



ESTUDIO GEOTÉCNICO, DE SUELOS, GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO

PROYECTO:

"CONSTRUCCIÓN DE CANCHA DE FUTBOL EN EL MUNICIPIO DE PINILLOS – DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR"



PINILLOS – BOLÍVAR

OCTUBRE DE 2024

ESTUDIO GEOTÉCNICO, DE SUELOS, GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO

PROYECTO:

“CONSTRUCCIÓN DE CANCHA DE FUTBOL
EN EL MUNICIPIO DE PINILLOS –
DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR”

PINILLOS - BOLIVAR
OCTUBRE DE 2024

1. Contenido

1	OBJETIVOS	3
1.1.	OBJETIVO GENERAL DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO	3
1.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	3
2	ALCANCE.....	3
3	CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-10	4
4	METODOLOGÍA	4
5	LOCALIZACIÓN DEL SITIO Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	5
5.1.	LOCALIZACIÓN GENERAL	5
5.2.	LOCALIZACIÓN ESPECÍFICA.....	6
6	GEOLOGÍA DEL SUELO:	7
6.1.	Características generales de la zona de estudio.....	7
6.2.	CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS	7
6.2.1.	UNIDADES LITOLÓGICAS	8
6.2.1.1.	Neis de San Lucas (MPsl).....	8
6.2.1.2.	Esquistos de Armenia (PZea).....	9
6.2.1.3.	Filitas de Tapoa (Pzift)	10
6.2.1.4.	Formación Sudán (T3s).....	11
6.2.1.5.	Formación Morrocoyal (J1m).....	11
6.2.1.6.	Formación Noreán (J1-2n)	12
6.2.1.7.	Granitoides de San Lucas (Jgsl).....	12
6.2.1.8.	Depósitos de Abanicos y Terrazas Aluviales (Qcal).....	13
6.2.1.9.	Depósitos Fluvio-lacustres (Qfl).....	14
6.2.1.10.	Depósitos Fluviales de Canal (Qfc)	14
6.2.1.11.	Llanuras de Inundación (Qfal)	14
6.2.1.12.	Depósitos de Coluvión (Qco).....	15
6.2.1.13.	Suelos Residuales (Qs).....	15
6.3.	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	15
7	GEOMORFOLOGÍA DE PINILLOS	18
7.1.	GEOFORMAS DE ORIGEN DENUDACIONAL.....	19
7.1.1.	Colina residual (Dcr)	19
7.1.2.	Colina remanente (Dcre).....	20
7.1.3.	Cérro remanente o relicto (Dcrem)	21
7.1.4.	Cerro residual (Dcrs).....	22
7.1.5.	Glacís de acumulación (Dga)	23
7.1.6.	Lomo denudado moderado de longitud media (Dldemm).....	23
7.1.7.	Lomo denudado (Dlde).....	24
7.1.8.	Lomo denudado bajo de longitud larga (Dldebl).....	25
7.1.9.	Lomo denudado bajo de longitud moderada (Dldebm).....	25
7.1.10.	Lomo denudado moderado de longitud larga (Dldeml).....	26
7.1.11.	Loma residual (Dlor).....	26
7.1.12.	Lomo residual (Dlres).....	27

7.2.	GEOFORMAS DE ORIGEN FLUVIAL	28
7.2.1.	Albardón o dique natural (Fa)	28
7.2.2.	Barra Longitudinal (Fbl)	28
7.2.3.	Barra puntual (Fbp)	29
7.2.4.	Cuenca de decantación o Basines (Fcd)	30
7.3.	GEOFORMAS DE ORIGEN ESTRUCTURAL	30
7.3.1.	Ladera de contrapendiente (Slcp)	31
7.3.2.	Ladera estructural (Sle)	31
7.3.3.	Lomo de obturación (Slo)	32
7.3.4.	Sierra y lomos de presión (Sslp)	32
7.3.5.	Sierra anticlinal (Ssan)	33
7.3.6.	Lomo de falla (Slf)	33
7.4.	GEOFORMAS DE ORIGEN ANTROPOGENICO	34
7.4.1.	Explotación minera (Aemc)	34
7.5.	EVOLUCIÓN GEOMORFOLÓGICA DE LA ZONA DE ESTUDIO	34
8	GEOGRAFÍA	40
8.1.	ESTRATIGRAFIA	40
8.2.	NIVEL FREATICO	40
9	CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS	41
9.1.	ESPECTRO DE DISEÑO RECOMENDADO POR INGEOMINAS	41
9.1.1.	Requerimientos amenaza sísmica NSR-10	41
9.1.1.1.	Zona de amenaza sísmica (Numeral A.2.3 - NSR-10)	41
9.1.1.2.	Valores de Aa y Av (Numeral A.2.3 - NSR-10)	41
9.1.1.3.	Efectos locales (Numeral A.2.4 NSR-10)	41
9.1.1.4.	Criterios del espectro de diseño (Numeral A.2.6 NSR-10)	42
10	EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA	44
10.1.	PERFIL ESTRATIGRAFICO	44
10.2.	ENSAYO DE LABORATORIO	44
11	RESULTADO ENSAYOS IN SITU	46
11.1.	RESUMEN DE ENSAYOS	46
11.2.	Correlaciones para interpretación de los ensayos SPT	47
11.3.	CARACTERIZACION GEOTECNICA	48
12	ANALISIS DE INGENIERIA	49
12.1.	PARAMETROS DE DISEÑOS	49
12.2.	CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO Y PROFUNDIDAD DE DESPLANTE.	49
12.2.1.	Corrección por energía CE	50
12.2.2.	Corrección por profundidad CD	50
12.3.	CÁLCULO DE LA PRESIÓN ADMISIBLE DE TRABAJO DEL SUELO	51
12.4.	MODULO DE REACCION O COEFICIENTE DE BALASTRO	51
13	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
14	LIMITACIONES	53

1 OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO

El principal objetivo del presente estudio es conocer la geología y el comportamiento geotécnico de los materiales sobre los cuales se plantea el proyecto “CONSTRUCCIÓN DE CANCHA DE FUTBOL EN EL MUNICIPIO DE PINILLOS – DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR”, determinando las características geológicas, estructurales, geomorfológicas, hidrogeológicas y propiedades geomecánicas de los suelos presentes en el área como base para el diseño y la evaluación de la estabilidad de la banca y las laderas en el sector estudiado.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Realizar un análisis geotécnico con el objeto de investigar las características geológicas y geotécnicas de los suelos presentes en el área del proyecto mediante estudios de campo y ensayos de laboratorio.
- Consultar diferentes fuentes con el fin de recopilar y seleccionar la información obtenida de trabajos previos desarrollados en el área de estudio

2 ALCANCE

Para la realización del estudio se ejecutaron sondeos y ensayos de laboratorio, se analizó la geología regional local y se consultaron los estudios de otros sitios cercanos al área; sin embargo, al construir el proyecto pueden detectarse condiciones diferentes, las cuales no fueron detectadas en el momento de la realización del estudio.

3 CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-10

El presente Estudio Geotécnico cumple con la Ley 400 del 19 de agosto de 1997 y el Decreto 926 del 19 de marzo de 2010 (Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, Titulo H).

4 METODOLOGÍA

Con el propósito de cumplir con los objetivos propuestos hasta el nivel de detalle requerido, se desarrolló la siguiente serie de actividades.

- a) Recopilación y análisis de la información existente.
- b) Reconocimiento de campo mediante la elaboración de vistas de los profesionales al sector aledaños al estudio donde se establece los lugares de exploración geotécnica y descripciones generales del sector.
- c) Realización trabajos de campo y ensayos de laboratorio, con el objeto de conocer el perfil del terreno.
- d) Analizar la información recolectada.
- e) Elaboración de conclusiones y recomendaciones

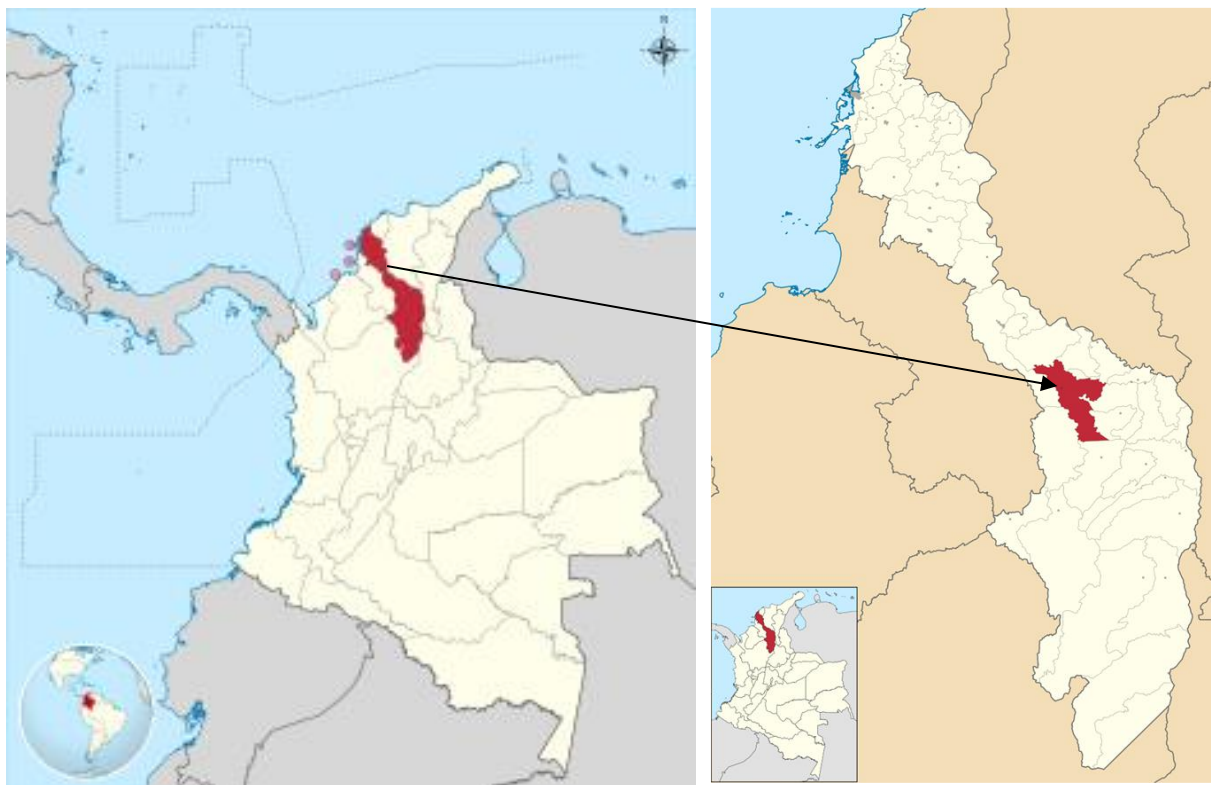
Este estudio se enmarco dentro de los requisitos exigidos por la ley 400 de 1997, descritos en la Norma Sismo Resistente NSR-10

5 LOCALIZACIÓN DEL SITIO Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

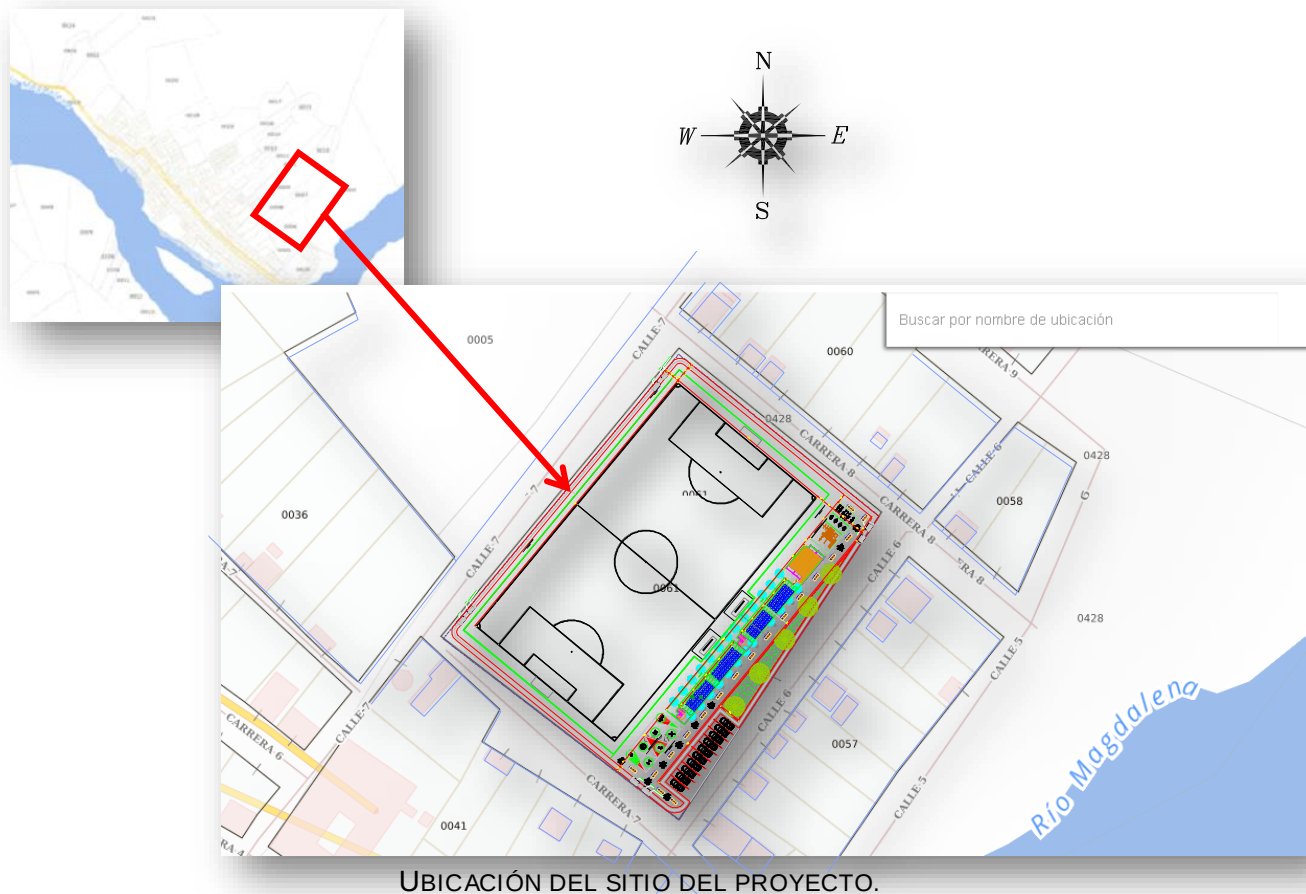
5.1. LOCALIZACIÓN GENERAL

Pinillos es un municipio colombiano ubicado en el departamento de Bolívar, en la Isla de Santa Bárbara en la extensa región conocida como Depresión Momposina. La cabecera municipal se localiza sobre la margen derecha del río Magdalena a dos kilómetros de la desembocadura del río Cauca en dicho río.

Limita al norte con los municipios de Santa Cruz de Mompox y San Fernando, al sur con los Municipios de Tiquisio y Achí, al oriente con los municipios de Altos del Rosario y Barranco de Loba y al occidente con Magangué.



5.2. LOCALIZACIÓN ESPECÍFICA



UBICACIÓN DEL SITIO DEL PROYECTO.

El sitio objeto de la intervención se encuentra ubicado en el sur del municipio de Pinillos, Bolívar, entre las calles 6ª y 7ª y entre las carreras 6ª y 8ª.

5.3. Descripción del proyecto.

Se plantea, la construcción de una cancha la cual será en grama natural con pasto Kikuyo aplicando las especificaciones técnicas contenidas para la cancha de futbol, con su respectiva demarcación con pintura de alto tráfico.

El proyecto integra la cancha de futbol para uso recreativo, en un nivel variando en el sector donde se plantea la zona de graderías, camerinos y zona de parques.

6 GEOLOGÍA DEL SUELO:

6.1. Características generales de la zona de estudio.

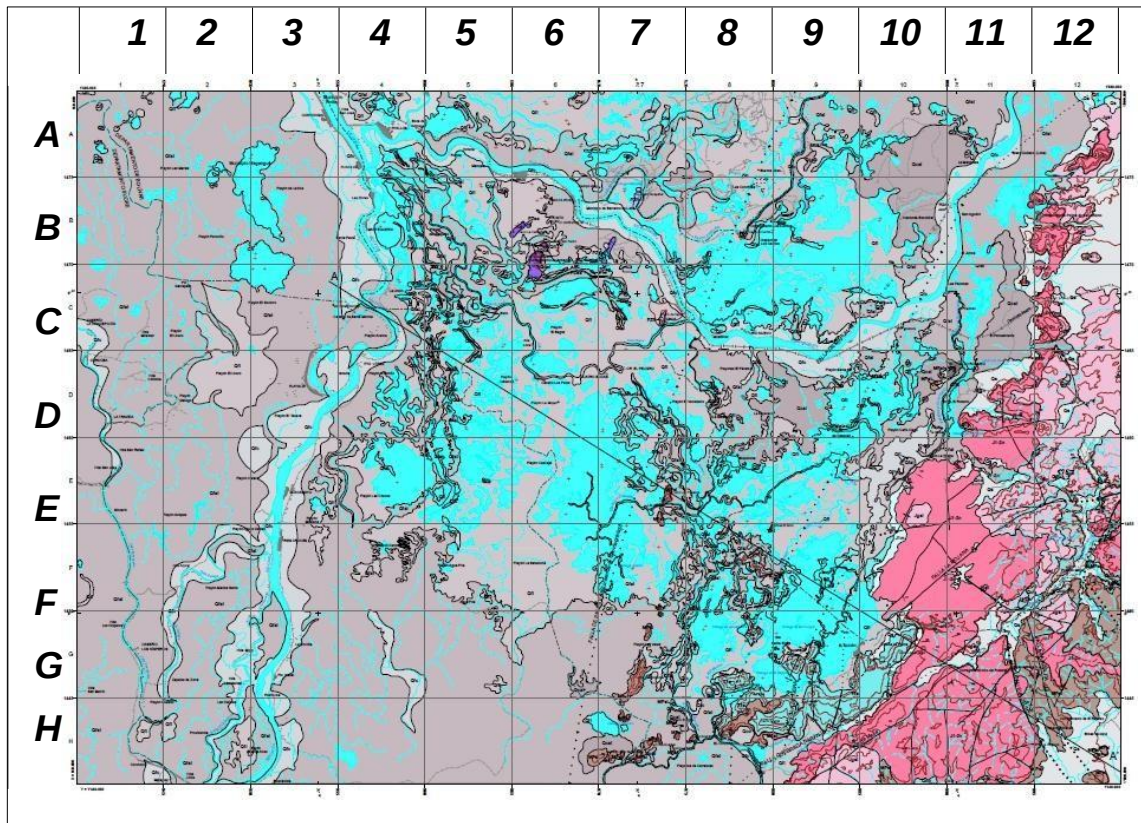
La Zona de estudio ocupa parte de dos regiones naturales como son por un lado, la Serranía de San Lucas que corresponde al extremo más septentrional de la Cordillera Central y, por otro lado los Valles de los Ríos Cauca y Magdalena. La Serranía de San Lucas cubre aproximadamente el 17% de la parte oriental de la zona y define el relieve montañoso sobresaliente con alturas máximas del orden de los 700 m.s.n.m. Los valles del Magdalena y del Cauca constituyen la zona plana y cenagosa dominante en donde predominan alturas del orden de los 50 m.s.n.m. y solamente una mínima parte la constituyen pequeñas colinas que no sobrepasan los 100 m.s.n.m., como son los cerros del Rosario, el Cerrito, los Guayabos, la Rufina y Pacoa, entre otros.

