INFORME DE ESTUDIO DE SUELOS

PROYECTO: MEJORAS GOBERNACION DE BOLIVAR

CONTRATANTE: CONSORCIO EYD INFRAESTRUCTURA SOCIAL



CARRETERA TRONCAL DE OCCIDENTE VIA A TURBACO DPTO DE BOLIVAR

CARTAGENA DE INDIAS, 22 MAYO DE 2025

TABLA DE CONTENIDO

1. GENERALIDADES 8
1.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 8
1.2. OBJETIVO DEL ESTUDIO 8
1.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO 9

2. INFORMACIÓN PREVIA 10
2.1. GEOLOGÍA Y MORFOLOGÍA 11
2.2. CLIMA 12

3. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA 14
3.1. ENSAYOS DE CAMPO 18
3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO 18

4. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL SUBSUELO 21
4.1. NIVEL FREÁTICO 21

5. CARACTERÍSTICAS ESPECIALES DEL SUELO 22
5.1. POTENCIAL DE EXPANSIÓN DE LOS SUELOS 22
5.2. SUELOS DISPERSIVOS 23
5.3. CUERPOS DE AGUA CERCANOS Y VEGETACIÓN 23

6. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE DISEÑO 24
7. RECOMENDACIONES 25
7.1 ACCESO PRINCIPAL, PARQUEADEROS, CUARTO DE BASURA Y CUBIERTA DE CANCHA DEPORTIVA 25
7.2 ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RIGIDO A NUEVO ACCESO DE PARQUEADEROS 26
7.3 CANCHA DEPORTIVA 31

ANEXOS

1. REGISTROS DE PERFORACIONES
2. ENSAYOS DE LABORATORIO

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización áreas del Proyecto 8
Ilustración 2. Esquema de localizacion mejoras Gobernación 9
Ilustración 3. Geología de la zona en estudio 12
Ilustración 4. Esquema de equipo usado para la exploración 14
Ilustración 5. Distribución de sondeos en zonas estudiadas 15
Ilustración 6. Escarificación después de extensión de cal. 27
Ilustración 7. Adición de agua después la aplicación de cal seca 27
Ilustración 8. Compactadores “Pata de cabra” (arriba) y “de almohadillas” (abajo) 28
Ilustración 9. Compactador de rodo liso. 29

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Localización de Sondeos mejoras Gobernacion de Bolivar 15
Tabla 2. Resumen de resultados – Sondeo 1.....18
Tabla 3. Resumen de resultados – Sondeo 2.....19
Tabla 4. Resumen de resultados – Sondeo 3.....19
Tabla 5. Resumen de resultados – Sondeo 4.....19
Tabla 6. Resumen de resultados – Sondeo 5.....19
Tabla 7. Resumen de resultados – Sondeo 6.....20
Tabla 8. Resumen de resultados – Sondeo 7.....20
Tabla 9. Resumen de resultados – Sondeo 8.....20
Tabla 10. Clasificación de Suelos expansivos - Tomado de NSR-10 22
Tabla 11. Clasificación de la expansividad materiales arcillosos encontrados.....22
Tabla 12. Parámetros Geotécnicos de Diseño 24

LISTA DE FOTOS

Foto 1. Panorámica área de acceso princpal y basura.....10
Foto 2. Panorámica área de construcción via nuevo acceso a parqueaderos 10
Foto 3. Panorámica área de construcción via nuevo acceso a parqueaderos 10
Foto 4. Panorámica área de construcción nuevo acceso a parqueaderos.....10
Foto 5. Panorámica área de construcción 11
Foto 6. Panorámica área de construcción cancha deportiva 11
Foto 7. Sondeo 1.....16
Foto 8. Sondeo 2.....16
Foto 9. Sondeo 3.....16
Foto 10. Sondeo 4.....16
Foto 11. Sondeo 5.....17
Foto 12. Sondeo 6.....17
Foto 13. Sondeo 7.....17
Foto 14. Sondeo 8.....17

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Climograma Barú. Fuente: climate-data.org.....**¡Error! Marcador no definido.**

1. GENERALIDADES

1.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto está ubicado en la Gobernación de Bolivar, en la carretera troncal de occidente, en las inmediaciones del cementerio Jardines de Paz, vía Turbaco; al Sur occidente de la ciudad de Cartagena. Ver la siguiente ilustración:



Ilustración 1. Localización áreas del Proyecto

1.2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

Realizar una exploración del subsuelo que permita establecer los parámetros geotécnicos necesarios para llevar a cabo el diseño y la construcción de mejoras en las instalaciones Gobernación de Bolivar.

De igual forma es objetivo del presente estudio entregar las recomendaciones geotécnicas asociadas a la construcción de: Cimentaciones de caseta de acceso principal y basura, cimentaciones a caseta de nuevo acceso a parqueaderos, estructura de pavimento rígido a via de nuevo a cceso a parqueaderos, cimentaciones cuarto de basura y estructura de piso y cimentaciones a cancha deportiva cubierta.

1.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la construcción de la caseta de acceso principal y basura, cimentaciones a caseta de nuevo acceso a parqueaderos, estructura de pavimento rígido a via de nuevo acceso a parqueaderos, cuarto de basura y cancha deportiva cubierta., tal como se observa en las enmarcaciones de color azul en el esquema a continuación:



Ilustración 2. Esquema de localizacion mejoras Gobernación

2. INFORMACIÓN PREVIA

Para el desarrollo del presente estudio se realizó una visita de inspección y reconocimiento con el fin de conocer las características del sitio, ubicado en la vía a turbaco, especificamante en las instalaciones de la Gobernación del Departamento de Bolivar.



