pendiente de los Ríos que al perder velocidad comienzan a depositar en la orilla el material de arrastre.

2.4.2.1 Terraza Aluvial del Río Arzobispo. Q t o.

Es una terraza abandonada y erosionada por el mismo Río Arzobispo que pasa hoy más de 50 metros abajo. Consta de una secuencia de arenas finas bien drenadas con intercalaciones de limos marrones fermiginosos con taludes casi verticales.

2.4.2.2 Formación de la Terreza del Río Arzobispo.

La Formación de esta terraza conlleva dos fenómenos bien definidos : sedimentación y erosión.

Como se observa en el mapa geológico hoy en día no aflora en el cauce del Río la Arenisca de El Cacho. Su formación pudo haber sido la siguiente :

Cuando existía la Arenisca de El Cacho esta Arenisca se comportó como una presa y recibió la sedimentación de Arenisca del Río Arzobispo aguas arriba. Posteriormente el Río fúe erodando la Arenisca hasta producir su colapsamiento por falta de respaldo en su costado Occidental.

Una vez rota la arenisca, el Río erodó su propio material sedimentado que profundizó dejando hoy una terraza 50 metros encima de su actual cauce.

2.4.2.3 Abanico Aluvial del Río Arzobispo.

Consta de una serie de areniscas saturadas con intercalaciones de limos marrones, su espesor es desconocido.

2.4.2.4 El Caluvión del Pidemonte.

Reposando sobre la Formación Sabana o la Formación Bogotá se presentan localmente un Caluvión típico de piedemonte que es el producto de la erosión de las areniscas y las arcillas y de tal manera consta de una secuencia de arcillas y arenas mal gradadas con fracionamientos de roca. Por su posición casi horizontal hoy en día está construída en gran parte sobre este caluvión.

2.4.3 Clasificación Geomorfológica del Area de Estudio.

El área estudiada se puede clasificar geomorgológicamente de acuerdo con el grado de formación de suelos y geoformas nuevas. Las principales geoformas delimitadas son las siguientes :

1.4.3.1 Escarpes Rocosos Resistentes a la Meteorización. (R I).

Ocupa las areniscas del cerro de El Cable. Estas areniscas por su elevado contenido de silíce son muy resistentes a la meteorización, ya que el silíce es muy estable químicamente y las rocas más resistentes a la meteorización son aquellas con elevados contenidos de silíce como

las areniscas silíceas, las cuarcitas, etc. Estas areniscas ocupan escarpes con buzamientos de 45 al Oriente y en la zona estudiada no han sido explotados. Sin embargo, hacia el Norte en la Cantera de Juan Vega se adelantó una explotación con resultados muy negativos ya que el uso de explosivos creó una serie de diaclasas con buzamientos N 45 W con el peligro de deslizamieno de bloques.

Esta zona por el efecto de inversión crea fuertes escarpes que son muy estables, muy resistentes a la meteorización, sin embargo, una explotación con explosivos puede generar desprendimientos o deslizamiento de bloques ya que se está trabajando en sentido contrario del buzamiento en la que se crean inestabilidades ante la imposibilidad de seguir el buzamiento. Por eso en la clasificación se pondrá escarpes rocosos resistentes a la meteorización, pero en capacidad de generar inestabilidades (desprendimiento o caída de bloques) en caso de explotación. Los explotadores de arena saben esta situación que el buzamiento no favorece la explotación, pero el Departamento Administrativo de Planeación Distrital debe tener en cuenta que en los cerros de El Cable, Monserrate, Guadalupe, explotaciones de arena de "peña" deben impedirse a toda costa.

Como se observa en el mapa, ocupan la parte más Oriental de la zona de estudio.

2.4.3.2 Suelos Arcillosos de Escaso espesor poco Resistentes a la Erosión. (S 2).

Ocupando la mayor parte del pie de monte aparecen unos suelos arcillosos de color marrón con espesores que varían entre 20 y 45 centímetros. Estos suelos arcillosos son producto de la meteorización durante elevado interperismo de la Formación Guaduas. De acuerdo con la inspección de las zanjas de la construcción del Alcantarillado, se pudo detectar que las muestras tomadas a partir de 50 centímetros ya eran arcillolitas y que el espesor de suelo arcillosos propiamente dicho no pasaba de 35 centímetros de promedio. Este suelo se desprende fácilmente en los escarpes y taludes formados por las carreteras y es muy fácilmente erosionable hasta el punto que en los barrios estudiados donde corren aguas lluvias la erosicón hidrúalica ha eliminado la totalidad del suelo y hoy en día van por la arcillolita pura. Estos suelos ocupan en la mayoría del área afloramientos de la Formación Guaduas.

2.4.3.3 Cinturon Rocoso Resistente a la Meteorización y la Erosión.

Este cinturón rocoso se encuentra al Occidente de los Barrios Pardo Rubio, San Martín de Thormes y Marical Sucre. Es una secuencia de rocas silíceas muy duras resistentes a la meteorización y a la erosión.