6.2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

En el área de estudio afloran rocas metamórficas, volcanoclásticas, magmatitas y sedimentitas que varían en edad desde el Mesoproterozoico hasta probablemente el Neógeno, y ocupan aproximadamente el 24% del área de la Plancha. Estas rocas se presentan mayoritariamente en la región oriental de la misma y hacen parte del flanco noroccidental de la Serranía de San Lucas. Los depósitos consolidados y no consolidados del Pleistoceno-Holoceno cubren el 76% restante de su superficie y rellenan la Cuenca del Valle Medio del Magdalena.

6.2.1. UNIDADES LITOLÓGICAS

A continuación se describen las unidades geológicas de la zona, de la más antigua a la más reciente (Mapa Geológico de la Plancha 064 Pinillos):



6.2.1.1. Neis de San Lucas (MPsl)

Litológicamente presenta neises bien bandeados, cuarzo-feldespáticos-hornbléndicos, cuarzo-feldespáticos con biotita (en ocasiones con textura augen), cuarcítico- magnetíticos, cuarcíticos y anfibolíticos y metagabros en menor proporción.

Aflora principalmente en dos sectores: el sector oriental, comprendido entre la Quebrada Mejía (E-12, F-11, F-12) y el Corregimiento de El Reposo (H-12), y el sector occidental que está comprendido entre los corregimientos Colorado (H-8) y Rufina Nuevo (F-8), conformado principalmente por series de pequeños cerros, que sobresalen de extensas ciénagas, permitiendo su acceso solamente por medio de chalupas y canoas, siendo su expresión más septentrional la zona del Corregimiento

de Alto del Rosario (D-11) y la Inspección de Policía Los Cerritos (B-8).

Como localidad tipo para el Neis de San Lucas, se propone un corredor al Sur de la Zona, comprendido entre los cerros que afloran al Occidente del Corregimiento Colorado: Cerros de Peronillo, La Culata, La Guadua, La Pocha, Los Ovejeros, El Tigre, Pajalar y Guacamayo (H-7 y H-8), y el Arroyo Dimas (G-12 y H-12), por la Carretera que conduce de Pueblito Mejía a El Reposo (H-12). Este corredor es perpendicular al rumbo general de la Serranía de San Lucas.

Este cinturón de rocas metamórficas se extiende hacia el Norte, donde afloran en los cerros Los Aguacates y Los Pagados (E-7), del corregimiento La Unión, en donde se observaron neises cuarcíticos micáceos y cuarcitas.

Se ha establecido la edad de la unidad directamente con base en dataciones radiométricas U-Pb de edad de 1.124 ± 22 Ma que corresponde al Mesoproterozoico.

6.2.1.2. Esquistos de Armenia (PZea)

Estas rocas afloran principalmente al Sur del Corregimiento de Armenia (A-6), del cual toma el nombre, en forma de cerros aislados, a modo de islas en medio de las ciénagas, como son los cerros La Caimanera y San Pedro, al igual que los grandes cerros localizados en el borde Sur de la Ciénaga El Rosario (B-6).

Esta unidad se caracteriza litológicamente por ser una secuencia muy monótona compuesta fundamentalmente de esquistos pelíticos con andalucita de variedad quiastolita, presentes en el cerro La Caimanera (B-6), con textura porfidoblástica, en una matriz afanítica. En estas rocas se reconocen entre los porfidoblastos, cristales alargados de andalucita y biotita en menor proporción, los cuales al romperse permiten ver la cruz característica de la variedad quiastolita. Hacia el sector más occidental del Cerro El Rosario (B-6 y C-6) se observan esquistos feldespático-cuarzosos biotíticos, con textura lepidogranoblástica y localmente porfidoblástica, en matriz granoblástica. A medida que se recorre el cerro hacia el Oriente, se observa una secuencia de esquistos cuarcíticos con textura lepidogranoblástica, de grano fino a medio.

En el Cerro Santo Domingo al este del Cerro El Rosario (B-6 y C-6), se observan los afloramientos más orientales de la unidad Esquistos de Armenia, la cual está representada en ese sector, nuevamente por los esquistos pelíticos con andalucita

(variedad quiastolita).

La presencia de esquistos andalucíticos, en mayor o menor proporción en toda la secuencia metamórfica de los esquistos de Armenia, y la presencia de filitas que suprayacen a esta litología, sugieren condiciones de metamorfismo con gradiente de alta temperatura y baja presión.

No ha sido posible establecer la relación temporal existente con las otras unidades litoestratigráficas reconocidas en el área de estudio. Sin embargo, se infiere que su edad es Paleozoico inferior, por las características de su metamorfismo. De ser correcta esta edad, los Esquistos de Armenia son correlacionables hacia el Sur con el Grupo Cajamarca, al Norte con parte del Complejo Metamórfico de Sevilla (área de la Sierra Nevada de Santa Marta), y al oriente con la Formación Silgará.

6.2.1.3. Filitas de Tapoa (Pzift)

Las Filitas de Tapoa, están constituidas por rocas metamórficas de bajo grado con predominancia de filitas gris verdosas y rojas por alteración, sedosas por desarrollo de sericita e intercaladas irregularmente por capas delgadas de cuarcitas blancas de grano fino a medio.

En la Zona, afloran en los cerros de Tapoa (C-7) y Guayabal (B-7), entre los corregimientos de Santa Rosa (B-6) y Río Nuevo (C-8). El nombre de esta unidad proviene del Cerro Tapoa, localizado 8 km al Sudeste del Corregimiento de Armenia (A-6).

En el flanco occidental del Cerro Guayabal (B-7), esta unidad está conformada por filitas que gradualmente pasan a cuarcitas en el lado oriental del cerro, lo cual indica un patrón grano-creciente de la unidad.

La secuencia presenta una foliación metamórfica regional entre N10-40°E, con foliaciones al NW y SE, intensamente plegadas y afectadas por pequeñas fallas, como la que se presenta en la escuela del Cerro Tapoa, en donde se observa un cambio definido del rumbo e inclinación de la foliación de N10E/42NW a N20W/84SW en un ancho de 10m. El rumbo y las direcciones de la foliación, regionalmente son paralelos con el trazo de la falla de Palestina, inferido a partir de información aeromagnética. Esta concordancia estructural habla a favor de un acrecentamiento

de las rocas del Miembro Filitas de Tapoa, contra un antiguo margen continental conformado por rocas del Proterozoico de la Formación Neis de San Lucas, separadas entre sí por el trazo de la Falla de Palestina.

6.2.1.4. Formación Sudán (T3s)

Se constituye por una secuencia sedimentaria lodoso-arenosa de colores rojo grisáceo a gris amarillento con delgadas capas de areniscas conglomeráticas.

Corresponde morfológicamente a las zonas montañosas más próximas a las Ciénagas de El Amparo (G-8 y G-9) y Morrocoyal (F-9, G-8 y G-9), y presenta fuertes contrastes morfológicos con la unidad infrayacente (Neis de San Lucas) y la unidad suprayacente (Formación Morrocoyal). La presencia de varios cerros aislados en la zona de las Ciénagas de Matahombre (G-8) y Peronillo (H-6 y H-7), compuestos por rocas de la Formación El Sudán, permiten extender aún más esta unidad hacia el Occidente. El rumbo general en este sector varía entre N60°E y N15°E, con buzamientos entre 18°NW y 40°NW respectivamente.

Entre el cementerio y el sector de La Pluma (G-10) se presenta una depresión morfológica que coincide con un intervalo de limolitas y arenitas interestratificadas de color rojizo.

En la Formación Sudán no se ha reportado la presencia de fósiles, siendo asignada su edad al Triásico, por encontrarse suprayacida por la Formación Morrocoyal, cuyo registro paleontológico indica una edad de Jurásico Inferior.

6.2.1.5. Formación Morrocoyal (J1m)

Corresponde a una sucesión de arcillolitas y calizas oscuras bien laminadas ricas en amonitas y bivalvos, presente en la región de la Ciénaga de Morrocoyal (F-9, G-8 y G-9).

En la Zona, aflora en la parte alta de la Loma de Los Ángeles, a lo largo del camino que conduce a la Quebrada Naranjal (G-10, H-9 y H-10) y por el camino que conduce a la Loma Los Ángeles. También se encuentra en la Mina Santa Cruz (F-10), al Sur del Corregimiento Alto de El Rosario (D-11). La edad de la Formación Morrocoyal es

Jurásico Inferior, datada a partir de la fauna de amonitas presente.

6.2.1.6. Formación Noreán (J1-2n)

Esta unidad ocupa la mayor parte del área montañosa que aflora al Oriente de la Zona (Oeste de la Serranía de San Lucas). En general, esta unidad constan de tobas y aglomerados cristalino-líticos, de color gris verdoso a rosado en capas planas a ligeramente onduladas, de composición dacítica a riolítica, con fenocristales y cristales de plagioclasa, cuarzo y fragmentos angulares de tobas, con estructuras de flujo. Se intercalan capas de lavas dacíticas las cuales también se observan en forma de diques en algunos sectores.

En la Quebrada Puerco de Monte (D-11), al oriente del municipio de Alto del Rosario, afloran dacitas muy duras, estratificadas en capas delgadas.

Sobre una carretera al oriente de Pueblito Mejía (F-12), aflora una secuencia de más de 500 m de tobas y aglomerados cristalino-líticos de composición riolítica, con cristales de feldespato, cuarzo, anfíbol y líticos angulares de riolita. Estas rocas se encuentran intruídas por diques dacíticos que mineralizan la roca encajante con pirita, esfalerita, marcasita y oro. En este sector las tobas descansan sobre el Neis de San Lucas en posición inconforme.

Por sectores, como es el caso de la Quebrada El Saltillo, al Oriente de la Ciénaga de La Pacha (E-10 y E-11), se observan intervalos de 10 a 20 m de espesor de arenitas calcáreas finamente laminadas, intercaladas con limolitas oscuras. Estos paquetes están intercalados con las secuencias volcanoclásticas

La edad de la Formación Noreán se ha establecido con base en sus relaciones estratigráficas como Jurásico Inferior a Medio.

6.2.1.7. Granitoides de San Lucas (Jgsl)

En la Zona, estos cuerpos afloran en el extremo Suroriental, y se extienden por el oriente desde el Caserío de La Pacha (E-10), hacia el Norte pasando por Pueblito Mejía (F-12) y San Antonio (B-12).

Su composición varía entre granodiorita biotítico – hornbléndica, cuarzomonzonita, monzogranito, sienogranito y monzonita. Son rocas cristalinas gruesas a medias, con altos contenidos de cuarzo y en menor proporción plagioclasa, feldespato potásico y anfíbol. Este tipo de roca, en aquellos sectores afectadas por diaclasamiento se altera más intensamente y desarrolla formas esferoidales, las cuales dejan gran cantidad de bloques de aspecto redondeado sobre las laderas de los cerros. En otros sectores, donde la meteorización ha actuado de una manera más intensa, se forman grandes extensiones de suelos residuales, como los observados al oriente de la población de San Antonio (B- 12).

Estos cuerpos graníticos, alcanzan una mayor exposición en superficie al norte de la Falla Mejía, más específicamente en el sector oriental de la Plancha (C-12, D-11, D-12, E-11, E-12, F-11 y F-12), siguiendo una dirección aproximada NNE. Hacia el extremo norte de la plancha, estos cuerpos afloran en superficie en un área más estrecha y se proyectan hacia la Plancha 55.

En el sector del Corregimiento de San Antonio, se observa alteración hidrotermal que da origen a sectores con epidotización. Estas rocas presentan mineralización de sulfuros (pirita, marcasita) con oro asociado.

La edad obtenida mediante el método Rb-Sr para los Granitoides de San Lucas es de 166.9 ± 6 Ma que corresponde al Jurásico Medio.

6.2.1.8. Depósitos de Abanicos y Terrazas Aluviales (Qcal).

En general estos depósitos están conformados por bloques, cantos, gravas, arenas y limos, de composición volcano-sedimentaria, ígnea y metamórfica cuyos cantos son subredondeados a redondeados, con tamaños que superan en algunas ocasiones el metro de diámetro en cercanías al piedemonte.

En la Zona se presentan principalmente hacia el flanco noroccidental de la Serranía de San Lucas, al oriente de la población de San Antonio.

6.2.1.9. Depósitos Fluvio-lacustres (Qfl).

Estos depósitos están cubiertos por lagos, lagunas y ciénagas, algunas bordeadas por depósitos recientes de terrazas de playa, que las separa de las zonas de aporte fluvial. Dentro de esta unidad también se observan depósitos asociados a deltas y paleodeltas de antiguas corrientes de agua que desembocaban en las zonas lacustres.

En general predominan lodos y arenas finas como resultado de la disminución en el nivel del agua por desecación paulatina de zonas lacustres.

6.2.1.10. Depósitos Fluviales de Canal (Qfc)

Corresponde al material que actualmente es arrastrado en el lecho por la dinámica de los ríos Magdalena y Cauca, los cuales están confinados a sus canales. Incluye barras puntuales, longitudinales y transversales, diques naturales, islas e islotes. Se incluyen también estrechos valles en las zonas montañosas, en las cuales las quebradas y ríos transportan el material de las unidades que atraviesan. En general tiene formas de valles levemente cerrados.

Se componen de arenas, gravas y bloques hacia las zonas montañosas, mientras que en las zonas planas predominan arenas y limos.

6.2.1.11. Llanuras de Inundación (Qfal)

Presentan una gran extensión observándose hacia la parte central de los valles de los Ríos Magdalena y Cauca. Dentro de las geoformas típicas asociadas a las llanuras de inundación se incluyen diques naturales, llanuras de inundación distal, llanuras de inundación proximal, abanicos por desborde de canal, meandros abandonados, paleocanales, diques naturales antiguos y Llanuras de inundación antiguas. Algunas llanuras generan terrazas en los cauces de ríos y quebradas y desarrollan geoformas de acumulación a medida que ocurren procesos de migración lateral de corrientes.

Estos depósitos se componen principalmente de arenas y limos, aunque también existen gravas y cantos asociados a paleocanales.

6.2.1.12. Depósitos de Coluvión (Qco)

Estos depósitos se originan por acción de la gravedad principalmente asociados a la parte media y baja de las laderas de la Serranía de San Lucas, sector Noroccidental. Su composición varía de acuerdo al tipo de roca parental y están conformados por bloques y cantos angulares dispuestos caóticamente.

6.2.1.13. Suelos Residuales (Qs)

Corresponden a las rocas completamente meteorizadas de los Granitoides de San Lucas, encontrándose principalmente al noreste de la plancha.

6.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El principal rasgo estructural presente en la Zona corresponde a la Falla de Palestina, cuya traza está cubierta en su totalidad por depósitos Cuaternarios. Otros rasgos estructurales de extensión menor corresponden a fallas de rumbo NE – SW y fallas conjugadas NW – SE, localizadas en zonas donde es notoria la presencia de enjambres de diques de composición variable.

El sistema de Fallas de Palestina se encuentra asociado a dos grandes lineamientos regionales: la Falla Colorado y el lineamiento geomagnético de la Falla de Palestina. De este gran sistema se desprenden estructuras regionales de relevo como la Falla de Mejía y la Falla de Quebrada Naranjal. Asociado a estos dos sistemas regionales se relacionan estructuras de menor extensión, las cuales permiten definir dos bloques estructurales, uno comprendido entre las fallas de Palestina y Mejía (bloque NW) caracterizado por la presencia de rocas precámbricas de composición anfibólica y cuarzo-feldespática, y rocas sedimentarias jurásicas de las Formaciones Sudán y Morrocoyal; y el otro (bloque SE), comprendido entre la Falla de Mejía y la Falla La Azulita (ubicada en la región del Cerro El Piñal, Plancha 65) caracterizado por la

presencia de rocas precámbricas cuarzo- feldespáticas y diques dacíticos, traquíticos y riolíticos Neógenos mineralizados.

La Falla de Palestina atraviesa la Zona de Sur a Norte. No tiene expresión morfológica en el área, pero se ha identificado por medio de mapas aeromagnéticos. El rumbo general de esta falla es Norte Sur en el área del Corregimiento Colorado, a NNE en la región del Corregimiento Los Cerritos. En superficie, esta estructura coloca en contacto rocas de la Formación Neis de San Lucas al Oriente, con rocas de la Formación Filitas de Tapoa al Occidente.

La dirección de alargamiento de los cerros (Ej. Tapoa y Guayabal), coincide con el rumbo general del trazo magnético de la Falla de Palestina en profundidad.

Al sureste de la plancha, afloran fallas con rumbo N–S con ligeros cambios de rumbo a SW-NE, paralelas a la Falla de Palestina, entre La Pacha (E-10) y Pueblito Mejía (F-12), afectando principalmente rocas de las formaciones El Sudán y Noreán. Estas estructuras son de pequeña extensión y parecen estar afectadas o desplazadas por fallas de movimiento dextro-lateral, con rumbo N 50°-60° E (Falla de Mejía), y fallas menores con rumbo similar y movimiento sinestro-lateral.

Fallas inversas con dirección de avance estructural hacia el Noroeste, son las fallas de Colorado y La Flojera. En general son fallas que afectan todas las secuencias de rocas de la región, y es posible que ejerzan un leve control estructural, en la distribución actual de las ciénagas y direcciones de los brazos del Río Magdalena en la región.

La Falla de Mejía, ubicada en la parte Sudeste de la Zona, enfrenta rocas sedimentarias de la Formación Sudán, con volcanoclásticas del Noreán, y pone en contacto rocas Precámbricas del Neis de San Lucas y Jurásicas de los Granitoides de San Lucas; y en el sector de la inspección de Pueblito Mejía, afecta los depósitos aluviales recientes. Tiene una dirección N50°-60°E y una traza superior a los 20 Km en esta plancha, continuando en las planchas 65 (Tamalameque) y 55 (El Banco), en donde afecta el trazo de la Falla Bucaramanga – Santa Marta.

Según lo observado en las fotografías aéreas e imágenes de satélite, a esta falla se asocian geoformas como ganchos de falla, corrientes desplazadas, contrapendientes, que permiten inferir que es normal, con fuerte componente de rumbo dextro – lateral, basculando el bloque estructural NW hacia el SE. Esta falla al

igual que las demás de este sistema, se enmascaran tanto al Norte como al Oeste por los espesos depósitos de sedimentos aluviales de los Ríos Magdalena y Cauca.

También se presentan varios pliegues que afectan a las diferentes unidades presentes en la región. Algunos de estos pliegues se encuentran en la parte Sur de Pueblito Mejía (F-12), mientras otros se localizan en la zona de El Sudán (G-9) y la Ciénaga El Amparo (G-8 y G-9).

Los pliegues localizados en la región Sur de Pueblito Mejía afectan rocas del Neis de San Lucas y de la Formación Noreán. El trazo del plano de charnela en superficie de estos pliegues presenta un rumbo NNE – SSW, con una longitud de 2 a 7 Km., y una separación entre flancos superior a los 2 Km. La erosión en la zona ha dejado en las partes altas de estos anticlinales, parches de la Formación Noreán, mientras en los valles de los ríos y quebradas, buenas y extensas exposiciones del Neis de San Lucas. Estos pliegues se presentan en la zona donde se encuentran las fallas de rumbo conjugadas a la Falla Mejía, guardando un ángulo con respecto a estas estructuras, de 30 a 40° en el sentido de las manecillas del reloj, configurando un arreglo inclinado.

