JOSE ALBERTO CORDOBA ARIAS
INGENIERO CIVIL (M.P. 05202 – 099096 de Antioquia)
Especialista en Mecánica de Suelos y Cimentaciones de la Universidad EAFIT
Especialista en Vías y Transportes de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

DEPARTAMENTO DEL CHOCO
MUNICIPIO DE JURADÓ

ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CASA DE LA CULTURA EN LA CABECERA MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE JURADÓ, DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ.

INFORME GEOTÉCNICO
Versión 1

JOSE ALBERTO CÓRDOBA ARIAS
Ingeniero Civil
Quibdó, octubre de 2024

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

1. INTRODUCCIÓN.....6
1.1. OBJETIVOS. 6
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA. 6
3. CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO. 6
4. ASPECTOS GEOLÓGICOS. 9
4.1. GEOLOGÍA LOCAL. 9
4.2. GEOMORFOLOGÍA. 12
4.3. SISMICIDAD. 13
5. ASPECTOS GEOTECNICOS. 16
5.1. EXPLORACIÓN DE CAMPO. 16
6. ENSAYOS DE LABORATORIO 18
7. PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE LOS SUELOS ENCONTRADOS. 19
7.1. NIVEL DE AGUA. 29
7.2. PARÁMETROS DE PERMEABILIDAD DEL SUELO. 29
7.3. SUELOS CON CARACTERÍSTICAS ESPECIALES. 30
7.4. ZONIFICACIÓN DEL PROYECTO. 31
7.5. CRITERIOS DE ANÁLISIS GEOTÉCNICOS. 33
7.6. ALTURA CRÍTICA 34
7.7. FALLA DE FONDO. 34
7.8. RELLENOS 34
8. CARGAS TRANSMITIDAS POR LA ESTRUCTURA. 35
9. ANALISIS DEL ESCENARIO GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS. 36
10. CIMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN. 37
10.1. CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN. 38

10.1.1. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE ÚLTIMA DEL SUELO DE CIMENTACIÓN. (σ_{ult}). 41
10.2. CALCULO DE ASENTAMIENTOS. 43
11. CONCLUSIONES 44
12. RECOMENDACIONES 45
13. REFERENCIAS. 52

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Localización del municipio de Juradó en el Departamento del Chocó. 8
Figura 2. Mapa Geológico de la Zona. (Según mapa geológico del Chocó. Ingeominas-2005). 11
Figura 3. Mapa Geológico de la Zona. (Tomado del mapa geológico de Colombia – INGEOMINAS – 2006). 12
Figura 4. Zonas de Amenaza Sísmica (Fuente: NSR-10). 14
Figura 5. Detalles de la Zonificación Sísmica para el Departamento del Chocó. 15
Figura 6. Localización esquemática de las perforaciones dentro del proyecto. 17
Figura 7. Perfil geotécnico de los apiques para la estructura SPT1. 22
Figura 8. Perfil geotécnico de los apiques para la estructura SPT2. 25
Figura 9. Perfil geotécnico de los apiques para la estructura SPT3. 28
Figura 10. Cimentación directa sobre la arena limosa. 37
Figura 11. Cimentación mediante un reemplazo con material granular compactado, suelo cemento o concreto ciclópeo pobre. 38

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Coordenadas de los puntos de perforación. 7
Tabla 2. Resultados de la prueba de penetración estándar (SPT). 18
Tabla 3. Resultados de las pruebas realizadas en el laboratorio. 19
Tabla 4. Valores típicos de permeabilidad a partir de la clasificación. 29
Tabla 5. Valores típicos de Gravedad especifica según el tipo de suelos 31
Tabla 6. Clasificación de los perfiles de suelo según NSR-10. Tabla A.2.4-1. 32
Tabla 7. Factor de seguridad Básicos Mínimos Directos. Fuente: NSR-10 Tabla H.2.4-1..... 33
Tabla 8. Factor de forma para las cimentaciones. 39
Tabla 9. Resultados de capacidad de carga para distintas profundidades. 42

1. INTRODUCCIÓN.

El presente informe geotécnico se presenta a solicitud de la **SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS DEL MUNICIPIO DE JURADO**, encargada de los estudios y diseños del lote donde se desarrollará el proyecto.

El informe geotécnico contiene los resultados del estudio efectuado al lote en donde se desarrollará la obra, concretamente:

- ✓ Los trabajos de exploración de campo.
- ✓ El análisis geotécnico para el diseño de la fundación de la estructura.
- ✓ Las conclusiones y las recomendaciones que permitirán darle a la obra estabilidad y seguridad.
- ✓ Igualmente se dan recomendaciones para el manejo de la construcción de las fundaciones y específicamente de las excavaciones para las mismas.

1.1. OBJETIVOS.

- ✓ Realizar los estudios y recomendaciones necesarias en el área de la geotecnia para la Construcción de la Casa de la Cultura en la Cabecera Municipal del Municipio de Juradó, Departamento del Chocó.

- ✓ Realizar apiques e identificar y caracterizar las propiedades físico-mecánicas de los horizontes geotécnicos donde se desarrolla el proyecto.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA.

El lote donde se desarrollará el proyecto está ubicado en el municipio de Jurado, más concretamente entre las calles 1ª y 2ª al frente de la iglesia y la casa cural de la cabecera municipal.

3. CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

El presente informe corresponde a la prospección del subsuelo y reconocimiento geotécnico destinado a la Construcción de la Casa de la Cultura en la Cabecera Municipal del Municipio

de Juradó, Departamento del Chocó, compuesta por una estructura a porticada de dos niveles para uso público. A continuación, se relacionan las principales características encontradas en el predio donde se desarrollara el proyecto, mediante un plan exploratorio realizado con el objeto de establecer los parámetros geotécnicos y el análisis de la capacidad portante necesaria para realizar el diseño y cálculo de la estructura donde descansará el sistema, en especial para la cimentación planteadas para el proyecto.

En la siguiente tabla se muestra las coordenadas de los puntos explorados:

Tabla 1. Coordenadas de los puntos de perforación.

LISTADO DE COORDENADAS – ESTUDIO DE SUELO				
PUNTOS	**NORTE**	**ESTE**	**DESCRIPCION**	**OBSERVACION**
P 1	1277408,79	924173,63	SPT1	Parte Posterior Margen Izquierda
P 2	1277403,62	924185,70	SPT2	Parte Central Margen Derecha
P 3	1277401,14	924197,70	SPT3	Parte Frontal Margen Derecha

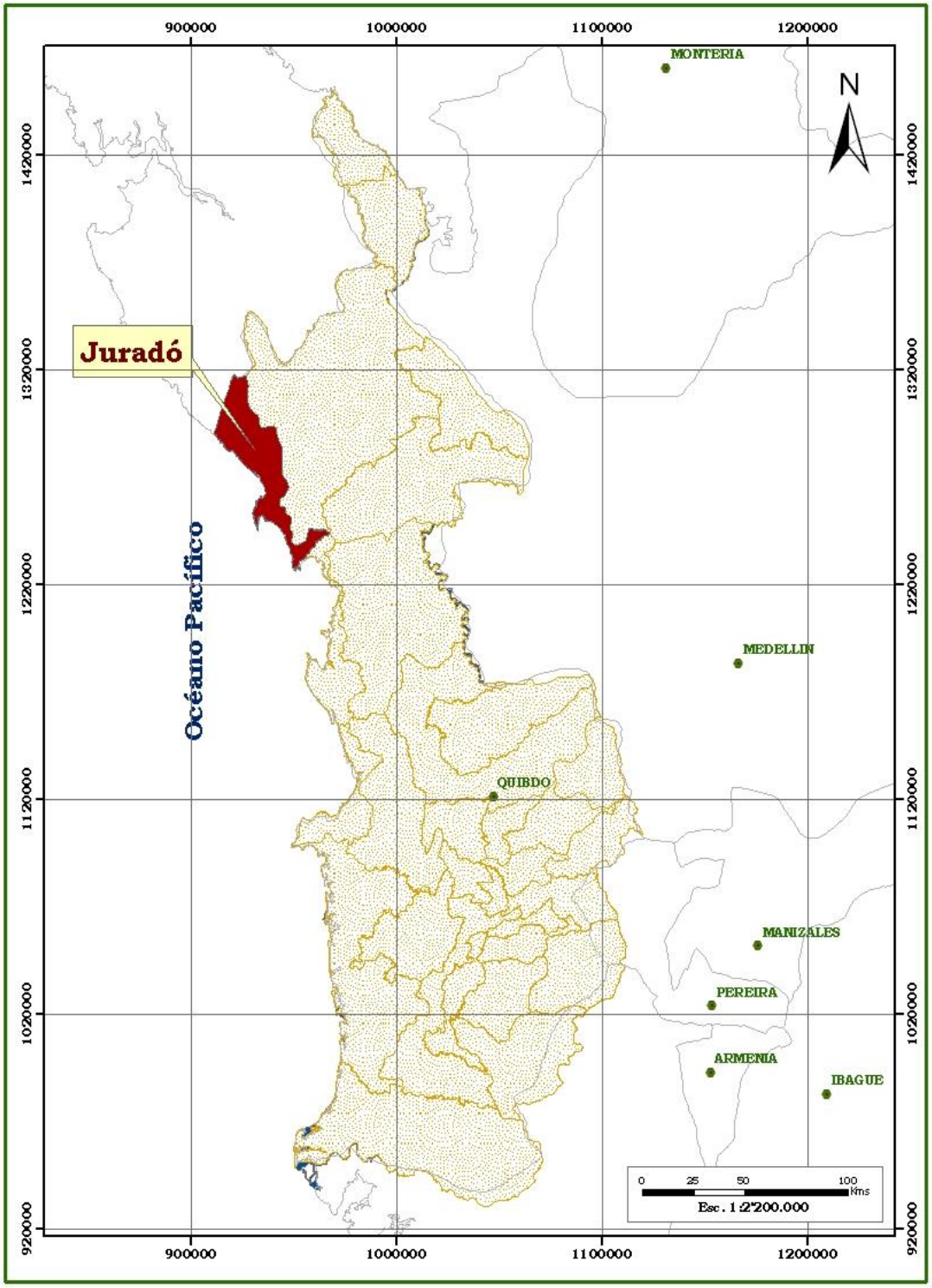


Figura 1. Localización del municipio de Juradó en el Departamento del Chocó.

4. ASPECTOS GEOLÓGICOS.

La ubicación geográfica de la Cuenca Chocó se define al occidente por la línea divisoria de aguas de la Serranía de Baudó, por el oriente por el flanco occidental de la Cordillera Occidental, al norte por el límite político con la República de Panamá y al sur por la línea de costa con el Océano Pacífico. Geográficamente, la Cuenca del Chocó se divide en la Sub-Cuenca del Río Atrato al norte y la Sub-Cuenca del Río San Juan al sur, separadas por el Alto Istmina – Condotó. La extensión superficial aproximada de cada una de ellas es de 25.000 km^2 para la primera y 10.500 km^2 para la segunda.

4.1. GEOLOGÍA LOCAL.

Se realizará aquí una breve descripción del escenario geológico en el que se construirá el proyecto.

De acuerdo con los estudios geológicos realizados por el Instituto de Investigaciones Geológico Mineras, INGEOMINAS, los cuales están plasmados en el Mapa Geológico Generalizado del Departamento del Chocó (INGEOMINAS, 2006), En la zona en que se encuentra localizado el municipio de Juradó afloran las siguientes formaciones geológicas (ver figura 2).

La serranía del Baudó es quizás la parte del territorio nacional más desconocida geológicamente, debido a lo inaccesible y selvático del área. Los pocos trabajos realizados, son de zonas muy restringidas y aisladas y de carácter regional. (Definida por Duque Caro, 1990)

En el área del Baudó afloran las siguientes formaciones geológicas:

- ✓ **Cretácico:** Está representado por rocas volcánicas de composición basáltica, las cuales están intercaladas muy localmente con rocas de origen marino.

    - Basaltos de la Serranía del Baudó (Kvb): Corresponde a basaltos, aglomerados, tobas, lavas basálticas almohadilladas. La composición más común es plagioclasas, clinopiroxeno y vidrio. Como minerales accesorios se observan magnetitas y ceolitas rellenando fisuras y cavidades. Texturalmente son rocas holocristalinas, porfiríticas equigranulares.

- ✓ **Terciario:** Esta representado por calizas de carácter arrecifal, chert y areniscas que afloran cerca al área de estudio.

- ✓ **DEPOSITOS ALUVIALES RECIENTES (Q2al):** Gravas, Arenas, Limos y Arcillas, no litificados, acumulados en las llanuras aluviales sujetas a inundaciones periodicas.

- ✓ **ISLAS BARRERA (Q2ib):** Arenas bien seleccionadas de grano medio a grueso, formadas por la migración de playas.

- ✓ **DEPOSITOS INTERMAREALES RECIENTES (Q2m):** Acumulación de Arenas, Limos y Bioclastos no consolidados, intercalados con materia orgánica asociados con manglares. Sobre estos depósitos está el aeropuerto de Juradó.

- ✓ **PLAYAS (Q2p):** Sedimentos finos tamaño limo y arena con bioclastos, no consolidados acumulados por la acción de las olas sobre la cara de las playas.

- ✓ **FORMACION BASALTOS DEL BAUDÓ (K2bbd):** Basaltos y diabasas localmente con estructura columnar y almohadillada; en menor proporción gabros, tobas aglomerados y chert.

- ✓ **Cuaternario (Qm y Qp):** Esta representado principalmente por las zonas de manglares y las playas. Los manglares son árboles cuyas características es que viven en el agua salada, y a su vez expelen numerosas raíces que se arraigan en el suelo.



Figura 2. Mapa Geológico de la Zona. (Según mapa geológico del Chocó. Ingeominas-2005).

La zona en que está ubicado el lote donde se construirá el proyecto está formada por sedimentos aluviales depositados por el río Jurado con aportes menores y más superficiales de las quebradas que constituían la red de drenaje antigua del área en que se encuentra el lote.

Localmente se observan en la zona de trabajo rocas de origen sedimentario constituidas por suelos altamente orgánicos, arena limosa de color café, gris claro y arenas de compacidad media. Todo este conjunto descansa sobre la formación cretácica descrita anteriormente.

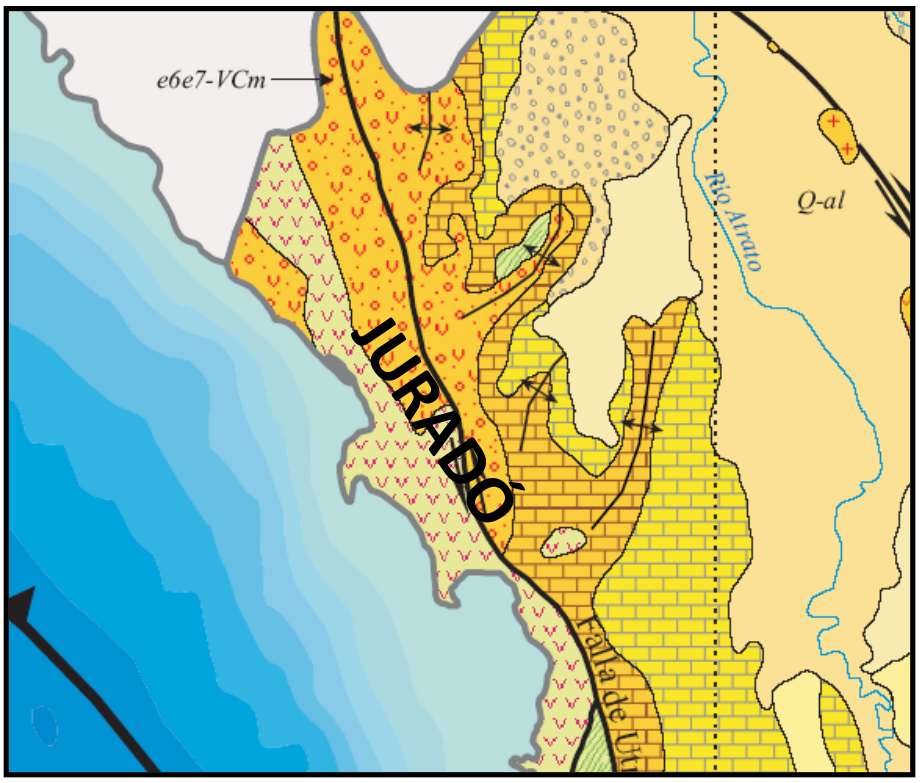


Figura 3. Mapa Geológico de la Zona. (Tomado del mapa geológico de Colombia – INGEOMINAS – 2006).

4.2. GEOMORFOLOGÍA.

Geomorfológicamente la zona corresponde a una terraza, producida por la interacción de los ríos de la zona con el Océano Pacifico, tales como el Río Juradó, el Río Partadó y las quebradas La Peña y La Calle que desembocan en el estero Curiche al oriente de la cabecera municipal, generando una zona de relieve plano.

El área donde se desarrollará el proyecto corresponde a una zona relativamente plana y colinas bajas, donde las precipitaciones han generado una intensa erosión fluvial, proceso que ha enmascarado gran parte de los rasgos estructurales originales, principalmente aquellos debido al plegamiento. Los mantos de meteorización son espesos, con una fuerte evolución pedogenética, ocasionado por las fuertes y constantes lluvias que caracterizan la región.

Rodeando la zona del proyecto se encuentra la planicie que conforma la parte más baja de la cuenca del río Jurado y el Océano Pacifico, por ser una región de alta pluviosidad, está

conformada por ríos caudalosos con gran capacidad de acarreo de sedimentos y que en conjunto conforman una compleja llanura aluvial.

4.3. SISMICIDAD.

Colombia, y en particular el departamento del Chocó se encuentra ubicada en un ambiente tectónico complejo por la confluencia de las placas de Nazca, Suramérica y Caribe, y la llamada microplaca de Panamá. En el límite de las dos primeras se presenta subducción de la placa de Nazca bajo Suramérica a una velocidad aproximada de 60 mm/año, en una línea aproximadamente paralela a la costa pacífica.

Los eventos sísmicos a los cuales está expuesto el municipio de Jurado teniendo en cuenta que el municipio se encuentra al borde del Océano Pacifico, provienen en parte del fenómeno mismo de subducción, especialmente de una concentración de focos conocida como el plano de Benioff del Viejo Caldas. Las otras fuentes sismogénicas importantes para el municipio son superficiales, correspondientes a fallas intraplaca, entre las que se destaca el sistema Murrí – Mutatá – Murindó. Por su cercanía, es importante mencionar el sistema Utría – Bahía Solano, además de las fallas Cauca - Romeral, Falla de Toro, Falla Argelia, Falla Garrapatas, y la Falla oculta del Atrato.

La localización del municipio de Jurado con respecto a las diferentes fuentes sismogénicas hacen que en este municipio los eventos sísmicos representen una amenaza natural importante, aunque ellos no necesariamente provengan de estructuras tectónicas cercanas o incluidas dentro de su perímetro, sino de sismofuentes a distancias moderadas, pero de reconocida actividad reciente (USGS & Paris 2000) y con recurrencia de magnitudes suficientemente altas para producir efectos importantes en el municipio.

De acuerdo con la NSR-10, el Departamento del Chocó se encuentra en la zona de amenaza sísmica alta (ver figuras 4 y 5), es decir se pueden alcanzar aceleraciones laterales $>$ 0.20 g., en particular el coeficiente Aa para el municipio de Jurado es de 0.40g (ver figura 5), por esto el diseño de cualquier estructura debe concebirse considerando amenaza sísmica alta, de tal manera que se tengan construcciones seguras para la vida humana ante la alta probabilidad de ocurrencia de sismos de alta magnitud e intensidad.

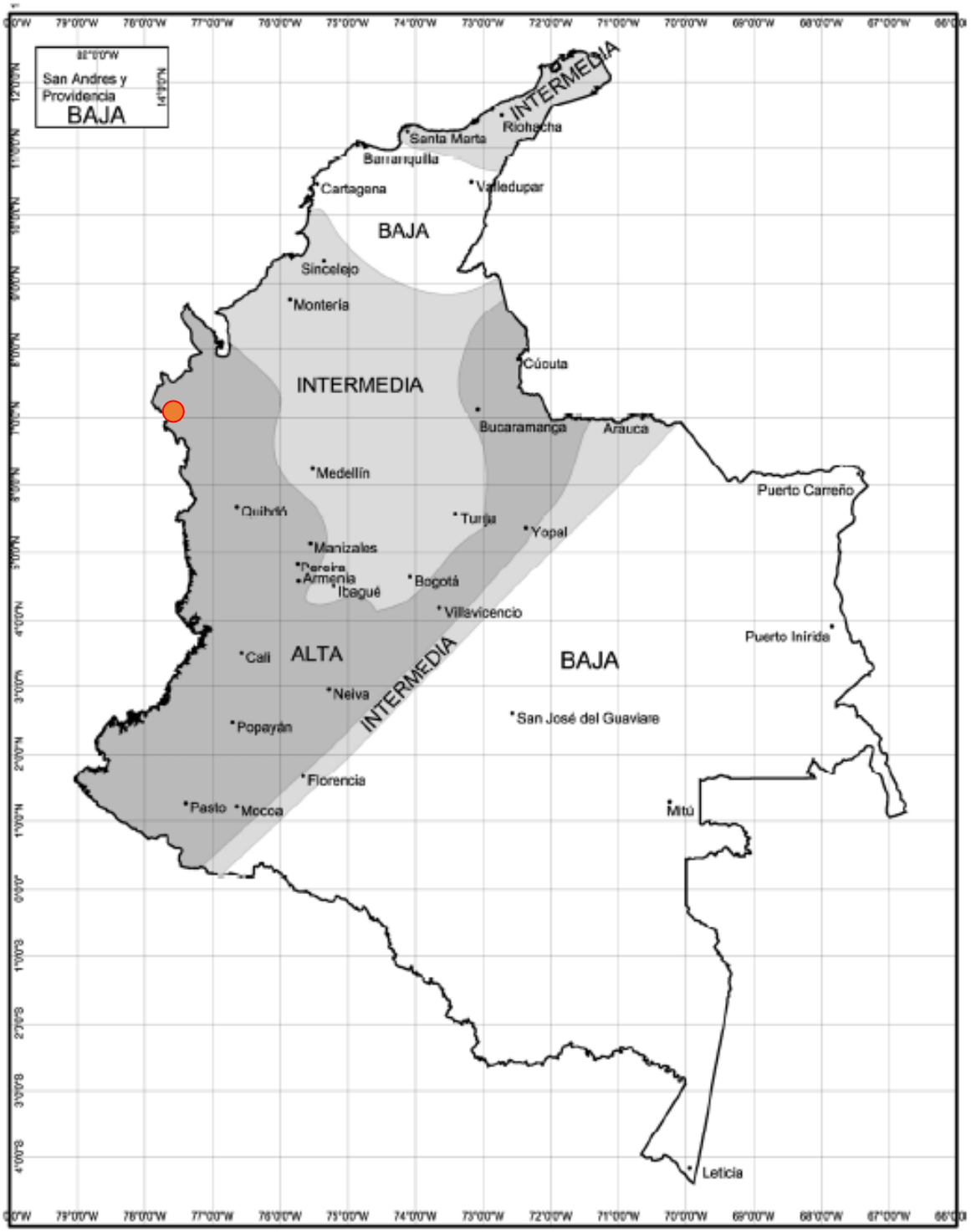


Figura 4. Zonas de Amenaza Sísmica (Fuente: NSR-10).

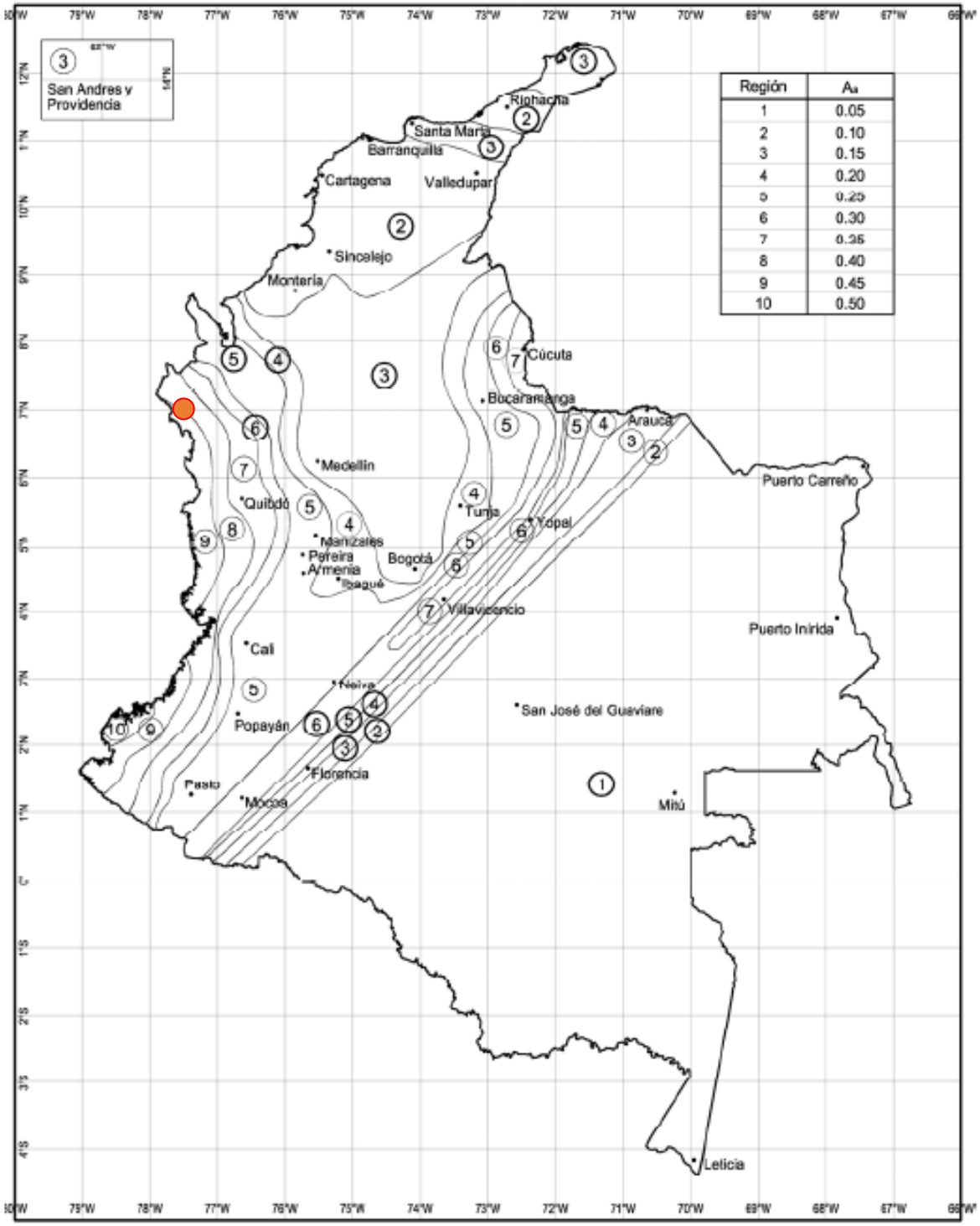


Figura 5. Detalles de la Zonificación Sísmica para el Departamento del Chocó.

5. ASPECTOS GEOTECNICOS.

5.1. EXPLORACIÓN DE CAMPO.

La exploración de campo consistió en la realización de las labores de reconocimiento del terreno donde se desarrollará el proyecto, localización de los sitios para las perforaciones y las labores relacionadas con la implementación de las perforaciones, muestreo y descripción de campo del suelo.