Sin embargo, este cinturon rocoso se comporta como una especie de dique en varias zonas dificultando el drenaje superficial del peidemonte. Es importante anotar como se aprecia en el mapa, que éste ha sido erodado en los cauces de los Ríos Arzobispo y en la Quebrada Las delicias que se caracterizan por ser cuencas de cierta importancia que durante la deglaciación logran romper el dique rocoso.

2.4.3.4 Suelos residuales poco Resistente a la Erosión. (S 4).

En las fotos aéreas se detectaron una serie de suelos muy débiles en la parte occidental de los barrios Mariscal Sucre y Pardo Rubio. En el control de campo se detectaron unos suelos residuales rojos producto de la erosión y meteorización de la Formación Bogotá. Estos suelos son

de plasticidad media a alta, y regular,consistentes sin embargo, muy poco resistentes a la erosión hidrúalica como se aprecia en el cruce del Río Arzobispo en el cual el Río erodó estos suelos en un espesor de metro y medio. El espesor medio del suelo residual es del orden de 1.50 metros, a partir de la cual la arcilla es más consistente. En la zona la unión de dos factores han permitido que el suelo residual de regular consistencia no presente grandes problemas de inestabilidad la una,las condiciones topográficas en que no hay deficiencias en escarpes pronunciados y la otra, el escaso espesor del suelo residual.

2.4.3.5 Coluviones del Pídemonte (Q p).

En la parte más Oriental del área estudiada se ha separado en el mapa geomorfológico unos coluviones de piedemonte de la Formación Sabana propiamente dicha.

La separación de los coluviones de los aluviones se hizo porque difieren sustancialmente en su génesis y sobretodo en su litología. Estos coluviones se caracterizan por su depósito caótico de antigua erosión de los cerros, están compuestos por acrillas rojas y amarillas con intercalaciones de arenas, cantos de arenisca, predominando

las arcillas por lo cual los materiales están mal drenados. Actualmente sobre estos materiales se han construído viviendas.

Este material por su origen y por sus materiales no permite taludes importantes y puede ser una zona de análizar cuidadosamente en otras zonas donde no se encuentre tan cubierta.

2.4.3.6 Aluviones del Arzobispo y las Delicias. (Qal).

Consta de arenas malogradas pero permeables con intercalaciones de limos marrones. Están asociados a los cauces de las Quebradas Las Delicias y sus afluentes y el Río Arzobispo.

Por sus características litológicas permeables, buen drenaje y sobretodo que tiene respaldos laterales en la Formaciones Guaduas, Bogotá y Sabana no ofrecería problemas de inestabilidad si no fuera por su propia erosión que va profundizando el aluvión, y deja respecto al nivel del Río y la Quebrada una capa de talud vertical de 1 a 2 metros. Actualmente se encuentra canalizado por lo cual no

erodará más que el nivel del canal. Aguas abajo pueden formar acuíferos de cierta importancia.

2.4.3.7 Terraza Abandonada del Arzobispo. (Qt)

Como se descrubrió anteriormente,esta terraza es producto de sedimentación y posterior erosión y profundización del cauce del Río Arzobispo, dejando una terraza con talud vertical muy susceptible a erosionarse y presentar fenómenos de inestabilidad para los moradores del Barrio "El Paraíso".

3. METEREOLOGIA, DRENAJE SUPERFICIAL Y SUBTERRANEO Y ALMACENAMIENTO.

3.1 PRECIPITACION MEDIA ANUAL.

La precipitación media anual en el área varía entre 900 m.m. y 1.000 m.m., con dos períodos secos de mediados de Diciembre a Marzo y Julio, Agos y mediados de Septiembre y dos períodos húmedos, Abril, Mayo y Octubre, Noviembre a mediados de Diciembre.

CUADRO No. 1

PRECIPITACION MEDIA ANUAL PERIODO 1960-1976

ESTACION UNIVERSIDAD JAVERIANA

Mes	En.	Feb.	Mar.	Ab.	May.	Jun.	Jul.	Ag.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total Anual
Precipitación Media m.m.	26	39	60	120	118	74	55	59	62	121	101	66	901

Del cuadro anterior se desprenden precipitaciones del orden de 900 m.m. en el pedemonte. Del análisis de los mapas de ISOPIESAS se han calculado precipitaciones del orden de 1.000 m.m. para el Cerro de El Cable.

Esta precipitación es moderada para el trópico, pero hay cuatro meses con precipitaciones mayores a 110 m.m. y las primeras quincenas de junio y diciembre tiene precipitaciones mayores de 55 m.m. que de no haber un correcto drenaje pueden favorecer almacenamiento y saturación de suelos no permeables con el consiguiente aumento de ser su peso específico y por consiguiente aumentando considerablemente las posibilidades de desgaste en masa. (Deslizamiento gravitacional).

3.2 ESCORRENTIA SUPERFICIAL.

La escorrentía superficial es alta debido a dos factores importantes :

3.2.1 Piedemonte.

La pendiente de la zona de estudio se puede clasificar en dos partes :

a) Pendiente Fuerte.

Todo el escarpe rocoso que va desde la cota 2800 hasta el Cerro El Cable 3.300 metros.

b) Pendiente Moderada.