La región de los Corregimientos de El Sudán (G-9) y Colorado (H-8), incluyendo los cerros presentes en las ciénagas de Matahombre (G-8) y Morrocoyal (F-9, G-8 y G-9), muestran unidades sedimentarias Mesozoicas, con pliegues cuyas direcciones oscilan de N–S a NNE – SSW. En general son pliegues con longitudes superiores que varían entre 3 – 10Km. y anchos de 1 a 2 Km, en donde se destaca el anticlinal del Sudán. Regionalmente parecen estar limitados entre las fallas de Palestina y Mejía, que presentan arreglo en forma inclinada.

El arreglo inclinado (échelon) que muestran ambas regiones con plegamiento y su cercanía a fallas como Mejía y Palestina, hacen pensar que estas estructuras son el resultado de los movimientos diferenciales entre bloques con importantes componentes de rumbo en la región, siendo concordante con los campos de esfuerzos desarrollados en zonas de transpresión.

7 GEOMORFOLOGÍA DE PINILLOS

Los ambientes geomorfológicos dominantes y presentes en la zona de interés son:

Escallon villa Cra 50C 30 H-20 Cel.: 3017747743
E-mail: rgmingeneiriayconstrucciones@gmail.com
Cartagena D. T. y C. - Colombia

el fluvial representado con el 83.9%, seguido del denudacional con el 11.1%, el estructural con el 4.95% y el antropogénico con el 0.01% respecto al área total de la plancha.

Ambientes geomorfológicos presentes en la Plancha 064 – Pinillos, con sus respectivos porcentajes de cubrimiento con respecto al área total de trabajo.

AMBIENTE	AREA (Km)	PORCENTAJE
ANTROPOGÉNICO	0,3	0,01%
DENUDACIONAL	344,8	14,37%
FLUVIAL	1907,6	79,48%
ESTRUCTURAL	147,4	6,14%

A continuación se describen y detallan las unidades geomorfológicas cartografiadas, algunas de ellas comprobadas con fotografías tomadas en campo.

7.1. GEOFORMAS DE ORIGEN DENUDACIONAL

Las principales expresiones de relieve de las geoformas de origen denudacional identificadas y analizadas en el área del proyecto se localizan al Oriente de la Zona y en los Valles Geográficos del Magdalena y Cauca. Estas unidades geoformas son relictos y cuerpos litológicos rebajados de las Formaciones Cristalinas Noreán (J1-2n) y granotoide de San Lucas (Jgsl).

7.1.1. Colina residual (Dcr)

Respecto al nivel base local, la geoforma de cima redondeada tiene una elevación de 200 m y periféricamente aparecen laderas largas de forma convexa a recta, pendientes inclinadas y un índice de relieve relativo bajo. Su origen está relacionado a procesos tectónicos que exhumaron cuerpos ígneos intrusivos de afinidad granítica de edad Jurásica y que hacen parte de la formación Granitoides de San Lucas (Jgsl), (según Clavijo 1996).

Posteriormente, procesos denudacionales modelaron la expresión de relieve. Según Clavijo (1996), “la textura fina y micrográfica característica de estos cuerpos y su tamaño relativamente pequeño, permiten considerarlos como apófisis del Batolito

de Norosí, intrusivo granodiorítico”, cubre de Sur a Norte gran parte de la Serranía de San Lucas. En la Zona, estos cuerpos afloran en el extremo Suroriental, y se extienden por el Oriente, desde el Caserío de La Pacha (E-10), hacia el Norte, pasando por Pueblito Mejía (F-12) y San Antonio (B-12).



Fotografía tomada con la vista SW –NE. En un primer plano se muestra un plano aluvial confinado (Fpac) y en segundo plano se muestra una Colina residual (Dcr).

7.1.2. Colina remanente (Dcre)

Geoforma aislada y subredondeada, compuesta por depósitos del Cuaternario (aluviones y coluviones). Presenta una elevación de 150 m (nivel relativo). Periféricamente aparecen laderas cortas de forma convexa a plana, inclinadas y un índice de relieve bajo. Su origen está relacionado a procesos de meteorización intensos sobre unidades cristalinas y metamórficas de la formación Neis de San Lucas (Kassem y Arango en 1977) y propuesta formalmente por Royero en, quien la describe como una unidad metamórfica, definida por un conjunto de neises anfibólicos, presentes en el área del Corregimiento de Pueblo Nuevo, margen Occidental del Brazo Papayal.



Fotografía tomada con vista NE – SW. Al fondo se observa una Colina remanente (Dcre) y en el frente se muestra una planicie (Dp)

7.1.3. Cérro remanente o relicto (Dcrem)

Prominencia morfológica colinada aislada y contrastante con el entorno, como Flg y Fpa. Esta unidad presenta cimas redondeadas, laderas cortas de forma convexa. Su origen se asocia al plegamiento de unidades sedimentarias descritas por Geyer en 1976. Entre el Corregimiento de El Sudán y el cementerio, camino que conduce a Loma Los Ángeles (cuadrícula G-10), se observan capas gruesas de limolitas gruesas de color rojo, bien laminadas y fuertemente diaclasadas, interestratificadas con cuarzoarenitas, de grano fino, muy compactas y cementadas con sílice. Hacia el tope de este intervalo se observa el desarrollo de una capa de arenita tobácea feldespática algo biotítica.

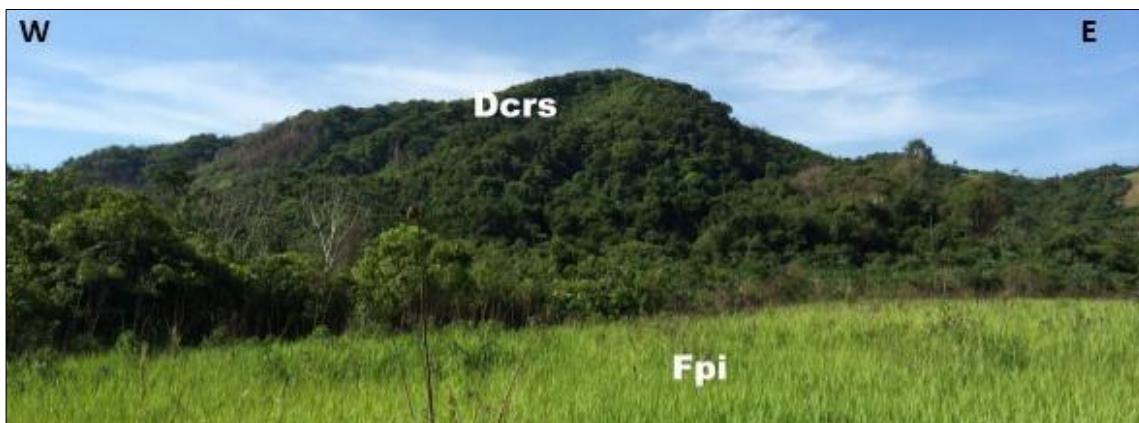
Sobre esta capa se encuentra el nivel intermedio de capas gruesas de arenitas rojizas con estratificación en artesa y cintas de cantos redondeados a sub-redondeados demigmatitas y volcánicos; sometidos a procesos de meteorización y erosión diferencial, los cuales han rebajado y aislado estas unidades, dejándolas intrínsecas dentro de unidades planas.



Fotografía tomada con vista S – N. En la imagen se muestra un cerro remanente (Dcrem) rodeado por la Ciénaga el Sudán (Flg) con su respectiva planicie anegadiza (Fpa).

7.1.4. Cerro residual (Dcrs)

Prominencia topográfica sobresaliente con morfología alomada con cimas agudas a redondeadas, laderas cortas, rectas a convexas. La unidad presenta pendientes escarpadas asociadas a unidades competentes y al desarrollo de suelos residuales de buenos espesores. Su origen se asocia en este caso en la parte derecha de la imagen a facies duras de la Formación Norean (J1-2N) y en la parte izquierda con la Formación Granitoides de San Lucas (Jgsl), las cuales han sido expuestas a procesos intensos de meteorización diferencial.



Fotografía tomada con vista S – N. donde se muestra un cerro residual (Dcrs) en un segundo plano, seguido por una Planicie de inundación (Fpi) en un primer plano.

7.1.5. Glacís de acumulación (Dga)

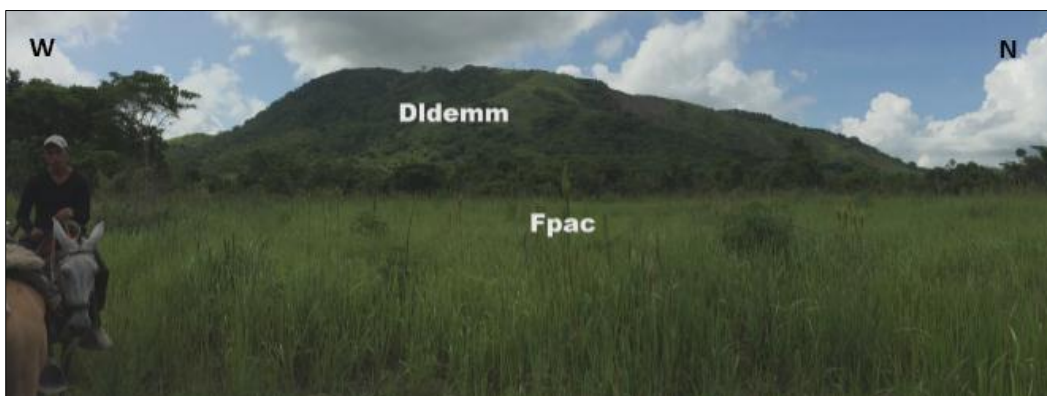
Superficie de acumulación de pendiente suave a casi plano de gran extensión, de longitud moderadamente larga, cóncava a suavemente inclinada, que parte de la base de una sierra denudada hasta llegar a una zona plana. Su origen está relacionado a la acumulación de material fino por procesos de erosión laminar, incluyendo los planos adyacentes formados por cuerpos coluviales de material fino y bloques producto de la erosión de las laderas circundantes.



Fotografía tomada con vista S – N, en la vía que conduce de La Pacha a Barranco de Loba. En la imagen se muestra la terminación de una sierra denudada (Dsd) en segundo plano y en primer plano un glacís de acumulación (Dga), donde se alcanzan a ver algunos bloques.

7.1.6. Lomo denudado moderado de longitud media (Dldemm)

Conjunto de lomos de diferentes alturas y un índice de relieve relativo mayor a los 250 m, alargados en dirección perpendicular al drenaje principal, pudiendo llegar a medir 3,5 Km de largo. Esta expresión de relieve puede encontrarse en filos agudos o redondeados, con laderas cortas, cóncavas y convexas, pendiente inclinada a muy inclinada. Su origen se puede asociar a procesos erosivos sobre rocas de la formación Norean, donde prevalece la incisión sobre la roca y suelos residuales.



Vista SE – NW tomada en el camino que lleva de Sudán a Pueblito Mejía. Se ilustra la terminación de una sierra denudada (Dsd) contrastada con una superficie plana correspondiente a un glacis de acumulación (Dga), donde se alcanzan a ver algunos bloques.

7.1.7. Lomo denudado (Dlde)

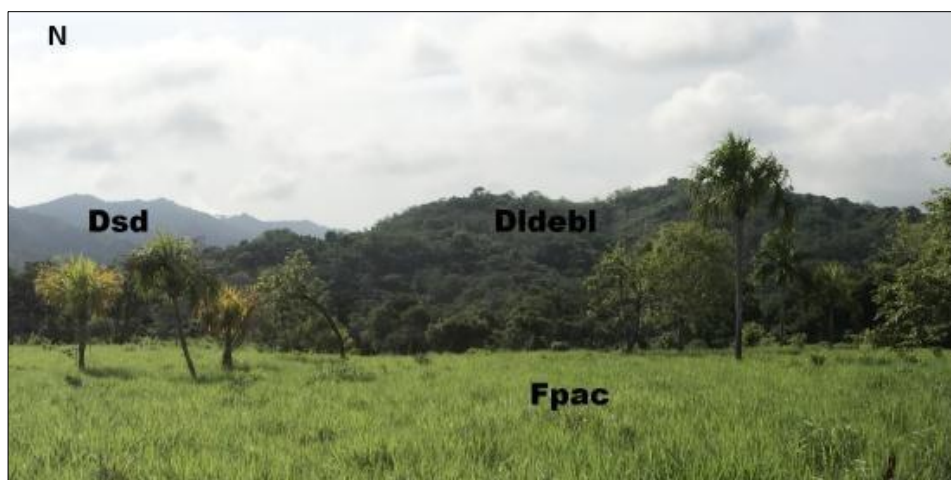
Serie de lomos de diferentes alturas, variando entre los 150 a los 250 m, alargados en dirección perpendicular al drenaje principal y con una longitud de 2,5 Km, muestra laderas cortas a largas, pendientes inclinadas a abruptas. Sus cumbres pueden terminar en filos o redondeados, en función de la litología y grado de incisión. Por ejemplo, las formaciones Noreán (J1-2N), Neis de San Lucas (MPsl) y Granitoides de San Lucas (Jgsl), que presentan moderadas resistencias y mayores incisiones en las litologías metamórficas.



Vista W – E de la Fotografía tomada en el camino que lleva de Sudán a Pueblito Mejía. Se ilustra la terminación de una sierra denudada (Dsd) contrastada con una superficie plana, correspondiente a un glacis de acumulación (Dga), donde se observan algunos bloques.

7.1.8. Lomo denudado bajo de longitud larga (Dldebl)

Agrupación de lomos de diferentes alturas, variando entre los 150 a los 250 m, alargados en dirección perpendicular al drenaje principal con una longitud de eje principal de más de 3,5 Km. Posee laderas cortas a largas, pendientes inclinadas a abruptas. Sus cumbres pueden terminar en filo o redondeadas, en función del grado de incisión (menor resistencia) que presentan las litologías de la formación Noreán (J1-2N); donde se observar mayor incisión en la dirección del modelo estructural de las fallas Mejía y Nueva Delhi.



Vista W – E tomada en la vía que lleva de Pueblito Mejía al Reposo. Se ilustra al fondo la terminación de un Lomo denudado bajo de longitud larga (Dldebl), a la derecha una Sierra denudada (Dsd). La superficie plana corresponde a una Planicie aluvial confinada (Fpac).

7.1.9. Lomo denudado bajo de longitud moderada (Dldebm)

Conjunto de lomos de diferentes alturas, variando entre los 400 m a 450 m, alargados en dirección perpendicular al drenaje principal y una prolongación de eje principal de más de 5 Km. Configura laderas cortas a largas, pendientes inclinadas a abruptas. Sus cumbres pueden terminar en filo o redondeadas, en función del grado de incisión de las diferentes litologías de las formaciones Noreán (J1-2N) y Granitoides de San Lucas (Jgsl). En estas litologías una menor resistencia geomecánica implica un mayor grado de incisión.



Vista panorámica NW – SE tomada en la vía que lleva de Barranco de Loba a Altos del Rosario. Se puede observar al fondo un Lomo denudado bajo de longitud moderada (Dldebm) y en primer plano un Glacis de acumulación (Dga), con una vegetación rala o riparia.

7.1.10. Lomo denudado moderado de longitud larga (Dldeml)

Están representados por sistemas o conjuntos de lomos o filos a diferentes alturas, con índice de relieve relativo entre 250 m y 500 m y el eje principal tiene una longitud mayor que 1000 m.



Vista de la panorámica NW – SE tomada en el camino que lleva de Sudán a Pueblito Mejía. Se puede observar al fondo un Lomo denudado bajo de longitud moderada (Dldeml) y en primer plano un Glacis de acumulación (Dga), con una cobertura de pastos manejados.

7.1.11. Loma residual (Dlor)

Aspecto morfológico sobresaliente con una altura aproximada de 200 m, sobre su nivel de base. Presenta una morfología alomada y elongada, laderas cortas y pendientes inclinadas a escarpadas; con depósitos coluviales en su base y desarrollo de suelos residuales. Su modelamiento obedece a levantamientos de superficies, los cuales aceleran los procesos denudacionales. Generalmente,

estas protuberancias aparecen rodeadas por depósitos del Cuaternario; en nuestro caso la depresión de la Mojana, con asociación de unidades fluvio – lacustres.



. Vista E – W tomada en el camino que lleva de Sudán a Tiquisio. Se puede observar al fondo una Loma Residual (Dlor) contrastada con un plano o llanura de inundación (Fpi).

7.1.12. Lomo residual (Dlres)

Geoforma con una altura menor a los 200 m, morfología alomada y alargada, laderas cortas, cóncavas y convexas, pendientes inclinadas a abruptas y drenaje dendrítico. Configurados sobre las formaciones Noreán y Granitoides de San Lucas. Las litologías asociadas a esta geoforma son muy susceptibles a la incisión y procesos denudacionales (suelos residuales que presentan perfiles de meteorización profundos).



Fotografía con Vista N – S tomada en la margen izquierda del camino que lleva de Sudán a Tiquisio. Se observa al fondo un Lomo Residual (Dlres).

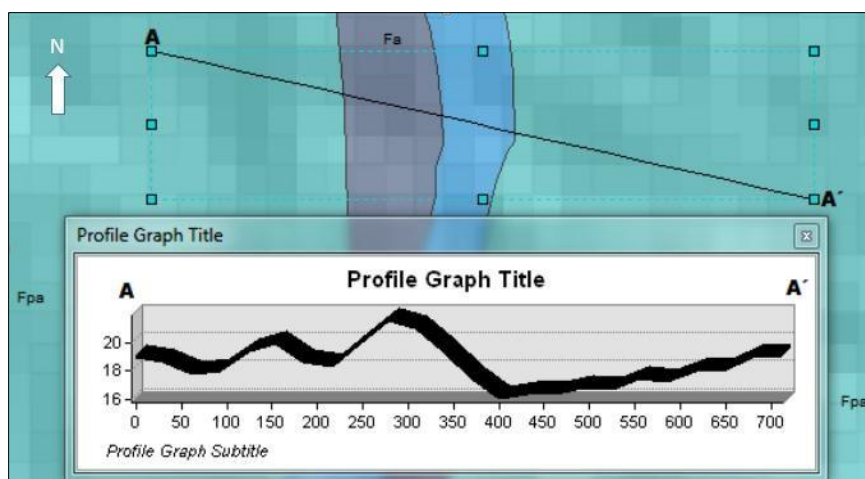
7.2. GEOFORMAS DE ORIGEN FLUVIAL

A esta categoría corresponden las unidades desarrolladas como producto de la acumulación de sedimentos debido a la acción de dinámica fluvial de los ríos Magdalena y Cauca con sus respectivos afluentes.

7.2.1. Albardón o dique natural (Fa)

La geoforma está representada por “muros” semi-consolidados de materiales de arrastre, ubicados en las franjas de divagación lateral de los ríos Magdalena y Cauca y los caños Viejo, Guamal, Tapoa y Guayabal.

