

ESTUDIO DE SUELOS

MUNICIPIO DE GUADALUPE

**DIRECCIÓN:
VEREDA SAN ANTONIO
GUADALUPE - SANTANDER**

INGENIERO CIVIL

RODDY NELSON GONZALEZ PEREZ

**AGOSTO DE 2025
SAN GIL**

Contenido

1.	INTRODUCCION.....	4
2.	OBJETIVOS	5
3.	LOCALIZACIÓN	6
3.1	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	7
4.	GEOLOGIA DE LA REGION.....	7
4.1	CARACTERISTICAS FISICAS DE LA REGION Y DEL PREDIO.....	7
4.2	SISMICIDAD	8
4.2.1	Fallas Plegamientos Regionales	8
4.2.3	Fallas del Suarez y de los Santos.....	10
4.2.4	MAPA DE SISMICIDAD	11
4.2.5	ESTUDIO DE ONDA SISMICA	11
4.3	ZONA DE AMENAZA SISMICA.	11
4.4	EFFECTOS LOCALES.....	13
4.4.1	CLASIFICACIÓN DE PERFIL DE SUELO	13
4.5	CRITERIOS DEL ESPECTRO DE DISEÑO (A.2.6 NSR-10).....	13
4.6	ESPECTRO DE DISEÑO	15
5.	EXPLORACIÓN DE CAMPO.....	17
5.1	CATEGORIA.....	17
5.2	SONDEOS MINIMOS.....	17
5.3	CRITERIOS UTILIZADOS	18
5.4	TECNICAS UTILIZADAS.....	18
5.5	Profundidad mínima de sondeos:.....	18
5.6	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR.....	18
5.6.1	Descripción	19
6.	ANALISIS DE LABORATORIO	19
6.1	TEORIA DE LIMITES	20
6.1.1	LIMITE LIQUIDO	20
6.1.2	LIMITE PLASTICO	20
6.1.3	INDICE PLASTICO:	20
7.	PARAMETROS DE DISEÑO.....	21
7.1	ANGULO DE FRICCION	23
7.1.1	FACTOR DE CORRECCION	23
7.1.2	FACTOR DE CORRECCION POR ENERGIA	24
7.1.3	FACTOR POR CORRECCION POR CONFINAMIENTO	24
7.1.4	CAPACIDAD DE SOPORTE Qult.....	24
7.2	PERFIL ESTRATIGRAFICO.....	25

7.3	PARAMETROS DE LOS SUELOS COHESIVOS.....	28
8.	CAPACIDAD PORTANTE	30
8.1	DETERMINACION DEL TIPO DE SUELO GRAFICAS PLASTICIDAD	31
9.	CONCLUSIONES	33
9.1	ANALISIS DE LA CIMENTACION	33
9.2	PRESIONES DE TIERRA.....	34
9.3	COEFICIENTE DE PRESION LATERAL ACTIVO	34
9.4	COEFICIENTE DE PRESION LATERAL PASIVO	35
9.5	COEFICIENTE DE PRESION EN REPOSO	35
9.6	MODULO DE REACCION O COEFICIENTE DE BALASTRO	35
10.	ANEXOS	36

1.INTRODUCCION

El presente documento corresponde al estudio de exploración geotécnica con el fin de dar solución a la estabilidad del talud y de cimentaciones para una revisar la capacidad portante de la Escuela Rural San Antonio de la Cruz, proyectado para un nivel en el municipio de Guadalupe Santander, Conforme con el título H de la NSR-10, el Estudio de Suelos Geotécnico, contiene una serie de actividades que abarcan el reconocimiento de campo, la investigación del subsuelo, los análisis y recomendaciones de ingeniería necesarios para el diseño y construcción de las obras en contacto con el suelo, de forma tal que se garantice el comportamiento adecuado en la estructura en cuestión, protegiendo ante todo la integridad de las personas frente a cualquier fenómeno externo, además de proteger vías, instalaciones de servicios públicos, predios y edificaciones vecinas.

2.OBJETIVOS

Los objetivos del estudio son los siguientes:

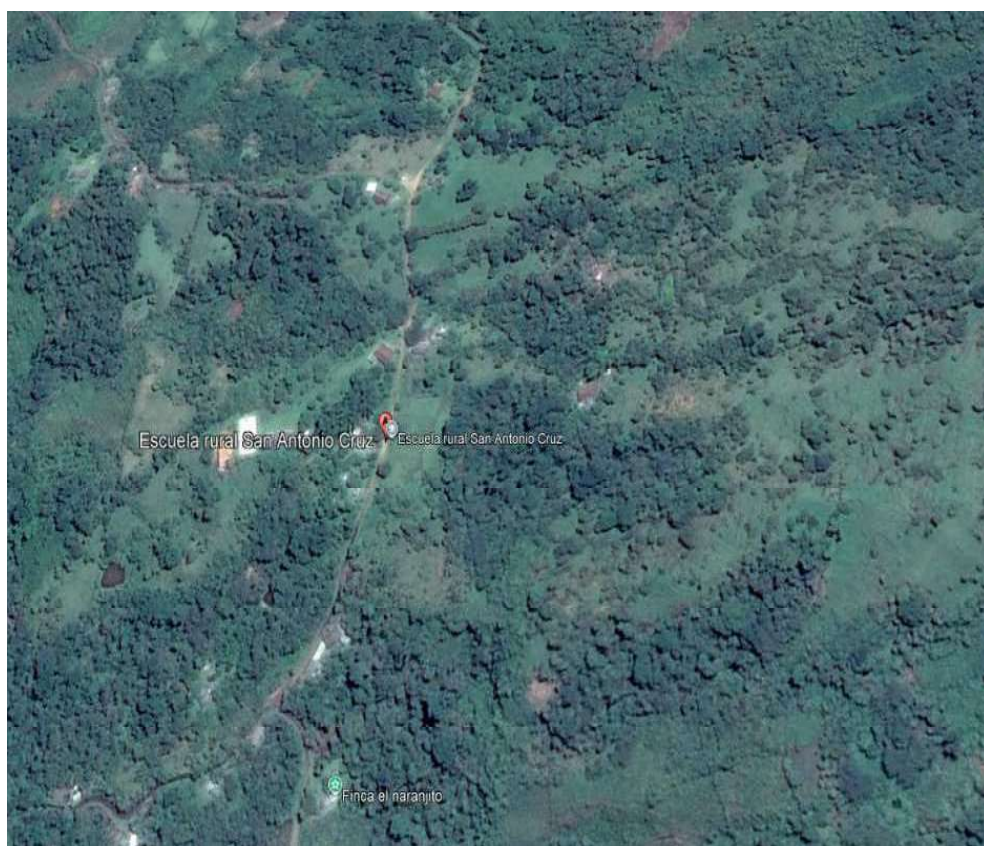
1. Estudiar las características geotécnicas generales del lote.
2. Estudiar el perfil estratigráfico y las propiedades mecánicas de los suelos encontrados.
3. Localizar el nivel freático o filtraciones de agua, si estas pudieran afectar la excavación o la cimentación de las estructuras.
4. Proponer solución a problemas del sistema de cimentación más adecuado para las estructuras propuestas.
5. Detectar problemas de cimentación inherentes al suelo, a la formación geológica o a la topografía del lote.
6. Proponer soluciones correctivas, drenajes o sistemas especiales de estabilización, si estos son necesarios.
7. Determinar los parámetros del suelo para el diseño de la cimentación.
8. Evaluar estabilidad de talud existente.