Después de tener las características de la estructura y realizar un recorrido al predio donde se desarrollará el proyecto e identificar la zona donde se ubicara la estructura, se programaron realizar tres (03) perforaciones por la homogeneidad de la zona hasta una profundidad mínima de 6,0 m., tal como lo exige la norma NSR-10 en su capítulo H, para este tipo de estructuras de categoría baja por cargas y categoría baja por número de pisos, de las cuales se realizaron las tres (03) perforaciones mediante la utilización de equipo mecánico SPT, llevándose el registro adecuado de los estratos explorados, estas perforaciones llegaron hasta una profundidad promedio de 6.30 m aproximadamente, donde hubo que suspenderlas debido a que se encontró un estrato medianamente denso a partir de los 1.50 m adecuado para cimentar la estructura proyectada, que además dificulto la penetración con el barretón a partir de 4.0 metros.

Nota: Según NSR-10 título H capitulo H.3.2.5. Apéndice (i) ***En todo caso primará el concepto del ingeniero geotécnista****, quien definirá la exploración necesaria siguiendo los lineamientos ya señalados, y en todos los casos, el 50% de las perforaciones, deberán alcanzar una profundidad por debajo del nivel de apoyo de la cimentación. En algunos casos, a juicio del Ingeniero Geotécnista responsable del estudio, se podrán reemplazar algunos sondeos por apiques o trincheras.*

Para este caso la excavación presentaba la misma característica a lo largo de todas las exploraciones, correspondiente a los materiales predominantes de la zona, adicional a esto la estructura a construir presenta cargas que no superan las 30 ton., tal como se mostrara más adelante, según información suministrada por el diseñador estructural, a continuación, presentaremos los distintos sitios de las perforaciones.

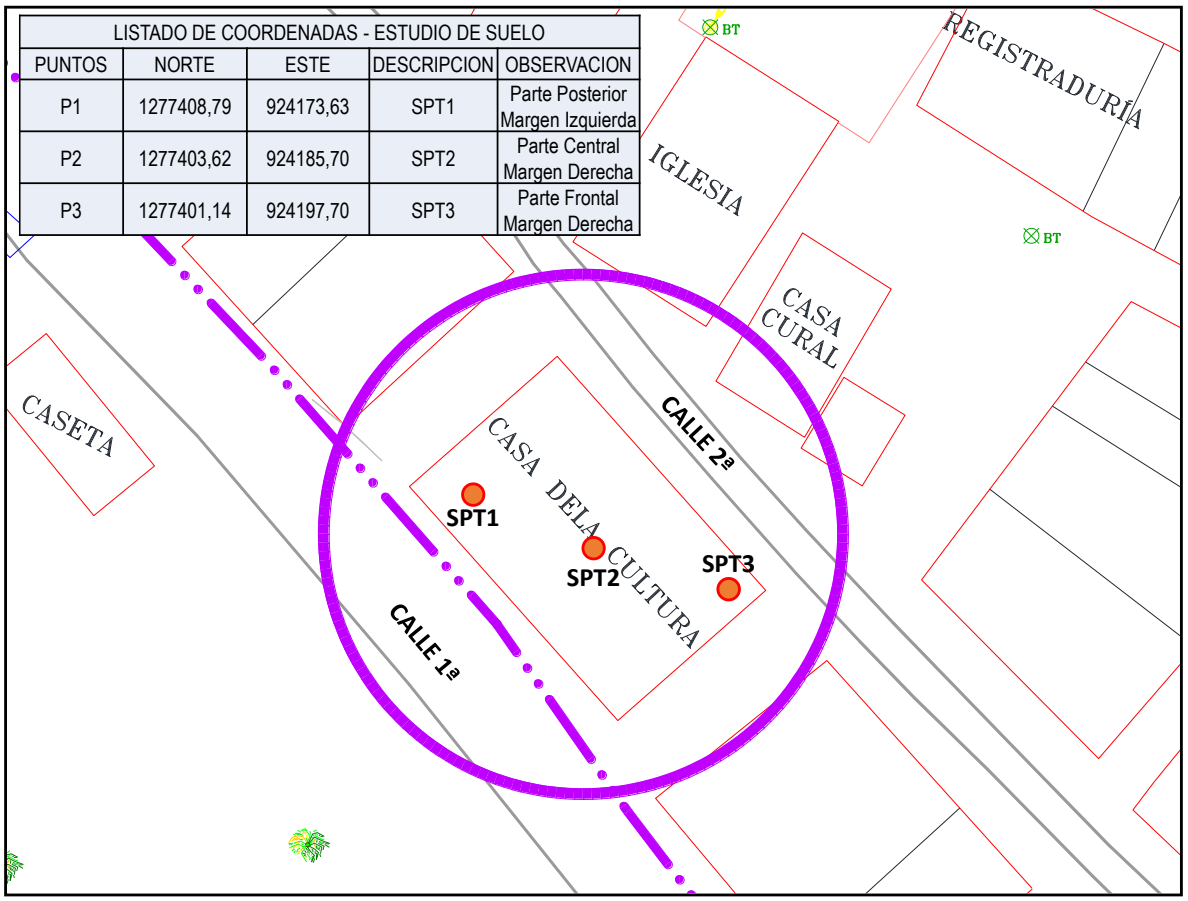


Figura 6. Localización esquemática de las perforaciones dentro del proyecto.

En el sector y en particular en el lote donde se desarrollará el proyecto no se presentan condiciones de inundación, pero el nivel freático que se encontró en las perforaciones después del 4.10 m puede ascender en épocas de lluvia fuertes por fenómeno de capilaridad, ya que este es controlado por la subida del rio Juradó y las quebradas que cruzan cerca al lote donde se desarrolla el proyecto, el cual puede hacer variar este nivel. Este aspecto debe tenerse en cuenta al momento de realizar las excavaciones para la cimentación de la estructura proyectada, debido a que produciría complicaciones para la estabilidad de la estructura de la Casa de la Cultura.

Las anteriores consideraciones serán tenidas en cuenta para los cálculos de la capacidad portante del suelo de fundación, debido a la influencia que tiene el agua sobre la resistencia al corte de los suelos.

6. ENSAYOS DE LABORATORIO

Por alcanzar mayor profundidad de las perforaciones con el barreno se extrajeron muestras alteradas para ensayos de clasificación, peso específico y contenido de humedad natural, pero debido a las bajas capacidades de las capas superficiales recuperadas y a las dificultades para obtener muestras inalteradas de los depósitos de suelos grueso granulares. De acuerdo con el número de golpes se presenta un perfil estratigráfico basado en la consistencia de los estratos explorados que se indican en el Numeral 7. La información obtenida de las perforaciones está fundamentada en la ejecución del ensayo SPT.

El Ensayo SPT. Consta de una cuchara de diámetro 57.10 mm, normalizado por la ASTM D-1586, aceros tipo A y roscas y uniones tipo AX y AW, con un amortiguador de madera, cuyo ensayo se estandariza con su respectivo yunque y un martinete de 63.54 kg-f, el cual se deja caer desde una altura de 760 mm, con una guía controladora de excentricidades, el ensayo se llama S.P.T (ESTÁNDAR PENETRATION TEST).

Tabla 2. Resultados de la prueba de penetración estándar (SPT).

Z (m)	SPT1		SPT2		SPT3	
	Numero Golpes (N)	Clasificación Estrato	Numero Golpes (N)	Clasificación Estrato	Numero Golpes (N)	Clasificación Estrato
0,0	0	Suelta	0	Suelta	0	Suelta
0,9	9		9		9	
1,5	12	Medianamente densa	12	Medianamente densa	10	Medianamente densa
2,1	22		21		18	
2,7	39	Densa	37	Densa	34	Densa
3,3	43		41		37	
3,9	48		46		42	
4,5	51	Muy densa	48		44	
5,1	56		55	Muy densa	52	Muy densa

Z (m)	SPT1		SPT2		SPT3	
	Numero Golpes (N)	Clasificación Estrato	Numero Golpes (N)	Clasificación Estrato	Numero Golpes (N)	Clasificación Estrato
5,7	69	Muy densa	65	Muy densa	60	Muy densa
6,3	101		100		99	

De las perforaciones con el barreno SPT se tomaron muestras alteradas para los ensayos de laboratorio. Sobre las muestras recuperadas se realizaron ensayos de clasificación de suelos, humedad natural, consistencia y peso específico. Como parámetros de resistencia al corte se asumieron valores típicos o medidos debidamente sustentados en la mecánica de suelos.

Los ensayos de laboratorio se hicieron en el laboratorio de Materiales, Suelos y Concretos de Chocó (LAMASCO), en la Ciudad de Quibdó.

En la tabla 3 se muestran los resultados de los ensayos de laboratorio realizados a las muestras recuperadas de las perforaciones a cielo abierto:

Tabla 3. Resultados de las pruebas realizadas en el laboratorio.

MUESTRA	PROFUNDIDAD z	HUMEDAD NATURAL w	LIMITE LIQUIDO LL	LIMITE PLÁSTICA LP	ÍNDICE DE PLASTICIDAD IP	CLASIFICACIÓN USCS	GRADACIÓN
	(m)	%	%	%	%		G – A - F
SPT 1	1.9	14.23	41.58	27.93	13.65	SM	14.5-72.7-12.9
	3.3	16.91	41.27	27.91	13.36	SM	15.1-71.3-13.6
	5.1	15.16	41.12	27.85	13.27	SM	14.7-71.5-13.8
SPT 2	1.8	13.29	41.17	27.94	13.23	SM	14.3-71.1-14.6
	3.5	16.71	41.48	28.24	13.24	SM	14.6-72.0-13.4
	5.1	14.94	41.32	27.93	13.39	SM	12.7-73.8-13.4
SPT 3	1.7	13.93	41.51	28.37	13.14	SM	13.6-72.9-13.5
	3.3	17.21	41.27	27.80	13.47	SM	15.6-72.0-12.3
	4.8	16.19	41.21	27.81	13.40	SM	12.3-74.6-13.1

G – A – F → % de grava - % arena - % de finos.

7. PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE LOS SUELOS ENCONTRADOS.

Los suelos encontrados son de origen aluvial, producidos por los procesos de sedimentación del río Jurado y el océano Pacifico que circundan el lote donde se desarrollara el proyecto,

bajo diferentes condiciones hidrodinámicas que dieron como resultado la acumulación de capas de suelos finos y gruesos, aunque en general localmente hay presencia predominante de suelos areno limosos y arenas de diferentes colores y consistencias como se pudo observar durante las perforaciones y de acuerdo con los resultados de los ensayos de laboratorio, la secuencia estratigráfica desde la superficie hasta el fondo en los sondeos es:

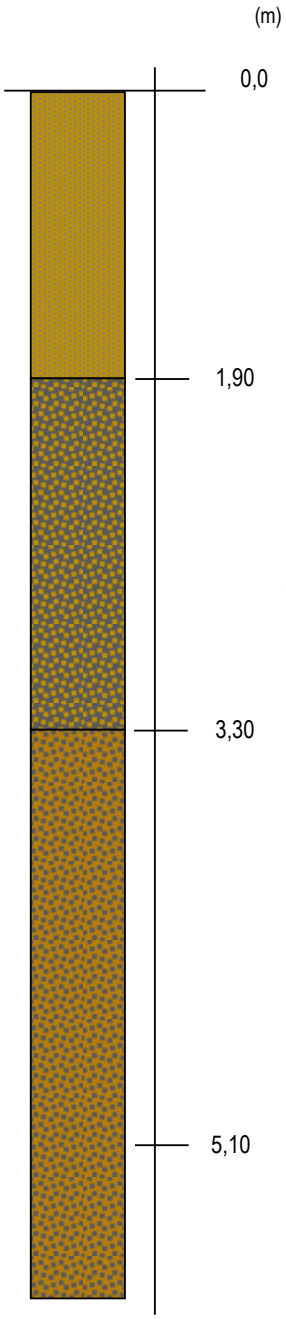
✓ **SONDEO 1 (S1)**: Este sondeo se demarco en el esquema con SPT1 y se realizó hacia la parte posterior cerca a la calle 1ª en la margen izquierda dentro del lote donde se desarrollará el proyecto, llegó hasta 6,30 m de profundidad aproximadamente, se encontró la siguiente secuencia estratigráfica.

Sondeo N.º 1					
Profundidad (m)	**Numero de Golpes N60**	**Clasificación del Estrato**	**Peso Especifico**	**Ángulo de Fricción**	**Tipo de Material**
0.0 – 0.9	9	Suelta	1.50 Ton/m^3	28.49º	MATERIAL GRANULAR
0.9 – 2.1	19	Medianamente Densa	1.70 Ton/m^3	30.84º	
2.1 – 3.9	35	Densa	1.90 Ton/m^3	35.97º	MATERIAL ALUVIAL
3.9 – 6.3	73	Muy Densa	2.10 Ton/m^3	39.39º	

Sondeo SPT1

PROF. (m)	No DE GOLPES	N_{60}	$\frac{\tau_{PRO}}{\sigma'_{VO}}$	SUSCEPTIBILIDAD
0,0				
	9	9	0,294	NO HABRA LICUACIÓN
0,9				
	12	11	0,169	HABRA LICUACIÓN
1,5				
	22	19	0,316	NO HABRA LICUACIÓN
2,1				
	39	32	0,373	NO HABRA LICUACIÓN
2,7				
	43	33	0,410	NO HABRA LICUACIÓN
3,3				
	48	35	0,435	NO HABRA LICUACIÓN
3,9				
	51	39	0,449	NO HABRA LICUACIÓN
4,5				
	56	40	0,458	NO HABRA LICUACIÓN
5,1				
	69	47	0,465	NO HABRA LICUACIÓN
5,7				
	101	73	0,469	NO HABRA LICUACIÓN
6,3				

De 0,0 m – 1,90 m, a esta profundidad se encontró un estrato de arena limosa de color café claro a oscuro con vetas grises, amarillas oscuras y negras, con la parte limosa de baja plasticidad, con resistencia seca de baja a media, con dilatación de lenta a rápida y de consistencia mediana.
De 1,90 m – 3,30 m, a esta profundidad se encontró un estrato de arena limosa de color café claro a oscuro con vetas grises y negras, con la parte limosa de baja plasticidad, con resistencia seca de baja a media, con dilatación de lenta a rápida y de consistencia mediana, con presencia de material grueso granular de distintos tamaños.
De 3,30 m – 5,10 m, a esta profundidad se encontró un estrato de arena limosa más consolidada que el estrato anterior de color café claro a oscuro con vetas amarillas oscuras, negras, blancas y grises, la parte limosa de baja plasticidad, con resistencia seca de baja a media, con dilatación de lenta a rápida y de consistencia mediana, hacia su parte inferior el estrato era más denso, aquí se suspendió la toma de muestras por encontrar estrato con material de diámetro mayor al de la cuchara que no permitía recuperar material, pero el registro de perforación se llevó hasta los 6.30 m como se tenía programado.



Se encontró un estrato de arena limosa de color café claro a oscuro con vetas grises, amarillas oscuras y negras, con la parte limosa de baja plasticidad, con resistencia seca de baja a media, con dilatación de lenta a rápida y de consistencia mediana.

Se encontró un estrato de arena limosa de color café claro a oscuro con vetas grises y negras, con la parte limosa de baja plasticidad, con resistencia seca de baja a media, con dilatación de lenta a rápida y de consistencia mediana, con presencia de material grueso granular de distintos tamaños.

Se encontró un estrato de arena limosa más consolidada que el estrato anterior de color café claro a oscuro con vetas amarillas oscuras, negras, blancas y grises, la parte limosa de baja plasticidad, con resistencia seca de baja a media, con dilatación de lenta a rápida y de consistencia mediana, hacia su parte inferior el estrato era más denso, aquí se suspendió la toma de muestras por encontrar estrato con material de diámetro mayor al de la cuchara que no permitía recuperar material, pero el registro de perforación se llevó hasta los 6.30 m como se tenía programado.

Figura 7. Perfil geotécnico de los apiques para la estructura SPT1.

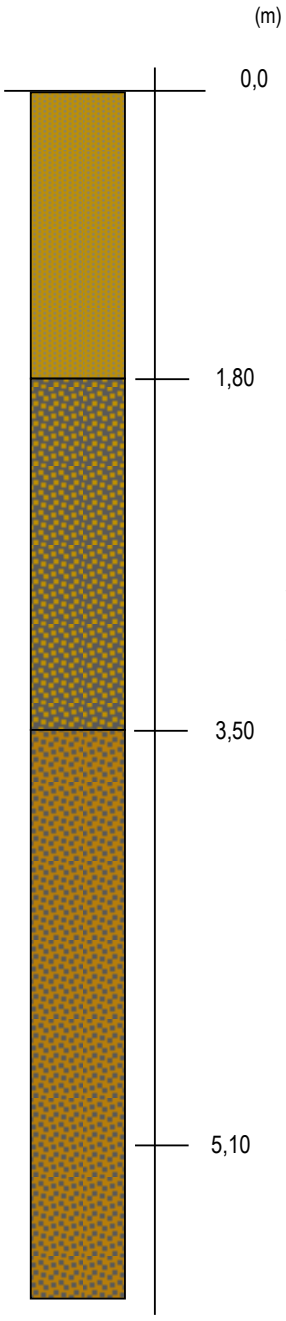
✓ **SONDEO 2 (S2)**: Este sondeo se demarco en el esquema con SPT2 y se realizó hacia la parte central en la margen derecha dentro del lote donde se desarrollará el proyecto, llegó hasta 6,30 m de profundidad aproximadamente, se encontró la siguiente secuencia estratigráfica.

Sondeo N.º 2					
Profundidad (m)	**Numero de Golpes N60**	**Clasificación del Estrato**	**Peso Especifico**	**Ángulo de Fricción**	**Tipo de Material**
0.0 – 0.9	9	Suelta	1.50 Ton/m^3	28.49º	MATERIAL GRANULAR
0.9 – 2.1	18	Medianamente Densa	1.70 Ton/m^3	30.70º	
2.1 – 4.5	37	Densa	1.90 Ton/m^3	35.93º	MATERIAL ALUVIAL
4.5 – 6.3	73	Muy Densa	2.10 Ton/m^3	39.90º	

Sondeo SPT2

PROF. (m)	No DE GOLPES	N_{60}	$\frac{\tau_{PRO}}{\sigma'_{VO}}$	SUSCEPTIBILIDAD
0,0				
	9	9	0,294	NO HABRA LICUACIÓN
0,9				
	12	11	0,169	HABRA LICUACIÓN
1,5				
	21	18	0,316	NO HABRA LICUACIÓN
2,1				
	37	30	0,373	NO HABRA LICUACIÓN
2,7				
	41	31	0,410	NO HABRA LICUACIÓN
3,3				
	46	33	0,435	NO HABRA LICUACIÓN
3,9				
	48	37	0,454	NO HABRA LICUACIÓN
4,5				
	55	40	0,463	NO HABRA LICUACIÓN
5,1				
	65	45	0,469	NO HABRA LICUACIÓN
5,7				
	100	73	0,473	NO HABRA LICUACIÓN
6,3				

De 0,0 m – 1,80 m, a esta profundidad se encontró un estrato de arena limosa de color café claro a oscuro con vetas grises, amarillas oscuras y negras, con la parte limosa de baja plasticidad, con resistencia seca de baja a media, con dilatación de lenta a rápida y de consistencia mediana.
De 1,80 m – 3,50 m, a esta profundidad se encontró un estrato de arena limosa de color café claro a oscuro con vetas grises y negras, con la parte limosa de baja plasticidad, con resistencia seca de baja a media, con dilatación de lenta a rápida y de consistencia mediana, con presencia de material grueso granular de distintos tamaños.
De 3,50 m – 5,10 m, a esta profundidad se encontró un estrato de arena limosa más consolidada que el estrato anterior de color café claro a oscuro con vetas amarillas oscuras, negras, blancas y grises, la parte limosa de baja plasticidad, con resistencia seca de baja a media, con dilatación de lenta a rápida y de consistencia mediana, hacia su parte inferior el estrato era más denso, aquí se suspendió la toma de muestras por encontrar estrato con material de diámetro mayor al de la cuchara que no permitía recuperar material, pero el registro de perforación se llevó hasta los 6.30 m como se tenía programado.



Se encontró un estrato de arena limosa de color café claro a oscuro con vetas grises, amarillas oscuras y negras, con la parte limosa de baja plasticidad, con resistencia seca de baja a media, con dilatación de lenta a rápida y de consistencia mediana.

Se encontró un estrato de arena limosa de color café claro a oscuro con vetas grises y negras, con la parte limosa de baja plasticidad, con resistencia seca de baja a media, con dilatación de lenta a rápida y de consistencia mediana, con presencia de material grueso granular de distintos tamaños.

Se encontró un estrato de arena limosa más consolidada que el estrato anterior de color café claro a oscuro con vetas amarillas oscuras, negras, blancas y grises, la parte limosa de baja plasticidad, con resistencia seca de baja a media, con dilatación de lenta a rápida y de consistencia mediana, hacia su parte inferior el estrato era más denso, aquí se suspendió la toma de muestras por encontrar estrato con material de diámetro mayor al de la cuchara que no permitía recuperar material, pero el registro de perforación se llevó hasta los 6.30 m como se tenía programado.

Figura 8. Perfil geotécnico de los apiques para la estructura SPT2.

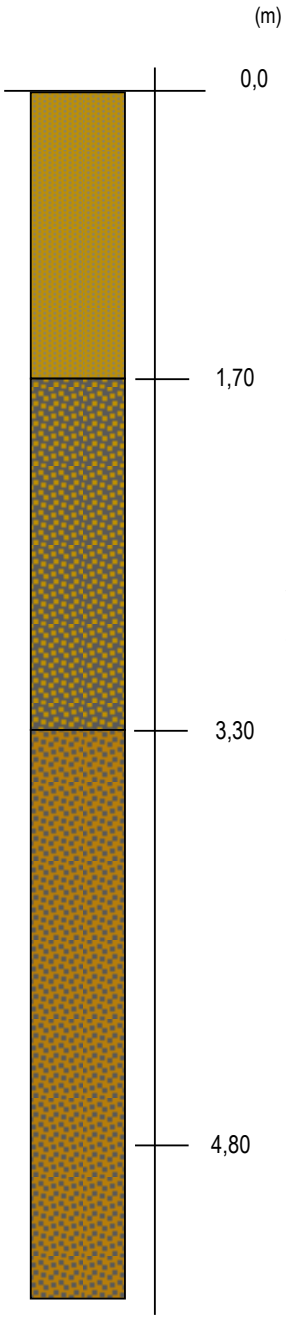
✓ **SONDEO 3 (S3)**: Este sondeo se demarco en el esquema con SPT3 y se realizó hacia la parte frontal cerca a la calle 2ª en la margen derecha dentro del lote donde se desarrollará el proyecto, llegó hasta 6,30 m de profundidad aproximadamente, se encontró la siguiente secuencia estratigráfica.

Sondeo N.º 3					
Profundidad (m)	**Numero de Golpes N60**	**Clasificación del Estrato**	**Peso Especifico**	**Ángulo de Fricción**	**Tipo de Material**
0.0 – 0.9	9	Suelta	1.50 Ton/m^3	28.49º	MATERIAL GRANULAR
0.9 – 2.1	16	Medianamente Densa	1.70 Ton/m^3	29.86º	
2.1 – 4.5	34	Densa	1.90 Ton/m^3	35.23º	MATERIAL ALUVIAL
4.5 – 6.3	72	Muy Densa	2.10 Ton/m^3	39.47º	

Sondeo SPT3

PROF. (m)	No DE GOLPES	N_{60}	$\frac{\tau_{PRO}}{\sigma'_{VO}}$	SUSCEPTIBILIDAD
0,0				
	9	9	0,294	NO HABRA LICUACIÓN
0,9				
	10	9	0,169	HABRA LICUACIÓN
1,5				
	18	16	0,316	NO HABRA LICUACIÓN
2,1				
	34	28	0,373	NO HABRA LICUACIÓN
2,7				
	37	28	0,410	NO HABRA LICUACIÓN
3,3				
	42	30	0,435	NO HABRA LICUACIÓN
3,9				
	44	34	0,454	NO HABRA LICUACIÓN
4,5				
	52	38	0,463	NO HABRA LICUACIÓN
5,1				
	60	41	0,469	NO HABRA LICUACIÓN
5,7				
	99	72	0,473	NO HABRA LICUACIÓN
6,3				

De 0,0 m – 1,70 m, a esta profundidad se encontró un estrato de arena limosa de color café claro a oscuro con vetas grises, amarillas oscuras y negras, con la parte limosa de baja plasticidad, con resistencia seca de baja a media, con dilatación de lenta a rápida y de consistencia mediana.
De 1,70 m – 3,30 m, a esta profundidad se encontró un estrato de arena limosa de color café claro a oscuro con vetas grises y negras, con la parte limosa de baja plasticidad, con resistencia seca de baja a media, con dilatación de lenta a rápida y de consistencia mediana, con presencia de material grueso granular de distintos tamaños.
De 3,30 m – 4,80 m, a esta profundidad se encontró un estrato de arena limosa más consolidada que el estrato anterior de color café claro a oscuro con vetas amarillas oscuras, negras, blancas y grises, la parte limosa de baja plasticidad, con resistencia seca de baja a media, con dilatación de lenta a rápida y de consistencia mediana, hacia su parte inferior el estrato era más denso, aquí se suspendió la toma de muestras por encontrar estrato con material de diámetro mayor al de la cuchara que no permitía recuperar material, pero el registro de perforación se llevó hasta los 6.30 m como se tenía programado.



Se encontró un estrato de arena limosa de color café claro a oscuro con vetas grises, amarillas oscuras y negras, con la parte limosa de baja plasticidad, con resistencia seca de baja a media, con dilatación de lenta a rápida y de consistencia mediana.

Se encontró un estrato de arena limosa de color café claro a oscuro con vetas grises y negras, con la parte limosa de baja plasticidad, con resistencia seca de baja a media, con dilatación de lenta a rápida y de consistencia mediana, con presencia de material grueso granular de distintos tamaños.

Se encontró un estrato de arena limosa más consolidada que el estrato anterior de color café claro a oscuro con vetas amarillas oscuras, negras, blancas y grises, la parte limosa de baja plasticidad, con resistencia seca de baja a media, con dilatación de lenta a rápida y de consistencia mediana, hacia su parte inferior el estrato era más denso, aquí se suspendió la toma de muestras por encontrar estrato con material de diámetro mayor al de la cuchara que no permitía recuperar material, pero el registro de perforación se llevó hasta los 6.30 m como se tenía programado.

Figura 9. Perfil geotécnico de los apiques para la estructura SPT3.

7.1. NIVEL DE AGUA.

Durante la campaña de perforación para el lote donde se desarrollará las graderías del proyecto, se detectó nivel de agua no constante a partir de 4.10 m de profundidad aproximadamente en algunas de las perforaciones, pero este es susceptible de ascender por las crecientes súbitas del rio Juradó o los frentes de humedad que puedan descender de la superficie debido al alto régimen de lluvia de la región.

Sin embargo, se aclara que el nivel freático de la zona puede variar levemente por efectos de percolación de las aguas lluvias o crecidas súbitas del rio y las quebradas cercanas que conforman la cuenca del río Juradó.

7.2. PARÁMETROS DE PERMEABILIDAD DEL SUELO.

Para este aparte no se realizó calculo ni de campo ni en el laboratorio por eso asumimos estos parámetros a partir de la clasificación que se hizo de las muestras y se tomara de la siguiente tabla 4.

Tabla 4. Valores típicos de permeabilidad a partir de la clasificación.