Los diques diferencian los diferentes sub-sectores de los dominios aluviales, como las zonas pantanosas, planos de inundación y ciénagas. Su origen se asocia a las depositaciones de sedimentos como una barra lateral en un periodo de máximo nivel y después desciende dejando esta barrera natural. Otro mecanismo puede ser el socavamiento lateral en ambos lados de remanentes de llanuras aluviales bajas, dejando estas evidencias morfológicas.

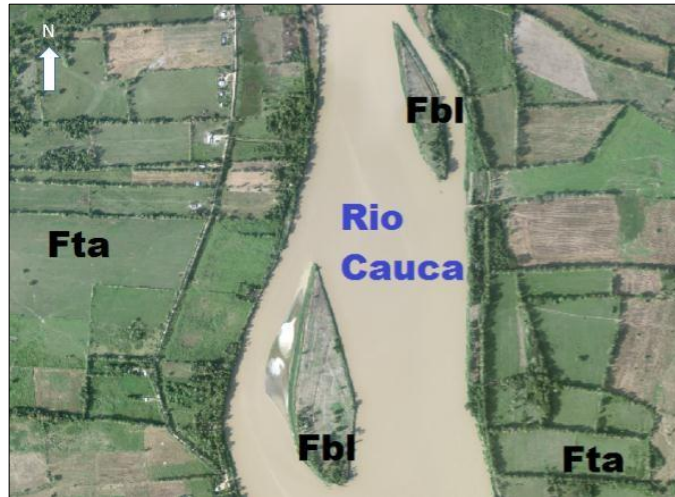


Trazo de un perfil E – W. En la imagen en planta se hizo un corte sobre el Caño Guamal, Municipio de Pinillos.

7.2.2. Barra Longitudinal (Fbl)

Cuerpo elongado en forma romboidal, morfología suave y ondulada. Su disposición es paralela a la dirección del cauce, con la punta aguda en la misma dirección. Su origen está relacionado a la acumulación de sedimentos durante grandes inundaciones, que al bajar el nivel del cauce quedan como evidencias morfológicas

de estos episodios. Su depósito está constituido por gravas, gravillas, arenas gruesas a finas y limos arcillosos.



Vista en planta del río Cauca en el municipio de Achí donde se observa dos barras longitudinales (Fbl) y a los costados del río sus respectivas Terrazas aluviales (Fta).

7.2.3. Barra puntual (Fbp)

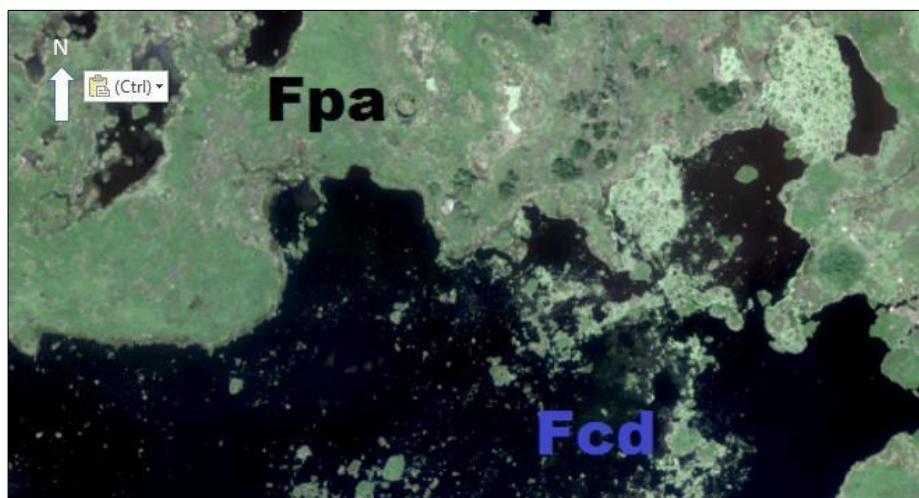
Cuerpo en forma de media luna de morfología suave y ondulada, compuesta por el registro de diferentes ciclos de sedimentación, que se ven representadas en crestas y artesas de alturas inferiores a 2 m. Estos cuerpos se localizan dentro de las zonas cóncavas de los meandros de los cauces fluviales, como producto de la acumulación de sedimentos erodados de la parte convexa. Los depósitos que constituyen estas geoformas son de grano medio a tamaño limo.



A la izquierda se muestra una vista en planta del río Cauca en el municipio de Achí donde se observa una Barra puntual (Fbp), seguida por unidades como la zona de divagación del cauce (Fdc) y Terrazas de acumulación (Fta).
A la derecha se muestra una fotografía tomada en el municipio de Achí desde el margen izquierdo del río Cauca donde se trata de mostrar el uso de la Barra Puntual.

7.2.4. Cuenca de decantación o Basines (Fcd)

Artesa cóncava a plano-cóncava, localmente llena de agua y pobremente drenada. Su origen está relacionado con el desborde temporal de canales, ríos y cuerpos lénticos adyacentes, en periodos de máxima pluviosidad. Los depósitos se encuentran constituidos por materiales finos y arcillosos con abundancia de materia orgánica.



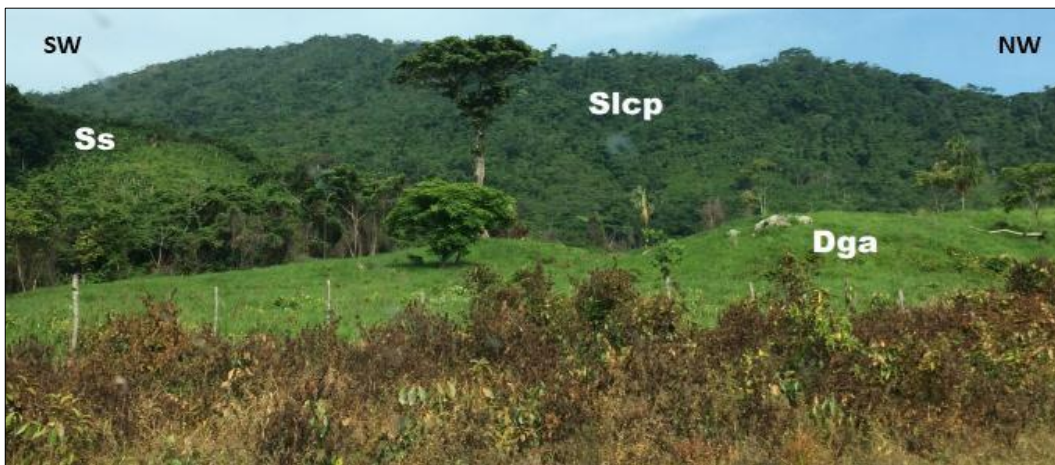
Vista en planta de una Cubeta de decantación o Basin (Fcd), llamada también Ciénaga la Garrapata, hace parte de la depresión Momposina, ubicada en el Sur del municipio de Magangué, Bolívar.

7.3. GEOFORMAS DE ORIGEN ESTRUCTURAL

En esta categoría se incluyen las geoformas que deben su origen a la dinámica interna de la tierra manifestada en pliegues cuando el material afectado es dúctil y fallas en el caso de material frágil. Las estructuras geológicas son las que modelan el paisaje, a pesar de estar sometidas a procesos externos de meteorización y erosión, aún presentan rasgos estructurales reconocibles. En la zona de estudio, suelen presentar fuertes procesos denudacionales activos debido a la orientación de las formaciones geológicas y al fracturamiento, en la mayoría de casos favorable para el desarrollo de movimientos en masa. La evidencia de los procesos estructurales sobre las el terreno

7.3.1. Ladera de contrapendiente (Slcp)

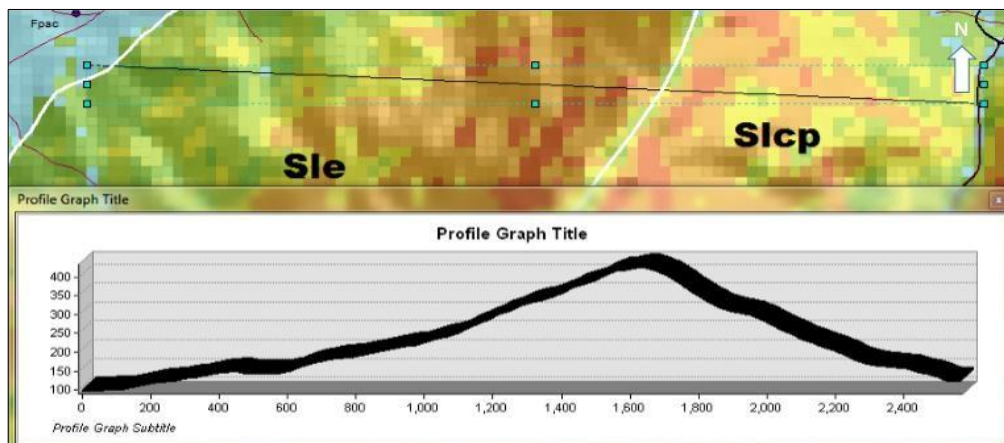
Superficie en desnivel y morfología irregular, definida por planos de la pseudo-estratificación de la formación Noreán (J1-2N); dispuestos en sentido contrario a la inclinación del terreno. La ladera se presenta con una longitud corta y pendiente escarpada. Esta unidad obedece al modelamiento estructural de las fallas Quebrada Naranja y Mejía.



Vista E – W, tomada sobre una Ladera de contrapendiente (Slcp), a la izquierda una Sierra (Ss) y en primer plano un Glacis de acumulación (Dga).

7.3.2. Ladera estructural (Sle)

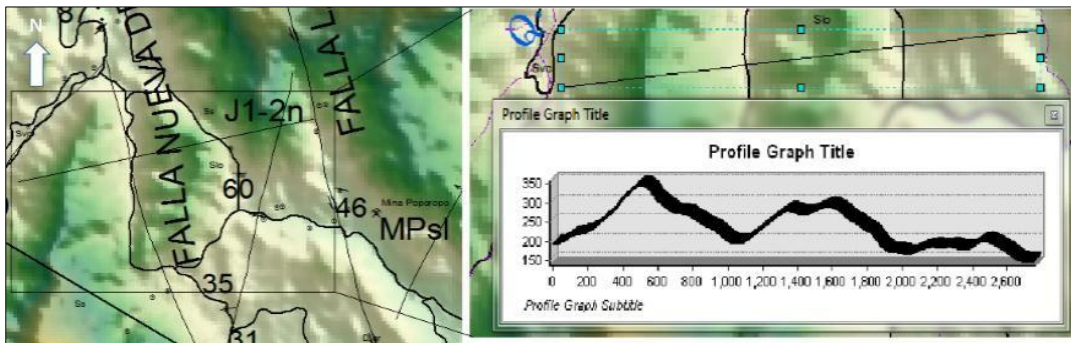
Superficie en declive de morfología regular e irregular, con disecciones en dirección E –W, en el sentido de la ladera; definida por planos preferentes de la pseudo estratificación de la formación Norean (J1-2N), paralelos al sentido de inclinación de la ladera NE. Su ladera es larga y pendiente inclinada.



Vista en planta del perfil W – E, hacia el sur de Pueblito Mejía (San Martín de Loba). Se observa un corte hecho una geoforma dividida en una Ladera estructural (Sle) a la izquierda y una Ladera de contrapendiente (Slcp) a la derecha.

7.3.3. Lomo de obturación (Slo)

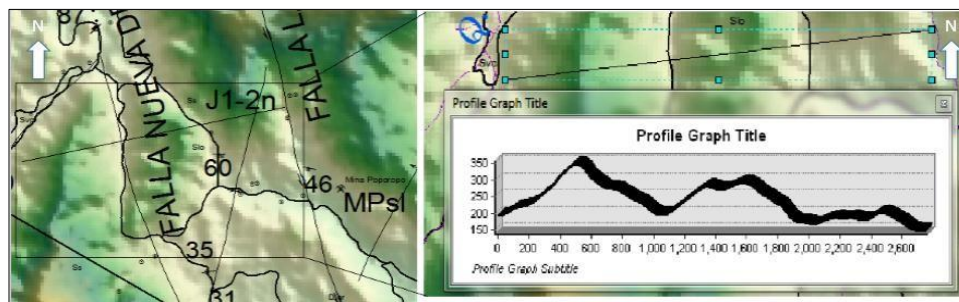
Prominencia morfológica alomada, desplazada lateralmente y exhumada por las fallas de rumbo y componente dextral Nueva Delhi y La Azulita; eventualmente, ocasionó el bloqueo parcial y cambio de rumbo del drenaje de la Quebrada La Mocha.



Vista en planta de un perfil en dirección W – E. dónde se ilustra un Lomo de obturación dentro de un sistema estructural, sobresaliendo dos Sierras (Ss).

7.3.4. Sierra y lomos de presión (Sslp)

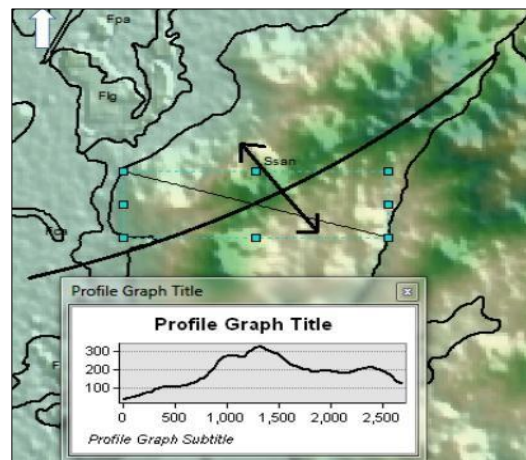
Prominencia morfológica alomada y elongada, asociada a zonas compresivas relacionadas con la Falla La Mojana y a otros fallamientos locales. Por ejemplo, el emplazamiento de un apófisis del Granitoide de San Lucas en la formación Noreán, aprovechando franjas de debilidad estructural y, posteriormente se erosionó, dando lugar a la expresión morfológica actual.



Fotografía con Vista NW – SE tomada en la vía La Pacha – Pueblito Mejía. Sobre una Terraza de acumulación (Fta) que contrastada con una Sierra y lomos de presión (Sslp).

7.3.5. Sierra anticlinal (Ssan)

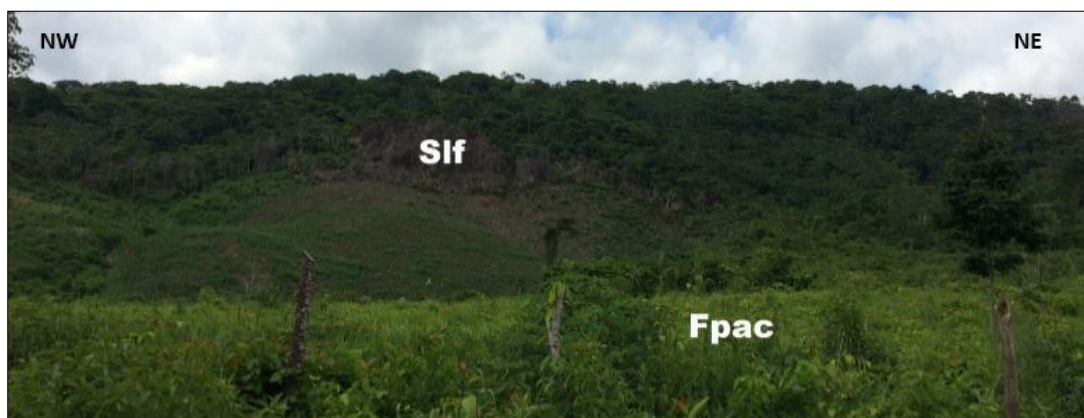
Prominencia elongada de morfología alomada, con cimas redondeadas y agudas. Relieve inverso hacia el Suroeste, limitada por laderas estructurales, rectilíneas y convexas de longitud larga. El eje de la estructura tiene una dirección clara de SW-NE sobre las formaciones Sudán (T3S) y Noreán (J1-2N), mostrando el buzamiento de sus flancos hacia el NW y SE.



Vista en planta de un corte hecho en dirección NW – SE. Se puede observar una Sierra Anticlinal (Ssan) en medio de una Sierra denudada (Dsd) y una Terraza aluvial (Fta).

7.3.6. Lomo de falla (Slf)

Prominencia de morfología alomada, laderas cortas a muy cortas, forma convexa y pendiente inclinada a muy inclinada; localizado a lo largo de la falla de rumbo dextral La Mojana-Quebrada Naranja-Mejía. Los lomos de falla fueron configurados por el desplazamiento lateral de estas fallas, expulsando franjas de bloques de las formaciones Noreán ((J1-2N) y Granitoides de San Lucas (Jgsl).



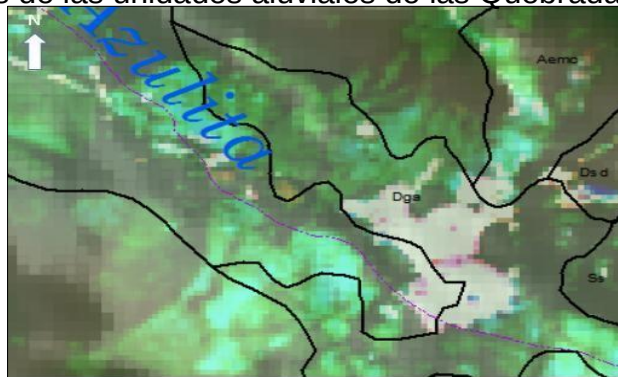
Vista S – N, sobre una planicie aluvial confinada (Fpac), limitada por un Lomo de falla (Slf) de la formación Granitoides de San Lucas (Jgsl).

7.4. GEOFORMAS DE ORIGEN ANTROPOGENICO

En esta categoría se Incluyen las geoformas originadas como resultado de la intervención directa del hombre sobre el terreno, destacándose en el sector, los trabajos mineros a gran escala cartografiable regionalmente, calculando decenas de kilómetros cuadrados de área.

7.4.1. Explotación minera (Aemc)

Áreas dedicadas a la explotaciones aurífera: subterránea o de filón en el sector Oriental alto y a Cielo Abierto de aluvión o de placer, sobre la parte Occidental, en los dominios bajos de las unidades aluviales de las Quebradas Azulita y Mejía.



Vista en planta de la zona minera de Pueblito Mejía, imagen Landsat 8.

7.5. EVOLUCIÓN GEOMORFOLÓGICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

La evolución geomorfológica tiene relación con los fenómenos y procesos asociados al origen y desarrollo geológico-geomorfológico de la región, particularmente con el levantamiento de las cordilleras Central, Oriental y la subsidencia de la cuenca del Valle Medio del río Magdalena; cuyos eventos se enmarcan dentro de los episodios relacionados con la orogenia Andina, los movimientos tectónicos, los cambios climáticos, procesos de erosión y sedimentación, los cuales a través del tiempo han dado la configuración actual a las geoformas existentes. Durante el Neoproterozoico al Mesoproterozoico, se presenta el rango formacional del Neis de San Lucas, perteneciente al cinturón granulítico de la Orogenia Grenviliana; según las dataciones en granulitas alrededor de 1.312,5 Ma. Estos corresponden a cuerpos ígneos levantados en el evento

anorogenico Parguaza (Martin, 1972), producto de la convergencia continental de Laurentia y Amazonia (Kronenberg 1982, Restrepo-Pace 1992, 1995, 1997), este evento se extendió desde 1300-1200 Ma hasta 900 Ma, dando origen al Macizo de Santander.

Durante la Orogenia Quetame - Caparonensis del Ordovícico al Silúrico, se depositaron y formaron las unidades metamórficas por medio de un Cabalgamiento de material oceánico sobre el material continental, representado por las Formaciones Pinillos y Formación La Virgen, al norte de la Serranía de San Lucas, (Etayo et al 1983, Restrepo – Pace 1992).