3. LOCALIZACIÓN

Municipio: Guadalupe

Departamento: Santander

La escuela se encuentra en la vereda San Antonio, municipio de Guadalupe, departamento de Santander, Colombia. Coordenadas: 6°11'19.67" N, 73°27'43.10" O, con una altitud entre 1.500 y 1.700 m.s.n.m.



3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Se contempla la construcción de obra de los proyectos de edificación de un piso como se muestra en el inciso 3 (localización), según un análisis preliminar las cargas aproximadas estimadas que se van a transmitir al suelo son cargas entre 800 KN y 4000 KN de acuerdo tabla H3.1-1 NSR-10, cabe recalcar que en campo se deben revisar las consideraciones registradas en este documento.

4. GEOLOGIA DE LA REGION

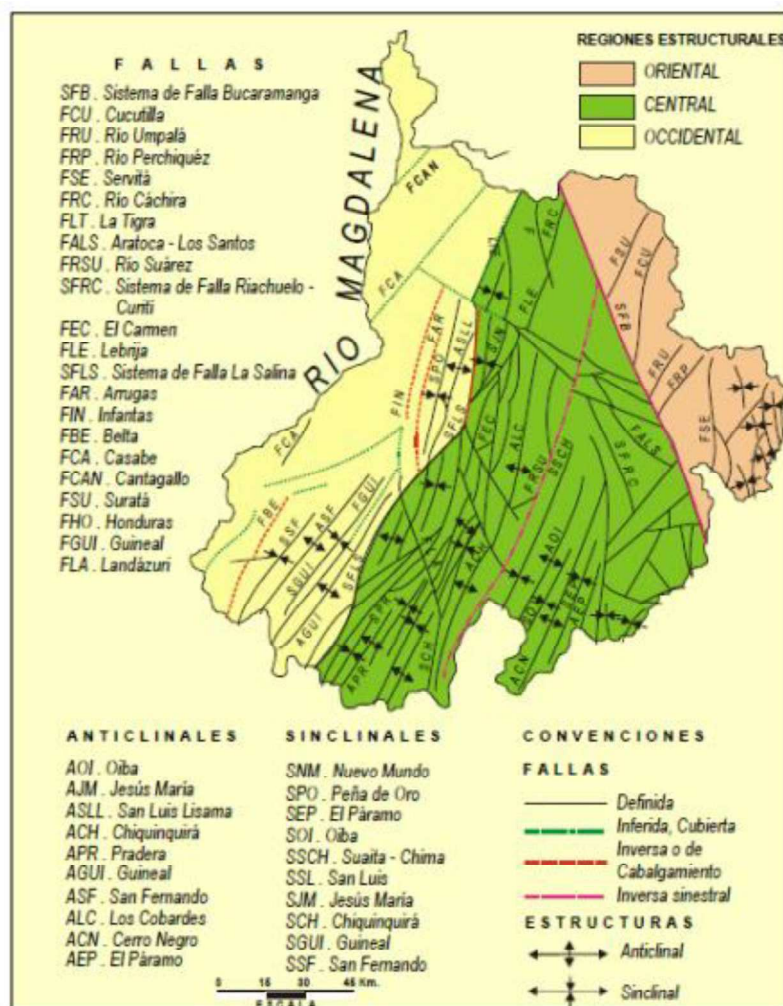
4.1 CARACTERISTICAS FISICAS DE LA REGION Y DEL PREDIO

El municipio del Guadalupe se caracteriza por presentar unidades de rocas de tipo sedimentario de ambiente marino y de edad cretácica, periodo inferior, conformadas por las formaciones: Rosa blanca que consta de rocas calcáreas con intercalaciones de lutitas, Tablazo, que está conformado con intercalaciones entre lutitas, calizas y areniscas y finalmente, Simiti, compuesta de lutitas con esporádicas intercalaciones de areniscas. Así mismo se encuentra unidades de rocas sedimentarias de ambiente continental de edad jurásica representada por las formaciones; Arcabuco, constituida de areniscas con intercalaciones de lutitas y Girón, compuesta de areniscas, calcáreas con limolitas rojizas, además de depósitos recientes de carácter aluvial y coluvial.

Se identificaron las unidades geológicas superficiales (UGS), las que se clasificaron en rocas (intermedias y blandas) y suelos (residuales y transportados tanto aluviales como coluviales). Estas unidades se levantaron a partir de: información secundaria.

Los suelos urbanos fueron chequeados en diferentes puntos de control y sometidos a pruebas de laboratorios evidenciando las siguientes unidades geológicas para Ingeniería; Suelo residual limoso (srl), y Suelo Residual Limoso elástico (Srle), Suelo residual arcilloso (Sra), y Suelo antrópico de rellenos (Sal), los cuales en general son mediamente plásticos, de mediana resistencia en seco, compresibilidad y consistencia relativa media.

Imagen. Fallas y plegamientos del departamento de Santander



4.2.1.1 Fallas de Bucaramanga-Santa Marta

Es el rasgo estructural más evidente y de gran extensión que cruza la región centro-oriental del departamento de Santander, en dirección aproximada de N20°W, extendiéndose desde el sur de Soapaga (Boyaca) hasta la costa atlántica en la ciudad de Santa Marta, cruza el borde oriental de la ciudad de Bucaramanga, sirviendo de límite entre el macizo de Santander y los depósitos de abanicos aluviales.

Esta falla es considerada de movimiento sinistral el cual ocurrió a partir del Mioceno Superior, simultáneamente con la Orogenia Andina, cuyo desplazamiento es calculado en 100 a 110 km, tiene una componente vertical, que hace que esta falla se comporte en algunos sectores como inversa y en su externo meridional aun de cabalgamiento. La historia de esta falla es compleja, se establece que es posterior al neis de Bucaramanga.