Suelo	Descripción	Clasificación USCS	Permeabilidad (m/s)
Gravas	Bien gradadas	GW	10^{-3} a 10^{-1}
	Bien seleccionadas	GP	10^{-2} a 10
	Limosas	GM	10^{-7} a 10^{-5}
	Arcillosas	GC	10^{-8} a 10^{-6}
Arenas	Bien gradadas	SW	10^{-5} a 10^{-3}
	Bien seleccionadas	SP	10^{-4} a 10^{-2}
	Limosas	SM	10^{-7} a 10^{-5}
	Arcillosas	SC	10^{-8} a 10^{-6}
Limos	Baja plasticidad	ML	10^{-9} a 10^{-7}
	Alta plasticidad	MH	10^{-9} a 10^{-7}
Arcillas	Baja plasticidad	CL	10^{-9} a 10^{-7}
	Alta plasticidad	CH	10^{-10} a 10^{-8}

Valores de permeabilidad de los principales suelos (Sowers, 1978).

7.3. SUELOS CON CARACTERÍSTICAS ESPECIALES.

Tomando en cuenta las características de los materiales encontrados en las perforaciones (arena limosa con gravas) con peso específico mayor a 15 kN/m^3, la topografía del terreno (que se nivelara para la estructura), y el confinamiento que se le aplicara al material (placas de concreto), se concluye que su potencial de ser un material colapsable es muy bajo, adicionalmente no es un suelo que se haya depositado por acción del viento o transporte del río, sobre el lote donde se desarrollara el proyecto.

Se recomienda hacer control de humedad o aguas superficiales evitando la infiltración de aguas lluvias, mediante la utilización de revestimientos arquitectónicos u obras de captación.

Identificación de la colapsibilidad

$$\gamma_{dcirt} = \frac{\gamma_w}{(1/G_s) + W_l}$$

Suelo estable o expansivo

$$\frac{\gamma_d}{\gamma_{dcirt}} > 1$$

Suelo colapsable

$$\frac{\gamma_d}{\gamma_{dcirt}} \leq 1$$

Dónde:

γ_{dcrit} → Peso Unitario Critico como identificación de la colapsibilidad
G_s → Gravedad Especifica del suelo
γ_w → Peso unitario del agua
W_l → Limite liquido en fracción decimal
γ_w → Peso unitario seco

Tabla 5. Valores típicos de Gravedad especifica según el tipo de suelos

Tipo de suelo	G_s
Arena de cuarzo	2.64–2.66
Limo	2.67–2.73
Arcilla	2.70–2.9
Yeso	2.60–2.75
Loes	2.65–2.73
Turbo	1.30–1.9

Fuente: Braja Das (2001)

$$\gamma_{dcirt} = \frac{1}{(1/2.68) + 0.4132} = 1.27$$

$$\frac{1.43}{1.27} = 1.13$$

De acuerdo con los resultados obtenidos, se concluye que el suelo es estable y no colapsable.

7.4. ZONIFICACIÓN DEL PROYECTO.

Hasta la fecha de redacción de este informe, debe anotarse que el municipio de Juradó en especial en el lote donde se desarrollara el proyecto, no cuenta con un estudio de Zonificación Sismo – Geotécnica, que permita localizar las diferentes áreas del mismo dentro de zonas con niveles de amenaza sísmica, deslizamiento, procesos erosivos y/o inundaciones, por lo cual la zonificación del proyecto se realiza de acuerdo con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

De acuerdo con la NSR-10, el suelo de la zona de trabajo se puede caracterizar con los siguientes parámetros de diseño sísmico:

Tipo de Suelo: D (se escoge este tipo de suelos porque a la luz de la norma NSR-10 en el lote no se detecta ninguna capa de arcilla blanda para caracterizarlo como tipo de suelo F, pero tampoco se evidencia perfiles de suelos muy densos o rocas blandas para caracterizarlo como tipo de suelo C,

Coeficiente de Aceleración: $A_a = 0.40g$

Coeficiente de Velocidad: $A_v = 0.40g$

Coeficiente de Amplificación: $F_a = 1.10$

Coeficiente de Amplificación: $F_v = 1.60$

Zona de Amenaza Sísmica: Alta

Tabla 6. Clasificación de los perfiles de suelo según NSR-10. Tabla A.2.4-1.

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\overline{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\overline{v}_s \geq 760$ 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> $\overline{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\overline{N} \geq 50$, o $\overline{s}_u \geq 100$ kPa (≈1 kgf/cm²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $\overline{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	50 > $\overline{N} \geq 15$, o 100 kPa (≈1 kgf/cm²) > $\overline{s}_u \geq 50$ kPa (≈0.5 kgf/cm²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > $\overline{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP > 20 w ≥ 40% 50 kPa (≈0.50 kgf/cm²) > $\overline{s}_u$
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: F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con Índice de Plasticidad IP > 75) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

Fuente NSR–10

7.5. CRITERIOS DE ANÁLISIS GEOTÉCNICOS.

En el análisis se considera estable los taludes de las excavaciones y la falla de fondo si cumple con los siguientes criterios:

- ✓ Un factor de seguridad mínimo en condiciones estáticas de 1.50.
- ✓ Un factor de seguridad mínimo de 1.05 para el caso seudo-estático, incluyendo sólo coeficiente de aceleración horizontal.

El valor límite para el factor de seguridad en el caso estático fue seleccionado a partir de las sugerencias de la NSR-10 que se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Factor de seguridad Básicos Mínimos Directos. Fuente: NSR-10 Tabla H.2.4-1.

Condición	F_{SBM}		F_{SBUM}	
	Diseño	Construcción	Diseño	Construcción
Carga Muerta + Carga Viva Normal	1.50	1.25	1.80	1.40
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	1.25	1.10	1.40	1.15
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo estático	1.10	1.00 (*)	No se permite	No se permite
Taludes – Condición Estática y Agua Subterránea Normal	1.50	1.25	1.80	1.40
Taludes – Condición Seudo-estática con Agua Subterránea Normal y Coeficiente Sísmico de Diseño	1.05	1.00 (*)	No se permite	No se permite

(*) Nota: Los parámetros sísmicos seudo estáticos de Construcción serán el 50% de los de Diseño

Fuente NSR–10

Además, se consideran los siguientes factores de seguridad:

- ✓ Para la determinación de la capacidad portante del suelo F S = 3.0
- ✓ Para la determinación de la estabilidad de la excavación F S = 1.0
- ✓ Para la determinación de la altura critica F S = 2.0
- ✓ Para la determinación de la falla de fondo F S = 1.5

Por último, se considera que alrededor de la excavación existirá una sobrecarga debida a material excavado o maquinaría de 1.0T/m^2.

7.6. ALTURA CRÍTICA

Debido a que el material encontrado en la zona de estudio, después de los 2.10 m aproximadamente, es friccionante con ausencia de cohesión, las excavaciones que se realicen tendrán una altura crítica igual a esta profundidad. Por lo tanto, ***se recomienda que las excavaciones sean ejecutadas con entibado hasta la profundidad de trabajo recomendada***, para evitar falla en las paredes de las excavaciones debido a la posible presencia de agua freática.

7.7. FALLA DE FONDO

Debido a que la estratificación presentada en la zona de estudio corresponde a arenas y gravas aluviales hacia la parte media y final de las excavaciones, es necesario considerar la falla por supresión causada por la presión hidrostática que podría producir levantamiento del fondo de la excavación, y perder empuje pasivo en el empotramiento de los sistemas de retención.

Para que el fondo de la excavación no se levante debido a la diferencia de presiones hidráulicas, se debe cumplir que la presión total en la superficie de contacto con el estrato siguiente de la capa donde se encuentra el fondo de la excavación sin considerar la presión del suelo excavado, sea mayor a la presión del agua, afectado por un factor de seguridad de 1,5. Para un espesor de suelo igual a 2.10 m de material a una profundidad de 6.30 m, se tendrá un factor de seguridad igual:

$$FS > \frac{\gamma_s \times h_s}{\gamma_w \times h_w} \rightarrow \frac{1.9\ ton/m^3 \times 2.1\ m}{1.0\ ton/m^3 \times 4.2\ m} \rightarrow FS = 0.95 < 1.5 ¡\ OK!$$

De acuerdo con los resultados obtenidos, se concluye que no ocurrirá falla de fondo durante la ejecución de las excavaciones, cabe mencionar que este es válido para una profundidad de 6.30 m.

7.8. RELLENOS

- ✓ El material para el lleno deberá ser proveniente del río Juradó, o en su efecto otro material que cumpla con las siguientes características
  - Peso Unitario Seco Máximo Compactado: 1.90 Ton/m3

- Humedad Optima de Compactación 5.5%
- Clasificación USC: SP
- Porcentaje pasa Malla No 200 = 4% – 5%

✓ El material será exento de grumos o terrones.

✓ El grado de compactación del lleno, mediante verificación con los ensayos de campo, deberán satisfacer el 100% de la densidad establecida.

✓ Todos los trabajos previos como cimentaciones, instalaciones y otros que vayan a ser cubiertos con el lleno, serán concluidos.

✓ Todo lleno se efectuará en terrenos firmes, que no contengan agua, materia orgánica, basura y otros desperdicios.

✓ El sitio para rellenar estará libre de agua, material de desecho u otros que perjudiquen este proceso. Se iniciará con el tendido de una capa uniforme horizontal de espesor no mayor de 20 cm., la que tendrá un grado de humedad óptima, que permita lograr la compactación y porcentaje de compactación exigida. Dicha compactación se efectuará con apisonador mecánico, iniciando desde los bordes hacia el centro del lleno y manteniendo traslapes continuos en los sitios apisonados. Cada vez que se concluya con una capa de lleno, será marcada y verificada en estacas que serán previamente colocadas. Este procedimiento será repetitivo para cada capa de lleno, hasta llegar al nivel establecido en el proyecto

Nota: En todo caso los materiales de relleno deben cumplir la norma INV 610.

El material de lleno que deba ser compactado y se encuentre sobre algún cimiento no debe compactarse con maquinaria pesada, deberá utilizarse placa vibratoria (rana)

8. CARGAS TRANSMITIDAS POR LA ESTRUCTURA.

De acuerdo con la información recibida por el calculista encargado de los diseños del proyecto, se estiman cargas aproximadas para los elementos más desfavorables del orden de 30 ton., las cuales como se anotó antes se transmitirán al suelo de fundación a través de cimentaciones superficiales o profundas.

Se analizará la viabilidad de los dos casos, sin embargo, se prestará mayor atención al tema de los asentamientos ya que se trata de estructuras que requieren de asentamientos mínimos a pesar de transmitir cargas bajas al suelo a través de la cimentación que se escoja.

9. ANALISIS DEL ESCENARIO GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS.

De acuerdo con el perfil geotécnico se observa que el subsuelo está conformado por:

1. Un estrato de suelo areno limoso con presencia de material grueso y fino, este material es proveniente de un lleno que se utilizó para levantar el nivel del terreno, es un material suelto en algunos sectores que no presenta ningún tipo de confinamiento que podría provocar perdida del material y por ende perdida de soporte estructural del suelo, así que no se recomienda cimentar en este estrato sin algún tratamiento previo.

2. A continuación, se encuentra un estrato de arena limosa de color café claro a oscuro con vetas grises, negras y amarillo oscuro, de compacidad media, aunque es un estrato un poco más profundo para el tipo de construcción que se ubicara en este sitio y la magnitud de las cargas que se esperan, sería un estrato recomendado para cimentar, además, se deben tener todas las precauciones ya que es un estrato con susceptibilidad a fenómenos de expansión o licuación por la presencia del nivel freático fluctuante y las características friccionantes de este material.

3. Por último, encontramos una capa de material grueso granular más consolidado que el estrato anterior caracterizado como arena limosa de color café claro a oscuro con vetas amarillas oscuras, blancas, negras y grises, de compacidad de media a alta con buena capacidad portante, material predominante en esta zona de la ciudad, sin embargo, no se tiene conocimiento de su espesor, lo cual debe comprobarse si es necesario cuando se realicen las excavaciones para la cimentación de la estructura.

Después de analizar el perfil geotécnico, los resultados de las pruebas de campo y laboratorio, especialmente de las perforaciones, así como tener las características del proyecto, la magnitud de las cargas que transmitirá al suelo, se puede deducir, que para la obra a ubicar en este sitio, una cimentación superficial es viable siempre y cuando se lleve hasta una profundidad de desplante de 2.0 m aproximadamente, para llevar las cargas de las estructuras a estratos de mejor capacidad portante teniendo en cuenta que no se quiere ningún tipo de asentamiento o si se presenta sea aceptable para la estabilidad del proyecto, no se debe olvidar que el terreno es un poco plano así que la profundidad es desde la superficie actual de este.

10. CIMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN.

De acuerdo con la información de campo y el análisis de los resultados de los ensayos de laboratorio se plantea como alternativa para la cimentación de las estructuras, la utilización de cimentaciones superficiales mediante zapatas cuadradas o rectangulares que se apoyaran en el estrato de arena limosa de color café claro a oscuro con vetas amarillas oscuras, negras y grises, a partir de 1.40 m aproximadamente.

Las zapatas se pueden apoyar directamente sobre el estrato de arena limosa o mediante un reemplazo de parte de la arena limosa por material granular muy bien compactado, mínimo al 95% de la densidad máxima alcanzada por el material granular en la prueba proctor modificado, también se puede utilizar suelo cemento o concreto ciclópeo pobre de 0.50 m a 1.0 m de profundidad. El reemplazo debe apoyarse en el estrato de arena limosa de color café claro a oscuro con vetas amarillas oscuras, negras y grises, tal como se indica en las siguientes figuras:

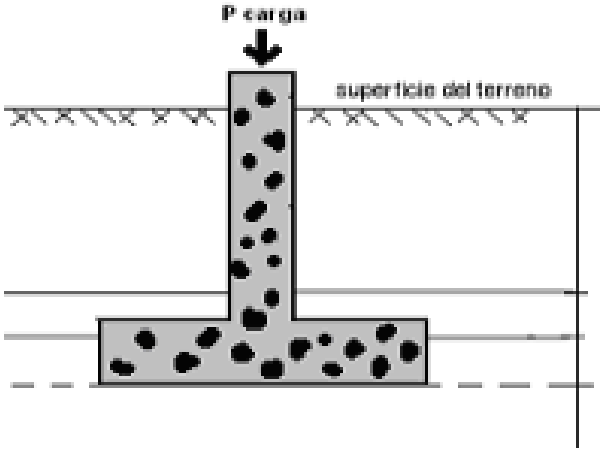


Figura 10. Cimentación directa sobre la arena limosa.

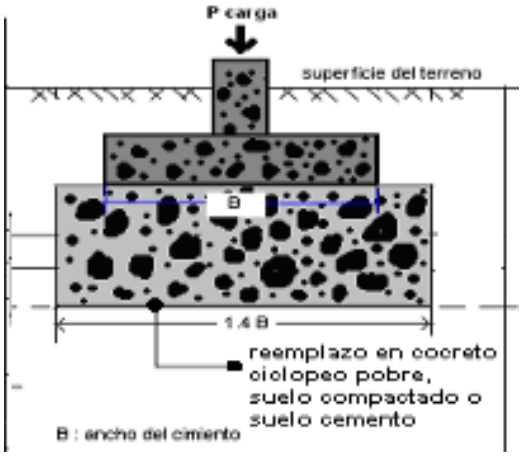


Figura 11. Cimentación mediante un reemplazo con material granular compactado, suelo cemento o concreto ciclópeo pobre.

10.1. CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN.

Para la cimentación de la estructura se recomienda una cimentación superficial constituida por zapatas rectangulares o cuadradas apoyadas a una profundidad de desplante de 2.0 m, o mediante un reemplazo en concreto ciclópeo o material granular bien compactado apoyado a la misma profundidad m, es decir cambiando parte de la arena limosa que se encontró en las perforaciones por este material de remplazo.

La capacidad portante del suelo de cimentación se calculará con la teoría de capacidad portante de Terzaghi para cimentaciones superficiales en suelos granulares, considerando falla por corte general.

Según lo anterior la capacidad portante última (σ_{ult}) de un suelo está dada por la siguiente expresión matemática.

$$\sigma_{ult} = CN_cS_c + \sigma_0^{'}N_qS_q + 0.5\gamma_0^{'}BN_\gamma S_\gamma$$

Dónde:

σ_{ult} → Capacidad de carga última del suelo de cimentación (ton/m^2)

C → Cohesión del suelo (ton/m^2)

$\sigma_o^{'} \rightarrow$ Presión efectiva de sobrecarga del suelo por encima del nivel de cimentación. (Ton/m^2)

$\gamma \rightarrow$ Peso unitario del suelo de cimentación. (Ton/m^3)

$B \rightarrow$ Ancho de la cimentación. (m)

$L \rightarrow$ Largo de la cimentación. (m)

N_c, N_q y $N_\gamma \rightarrow f(\phi)$. Son factores adimensionales de capacidad de carga y su valor depende del ángulo de fricción interna del suelo (ϕ).

La NSR – 10, en el título H, recomienda que estos factores sean calculados según las siguientes ecuaciones:

$$N_c = \cot\phi'\left[\frac{e^{2(3\pi/4-\phi'/2)\tan\phi'}}{2\cos^2\left(\frac{\pi}{4}+\frac{\phi'}{2}\right)}-1\right] = \cot\phi'(N_q-1)$$

$$N_q = \frac{e^{2(3\pi/4-\phi'/2)\tan\phi'}}{2\cos^2\left(45+\frac{\phi'}{2}\right)}$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2}\left(\frac{K_{P\gamma}}{\cos^2\phi'}-1\right)\tan\phi'$$

S_c, S_q y $S_\gamma \rightarrow$ Son factores de forma de la cimentación que dependen de B y L. Se definen de acuerdo con el siguiente cuadro:

Cimentaciones Superficiales

Tabla 8. Factor de forma para las cimentaciones.

TIPO DE ZAPATA	FACTORES DE FORMA		
	S_c	S_q	S_γ
CORRIDA	1.0	1.0	1.0
CIRCULAR	1.3	1.0	0.6
CUADRADA	1.3	1.0	0.8
RECTANGULAR	$\left(1+0.3\frac{B}{L}\right)$	1.0	$\left(1-0.2\frac{B}{L}\right)$

De acuerdo con el perfil estratigráfico la cimentación se apoyará en el estrato de arena limosa con algo de gravas de color café claro a oscuro con vetas amarillas oscuras, negras y grises, a una profundidad de desplante aproximada 2.0 m.

Para estimar la capacidad portante última (σ_{ult}) del suelo de cimentación se toman para el estrato de arena limosa de color café claro a oscuro con vetas amarillas oscuras, negras y grises, los siguientes parámetros de resistencia al corte de acuerdo con sus características físicas y mecánicas, para el caso más desfavorable tomados de la prueba SPT en campo:

$C = 0$

$\emptyset = 29°$ tomado de los cálculos de la prueba SPT

El valor del peso unitario para cada estrato se tomó teniendo en cuenta las características del suelo y las condiciones de humedad, de acuerdo con esto, para el suelo de cimentación se tomó un peso unitario promedio, $\gamma = 1.90\ ton/m^3$, y para los suelos que suprayacen el suelo de cimentación se tomó un peso unitario promedio $\gamma_o = 1.80\ ton/m^3$, estimados a partir de los pesos unitarios secos y el contenido de humedad, así:

Peso unitario del suelo de cimentación. $\gamma = 1.90\ ton/m^3$
Peso unitario del suelo de sobrecarga. $\gamma_o = 1.80\ ton/m^3$

Estimada la capacidad de carga última (σ_{ult}) del suelo de cimentación, se calculará la capacidad portante admisible o permisible o de diseño (σ_{adm}) con un factor de seguridad (F.S.) de 3.0:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{ult.}}{F.S} = \frac{\sigma_{ult.}}{3}$$

Como cimentación superficial se utilizarán zapatas rectangulares o cuadradas colocadas a una profundidad de cimentación (D_f) de 2,0 m.

A continuación, se procederá entonces a estimar la capacidad portante última (σ_{ult}) del suelo de cimentación de acuerdo con lo expuesto.

- ✓ **Suelo de cimentación:** arena limosa (SM)
  - ✓ Asumimos comportamientos puramente friccionantes
  - ✓ Parámetros de resistencia al corte:
    - $C = 0$
    - $\emptyset = 29°$

- ✓ Tipo de cimentación: Superficial – Zapatas cuadradas o rectangulares.

10.1.1. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE ÚLTIMA DEL SUELO DE CIMENTACIÓN. (σ_{ult}).

Como se encontró el nivel freático durante las perforaciones y tratarse de un material friccionante, para los cálculos asumiremos que este nivel freático que se encuentra a una profundidad de 4.10 m aproximadamente desde la superficie puede influenciar manteniendo el suelo húmedo y los cálculos los realizaremos en condición de humedad natural constante.

$$\sigma_{ult} = CN_cS_c + \sigma_o^{'}N_qS_q + 0.5\gamma_o^{'}BN_\gamma S_\gamma$$

$$\phi = 0^o \Rightarrow 0.5\gamma_o^{'}BN_\gamma S_\gamma$$

$$\sigma_{ult} = CN_cS_c + \sigma_o^{'}N_qS_q$$

$$\sigma_o^{'} = q_o + \sum(\gamma_i \times Z_i = \gamma_1 \times Z_1 + \gamma_2 \times Z_2)$$

$$\sigma_o^{'} = (1.54 \times 1.4) + (1.63 \times 0.6)$$

$$\sigma_o^{'} = 3.13\ ton/m^2$$

Para $\emptyset = 29°$ $\quad N_q = 19.98$

$\quad N_\gamma = 16.18$

Factores de forma: $\quad S_q = 1.0$

$\quad S_\gamma = 1.0$

$$\sigma_{ult} = (3.13 \times 19.98 \times 1.0) + (0.5 \times 1.63 \times 1.0 \times 16.18 \times 1.0)$$
$$\sigma_{ult} = 62.54 + 13.19$$
$$\sigma_{ult} = 75.73\ ton/m^2$$

✓ Cálculo de la Capacidad Portante Admisible del Suelo de Cimentación (σ_{adm}).

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{ult.}}{F.S} = \frac{75.73\ ton/m^2}{3}$$
$$\sigma_{adm} = 25.24\ ton/m^2 \cong 25.0\ ton/m^2$$

Las zapatas deben diseñarse teniendo en cuenta los siguientes criterios:

✓ La presión de contacto (σ_{cont}) ≤ σ_{adm}, es decir: $\frac{P}{BxL} \leq \sigma_{adm}$

$$\frac{P}{B \times L} \leq \sigma_{adm} \rightarrow \frac{30.0\ ton}{1.1\ m \times 1.1\ m} = 24.79\ ton/m^2 \leq 25.0\ ton/m^2$$

Tabla 9. Resultados de capacidad de carga para distintas profundidades.

D_f	σ_v'	$\sigma_v' N_q S_q$	$0.5\gamma' B N_\gamma S_\gamma$	σ_{ult}	σ_{adm}
1,0	1,59	31,85	13,19	45	15
1,5	2,36	47,23	13,19	60	20
2,0	3,13	62,62	13,19	76	25
2,5	3,90	78,00	13,19	91	30
3,0	4,67	93,39	13,19	107	36
3,5	5,44	108,77	13,19	122	41
4,0	6,21	124,16	13,19	137	46
4,5	6,98	139,54	13,19	153	51
5,0	7,75	154,92	13,19	168	56

✓ El asentamiento que produce σ_{cont}, debe estar dentro del rango permisible.

10.2. CALCULO DE ASENTAMIENTOS.

Los asentamientos se estimaron con la carga máxima supuesta de $10.0\ ton/m^2$, teniendo en cuenta el método semiempírico propuesto por Schmertmann y Hatman (1978), calculado de la siguiente manera:

$$S_c = C_1 C_2 (\bar{q} - q) \sum_0^z \frac{I_z}{E_s} \Delta z$$

Donde

S_c: Asentamiento elástico

E_s: Modulo de elasticidad del suelo

C_1: Factor de corrección para la profundidad del empotramiento de la cimentación

$C_1 = 1 - 0.5[q/(\bar{q} - q)]$

C_2: Factor de corrección del flujo plástico en el suelo

$C_2 = 1 + 0.2 \log(tiempo\ en\ años/0.1)$

$\bar{q}$: Esfuerzo al nivel de la cimentación

$q = \gamma D_f$

$I_z = 0.1 + 0.0111\left(\frac{L}{B} - 1\right)$

$$S_c = 0.9 \times 1.5 \times (24.79 - 3.26) \times \left(\frac{0.1}{22.5}\right) \times 2.0$$

$$S_c = 1.94\ mm$$

Para la carga supuesta de $30.0\ ton/m^2$ por elementos más cargados, los asentamientos estarán dentro de los rangos permitidos para este tipo de estructura y serán menores de 3 cm, es decir, se esperan asentamientos de los elementos que conformaran el proyecto a ejecutar de alrededor de 1.0 cm.

11. CONCLUSIONES

- ✓ Los suelos encontrados son de origen aluvial, estos últimos formados por los procesos de sedimentación del océano Pacifico, el rio Juradó y las quebradas que circundaban el lote donde se desarrollara el proyecto, fundamentalmente se encuentra un lleno antrópico de suelo limoso, arenas limosa y grava-limosa que descansa sobre varios estratos de suelos formados por arenas limosas de baja plasticidad, con resistencia seca de baja a media, con dilatación de lenta a rápida y con consistencia de mediana a firme, de color café, amarillo oscuro, gris y negras. Los suelos finos tienen capacidad portante de mediana a firme y los pocos suelos gruesos que se encontraron tienen una buena compacidad, tal como se comprobó en las distintas medidas que se hicieron en campo, como en laboratorio.

- ✓ El nivel freático (N.F.), se encontró durante las perforaciones a partir de 4.10 m aproximadamente, pero este tiene tendencia ascender en épocas de lluvia fuertes, ya que este es controlado por el océano Pacifico, el rio Juradó, las fuentes aledañas al sitio del proyecto y los frentes de humedad que descienden de la superficie. Por esta razón la profundidad a la que se encuentra el manto freático fluctúa con las épocas de sequía y lluvia. En el área y en particular en el terreno donde se desarrollará el proyecto **no se presentan condiciones de inundación**. Este aspecto debe tenerse en cuenta en la construcción de la estructura.

- ✓ De acuerdo con la NSR-10, el Departamento del Chocó se encuentra en la zona de amenaza sísmica alta, es decir se pueden alcanzar aceleraciones laterales > 0.20 g., en particular el coeficiente Aa para el municipio de Juradó es de 0,40g (ver figura 5), por esto el diseño de cualquier estructura debe concebirse considerando amenaza sísmica alta, de tal manera que se tengan construcciones seguras para la vida humana ante la alta probabilidad de ocurrencia de sismos de alta magnitud e intensidad en esta región del país.

12. RECOMENDACIONES

- ✓ Como solución de cimentación se recomienda una cimentación superficial directa sobre la arena limosa (SM) de color café claro a oscuro con vetas grises y negras, mediante zapatas rectangulares o cuadradas, colocadas a una profundidad de desplante de 2,0 m, es decir penetrando aproximadamente 0,60 m en el estrato de cimentación y con una capacidad portante admisible de **25,0 Ton/m²**. También se podría hacer un reemplazo en concreto ciclópeo, suelo cemento o material granular bien compactado del suelo de fundación con las especificaciones dadas anteriormente, esta solución tiene la ventaja de que facilita el amarre de la cimentación.