Del Triásico tardío al Jurásico medio ocurre un evento volcano - sedimentario en el cual comienza la ruptura de Pangea, con un Rifting intercontinental cuyas ramificaciones afectaron el noroccidente de la placa Suramericana (Duncan, R.A and Hargraves, R.B. 1984; Pindell y Erickson, 1993; Pindell y Kennan, 2001), simultáneamente ocurre la subducción activa del Bloque Pacifico Andino (Apsden et al 1987, Maze 1984, Mc Court et al 1984). Probablemente sucede un proceso de distensión asociado a la génesis del Rift, debido al hundimiento generado, originando bloques escalonados por fallamiento normal, a éste rasgo morfotectónico se denomina Aulacógeno de Bolívar (Maze 1984, Fabre 1985, Pindell y Kennan 2001, Acosta 2002).

La subsidencia es más rápida hacia el este y más lenta hacia el oeste y forman dos sistemas de fallas; el principal con rumbo N-NE y el subordinando SW-NE. El fallamiento controla los depósitos fluviales de ríos trenzados y meandriformes, simultáneamente con el hundimiento y ensanchamiento de la cuenca se aporta gran parte del material mediante un vulcanismo explosivo dando origen a la Formación Noreán.

Durante el Jurásico tardío el graben se amplía lateralmente, extendiéndose en dirección NNE- SSW colmatándose con sedimentación de la Formación Noreán. Posteriormente durante el periodo comprendido entre el Cretácico y el Eoceno temprano sucedió el evento transgresivo del mar.

La subsidencia tectónica debido al adelgazamiento de la corteza que dio origen al graben de San Lucas en el jurásico, es relevada en el Cretácico temprano por una subsidencia termal (Fabre 1987, Sarmiento 2002). En lo que hoy es la cuenca del valle medio del río Magdalena, ahora está limitada al occidente por la Serranía de San Lucas y al oriente por el Macizo de Santander.

Se inició la transgresión marina del Cretácico durante el Berriasiano al Valanginiano (Etayo, 1968), durante el Turoniano - Coniaciano se presenta la superficie de máxima inundación del mar Cretácico, representado por la Formación La Luna. Durante el Camapaniano - Maestrichtiano se produce la somerización de la cuenca y el posterior dominio de la sedimentación continental con depósitos paleogenos de la Formación Lisama.

Como respuesta del inicio incipiente de la inversión tectónica de la cuenca gracias a la colisión de la Placa Farallones con la margen occidental de Colombia (Pindell y Erickson 1993, Pindell y Kennan 2001), elevándose la Serranía de San Lucas, dando inicio a la inversión de las Fallas normales Cretácicas y transformándolas en fallas inversas, la cuenca en ascenso es rellenada por sedimentos clásticos fluviales formados a partir de la remoción de las rocas cretácicas preexistentes.

Desde el Mioceno, se registra la máxima deformación y el levantamiento de la cordillera Oriental y el Macizo de Santander producto de la Orogenia Andina, este último suministra los sedimentos para la consolidación del Grupo Real (Duque – Caro 1990, Sarmiento 2002, Cediell et al 2003).

La evolución geomorfológica del área de la Zona -Pinillos, comprende una serie de dominios geomorfológicos caracterizados por la presencia de geoformas dominantes del ambiente de origen fluvial y lacustre (76% del área de la plancha) asociadas a la dinámica fluvial de los ríos Cauca y un brazo del río Magdalena conocido como el brazo de Loba. Las unidades de origen estructural y denudacional (ambientes morfogenéticos que ocupan el 24% del área de la plancha), se encuentran restringidas hacia la parte suroriental de la Zona, donde se observa un paisaje fisiográfico de montaña (flanco noroccidental de la Serranía de San Lucas), en cuyas laderas el relieve se va gradualmente rebajando hacia un relieve de laderas ligeramente onduladas hacia el valle geográfico de los ríos Cauca y Magdalena.

En el ambiente morfogenético denudacional (11%), predominan las superficies de aplanamiento de gran extensión horizontal y lomos denudacionales de diferentes alturas. Sobresalen los vestigios morfológicos de los principales mecanismos denudacionales; como ondulaciones, montículos (lomeríos) y glaciares. Complementados con “testigos”, relictos, residuos y remanentes de colinas, sierras, y lomos. Respecto a lo estructural (5%), sobresalen sierras anticlinales, lomos de falla, presión, obturación y laderas estructurales. Los principales arquitectos del relieve de la Serranía San Lucas son las fallas Palestina y Mejía, las cuales han

configurado un bloque al NW y la falla de Palestina con su satélite La Azulita, otro bloque al SE. Este juego de bloques han puesto en contacto rocas de distintas Eras geológicas (Precámbrico-Paleozoico), formaciones litoestratigráficas (Sudán-Noreán del Jurásico). Al norte y en el dominio aluvial, la falla Palestina está totalmente cubierta por depósitos no consolidados del Cuaternario.

En resumen, se tiene un conjunto de geoformas del dominio volcánico denudadas, escarpes denudacionales, geoformas de emplazamiento (aspectos morfológicos de intrusiones), geoformas recientes en valles confinados (coluviones, abanicos y registros aluviales de fondo). Este conjunto de expresiones del relieve y/o geoformas comprende el flanco oeste de la cordillera Central.

La parte que le corresponde al Valle geográfico del río Magdalena está representado por un brazo curvado hacia el sur que forma una gran depresión compuesta por una serie de cuerpos de agua representados por ciénagas y lagunas, que forman parte de la planicie aluvial inundable conocida como la depresión Momposina. Este es un escenario geomorfológico irregular con un registro de cubetas y depresiones producto de la dinámica de los procesos Tectónicos, Orogénicos, glaciaciones y desglaciaciones, debidas a cambios climáticos de la época y que a raíz de estas condiciones, el río configuró una serie de geoformas de tipo deposicional, con un potente relleno de sedimentos primarios que comprende llanuras aluviales, lagunas, lagos (franja depresional), superposiciones de aluviones (niveles de terrazas) y algunos abanicos, de materiales provenientes de las zonas montañosas escarpadas.

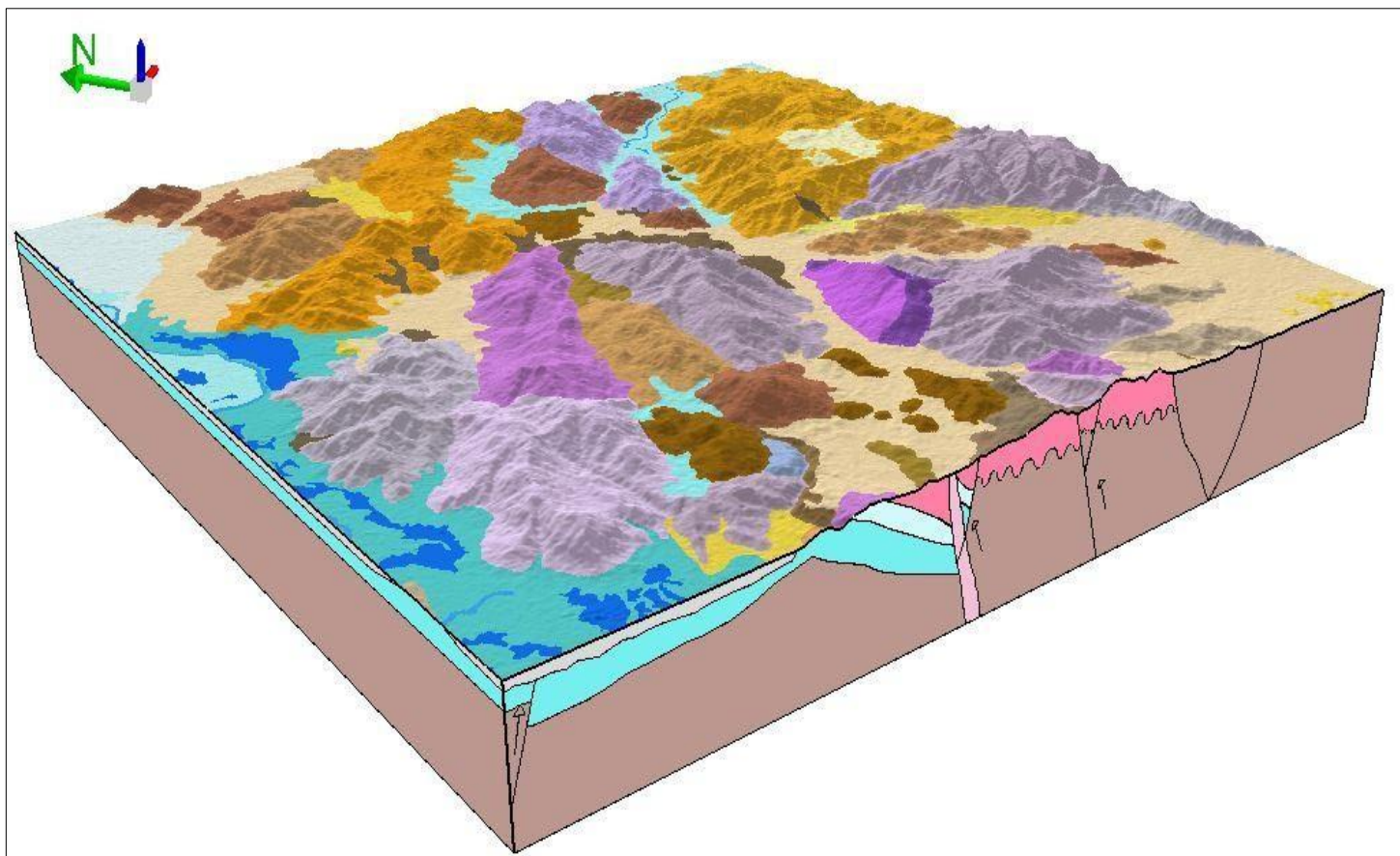
La llanura aluvial, constituye el principal escenario geomorfológico en la desembocadura del río Cauca en el brazo de Loba (río Magdalena); configurando ciénagas al norte (depresión Momposina) y sur (depresión de La Mojana), bajo una dinámica de contracción (sequía) y expansión (invierno). El 30 % comprende el sistema léntico y superficies de tipo “avulsión” o reguladoras de crecientes. Finalmente, la franja de divagación lateral, se ha configurado a partir de un socavamiento lateral sobre la llanura aluvial, donde la dinámica horizontal de río Magdalena en este sector “está condicionada” por los aportes longitudinales y laterales de los brazos del río y los sedimentos provenientes de la cordillera Central. En el ambiente morfogenético denudacional (11%), predominan las superficies de aplanamiento de gran extensión horizontal y los lomos denudacionales de diferentes alturas. Sobresalen los vestigios morfológicos de los principales mecanismos denudacionales; como ondulaciones, montículos (lomeríos) y glacís. Complementados con “testigos”, relictos, residuos y remanentes de colinas, sierras, y lomos. Respecto a lo estructural (5%), sobresalen sierras anticlinales, lomos de falla, presión, obturación y laderas estructurales. Los principales rasgos tectónicos

del relieve de la serranía San Lucas son las fallas Palestina y Mejía, las cuales han configurado un bloque al NW y la falla de Palestina con un satélite La Azulita, conformando otro bloque al SE. Este juego de bloques ha puesto en contacto rocas del (precámbrico-jurásico) y las formaciones litoestratigráficas (Sudán-Noreán). Hacia el sector norte del área de la Zona, en el dominio aluvial, la falla Palestina está totalmente cubierta por depósitos no consolidados del Cuaternario.

En resumen, se tiene un conjunto de geoformas de dominio volcánico denudadas, escarpes denudacionales, geoformas de emplazamiento (aspectos morfológicos de intrusiones), geoformas recientes en valles confinados (coluviones, abanicos y registros aluviales de fondo). Este conjunto de expresiones de relieve o geoformas comprende el flanco oeste de la cordillera Central.

La parte que le corresponde al Valle geográfico del río Magdalena está representado por un brazo curvado hacia el sur que forma una gran depresión compuesta por una serie de cuerpos de agua representados por ciénagas y lagunas, que forman parte de la planicie aluvial inundable conocida como la depresión Momposina. Este es un escenario geomorfológico irregular con un registro de cubetas y depresiones producto de la dinámica de los procesos Tectónicos, Orogénicos, glaciaciones y desglaciaciones, debidas a cambios climáticos de la época y que a raíz de estas condiciones, el río configuró una serie de geoformas de tipo deposicional, con un potente relleno de sedimentos primarios que comprende llanuras aluviales, lagunas, lagos (franja depresional), superposiciones de aluviones (niveles de terrazas) y abanicos, de materiales provenientes de las zonas montañosas escarpadas.

La llanura aluvial constituye el principal escenario geomorfológico en la desembocadura del río Cauca en el brazo de Loba (río Magdalena); configurando ciénagas al norte (depresión Momposina) y sur (depresión La Mojana), bajo una dinámica de contracción (sequía) y expansión (invierno). El 30 % comprende el sistema léntico y superficies de tipo “avulsión” o reguladoras de crecientes. Finalmente, la franja de divagación lateral se ha configurado a partir de un socavamiento lateral sobre la llanura aluvial, La dinámica horizontal de río Magdalena en este sector “está condicionada” por los aportes longitudinales y laterales de los brazos del río y los sedimentos provenientes de la cordillera Central.



En el bloque diagrama se muestra una panorámica regional de la correspondencia o asociación entre la geomorfología y la geología del área ocupada por la Plancha 064 – Pinillos

8 GEOGRAFÍA

Por su posición geográfica, en una llanura inundable gran parte del municipio de Pinillos está rodeado por ciénagas. Su clima es cálido tropical con temperatura media de 32° C. Las actividades económicas de Pinillos son la agricultura (yuca, plátano, maíz, arroz, cocos y mangos), la ganadería (20 mil cabezas de ganado bovino) y la pesca. Sus vías carreteables son a través de los jarillones a orillas del río Magdalena. Actualmente se puede llegar a los corregimientos en motocicleta, en tiempo de verano. Durante el invierno e inundaciones la comunicación es a través de ríos, cañadas y ciénagas que recorren el territorio municipal.

8.1. ESTRATIGRAFIA

El subsuelo de la zona corresponde a depósitos consolidados de Arcillolitas y Conglomerados Naturales o depósitos sedimentados de Areniscas poco consolidados. En la superficie se encuentran rellenos de Arena, Gravosa Arcillosa de construcciones anteriores de hasta 60.00cm, con algo de capa vegetal de unos 10.00cm. Debajo de estos rellenos se encuentran dos estratos definidos así:

- ✓ **Estrato No.1:** De 0.60 hasta 8.00 metros: **LIMO ARENOSO PARDO OSCURO de Baja Plasticidad (ML-CL)**. De Consistencia Blanda a Firme.
- ✓ **Estrato No.2:** De 8.00 a 15.00 metros: **ARCILLA LIMOSA PARDA ROJIZA, con Rastros de Grava, Arenosa, de Baja Plasticidad (CL)**. De Consistencia Firme a Dura.- Húmeda.

8.2. NIVEL FREATICO

El Nivel Freático se detectó a profundidades entre 1.00 y 1.30m. Por lo tanto se debe tener cuidado en las excavaciones para manejar el agua proveniente de este nivel freático en el proceso constructivo.

9 CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS

9.1. ESPECTRO DE DISEÑO RECOMENDADO POR INGEOMINAS

9.1.1. Requerimientos amenaza sísmica NSR-10

9.1.1.1. Zona de amenaza sísmica (Numeral A.2.3 - NSR-10)

De acuerdo al mapa de amenaza sísmica, el municipio de Pinillos se encuentra localizado en una zona de amenaza sísmica baja. (Ver Figura A.2.3-1 - Tabla A.2.3-2 NSR-10)

9.1.1.2. Valores de A_a y A_v (Numeral A.2.3 - NSR-10)

De acuerdo al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR 10, los movimientos sísmicos de diseño son los siguientes:

- A_a (aceleración horizontal pico efectivo en roca): 0.10 (Ver Figura A.2.3-2 - Tabla A.2.3-2 - NSR-10)
- A_v (velocidad horizontal pico efectivo): 0.10 (Ver Figura A.2.3-3 - Tabla A.2.3-2 NSR-10)

9.1.1.3. Efectos locales (Numeral A.2.4 NSR-10)

- **Clasificación de perfil de suelo:** De acuerdo al NSR-10 (Ver Tabla A.2.4-1) el tipo y perfil de suelo es: D.
- Perfil de suelo rígido que cumple con la condición $50 > \bar{N} > 15$
- Donde N = número medio de golpes del ensayo de penetración estándar realizado de acuerdo a la norma ASTM D1586 haciendo corrección por energía N60.

Tabla A. 2.4-1. Clasificación de los perfiles de suelos

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{V}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\bar{V}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s > $\bar{V}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa (≈ 1 kgf/cm ²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $\bar{V}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	50 > $\bar{N} \geq 15$, o 100 kPa (≈ 1 kgf/cm ²) > $\bar{s}_u \geq 50$ kPa (≈ 0.5 kgf/cm ²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > $\bar{V}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP > 20 w $\geq 40\%$ 50 kPa (≈ 0.50 kgf/cm ²) > $\bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F₁ — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F₂ — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F₃ — Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con Índice de Plasticidad IP > 75) F₄ — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

Tabla A.2.4-4. Valores del coeficiente F_v , para zona de periodo de intermedio del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

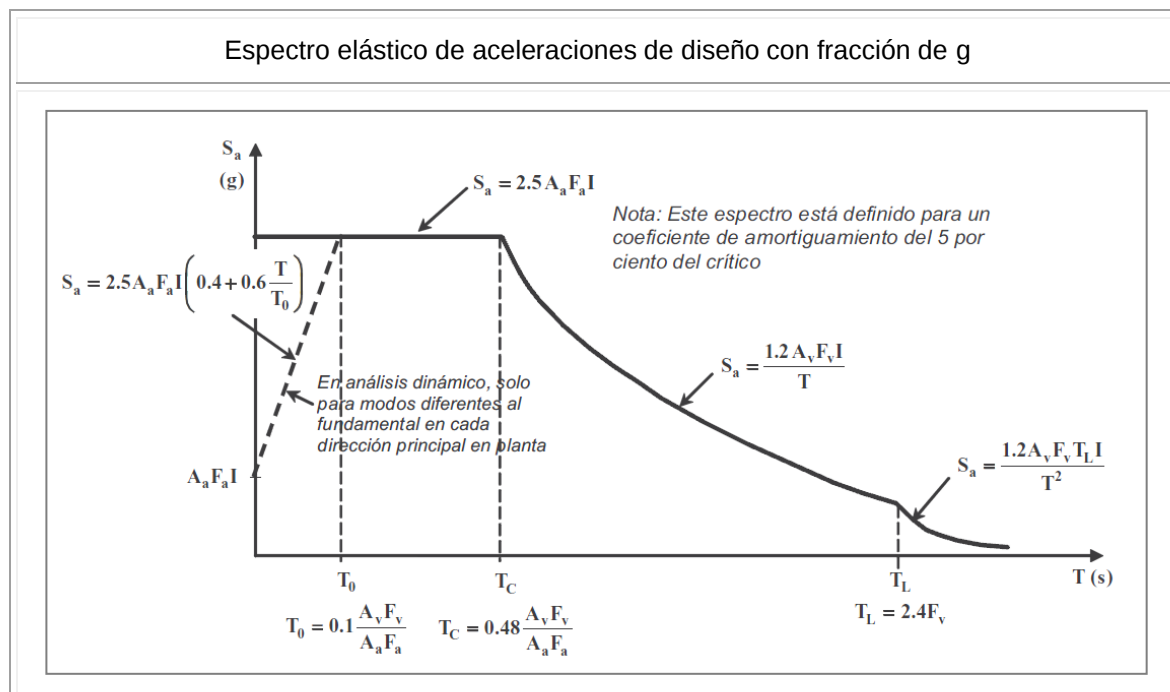
9.1.1.4. Criterios del espectro de diseño (Numeral A.2.6 NSR-10)

Para el análisis de la acción sísmica se recomienda utilizar el espectro elástico de diseño de la Norma NSR-10, definido mediante los siguientes parámetros el cual está definido para un coeficiente de amortiguamiento del 5% del crítico.