4.2.1.2 Fallas Los Santos- Aratoca

Corresponde a dos fallas de dirección general Noreste. La primera (los Santos) atraviesa el área de la mesa de los Santos, alineando el patrón de drenaje principal que es la quebrada Los Santos; la otra falla la de Aratoca evidencia ser la continuación de la anterior, probablemente desplazada por otra falla de dirección perpendicular a ella en la zona del río Chicamocha. La de Aratoca es una falla inversa de alto ángulo que levanta el bloque oriental donde se ubica la formación Silgara y la pone en contacto con las rocas de la formación Jordán y Girón. El desplazamiento vertical no se ha calculado, pero se estima que supera los 100 m.

1.1.3 Fallas del Suarez y de los Santos

La falla del Suarez se encuentra hacia el municipio de Zapatoca y la Falla de los Santos hacia el noroccidente. Estas dos fallas están a una distancia de 4 a 8 Km respectivamente de la ubicación de la represa, a pesar de ser una distancia considerable están en un terreno donde se registra alta susceptibilidad sísmica.

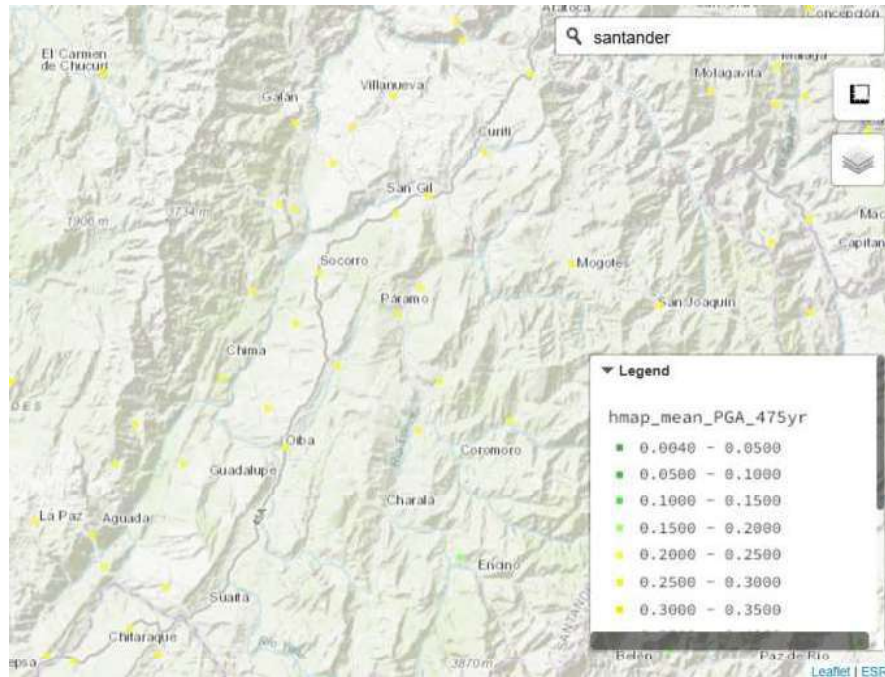
4.2.1.3 Falla los Santos

Falla inferida que atraviesa la masa de los santos, sigue la trayectoria de la quebrada los santos con dirección noreste. Es una falla inversa de bajo ángulo, con dirección NW-SE y un buzamiento aproximado de 25° a esta convergencia occidental; controla el cauce de la quebrada Santera y enfrenta las areniscas de la formación de los santos en el bloque este con los niveles calcáreos y arenosos de la formación Rosa Blanca en el bloque oeste. Constituye una prolongación de la falla de Aratoca.

4.2.3.2 Falla del Suarez

Accidente estructural importante que se orienta en forma paralela al cauce del río Suarez hacia la margen izquierda con una dirección aproximada norte-sur. Se extiende con una longitud de 120 Km desde Barbosa al sur hasta la Falla de Bucaramanga, tiene una dirección de N20°E con un buzamiento 69°W. Es una falla inversa con un componente vertical y con desplazamiento sinistral, el desplazamiento vertical se ha calculado entre los 400 y 2300m.

4.2.4 MAPA DE SISMICIDAD



4.2.5 ESTUDIO DE ONDA SISMICA

Las ondas sísmicas son un tipo de onda elástica fuerte en la propagación de perturbaciones temporales del campo de tensiones que generan pequeños movimientos en las placas tectónicas.

Las ondas sísmicas pueden ser generadas por movimientos telúricos naturales, los más grandes de los cuales pueden causar daños en zonas donde hay asentamientos urbanos. Existe toda una rama de la sismología, que se encarga del estudio de este tipo de fenómenos físicos. Las ondas sísmicas pueden ser generadas también artificialmente como por ejemplo el uso de explosivos o camiones. La sismica es la rama de la sismología que estudia estas ondas artificiales.

4.3 ZONA DE AMENAZA SISMICA.

De acuerdo con el mapa de amenaza sísmica, el municipio **GUADALUPE** se encuentra localizado en una zona de amenaza sísmica intermedia.