Foto 1. Panorámica área de acceso princpal y basura



Foto 2. Panorámica área de construcción via nuevo acceso a parqueaderos



Foto 3. Panorámica área de construcción via nuevo acceso a parqueaderos



Foto 4. Panorámica área de construcción nuevo acceso a parqueaderos



Foto 5. Panorámica área de construcción cuarto de basura



Foto 6. Panorámica área de construcción cancha deportiva

Las áreas en estudio se ubican en las instalaciones de la Gobernación de Bolivar . Se trata de zonas relativamente planas con la excepción de la nueva via de acceso a parqueaderos y no se observan diferencias de nivel considerables entre las áreas de estudio, los predios vecinos y vías existentes.

De lo anterior, las actividades a realizar para la construcción de las nuevas estructuras deberán llevarse a cabo de acuerdo con las recomendaciones geotécnicas que señale éste informe.

2.1. GEOLOGÍA Y MORFOLOGÍA

La Gobernación de Bolívar se ubica en una zona de piedemonte, caracterizada por ser áreas intermedias entre relieves ondulados y montañosos y la zona de planicies de inundación; por lo que su morfología es plana ligeramente inclinada.

De acuerdo con la plancha 29-30 Arjona, en la geología en la zona del proyecto se identifica la influencia, de manera predominante, de la formación Bayunca y también de depósitos recientes, particularmente los coluvio-aluviales. Ver la siguiente ilustración, que muestra un fragmento de la plancha mencionada:

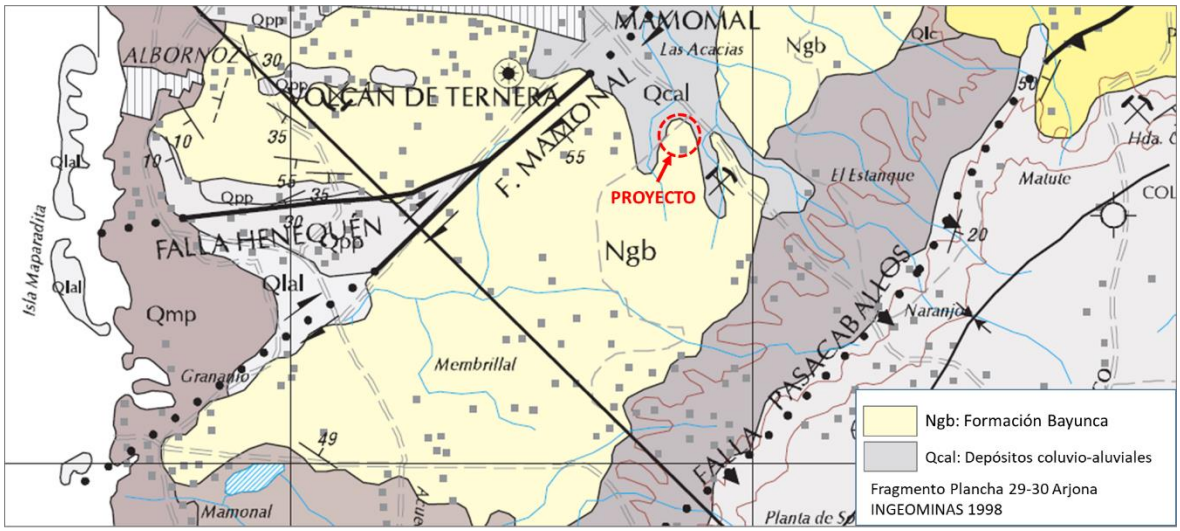


Ilustración 3. Geología de la zona en estudio

La formación Bayunca está representada por una secuencia de lodolitas gris oscuras, claras y negras, con niveles de oxidación de color amarillo, en capas delgadas y medias, laminación interna ondulosa discontinua. Son frecuentes las lodolitas moteadas bioturbadas; la secuencia presenta intercalaciones de limolitas grises pasando a pardas. Por su parte, los depósitos coluvio-aluviales agrupan la sedimentación reciente y actual, y la generada por coluviones igualmente recientes, relacionados con arroyos y con los piedemontes. Están constituidos por cantos, bloques, arenas y arcillas, mezclados a gradados, y cubren a las unidades rocosas y a los depósitos cuaternarios más antiguos.

2.2. CLIMA

El clima en la ciudad de Cartagena es cálido – seco.

El promedio de lluvia durante el año es de 1008 mm. La temporada seca se extiende de diciembre a abril.

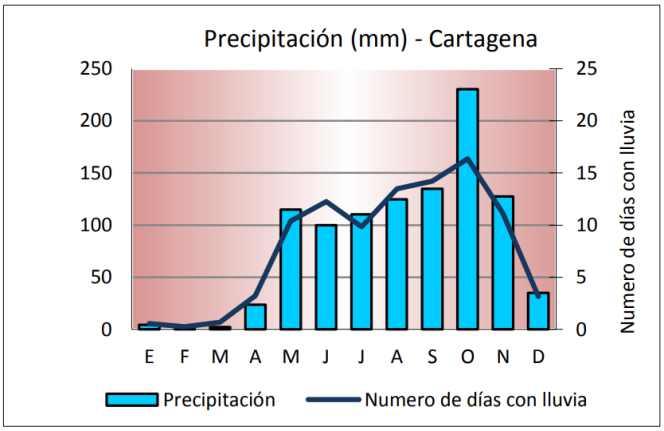


Figura 1. Histograma de precipitaciones Cartagena. Fuente: IDEAM

En estos meses llueve menos de 5 días al mes. En los meses de mayo a noviembre las lluvias son más frecuentes y en promedio llueve entre 10 y 15 días por mes. El mes más lluvioso es octubre, cuando llueve alrededor de 16 días y el volumen caído es mucho mayor a los demás meses.

3. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

Para la elaboración de este estudio, una comisión de exploración llevó a cabo un total de 8 sondeos entre los dias 24 y 26 del mes de abril de 2025.

Los sondeos alcanzaron profundidades de 6.00 metros medidos desde la superficie actual.