Que va desde la cota 2800 metros a 2600 metros y es la zona ocupada por los Barrios Mariscal Sucre, San Martín y Pardo Rubio. Aquí al disminuír la pendiente y aumentar la ~~urbanización~~ poblamiento se presenta un incremento de la tendencia al almacenamiento.

3.2.2 Permeabilidad.

Excluyendo los abanicos aluviales, las formaciones existentes se caracterizan por bajas permeabilidades, que limitan la infiltración y permite un aumento de la escorrentía.

Como se aprecia la pendiente y la permeabilidad facilitan la escorentía superficial.

3.3 DRENAJE SUPERFICIAL.

3.3.1 Colectores de Aguas Lluvias.

El drenaje superficial del área ha sido mejorado en la

zona de pendiente moderada con la construcción de dos canales recolectores de agua lluvias como se aprecia en los mapas, uno bordeando la cota 2700 y otro bordeando la cota 1650 y se intercomunican por una conducción encajonada pero cerrada al Sur del Barrio Mariscal Sucre.

3.3.2 Alcantarillado.

Indudablemente éste sea uno de los problemas más graves de los barrios. Sin embargo, el Acueducto de Bogotá está construyendo actualmente el Alcantarillado de los Barrios lo que disminuirá uno de los problemas más graves de los tres Barrios como era la disposición de aguas servidas que aumentaban los fenómenos de almacenamiento, fenómeno éste que es el causante de la mayoría de los problemas de estabilidad de la zona.

3.4 DRENAJE SUBTERRANEO.

3.4.1 Relación entre Porosidad y Permeabilidad de las Formaciones Existentes :

3.4.1.1 Formación Guadalupe. Areniscas Tierna y de Labor.

Estas areniscas son acuíferos de cierta importancia en la Sabana de Bogotá. En el Oriente de Bogotá por encontrarse buzando en sentido contrario de la escorrentía así por estar asociadas a elevados escarpes su recarga es difícil hasta el punto que están desaturados parcialmente.

3.4.1.2 Formación Guaduas.

Se compone en el área principalmente de arcillolitas. Estas rocas se caracterizan por su baja permeabilidad y su moderada porosidad.

El fenómemo que se presenta en la Formación es que tiene tendencias moderadas de almacenamiento y muy bajas tendencias de transportar el agua infiltrada.

En los suelos producto de la meteorización aumenta la porosidad pero su permeabilidad no mejora por lo cual el peso específico tiende a aumentar, por saturación de los suelos arcillosos y por consiguiente el almacenamiento. Este desequlibrio entre la porosidad y la permeabilidad crea la tendencia de suelos y formaciones con dificulgad de drenarse por sí mismas, especialmente en épocas de invierno.

3.4.1.3 Arenisca El Cacho. Formación Bogotá.

Esta arenisca por estar buzando en sentido contrario a la escorrentía su recarga es difícil y puede estar parcialmente desaturada. Pero como se observa en el corte puede ayudar a retardar el drenaje de la Formación Guaduas. En ciertas partes de la Sabana es acuífero especialmente cerca a fallas geológicas, debido a que aumenta su permeabilidad (permeabilidad secundaria).

3.4.1.4 Formación Bogotá Superior.

Consta en el área de arcillas densas y suelos residuales arcillosos. Estas arcillas se caracterizan por su baja permeabilidad y una porosidad moderadamente elevada creándose un problema de tendencia al almacenamiento ya que su desaturación es lenta debido a que es proporcional a la permeabilidad. En líneas generales es una formación con dificultad de drenarse a sí misma a pesar de tener un gradiente importante respecto a la parte plana (más de 35,00 metros).

3.4.1.5 Terraza Abandonada del Río Arzobispo.

Se caracteriza por su alta permeabilidad y la falta de un respaldo lateral en la zona paralelo al Río Arzobispo. Por su relación, permeabilidad alta, falta de respaldo se desatura muy rápidamente. Es fácil en un iniverno notar nacimientos en el contacto Guaduas Terraza del Arzobispo.

Esta desaturación rápida permite a los sedimentos arenosos que conforman taludes altos mantener un peso específico muy bajo por lo que su estabilidad no es tan precaria como formaciones similares, pero con permeabilidades más bajas tales como la Terraza de Manizales..

3.4.1.6 Abanicos Aluviales. (Qal)

Los dos aluviones presentes se caracterizan por su alto contenido de arenas de alta permeabilidad y con gradiente alto hacia Bogotá que garantiza una buena trasmisión del agua infiltrada. Aquí la relación porosidad - permeabilidad está equilibrada y contínuo movimiento del agua subterránea evita elevamientos desproporcionados del peso específico.

3.4.1.7 Coluvión del Piedemonte.

Por sus características de matriz arcillosa, su permeabilidad es baja pero su porosidad es elevadísima hasta el punto que del peso específico de este material puede alcanzar altos índices que lo hacen muy susceptible al desgaste en masa. Los cortes en estos materiales pueden considerarse como taludes inestables.