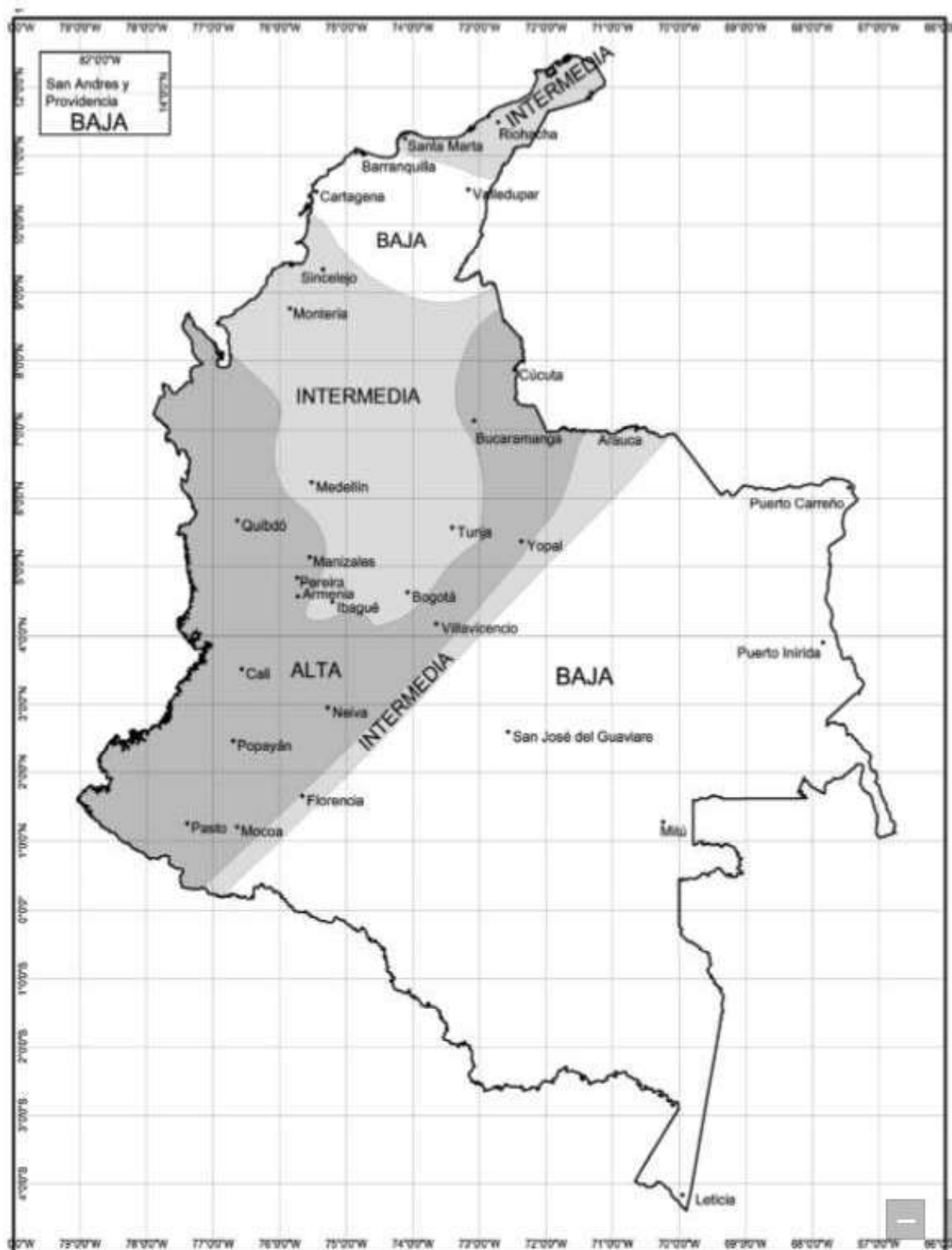


Figura A.2.3-1 — Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de A_h y A_v

4.4 EFECTOS LOCALES

4.4.1 CLASIFICACIÓN DE PERFIL DE SUELO

De acuerdo a la NSR-10 (Tabla A.2.4-1) el tipo y perfil de suelo es: D Perfil de suelo que cumple con la condición $N > 15$

Donde N = número medio de golpes del ensayo de penetración estándar realizado de acuerdo a la norma ASTM D1586 haciendo corrección por energía N60

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

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

De acuerdo al criterio el tipo de perfil es D

4.5 CRITERIOS DEL ESPECTRO DE DISEÑO (A.2.6 NSR-10)

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

Donde:

Tabla A.2.4-3
Valores del coeficiente F_a para la zona de periodos cortos del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Nota: Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

De acuerdo al criterio el tipo de perfil D y $A_a = 0.20$ la intensidad de los movimientos sísmicos $F_a = 1.40$

Tabla A.2.4-4
Valores del coeficiente F_v para la zona de periodos intermedios del espectro

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

Nota: Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

De acuerdo al criterio el tipo de perfil D y $A_v = 0.25$ determinamos que $F_v = 1.90$

4.6 ESPECTRO DE DISEÑO

Datos		Unidad	Página
Ubicación de la Estructura-CIUDAD	Guadalupe,		
Departamento	Santander		
Altura del edificio	3.4	[m]	Título A
Numero de Pisos	1.00		
Tipo de Perfil del Suelo:	D		Tabla A.2.4-3
Grupo de Uso Edificación:	I		A.2.5.1
Sistema estructural de resistencia sísmica	1		Tabla A.4.2-1
Porticos resistentes a momentos de concreto reforzado que resisten la totalidad de las fuerzas sísmicas y que no estan limitadas o adheridas a componentes mas rígidos estructurales o no estructurales que limiten los desplazamientos horizontales al verse sometidos a las fuerzas sísmicas			
Zona de Amenaza Sísmica:	Intermedia		APÉNDICE A-4
Coefficiente de Aceleracion (Aa):	0.15		APÉNDICE A-4
Coefficiente de Velocidad (Av):	0.20		APÉNDICE A-4
Coefficiente de Amplificación de Sitio (Fa):	1.50		Tabla A.2.4-3
Coefficiente de Amplificación de Sitio (Fv):	2.00		Tabla A.2.4-4
Coefficiente de Importancia (I):	1.00		A.2.5.1
Espectro de Diseño (Sa):	Gráfico		Título A
Período de Vibración Inicial (To):	0.18	[s]	Título A
Período de Vibración Corto (Tc):	0.85	[s]	Título A
Período de Vibración Largo (Tl):	4.80	[s]	Título A
Coefficiente (Ct):	0.047		Tabla A.4.2-1
Exponente (α):	0.9		Tabla A.4.2-1
Período de Vibración Aproximado ($T_a = C_t h^\alpha$):	0.21	[s]	Form. A.4.2-3
Coefficiente (Cu):	1.27		Form. A.4.2-2
Tmax= Cu*Ta	0.27	[s]	Form. A.4.2-2
k	1.00		A.4.3.2
Capacidad de Disipación de Energía:	ESPECIAL		
Coefficiente de Capacidad de Disipación de Energía Básico (R0):	7.0		A.3.3.3-Tabla A.3-1 a Tabla A.3-4
Coefficiente de Reducción (ϕ_a):	1.0		tabla A.3-7,
Coefficiente de Reducción (ϕ_p):	0.9		tabla A.3-6,
Coefficiente de Reducción (ϕ_r):	1.0		A.3.3.8
Coefficiente de Capacidad de Disipación de Energía de Diseño ($R = \phi_a \phi_p \phi_r R_0$):	6.30		form. A.3.3-1

CÁLCULO ESPECTRO ELASTICO DE ACELERACIONES DE DISEÑO COMO FRACCION DE g (Sa) SEGÚN NSR-2010

T y Sa de la estructura		
T:	0,40 [s]	
Sa	0,7	

(T)	Sa (g)	Sa/R
0,00	0,280	0,044
0,02	0,350	0,056
0,05	0,420	0,067
0,07	0,490	0,078
0,10	0,560	0,089
0,12	0,630	0,100
0,14	0,700	0,111
0,23	0,700	0,111
0,32	0,700	0,111
0,41	0,700	0,111
0,50	0,700	0,111
0,60	0,700	0,111
0,69	0,700	0,111
1,37	0,350	0,056
2,06	0,233	0,037
2,74	0,175	0,028
3,43	0,140	0,022
4,11	0,117	0,019
4,80	0,100	0,016
5,22	0,085	0,013
5,64	0,072	0,011
6,06	0,063	0,010
6,48	0,055	0,009
6,90	0,048	0,008
7,32	0,043	0,007

5. EXPLORACIÓN DE CAMPO

Consiste en la ejecución de apiques, trincheras, perforación o sondeo con muestreo o sondeos estáticos o dinámicos, u otros procedimientos exploratorios reconocidos en la práctica, con el fin de conocer y caracterizar el perfil del subsuelo afectado por el proyecto, ejecutar pruebas directas o indirectas sobre los materiales encontrados y obtener muestras para la ejecución de ensayos de laboratorio. La exploración debe ser amplia y suficiente para buscar un adecuado conocimiento del subsuelo hasta la profundidad afectada por la construcción, teniendo en cuenta la categoría del proyecto, el criterio del ingeniero geotecnista y lo dispuesto en las tablas H.3.1-1. Y H.3.2-1. En el caso de macizos rocosos se debe hacer la clasificación de éstos por uno de los métodos usuales (RMR, Q, GSI) y realizar levantamiento de discontinuidades en los afloramientos, apiques o muestras.