La exploración se realizó con la ayuda de un trípode mediante sistema de percusión y lavado, para avance en la profundidad determinada y la respectiva recuperación de muestras a lo largo de la perforación para posterior ensayo de laboratorio.

El trípode es dotado de un sistema de polea superior y un motor para descenso e hincado de tuberías y toma muestra. Ver la siguiente ilustración:

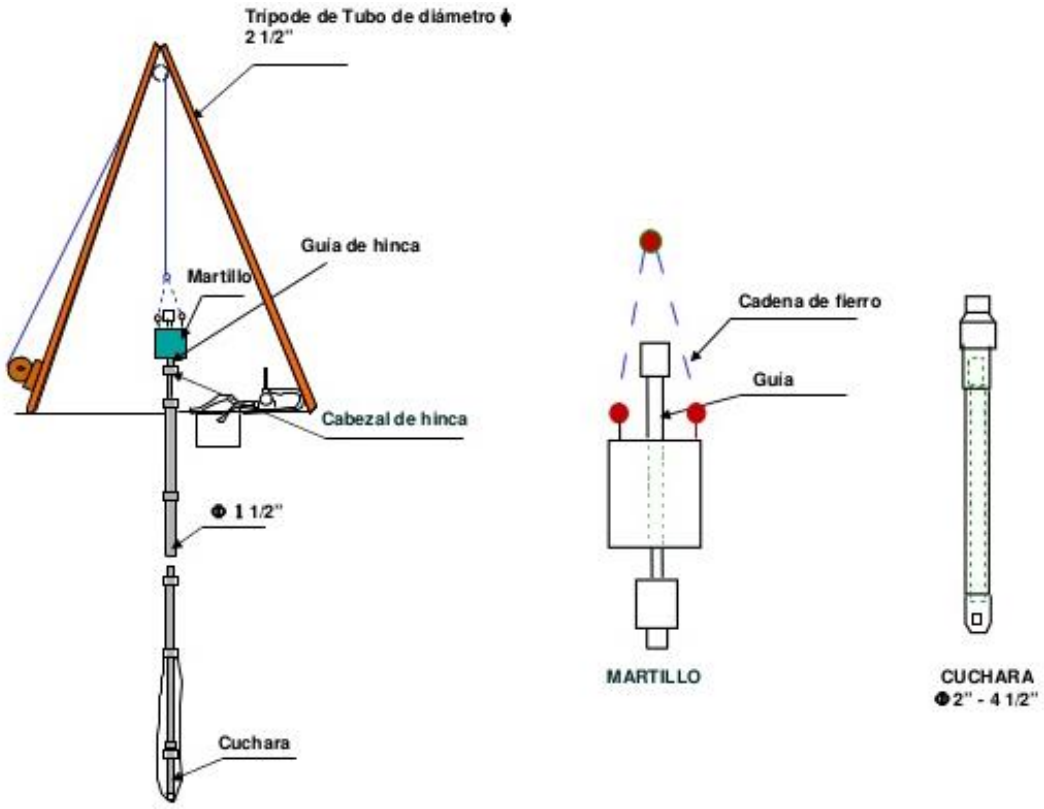


Ilustración 4. Esquema de equipo usado para la exploración

El perforador registra el número de golpes del ensayo SPT y en el mismo registro informa la profundidad a la que se realiza el ensayo, la toma de muestra y lavado durante la perforación.

Para todos los sondeos se recuperaron muestras con tubo partido (alteradas) según se indica en los registros de perforación.

A continuación se presenta una ilustración con la distribución de los sondeos en las áreas en estudio y una tabla que resume la información de localización, profundidad y número de muestras recuperadas en cada sondeo:

Tabla 1. Localización de Sondeos mejoras Gobernacion de Bolivar

SONDEO	LATITUD	LONGITUD	PROFUNDIDAD (METROS)	CANTIDAD DE MUESTRAS
S1	10°21'59.00"N	75°27'4.12"O	6	5
S2	10°21'58.49"N	75°27'3.69"O	6	4
S3	10°21'56.85"N	75°27'2.42"O	6	5
S4	10°21'56.46"N	75°27'2.18"O	6	5
S5	10°21'59.77"N	75°27'6.18"O	6	5
S6	10°30'6.68"N	10°30'6.68"N	6	5
S7	10°21'57.27"N	75°27'7.95"O	6	5
S8	10°21'56.70"N	75°27'8.17"O	6	5



Ilustración 5. Distribución de sondeos en zonas estudiadas

Los registros de perforación de los sondeos realizados, se encuentran en el Anexo 1 del presente informe.

A continuación se presenta un registro fotográfico del trabajo de campo realizado:



Foto 7. Sondeo 1



Foto 8. Sondeo 2



Foto 9. Sondeo 3



Foto 10. Sondeo 4



Foto 11. Sondeo 5

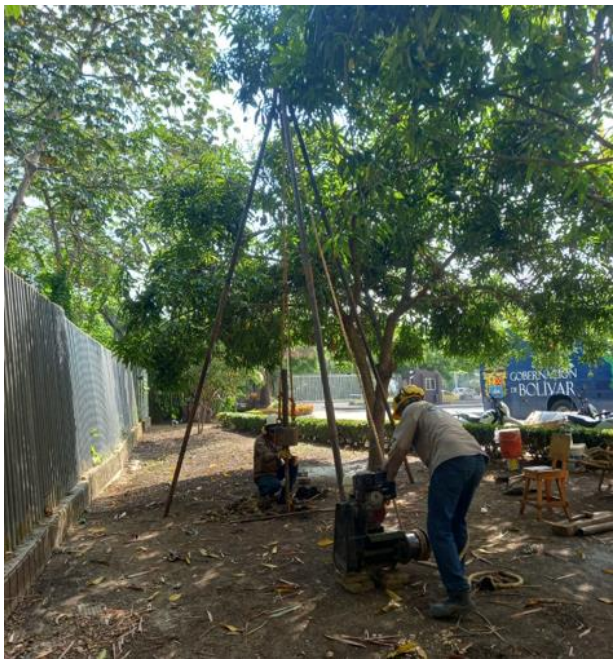


Foto 12. Sondeo 6



Foto 13. Sondeo 7



Foto 14. Sondeo 8

3.1. ENSAYOS DE CAMPO

Como se indicó anteriormente, los sondeos fueron realizados mediante sistema de percusión con recuperación de muestras; aplicando el ensayo de penetración estándar, SPT por sus siglas en inglés (norma ASTM 1586), que se constituye como el ensayo o prueba más utilizado en el mundo cuando se quiere realizar un reconocimiento geotécnico.