4. DESCRIPCION DEL MEDIO FISICO.

4.1 ANTECEDENTES.

Los Barrios Mariscal Sucre, San Martín de Thormes y Pardo Rubio, son antiguas invasiones hoy legalizadas por el Gobierno Distrital y el Acueducto de Bogotá.

Estas invasiones ocupan el cinturón existente entre los límites urbanizados y el escarpe pronunciado del Cerro de El Cable.

Se crearon una serie de cortes en suelos arcillosos y en arcillolitas para terraceo de viviendas. Así mismo cortes más pequeños en carreteables de acceso.

Este terraceo que lleva más de 20 años unido a ningún control de aguas servidas así como el desmatelamiento de su cobertura vegetal y su topografía ondulada han convertido partes de una zona típicamente estable las áreas de moderada inestabilidad. La carretera de circunvalación es un factor desestabilizante del área.

4.2 COBERTURA VEGETAL ACTUAL.

4.2.1 Análisis de la Cobertura Vegetal Actual.

4.2.1.1 Escarpe Rocoso.

El escarpe rocoso se caracteriza por su escaso a nulo espesor de capa vegetal. Actualmente no ha sido urbanizado y existe una cobertura vegetal arbórea importante.

El uso de este suelo no debe cambiarse ya que la ausencia del suelo, su elevado escarpe no garantiza ninguna posibilidad de éxito, en cambio su desforestación sí afecta el escarpe por dos razones :

a. El escarpe queda desprotegido contra agentes erosivos y meteorizantes.

b. Las raices se comportan como un medio estabilizante una vez podrida la raiz, parte del suelo escarpe puede comenzar su rápido deterioro por remoción en masa de la zona meteorizada.

4.2.1.2 Zona de Suelos Delgados y Suelos Residuales (S r s - S r 4).

Es en estas zonas donde mayor deforestación se presenta actualmente. Esta deforestación se debió a la urbanización incontrolada de la zona.

La deforestación fué un factor desestabilizante ya que en suelos de relativo poder cohesivo las raices eran un factor aglutinante de importancia.

4.2.1.3 Cinturón Rocoso.

Aquí también la deforestación es total aunque por la roca es resistente a la erosión y a la meteorización ha quedado desprotegida contra los agentes meteorizantes y erosivos.

4.2.1.4 Abanicos Aluviales.

La deforestación también ha sido fuerte aunque aquí la fertilidad de los suelos es alta y hay renovación de pequeños arbustos.

4.2.1.5 Terraza del Arzobispo.

La deforestación de la parte Occidental para la construcción de viviendas en el Barrio "El Paraíso", ha sido el daño ecológico más importante que se ha hecho en la zona ya que uno de los problemas de las arenas es su escaso poder cohesivo y las raices eran factor de cohesión de gran importancia.

5. GEOTECNIA.

5.1 RECONOCIMIENTO GENERAL Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Los Barrios Mariscal Sucre, San Martín de Thormes y Pardo Rubio se encuentran ubicados en el piedemonte ondulado del Cerro del Cable. Las urbanizaciones se encuentran entre la Carretera circunvalar y el límite escarpado del cerro.

Cuando se adelantaron los reconocimientos de campo se utilizaron las zanjas del Alcantarillado para toma de muestras, así como a la delimitación del espesor de meteorización de las arcillolitas de la Formación Guaduas y de las arcillas densas de la Formación Bogotá.

Los tres Barrios en cuestión presentan las siguientes condiciones :

a. Deforestación masiva del área para urbanización.

b. Cortes en suelo y roca blanda (Arcillolita), para construcción de vivienda.

c. Disposición desordenada de aguas servidas.

Los canales colectores de aguas lluvias funcionan evitando mayores problemas.

5.2 RECONOCIMIENTO DETALLADO Y ZONIFICACION DE ACUERDO AL GRADO DE ESTABILIDAD.

5.2.1 Escarpe Rocoso.

Este escarpe rocoso está compuesto por las areniscas Tierna y Labor de la Formación Guadalupe que en la zona no se diferenciaron debido a que no se distinguen morfológicamente. Estas areniscas están buzando entre 30 y 35 grados hacia el Oriente, es decir están invertidas ya que el flanco Occidente de un anticlinal deberá buzar hacia el Oeste.

5.2.1.1 Análisis de Diaclasas.

Se notaron diaclasas perpendiculares al buzamiento es

decir 55 y 60° hacia el Oeste. Muy interesante resulta ver que el ángulo del talud es de 55° (Ver corte) lo que indica que es estable paralelo a las diaclasas. Es decir el talud natural es igual al talud recomendable, lo que indica un equilibrio de estabilidad. Cerca a fallas geológicas aumenta la cantidad de diaclasas, pero continúan manteniendo su buzamiento del orden 55° a 65°.

5.2.1.2 Análisis meneralógico.

Un análisis de la muestra de roca permite reconocer que está compuesta de :

Silice (SiO_2)	80 %
Arcillas y limos (finos)	10 %
Cementantes silíceos	10 %

Un contenido de 90 de silíceos indica ya una alta resistencia a la meteorización ya que el silíce es un elemento muy estable porque el anillo exterior del silíce está totalmente copado por electrones lo que lo convierte en una sustancia neutral a reacciones químicas.