5.1 CATEGORIA

Tabla H.3.1-1
Clasificación de las unidades de construcción por categorías



Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4,000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4,001 y 8,000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8,000 kN

Este proyecto pertenece a la categoría Baja

5.2 SONDEOS MINIMOS

Tabla H.3.2-1
Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción
Categoría de la unidad de construcción



Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6 m. Número mínimo de sondeos: 3	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5

En campo se realizaron 3 sondeos

5.3 CRITERIOS UTILIZADOS

Para la planeación de las exploraciones geológicas y geotécnicas, se disponen de los criterios generales de geología y geotecnia de acuerdo al estado del conocimiento de estas ciencias y a los lineamientos específicos por el Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente NSR-10.

5.4 TECNICAS UTILIZADAS

- Se ejecutaron tres sondeos utilizando equipos de perforación a percusión y se realizaron ensayos de campo.
- Se hizo monitoreo de los niveles freáticos en los sondeos durante el tiempo de realización del estudio.
- Se obtuvieron las propiedades geotécnicas de los suelos mediante ensayos de laboratorio realizados para el presente estudio.

5.5 PROFUNDIDAD MÍNIMA DE SONDEOS:

Los sondeos se desarrollaron de conformidad con las características establecidas en el título H numeral 3.2.4 de la norma NRS 10. En los casos donde se encuentre roca firme, o aglomerados rocosos o capas de suelos firmes asimilables a rocas, a profundidades inferiores a las establecidas, el 50% de los sondeos deberán alcanzar las siguientes penetraciones en material firme (material designado como A, B o C en la Tabla A.2.4.4-1 del Título A de este Reglamento.), de acuerdo con la categoría de la unidad de construcción:

Categoría media: los sondeos pueden suspenderse al llegar a estos materiales.

5.6 ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR

Se usó un Penetrómetro tipo Standard, calibrado en pulgadas. Este ensayo permite calcular la presión admisible para la fundación, el ángulo de resistencia interna y la cohesión del subsuelo. Se usó un martillo de golpeo de 63,6 Kg-f de peso y una cuchara Split spoon de 2" de diámetro externo y un recorrido en caída libre de 762,0 mm. Se registró el número de golpes, cada 6" de penetración.

5.6.1 Descripción

Una vez ejecutados los sondeos se realizó la descripción detallada de las muestras obtenidas de acuerdo a los siguientes criterios:

- Textura
- Tamaño de los granos
- Estructura
- Color

6. ANALISIS DE LABORATORIO

No se hicieron estudios de laboratorio, se tomará estudios existentes que se realizaron en la zona, muestras para cada tipo de suelo encontrado, se empacaron debidamente en bolsas plásticas para ser remitidas al laboratorio de Mecánica de Suelos. Se realizaron ensayos de Granulometría, Límites de Atterberg, Humedad Natural, Peso Seco Unitario, Clasificación y Ensayo de corte directo.

Estos ensayos se realizaron con el objeto de clasificar el suelo, determinar su Plasticidad, Actividad, y Humedad.

ENSAYO	NORMA	N° DE ENSAYOS
Análisis granulométrico por tamizado	INV E 123-13	3
Determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) en suelo, roca y mezcla de suelo-agregado	I.N.V.E. 122-13	3
Determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos	INV E. 126-13 e INV E 125-13	3
Clasificación de suelos	ASTM D 2487	3

6.1 TEORIA DE LIMITES

Atterberg, agrónomo sueco, observó que, si un suelo estaba en estado líquido, al ir perdiendo agua gradualmente iba perdiendo una serie de estados.

6.1.1 LIMITE LIQUIDO

Es la humedad en la cual una ranura en una muestra colocada en el aparato de Casagrande y darle exactamente 25 golpes se cierran las dos partes del suelo, mínimo 12 mm longitudinalmente; naturalmente, si se cierra con menos de 25 golpes la humedad es mayor que el límite líquido y se cierra con más de 25 golpes la humedad es menor que el límite líquido.

6.1.2 LIMITE PLASTICO

Es la humedad en la cual al hacer con la muestra un cilindro o bastoncito que, al llegar exactamente a 3 mm de diámetro, se agrieta, si se agrieta antes de llegar a los 3 mm la humedad es menor que el límite plástico y si al llegar a ellos no se ha agrietado, la humedad es mayor que el límite plástico.

6.1.3 INDICE PLASTICO:

Es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico y representa la extensión para el cual un suelo es plástico.

7. PARAMETROS DE DISEÑO

El ensayo SPT se encuentra estandarizado con la norma ASTM D1586-99. La norma D1586-99 sugiere que en el mismo suelo el valor de N de SPT utilizando el mismo tipo de equipo, puede reproducirse con un coeficiente de variación de aproximadamente el 10%, el cual se considera muy bajo; esto conduce a concluir que, si en un suelo como el del proyecto se está utilizando el valor de N como parámetro para el diseño de cimentaciones en forma continua durante muchos años, la obtención de nuevos valores de N permite compararse sin errores.

Importantes con los valores de N históricos de la experiencia obtenida de campo: Ensayo de Penetración Estándar SPT (ver registros de perforación). Este ensayo debe correlacionarse con un ensayo bajo condiciones de energía y eficiencia estándar. Además, para propósitos de diseño geotécnico se debe corregir por efecto de la presión de confinamiento. Para tener en cuenta todos estos factores se aplicó la siguiente fórmula de corrección (Bowles J. E, Principles of Foundation Engineering, 4th edition McGraw Hill, 1988) al número de golpes N medido en el terreno.