Consiste en contar el número de golpes necesarios para que se introduzca a una determinada profundidad un toma muestra (cilíndrico y hueco), que permite recuperar una muestra de suelo naturalmente alterado. La hinca del toma muestra se hace usando una masa de 140 Libras que se deja caer a una distancia de 30 pulgadas. El número de golpes requerido para que el toma muestra penetre las últimas 12 pulgadas se registra como el valor de la resistencia a la penetración estándar (N). Estos valores están indicados en los registros de perforaciones a las profundidades respectivas (Ver Anexo 1).

3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestras recuperadas se almacenan de manera que puedan conservar su humedad. Los ensayos de laboratorio se realizan luego de la inspección y reconocimiento de las muestras por parte del Ingeniero de suelos, quien indica el tipo de ensayo a practicar a determinada muestra.

Los registros de los resultados se incluyen en el Anexo No. 2 del presente informe.

Las siguientes tablas presentan, de manera resumida, los parámetros de suelo obtenidos de los ensayos de laboratorio realizados.

Tabla 2. Resumen de resultados – Sondeo 1

Sondeo	Muestra No	Profundidad (m)	w (%)	Límites de Consistencia			Granulometría	Clasificación	Resistencia al cortante
				LL (%)	LP (%)	IP (%)	No.200 (%Pasa)	USCS	Penetrómetro de bolsillo (Kg/cm^2)
1	1	1.00 - 1.45	14	30	18	12	33.47	SC	
1	2	1.45 - 1.90	28						1.50
1	3	2.55 - 3.00	31	61	27	34	82.35	CH	2.00
1	4	4.05 - 4.50	35	64	28	36	84.51	CH	3.00
1	5	5.55 - 6.00	28						4.00

Tabla 3. Resumen de resultados – Sondeo 2

Sondeo	Muestra No	Profundidad (m)	w (%)	Límites de Consistencia			Granulometría	Clasificación	Resistencia al cortante
				LL (%)	LP (%)	IP (%)	No.200 (%Pasa)	USCS	Penetrómetro de bolsillo (Kg/cm^2)
2	1	1.00 - 1.45	15	28	18	10	39.44	SC	
2	2	1.45 - 1.90	42						1.50
2	3	2.55 - 3.00	26	64	28	36	72.97	CH	2.50
2	4	4.05 - 4.50	27						2.50

Tabla 4. Resumen de resultados – Sondeo 3

Sondeo	Muestra No	Profundidad (m)	w (%)	Límites de Consistencia			Granulometría	Clasificación	Resistencia al cortante
				LL (%)	LP (%)	IP (%)	No.200 (%Pasa)	USCS	Penetrómetro de bolsillo (Kg/cm^2)
3	1	1.00 - 1.45	39	65	27	38	90.36	CH	2.50
3	2	1.45 - 1.90	43						3.00
3	3	2.55 - 3.00	42						3.00
3	4	4.05 - 4.50	44	66	28	38	94.69	CH	3.00
3	5	5.55 - 6.00	45						3.00

Tabla 5. Resumen de resultados – Sondeo 4

Sondeo	Muestra No	Profundidad (m)	w (%)	Límites de Consistencia			Granulometría	Clasificación	Resistencia al cortante
				LL (%)	LP (%)	IP (%)	No.200 (%Pasa)	USCS	Penetrómetro de bolsillo (Kg/cm^2)
4	1	1.00 - 1.45	42						2.25
4	2	1.45 - 1.90	42	65	28	37	94.81	CH	2.50
4	3	2.55 - 3.00	42						3.00
4	4	4.05 - 4.50	42	67	29	38	92.94	CH	3.00
4	5	5.55 - 6.00	46						3.00

Tabla 6. Resumen de resultados – Sondeo 5

Sondeo	Muestra No	Profundidad (m)	w (%)	Límites de Consistencia			Granulometría	Clasificación	Resistencia al cortante
				LL (%)	LP (%)	IP (%)	No.200 (%Pasa)	USCS	Penetrómetro de bolsillo (Kg/cm^2)
5	1	0.50 - 1.40	30						2.50
5	2	1.40 - 1.85	38	64	26	38	86.94	CH	2.25
5	3	2.55 - 3.00	43						0.50
5	4	4.05 - 4.50	32						2.25
5	5	5.55 - 6.00	18	67	27	40	82.36	CH	>4.50

Tabla 7. Resumen de resultados – Sondeo 6

Sondeo	Muestra No	Profundidad (m)	w (%)	Límites de Consistencia			Granulometría	Clasificación	Resistencia al cortante
				LL (%)	LP (%)	IP (%)	No.200 (%Pasa)	USCS	Penetrómetro de bolsillo (Kg/cm^2)
6	1	1.00 - 1.45	22						2.50
6	2	1.45 - 1.90	22	62	28	34	78.92	CH-MH	2.50
6	3	2.55 - 3.00	41						1.00
6	4	4.05 - 4.50	34						1.50
6	5	5.55 - 6.00	28	68	25	43	93.48	CH	2.00