Indudablemente este contenido de silíce tan elevado es factor estabilizante de gran importancia.

5.2.1.3 Análisis del Macizo Rocos.

Se escogieron tres puntos para el análisis del macizo rocoso, los dos sitios de las fallas del Río Arzobispo y la falla de Las Delicias y la Quebrada aguas abajo del Colegio Calasanz y se analizó la relación discontinuidades Vs. grado de alteración de la roca.

a. Quebrada Colegio Calasanz :

Estado de la roca sana 95 %

Alterada 5 %

Resistencia a la compresión simple 800 Kg./cm^2.

cada 200 metros N - S - 54 W

Se puede clasificar como roca sana pco fracturada.

b. Falla de Las Delicias.

Estado de la roca sana 75 %

Alterada 25 %

Resistencia a la compresión simple 600 Kg./cm^2.

Discontinuidades. Diaclasas

Con rumbo N - S y buzando.

Estas se presentan cada 50 metros.

55° W. (Perpendicular al buzamiento).

Clasificación : Roca moderadamente sana y moderadamente fracturada.

c. Falla del Río Arzobispo.

Estado dela roca Sana 75 %

Alterada 25 %

No se le hizo ensayo a la comprensión.simple ya que estaba fuera del área de estudio.

Discontinuidades diaclasas cada 40 metros.

Unas buzando 56 W y otras distorcionadas 30 W.

Clasificación de la roca (Aprox.)

Moderadamente sana y moderadamente fracturada.

5.2.1.4 Clasificación del Macizo Rocoso.

El macizo rocoso tiene varias ventajas siendo la principal la dureza de la roca, su cimentación y especialmente

su resistencia a la meteorización por sus componentes. Unido a ésto se puede considerar que la cobertura vegetal es alta y la urbanización ninguna por lo que se clasificó como área estable.

5.2.1.5 Estabilidad precaria en la Cantera de Juan Vega.

En la cantera de Juan Vega fuera de la zona de estudio se explotó "arena de Peña" de la arenisca buzando 30 hacia el Este y con el uso de explosivos abrieron diaclasas N 60 W y N 30 W, creando condiciones altas de deslizamiento de bloques.

De esta explotación se debe sacar la conclusión que el talud natural coincide con el talud recomendable y que por estar la roca buzando hacia W la creación de taludes artificiales mayores de 55° puede crear problemas en los Barrios Pardo Rubio, San Martín de Porres y Mariscal Sucre.

Luego como se comprobó, existe una estabilidad importante con un talud natural que coincide con el talud recomendable pero que hay un equilibrio precario y por tanto no deben permitir explotaciones de arena en el escarpe de la zona estudiada.

5.2.3 Arcillolitas con Delgados Suelos (M E 2).

Esta zona que sigue al Occidente del escarpe está ocupada por el lote del Colegio Calasanz en la parte Sur y al Norte por la parte alta del Barrio Pardo Rubio.

La zona se caracteriza por arcillolitas grises con delgadas capas de suelos arcillosos de color marrón.

5.2.3.1 Grado de Meteorización (Suelos).

El grado de meteorización de la arcillolita es muy pequeño, aunque geológicamente la capa de arcillolita es muy antigua, su capa de meteorización varía entre 20 y 50 centímetros en las hondonadas de las quebradas. Esta meteorización ha sido mayor, pero una vez se va meteorizando va siendo erosionada, ya que el suelo es poco denso, poco cohesivo meteoriza en granículos fácilmente erosionables.

El control en la excavación del alcantarillado en la parte alta de Pardo Rubio permitió tener una idea del espesor del suelo, y al Sur en una trinchera ejecutada en el escarpe abajo del Colegio Calasanz.

CUADRO No. 2

SITIO O LOCALIZACION	ESPESOR DEL SUELO METEORIZADO
Colegio Calasanz	0.22 Cms.
Alcantarillado Pardo Rubio	
(Sector Alto)	0.25 Cms.
	0.28 Cms.
	0.28 Cms.
	0.23 Cms.
	0.32 Cms.
	0.35 Cms.
Quebrada del Calasanz	0.50 Cms.

$$\text{Promedio Meteorizado} = \frac{240 \text{ Cms}}{8} = 30 \text{ Cms.}$$

Este espesor de meteorización disminuye notoriamente en las partes más pendientes, en la trinchera abajo del Colegio Calasanz y en talud del carreteable a Pardo Rubio se encontraton :

Colegio Calasanz	0.10 Cms.
Talud Pardo Rubio	0.10 Cms.
Promedio	0.10 Cms.

que indica la capacidad del suelo a deslizarse en desgaste en masa, o sea 2/3 partes del suelo han sido removidas por desgaste en masa y erosión.

5.2.3.1 Características Geomecánicas de las Arcillolitas.

Se tomaron muestras de las arcillolitas y se ejecutaron escarpes de límite líquido, límite plástico, pero específico.

a. Relación entre el Límite Líquido y el Límite Plástico.