A esta expresión se le agregó el término n_5 que se emplea para corregir el número de golpes cuando la pesa que se emplea es diferente de la estándar

(140 lb):

$$N'_{60} = C_n \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot n_4 \cdot n_5 \cdot N$$

Esto da el valor estándar corregido para una energía de referencia del 60%. Los diferentes factores son:

$$C_n = \text{corrección por sobre capa} = (p''/p')^{1/2}$$

$$p'' = 95,76 \text{ kPa}$$

p' = Esfuerzo efectivo vertical en el punto de referencia.

n_1 = E_R/E_s . Corrección por relación de energía del martillo. Considerando una energía estándar del 60% y una energía del martillo empleado del 55%, se tiene,

$$50/65 = 0,92$$

$$n_2 = 0.85 \text{ (Corrección por longitud de la varilla)}$$

$$n_3 = 1.00 \text{ (corrección por el toma muestra sin revestimiento)}$$

$$n_4 = 1.15 \text{ Corrección por el diámetro de la perforación.}$$

$$n_5 = W_h/4838.7 \text{ (Corrección por cambio de peso en el martillo de golpear) } W = \text{Peso del martillo en kg.} \quad h = \text{Altura de caída del martillo (cm)}$$

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200)							Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200)			
Grupo:	A-1		A-3					A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 A-7-6
Porcentaje que pasa: N° 10 (2mm) N° 40 (0,425mm) N° 200 (0,075mm)	50 máx 30 máx 15 máx	- 50 máx 25 máx	- 51 mín 10 máx	- - 35 máx				- - 36 mín			
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40 Límite líquido Índice de plasticidad	- 6 máx		- NP (1)	40 máx 10 máx	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín 11 mín	40 máx 10 máx	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín (2) 11 mín
Constituyentes principales	Fracmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Características como subgrado	Excelente a bueno							Pobre a malo			

(1): No plástico

(2): El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor al LL menos 30

El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL menos 30

Índice de grupo :

$IG = (F - 35) 0,2 + 0,005 \cdot (LL - 40) 0,01 (F \geq 15) (IP \geq 10)$

Siendo :

F : % que pasa el tamiz ASTM n° 200.

LL : límite líquido.

IP : índice de plasticidad.

El índice de grupo para los suelos de los subgrupos A - 2 - 6 y A - 2 - 7 se calcula usando sólo : $IG = 0,01 (F \geq 15) (IP \geq 10)$

7.1 ANGULO DE FRICCION

Las correlaciones entre SPT y ángulo de fricción a partir de diferentes autores permiten un conocimiento general de este parámetro geotécnico y su distribución. Estas correlaciones no reemplazan los ensayos de laboratorio, pero si aumentan el número de datos para analizar en los modelos geotécnicos. A continuación, se muestran los autores y resultado de las correlaciones, N corregido.

7.1.1 FACTOR DE CORRECCION

El valor que se define como el N de campo es la suma de los golpes necesarios para avanzar 12'' (30 cm) de perforación y se expresa en golpes/pie, este valor corresponde a la suma de los dos últimos valores reportados en el tramo de 18'' (45 cm).

El valor que se reporta en este caso es la suma de los dos últimos valores $N_2 + N_3$ para un total de 16 golpes/pie.

El ensayo presenta unas condiciones de rechazo si:

No se han alcanzado 50 golpes en alguno de los incrementos de 6''

Cuando se han acumulado 100 golpes

Cuando no se observa avance del muestreador después de aplicar 10 golpes.

Los resultados del ensayo deben corregirse a partir de consideraciones que tienen en cuenta la energía, por lo tanto, el valor que se obtiene del N_{campo} debe incluir los siguientes factores:

Donde,

N_{cor} = valor del N campo corregido

C_N = factor de corrección dado por la sobrecarga efectiva del suelo $n_1 =$

factor de corrección por energía del martillo

n_2 = factor de corrección por longitud de la varilla

n_3 = factor de corrección por resistencia interna de la toma muestras $n_4 =$

factor de corrección por diámetro de la perforación

De acuerdo con la literatura disponible relacionada con el tema, los factores n_1 , n_2 , n_3 y n_4 se pueden asumir iguales a 1 y solo se efectuaría la corrección por

confinamiento debido a que existen unas condiciones predeterminadas en campo bajo las cuales se realiza el ensayo, es decir, longitudes de varillas iguales o mayores a 10 metros y diámetros de perforación relativamente pequeños (60-120) mm.

7.1.2 FACTOR DE CORRECCION POR ENERGIA

Este factor representa el rendimiento del impacto del martillo sobre el cabezal de golpeo, se define como:

E_{60} es el valor de la energía de referencia base que usualmente es 60%

E_r es el valor de la energía de referencia de la barra = 45%

7.1.3 FACTOR POR CORRECCION POR CONFINAMIENTO

Existen diferentes propuestas para el cálculo de este factor de corrección, sin embargo, la siguiente expresión propuesta por Liao y Whitman (1986), es la que se utiliza comúnmente, representa aproximadamente el promedio de dichas expresiones y es la más fácil de utilizar.

7.1.4 CAPACIDAD DE SOPORTE Q_{ult}

El análisis de capacidad de soporte se realizó utilizando los resultados de los ensayos de penetración estándar y mediante ecuaciones propuestas por Meyerhof, Hansen (1970), Vesic (1973) y Según Terzaghi.

7.2 PERFIL ESTRATIGRAFICO

SONDEO 1

[illegible]

SONDEO 2

[illegible]

SONDEO 3

PROYECTO			ESCUELA RURAL SAN ANTONIO DE LA CRUZ												SONDEO			
LOCALIZACION			VEREDA SAN ANTONIO					DIRIGIDO A		Control Urbano e Infraestructura						3		
MUNICIPIO																		GUADALUPE
Profundidad (m)	Espesor (r)	Perfil	Descripción del suelo	SUCS	Wn (%)	LL (%)	LP (%)	IP	Pasa No. 200 (%)	% Arenas	% Gravas	Φ (°)	γ húmedo (Ton/m³)	γ seco (Ton/m³)	SPT (N de campo)	C Kg/cm²		
0.0				sucs														
0.1																		
0.2																		
0.3																		
0.4																		
0.5																		
0.6																		
0.7																		
0.8																		
0.9																		
1.0																		
1.1	1.8		Capa de suelo organico y banco de arena	Suelo contaminado	17.46	45.50	15.57	29.93	28.44	71.56	0.00	29.50	1.80	1.70	29.75	0.00		
1.2																		
1.3																		
1.4																		
1.5																		
1.6																		
1.7																		
1.8																		
1.9	3		Banco de arena	SC														
2.0																		
2.1																		
2.2																		
2.3																		
2.4																		
2.5																		
2.6																		
2.7																		
2.8																		
2.9																		
3.0	6		Roca	Roca														
3.1																		
3.2																		
3.3																		
3.4																		
4.0																		
4.2																		
4.5																		
4.7																		
5.0																		
5.5																		
6.0																		