- ✓ *Los resultados de los análisis de capacidad de soporte y asentamientos se consideran admisibles para las estructuras, sin embargo, conocidas las características de resistencia del suelo de fundación, el ingeniero estructural puede modificar dicha geometría, de acuerdo con sus solicitaciones de carga y teniendo en cuenta la información de capacidad de soporte presentada y los asentamientos calculados, los cuales se encuentran establecidos para la profundidad recomendada, no obstante en la tabla 9 encontrara información de capacidad de carga de referencias para distintas profundidades.*

- ✓ Las dimensiones finales de la cimentación de la estructura y demás obras, provendrán del resultado de los estudios estructurales definitivos, de igual manera, el presente estudio sirve como herramienta fundamental para el diseño del ingeniero calculista, más no conlleva la geometría definitiva para la fundación de las estructuras propuestas.

- ✓ *El calculista estructural deberá suministrar en caso de ser necesario a esta consultoría el listado de cargas de cimentación resultantes de los diseños para revisar los factores de seguridad de acuerdo con lo establecido en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, título H.2.4. Los listados de cargas a suministrar serán los correspondientes a las siguientes condiciones de análisis de la estructura: 1) Carga Muerta + Carga Viva Normal, 2) Carga Muerta + Carga Viva Máxima, y, 3) Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo Estático aplicado para un R=1 en alguno de los dos sentidos; estas*

combinaciones de carga son, respectivamente, (B.2.3.7), (B.2.3.2) y (B.2.3.8) del numeral B.2.3.1 de la NSR-10.

✓ Ningún tipo de estructura se deberá fundar **sobre material con contenido orgánico**, si este es encontrado se debe **reemplazar en su totalidad**, en la medida de lo posible, pues es susceptible de sufrir grandes deformaciones bajo la acción de cargas, que puede producir fisuras en la estructura que aumentaría con el tiempo, disminuyendo la vida útil de esta.

✓ Cualquier estructura menor se deberá fundar sobre un material granular con espesor de 0.20 m, compactado con una densidad mínima que sea mayor que el 90% de la densidad máxima del proctor modificado. La compactación deberá realizarse en capas de espesor no mayor de 0.20 m (20 cm.).

✓ Los pisos se apoyarán sobre un lleno compactado hecho con material granular, en caso de encontrar material orgánico, el reemplazo debe ser realizado con material granular limpio bien compactado tal como la grava arenosa limosa que se extrae del río Jurado al cual se le colocara en la parte superior material granular limpio del río mismo con el objetivo de mejorar la superficie de apoyo y evitar que los pisos se mantengan húmedos por capilaridad.

✓ Es importante que la obra se realice en época de verano y se tomen las precauciones de seguridad al realizar las excavaciones, y utilizar entibación. No obstante, tanto para la época de invierno como de verano se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Actividades de protección (cerramiento perimetral y delimitación)
- Limpieza del área de excavación, al momento de realizar la limpieza del área de excavación, se debe identificar todo aquel elemento que pueda llegar a ser reutilizado en un futuro, ya sea dentro de la excavación o fuera como material de reciclaje.
- Deben preverse vías de acceso para vehículos de carga y transporte de material excavado, como también para la circulación de trabajadores, a fin de evitar riesgos al personal y a la propia excavación.
- Se debe llevar control estricto sobre el avance de las excavaciones, utilizando protección (entibado) para garantizar la estabilidad de las paredes de la excavación.

- Garantizar la profundidad y las dimensiones de las excavaciones. Las cuales se deben proteger de las precipitaciones y el ingreso de agua a las mimas. De igual forma se debe contar con equipo de bombeo para ayudar al desalojo del agua superficial que pudiera llegar a afectar las excavaciones. El bombeo del agua de la obra proveniente de las lluvias o infiltración de las partes altas es primordial para prevenir alteraciones del terreno, este se debe hacer con motobombas disponibles para el manejo de aguas dentro de la excavación.
- Cuando en la excavación se deba introducir bombas sumergibles y otras herramientas o equipos eléctricos, previamente se debe haber verificado que estos no tengan fuga de corriente y que sus sistemas de protección estén en buen estado.
- Llevar control de seguridad sobre: el estado de los sistemas de protección instalados en la excavación, protección de áreas adyacentes y edificaciones cercanas (en caso de necesitarse). Verificación de sistemas de servicios públicos que se encuentren dentro de la excavación, delimitación, señalización y delimitación de áreas (accesos, tránsito personas y vehículos, etc.). verificar las condiciones de operación después de sucesos como lluvias, tormentas, vendavales, inundaciones, sismos o cuando se presente otra condición que incremente el riesgo. Estado de operación mecánicas y de operación de todos los equipos usados en el proceso de excavación.
- Cuando se suspenda el trabajo, por cualquier razón, inspeccionar antes de volver a ingresar, verificando continuamente las condiciones de seguridad y ambientales durante la excavación.
- Prohibición de realizar trabajos de excavación en las proximidades de postes eléctricos o de telefonía que puedan afectar su estabilidad, estos deberán reubicarse antes de proceder con los trabajos.
- Se debe suspender los trabajos de excavación en los siguientes casos: movimientos sísmicos, lluvias que amenacen la estabilidad de la excavación, caída de un equipo pesado dentro de la excavación, paso de un equipo o vehículo que por su peso o vibración comprometa la estabilidad de la excavación, cuando se presente algún hundimiento, descenso o asiento, o grietas antes de comenzar o durante los trabajos de excavación, la situación debe ser reportada de inmediato y evaluada por la persona competente y de ser requerido por la persona calificada, cuando la atmósfera se vuelva peligrosa por deficiencia de oxígeno, contaminación por gases tóxicos o combustibles.

- ✓ Se deben fundir cada cimentación el mismo día que se termine la excavación de esta, teniendo en cuenta no tener las excavaciones abiertas demasiado tiempo para no generar afectaciones o se deteriore el suelo por infiltración de agua.

- ✓ *Es importante que durante la construcción de las cimentaciones se mantenga informado al consultor sobre los avances de esta o se cuente con su presencia o en su defecto con un profesional especialista en el área de geotecnia, para que verifique que las condiciones de campo sean las esperadas de acuerdo con los resultados de este estudio, y para que el mismo indique los ajustes necesarios si la situación lo exige.*

- ✓ *Este informe se efectuó con base en los resultados de la campaña de exploración del subsuelo y en el programa de ensayos de laboratorio. En caso de encontrarse condiciones diferentes a las aquí consignadas se deberá informar a la mayor brevedad al ingeniero geotécnista para analizar la situación y verificar las condiciones propias de los cambios que se requieran efectuar, si no se me informa y se realizan modificaciones no me hago responsables por los resultados que se den al final. Cualquier modificación que se quiera realizar, deberá consultarse con un profesional competente, quien deberá tener en cuenta este estudio.*

- ✓ La información de exploración y laboratorio corresponde a sitios puntuales, por lo tanto, los perfiles geotécnicos obtenidos son aproximados y establecidos de acuerdo con los perfiles de cada sondeo.

- ✓ De acuerdo con las normas colombianas de construcción SISMORESISTENTE (NSR-10), para efectos locales de la respuesta sísmica de la edificación deben considerarse los siguientes parámetros Geotécnicos y Sísmicos:

PARÁMETROS GEOTECNICOS Y SISMICOS RECOMENDADOS PARA EL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA (De acuerdo con la NSR – 10)		
1	Suelo de cimentación de las zapatas	SM
2	Profundidad de cimentación de las zapatas	$D_f = 2.0\ m$
3	Capacidad portante última de la zapata de cimentación, Q_{ult}	$Q_{ult} = 75\ ton/m^2$

PARÁMETROS GEOTECNICOS Y SISMICOS RECOMENDADOS PARA EL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA (De acuerdo con la NSR – 10)		
4	Capacidad portante admisible de la zapata de cimentación, Q_{adm}	$Q_{adm} = 25\ ton/m^2$
Para efectos locales de la respuesta sísmica de la Estructura:		
5	Zona de amenaza sísmica (NSR-10)	Alta
6	Coeficiente de aceleración lateral pico efectiva	$A_a = 0.40g$
7	Coeficiente de aceleración de velocidad horizontal pico efectiva	$A_v = 0.40g$
8	Coeficiente de amplificación (F_a)	$F_a = 1.10$
9	Coeficiente de amplificación (F_v)	$F_v = 1.60$
10	Tipo de perfil de suelos	D
11	Coeficiente de sitio	$S = 1.5$
12	Coeficiente de importancia	$III = 1.25$

- ✓ Para ayudar a atender las solicitaciones de eventos sísmicos, la estructura deberá rigidizarse en su fundación mediante vigas de amarre.

- ✓ Para ayudar a controlar los asentamientos que se pueden presentar durante la construcción de las cimentaciones, se recomienda tener un proceso constructivo constante, para que no se presenten estos asentamientos de manera diferencial y se refleje en la estructura terminada.

- ✓ *No obstante, las recomendaciones presentadas el constructor debe evaluar durante el avance de los trabajos si las condiciones asumidas con base en la exploración para el diseño son aplicables o no, ya que las recomendaciones anteriores son válidas para las profundidades exploradas*.

- ✓ *Es de anotar que la exploración geotécnica no puede garantizar la homogeneidad de todos los estratos a lo largo de la superficie de terreno del proyecto ya que esto depende de los procesos de depositación de millones de años, es por ello que se debe realizar por parte del contratista y futuros propietarios un control topográfico*

periódico que registre que los asentamientos secundarios a lo largo de la vida útil de la construcción sean asentamientos totales y se encuentren dentro de los valores permitidos por la normatividad vigente, asimismo, de presentarse asentamientos diferenciales poder tomar las medidas correctivas a tiempo.

- ✓ En la obra deberá disponerse de una copia de este informe como documento de apoyo y orientación en la construcción de las fundaciones. Cualquier modificación que se quiera realizar, deberá consultarse con un profesional competente, quien deberá tener en cuenta este estudio.

- ✓ Se recomienda obras de drenaje continuo de aguas lluvias y superficiales durante la construcción y la vida útil de la estructura para así garantizar la estabilidad de la estructura.

- ✓ Para el proceso constructivo de las cimentaciones y las excavaciones a realizar se deben tener en cuenta el siguiente procedimiento:

  Se deberá ubicar con exactitud mediante equipo topográfico en campo la localización de todas las perforaciones en donde se construirán las zapatas que formarán parte de la cimentación de acuerdo con los planos de construcción.

  Una vez realizada la ubicación en campo, se procederá a iniciar la excavación de forma manual hasta el nivel de cimentación, garantizando las dimensiones de la cimentación, se debe utilizar entibado preferiblemente que aseguren las profundidades de la cimentación y la estabilidad de la excavación, teniendo en cuenta que antes de iniciar se debe tener armado el refuerzo que se colocará en las cimentaciones garantizando el recubrimiento mediante separadores.

  Se recomienda llevar el control de la instalación de las cimentaciones, las dimensiones y la dirección de las perforaciones, las fechas de las excavaciones y de fundida del concreto, también se debe llevar registro de la profundidad y espesores de los estratos y las características de los materiales de apoyo.

  Alcanzada y comprobada la profundidad de cimentación, se procederá a instalación del acero de refuerzo previamente armado siguiendo las especificaciones de los planos estructurales. Cuando el acero de refuerzo de la cimentación se encuentre

colocado y verificado se procederá con la colocación de concreto teniendo en cuenta que la caída del concreto para la construcción no deberá exceder una altura de 1.5 m y se deberá garantizar el recubrimiento del acero para que el armado no quede en contacto con el suelo.

La colocación del concreto se puede hacer mediante tuberías o canaletas que deben tener un diámetro mínimo de 8 veces mayor al del agregado grueso máximo con espesores de pared entre 6 y 8 milímetros, para garantizar el flujo adecuado del concreto, el cual debe tener una fluidez tal que se capaz de penetrar y de distribuirse uniformemente en toda la pila sin necesidad de vibrarlo.

Se debe llevar un control adecuado de la colocación conforme se vaya llenando la excavación con concreto, hasta alcanzar la fundida completa de la cimentación. El concreto a emplearse deberá cumplir con las especificaciones indicadas en el proyecto estructural correspondiente.

Durante la inspección y verificación se deberá garantizar que los trabajos se construyan conforme a las especificaciones del proyecto. Para esto será necesario contratar personal con amplia experiencia e interpretación para este tipo de trabajos. Dentro del personal se deberá contar con la presencia de un ingeniero Geotécnista que supervisará los trabajos de manera continua y evaluar las condiciones reales del subsuelo.

Quedo a su disposición, para aclarar cualquier inquietud relacionada con este estudio, con gusto se darán las explicaciones y recomendaciones necesarias

Atentamente,

JOSE ALBERTO CÓRDOBA ARIAS
Ingeniero Civil
M.P. 05202099096 ANT

13. REFERENCIAS.

1. DAS, Braja M. Principios de Ingenierías de Cimentación. International Thomson Editores. Cuarta Edición. México, 2002

2. DAS, Braja M. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Internacional Thomson Editores S.A., México, 2001.

3. DAS, Braja M. Principios de Ingeniería de Cimentaciones. Internacional Thomson Editores S.A., México, 2001.

4. CUJAR CH. Germán. Cimentaciones Superficiales. Universidad del Cauca, Facultad de Ingeniería Civil, Popayán 2003.

5. WHITLOW, Roy. Fundamentos de Mecánica de Suelos. Grupo Editorial Patria Cultural S.A., México, 2000

6. ARANGO VELEZ, Antonio. Propiedades Ingenieriles de los Suelos. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Minas, 1985.

7. BOWLES, Joseph E. Foundations Analysis and design. Editorial McGraw Hill, Cuarta Edición, Singapur. 1988.

8. JUÁREZ BADILLO et All. Mecánica de Suelos. Tomo 2. Editorial Limusa.1996

9. NSR – 10 Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes, Bogotá 2010

10. INGEOMINAS. Mapa Geológico del Departamento del Chocó, 2003.

11. CANADIAN GEOTECHNICAL SOCIETY, Geotechnical Design of Deep Foundations, En: Foundation Engineering Handbook (Eds. HSAI-YANG Fang), Second. Edition. Newyork. Londan, Chapman & Hall, 283 – 330,

12. LAMBE, T. William & WHITMAN, Robert V, Mecánica de Suelos, Editores J. Salas. y J. Rodríguez O. Ed Limusa. México, 2004.

JOSE ALBERTO CORDOBA ARIAS
INGENIERO CIVIL (M.P. 05202 – 099096 de Antioquia)
Especialista en Mecánica de Suelos y Cimentaciones de la Universidad EAFIT
Especialista en Vías y Transportes de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

ANEXOS

JOSE ALBERTO CORDOBA ARIAS
INGENIERO CIVIL (M.P. 05202 – 099096 de Antioquia)
Especialista en Mecánica de Suelos y Cimentaciones de la Universidad EAFIT
Especialista en Vías y Transportes de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

ANEXO N.º 1

FORMATOS DE TRABAJO DE CAMPO

JOSE ALBERTO CORDOBA ARIAS
INGENIERO CIVIL (M.P. 05202 – 099096 de Antioquia)
Capacitado en la Universidad del Cauca
En el manejo de equipos y ensayos de laboratorios de suelos y pavimento.

ENSAYO SPT

PROYECTO:	Estudio de Suelos Para la Construcción de la Casa de la Cultura en la Cabecera Municipal del Municipio de Juradó, Departamento del Chocó					
LOCALIZACIÓN:	ENTRE CALLES PRIMERA Y SEGUNDA AL FRENTE DE LA IGLESIA Y LA CASA CURAL					
FECHA:	OCTUBRE DE 2024		MASA MARTILLO	60.3 kg	Ø TUBERÍA:	2"
EJECUTÓ:	CUADRILLA JORGE COPETE IBARGUEN					
DESCRIPCIÓN:	PERFORACIÓN SPT 1		PROFUNDIDAD:	6,00 Metros		
ALTURA CAIDA DEL MARTILLO	60 cm	Codigo:			Version:	vn-ft 01

PROF. (m)		NUMERO DE GOLPES	DESCRIPCIÓN GRAL	PROF. (m)		NUMERO DE GOLPES	DESCRIPCIÓN GRAL
DESDE	HASTA			DESDE	HASTA		
0,00	0,15	3		5,70	5,85	39	
0,15	0,30	3		5,85	6,00	44	
0,30	0,45	4		6,00	6,15	48	
0,45	0,60	4		6,15	6,30	53	
0,60	0,75	4		6,30	6,45		
0,75	0,90	5		6,45	6,60		
0,90	1,05	5		6,60	6,75		
1,05	1,20	5		6,75	6,90		
1,20	1,35	6		6,90	7,05		
1,35	1,50	6		7,05	7,20		
1,50	1,65	8		7,20	7,35		
1,65	1,80	9	Primera muestra un suelo grueso	7,35	7,50		
1,80	1,95	9	granular de color café claro a oscuro	7,50	7,65		
1,95	2,10	13	con vetas grises, amarillas y negras	7,65	7,80		
2,10	2,25	17		7,80	7,95		
2,25	2,40	17		7,95	8,10		
2,40	2,55	19		8,10	8,25		
2,55	2,70	20		8,25	8,40		
2,70	2,85	20		8,40	8,55		
2,85	3,00	21		8,55	8,70		
3,00	3,15	21	Segunda muestra suelo grueso	8,70	8,85		
3,15	3,30	22	granular de color café claro a oscuro	8,85	9,00		
3,30	3,45	22	con vetas grises y negras	9,00	9,15		
3,45	3,60	22		9,15	9,30		
3,60	3,75	24		9,30	9,45		
3,75	3,90	24		9,45	9,60		
3,90	4,05	25	Nivel Freatico	9,60	9,75		
4,05	4,20	25		9,75	9,90		
4,20	4,35	25		9,90	10,05		
4,35	4,50	26		10,05	10,20		
4,50	4,65	26		10,20	10,35		
4,65	4,80	26		10,35	10,50		
4,80	4,95	27	Tercera muestra suelo grueso	10,50	10,65		
4,95	5,10	29	granular de color café claro a oscuro	10,65	10,80		
5,10	5,25	31	con vetas grises y amarillas	10,80	10,95		
5,25	5,40	32		10,95	11,10		
5,40	5,55	33		11,10	11,25		
5,55	5,70	36		11,25	11,40		

ALBERTO CORDOBA
Coodinador Suelos y Pavimento
B/ El Jardín Sector Las Heliconias Calle 29 Nº. 28 – 31 Tel. Cel. 3104149274
E-mail - joebetto987@hotmail.com o joebetto159@gmail.com o joebetto159@yahoo.com

JOSE ALBERTO CORDOBA ARIAS
INGENIERO CIVIL (M.P. 05202 – 099096 de Antioquia)
Capacitado en la Universidad del Cauca
En el manejo de equipos y ensayos de laboratorios de suelos y pavimento.

ENSAYO SPT

PROYECTO:	Estudio de Suelos Para la Construcción de la Casa de la Cultura en la Cabecera Municipal del Municipio de Juradó, Departamento del Chocó					
LOCALIZACIÓN:	ENTRE CALLES PRIMERA Y SEGUNDA AL FRENTE DE LA IGLESIA Y LA CASA CURAL					
FECHA:	OCTUBRE DE 2024		MASA MARTILLO	60.3 kg	Ø TUBERÍA:	2"
EJECUTÓ:	CUADRILLA JORGE COPETE IBARGUEN					
DESCRIPCIÓN:	PERFORACIÓN SPT 2		PROFUNDIDAD:	10,50 Metros		
ALTURA CAIDA DEL MARTILLO	60 cm	Codigo:			Version:	vn-ft 01

PROF. (m)		NUMERO DE GOLPES	DESCRIPCIÓN GRAL	PROF. (m)		NUMERO DE GOLPES	DESCRIPCIÓN GRAL
DESDE	HASTA			DESDE	HASTA		
0,00	0,15	4		5,70	5,85	37	
0,15	0,30	4		5,85	6,00	43	
0,30	0,45	4		6,00	6,15	47	
0,45	0,60	4		6,15	6,30	53	
0,60	0,75	4		6,30	6,45		
0,75	0,90	5		6,45	6,60		
0,90	1,05	5		6,60	6,75		
1,05	1,20	5		6,75	6,90		
1,20	1,35	6		6,90	7,05		
1,35	1,50	6		7,05	7,20		
1,50	1,65	7	Primera muestra un suelo grueso granular de color café claro a oscuro con vetas grises, amarillas y negras	7,20	7,35		
1,65	1,80	8		7,35	7,50		
1,80	1,95	9		7,50	7,65		
1,95	2,10	11		7,65	7,80		
2,10	2,25	14		7,80	7,95		
2,25	2,40	14		7,95	8,10		
2,40	2,55	18		8,10	8,25		
2,55	2,70	19		8,25	8,40		
2,70	2,85	19		8,40	8,55		
2,85	3,00	20		8,55	8,70		
3,00	3,15	20		8,70	8,85		
3,15	3,30	21	Segunda muestra suelo grueso granular de color café claro a oscuro con vetas grises y negras	8,85	9,00		
3,30	3,45	21		9,00	9,15		
3,45	3,60	21		9,15	9,30		
3,60	3,75	23		9,30	9,45		
3,75	3,90	23		9,45	9,60		
3,90	4,05	23	Nivel Freatico	9,60	9,75		
4,05	4,20	23		9,75	9,90		
4,20	4,35	24		9,90	10,05		
4,35	4,50	24		10,05	10,20		
4,50	4,65	25		10,20	10,35		
4,65	4,80	25		10,35	10,50		
4,80	4,95	27	Tercera muestra suelo grueso granular de color café claro a oscuro con vetas grises y amarillas	10,50	10,65		
4,95	5,10	28		10,65	10,80		
5,10	5,25	29		10,80	10,95		
5,25	5,40	30		10,95	11,10		
5,40	5,55	31		11,10	11,25		
5,55	5,70	34		11,25	11,40		

ALBERTO CORDOBA
Coodinador Suelos y Pavimento

B/ El Jardín Sector Las Heliconias Calle 29 Nº. 28 – 31 Tel. Cel. 3104149274
E-mail - joebetto987@hotmail.com o joebetto159@gmail.com o joebetto159@yahoo.com

JOSE ALBERTO CORDOBA ARIAS
INGENIERO CIVIL (M.P. 05202 – 099096 de Antioquia)
Capacitado en la Universidad del Cauca
En el manejo de equipos y ensayos de laboratorios de suelos y pavimento.

ENSAYO SPT

PROYECTO:	Estudio de Suelos Para la Construcción de la Casa de la Cultura en la Cabecera Municipal del Municipio de Juradó, Departamento del Chocó					
LOCALIZACIÓN:	ENTRE CALLES PRIMERA Y SEGUNDA AL FRENTE DE LA IGLESIA Y LA CASA CURAL					
FECHA:	OCTUBRE DE 2024		MASA MARTILLO	60.3 kg	Ø TUBERÍA:	2"
EJECUTÓ:	CUADRILLA JORGE COPETE IBARGUEN					
DESCRIPCIÓN:	PERFORACIÓN SPT 3		PROFUNDIDAD:	6,00 Metros		
ALTURA CAIDA DEL MARTILLO	60 cm	Codigo:			Version:	vn-ft 01

PROF. (m)		NUMERO DE GOLPES	DESCRIPCIÓN GRAL	PROF. (m)		NUMERO DE GOLPES	DESCRIPCIÓN GRAL
DESDE	HASTA			DESDE	HASTA		
0,00	0,15	4		5,70	5,85	35	
0,15	0,30	4		5,85	6,00	41	
0,30	0,45	4		6,00	6,15	46	
0,45	0,60	4		6,15	6,30	53	
0,60	0,75	4		6,30	6,45		
0,75	0,90	5		6,45	6,60		
0,90	1,05	5		6,60	6,75		
1,05	1,20	5		6,75	6,90		
1,20	1,35	5		6,90	7,05		
1,35	1,50	5	Primera muestra un suelo grueso granular de color café claro a oscuro con vetas grises, amarillas y negras	7,05	7,20		
1,50	1,65	6		7,20	7,35		
1,65	1,80	6		7,35	7,50		
1,80	1,95	9		7,50	7,65		
1,95	2,10	9		7,65	7,80		
2,10	2,25	10		7,80	7,95		
2,25	2,40	10		7,95	8,10		
2,40	2,55	17		8,10	8,25		
2,55	2,70	17		8,25	8,40		
2,70	2,85	17		8,40	8,55		
2,85	3,00	18		8,55	8,70		
3,00	3,15	18	Segunda muestra suelo grueso granular de color café claro a oscuro con vetas grises y negras	8,70	8,85		
3,15	3,30	19		8,85	9,00		
3,30	3,45	19		9,00	9,15		
3,45	3,60	20		9,15	9,30		
3,60	3,75	21		9,30	9,45		
3,75	3,90	21		9,45	9,60		
3,90	4,05	21		9,60	9,75		
4,05	4,20	21	Nivel Freatico	9,75	9,90		
4,20	4,35	22		9,90	10,05		
4,35	4,50	22		10,05	10,20		
4,50	4,65	24	Tercera muestra suelo grueso granular de color café claro a oscuro con vetas grises y amarillas	10,20	10,35		
4,65	4,80	24		10,35	10,50		
4,80	4,95	26		10,50	10,65		
4,95	5,10	26		10,65	10,80		
5,10	5,25	27		10,80	10,95		
5,25	5,40	28		10,95	11,10		
5,40	5,55	29		11,10	11,25		
5,55	5,70	31		11,25	11,40		

ALBERTO CORDOBA
Coodinador Suelos y Pavimento
B/ El Jardín Sector Las Heliconias Calle 29 Nº. 28 – 31 Tel. Cel. 3104149274
E-mail - joebetto987@hotmail.com o joebetto159@gmail.com o joebetto159@yahoo.com

n_1 = Factor por energía del martillo (0.45 ≤n_1≤1)
n_2 = Factor por longitud de la varilla (0.75 ≤n_2≤1)
n_3 = factor por revestimiento interno de tomamuestras (0.80 ≤n_3≤1)
n_4 = factor por diámetro de la perforación (> 1 para D> 5", = 1.15 para D=8")
Øperforación 60
Revestimiento de la tubería
Energía de Trabajo

$W_{martillo}$	60,00
Altura	0,70
$E_{trabajo}$	87,03
Energía de Trabajo en Colombia	45,00

1. Variation of η_H

Country	Hammer type	Hammer release	η_H (%)
Japan	Donut	Free fall	78
	Donut	Rope and pulley	67
United States	Safety	Rope and pulley	60
	Donut	Rope and pulley	45
Argentina	Donut	Rope and pulley	45
China	Donut	Free fall	60
	Donut	Rope and pulley	50

2. Variation of η_B

Diameter (mm)	η_B
60–120	1
150	1.05
200	1.15

3. Variation of η_S

Variable	η_S
Standard sampler	1.0
With liner for dense sand and clay	0.8
With liner for loose sand	0.9