En el cuadro siguiente se marcan los resultados de los análisis :

CUADRO No. 3

MUESTRA No.	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	CLASIFICACION DE CASAGRANDE
7	55	28	ARC. PLATICA
8	64	29	ARCILLA PLASTICA
9	55	28	ARCILLA PPLASTICA
6	42	23	ARCILLA NO PLASTICA

Del gráfico de Casagrande se clasificaron las muestras tomadas tres de ellas como plásticas y una como no plástica,la No. 6.

b. Relación entre la humedad y los límites :

CUADRO No. 4

MUESTRA No.	HUMEDAD CONTENIDO	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	CONSLUSION
6	16o	42	23	Suelo resistente
7	21o	55	28.	Suelo resistente
8	26o	64	29.	Suelo resistente
9	24o	55	27.	Suelo resistente

La humedad más cercana al líquido plástico indica suelos de resistencia alta.

5.2.3.2 Reconocimiento de los Cortes.

Se adelantó un reconocimiento en los cortes de Alcantarillado que en unas partes llegaron a tener 2 metros de

profundidad. En estos cortes verticales en la arcillolita no falló ninguno aunque el tiempo máximo entre la ejecución del corte y su posterior relleno con la tubería y material seleccionado no superó los 40 días así nos dá cierta idea de su estabilidad.

Así mismo se visitaron algunos cortes en viviendas del Pardo Rubio y aquí se encontraron fallamientos a nivel de la capa meteorizada pero no a nivel de la arcillolita en cortes que llevan más de veinte años.

5.2.3.3 La Disposición de Aguas Servidas y la Erosión del Suelo.

Como se dijo anteriormente, el suelo meteoriza en materiales no plásticos poco cohesivos y poco resistentes a la erosión. Si agregamos que aunque existe un colector de aguas lluvias en la cota 2700 la disposición de aguas servidas en Pardo Rubio ha creado problemas de erosión y captación de la capa meteorizada. Esta situación se aprecia en su real magnitud creando zonas con alcantarillado como el Colegio Calasanz, esta erosión no es fuerte. Así mismo en el Colegio Calasanz hay buen empradizado lo que también evita la captación del suelo.

5.2.3.4 Clasificación del Area de Acuerdo con el Grado de Estabilidad.

La zona se caracteriza por presentar delgadas capas de suelos y arcillolitas duras de cierta resistencia a la meteorización y erosión, la topografía disminuye respecto al escarpe anterior (pendiente 20%) y buen control de aguas lluvias y el futuro control de aguas servidas permiten clasificar a la zona como moderadamente estable. Siendo los únicos factores desestabilizantes la descontrolada urbanización actual y la baja cobertura vegetal.

5.2.3.5 Obras de Estabilización de la Zona.

Indudablemente el alcantarillado en construcción es junto con el canal colector de aguas lluvias existente, las obras de mayor índice estabilizador en la zona ya que el 90% de las aguas lluvias y servidas estarán manejadas.

Otras obas de importancia serían programas de pavimentación y construcción de andenes, con lo cual el 10% de las aguas no manejadas no se infiltrarián en el suelo. Y por último programas de empradización de zonas comunales.

5.2.3.6 Control de Obras Desestabilizantes.

Pero junto con las obras estabilizadoras se debe ejercer control contra obras desestabilizantes. El mayor desestabilizador son los cortes en media ladera para la construcción de viviendas. Se deben enviar notas a los miembros de las Juntas de Acción Comunal solicitando la colaboración en dos sentidos :

a. Que la mayoría de los habitantes se conecte al alcantarillado.

b. Que no se ejecuten cortes mayores de 1. metro para la ejecución de viviendas.

5.2.4 Cinturón Rocoso. (E 3).

5.2.4.1 Localización.

Este cinturón rocoso se encuentra en la parte media del Barrio Pardo Rubio y la parte alta de los Barrios San Martín y Mariscal Sucre.

5.2.4.2 Clasificación Mineralógica.

El cinturón rocoso está compuesto de una secuencia de areniscas con algunos módulos ferruginosos. El análisis minerológico detallado muestra :

a. Silíce SiO_2 75%

Limos, Arcillas 15%

Otros, cementos ferriginoso 10%

Por su elevado contenido de silíce esta capa es resistente a la meteorización, ya que el silíce es neutral al ataque de agentes químicos, especialmente por su estructura molecular en el cual su último anillo contiene el número ideal de electrones para que no haya tendencia al aporte de electrones ni tendencia a captar electrones.

5.2.4.3 Clasificación del Cinturón Rocos.

Un análisis de la relación del grado de alteración de la roca Vs. el grado de espaciamiento de las diaclasas fué muy similar en la zona estudiada y como falla de Las Delicias no afecta ya el cinturón rocoso, su fracturamiento de la arenisca no es grande.