7.3 PARAMETROS DE LOS SUELOS COHESIVOS

RELACION DE VALORES PARAMETROS DE RESISTENCIA				
COMPACIDAD	Grado de	N (S.P.T.)	Resistencia a la	Ø
Suelo granular	Compacidad		Penetracion Estatica	
Muy suelta	<0,2	<4	<20	< 30
Suelta	0,2- 0,40	4 - 10	20 - 40	30 - 35
Compacta	0,40-0,6	10 - 30	40 - 120	35 - 40
Densa	0,60-0,80	30 - 50	120 - 200	40 - 45
Muy Densa	>0,80	> 50	> 200	> 45

Fuente: ASTM INTERNATIONAL.Standar Test Method for Estándar Penetration Test (SPT)

RELACION DE VALORES PARAMETROS DE RESISTENCIA			
CONSISTENCIA	N	qu (Kg/cm2)	E
Suelo Cohesivos	(SPT)	Resistencia	(Kg/cm2)
		Compresion	
Muy Blanda	<2	<0,20	3
Blanda	2 a 4	0,25 - 0,50	30
Mediana	4 a 8	0,50 - 1,0	45 a 90
Compacta	8 a 15	1,0 - 2,00	90 a 200
Muy Compacta	15 a 30	2,0 - 4,0	200
Dura	>30	> 4,0	200

Fuente: ASTM INTERNATIONAL.Standar Test Method for Estándar Penetration Test (SPT)

El tipo de suelo encontrado corresponde a una Arcilla limosa con poco porcentaje de arena, de baja plasticidad y compacta. De acuerdo a la tabla ASTM para suelos cohesivos con el número de golpes del SPT en promedio de 25 a 30 golpes, con una consistencia compacta, se espera un valor de resistencia a la compresión del orden de los 2 a 3 kg/cm2, con modulo E del orden de 200.

ARENAS			
N	Compacidad %	Densidad	Angulo Ø
0 - 4	Muy Floja	8 - 15	<30 ⁰
4 - 10	Suelta	15 - 35	30 ⁰ - 35 ⁰
10 - 30	Media	35 - 65	35 ⁰ - 40 ⁰
30 - 50	Densa	65 - 85	40 ⁰ - 45 ⁰
> 50	Muy Densa	85 - 100	<45 ⁰

Fuente: Terzaghi y Peck

SUELOS COHESIVOS			
N	Consistencia	Qu (kg/cm2)	Cu (kg/cm2)
< 2	Muy Blanda	< 0,25	0,125
2 - 14	Blanda	0,25 - 0,50	0,125 - 0,25
4 - 8	Media	0,5 - 1,0	0,25 - 0,50
8 - 15	Firme	1,0 - 2,0	0,50 - 1,0
15 - 30	Muy Firme	2,0 - 4,0	1,0 - 2,0
> 30	Dura	> 4	> 2
Fuente: Terzaghi y Peck			

De acuerdo a la tabla de Suelos Cohesivos para el número de golpes en promedio de 25 y con una consistencia firme se espera un resultado de resistencia del suelo de 1.0 a 2.0 kg/cm2 y una cohesión de 1.0 a 2.0.

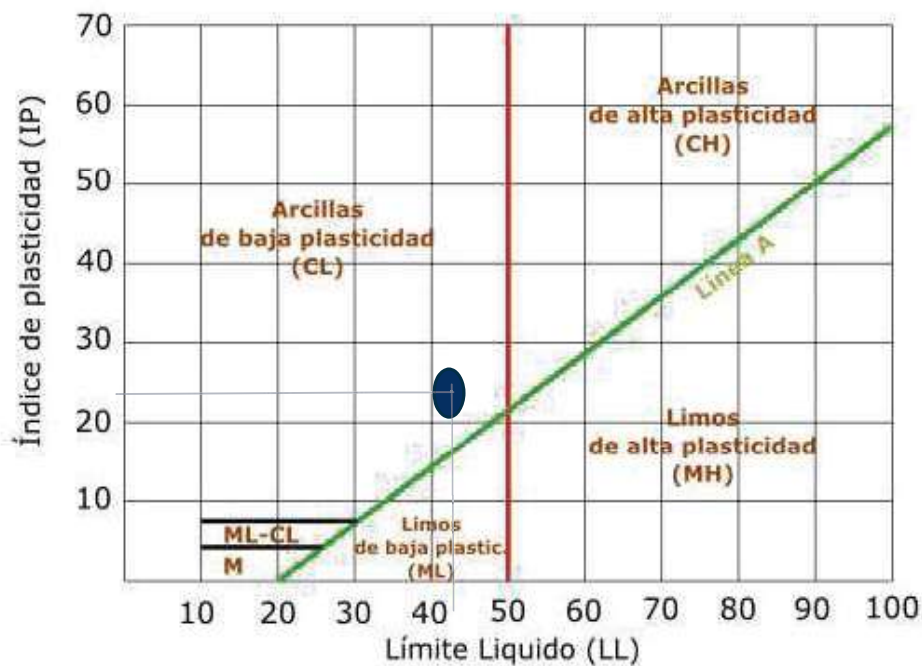
8. CAPACIDAD PORTANTE

C (T/m²)	0.00	Cohesión				CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PRESENTE EN EN GUADALUPE - SANTANDER				
f (°)	29.5	Ángulo de Fricción								
γ (T/m³)	1.80	Peso Unitario Total								
DH (m)	3.00	Espesor del Estrato								
b (°)	0	Inclinación de la carga sobre la cimentación respecto a la vertical								
FS	3	Factor de Seguridad								
Df(m)	B (m)	L (m)	B/L	Fcs	Fqs	Fgs	Fcd	Fqd	Qadm (T/m²)	Padm (T)
0.3	1.0	1.0	1.00	1.60	1.57	0.60	1.12	1.09	9.08	9.08
0.6	1.2	1.2	1.00	1.60	1.57	0.60	1.20	1.15	15.73	22.65
0.9	1.3	1.3	1.00	1.60	1.57	0.60	1.28	1.20	22.54	38.09
1.2	1.4	1.4	1.00	1.60	1.57	0.60	1.34	1.25	29.75	58.31
1.5	1.2	1.2	1.00	1.60	1.57	0.60	1.36	1.26	35.40	50.98
1.7	1.2	1.5	0.80	1.48	1.45	0.68	1.38	1.28	38.04	68.48
1.9	1.2	1.8	0.67	1.40	1.38	0.73	1.40	1.29	40.82	88.16
2.1	1.2	2.0	0.60	1.36	1.34	0.76	1.42	1.31	44.04	105.70
2.4	2.5	2.0	1.25	1.75	1.71	0.50	1.38	1.28	62.52	312.61
2.3	1.5	1.5	1.00	1.60	1.57	0.60	1.40	1.29	54.07	121.66
2.4	1.5	1.8	0.83	1.50	1.47	0.67	1.40	1.30	53.97	145.71
2.5	1.5	2.0	0.75	1.45	1.42	0.70	1.41	1.30	54.87	164.61
2.6	1.5	2.2	0.68	1.41	1.39	0.73	1.42	1.31	55.89	184.42
2.9	1.0	1.0	1.00	1.60	1.57	0.60	1.50	1.36	68.24	68.24
3.1	1.0	1.2	0.83	1.50	1.47	0.67	1.50	1.37	69.23	83.07
3.4	1.0	1.5	0.67	1.40	1.38	0.73	1.51	1.37	71.74	107.60
3.7	1.0	1.8	0.56	1.33	1.31	0.78	1.52	1.38	74.93	134.87
4.0	1.2	1.2	1.00	1.60	1.57	0.60	1.51	1.37	94.22	135.68
Nq = 17.39		Fgd = 1.00				Fci = 1.00				9.08
Nc = 28.97						Fqi = 1.00				
Ng = 20.81						Fgi = 1.00				
CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO=				29.75	TON/M2		1.2	MTS		