Tabla 8. Resumen de resultados – Sondeo 7

Sondeo	Muestra No	Profundidad (m)	w (%)	Límites de Consistencia			Granulometría	Clasificación	Resistencia al cortante
				LL (%)	LP (%)	IP (%)	No.200 (%Pasa)	USCS	Penetrómetro de bolsillo (Kg/cm^2)
7	1	1.00 - 1.45	23						2.50
7	2	1.45 - 1.90	23	61	28	33	98.23	CH-MH	3.25
7	3	2.55 - 3.00	23						3.25
7	4	4.05 - 4.50	23	67	28	39	86.28	CH	2.25
7	5	5.55 - 6.00	24						2.50

Tabla 9. Resumen de resultados – Sondeo 8

Sondeo	Muestra No	Profundidad (m)	w (%)	Límites de Consistencia			Granulometría	Clasificación	Resistencia al cortante
				LL (%)	LP (%)	IP (%)	No.200 (%Pasa)	USCS	Penetrómetro de bolsillo (Kg/cm^2)
8	1	1.00 - 1.45	22	65	27	38	96.42	CH	4.00
8	2	1.45 - 1.90	22						4.50
8	3	2.55 - 3.00	23						3.00
8	4	4.05 - 4.50	24						2.50
8	5	5.55 - 6.00	23	66	27	39	78.54	CH	3.25

4. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL SUBSUELO

De acuerdo con los resultados de la exploración de campo y el trabajo realizado en el laboratorio, es posible determinar un perfil general de los suelos encontrados y sus respectivas propiedades geomecánicas.

Los estratos que componen el perfil en terminos generales y sus propiedades se describen a continuación:

Estrato 1. Se encontró desde la superficie del terreno, con un espesor de 1.00 metros, conformado por rellenos de zahorra en algunas zonas y arcilla en otras.

Estrato 2. Se encontró entre 1.0 y 6.00 metros de profundidad. Está conformado por una arcilla de color pardo y consistencia media a dura; con número de golpes por pie según ensayo de penetración estándar entre 10 y 39; con valores de cohesión que varían entre 0.75 y 1.50 Kg/cm^2, con la excepción del sondeo 5 donde se encontraron rellenos de arcillas hasta 3.00 metros con valores de cohesión de hasta 0.25 Kg/cm^2 . Se registran valores de índice de plasticidad que varían entre 33% y 43%.

4.1. NIVEL FREÁTICO

El nivel freático no se detectó a lo largo de la exploración realizada, con la excepción del sondeo 6, que aparace a los 5.0 metros de profundidad.

5. CARACTERÍSTICAS ESPECIALES DEL SUELO

5.1. POTENCIAL DE EXPANSIÓN DE LOS SUELOS

Para la identificación del potencial de expansividad de los materiales encontrados en la zona, se usaron las propiedades índice (límite líquido e índice de plasticidad) en concordancia con la tabla H.9.1-1 de la NSR-10.

Tabla 10. Clasificación de Suelos expansivos - Tomado de NSR-10

Tabla H.9.1-1
Clasificación de suelos expansivos

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm^2	Límite líquido LL , en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de plasticidad, IP , en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (μ)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
Muy alto	> 30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 – 30	50 – 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 –20	39 – 50	8 – 18	12 –34	12 – 27	50 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

A continuación se presenta una tabla con la información de las propiedades índice de los materiales encontrados con el fin de realizar un análisis del potencial de expansión de los suelos en la zona de estudio:

Tabla 11. Clasificación de la expansividad materiales arcillosos encontrados

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	LL (%)	IP (%)	CLASIFICACIÓN
5	0.95 - 1.40	64	38	MUY ALTO
3	1.00 - 1.45	65	38	MUY ALTO
8	1.00 - 1.45	65	38	MUY ALTO
4	1.45 - 1.90	65	37	MUY ALTO
6	1.45 - 1.90	62	34	ALTO
7	1.45 - 1.90	61	33	ALTO
1	2.55 - 3.00	61	34	ALTO
2	2.55 - 3.00	64	36	MUY ALTO
1	4.05 - 4.50	64	36	MUY ALTO
3	4.05 - 4.50	66	38	MUY ALTO
4	4.05 - 4.50	67	38	MUY ALTO
7	4.05 - 4.50	67	39	MUY ALTO
5	5.55 - 6.00	67	40	MUY ALTO
6	5.55 - 6.00	68	43	MUY ALTO
8	5.55 - 6.00	67	40	MUY ALTO

Se identifica un alto potencial de expansión para los materiales encontrados; por lo que es posible que se presenten cambios volumétricos en el evento que existan variaciones estacionales de la humedad, representadas en filtraciones de agua desde la superficie hacia los estratos arcillosos.

De lo anterior, es necesario seguir las recomendaciones que se indiquen en el presente informe.

5.2. SUELOS DISPERSIVOS

El reconocimiento realizado en campo no muestra indicios que revelen dispersión en la superficie, como lo son grietas; erosión y formación de cárcavas.

5.3. CUERPOS DE AGUA CERCANOS Y VEGETACIÓN

No se observan cuerpos de agua ni vegetación en el área de desarrollo del proyecto que pueda afectar el drenaje de la zona.

6. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE DISEÑO

De acuerdo con los sondeos realizados, las muestras recuperdas durante de la exploración del subsuelo y los ensayos de laboratorio realizados a las muestras extraídas, a continuación, se presentan los parámetros del subsuelo para diseños y/o recomendaciones geotécnicas:

Tabla 12. Parámetros Geotécnicos de Diseño

Profundidad (m)	γ (ton/m^3)	N (spt)	C_u (kg/cm^2)
0.00 – 0.15/1.00	-	-	-
0.15/1.00 – 6.00	1.90	10	0.75

Donde:

γ= Peso Unitario del Estrato

N= Número de golpes por pie, según ensayo de penetración estandar.