CUADRO No. 5

CLASIFICACON DEL CINTURON ROCOSO

Grado de alteración de la Roca

Roca Sana	60 %
Roca Alterada	40 %

Resistencia a la compresión simple mayor de 200 Kg./CM^2

DIACLASAS :

Dominantes	N 45 W
Buz.	N 45 E

Espaciamiento cada 70 metros

Relación alteración - Descontinuidades

Buena. Macizo estable

5.2.4.3 Análisis Diaclasas Talud Natural.

El talud natural como se aprecia en el corte varía entre 40° y 45° y las diaclasas tienen buzamientos de 40° a 45° al Oeste lo que indica que el talud natural coincide con las diaclasas dominantes.

Indudablemente existe un equilibrio que por estar la capa invertida es decir buzando contrario al escarpe no debe explotarse intensivamente la capa con el fín de no crear caída de bloques.

5.2.4.4 Obras Estabilizadoras y Control de Obras Desestabilizantes

La construcción del Alcantarillado será una obra estabilizadora. Sin embargo, lo más importante será el control de explotación de arena.

5.2.5. Suelos Residuales Arcillosos. (M E 4 y M I 5).

5.2.5.1 Localización.

Ocupa la parte baja de los barrios San Martín, Mariscal Sucre y Pardo Rubio, hasta su límite Occidental la avenida circunvalar.

5.2.5.2 Grado de Meteorización.

La Formación Bogotá consta de arcillas densas altamente oxidadas en todo su espesor conocido lo que le dá una coloración roja, rosada o marrón.

El estudio en las zanjas ejecutadas para el Acueducto también mostró arcillas rojas y la única diferencia es principalmente su diferencia en existencia. Utilizando un retrometro de bolsillo y utilizando 4.5 Kg/Cm^2 como un límite aproximado se calcularon espesores promedios de 0.80 metros con máximos de 1.30 metros y mínimos de 0,5 metros.

En zonas escarpadas este valor es significativamente parecido luego el desgaste en masa no es alto.

5.2.5.3. Características Geomecánicas de los suelos.

Las arcillas tienen un contenido de limos ya que los límites plásticos son inferiores a 50. Es esa característica la que los hace aptos para la fabricación de ladrillos.

CUADRO No. 5

RELACION ENTRE HUMEDAD Y LIMITES LIQUIDOS Y PLASTICO

MUESTRA No.	HUMEDAD	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
1	25	48	26
2	25	48	25
3	21	45	22
4	24	42	21

La humedad más cercana al límite plástico nos permite catalogar los suelos como de resistencia mediana a alta.

5.2.5.4 Reconocimiento de Cortes.

En esta zona es la que más cortes se han ejecutado uno de ellos para la construcción de la Avenida Circunvalar y otros también numeroso para construcción de viviendas. No se detectaron fallamientos en los cortes sino en el Barrio San Martín de Porres. Aquí se presenta un fallamiento en un corte sobre la Avenida Circunvalar.

Este fallamiento afecta a la zona de suelo residual que se ha deslizado casi en su totalidad (quedan 10 cms.) con tendencia clara a estabilizarse.

5.2.5.5 Clasificación del Area de Acuerdco al Grado de Estabilidad.

Se ha clasificado la zona como moderadamente estable (M E 4 en el mapa) y como moderadamente inestable (M I 5 en el mapa).

Se han clasificado moderadamente inestables el anterior Norte de la Avenida Circunvalar por los taludes altos existentes en la cual la tendencia desestibilizarse es mayor que en zonas donde no se han ejecutado taludes como la Avenida de Circunvalación.

5.2.5.6 Obras de Estabilización de la Zona.

Indudablemente el Alcantarillado en construcción es junto con el canal Colector de aguas lluvias existente las obras de mayor índice estabilizador en la zona, ya que el 90% de las aguas lluvias y servidas estarán manejadas.

Otras obras de importancia serían programas de pavimentación y construcción de andenes con lo cual el 10% de las aguas no manejadas no se infiltrarían en el suelo.

Y por último, programas de empradización de zonas comunales.

5.2.6 Terraza Abandonada del Río Arzobispo.

En el Barrio El Paraíso se presenta el resto de un antiguo aluvión posteriormente erodado por el Río Arzobispo.

Esta rerraza se caracteriza por talud casi verticales con diferencias de altura de 60 metros. Esta terraza se erodó lentamente por efecto de erosión hidráulica, ya que las arenas bien drenadas y uniformes son poco resistentes a la erosión hidráulica por su falta de cohesión.

Esta zona aunque no estaba incluída en el área a estudiar se analiza brevemente ya que puee ser causa de un futuro deslizamiento.

5.2.6.1 Medidas Estabilizantes

Indudablemente evitar la erosión hidrúalica sobre el talud es el mayor preventivo. Para ésto sería interesante que se construyera un colector de aguas lluvias siguiendo la cota 2.760. Este colector es una zanja pequeña recubierto con cemento (sin mucho peso), o canaleta de 10" de P V C.

5.2.7 Aluviones del Río Arzobispo y Las Delicias. (M E 8).

Constan de arenas saturadas de agua sin respaldo en la dirección de la corriente principal. Estos materiales son estables, pero poco resistentes a la erosión hidráulica.