4. Variation of η_R

Rod length (m)	η_R
>10	1.0
6–10	0.95
4–6	0.85
0–4	0.75

Aa =	0,45

PERFORACIÓN SPT1

PROFUNDIDAD		NUMERO DE GOLPES	FACTORES DE CORRECCIÓN				$(N_1)_{60} = (\frac{N_m C_N}{60})\eta$							N CORREGIDO AL 60%	CLASIFICACIÓN	γ	σ'_o	$\phi = 27.1 + 0.3N_{1,60} - 0.00054N_{1,60}^2$			Bowles	Peck	Peck et al	Kishida	Schmertmann	National Railway Road Bureau	Promedio	$(N1)_{60}$	Corrección por Finos	Aa	σ_{ov}	τ_{ablim}/σ_{ov}	$\tau_{ablim} = 0.45\sigma_{ov}\tan(0.75\phi)$	
(m)			n_1	n_2	n_3	n_4	Cn											ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø							
0,00							K	Seed-Idriss	Bowles	Meyerhof-Ishi	Schmertmann	Skempton	Tomado																						
	0,90	9	0,60	0,75	1,00	1,00	1,41	2,23	2,66	2,04	2,51	1,76	2,24	9	Suelta	1,50	1,35	30,9	32,0	83,0		30,77	29,82	25,65	32,94	27,51	24,22	28,49	15	15,12	0,45	1,35	0,294	NO HABRA LICUACION
0,90																																		
	0,60	12	0,60	0,75	1,00	1,00	1,41	2,06	2,33	1,94	2,36	1,70	2,08	11	Medianamente Densa	1,70	1,77	32,7	33,7	104,0		31,30	30,59	26,84	34,85	27,63	25,25	29,41	19	18,68	0,45	1,02	0,169	HABRA LICUACION
1,50																																		
	0,60	22	0,60	0,75	1,00	1,00	1,41	1,93	2,09	1,85	2,22	1,64	1,95	19	Medianamente Densa	1,70	2,19	38,2	39,3	174,0		33,32	33,26	30,52	39,93	28,08	28,44	32,26	32	32,11	0,45	2,37	0,316	NO HABRA LICUACION
2,10																																		
	0,60	39	0,60	0,75	1,00	1,00	1,41	1,80	1,87	1,75	2,06	1,57	1,81	32	Densa	1,90	2,73	44,8	48,8	293,0		36,44	36,77	34,93	44,78	28,79	32,26	35,66	53	52,95	0,45	3,51	0,373	NO HABRA LICUACION
2,70																																		
	0,60	43	0,60	0,75	1,00	1,00	1,41	1,68	1,71	1,66	1,93	1,51	1,70	33	Densa	1,90	3,27	45,3	51,1	321,0		36,71	37,05	35,26	45,10	28,85	32,55	35,92	55	54,75	0,45	4,65	0,410	NO HABRA LICUACION
3,30																																		
	0,60	48	0,60	0,75	1,00	1,00	1,41	1,59	1,59	1,57	1,81	1,45	1,60	35	Densa	1,90	3,81	46,1	53,9	356,0		37,15	37,48	35,80	45,61	28,95	33,01	36,33	58	57,67	0,45	5,79	0,435	NO HABRA LICUACION
3,90																																		
	0,60	51	0,60	0,85	1,00	1,00	1,41	1,49	1,46	1,48	1,69	1,38	1,50	39	Muy Densa	2,10	4,47	48,1	55,6	377,0		38,26	38,52	37,09	46,79	29,20	34,13	37,33	57	57,43	0,45	7,05	0,449	NO HABRA LICUACION
4,50																																		
	0,60	56	0,60	0,85	1,00	1,00	1,41	1,41	1,37	1,40	1,58	1,32	1,41	40	Muy Densa	2,10	5,13	48,6	58,4	412,0		38,60	38,82	37,48	47,12	29,27	34,46	37,63	59	59,43	0,45	8,31	0,458	NO HABRA LICUACION
5,10																																		
	0,60	69	0,60	0,85	1,00	1,00	1,41	1,33	1,29	1,33	1,48	1,27	1,34	47	Muy Densa	2,10	5,79	51,3	65,6	503,0		40,28	40,23	39,27	48,61	29,65	36,02	39,01	69	69,31	0,45	9,57	0,465	NO HABRA LICUACION
5,70																																		
	0,60	101	0,60	0,95	1,00	1,00	1,41	1,27	1,22	1,26	1,40	1,22	1,27	73	Muy Densa	2,10	6,45	60,3	83,6	727,0		46,81	44,45	45,26	52,82	31,12	41,21	43,61	96	96,38	0,45	10,83	0,469	NO HABRA LICUACION
6,30																																		

n_1 = Factor por energía del martillo (0.45 ≤n_1≤1)
n_2 = Factor por longitud de la varilla (0.75 ≤n_2≤1)
n_3 = factor por revestimiento interno de tomamuestras (0.80 ≤n_3≤1)
n_4 = factor por diámetro de la perforación (> 1 para D> 5", = 1.15 para D=8")
Øperforación 60
Revestimiento de la tubería
Energía de Trabajo

$W_{martillo}$	60,00
Altura	0,70
$E_{trabajo}$	87,03
Energía de Trabajo en Colombia	45,00

1. Variation of η_H

Country	Hammer type	Hammer release	η_H (%)
Japan	Donut	Free fall	78
	Donut	Rope and pulley	67
United States	Safety	Rope and pulley	60
	Donut	Rope and pulley	45
Argentina	Donut	Rope and pulley	45
China	Donut	Free fall	60
	Donut	Rope and pulley	50

2. Variation of η_B

Diameter (mm)	η_B
60–120	1
150	1.05
200	1.15

3. Variation of η_S

Variable	η_S
Standard sampler	1.0
With liner for dense sand and clay	0.8
With liner for loose sand	0.9

4. Variation of η_R

Rod length (m)	η_R
>10	1.0
6–10	0.95
4–6	0.85
0–4	0.75

Aa =	0,45

PERFORACIÓN SPT2

PROFUNDIDAD		NUMERO DE GOLPES	FACTORES DE CORRECCIÓN				$N_{corr} = (\frac{N_{med}}{P_a})^{n}$							N CORREGIDO AL 60%	CLASIFICACIÓN	γ	σ'_o				Bowles	Peck	Peck et al	Kishida	Schmertmann	National Railway	Road Bureau	Promedio	$(N1)_{60}$	Corrección por Finos	Aa	σ_{ov}	τ_{ademq}/σ_{ov}	$N_{corr} = N_{med}C_N$
(m)			n_1	n_2	n_3	n_4	Cn											ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø						
0,00							K	Seed-Idriss	Bowles	Meyerhof-Ishi	Schmertmann	Skempton	Tomado																				
	0,90	9	0,60	0,75	1,00	1,00	1,41	2,23	2,66	2,04	2,51	1,76	2,24	9	Suelta	1,50	1,35	30,9	32,0	83,0		30,77	29,82	25,65	32,94	27,51	24,22	28,49	15	15,12	0,45	1,35	0,294	NO HABRA LICUACION
0,90																																	
	0,60	12	0,60	0,75	1,00	1,00	1,41	2,06	2,33	1,94	2,36	1,70	2,08	11	Medianamente Densa	1,70	1,77	32,7	33,7	104,0		31,30	30,59	26,84	34,85	27,63	25,25	29,41	19	18,68	0,45	1,02	0,169	HABRA LICUACION
1,50																																	
	0,60	21	0,60	0,75	1,00	1,00	1,41	1,93	2,09	1,85	2,22	1,64	1,95	18	Medianamente Densa	1,70	2,19	37,7	38,8	167,0		33,10	32,99	30,16	39,49	28,03	28,13	31,98	31	30,65	0,45	2,37	0,316	NO HABRA LICUACION
2,10																																	
	0,60	37	0,60	0,75	1,00	1,00	1,41	1,80	1,87	1,75	2,06	1,57	1,81	30	Densa	1,90	2,73	44,0	47,7	279,0		36,03	36,36	34,41	44,27	28,70	31,81	35,26	50	50,23	0,45	3,51	0,373	NO HABRA LICUACION
2,70																																	
	0,60	41	0,60	0,75	1,00	1,00	1,41	1,68	1,71	1,66	1,93	1,51	1,70	31	Densa	1,90	3,27	44,6	50,0	307,0		36,33	36,66	34,79	44,64	28,76	32,14	35,55	52	52,20	0,45	4,65	0,410	NO HABRA LICUACION
3,30																																	
	0,60	46	0,60	0,75	1,00	1,00	1,41	1,59	1,59	1,57	1,81	1,45	1,60	33	Densa	1,90	3,81	45,5	52,8	342,0		36,79	37,12	35,36	45,20	28,87	32,63	35,99	55	55,26	0,45	5,79	0,435	NO HABRA LICUACION
3,90																																	
	0,60	48	0,60	0,85	1,00	1,00	1,41	1,51	1,48	1,50	1,71	1,39	1,52	37	Densa	1,90	4,35	47,3	53,9	356,0		37,79	38,09	36,56	46,31	29,09	33,67	36,92	55	54,67	0,45	6,93	0,454	NO HABRA LICUACION
4,50																																	
	0,60	55	0,60	0,85	1,00	1,00	1,41	1,42	1,38	1,42	1,60	1,33	1,43	40	Muy Densa	2,10	5,01	48,5	57,8	405,0		38,53	38,75	37,39	47,05	29,26	34,39	37,56	59	58,98	0,45	8,19	0,463	NO HABRA LICUACION
5,10																																	
	0,60	65	0,60	0,85	1,00	1,00	1,41	1,35	1,30	1,34	1,50	1,28	1,35	45	Muy Densa	2,10	5,67	50,4	63,4	475,0		39,71	39,76	38,67	48,13	29,52	35,50	38,55	66	65,93	0,45	9,45	0,469	NO HABRA LICUACION
5,70																																	
	0,60	100	0,60	0,95	1,00	1,00	1,41	1,28	1,23	1,28	1,41	1,22	1,28	73	Muy Densa	2,10	6,33	60,3	83,0	720,0		46,80	44,44	45,25	52,81	31,12	41,19	43,60	96	96,30	0,45	10,71	0,473	NO HABRA LICUACION
6,30																																	

n_1 = Factor por energía del martillo (0.45 ≤n_1≤1)
n_2 = Factor por longitud de la varilla (0.75 ≤n_2≤1)
n_3 = factor por revestimiento interno de tomamuestras (0.80 ≤n_3≤1)
n_4 = factor por diámetro de la perforación (> 1 para D> 5", = 1.15 para D=8")
Øperforación 60
Revestimiento de la tubería
Energía de Trabajo

$W_{martillo}$	60,00
Altura	0,70
$E_{trabajo}$	87,03
Energía de Trabajo en Colombia	45,00

1. Variation of η_H

Country	Hammer type	Hammer release	η_H (%)
Japan	Donut	Free fall	78
	Donut	Rope and pulley	67
United States	Safety	Rope and pulley	60
	Donut	Rope and pulley	45
Argentina	Donut	Rope and pulley	45
China	Donut	Free fall	60
	Donut	Rope and pulley	50

2. Variation of η_B

Diameter (mm)	η_B
60–120	1
150	1.05
200	1.15

3. Variation of η_S

Variable	η_S
Standard sampler	1.0
With liner for dense sand and clay	0.8
With liner for loose sand	0.9

4. Variation of η_R

Rod length (m)	η_R
>10	1.0
6–10	0.95
4–6	0.85
0–4	0.75

Aa = 0,45

PERFORACIÓN SPT3

PROFUNDIDAD		NUMERO DE GOLPES	FACTORES DE CORRECCIÓN				$(N_1)_{60} = (\frac{N_{SPT}\eta_H\eta_B\eta_S\eta_R}{60})C_N$							N CORREGIDO AL 60%	CLASIFICACIÓN	γ	σ'_o	$\phi = 27.1 + 0.3N_{SPT} - 0.00054N_{SPT}^2$		$\phi = \sqrt{20N_{SPT}} + 15$	Bowles	Peck	Peck et al	Kishida	Schmertmann	National Railway	Road Bureau	Promedio	$(N_1)_{60}$	Corrección por Finos	Aa	σ_{ov}	τ_{ademq}/σ_{ov}	$\tau_{ademq} = 0.4\sigma_{ov}^{0.8}(N_1)_{60}^{0.6}$
(m)			n_1	n_2	n_3	n_4	Cn											Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø							
0,00							K	Seed-Idriss	Bowles	Meyerhof-Ishi	Schmertmann	Skempton	Tomado																					
	0,90	9	0,60	0,75	1,00	1,00	1,41	2,23	2,66	2,04	2,51	1,76	2,24	9	Suelta	1,50	1,35	30,9	32,0	83,0		30,77	29,82	25,65	32,94	27,51	24,22	28,49	15	15,12	0,45	1,35	0,294	NO HABRA LICUACION
0,90																																	
	0,60	10	0,60	0,75	1,00	1,00	1,41	2,06	2,33	1,94	2,36	1,70	2,08	9	Medianamente Densa	1,70	1,77	31,2	32,6	90,0		30,84	29,92	25,81	33,20	27,53	24,36	28,61	16	15,57	0,45	1,02	0,169	HABRA LICUACION
1,50																																	
	0,60	18	0,60	0,75	1,00	1,00	1,41	1,93	2,09	1,85	2,22	1,64	1,95	16	Medianamente Densa	1,70	2,19	36,0	37,1	146,0		32,44	32,14	29,04	38,02	27,89	27,16	31,11	26	26,27	0,45	2,37	0,316	NO HABRA LICUACION
2,10																																	
	0,60	34	0,60	0,75	1,00	1,00	1,41	1,80	1,87	1,75	2,06	1,57	1,81	28	Densa	1,90	2,73	42,8	46,0	258,0		35,42	35,71	33,61	43,44	28,56	31,11	34,64	46	46,16	0,45	3,51	0,373	NO HABRA LICUACION
2,70																																	
	0,60	37	0,60	0,75	1,00	1,00	1,41	1,68	1,71	1,66	1,93	1,51	1,70	28	Densa	1,90	3,27	43,1	47,7	279,0		35,57	35,86	33,80	43,64	28,59	31,28	34,79	47	47,11	0,45	4,65	0,410	NO HABRA LICUACION
3,30																																	
	0,60	42	0,60	0,75	1,00	1,00	1,41	1,59	1,59	1,57	1,81	1,45	1,60	30	Densa	1,90	3,81	44,1	50,5	314,0		36,07	36,39	34,45	44,31	28,70	31,85	35,30	50	50,46	0,45	5,79	0,435	NO HABRA LICUACION
3,90																																	
	0,60	44	0,60	0,85	1,00	1,00	1,41	1,51	1,48	1,50	1,71	1,39	1,52	34	Densa	1,90	4,35	45,9	51,6	328,0		37,02	37,35	35,64	45,46	28,92	32,87	36,21	50	50,11	0,45	6,93	0,454	NO HABRA LICUACION
4,50																																	
	0,60	52	0,60	0,85	1,00	1,00	1,41	1,42	1,38	1,42	1,60	1,33	1,43	38	Muy Densa	2,10	5,01	47,6	56,1	384,0		37,98	38,26	36,77	46,50	29,13	33,85	37,08	56	55,76	0,45	8,19	0,463	NO HABRA LICUACION
5,10																																	
	0,60	60	0,60	0,85	1,00	1,00	1,41	1,35	1,30	1,34	1,50	1,28	1,35	41	Muy Densa	2,10	5,67	49,0	60,6	440,0		38,85	39,03	37,74	47,35	29,33	34,70	37,83	61	60,86	0,45	9,45	0,469	NO HABRA LICUACION
5,70																																	
	0,60	99	0,60	0,95	1,00	1,00	1,41	1,28	1,23	1,28	1,41	1,22	1,28	72	Muy Densa	2,10	6,33	60,0	82,4	713,0		46,61	44,34	45,09	52,71	31,08	41,06	43,48	95	95,34	0,45	10,71	0,473	NO HABRA LICUACION
6,30																																	

JOSE ALBERTO CORDOBA ARIAS
INGENIERO CIVIL (M.P. 05202 – 099096 de Antioquia)
Especialista en Mecánica de Suelos y Cimentaciones de la Universidad EAFIT
Especialista en Vías y Transportes de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

ANEXO Nº 2

ENSAYOS DE LABORATORIO

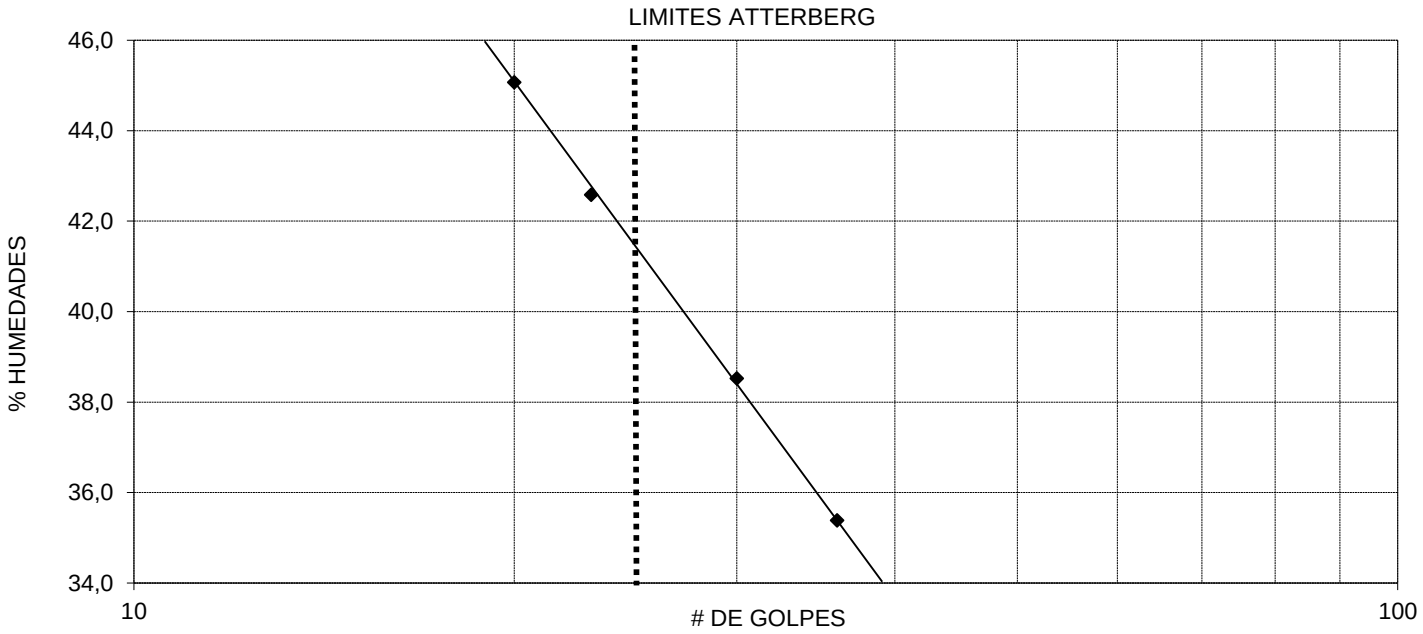
LIMITES DE ATTERBERG

Obra: Estudio de Suelos Para la Construcción de la Casa de la Cultura en la Cabecera Municipal del Municipio de Juradó, Departamento del Chocó

DESCRIPCIÓN: Grueso granular de color café claro a oscuro con vetas grises y negras

SONDEO No.: SPT 1 MUESTRA No.: M 1 PROFUNDIDAD: 1,90 m FECHA: Octubre de 2024

LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLÁSTICO	
PRUEBA	1	2	3	4	1	2
NUMERO DE GOLPES	36	30	23	20	------	------
PESO DEL RECIPIENTE (GR)	24,9	25,0	24,7	23,9	23,4	24,7
RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (GR)	33,7	35,5	32,1	34,2	25,2	25,3
RECIPIENTE + SUELO SECO (GR)	31,4	32,6	29,9	31,0	24,8	25,2
PESO DEL AGUA (GR)	2,3	2,9	2,2	3,2	0,4	0,1
PESO DEL SUELO SECO (GR)	6,5	7,6	5,2	7,1	1,4	0,5
% DE HUMEDAD	35,38	38,52	42,58	45,07	27,66	28,21



RESULTADOS		ÍNDICES	
HUMEDAD NATURAL	14,23%	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	13,65%
LIMITE LIQUIDO	41,58%	ÍNDICE DE FLUIDEZ	
LIMITE PLÁSTICO	27,93%	ÍNDICE DE TENACIDAD	
LIMITE DE CONTRACCIÓN			
CLASIFICACIÓN			
A.A.S.H.O.	ML	Limo inorganico de baja plasticidad, de resistencia seca de baja a media, y dilatacion de lenta a rapida	
U.S.C.E			

OBSERVACIONES: Muestras traidas al laboratorio por el interesado

ING. JAVIER MOSQUERA M.
Coordinador Laboratorio

Laboratorista

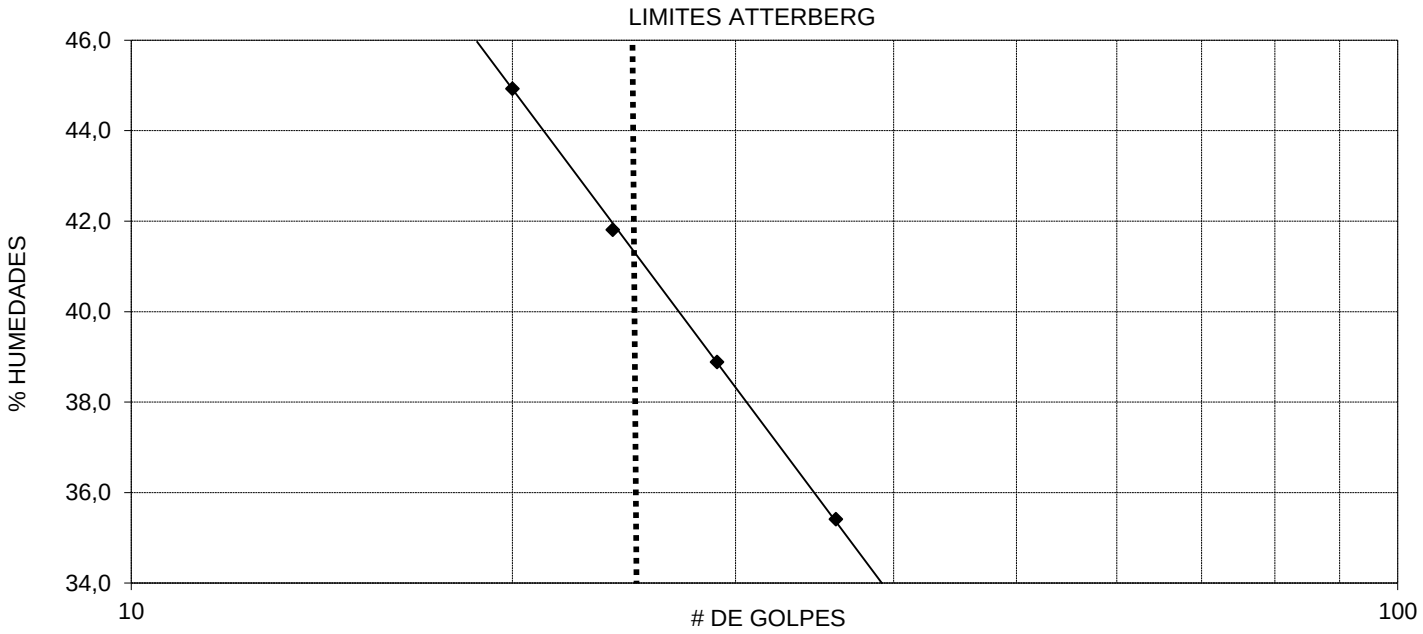
LIMITES DE ATTERBERG

Obra: Estudio de Suelos Para la Construcción de la Casa de la Cultura en la Cabecera Municipal del Municipio de Juradó, Departamento del Chocó

DESCRIPCIÓN: Grueso granular de color café claro a oscuro con vetas grises y negras

SONDEO No.: SPT 1 MUESTRA No.: M 2 PROFUNDIDAD: 3,30 m FECHA: Octubre de 2024

LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLÁSTICO	
PRUEBA	1	2	3	4	1	2
NUMERO DE GOLPES	36	29	24	20	------	------
PESO DEL RECIPIENTE (GR)	24,3	26,4	24,4	23,8	24,1	24,4
RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (GR)	30,8	31,4	30,2	29,8	26,8	26,9
RECIPIENTE + SUELO SECO (GR)	29,1	30,0	28,5	27,9	26,2	26,4
PESO DEL AGUA (GR)	1,7	1,4	1,7	1,9	0,6	0,5
PESO DEL SUELO SECO (GR)	4,8	3,6	4,1	4,1	2,1	2,0
% DE HUMEDAD	35,42	38,89	41,81	44,93	28,27	27,55



RESULTADOS		ÍNDICES	
HUMEDAD NATURAL	16,91%	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	13,36%
LIMITE LIQUIDO	41,27%	ÍNDICE DE FLUIDEZ	
LIMITE PLÁSTICO	27,91%	ÍNDICE DE TENACIDAD	
LIMITE DE CONTRACCIÓN			
CLASIFICACIÓN			
A.A.S.H.O.	ML	Limo inorganico de baja plasticidad, de resistencia seca de baja a media, y dilatacion de lenta a rapida	
U.S.C.E			

OBSERVACIONES: Muestras traidas al laboratorio por el interesado

ING. JAVIER MOSQUERA M.
Coordinador Laboratorio

Laboratorista

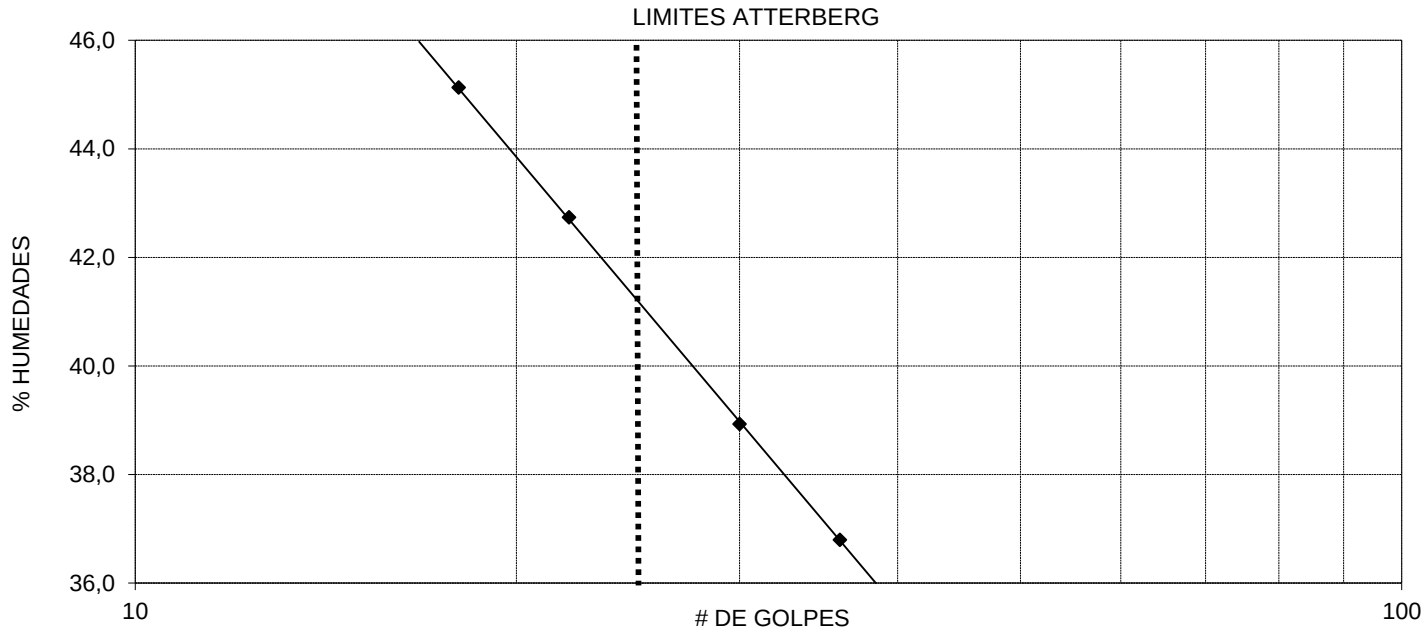
LIMITES DE ATTERBERG

Obra: Estudio de Suelos Para la Construcción de la Casa de la Cultura en la Cabecera Municipal del Municipio de Juradó, Departamento del Chocó