Dónde:

- S_a : Valor del espectro de aceleraciones de diseño para un periodo de vibración dado.
- A_a : Aceleración horizontal pico efectivo en roca $A_a = 0,10$
- A_v : Velocidad vertical pico efectivo $A_v = 0,10$

- F_a : Coeficiente de amplificación F_a de períodos cortos del espectro (Ver Tabla A.2.4-3 – NSR-10). $F_a = 1,6$
- F_v : Coeficiente de amplificación F_v de períodos intermedios del espectro (Ver Tabla A.2.4-4 – NSR-10). $F_v = 2,4$
- I : Coeficiente de importancia (Numeral A.2.5 - NSR-10).
- Grupo de uso I: Edificaciones Indispensables (Ver Tabla A.2.5-1 – NSR-10).
- T_0 : Periodo de vibración al cual inicia la zona de aceleraciones constantes del espectro de aceleraciones.
- T_c : Periodo de vibración correspondiente a la transición entre la zona de aceleración constante del espectro de diseño para periodos cortos y la parte descendente del mismo.
- T_L : Periodo de vibración correspondiente al inicio de la zona de desplazamiento aproximadamente constante del espectro de diseño para periodos largos.



Fuente: Figura A.2.6-1 - NSR – 10

Cálculo de periodos:

$$T_0 = 0.1 \frac{0,10 * 2,4}{0,10 * 1,6} = 0,15$$

$$T_c = 0.48 \frac{0,10 * 2,4}{0,10 * 1,6} = 0,72$$

$$T_L = 2,40 * 2,40 = 5,76$$

$$S_a = 2,5 * 0,1 * 2,4 * 1,5 = 0.9g \text{ para } T < T_c$$

$$S_a = \frac{1,2 * 0,10 * 2,40 * 5.76 * 1,5}{T^2} = \frac{2.48}{T^2} g \text{ para } T_c < T < T_L$$

10 EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

10.1. PERFIL ESTRATIGRAFICO

Con el fin de establecer las características físicas y mecánicas del subsuelo, se realizaron tres (3) sondeos, de los cuales se extrajeron muestras representativas, para su posterior clasificación.

En los registros de perforación anexos al presente informe se presenta en forma gráfica y detallada la estratigrafía obtenida a partir de los sondeos y ensayos de laboratorio efectuados.

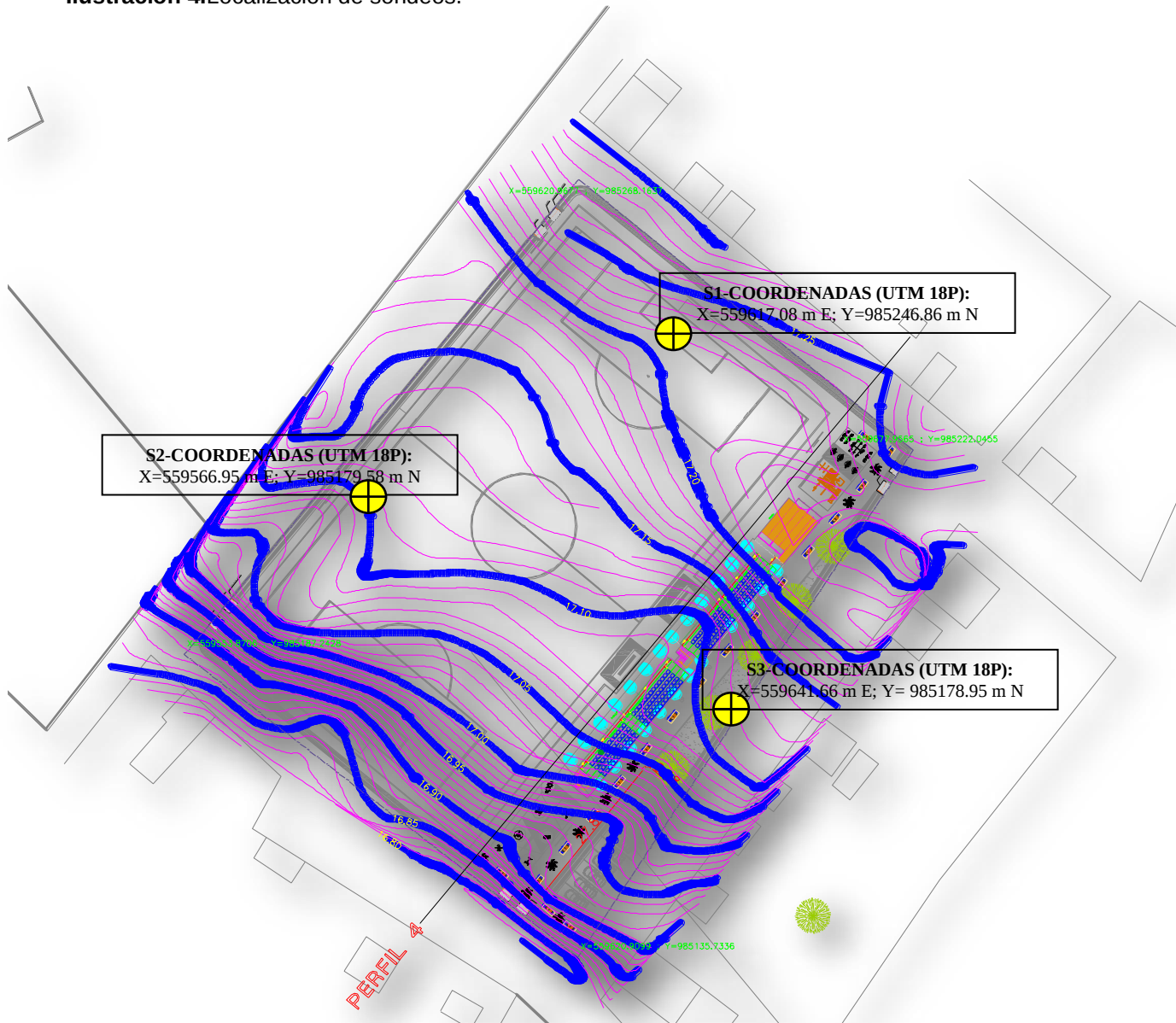
10.2. ENSAYO DE LABORATORIO.

Tabla 1. Ensayos de Laboratorio

Ensayo	Norma	No. de ensayos
Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D422-63 – AASHTO T88 I.N.V.E. 123	7
Determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) en suelo, roca y mezcla de suelo-agregado	ASTM D 2216 I.N.V.E. 122	7
Determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos	ASTM D 4318 – AASHTO T 89-90 I.N.V.E. 126	7

Ensayo	Norma	No. de ensayos
Corte directo drenado	ASTM D 3080 – AASHTO T 236 I.N.V.E. 154	2
Compresiones en roca	ICONTEC 673	6
Clasificación de suelos	ASTM D 2487	2

Ilustración 4. Localización de sondeos.





REGISTRO FOTOGRÁFICO

11 RESULTADO ENSAYOS IN SITU

11.1. RESUMEN DE ENSAYOS

A continuación se presentan los resultados de los ensayos realizados en el sitio:
Ensayos de penetración estándar SPT

Se realizaron ensayos de penetración estándar utilizando la norma ASTM D 1586, equivalente a la norma I.N.V.E. 111.

- Peso del martillo: 135 libras.
- Altura de caída: 78 centímetros.
- Penetración: 3 intervalos de 15 centímetros cada uno (6").
- N de diseño: Sumatoria de los golpes de los últimos 30 centímetros (12").

- Diámetro exterior del tubo: 50.8mm.
- Diámetro interior del muestreador en la punta: 34.93mm.
- Longitud del tubo: 75 centímetros.
- Sistema de hincado: Malacate y polea.
- Motor del equipo: B& S 16 HP.
- Rechazo: Más de 30 golpes para 15 centímetros (6").

11.2. Correlaciones para interpretación de los ensayos SPT

A continuación se presentan unas tablas indicativas que permiten la interpretación general de los resultados de los ensayos realizados:

Para suelos granulares (Ref.: JamielKowski y otros, "New correlations of penetration tests for design practice" Penetration testing, 1988 ISOPT-1, Balkema, 1988).

Tabla 2. Correlaciones para suelos granulares

Numero de penetración estándar N	Densidad relativa %	Estado del suelo
0 a 3	0 a 15	Muy suelto
3 a 8	15 a 35	Suelto
8 a 25	35 a 65	Medio
25 a 42	65 a 85	Denso
42 a 58	85 a 100	Muy denso

Para suelos arcillosos (Ref.: Braja Das. "Principios de ingeniería de cimentaciones", Thomson Editores, México, 1999).

Tabla 3. Correlaciones para suelos Arcillosos

Numero de penetración estándar N	Consistencia	Resistencia a compresión kPa
0 a 2	Muy blanda	0 a 25
2 a 5	Blanda	25 a 50
5 a 10	Medio firme	50 a 100
10 a 20	Firme	100 a 200
20 a 30	Muy firme	200 a 400
> 30	Dura	> 400

Convenciones:

W = humedad

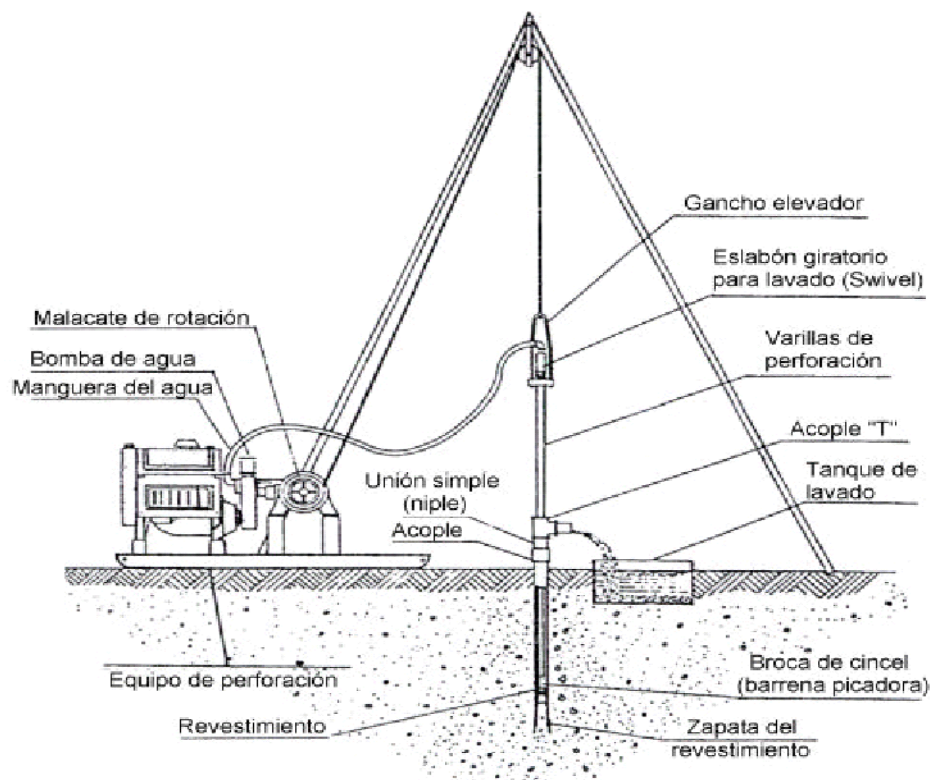
% Finos = pasantes del tamiz ASTM 200

L.L. = Límite Líquido

L.P. = Límite Plástico

I.P. = Índice Plástico

S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos



11.3. CARACTERIZACION GEOTECNICA

Los registros de las perforaciones (Ver Anexos) indican los diferentes tipos de material encontrado en la investigación Geotécnica realizada. La estratigrafía de la zona en mención se considera uniforme en el área de estudio, en lo referente a conformación

y resistencia del terreno, observándose la presencia de estratos arena limosa, rocas coralinas y arenas arcillosas, cuya distribución se describe a continuación:

En los tres Sondeos (S-1, S-2 y S-3) se halló una Arcilla limosa parda oscura con vetas grises y óxido de alta plasticidad entre 0.50 hasta 2.0 metros de profundidad, subyaciendo la capa anterior entre 2.0 a 4.60 metros aproximadamente, se encontró un Limo arcilloso pardo oscuro con vetas de óxido de baja plasticidad de consistencia firme ($N < 4 < 8$) a resistente ($N < 8 < 16$). Luego se encontró una Arcilla parda oscura con vetas grises, óxido y lente de arena de consistencia resistente ($N < 8 < 16$). Por último se halló un Limo arenoso pardo clara con vetas de óxido de consistencia resistente ($N < 8 < 16$), donde finalizo la exploración.

12 ANALISIS DE INGENIERIA

12.1. PARAMETROS DE DISEÑOS

Los parámetros utilizados para la determinación de la capacidad de soporte del subsuelo en el sitio en consideración, fueron, pesos unitarios obtenidos de los ensayos de laboratorio, así como también los números de golpes (N) por pie de penetración, correlacionados a la resistencia in situ de los diferentes estratos que conforman el subsuelo del área de construcción de la Cancha.

12.2. CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO Y PROFUNDIDAD DE DESPLANTE.

El cálculo de la presión admisible del suelo se halla con una correlación empírica con el ensayo de penetración estándar de acuerdo a Meyerhof. Los sondeos realizados en el terreno se encuentran ubicados en las fotos anexas al estudio. En los sitios de los sondeos se determinó una capacidad de carga a partir de una profundidad de desplante de **1,2 m.** para las áreas aferentes a los diferentes sondeos:

$$Q_a = [(B+0,3)/B]^2 * N/12; \text{ para } B > 1.2 \text{ m y } Q_a = 1.2*N, \text{ para } B < 1.2 \text{ m}$$

N = número de golpes por pie

B = ancho aproximado del cimiento en metros = 1,5

Qa = capacidad de soporte del suelo en Kg/cm²

El valor N de penetración estándar obtenido en los ensayos se corrige por energía y por profundidad.

El ensayo de penetración estándar (SPT) es el ensayo más utilizado en el mundo (Zekkos y otros, 2004) para la caracterización geotécnica de perfiles de suelo en el sitio y es el ensayo que más se ha empleado para el diseño de cimentaciones. Este se encuentra estandarizado con la norma ASTM D1586-99.

No existe ningún otro ensayo del que haya suficiente información histórica para poder correlacionar el comportamiento de las cimentaciones con los valores del ensayo. Del mismo modo los análisis de asentamientos en los suelos se correlacionan muy bien con los obtenidos a partir del ensayo de SPT. El ensayo de penetración estándar (SPT) genera una información muy valiosa para investigar suelos con un perfil irregular (Spagnoli G., 2008) y además permite detectar la dureza relativa de los diversos mantos.

El valor del N de penetración estándar en campo (STP) obtenido en los ensayos se corrigió por energía y por profundidad donde N = número de golpes por pie de perforación.

12.2.1. Corrección por energía CE

Para determinar el coeficiente de corrección por energía CE se utilizó el criterio de Tokimatsu y Seed 1987, Journal of geotechnical engineering ASCE vol. 113 p.p. 861 – 878.

Corrección por energía (CE) = 0.75

Esta corrección de 0.75 corresponde a un sistema de pesa con hueco circular y sistema de polea, similar al utilizado en la ejecución de los ensayos de campo en el presente estudio.

12.2.2. Corrección por profundidad CD

Para determinar el coeficiente de corrección por profundidad CD se utilizó el criterio de Tokimatsu y Seed 1984, Simplified Procedures for the Evaluation of Settlements in Sands Due to Earthquake Shaking. Report No. UCB/EERC- 84/16.

12.3. CÁLCULO DE LA PRESIÓN ADMISIBLE DE TRABAJO DEL SUELO.

La capacidad general de carga promedio de diseño para los cimientos de las Gradass es de **15 Ton/m²** a partir de una profundidad de desplante de **1,2 m**. Estas medidas están dadas de acuerdo a los niveles actuales del suelo en el momento del trabajo en campo; los valores de capacidad de carga se calcularon para un ancho de cimiento promedio de 1.5 m. (ver localización de sondeos). Ante este escenario, se recomienda el mejoramiento de la capacidad portante del suelo de cimentación mediante el reemplazo en un espesor de 50 cm del material existente por un material seleccionado compactado al 95% del ensayo de Próctor Modificado. Este material de reemplazo puede ser Sub - base granular tipo SBG-50 según artículo 320 INV-13; en caso de no contar con este tipo de material en la zona, se puede emplear material común de características areno-limosas estabilizado con cemento al 5% en peso. Para ambos casos se estima que se reemplazaría la capacidad portante del suelo a **15 Ton/m²** mínimo, ante lo cual el diseñador estructural debe asumir este último valor para los cálculos respectivos.

12.4. MODULO DE REACCION O COEFICIENTE DE BALASTRO

Para calcular el coeficiente o módulo de reacción K_s se emplea una correlación empírica que relaciona los valores de N en golpes/pie del ensayo de penetración estándar, ancho y longitud del cimiento en metros. *Cernica (1995) Geotechnical Engineering – Foundation Design - John Wiley p. 255.*

$$K_s = \frac{N}{5.5} * \frac{(1 + 0.5B / L)}{1.5}$$

Remplazando: para cimientos cuadrados $B=L$

$K_s = 6.5 \text{ Kg/cm}^3$, para una cimentación entre 0.5 y 1.0 m. de profundidad.

13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente estudio de suelos se realizó para la construcción de un escenario deportivo con graderías y zonas administrativas.