5.2.7.1 Medidas Estabilizantes.

Estos materiales son bastente estables siempre y cuando no se ejecuten cortes en las zonas saturadas cambiando su talud natural, porque pueden presentarse deslizamientos. Por su origen acepta muy bien los pastos y se pueden empadrizar los cauces.

6. CONCLUSIONES

La zona estudiada ocupa el flanco Occidental del Anticlinal de Bogotá, estructura ésta caracterizada por estar invertida. En su flanco afloran las areniscas de la Formación Guadalupe y el Cahco y las Arcillolitas de la Formación Guaduas y Bogotá.

Los efectos de interperismo han sido elevados pero la meteorización es pequeña.

La zona está afectada por terraceo para construcción de viviendas, deforestación, urbanizada descontroladamente..

Sin embargo, en la zona hay dos canales colectores de aguas lluvias, se reinició la construcción del Alcantarillado y se espera que éste sea un factor estabilizante de importancia.

Así mismo, la zona no tiene explotaciones de areneras ni de chircales, que son grandes desestabilizadores debido a las grandes masas de tierra que afectan.

7. RECOMENDACIONES.

7.1. RECOMENDACIONES ESPECIFICAS.

7.1.1 Construcción y Acometida al Alcantarillado.

Se recomienda que se construya alcantarillado para los tres Barrios y que se acometan todos los usuarios. Los Presidentes de las Juntas de Acción Comunal deben insistir para que todas las viviendas se acometan al Alcantarillado ya que una cobertura baja de viviendas conectadas no está ayudando a solucionar un problema, ni colaborando con la Empresa de Acueducto que adelanta una inversión cuantiosa (60 millones en este Alcantarillado).

7.1.2 Mantenimiento de los Canales Colectores.

Se recomienda que se adelante un mantenimiento en los canales, especialmente encaminados a evitar infiltraciones y rellenar las dilataciones existentes con impermeabilizantes.

7.1.4 Impermeabilización del Caño de la Calle 47.

En el Barrio San Martín de Porres, hacia la Calle 47 existe un canal de aguas lluvias que debe impermeabilizarse para evitar infiltración de aguas, en este sitio se presenta fallamiento de un talud.

7.1.5 Manejo de Aguas del Lavadero Comunal del Barrio Pardo Rubio.

En el Barrio Pardo Rubio sector bajo existe un lavadero comunal cuyas aguas no se han manejado. Estas aguas deben ser recogidas y conectadas a una alcantarilla de la Avenida con el fín de evitar infiltración cerca de la Avenida Circunvalar.

7.1.6 Alcantarillado y Colector de Aguas del Barrio El Paraíso.

Aunque está fuera del área de estudio, la construcción de Alcantarillado y colector de aguas en el Barrio El Paraíso, son urgentes con el fín de evitar posibles deslizamientos.

Así mismo, se debe colocar un dispensador de basuras con el fín de evitar el basurero actual que está afectando la permeabilidad del sitio.

7.2 RECOMENDACIONES GENERALES.

Se recomienda se adelanten programas de empradizamiento de zonas comunes, así como programas de reforestación y programas de reposición de materiales en explotaciones.

7.3 ESTUDIOS ESPECIFICOS.

Se recomienda se adelante un estudio detallado de la Terraza del Río Arzobispo al Sur del Barrio El Paraíso con el fín de estabilizar definitivamente esta zona.

CLASF. USC

Gs= Peso específico LC = Límite de contracción

hoja 3

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD	GRANULOMETRIA - % PASA 3"		1 1/2"	1"	Gs	3/8"	4	LC	40	60	100	200	PLASTICIDAD LL	LP	CONTENIDO DE HUMEDAD %	PESO UNIT. HUMEDO (T/m³)	COMPRESION INCONF. (kg/cm²)	DEFORMACION %
A-3	VI	0.40-0.80		CL			2.68			17					42	23	16		+4.5*	
	VII	0.80-1.00		CL											46	24	21	1.84	+4.5*	
A-4	VIII	0.50-0.70		CH											64	29	26	1.89	+4.5*	
	IX	0.80-1.00		CH			2.54								55	27	24		+4.5*	

* penetrometro.

ENSAYOS LTDA. SUELOS Y MATERIALES	MANUEL G.	RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		

7.1.3 Control a Obras Desestabilizantes.

7.1.3.1 Canteras para Arena.

Como se explicó, los taludes naturales guardan un equilibrio con el taldu recomendable (talud paralelo a la diaclasa). Por estar invertida la roca, taludes de explotación no pueden exagerarse más un peligro como en la cantera de Juan Vega. Por tal razón es muy peligroso explotar estas rocas sin peligro de caída de bloques. Por lo tanto se recomienda prohibir explotación de arena de peña en la zona.

7.1.3.2 Chircales para Fabricar Tubería.

Actualmente se está utilizando en el Sur, las arcillas de la Formación Guaduas para la fabricación de tubería de gres. Dejando taludes y altos y removiendo mucha arcilla con peligros de deslizamientos.

7.1.3.3 Control de Cortes para Vivienda.

Para la construcción de vivienda no deberán autorizarse cortes mayores de 1.5 metros. Los Presidentes de la Juntas podrían velar por estas disposiciones.