C_u= Cohesión no drenada

7. RECOMENDACIONES

De acuerdo con la estratigrafía y parametros geotécnicos establecidos por cada una de las sitios, tenemos;

7.1 ACCESO PRINCIPAL, PARQUEADEROS, CUARTO DE BASURA Y CUBIERTA DE CANCHA DEPORTIVA

La cimentación consistirá en cimientos corridos apoyados sobre micropilotes de concreto reforzado de 0.30 metros de diametros, 2.00 metros de profundidad, excavados a partir del nivel del terreno existente.

a) La capacidad admisible de diseño para la cimentación deberá ser el menor valor entre el esfuerzo límite de falla, reducido por el factor de seguridad; siendo así, las capacidades de carga admisibles calculadas para los micropilotes del proyecto, son:

DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (m)	Q_P (Ton)	Q_F (Ton)	$F.S._P$	$F.S._F$	Qc_{adm} (Ton)	Asentamiento cm
0,30	2,00	2.54	4.77	2.75	1.5	4.11	0,44

Donde :

Q_P : Capacidad de carga por punta del micropilote.
Q_F : Capacidad de carga por fricción del micropilote.
$F.S_P$: Factor de seguridad por punta.
$F.S_F$: Factor de seguridad por fricción
Qc_{adm} : Capacidad de carga admisible a la compresión vertical del micropilote.

b) Los micro pilotes deberán tener una seperacion mínima medida centro a centro de 1.0 metro.

c) Para el cálculo de la carga admisible de los micropilotes, se consideró la fricción del suelo a partir de 0.50 metros de profundidad medidos a partir de la superficie del tereno relleno actual.

d) Para el diseño estructural de los micropilotes, el módulo de reacción horizontal y vertical del suelo (Kh) y (Kv), es de 1200 ton/m3.

e) Los micropilotes deberan atravesar cualquier relleno propuesto y la profundidad de empotramiento utilizada para determinar la capacidad portante no tendra en cuenta el espesor de este relleno.

f) Previamente a la construcción de la estructura o caseta de acceso; en toda el área de proyección de la misma y en un sobreancho de 1.50 metro, se deberá realizar corte, demolisión y nivelación del terreno existente.

g) Seguidamente se deberá colocar un plastico o polietileno de 6 mm de espesor y sobre este llevar un relleno en material granular tipo zahorrra en un espesor no inferior de 30.0 cenetimetros y compactado en 2 capas de igual espesor a un 95% de la densidad máxima del ensayo próctor modificado. La zahorra deberá tener un límite líquido menor o igual del 25%,un indice de plasticidad menor o igual del 6% y un pasa tamiza No 200 menor o igual del 15%.

h) Seguidamente se procedrá con la construccion de los micropilotes y cimientos corridos.

i) Las plantillas de piso deberán tener un espesor mínimo de 5.00 centímetros y serán reforzada con una malla electrosoldada de ϕ 6.5 mm cada 15.0 centímetros en ambas direcciones.

j) Todos los registros de alcantarillados y aguas lluvias deberán ser estancos y en construidos en concreto reforzado.

k) Deberán proyectarse vigas de coronamiento perimetral superior, y en los vanos de puertas y ventanas. Las vigas de coronamiento deberán ser reforzadas, según disposición título E, de las normas vigentes colombianas de construcciones sismo resistente y/o criterio del ingeniero estructural.

l) Perimetralmente a las estructuras, deberá construirse un andén de 1.2 metro de ancho, a fin de evitar la infiltración de las aguas lluvias en el área de influencia de las cimentaciones.

m) El acero de refuerzo de las cimentaciones estará dispuesto de acuerdo con cálculos estructurales.

7.2 ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RIGIDO A NUEVO ACCESO DE PARQUEADEROS

El diseño geométrico y de rasante de la vía hacia el nuevo acceso de parqueaderos, deberá garantizar niveles y pendientes, a fin de garantizar el drenaje del proyecto. Con el fin de alterar lo menos posible el equilibrio dinámico del subsuelo y reducir los potenciales

cambios de humedad/succión, y por tanto las expansiones/contracciones del subsuelo las siguientes acciones preventivas son útiles:

- Previamente a la construcción de la estructura de pavimento, se recomienda realizar una estabilizacion del terreno de subrasante en un espesor de 0.25 metros. La estabilización del material arcilloso, consiste en realizar una mezcla de 50 kilogramos de cal por cada metros cúbico suelto de material arcilloso. Se requiere una mezcla preliminar para distribuir la cal dentro del suelo y para pulverizar inicialmente el suelo para preparar la adición de agua que inicie la reacción química para la estabilización. Esta mezcla puede iniciar con la escarificación del terreno previamente descapotado (Ilustracion 6). La escarificación puede realizarse aún sin mezcladoras modernas. Durante este proceso o inmediatamente después, el agua deberá agregarse (Ilustracion 7).



Ilustración 6. Escarificación después de extensión de cal.



Ilustración 7. Adición de agua después la aplicación de cal seca

- Las mezcladoras de suelos (motoniveladoras) pueden ser utilizadas para asegurar la mezcla cuidadosa de la cal, el suelo, y el agua.

- Independientemente del método usado para la adición de agua, es esencial que la cantidad de agua agregada sea la adecuada para asegurar la completa hidratación y

llevar el contenido de humedad del suelo 3% arriba del óptimo, antes de la compactación.

- Para hidratar la cal viva seca, puede ser necesaria agua adicional. El equilibrio de la operación de estabilización con cal viva es similar al obtenido utilizando cal hidratada o lechada de cal. Un requerimiento clave cuando se utiliza cal viva es asegurar la completa hidratación previa a que la mezcla sea completada y se inicie la compactación.