1. El perfil de suelo al nivel de desplante (**1,2 m**) consiste en un Limo Inorgánico de Baja Plasticidad (ML) de color habano Tipo **D**.
2. La zona en estudio presenta un elevado nivel freático, toda vez que a pesar de la fuerte sequía que se presenta al momento de realizar los sondeos, el mismo se encuentra a una profundidad no mayor de **1,30 m**. En tal sentido el diseñador debe tener en cuenta este aspecto para considerar el sistema de cimentación. Sin embargo, con los datos obtenidos nos permitimos recomendar el mejoramiento de la capacidad portante del suelo de cimentación mediante el reemplazo en un espesor de 50 cm del material existente por un material seleccionado compactado al 95% del ensayo de Próctor Modificado. Este material de reemplazo puede ser Sub - base granular tipo SBG-50 según artículo 320 INV-13; en caso de no contar con este tipo de material en la zona, se puede emplear material común de características areno-limosas estabilizado con cemento al 5% en peso. Para ambos casos se estima que se reemplazaría la capacidad portante del suelo a **15 Ton/m²** mínimo, ante lo cual el diseñador estructural debe asumir este último valor para los cálculos respectivos, independientemente si se emplea cimentación profunda.
3. En concordancia con lo anterior, se recomienda implementar un adecuado sistema para drenaje sub-superficial de la zona a intervenir.
4. Las excavaciones para la construcción de la cimentación se podrán ejecutar a talud vertical para una altura crítica de 1.50 mts; debiéndose evitar se exposición a cualquier régimen de de escorrentías superficiales para los cuales se recomienda mantenerse abiertas el menor tiempo posible.
5. Es importante tener en cuenta que si a profundidad de excavación para las cimentaciones es superior a 1.5m se deberá garantizar la estabilidad de los taludes expuestos a las aguas de escorrentías, por lo tanto se recomienda el uso de entibado de madera, metálico ó mixto según sea conveniente.
6. Una vez terminadas las excavaciones y fundidas las zapatas y las vigas de cimentacion, se recomienda rellenar las zanjas con material del sitio, compactado con ranas vibratorias o saltarín, en capas de máximo 15 cm.
7. Parámetros sísmicos.

Se recomienda utilizar los siguientes parámetros para el diseño sísmico

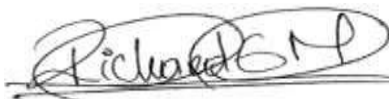
Tabla 7. Parámetros sísmicos.

Parámetros	
Aa	0.10
Av	0.10
Fa	1.6
Fv	2.4
T0	0.15
Tc	0.72
Tl	5.76
Perfil de suelos	D

14 LIMITACIONES

El presente informe se basó en las condiciones de campo de las muestras obtenidas a distintas profundidades mediante la ejecución de sondeos practicados en diferentes puntos del área en estudio, según la práctica normal en ingeniería de suelos.

Aunque se considera que el alcance de los trabajos de campo y laboratorio fueron los adecuados para definir las condiciones del subsuelo en los sitios del proyecto, durante la construcción podrán presentarse condiciones no encontradas en la investigación, tales como materiales diferentes y/o presencia de agua freática, que deberán ser comunicadas a esta oficina para tomar los correctivos del caso.



RICHARD GUETTE MERCADO

Ingeniero Civil

Esp. en Mecánica de suelos y Cimentaciones

RGM-004-2020

Informe No. : RGM-004-2020

Fecha : FEBREO 2020

Sondeo : S-1

Nivel : m

REGISTRO DE PERFORACIONES

Proyecto : CONSTRUCCIÓN CANCHA DE FUTBOL

Cliente : ALCADIA MUNICIPAL PINILLOS

Localización : CANCHA DE FUTBOL PINILLOS

Grafico	Prof.	Mta. No.		Código	No. de Golpes	No. DE GOLFES POR											DESCRIPCION
						PIE DE PENETRACION											
						10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		
	0.50	1		SS	11											ARCILLA LIMOSA Parda OSCURA CON VETAS GRICES Y OXIDO	
	1.00	2		SS	11												CONSISTENCIA RESISTENTE
	1.50	3		SS	26												ARCILLA Parda CLARA CON VETAS GRICES Y OXIDO
	2.00																CONSISTENCIA DURA
	2.50	4		SS	25												CONSISTENCIA DURA
	3.00																CONSISTENCIA DURA
	3.50	5		SS	16												CONSISTENCIA RESISTENTE
	4.00																CONSISTENCIA DURA
	4.50	6		SS	21												CONSISTENCIA DURA
	5.00																CONSISTENCIA DURA
	5.50	7		SS	30												CONSISTENCIA DURA
	6.00																FIN DEL SONDEO

Código:

SS = Split Spoon
TS = Tubo Shelby
R = Rotatorio

NR = NO RECUPERADA

BB = Barreno
PP = Peso Propio
P= Penetrómetro

L = Lavado
= Filtraciones
= Nivel Freático

Nivel Freático: 0,00 m
Filtraciones : m

OBSERVACIONES:

N=985246.86 m N
W=559617.08 m E

Escallon villa Cra 50C 30 H-20 Cel.: 3017747743
E-mail: rgmingeneirayconstrucciones@gmail.com
Cartagena D. T. y C. - Colombia



Informe No. : RGM-004-2020

Fecha : FEBREO 2020

Sondeo : S-2

Nivel : m

REGISTRO DE PERFORACIONES

Proyecto : CONSTRUCCIÓN CANCHA DE FUTBOL

Cliente : ALCADIA MUNICIPAL PINILLOS

Localización : CANCHA DE FUTBOL PINILLOS

Grafico	Prof.	Mta. No.		Código	No. de Golpes	No. DE GOLPES POR											DESCRIPCION
						PIE DE PENETRACION											
						10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		
	0.50	1		SS	10												ARCILLA LIMOSA Parda OSCURA CON VETAS GRICES Y OXIDO
	1.00	2		SS	11												CONSISTENCIA RESISTENTE
	1.50	3		SS	25												CONSISTENCIA DURA
	2.00	4		SS	29												CONSISTENCIA DURA
	2.50																
	3.00																
	3.50	5		SS	14												CONSISTENCIA RESISTENTE
	4.00	6		SS	17												ARCILLA Parda AMARILLENTO CON VETAS GRICES Y OXIDO
	4.50																
	5.00																
	5.50	7		SS	27												CONSISTENCIA DURA
	6.00																
																	FIN DEL SONDEO
					</												

Código:

SS = Split Spoon
TS = Tubo Shelby

NR = NO RECUPERADA

BB = Barreno
PP = Peso Propio

L = Lavado

☐ = Filtraciones

Nivel Freático: 0,0 m

Filtraciones : m

OBSERVACIONES:

N=985179.58 m N
W=559566.95 m E

Informe No. : RGM-004-2020

Fecha : FEBREO 2020

Sondeo : S-3

Nivel : m

REGISTRO DE PERFORACIONES

Proyecto : CONSTRUCCIÓN CANCHA DE FUTBOL

Cliente : ALCADIA MUNICIPAL PINILLOS

Localización : CANCHA DE FUTBOL PINILLOS

Grafico	Prof.	Mta. No.		Código	No. de Golpes	No. DE GOLPES POR											DESCRIPCION
						PIE DE PENETRACION											
						10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		
	0.50																
	1.00	1		SS	10												
	1.50	2		SS	16												
	2.00	3		SS	7												
	2.50																
	3.00	4		SS	9												
	3.50																
	4.00	5		SS	9												
	4.50																
	5.00	6		SS	11												
	5.50																
	6.00	7		SS	9												

Código:

SS = Split Spoon
TS = Tubo Shelby

NR = NO RECUPERADA

BB = Barreno
PP = Peso Propio

L = Lavado

☐ = Filtraciones

Nivel Freático: 2,30 m

Filtraciones : m

OBSERVACIONES:

N=985178.95 m N
W=559641.66 m E

JESUS ORLANDO FRAGOSO SARMIENTO
Ingeniero Civil

Diseño – Construcción – Geotecnia - Consultorías e Interventorías
Cartagena, Los Alpes Transv. 71 No. 30 h-16 – Cel. 3016663570

INFORME No.: JFS-004-2020

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN CANCHA DE FUTBOL

CLIENTE: ALCADIA MUNICIPAL PINILLOS

LOCALIZACION: CANCHA DE FUTBOL PINILLOS

SONDEO: S-1

MUESTRA No.: 1-2

PROFUNDIDAD: 0,50 - 1,50 m

ING. JEFE : JESUS O. FRAGOSO

FECHA: FEBRERO 2020

ANALISIS GRANULOMETRICO

P1= 100.00 grs		P2= 10.20 grs	
TAMIZ	PESO RET. (grs)	PORCENTAJE RET. (%)	PORCENTAJE PASA (%)
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
No. 4			
No. 10	0.8	0.8	99.2
No. 40	0.9	0.9	98.3
No. 100	6.8	6.8	91.5
No. 200	1.7	1.7	89.8
FONDO :	89.8	89.8	0.0
SUMATORIA	100.0	100.0	
ERROR :	0	Bien	

LIMITE LIQUIDO

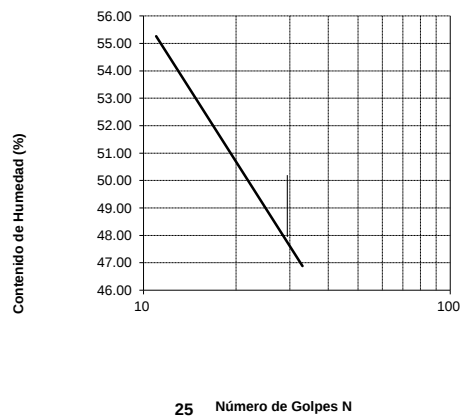
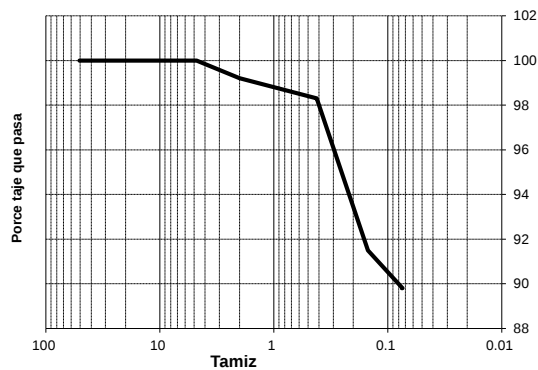
No. DE GOLPES	33	20	11
RECIPIENTE No.	71	35	55
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (grs)	38.75	41.84	44.06
PESO RECIP. + MAT. SECO (grs)	34.09	35.99	36.98
PESO DEL AGUA (grs)	4.66	5.85	7.08
PESO DEL RECIPIENTE (grs)	24.15	24.25	24.17
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	9.94	11.74	12.81
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	46.88	49.83	55.27

LIMITE PLASTICO

RECIPIENTE No.	120	150		
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (grs)	31.82	33.29		
PESO RECIP. + MAT. SECO (grs)	30.43	31.71		
PESO DEL AGUA (grs)	1.39	1.58		
PESO DEL RECIPIENTE (grs)	24.26	24.52		
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	6.17	7.19		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	22.53	21.97		

OBSERVACIONES	ARCILLA LIMOSA PARDAS OSCURA CON VETAS GRICES Y OXIDO
W= 20.6%	
W= 21.4%	
W=	
W=	
W=	

INDICE DE GRUPO	17
A.A.S.H.O.	A-7-6
U.S.C.	CL
LIMITE LIQUIDO	49
LIMITE PLASTICO	22
IND. PLASTICIDAD	27



JESUS ORLANDO FRAGOSO SARMIENTO
Ingeniero Civil

Diseño – Construcción – Geotecnia - Consultorías e Interventorías
Cartagena, Los Alpes Transv. 71 No. 30 h-16 – Cel. 3016663570

INFORME No.: JFS-004-2020

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN CANCHA DE FUTBOL

CLIENTE: ALCADIA MUNICIPAL PINILLOS

LOCALIZACION: CANCHA DE FUTBOL PINILLOS

SONDEO: S-1

MUESTRA No.: 3-4-5-6

PROFUNDIDAD: 2,00 - 5,00 m

ING. JEFE : JESUS O. FRAGOSO

FECHA: FEBRERO 2020

ANALISIS GRANULOMETRICO

P1= 100.00 grs		P2= 5.50 grs	
TAMIZ	PESO RET. (grs)	PORCENTAJE RET. (%)	PORCENTAJE PASA (%)
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
No. 4			
No. 10	0.7	0.7	99.3
No. 40	0.6	0.6	98.7
No. 100	3.2	3.2	95.5
No. 200	1.0	1.0	94.5
FONDO :	94.5	94.5	0.0
SUMATORIA	100.0	100.0	
ERROR :	0	Bien	

LIMITE LIQUIDO

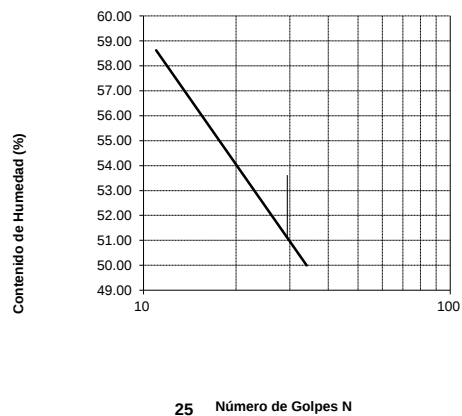
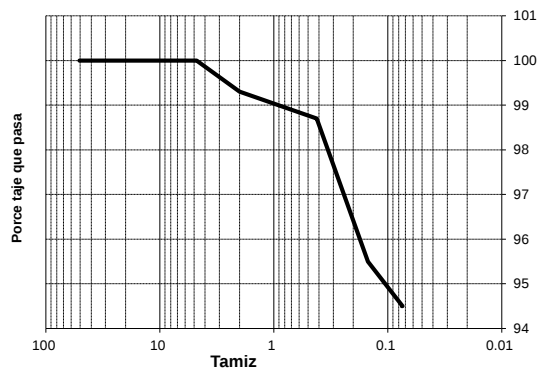
No. DE GOLPES	34	22	11
RECIPIENTE No.	55	70	81
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (grs)	38.70	42.51	44.44
PESO RECIP. + MAT. SECO (grs)	33.85	36.09	36.96
PESO DEL AGUA (grs)	4.85	6.42	7.48
PESO DEL RECIPIENTE (grs)	24.15	24.17	24.20
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	9.70	11.92	12.76
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	50.00	53.86	58.62

LIMITE PLASTICO

RECIPIENTE No.	120	155	
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (grs)	31.97	33.62	
PESO RECIP. + MAT. SECO (grs)	30.53	31.88	
PESO DEL AGUA (grs)	1.44	1.74	
PESO DEL RECIPIENTE (grs)	24.30	24.57	
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	6.23	7.31	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	23.11	23.80	

OBSERVACIONES	ARCILLA PARDA CLARA CON VETAS GRICES Y OXIDO
W= 22.3%	
W= 26.1%	
W= 31.9%	
W= 31.2%	
W=	

INDICE DE GRUPO	19
A.A.S.H.O.	A-7-6
U.S.C.	CH
LIMITE LIQUIDO	53
LIMITE PLASTICO	23
IND. PLASTICIDAD	30



JESUS ORLANDO FRAGOSO SARMIENTO
Ingeniero Civil

Diseño – Construcción – Geotecnia - Consultorías e Interventorías
Cartagena, Los Alpes Transv. 71 No. 30 h-16 – Cel. 3016663570

INFORME No.: JFS-004-2020

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN CANCHA DE FUTBOL

CLIENTE: ALCADIA MUNICIPAL PINILLOS

LOCALIZACION: CANCHA DE FUTBOL PINILLOS

SONDEO: S-1

MUESTRA No.: 7

PROFUNDIDAD: 5,50 - 6,00 m

ING. JEFE : JESUS O. FRAGOSO

FECHA: FEBRERO 2020

ANALISIS GRANULOMETRICO

P1= 100.00 grs		P2= 5.30 grs	
TAMIZ	PESO RET. (grs)	PORCENTAJE RET. (%)	PORCENTAJE PASA (%)
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
No. 4			
No. 10	0.4	0.4	99.6
No. 40	0.7	0.7	98.9
No. 100	3.2	3.2	95.7
No. 200	1.0	1.0	94.7
FONDO :	94.7	94.7	0.0
SUMATORIA	100.0	100.0	
ERROR :	0	Bien	

LIMITE LIQUIDO

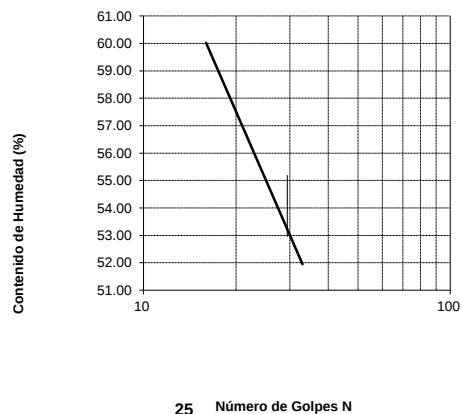
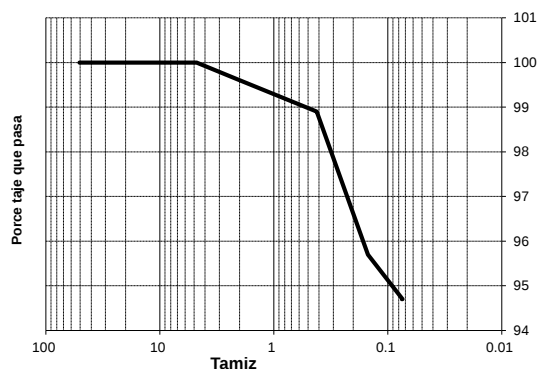
No. DE GOLPES	33	24	16
RECIPIENTE No.	11	18	60
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (grs)	38.46	42.45	44.53
PESO RECIP. + MAT. SECO (grs)	33.55	35.99	36.89
PESO DEL AGUA (grs)	4.91	6.46	7.64
PESO DEL RECIPIENTE (grs)	24.10	24.11	24.16
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	9.45	11.88	12.73
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	51.96	54.38	60.02

LIMITE PLASTICO

RECIPIENTE No.	130	151		
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (grs)	31.85	33.44		
PESO RECIP. + MAT. SECO (grs)	30.00	31.64		
PESO DEL AGUA (grs)	1.85	1.80		
PESO DEL RECIPIENTE (grs)	24.12	24.53		
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	5.88	7.11		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	31.46	25.32		

OBSERVACIONES	ARCILLA PARDA AMARILLENTA CON VETAS GRICES Y OXIDO
W=	29.3%
W=	
W=	
W=	
W=	

INDICE DE GRUPO	18
A.A.S.H.O.	A-7-6
U.S.C.	CH
LIMITE LIQUIDO	55
LIMITE PLASTICO	28
IND. PLASTICIDAD	27



JESUS ORLANDO FRAGOSO SARMIENTO
Ingeniero Civil

Diseño – Construcción – Geotecnia - Consultorías e Interventorías
Cartagena, Los Alpes Transv. 71 No. 30 h-16 – Cel. 3016663570

INFORME No.: JFS-004-2020

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN CANCHA DE FUTBOL

CLIENTE: ALCADIA MUNICIPAL PINILLOS

LOCALIZACION: CANCHA DE FUTBOL PINILLOS

SONDEO: S-2

MUESTRA No.: 1-2

PROFUNDIDAD: 0,50 - 1,50 m

ING. JEFE : JESUS O. FRAGOSO

FECHA: FEBRERO 2020

ANALISIS GRANULOMETRICO

P1= 100.00 grs		P2= 10.00 grs	
TAMIZ	PESO RET. (grs)	PORCENTAJE RET. (%)	PORCENTAJE PASA (%)
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
No. 4			
No. 10	0.7	0.7	99.3
No. 40	0.9	0.9	98.4
No. 100	6.9	6.9	91.5
No. 200	1.5	1.5	90.0
FONDO :	90.0	90.0	0.0
SUMATORIA	100.0	100.0	
ERROR :	0	Bien	