DESCRIPCIÓN: Grueso granular de color café claro a oscuro con vetas grises y negras

SONDEO No.: SPT 1 MUESTRA No.: M 3 PROFUNDIDAD: 5,10 m FECHA: Octubre de 2024

LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLÁSTICO	
PRUEBA	1	2	3	4	1	2
NUMERO DE GOLPES	36	30	22	18	------	------
PESO DEL RECIPIENTE (GR)	24,9	25,0	24,7	23,9	24,7	24,7
RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (GR)	39,4	45,7	42,1	44,0	25,2	25,3
RECIPIENTE + SUELO SECO (GR)	35,5	39,9	36,9	37,8	25,1	25,2
PESO DEL AGUA (GR)	3,9	5,8	5,2	6,3	0,1	0,1
PESO DEL SUELO SECO (GR)	10,6	14,9	12,2	13,9	0,4	0,5
% DE HUMEDAD	36,79	38,93	42,74	45,13	27,39	28,31



RESULTADOS		ÍNDICES	
HUMEDAD NATURAL	15,16%	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	13,27%
LIMITE LIQUIDO	41,12%	ÍNDICE DE FLUIDEZ	
LIMITE PLÁSTICO	27,85%	ÍNDICE DE TENACIDAD	
LIMITE DE CONTRACCIÓN			
CLASIFICACIÓN			
A.A.S.H.O.	ML	Limo inorganico de baja plasticidad, de resistencia seca de baja a media, y dilatacion de lenta a rapida	
U.S.C.E			

OBSERVACIONES: Muestras traidas al laboratorio por el interesado

ING. JAVIER MOSQUERA M.
Coordinador Laboratorio

Laboratorista

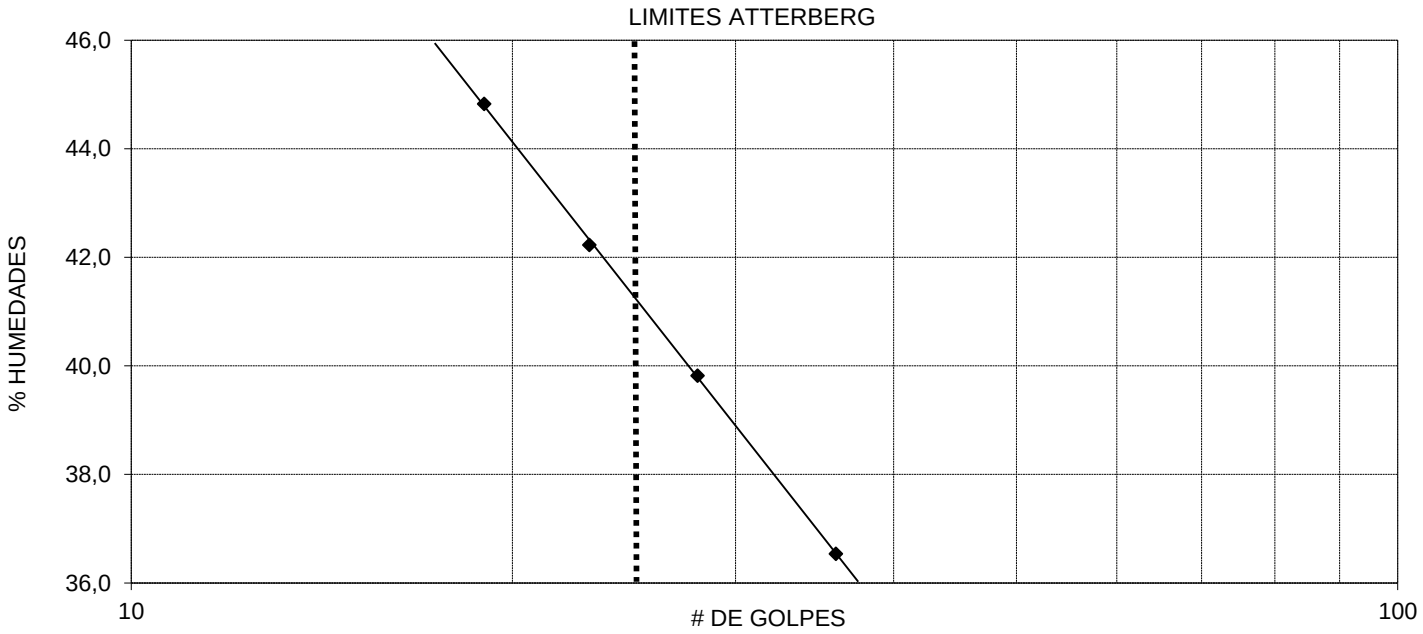
LIMITES DE ATTERBERG

Obra: Estudio de Suelos Para la Construcción de la Casa de la Cultura en la Cabecera Municipal del Municipio de Juradó, Departamento del Chocó

DESCRIPCIÓN: Grueso granular de color café claro a oscuro con vetas grises y negras

SONDEO No.: SPT 2 MUESTRA No.: M 1 PROFUNDIDAD: 1,80 m FECHA: Octubre de 2024

LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLÁSTICO	
PRUEBA	1	2	3	4	1	2
NUMERO DE GOLPES	36	28	23	19	------	------
PESO DEL RECIPIENTE (GR)	24,3	26,4	24,4	23,8	24,1	24,4
RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (GR)	31,4	32,0	30,9	30,1	27,0	27,2
RECIPIENTE + SUELO SECO (GR)	29,5	30,4	29,0	28,2	26,4	26,6
PESO DEL AGUA (GR)	1,9	1,6	1,9	2,0	0,6	0,6
PESO DEL SUELO SECO (GR)	5,2	4,0	4,6	4,4	2,3	2,2
% DE HUMEDAD	36,54	39,83	42,23	44,83	28,32	27,56



RESULTADOS		ÍNDICES	
HUMEDAD NATURAL	13,29%	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	13,23%
LIMITE LIQUIDO	41,17%	ÍNDICE DE FLUIDEZ	
LIMITE PLÁSTICO	27,94%	ÍNDICE DE TENACIDAD	
LIMITE DE CONTRACCIÓN			
CLASIFICACIÓN			
A.A.S.H.O.	ML	Limo inorganico de baja plasticidad, de resistencia seca de baja a media, y dilatacion de lenta a rapida	
U.S.C.E			

OBSERVACIONES: Muestras traidas al laboratorio por el interesado

ING. JAVIER MOSQUERA M.
Coordinador Laboratorio

Laboratorista

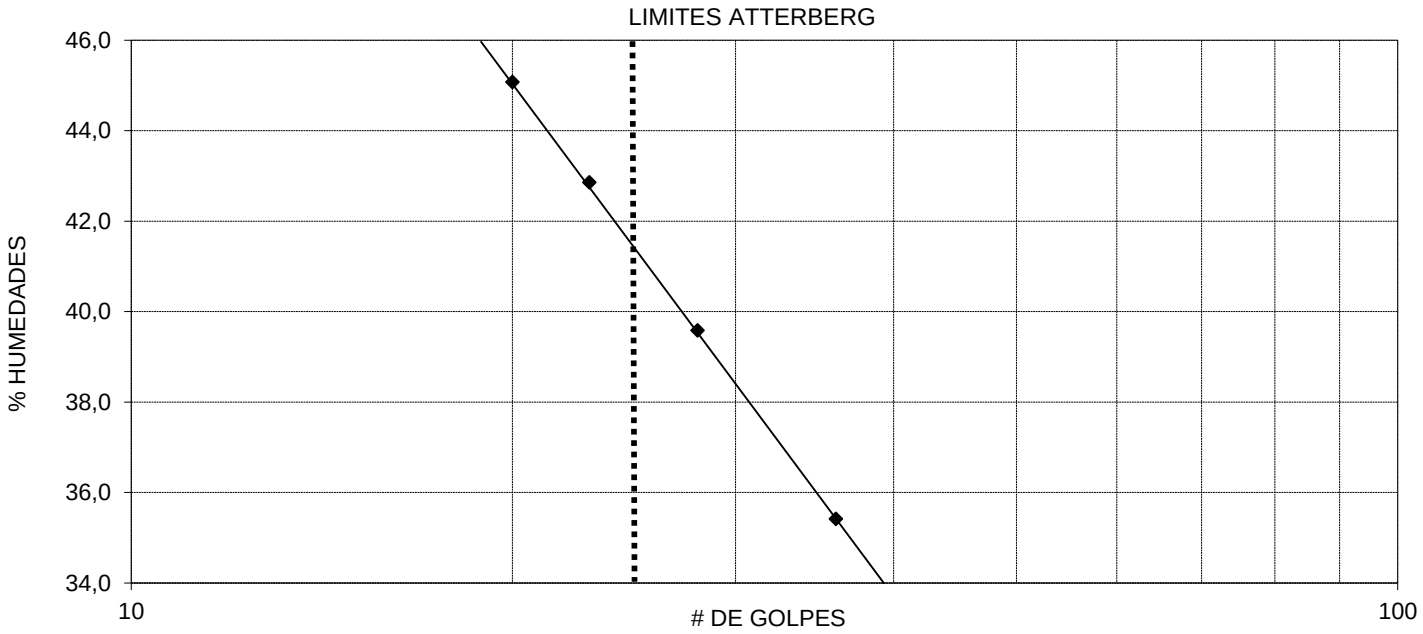
LIMITES DE ATTERBERG

Obra: Estudio de Suelos Para la Construcción de la Casa de la Cultura en la Cabecera Municipal del Municipio de Juradó, Departamento del Chocó

DESCRIPCIÓN: Grueso granular de color café claro a oscuro con vetas grises y negras

SONDEO No.: SPT 2 MUESTRA No.: M 2 PROFUNDIDAD: 3,50 m FECHA: Octubre de 2024

LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLÁSTICO	
PRUEBA	1	2	3	4	1	2
NUMERO DE GOLPES	36	28	23	20	------	------
PESO DEL RECIPIENTE (GR)	22,4	23,4	24,6	24,4	24,4	22,2
RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (GR)	28,9	29,5	30,1	30,0	27,1	25,4
RECIPIENTE + SUELO SECO (GR)	27,2	27,8	28,5	28,3	26,5	24,7
PESO DEL AGUA (GR)	1,7	1,7	1,7	1,7	0,6	0,7
PESO DEL SUELO SECO (GR)	4,8	4,4	3,9	3,9	2,1	2,5
% DE HUMEDAD	35,42	39,59	42,86	45,08	27,96	28,51



RESULTADOS		ÍNDICES	
HUMEDAD NATURAL	16,71%	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	13,24%
LIMITE LIQUIDO	41,48%	ÍNDICE DE FLUIDEZ	
LIMITE PLÁSTICO	28,24%	ÍNDICE DE TENACIDAD	
LIMITE DE CONTRACCIÓN			
CLASIFICACIÓN			
A.A.S.H.O.	ML	Limo inorganico de baja plasticidad, de resistencia seca de baja a media, y dilatacion de lenta a rapida	
U.S.C.E			

OBSERVACIONES: Muestras traidas al laboratorio por el interesado

ING. JAVIER MOSQUERA M.
Coordinador Laboratorio

Laboratorista

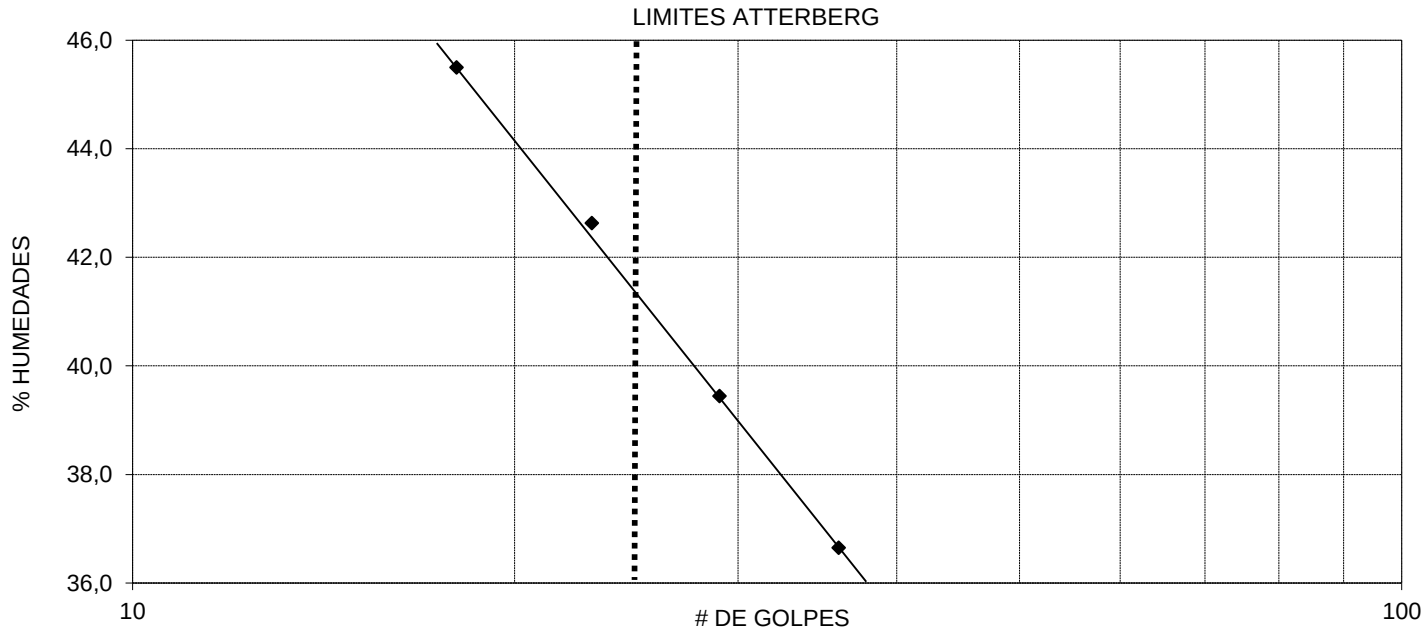
LIMITES DE ATTERBERG

Obra: Estudio de Suelos Para la Construcción de la Casa de la Cultura en la Cabecera Municipal del Municipio de Juradó, Departamento del Chocó

DESCRIPCIÓN: Grueso granular de color café claro a oscuro con vetas grises y negras

SONDEO No.: SPT 2 MUESTRA No.: M 3 PROFUNDIDAD: 5,10 m FECHA: Octubre de 2024

LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLÁSTICO	
PRUEBA	1	2	3	4	1	2
NUMERO DE GOLPES	36	29	23	18	------	------
PESO DEL RECIPIENTE (GR)	24,4	25,1	24,6	24,4	24,4	22,6
RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (GR)	28,8	27,2	33,5	30,7	27,6	26,9
RECIPIENTE + SUELO SECO (GR)	27,6	26,6	30,8	28,7	26,9	26,0
PESO DEL AGUA (GR)	1,2	0,6	2,7	2,0	0,7	0,9
PESO DEL SUELO SECO (GR)	3,2	1,5	6,2	4,3	2,5	3,4
% DE HUMEDAD	36,65	39,44	42,63	45,50	28,26	27,60



RESULTADOS		ÍNDICES	
HUMEDAD NATURAL	14,94%	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	13,39%
LIMITE LIQUIDO	41,32%	ÍNDICE DE FLUIDEZ	
LIMITE PLÁSTICO	27,93%	ÍNDICE DE TENACIDAD	
LIMITE DE CONTRACCIÓN			
CLASIFICACIÓN			
A.A.S.H.O.	ML	Limo inorganico de baja plasticidad, de resistencia seca de baja a media, y dilatacion de lenta a rapida	
U.S.C.E			

OBSERVACIONES: Muestras traidas al laboratorio por el interesado

ING. JAVIER MOSQUERA M.
Coordinador Laboratorio

Laboratorista

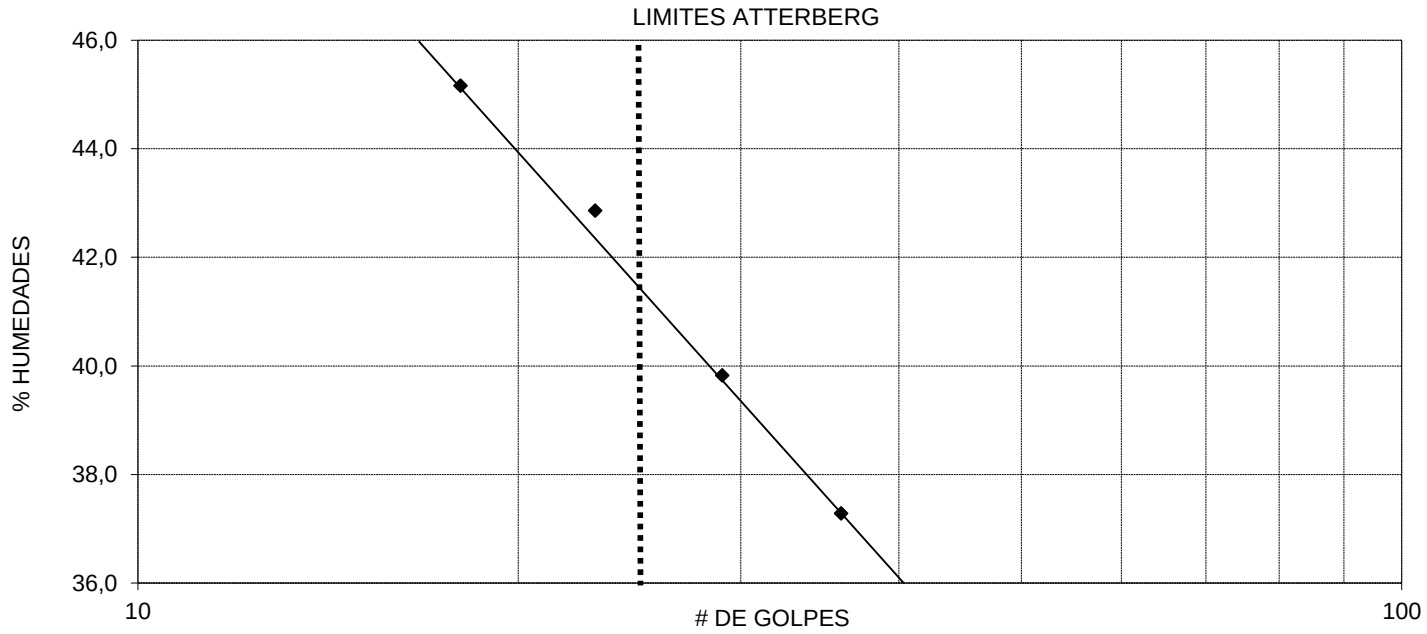
LIMITES DE ATTERBERG

Obra: Estudio de Suelos Para la Construcción de la Casa de la Cultura en la Cabecera Municipal del Municipio de Juradó, Departamento del Chocó

DESCRIPCIÓN: Grueso granular de color café claro a oscuro con vetas grises y negras

SONDEO No.: SPT 3 MUESTRA No.: M 1 PROFUNDIDAD: 1,70 m FECHA: Octubre de 2024

LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLÁSTICO	
PRUEBA	1	2	3	4	1	2
NUMERO DE GOLPES	36	29	23	18	--------	--------
PESO DEL RECIPIENTE (GR)	24,9	24,6	25,2	30,6	31,6	31,7
RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (GR)	34,4	32,5	35,5	36,0	33,5	33,4
RECIPIENTE + SUELO SECO (GR)	31,8	30,3	32,4	34,3	33,1	33,0
PESO DEL AGUA (GR)	2,6	2,3	3,1	1,7	0,4	0,4
PESO DEL SUELO SECO (GR)	6,9	5,7	7,2	3,7	1,5	1,3
% DE HUMEDAD	37,28	39,82	42,86	45,16	27,95	28,79



RESULTADOS		ÍNDICES	
HUMEDAD NATURAL	13,93%	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	13,14%
LIMITE LIQUIDO	41,51%	ÍNDICE DE FLUIDEZ	
LIMITE PLÁSTICO	28,37%	ÍNDICE DE TENACIDAD	
LIMITE DE CONTRACCIÓN			
CLASIFICACIÓN			
A.A.S.H.O.	ML	Limo inorganico de baja plasticidad, de resistencia seca de baja a media, y dilatacion de lenta a rapida	
U.S.C.E			

OBSERVACIONES: Muestras traidas al laboratorio por el interesado

ING. JAVIER MOSQUERA M.
Coordinador Laboratorio

Laboratorista

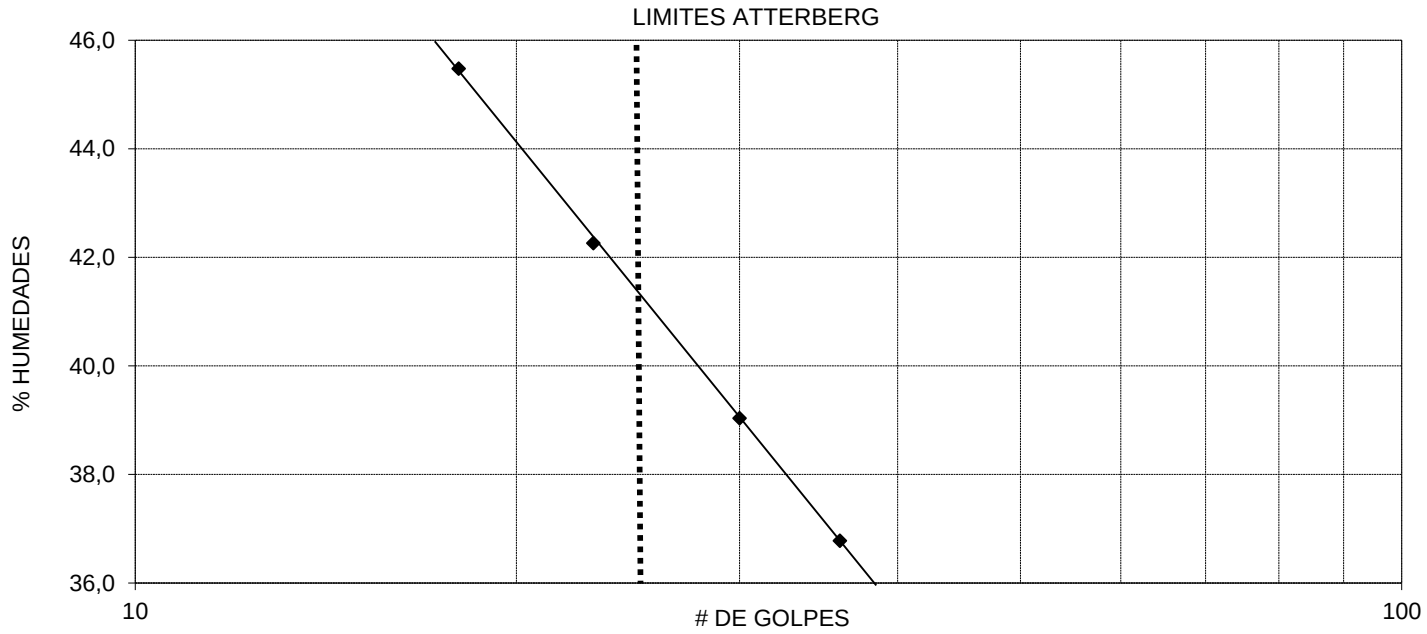
LIMITES DE ATTERBERG

Obra: Estudio de Suelos Para la Construcción de la Casa de la Cultura en la Cabecera Municipal del Municipio de Juradó, Departamento del Chocó

DESCRIPCIÓN: Grueso granular de color café claro a oscuro con vetas grises y negras

SONDEO No.: SPT 3 MUESTRA No.: M 2 PROFUNDIDAD: 3,30 m FECHA: Octubre de 2024

LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLÁSTICO	
PRUEBA	1	2	3	4	1	2
NUMERO DE GOLPES	36	30	23	18	------	------
PESO DEL RECIPIENTE (GR)	24,4	24,1	24,9	24,5	25,4	24,1
RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (GR)	33,4	34,5	35,2	34,8	30,6	29,8
RECIPIENTE + SUELO SECO (GR)	31,0	31,6	32,1	31,6	29,5	28,6
PESO DEL AGUA (GR)	2,4	2,9	3,1	3,2	1,1	1,2
PESO DEL SUELO SECO (GR)	6,6	7,5	7,2	7,1	4,1	4,5
% DE HUMEDAD	36,78	39,04	42,27	45,48	28,08	27,52



RESULTADOS		ÍNDICES	
HUMEDAD NATURAL	17,21%	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	13,47%
LIMITE LIQUIDO	41,27%	ÍNDICE DE FLUIDEZ	
LIMITE PLÁSTICO	27,80%	ÍNDICE DE TENACIDAD	
LIMITE DE CONTRACCIÓN			
CLASIFICACIÓN			
A.A.S.H.O.	ML	Limo inorganico de baja plasticidad, de resistencia seca de baja a media, y dilatacion de lenta a rapida	
U.S.C.E			

OBSERVACIONES: Muestras traidas al laboratorio por el interesado

ING. JAVIER MOSQUERA M.
Coordinador Laboratorio

Laboratorista

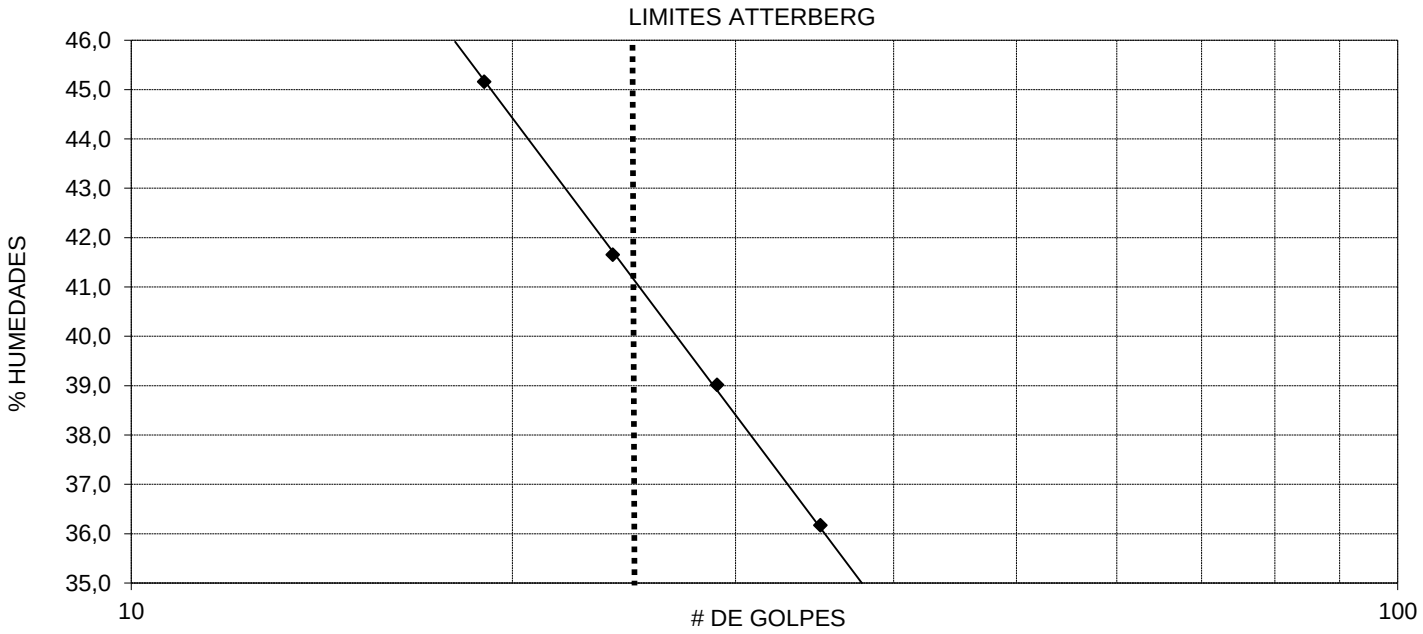
LIMITES DE ATTERBERG

Obra: Estudio de Suelos Para la Construcción de la Casa de la Cultura en la Cabecera Municipal del Municipio de Juradó, Departamento del Chocó