- Las capas de arcilla deberá mezclarse en espesor máximo de 20.0 centímetros, permitiendo un lapso de 24 a 48 horas de período de fraguado. Durante este período de fraguado, la arcilla se hace friable de modo que la pulverización pueda ser fácilmente lograda durante la mezcla final.

- Después de que se completa la mezcla, la capa tratada con cal debe ser afinada y compactada con un Rodillo “Patas de Cabra” y un compactador ligero de almohadilla” (Ilustración 8). Comúnmente, la superficie final de compactación se completa utilizando un rodillo liso (Ilustración 9).

- Las capas deberán compactarse a un 95 por ciento de la densidad máxima obtenida en el ensayo Proctor estándar. El valor de densidad deberá basarse en la curva Próctor de una muestra representativa de la mezcla de suelo-cal – y no del suelo sin tratar.



Ilustración 8. Compactadores “Pata de cabra” (arriba) y “de almohadillas” (abajo)



Ilustración 9. **Compactador de rodo liso.**

La estructura de pavimento se deberá construir a partir de los niveles de la superficie de la subrasante estabilizada con cal, de acuerdo a lo inidcado en el numeral 6, previo descapote del terreno natural y obedeciendo las recomendaciones dadas a continuación:

- Inicialmente deberá llevarse una subbase granular de 0.50 metros de espesor.

- La subbase estará conformada por material granular tipo zahorra. El material de zahorra deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

LIMITE LIQUIDO	Menor o igual del 25%
INDICE DE PLASTICIDAD	Menor o igual del 6%
PASA TAMIZ No200	Menor o igual del 15%

- El pavimento estará constituido por placa de concreto hidraúlico con espesor mínimo de 20.0 centímetros.

- En el proceso de fundida de la placa de pavimento, se deberá colocar una doble malla electro soldada de 15*15 e =8mm.

- El concreto de la placa deberá tener un módulo de rotura mayor o igual a 4.2 MPA, a los 28 días de edad. Las pendientes de acabado superficial del pavimento deberán garantizar, el drenaje total de las aguas lluvias.

- Con el objeto de disminuir la fricción entre la losa y su apoyo (subbase), se deberá interponer entre ellos un plástico o una película de polietileno.

- Las juntas se fijaran cada 3.5 metros y su espesor y profundidad será respectivamente de 10 mm y 8 centímetros.

- En las juntas transversales y longitudinales, se deberá colocar pasadores de acero liso de ϕ1” con una longitud de 35 centímetros con la mitad engrasada y una separación de 25 centímetros centro a centro.

- Todas las juntas del pavimento, deberán realizarse con máquinas con discos diamantados cortadores de concreto hidráulico hasta una profundidad de 7 centímetros.

- Antes de que el concreto se endurezca, se raya transversalmente para hacerlo rugoso y así evitar que quede un pavimento liso e inseguro. El rayado ayuda también a evacuar el agua de la superficie de la losa con mayor facilidad.

- El rayado debe hacerse con un cepillo de fibras duras para rayado de pavimentos de concreto, que genere en el concreto fresco unas ranuras cuya profundidad sea de 0.3 cm aproximadamente.

- En el proceso del rayado se debe evitar pasar el cepillo dos veces por el mismo lugar, pues queda débil la superficie del pavimento.

- El curado del concreto se deberá hacer en todas las superficies libres, incluyendo los bordes de las losas, por un período no inferior a 3 días y de ser posible se deberá prolongar hasta 7 días.

- El curado del concreto se podrá realizar con productos químicos que forman membranas, por humedad o mediante la utilización de películas de plástico o papel.

- **Los muros de contención** poryectados para contener la estructura de pávimento estarán cimentados sobre zapatas corridas desplantadas a 0.75 metro de profundidad medidos a partir del nivel más bajo del terreno natural, para una altura máxima libre de muro de contención de 1.25 metros.

- En la parte posterior del muro de contención deberá construirse un filtro de 0.30*0.30 m2, el cual estará constituido por canto rodado con tamaño entre ¾ y 1”, tubería de PVC 4” perforada, confinados por geotextil no tejido tipo pavco 1600 ó similar. Este filtro deberá captar las aguas infiltradas y sacarlas del área de construcción.

- En toda la altura y detrás de la espalda del muro de contención, deberá llevarse un relleno compactado en material granular tipo zahorra. El relleno deberá tener un límite líquido menor o igual del 25%, un pasa tamiz No 200 menor o igual del 15% y un indice de plasticidad menor o igual del 6%. Además se deberá compactar en capas de espesor

máximo 15.0 centímetros a un 95% de la densidad máxima del ensayo próctor modificado.

- Para el diseño estructural de los muros de contención deberá tenerse en cuenta los siguientes parámetros: Un coeficiente de empuje activo (Ka)=0.33, un peso volumétrico saturado de 1.75 ton/m3, un coeficiente de fricción entresuelo y concreto (ϕ) igual a 0.3, y un módulo de reacción horizontal del suelo de 167.5 ton/m2/ancho de proyeccion de muro en la dirección de la aplicación de la carga lateral.

- Para el diseño estructural tómese un una capacidad portante del suelo de 15 ton/m2 y módulo de reaccion vertical (Kv) de 750 ton/m3.

- El diseño definitivo del muro de contención, obedecerá los cálculos y criterios de un ingeniero estructural.

7.3 CANCHA DEPORTIVA

El diseño de rasante de la cancha, deberá garantizar niveles y pendientes, a fin de garantizar el drenaje. Con el fin de alterar lo menos posible el equilibrio dinámico del subsuelo y reducir los potenciales cambios de humedad/succión, y por tanto las expansiones/contracciones del subsuelo las siguientes acciones preventivas son útiles:

- Previamente a la construcción de la losa de piso, se recomienda realizar una estabilizacion del terreno de subrasante en un espesor de 0.25 metros. La estabilización del material arcilloso, consiste en realizar una mezcla de 50 kilogramos de cal por cada metros cúbico suelto de material arcilloso, tal como se recomendó para la construcción de la estructura del pavimento en el numeral 7.2 de este informe.