LIMITE LIQUIDO

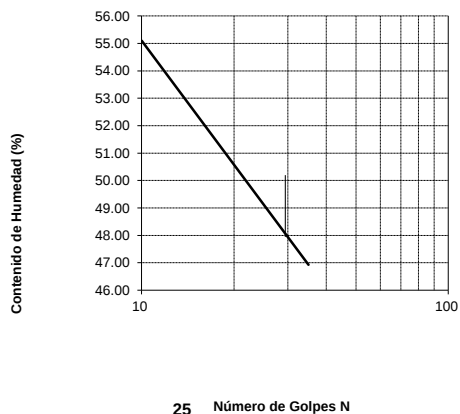
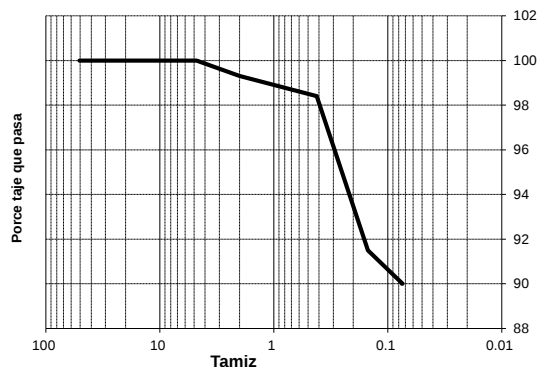
No. DE GOLPES	35	22	10
RECIPIENTE No.	18	37	56
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (grs)	38.77	41.85	44.07
PESO RECIP. + MAT. SECO (grs)	34.10	35.98	37.00
PESO DEL AGUA (grs)	4.67	5.87	7.07
PESO DEL RECIPIENTE (grs)	24.15	24.26	24.17
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	9.95	11.72	12.83
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	46.93	50.09	55.11

LIMITE PLASTICO

RECIPIENTE No.	111	150		
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (grs)	31.83	33.29		
PESO RECIP. + MAT. SECO (grs)	30.42	31.63		
PESO DEL AGUA (grs)	1.41	1.66		
PESO DEL RECIPIENTE (grs)	24.26	24.52		
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	6.16	7.11		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	22.89	23.35		

OBSERVACIONES	ARCILLA LIMOSA PARDAS OSCURA CON VETAS GRICES Y OXIDO
W= 20.7%	
W= 21.5%	
W=	
W=	
W=	

INDICE DE GRUPO	16
A.A.S.H.O.	A-7-6
U.S.C.	CL
LIMITE LIQUIDO	49
LIMITE PLASTICO	23
IND. PLASTICIDAD	26



JESUS ORLANDO FRAGOSO SARMIENTO
Ingeniero Civil

Diseño – Construcción – Geotecnia - Consultorías e Interventorías
Cartagena, Los Alpes Transv. 71 No. 30 h-16 – Cel. 3016663570

INFORME No.: JFS-004-2020

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN CANCHA DE FUTBOL

CLIENTE: ALCADIA MUNICIPAL PINILLOS

LOCALIZACION: CANCHA DE FUTBOL PINILLOS

SONDEO: S-2

MUESTRA No.: 3-4-5-6

PROFUNDIDAD: 2,00 - 5,00 m

ING. JEFE : JESUS O. FRAGOSO

FECHA: FEBRERO 2020

ANALISIS GRANULOMETRICO

P1= 100.00 grs		P2= 5.40 grs	
TAMIZ	PESO RET. (grs)	PORCENTAJE RET. (%)	PORCENTAJE PASA (%)
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
No. 4			
No. 10	0.6	0.6	99.4
No. 40	0.5	0.5	98.9
No. 100	3.3	3.3	95.6
No. 200	1.0	1.0	94.6
FONDO :	94.6	94.6	0.0
SUMATORIA	100.0	100.0	
ERROR :	0	Bien	

LIMITE LIQUIDO

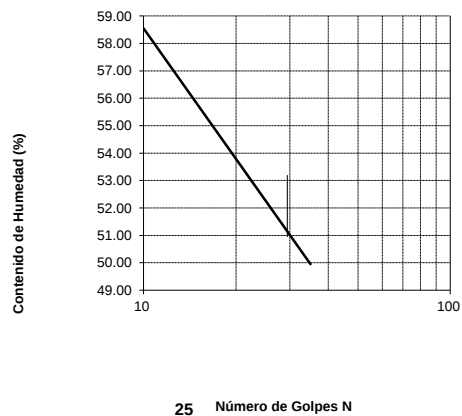
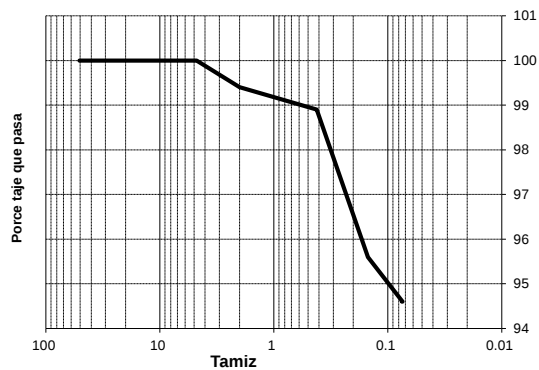
No. DE GOLPES	35	20	10
RECIPIENTE No.	54	69	82
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (grs)	38.71	42.53	44.45
PESO RECIP. + MAT. SECO (grs)	33.86	36.10	36.98
PESO DEL AGUA (grs)	4.85	6.43	7.47
PESO DEL RECIPIENTE (grs)	24.15	24.17	24.22
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	9.71	11.93	12.76
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	49.95	53.90	58.54

LIMITE PLASTICO

RECIPIENTE No.	130	156		
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (grs)	31.98	33.64		
PESO RECIP. + MAT. SECO (grs)	30.50	31.87		
PESO DEL AGUA (grs)	1.48	1.77		
PESO DEL RECIPIENTE (grs)	24.32	24.58		
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	6.18	7.29		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	23.95	24.28		

OBSERVACIONES	ARCILLA PARDA CLARA CON VETAS GRICES Y OXIDO
W= 22.3%	
W= 26.1%	
W= 31.9%	
W= 31.2%	
W=	

INDICE DE GRUPO	18
A.A.S.H.O.	A-7-6
U.S.C.	CH
LIMITE LIQUIDO	52
LIMITE PLASTICO	24
IND. PLASTICIDAD	28



JESUS ORLANDO FRAGOSO SARMIENTO
Ingeniero Civil

Diseño – Construcción – Geotecnia - Consultorías e Interventorías
Cartagena, Los Alpes Transv. 71 No. 30 h-16 – Cel. 3016663570

INFORME No.: JFS-004-2020

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN CANCHA DE FUTBOL

CLIENTE: ALCADIA MUNICIPAL PINILLOS

LOCALIZACION: CANCHA DE FUTBOL PINILLOS

SONDEO: S-2

MUESTRA No.: 7

PROFUNDIDAD: 5,50 - 6,00 m

ING. JEFE : JESUS O. FRAGOSO

FECHA: FEBRERO 2020

ANALISIS GRANULOMETRICO

P1= 100.00 grs		P2= 5.10 grs	
TAMIZ	PESO RET. (grs)	PORCENTAJE RET. (%)	PORCENTAJE PASA (%)
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
No. 4			
No. 10	0.3	0.3	99.7
No. 40	0.6	0.6	99.1
No. 100	3.2	3.2	95.9
No. 200	1.0	1.0	94.9
FONDO :	94.9	94.9	0.0
SUMATORIA	100.0	100.0	
ERROR :	0	Bien	

LIMITE LIQUIDO

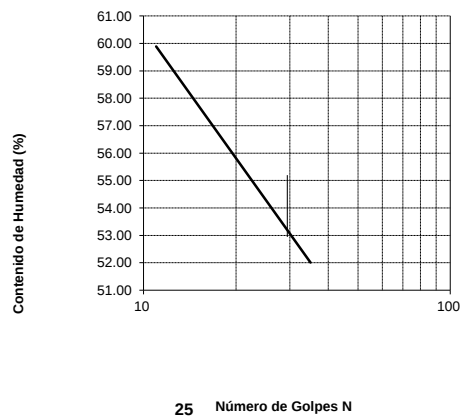
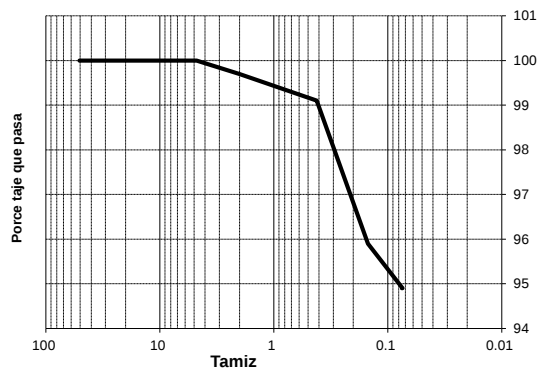
No. DE GOLPES	35	24	11
RECIPIENTE No.	1	15	63
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (grs)	38.48	42.47	44.53
PESO RECIP. + MAT. SECO (grs)	33.56	36.00	36.90
PESO DEL AGUA (grs)	4.92	6.47	7.63
PESO DEL RECIPIENTE (grs)	24.10	24.12	24.16
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	9.46	11.88	12.74
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	52.01	54.46	59.89

LIMITE PLASTICO

RECIPIENTE No.	120	151		
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (grs)	31.88	33.44		
PESO RECIP. + MAT. SECO (grs)	30.33	31.64		
PESO DEL AGUA (grs)	1.55	1.80		
PESO DEL RECIPIENTE (grs)	24.12	24.53		
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	6.21	7.11		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	24.96	25.32		

OBSERVACIONES	ARCILLA PARDA AMARILLENTA CON VETAS GRICES Y OXIDO
W=	29.3%
W=	
W=	
W=	
W=	

INDICE DE GRUPO	18
A.A.S.H.O.	A-7-6
U.S.C.	CH
LIMITE LIQUIDO	54
LIMITE PLASTICO	25
IND. PLASTICIDAD	29



JESUS ORLANDO FRAGOSO SARMIENTO
Ingeniero Civil

Diseño – Construcción – Geotecnia - Consultorías e Interventorías
Cartagena, Los Alpes Transv. 71 No. 30 h-16 – Cel. 3016663570

INFORME No.: JFS-004-2020

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN CANCHA DE FUTBOL

CLIENTE: ALCADIA MUNICIPAL PINILLOS

LOCALIZACION: CANCHA DE FUTBOL PINILLOS

SONDEO: S-3

MUESTRA No.: 1-2-3-4

PROFUNDIDAD: 0,50 - 300 m

ING. JEFE : JESUS O. FRAGOSO

FECHA: FEBRERO 2020

ANALISIS GRANULOMETRICO

P1= 100.00 grs		P2= 6.70 grs	
TAMIZ	PESO RET. (grs)	PORCENTAJE RET. (%)	PORCENTAJE PASA (%)
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
No. 4			
No. 10	0.4	0.4	99.6
No. 40	0.5	0.5	99.1
No. 100	4.8	4.8	94.3
No. 200	1.0	1.0	93.3
FONDO :	93.3	93.3	0.0
SUMATORIA	100.0	100.0	
ERROR :	0	Bien	

LIMITE LIQUIDO

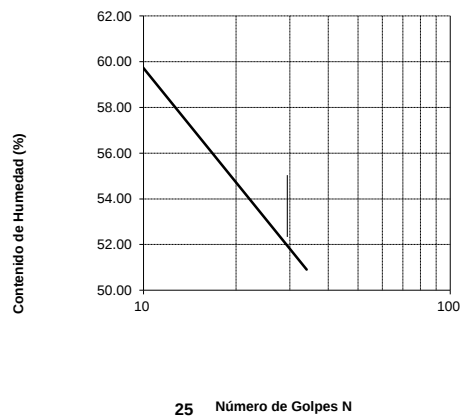
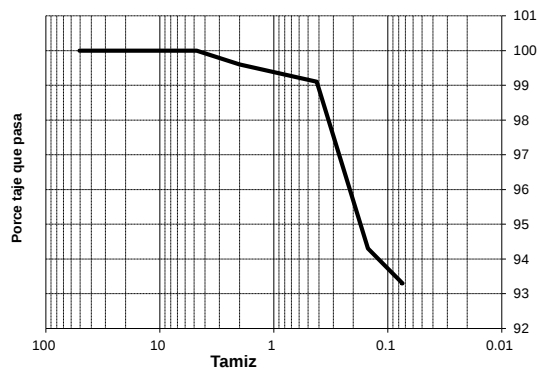
No. DE GOLPES	34	21	9
RECIPIENTE No.	11	76	89
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (grs)	39.03	42.29	45.21
PESO RECIP. + MAT. SECO (grs)	34.00	35.90	37.30
PESO DEL AGUA (grs)	5.03	6.39	7.91
PESO DEL RECIPIENTE (grs)	24.12	24.18	24.22
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	9.88	11.72	13.08
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	50.91	54.52	60.47

LIMITE PLASTICO

RECIPIENTE No.	136	155		
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (grs)	31.91	33.31		
PESO RECIP. + MAT. SECO (grs)	30.45	31.60		
PESO DEL AGUA (grs)	1.46	1.71		
PESO DEL RECIPIENTE (grs)	24.35	24.57		
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	6.10	7.03		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	23.93	24.32		

OBSERVACIONES	ARCILLA PARDA OSCURA CON VETAS DE OXIDO
W= 34.3%	
W= 35.7%	
W= 32.6%	
W= 35.6%	
W=	

INDICE DE GRUPO	18
A.A.S.H.O.	A-7-6
U.S.C.	CH
LIMITE LIQUIDO	53
LIMITE PLASTICO	24
IND. PLASTICIDAD	29



JESUS ORLANDO FRAGOSO SARMIENTO
Ingeniero Civil

Diseño – Construcción – Geotecnia - Consultorías e Interventorías
Cartagena, Los Alpes Transv. 71 No. 30 h-16 – Cel. 3016663570

INFORME No.: JFS-004-2020

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN CANCHA DE FUTBOL

CLIENTE: ALCADIA MUNICIPAL PINILLOS

LOCALIZACION: CANCHA DE FUTBOL PINILLOS

SONDEO: S-3

MUESTRA No.: 5

PROFUNDIDAD: 3,50 - 400 m

ING. JEFE : JESUS O. FRAGOSO

FECHA: FEBRERO 2020

ANALISIS GRANULOMETRICO

P1= 100.00 grs		P2= 7.30 grs	
TAMIZ	PESO RET. (grs)	PORCENTAJE RET. (%)	PORCENTAJE PASA (%)
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
No. 4			
No. 10	0.6	0.6	99.4
No. 40	0.7	0.7	98.7
No. 100	5.0	5.0	93.7
No. 200	1.0	1.0	92.7
FONDO :	92.7	92.7	0.0
SUMATORIA	100.0	100.0	
ERROR :	0	Bien	

LIMITE LIQUIDO

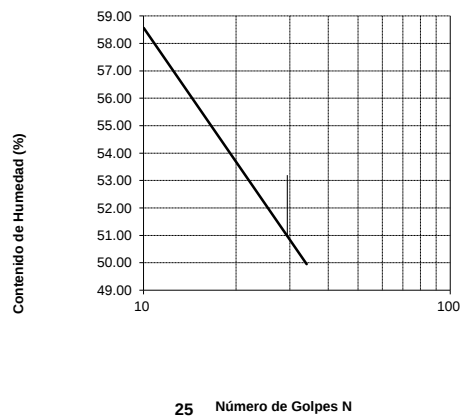
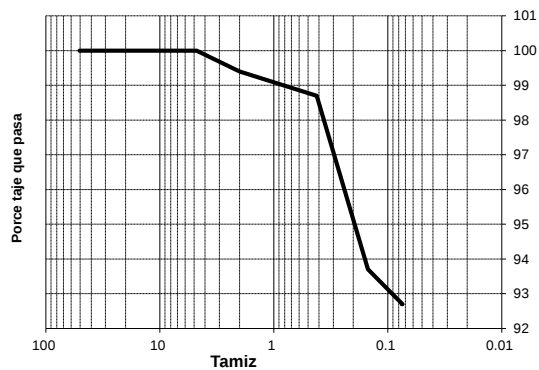
No. DE GOLPES	34	23	10
RECIPIENTE No.	11	54	79
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (grs)	38.98	42.56	44.72
PESO RECIP. + MAT. SECO (grs)	34.03	36.20	37.13
PESO DEL AGUA (grs)	4.95	6.36	7.59
PESO DEL RECIPIENTE (grs)	24.12	24.15	24.17
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	9.91	12.05	12.96
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	49.95	52.78	58.56

LIMITE PLASTICO

RECIPIENTE No.	124	147		
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (grs)	31.94	33.58		
PESO RECIP. + MAT. SECO (grs)	30.46	31.80		
PESO DEL AGUA (grs)	1.48	1.78		
PESO DEL RECIPIENTE (grs)	24.26	24.45		
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	6.20	7.35		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	23.87	24.22		

OBSERVACIONES	ARCILLA PARDA CLARA CON VETAS GICES Y OXIDO
W=	35.8%
W=	
W=	
W=	
W=	

INDICE DE GRUPO	18
A.A.S.H.O.	A-7-6
U.S.C.	CH
LIMITE LIQUIDO	52
LIMITE PLASTICO	24
IND. PLASTICIDAD	28



JESUS ORLANDO FRAGOSO SARMIENTO
Ingeniero Civil

Diseño – Construcción – Geotecnia - Consultorías e Interventorías
Cartagena, Los Alpes Transv. 71 No. 30 h-16 – Cel. 3016663570

INFORME No.: JFS-004-2020

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN CANCHA DE FUTBOL

CLIENTE: ALCADIA MUNICIPAL PINILLOS

LOCALIZACION: CANCHA DE FUTBOL PINILLOS

SONDEO: S-3

MUESTRA No.: 6-7

PROFUNDIDAD: 4,50 - 600 m

ING. JEFE : JESUS O. FRAGOSO

FECHA: FEBRERO 2020

ANALISIS GRANULOMETRICO

P1= 100.00 grs		P2= 3.90 grs	
TAMIZ	PESO RET. (grs)	PORCENTAJE RET. (%)	PORCENTAJE PASA (%)
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
No. 4			
No. 10	0.3	0.3	99.7
No. 40	0.8	0.8	98.9
No. 100	1.8	1.8	97.1
No. 200	1.0	1.0	96.1
FONDO :	96.1	96.1	0.0
SUMATORIA	100.0	100.0	
ERROR :	0	Bien	

LIMITE LIQUIDO

No. DE GOLPES	35	24	9
RECIPIENTE No.	101	31	79
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (grs)	38.98	42.56	44.00
PESO RECIP. + MAT. SECO (grs)	33.73	36.00	36.89
PESO DEL AGUA (grs)	5.25	6.56	7.11
PESO DEL RECIPIENTE (grs)	24.10	24.25	24.27
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	9.63	11.75	12.62
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	54.52	55.83	56.34

LIMITE PLASTICO

RECIPIENTE No.	129	148		
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (grs)	32.07	33.49		
PESO RECIP. + MAT. SECO (grs)	30.60	31.89		
PESO DEL AGUA (grs)	1.47	1.60		
PESO DEL RECIPIENTE (grs)	24.34	24.47		
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	6.26	7.42		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	23.48	21.56		

OBSERVACIONES	ARCILLA GRIS OSCURA CON VETAS DE OXIDO Y RASTROS ARENA
W=	39.3%
W=	37.9%
W=	
W=	
W=	

INDICE DE GRUPO	20
A.A.S.H.O.	A-7-6
U.S.C.	CH
LIMITE LIQUIDO	55
LIMITE PLASTICO	23
IND. PLASTICIDAD	32