DESCRIPCIÓN: Grueso granular de color café claro a oscuro con vetas grises y negras

SONDEO No.: SPT 3 MUESTRA No.: M 3 PROFUNDIDAD: 4,80 m FECHA: Octubre de 2024

LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLÁSTICO	
PRUEBA	1	2	3	4	1	2
NUMERO DE GOLPES	35	29	24	19	------	------
PESO DEL RECIPIENTE (GR)	24,3	26,4	24,4	23,8	24,1	24,4
RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (GR)	30,7	30,9	30,8	30,1	26,6	26,8
RECIPIENTE + SUELO SECO (GR)	29,0	29,6	28,9	28,1	26,1	26,3
PESO DEL AGUA (GR)	1,7	1,3	1,9	2,0	0,5	0,5
PESO DEL SUELO SECO (GR)	4,7	3,2	4,5	4,3	2,0	1,9
% DE HUMEDAD	36,17	39,02	41,66	45,16	27,55	28,07



RESULTADOS		ÍNDICES	
HUMEDAD NATURAL	16,19%	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	13,40%
LIMITE LIQUIDO	41,21%	ÍNDICE DE FLUIDEZ	
LIMITE PLÁSTICO	27,81%	ÍNDICE DE TENACIDAD	
LIMITE DE CONTRACCIÓN			
CLASIFICACIÓN			
A.A.S.H.O.	ML	Limo inorganico de baja plasticidad, de resistencia seca de baja a media, y dilatacion de lenta a rapida	
U.S.C.E			

OBSERVACIONES: Muestras traidas al laboratorio por el interesado

ING. JAVIER MOSQUERA M.
Coordinador Laboratorio

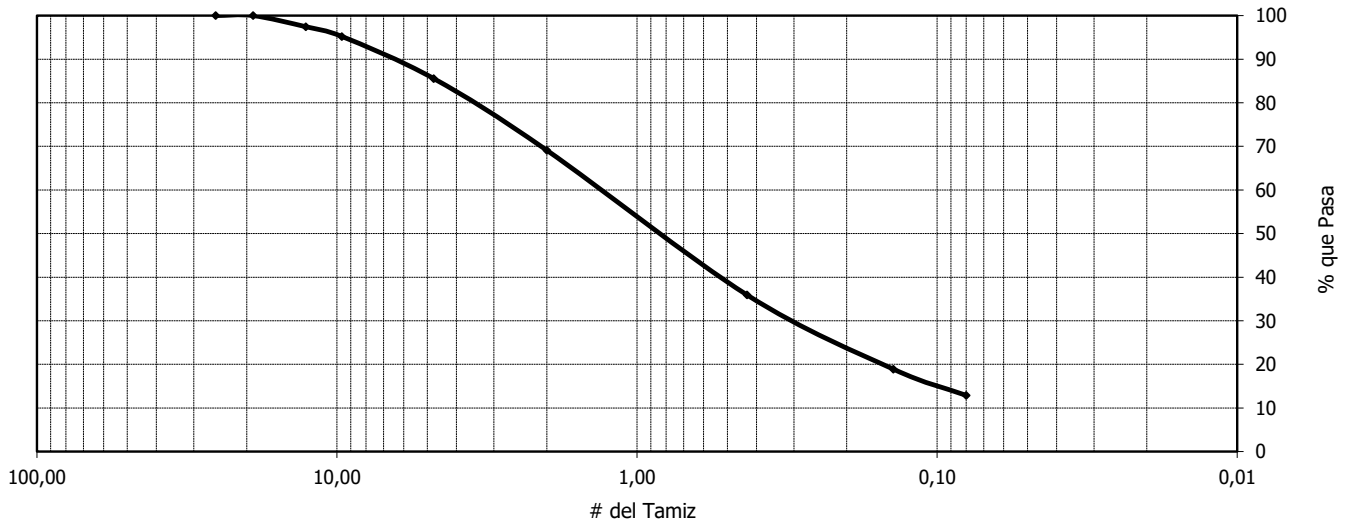
Laboratorista

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

OBRA: Estudio de Suelos Para la Construcción de la Casa de la Cultura en la Cabecera Municipal del Municipio de Juradó, Departamento del Chocó

Material: Grueso granular de color café claro a oscuro con vetas grises y negras

TAMIZ		Peso del Tamiz	Peso Tamiz + Material	peso Material	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
(mm)	(pulg.)						
50,80	2"	684	684	0	0,0	0,0	100
38,10	1 1/2"	720	720	0	0,0	0,0	100
25,40	1"	690	690	0	0,0	0,0	100
19,05	3/4"	698	698	0	0,0	0,0	100
12,70	1/2"	680	742	62	2,6	2,6	97,4
9,63	3/8"	648	702	54	2,2	4,8	95,2
4,76	#4	646	880	234	9,7	14,5	85,5
2,00	#10	518	916	398	16,4	30,9	69,1
0,43	#40	504	1308	804	33,2	64,1	35,9
0,14	#100	470	882	412	17,0	81,1	18,9
0,08	#200	474	620	146	6,0	87,1	12,9
FONDO		400	712	312	12,9	100,0	0,0
			Sumatoria de Todo el Material que Pasa:	2422			



% Humedad: 14,23%

Fecha: Octubre de 2024

Abscisa: SPT 1 - Z : 1,90 m

CLASIFICACIÓN

Coeficiente de Uniformidad $Cu: \frac{D60}{D10}$ ------

Coeficiente de Curvatura $Cc: \frac{(D30)2}{D10 * D60}$ ------

A.A.S.H.O.: SM (ARENA LIMOSA) CON UN 12,9% DE PASA 200

OBSERVACIONES: Muestras traidas al laboratorio por el interesado

ING. JAVIER MOSQUERA M.
Coordinador Laboratorio

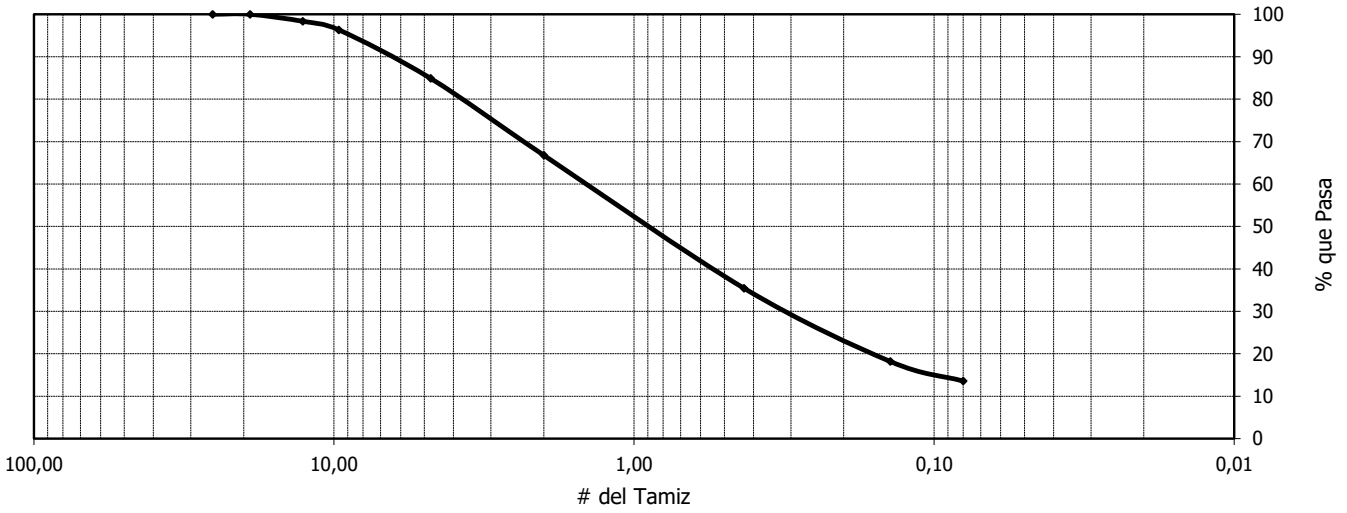
Laboratorista

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

OBRA: Estudio de Suelos Para la Construcción de la Casa de la Cultura en la Cabecera Municipal del Municipio de Juradó, Departamento del Chocó

Material: Grueso granular de color café claro a oscuro con vetas grises y negras

TAMIZ		Peso del Tamiz	Peso Tamiz + Material	peso Material	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
(mm)	(pulg.)						
50,80	2"	684	684	0	0,0	0,0	100
38,10	1 1/2"	720	720	0	0,0	0,0	100
25,40	1"	690	690	0	0,0	0,0	100
19,05	3/4"	698	698	0	0,0	0,0	100
12,70	1/2"	680	716	36	1,7	1,7	98,3
9,63	3/8"	648	692	44	2,0	3,7	96,3
4,76	#4	646	894	248	11,4	15,1	84,9
2,00	#10	518	910	392	18,1	33,2	66,8
0,43	#40	504	1184	680	31,4	64,6	35,4
0,14	#100	470	844	374	17,3	81,8	18,2
0,08	#200	474	574	100	4,6	86,4	13,6
FONDO		400	694	294	13,6	100,0	0,0
			Sumatoria de Todo el Material que Pasa:	2168			



% Humedad: 16,91%

Fecha: Octubre de 2024

Abscisa: SPT 1 - Z : 3,30 m

CLASIFICACIÓN

Coeficiente de Uniformidad $Cu: \frac{D60}{D10}$ ------

Coeficiente de Curvatura $Cc: \frac{(D30)2}{D10 * D60}$ ------

A.A.S.H.O.: SM (ARENA LIMOSA) CON UN 13,6% DE PASA 200

OBSERVACIONES: Muestras traidas al laboratorio por el interesado

ING. JAVIER MOSQUERA M.
Coordinador Laboratorio

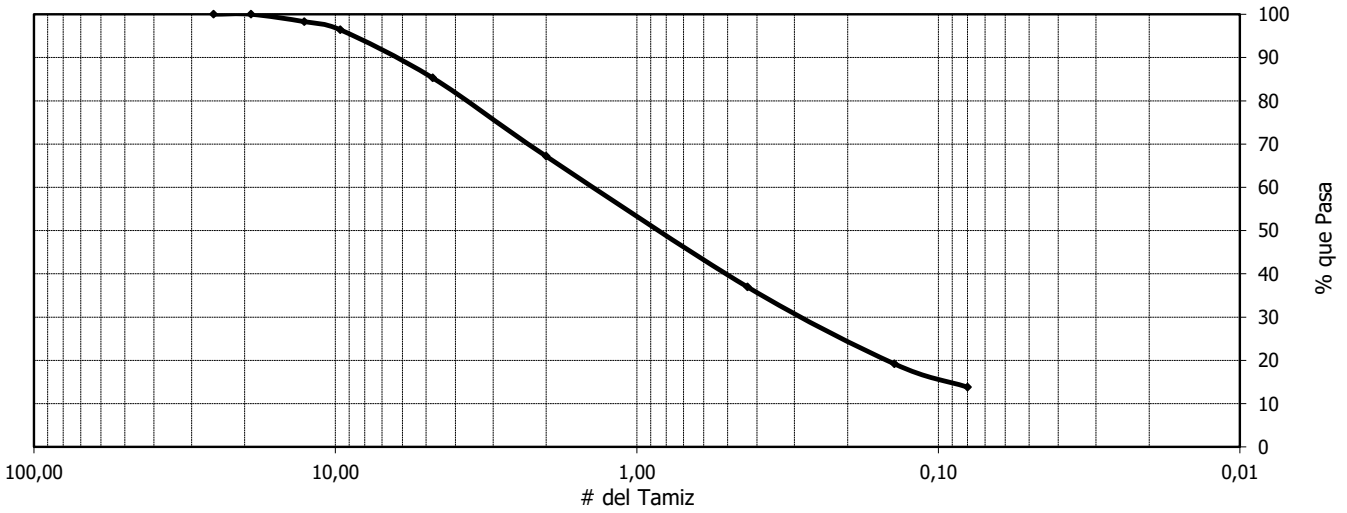
Laboratorista

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

OBRA: Estudio de Suelos Para la Construcción de la Casa de la Cultura en la Cabecera Municipal del Municipio de Juradó, Departamento del Chocó

Material: Grueso granular de color café claro a oscuro con vetas grises y negras

TAMIZ		Peso del Tamiz	Peso Tamiz + Material	peso Material	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
(mm)	(pulg.)						
50,80	2"	684	684	0	0,0	0,0	100
38,10	1 1/2"	720	720	0	0,0	0,0	100
25,40	1"	690	690	0	0,0	0,0	100
19,05	3/4"	698	698	0	0,0	0,0	100
12,70	1/2"	680	716	36	1,7	1,7	98,3
9,63	3/8"	648	688	40	1,9	3,6	96,4
4,76	#4	646	881	235	11,1	14,7	85,3
2,00	#10	518	901	383	18,1	32,8	67,2
0,43	#40	504	1143	639	30,2	63,0	37,0
0,14	#100	470	846	376	17,8	80,8	19,2
0,08	#200	474	588	114	5,4	86,2	13,8
FONDO		400	692	292	13,8	100,0	0,0
			Sumatoria de Todo el Material que Pasa:	2115			



% Humedad: 15,16%

Fecha: Octubre de 2024

Abscisa: SPT 1 - Z : 5,10 m

CLASIFICACIÓN

Coeficiente de Uniformidad $Cu: \frac{D60}{D10}$ ------

Coeficiente de Curvatura $Cc: \frac{(D30)2}{D10 * D60}$ ------

A.A.S.H.O.: SM (ARENA LIMOSA) CON UN 13,8% DE PASA 200

OBSERVACIONES: Muestras traidas al laboratorio por el interesado

ING. JAVIER MOSQUERA M.
Coordinador Laboratorio

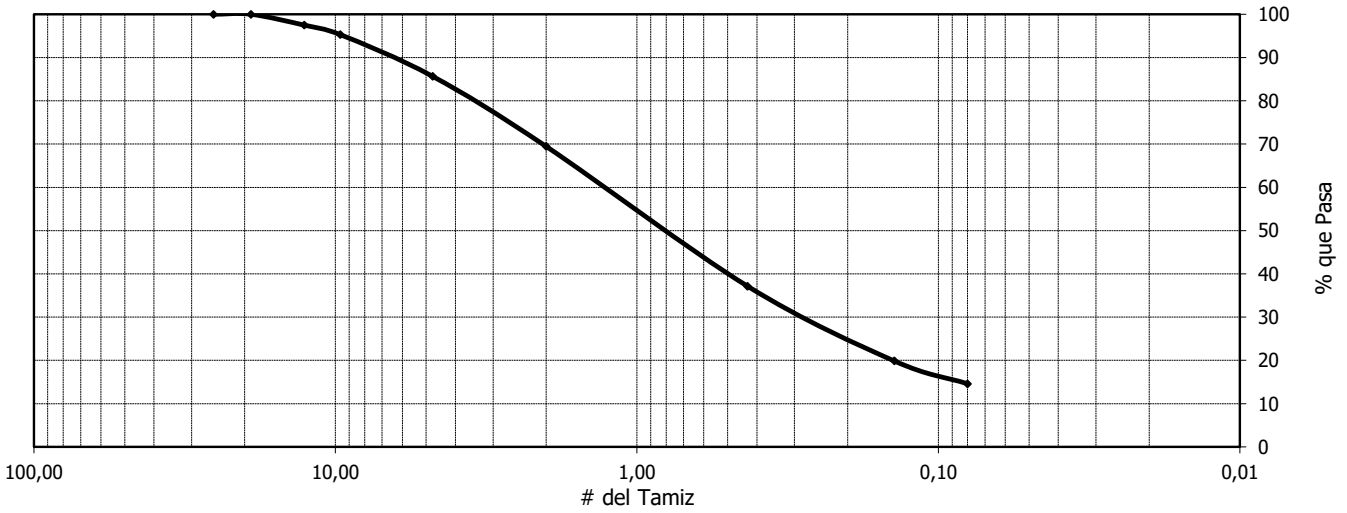
Laboratorista

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

OBRA: Estudio de Suelos Para la Construcción de la Casa de la Cultura en la Cabecera Municipal del Municipio de Juradó, Departamento del Chocó

Material: Grueso granular de color café claro a oscuro con vetas grises y negras

TAMIZ		Peso del Tamiz	Peso Tamiz + Material	peso Material	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
(mm)	(pulg.)						
50,80	2"	684	684	0	0,0	0,0	100
38,10	1 1/2"	720	720	0	0,0	0,0	100
25,40	1"	690	690	0	0,0	0,0	100
19,05	3/4"	698	698	0	0,0	0,0	100
12,70	1/2"	680	730	50	2,5	2,5	97,5
9,63	3/8"	648	692	44	2,2	4,7	95,3
4,76	#4	646	838	192	9,6	14,3	85,7
2,00	#10	518	841	323	16,2	30,5	69,5
0,43	#40	504	1148	644	32,3	62,8	37,2
0,14	#100	470	815	345	17,3	80,1	19,9
0,08	#200	474	579	105	5,3	85,4	14,6
FONDO		400	691	291	14,6	100,0	0,0
			Sumatoria de Todo el Material que Pasa:	1994			



% Humedad: 13,29%

Fecha: Octubre de 2024

Abscisa: SPT 2 - Z : 1,80 m

CLASIFICACIÓN

Coeficiente de Uniformidad $Cu: \frac{D60}{D10}$ ------

Coeficiente de Curvatura $Cc: \frac{(D30)2}{D10 * D60}$ ------

A.A.S.H.O.: SM (ARENA LIMOSA) CON UN 14,6% DE PASA 200

OBSERVACIONES: Muestras traidas al laboratorio por el interesado

ING. JAVIER MOSQUERA M.
Coordinador Laboratorio

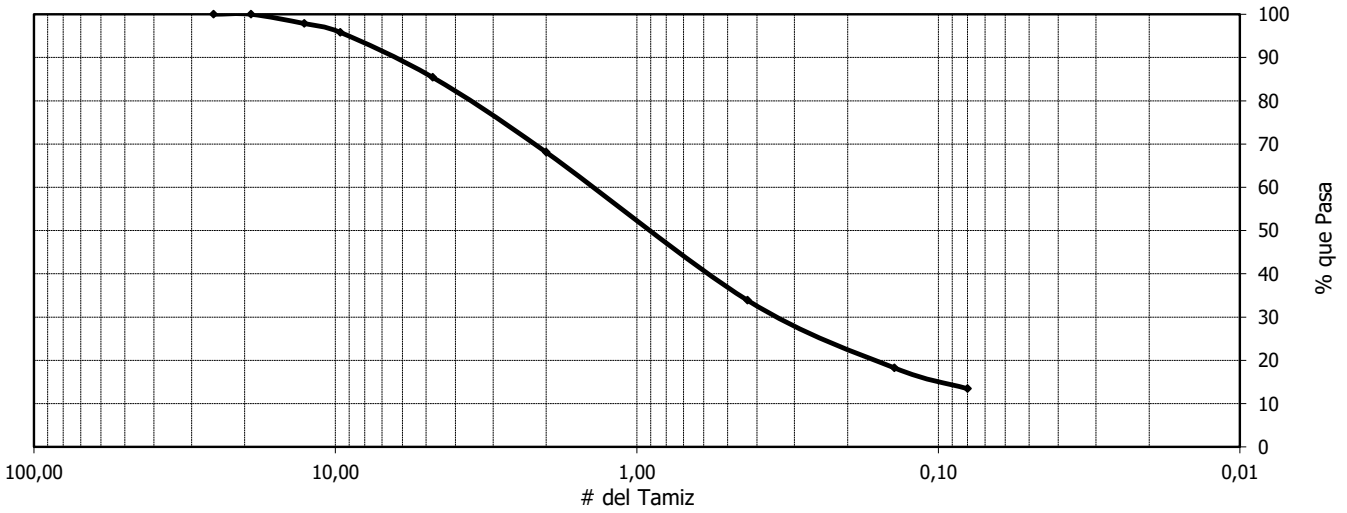
Laboratorista

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

OBRA: Estudio de Suelos Para la Construcción de la Casa de la Cultura en la Cabecera Municipal del Municipio de Juradó, Departamento del Chocó

Material: Grueso granular de color café claro a oscuro con vetas grises y negras

TAMIZ		Peso del Tamiz	Peso Tamiz + Material	peso Material	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
(mm)	(pulg.)						
50,80	2"	684	684	0	0,0	0,0	100
38,10	1 1/2"	720	720	0	0,0	0,0	100
25,40	1"	690	690	0	0,0	0,0	100
19,05	3/4"	698	698	0	0,0	0,0	100
12,70	1/2"	680	727	47	2,1	2,1	97,9
9,63	3/8"	648	693	45	2,1	4,2	95,8
4,76	#4	646	874	228	10,4	14,6	85,4
2,00	#10	518	898	380	17,3	31,9	68,1
0,43	#40	504	1255	751	34,2	66,1	33,9
0,14	#100	470	813	343	15,6	81,7	18,3
0,08	#200	474	580	106	4,8	86,6	13,4
FONDO		400	695	295	13,4	100,0	0,0
			Sumatoria de Todo el Material que Pasa:	2195			



% Humedad: 16,71%

Fecha: Octubre de 2024

Abscisa: SPT 2 - Z : 3,50 m

CLASIFICACIÓN

Coeficiente de Uniformidad $Cu: \frac{D60}{D10}$ ------

Coeficiente de Curvatura $Cc: \frac{(D30)2}{D10 * D60}$ ------

A.A.S.H.O.: SM (ARENA LIMOSA) CON UN 13,4% DE PASA 200

OBSERVACIONES: Muestras traidas al laboratorio por el interesado

ING. JAVIER MOSQUERA M.
Coordinador Laboratorio

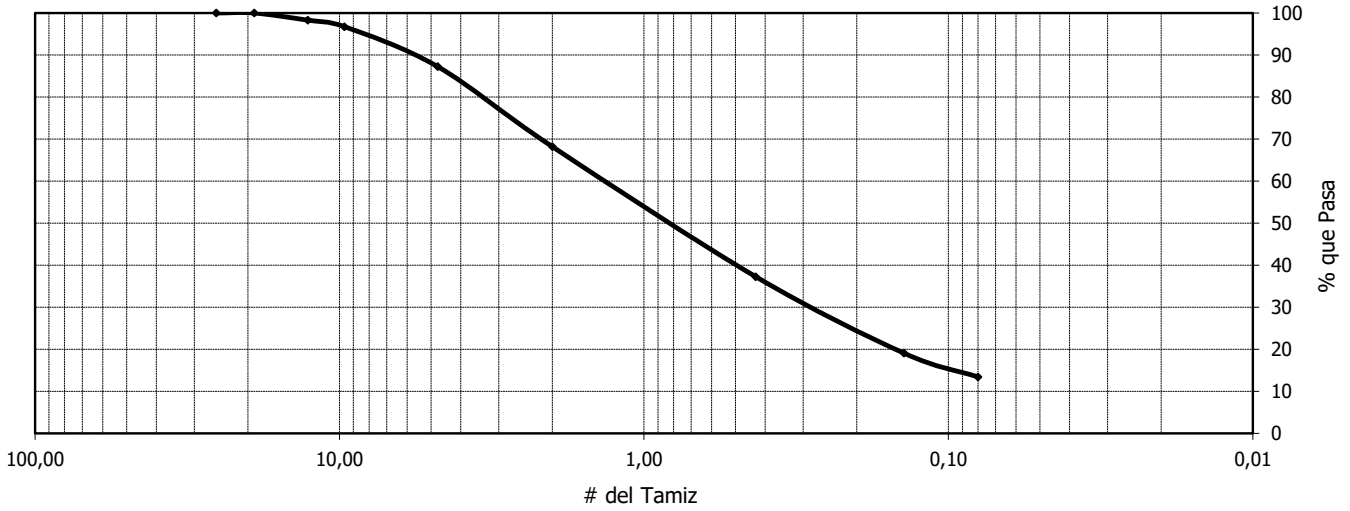
Laboratorista

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

OBRA: Estudio de Suelos Para la Construcción de la Casa de la Cultura en la Cabecera Municipal del Municipio de Juradó, Departamento del Chocó

Material: Grueso granular de color café claro a oscuro con vetas grises y negras

TAMIZ		Peso del Tamiz	Peso Tamiz + Material	peso Material	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
(mm)	(pulg.)						
50,80	2"	684	684	0	0,0	0,0	100
38,10	1 1/2"	720	720	0	0,0	0,0	100
25,40	1"	690	690	0	0,0	0,0	100
19,05	3/4"	698	698	0	0,0	0,0	100
12,70	1/2"	680	717	37	1,7	1,7	98,3
9,63	3/8"	648	681	33	1,5	3,2	96,8
4,76	#4	646	851	205	9,5	12,7	87,3
2,00	#10	518	929	411	19,0	31,8	68,2
0,43	#40	504	1171	667	30,9	62,7	37,3
0,14	#100	470	863	393	18,2	80,9	19,1
0,08	#200	474	596	122	5,7	86,6	13,4
FONDO		400	690	290	13,4	100,0	0,0
			Sumatoria de Todo el Material que Pasa:	2158			



% Humedad: 14,94%

Fecha: Octubre de 2024

Abscisa: SPT 2 - Z : 5,10 m

CLASIFICACIÓN

Coeficiente de Uniformidad $Cu: \frac{D60}{D10}$ ------

Coeficiente de Curvatura $Cc: \frac{(D30)2}{D10 * D60}$ ------

A.A.S.H.O.: SM (ARENA LIMOSA) CON UN 13,4% DE PASA 200

OBSERVACIONES: Muestras traidas al laboratorio por el interesado

ING. JAVIER MOSQUERA M.
Coordinador Laboratorio

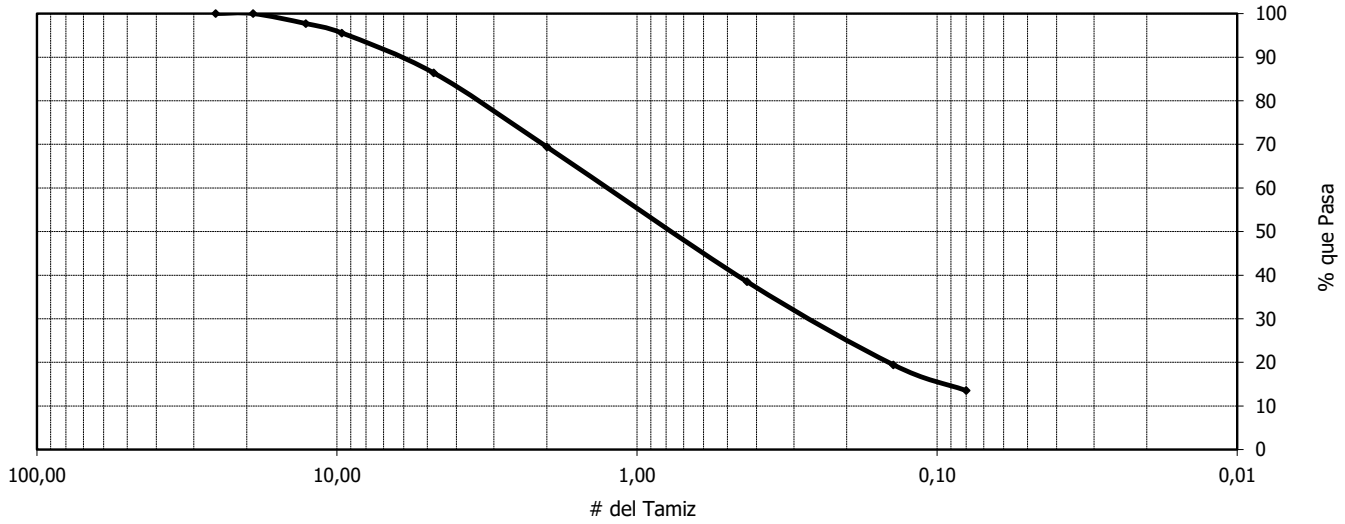
Laboratorista

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

OBRA: Estudio de Suelos Para la Construcción de la Casa de la Cultura en la Cabecera Municipal del Municipio de Juradó, Departamento del Chocó