- Una vez realizada la estabilización, se recomienda colocar un relleno compactado en un espesor de 30.0 centímetros, constituido por la mezcla de material granular tipo bayunca y zahorra tipo constancia en proporción volumétrica 1:1 (material de bayunca: zahorra).

- Este relleno se compactará en capas no mayores de 15.0 centímetros a un 95% de la densidad máxima del próctor modificado y deberá cumplir además con las siguientes especificaciones:

LIMITE LIQUIDO	MENOR Ó IGUAL DEL 25%.
INDICE DE PLASTICIDAD	MENOR Ó IGUAL DEL 6%.
PORCENTAJE PASA TAMIZ N°200	MENOR Ó IGUAL DEL 15%.

- Con el objeto de disminuir la fricción entre la placa y su apoyo, se deberá interponer entre ellos una película de polietileno (plástico).

- El espesor de la placa de concreto del piso será mayor ó igual de 12 centímetros y se deberá colocar una doble malla electro soldada de 15*15 e =8mm.

- El módulo de rotura del concreto de la losa de piso, deberá ser mayor o igual a MR 42 Kg/cm2, a los 28 días de edad.

- En todo el perímetro de la cancha, se colocará un anden de 1.00 metro de ancho y 6.0 centímetros de espesor.

- Las juntas transversales y longitudinales serán cada 1.50 metros.

- El espesor y profundidad de las juntas longitudinales y transversales será de 1.0 y 3.0 cm, respectivemente.

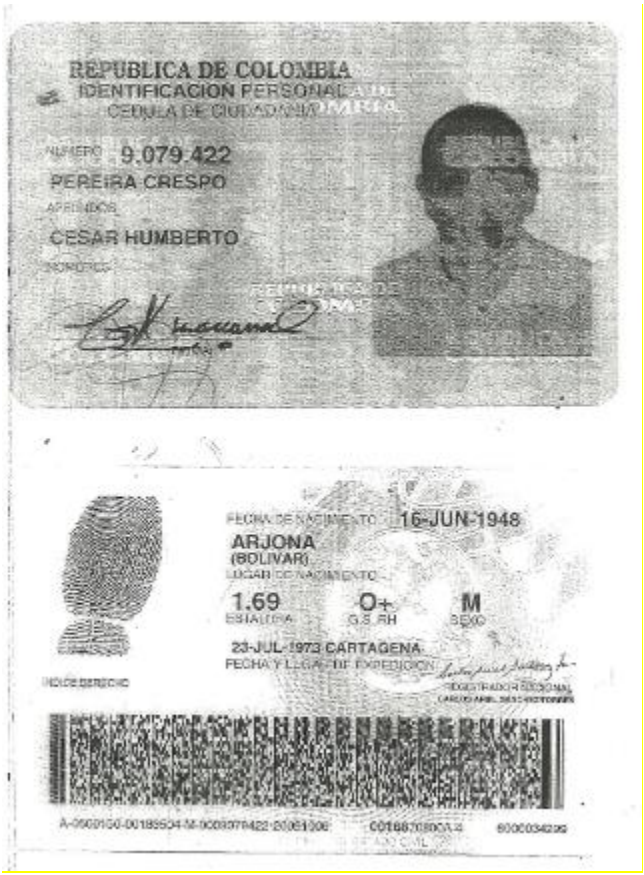
- El curado del concreto se podrá realizar con productos químicos que forman membranas tales como el EUCOBAR de toxement ó similar.

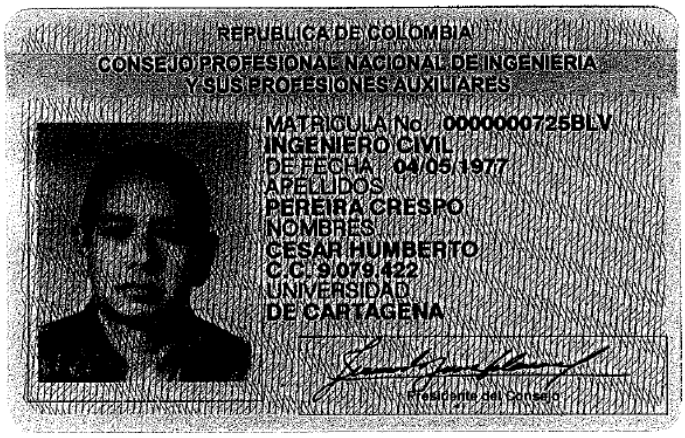
- Todas las juntas de la placa de concreto, deberán realizarse con máquinas con discos cortadores de pavimento hasta una profundidad de 3.0 centímetros y el sello estará constituido por Sikaflex-15 LM SL ó similar.

Cordialmente,



CESAR H. PEREIRA CRESPO
C.C. 9.079.422
T.P. 725 BOLIVAR


REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
NUMERO 9.079.422
PEREIRA CRESPO
CESAR HUMBERTO
FECHA DE NACIMIENTO 16-JUN-1948
ARJONA
(BOLIVAR)
1.69
O+
M
23-JUL-1973 CARTAGENA


REPUBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
Y SUS PROFESIONES AUXILIARES
MATRICULA No. 0000000725BLV
INGENIERO CIVIL
DE FECHA 04/05/1977
APELLIDOS
PEREIRA CRESPO
NOMBRES
CESAR HUMBERTO
C.C. 9.079.422
UNIVERSIDAD
DE CARTAGENA
Presidente del Consejo

ANEXOS

ANEXO 1. REGISTROS DE PERFORACIÓN

ANEXO 2. ENSAYOS DE LABORATORIO