Material: Grueso granular de color café claro a oscuro con vetas grises y negras

TAMIZ		Peso del Tamiz	Peso Tamiz + Material	peso Material	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
(mm)	(pulg.)						
50,80	2"	684	684	0	0,0	0,0	100
38,10	1 1/2"	720	720	0	0,0	0,0	100
25,40	1"	690	690	0	0,0	0,0	100
19,05	3/4"	698	698	0	0,0	0,0	100
12,70	1/2"	680	731	51	2,3	2,3	97,7
9,63	3/8"	648	696	48	2,2	4,4	95,6
4,76	#4	646	850	204	9,2	13,6	86,4
2,00	#10	518	895	377	16,9	30,5	69,5
0,43	#40	504	1193	689	31,0	61,5	38,5
0,14	#100	470	894	424	19,0	80,5	19,5
0,08	#200	474	606	132	5,9	86,5	13,5
FONDO		400	701	301	13,5	100,0	0,0
			Sumatoria de Todo el Material que Pasa:	2226			



% Humedad: 13,93%

Fecha: Octubre de 2024

Abscisa: SPT 3 - Z : 1,70 m

CLASIFICACIÓN

Coeficiente de Uniformidad $Cu: \frac{D60}{D10}$ ------

Coeficiente de Curvatura $Cc: \frac{(D30)2}{D10 * D60}$ ------

A.A.S.H.O.: SM (ARENA LIMOSA) CON UN 13,5% DE PASA 200

OBSERVACIONES: Muestras traidas al laboratorio por el interesado

ING. JAVIER MOSQUERA M.
Coordinador Laboratorio

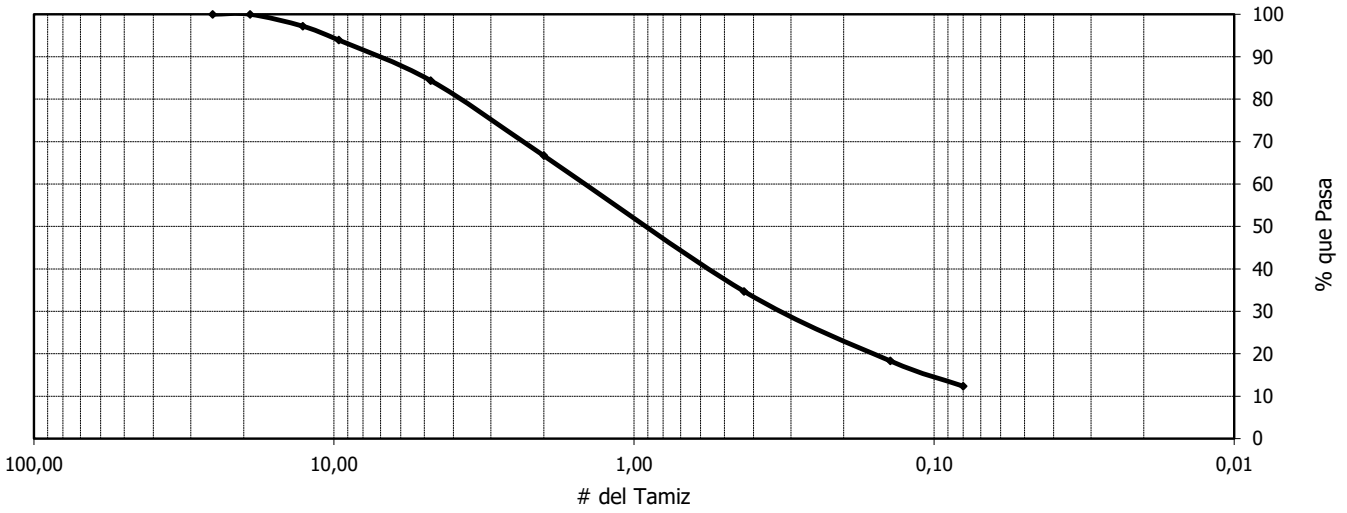
Laboratorista

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

OBRA: Estudio de Suelos Para la Construcción de la Casa de la Cultura en la Cabecera Municipal del Municipio de Juradó, Departamento del Chocó

Material: Grueso granular de color café claro a oscuro con vetas grises y negras

TAMIZ		Peso del Tamiz	Peso Tamiz + Material	peso Material	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
(mm)	(pulg.)						
50,80	2"	684	684	0	0,0	0,0	100
38,10	1 1/2"	720	720	0	0,0	0,0	100
25,40	1"	690	690	0	0,0	0,0	100
19,05	3/4"	698	698	0	0,0	0,0	100
12,70	1/2"	680	739	59	2,8	2,8	97,2
9,63	3/8"	648	717	69	3,3	6,1	93,9
4,76	#4	646	846	200	9,5	15,6	84,4
2,00	#10	518	889	371	17,7	33,3	66,7
0,43	#40	504	1175	671	32,0	65,3	34,7
0,14	#100	470	814	344	16,4	81,7	18,3
0,08	#200	474	599	125	6,0	87,7	12,3
FONDO		400	659	259	12,3	100,0	0,0
			Sumatoria de Todo el Material que Pasa:	2098			



% Humedad: 17,21%

Fecha: Octubre de 2024

Abscisa: SPT 3 - Z : 3,30 m

CLASIFICACIÓN

Coeficiente de Uniformidad $Cu: \frac{D60}{D10}$ ------

Coeficiente de Curvatura $Cc: \frac{(D30)2}{D10 * D60}$ ------

A.A.S.H.O.: SM (ARENA LIMOSA) CON UN 12,3% DE PASA 200

OBSERVACIONES: Muestras traidas al laboratorio por el interesado

ING. JAVIER MOSQUERA M.
Coordinador Laboratorio

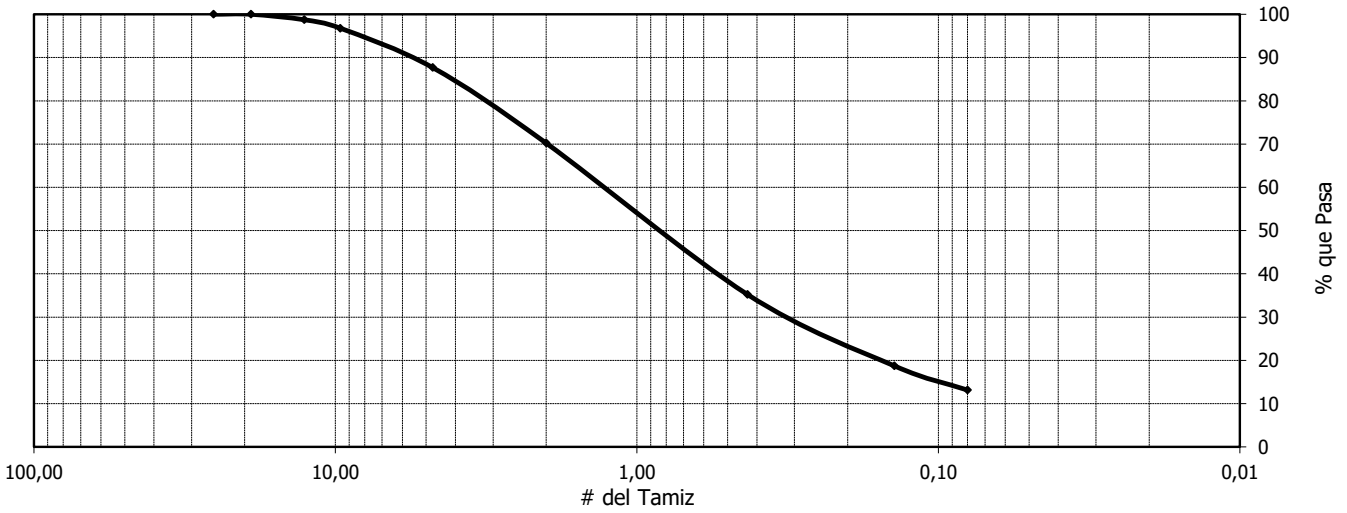
Laboratorista

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

OBRA: Estudio de Suelos Para la Construcción de la Casa de la Cultura en la Cabecera Municipal del Municipio de Juradó, Departamento del Chocó

Material: Grueso granular de color café claro a oscuro con vetas grises y negras

TAMIZ		Peso del Tamiz	Peso Tamiz + Material	peso Material	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
(mm)	(pulg.)						
50,80	2"	684	684	0	0,0	0,0	100
38,10	1 1/2"	720	720	0	0,0	0,0	100
25,40	1"	690	690	0	0,0	0,0	100
19,05	3/4"	698	698	0	0,0	0,0	100
12,70	1/2"	680	705	25	1,3	1,3	98,7
9,63	3/8"	648	687	39	2,0	3,2	96,8
4,76	#4	646	826	180	9,1	12,3	87,7
2,00	#10	518	864	346	17,5	29,8	70,2
0,43	#40	504	1197	693	35,0	64,8	35,2
0,14	#100	470	797	327	16,5	81,3	18,7
0,08	#200	474	585	111	5,6	86,9	13,1
FONDO		400	660	260	13,1	100,0	0,0
			Sumatoria de Todo el Material que Pasa:	1981			



% Humedad: 16,19%

Fecha: Octubre de 2024

Abscisa: SPT 3 - Z : 4,80 m

CLASIFICACIÓN

Coeficiente de Uniformidad $Cu: \frac{D60}{D10}$ ------

Coeficiente de Curvatura $Cc: \frac{(D30)2}{D10 * D60}$ ------

A.A.S.H.O.: SM (ARENA LIMOSA) CON UN 13,1% DE PASA 200

OBSERVACIONES: Muestras traidas al laboratorio por el interesado

ING. JAVIER MOSQUERA M.
Coordinador Laboratorio

Laboratorista

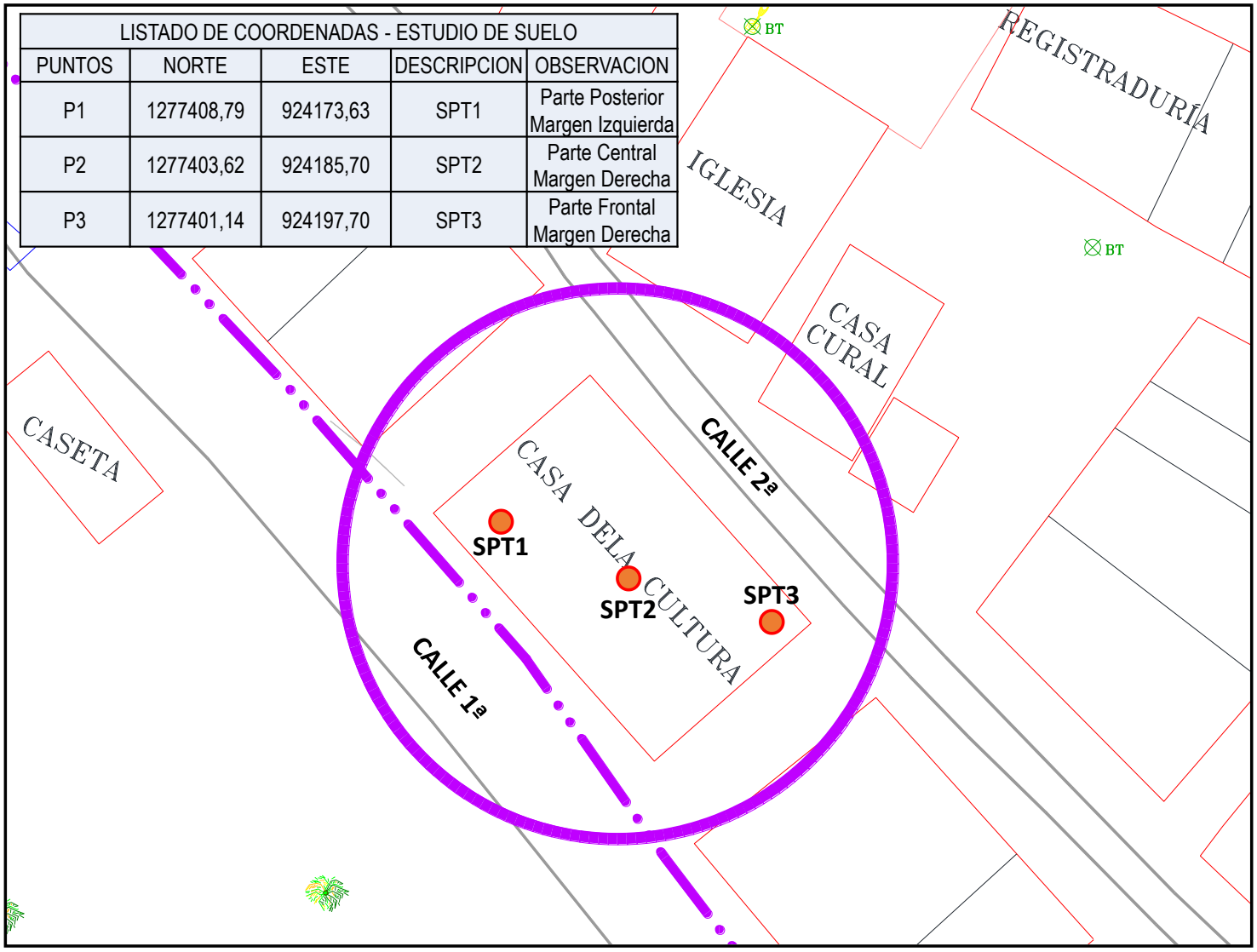
JOSE ALBERTO CORDOBA ARIAS
INGENIERO CIVIL (M.P. 05202 – 099096 de Antioquia)
Especialista en Mecánica de Suelos y Cimentaciones de la Universidad EAFIT
Especialista en Vías y Transportes de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

ANEXO Nº 3

FOTOGRAFIAS DEL TRABAJO DE CAMPO

JOSE ALBERTO CORDOBA ARIAS
INGENIERO CIVIL (M.P. 05202 – 099096 de Antioquia)
Especialista en Mecánica de Suelos y Cimentaciones de la Universidad EAFIT
Especialista en Vías y Transportes de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

LISTADO DE COORDENADAS - ESTUDIO DE SUELO				
PUNTOS	NORTE	ESTE	DESCRIPCION	OBSERVACION
P1	1277408,79	924173,63	SPT1	Parte Posterior Margen Izquierda
P2	1277403,62	924185,70	SPT2	Parte Central Margen Derecha
P3	1277401,14	924197,70	SPT3	Parte Frontal Margen Derecha

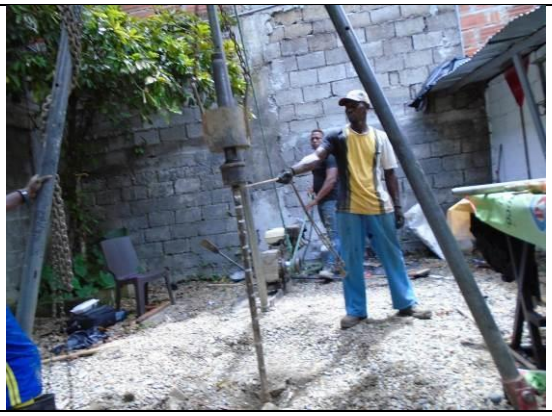


Lote donde se desarrollará el proyecto

B/ El Jardín Sector Las Heliconias Calle 29 N.º. 28 – 31 Tél. Cel. 3104149274
E-mail - joebetto987@hotmail.com o joebetto159@gmail.com o joebetto159@yahoo.com

ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CASA DE LA CULTURA EN LA CABECERA MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE JURADÓ, DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ

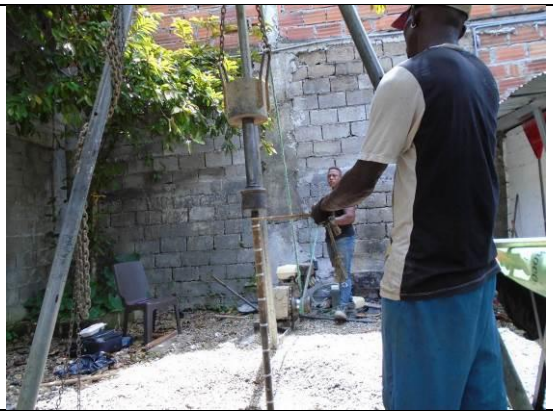
JOSE ALBERTO CORDOBA ARIAS
INGENIERO CIVIL (M.P. 05202 – 099096 de Antioquia)
Especialista en Mecánica de Suelos y Cimentaciones de la Universidad EAFIT
Especialista en Vías y Transportes de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones
	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones
	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones

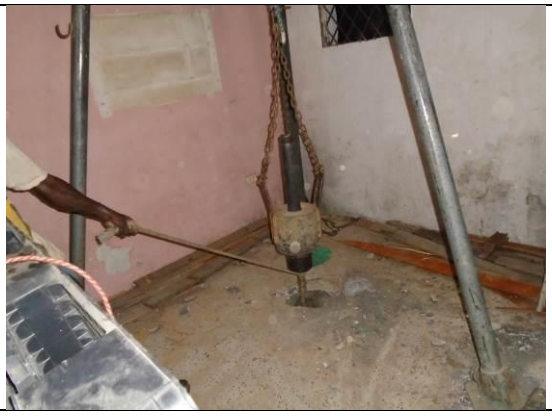
JOSE ALBERTO CORDOBA ARIAS
INGENIERO CIVIL (M.P. 05202 – 099096 de Antioquia)
Especialista en Mecánica de Suelos y Cimentaciones de la Universidad EAFIT
Especialista en Vías y Transportes de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones
	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones
	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones

	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones
	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones
	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones

	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones
	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones
	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones

	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones
	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones
	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones

	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones
	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones
	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones

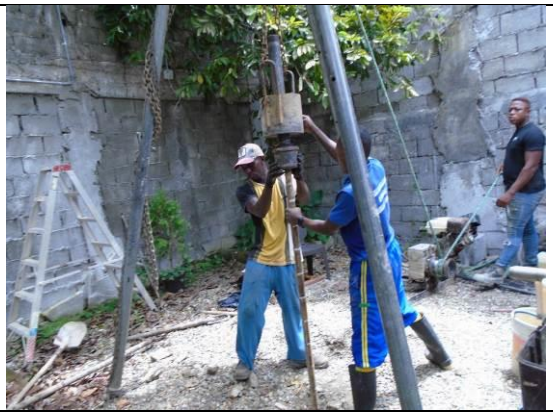
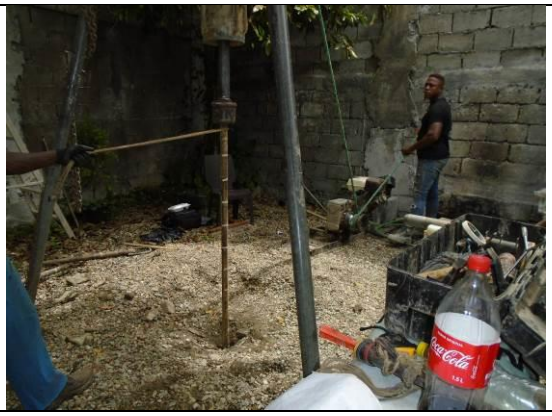
	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones
	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones
	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones

	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones
	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones
	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones

	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones
	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones
	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones

	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones
	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones
	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones

	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones
	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones
	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones

	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones
	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones
	
Trabajos en las perforaciones	Trabajos en las perforaciones

JOSE ALBERTO CORDOBA ARIAS
INGENIERO CIVIL (M.P. 05202 – 099096 de Antioquia)
Especialista en Mecánica de Suelos y Cimentaciones de la Universidad EAFIT
Especialista en Vías y Transportes de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín



ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CASA DE LA CULTURA EN LA CABECERA MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE JURADÓ, DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ.

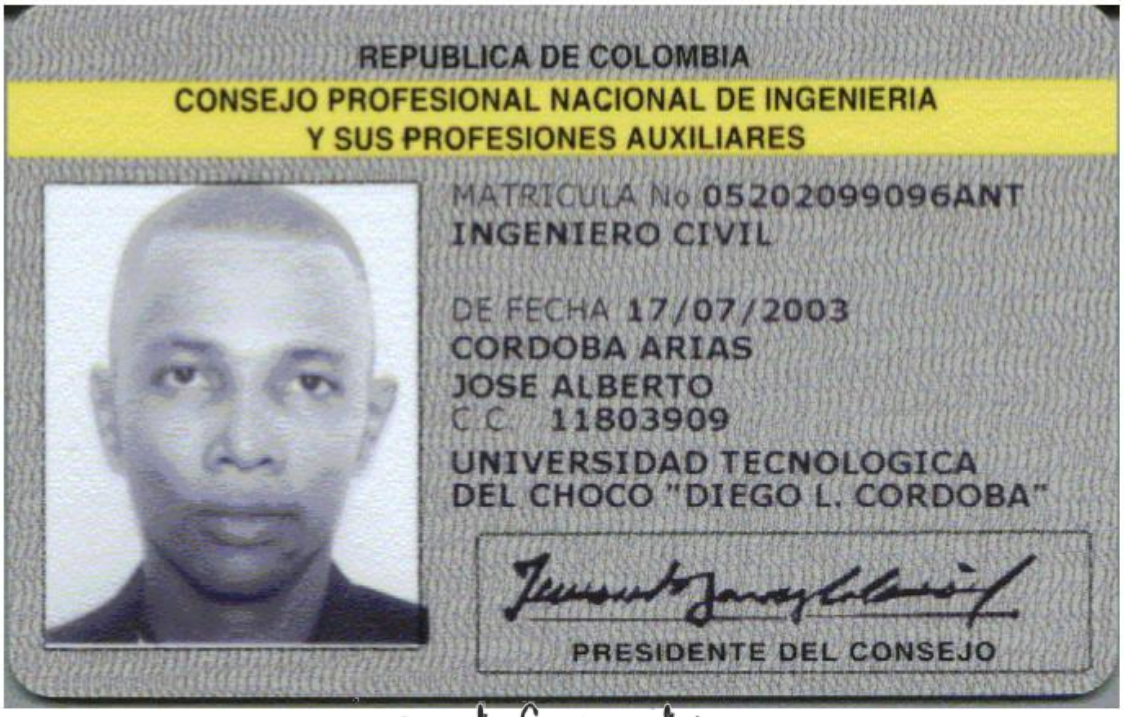
JOSE ALBERTO CORDOBA ARIAS
INGENIERO CIVIL (M.P. 05202 – 099096 de Antioquia)
Especialista en Mecánica de Suelos y Cimentaciones de la Universidad EAFIT
Especialista en Vías y Transportes de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD DE ESTUDIO GEOTECNICO

Quibdó, octubre 16 de 2024 MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD. Yo, Ingeniero JOSE ALBERTO CORDOBA ARIAS, identificado con la cédula de ciudadanía No.11.803.909, Ingeniero Civil con Matrícula Profesional No. 05202–099096 ANT del Consejo Profesional de Ingeniería y sus Profesiones Auxiliares CERTIFICO: Que realicé el Estudios de suelos para la Construcción de las Graderías del proyecto **CONSTRUCCIÓN DE LA CASA DE LA CULTURA EN LA CABECERA MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE JURADÓ, DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ**, a construirse en el inmueble localizado en el municipio de Juradó, más concretamente entre las calles 1ª y 2ª frente a la iglesia y la casa cural de la cabecera municipal. Infraestructura para uso del público en general. Declaro que todos los estudios están de acuerdo con las normas y técnicas vigentes de estudio de suelos (NSR-10), y exonero a la **SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS DEL MUNICIPIO DE JURADO** por los daños y perjuicios que de este estudio pudieran derivarse. Aclaro que me responsabilizo por los estudios, siempre y cuando en la construcción de la estructura del proyecto se sigan textual y cabalmente con las directrices técnicas hechas por el suscrito.

Atentamente,

FIRMA
NOMBRE: JOSE ALBERTO CÓRDOBA ARIAS
CC No. 11.803.909 de Quibdó
T.P. No.05202 – 099096 ANT
Especialista en Mecánica de Suelos y Cimentaciones
Universidad de EAFIT
Teléfonos: (Fijo y Celular) 3104149274
ANEXAR: COPIA M.P COPIA, certificado de vigencia de la M.P.


REPUBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
Y SUS PROFESIONES AUXILIARES
MATRICULA No 05202099096ANT
INGENIERO CIVIL
DE FECHA 17/07/2003
CORDOBA ARIAS
JOSE ALBERTO
C.C. 11803909
UNIVERSIDAD TECNOLOGICA
DEL CHOCO "DIEGO L. CORDOBA"
PRESIDENTE DEL CONSEJO


REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA
NUMERO 11.803.909
CORDOBA ARIAS
APELLIDOS
JOSE ALBERTO
NOMBRES
FIRMA
FECHA DE NACIMIENTO 15-ABR-1975
QUIBDO
(CHOCO)
LUGAR DE NACIMIENTO
1.69 ESTATURA
O+ G.S. RH
M SEXO
20-JUN-1994 QUIBDO
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION
REGISTRADOR NACIONAL
CARLOS ARIEL SANCHEZ TORRES
INDICE DERECHO
A-1700100-00131807-M-0011803909-20081127 0006997248A 2 8110007900

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2024-2838336

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que JOSE ALBERTO CORDOBA ARIAS, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 11803909, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 05202-099096 desde el 17 de Julio de 2003, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 3474.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los cuatro (04) días del mes de Julio del año dos mil veinticuatro (2024).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Jose A. Cordoba Arias
Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

UNIVERSIDAD EAFIT

UNIVERSIDAD EAFIT

ACTA DE GRADO 00931

En la ciudad de Medellín a los 27 días del mes de junio de 2019, la Universidad EAFIT realizó ceremonia de graduación, presidida por el señor Rector y demás autoridades académicas, y previo juramento del graduando, quien cumplió con los requisitos exigidos, otorgó el título de

ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES

a

JOSE ALBERTO CORDOBA ARIAS

Con cédula de ciudadanía 11803909

El título otorgado corresponde al programa de Especialización en Mecánica de Suelos y Cimentaciones registrado en el SNIES con el código 10703 y autorizado por el Ministerio de Educación Nacional, mediante resolución 5460 del 18 de mayo de 2012.

Para constancia se firma en la ciudad de Medellín a los 27 días del mes de junio de 2019

Rector

Secretario General

ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CASA DE LA CULTURA EN LA CABECERA MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE JURADÓ, DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