LA CAPACIDAD PORTANTE ES DE 29.75 TON/M2 A PARTIR DE 1,2 METROS COMO REFERENCIA EL SUELO NATURAL DEL TERRENO ACTUALMENTE.

8.1 DETERMINACION DEL TIPO DE SUELO GRAFICAS PLASTICIDAD

Gráfica de plasticidad del USCS



De acuerdo a la gráfica de plasticidad, el suelo es una **Arcilla limosa Inorgánica de Media plasticidad CL**

1.2 ASENTAMIENTO

H.4.9.2 — LÍMITES DE ASENTAMIENTOS TOTALES — Los asentamientos totales calculados a 20 años se deben limitar a los siguientes valores:

- Para construcciones aisladas 30 cm, siempre y cuando no se afecten la funcionalidad de conducciones de servicios y accesos a la construcción.
- Para construcciones entre medianeros 15 cm, siempre y cuando no se afecten las construcciones e instalaciones vecinas.

En el presente Proyecto de construcción se toma el inciso b el cual refiere un asentamiento total de 30 cm.

H.4.9.3 — LÍMITES DE ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES — Los asentamientos diferenciales calculados se deben limitar a los valores fijados en la tabla H.4.9-1, expresados en función de l , distancia entre apoyos o columnas de acuerdo con el tipo de construcción.

Tabla H.4.9-1
Valores máximos de asentamientos diferenciales calculados, expresados
en función de la distancia entre apoyos o columnas, ℓ

Tipo de construcción	$\Delta_{\max}$
(a) Edificaciones con muros y acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{\ell}{1000}$
(b) Edificaciones con muros de carga en concreto o en mampostería	$\frac{\ell}{500}$
(c) Edificaciones con pórticos en concreto, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{\ell}{300}$
(d) Edificaciones en estructura metálica, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{\ell}{160}$

Se inciso c para $\ell/300 = 420/300 = 1.40$ cm

Se espera un asentamiento de 1.40 cm, para una luz (distancia entre apoyos) de 4.20 metros, de ser mayor la distancia de los apoyos el asentamiento será mayor.

9. CONCLUSIONES

Se identificó un perfil de suelo SC para todos los tres sondeos realizados en el sitio, clasificado como una arena arcillosa

RESUMEN RESULTADOS			
	SONDEO 1	SONDEO 2	SONDEO 3
Tipo de suelo	ARENA ARCILLOSA	ARENA ARCILLOSA	ARENA ARCILLOSA
qa (ton/m2)	29.75	29.75	29.73
Angulo fricción	29.5	29.5	29.5
Cohesion	0.00	0.01	0.02
Df (mts)	1.2	1.2	1.2
Simbolo del suelo,	SC	SC	SC
Plasticidad	Baja	Baja	Baja
Compresibilidad	Baja	Baja	Baja
Consistencia	Buena	Buena	Buena
Nivel freatico	no se encontro	no se encontro	no se encontro
Perfil del suelo	D	D	D
Aceleracion pico Aa	0.2	0.2	0.2

9.1 ANALISIS DE LA CIMENTACION

El objetivo que tiene este tipo de estructuras es transmitir las cargas de las estructuras y el peso propio de las mismas al terreno. Para este caso en particular se analizan las condiciones del predio en estado natural, sin ningún tipo de excavación.

El predio se encuentra sin ningún tipo de movimientos de tierra, con una capa vegetal que se remueve mediante apliques manuales, los primeros extractos son de color turbio propios de un suelo orgánico, luego de remover un metro de suelo orgánico se inicia con el ensayo SPT, donde nos encontramos con una capa de suelo arenoso bastante consolidado, cuenta con unas propiedades resistente a los golpes, y presenta una alta resistencia a los golpes, el predio cuenta con una pendiente suave.

En términos generales las condiciones del terreno son buenas en los primeros estratos, con una **resistencia admisible del terreno de acuerdo con el SPT de 29.75 ton/m2** para la profundidad de desplante 1,20 metros tomado como referencia el nivel del terreno actual (por debajo del nivel de andén).

NIVEL FREÁTICO: Durante el período de la exploración de campo el Nivel de Aguas Freáticas (N.A.F.) no se detectó.

Para el conjunto de zapatas se deberá diseñar un sistema de vigas de amarre en ambos sentidos formando anillos de rigidez con las características que establezca el Ingeniero estructural, sabiendo que dichas vigas de amarre deben ser capaces de trasladar entre columna y columna y su vecina como mínimo el 10% de la carga axial transmitida por esta.

Se recomienda verificar por parte del geotecnista en el momento de la cimentación del edificio la profundidad de desplante, de modo que se garantice la capacidad admisible del suelo.

El conjunto de muros deberá proyectarse sobre cimientos o vigas de amarre, en caso de muros divisorios, estos se deben confinar con columnetas ancladas al suelo con material epóxico y vigas cintas entre las columnetas, de tal forma que cumpla lo establecido en la NSR-10.

El Ingeniero estructural deberá verificar que la carga quede sobre el tercio medio del cimiento con el fin de evitar sobre fatigas o esfuerzos negativos bajo el elemento de cimentación.

Se recomienda contar con asesoría permanente por parte del ingeniero responsable del estudio, con el propósito de evaluar y aprobar todos los procedimientos constructivos en el sistema de fundación recomendado a los que el proyecto diere lugar, dadas las condiciones especiales descritas en el presente documento.

El Ingeniero estructural deberá verificar que la carga quede sobre el tercio medio del cimiento con el fin de evitar sobre fatigas o esfuerzos negativos bajo el elemento de cimentación.

9.2 PRESIONES DE TIERRA

De acuerdo al título H capítulo 6.4 de la NSR-10 se calcula las presiones de tierra que se ejercen sobre la estructura. Se define los estados activos, pasivos y en reposo, esto de acuerdo al desplazamiento a favor (pasivo) o en contra (activo) del banco de la tierra que lo contiene y sin deformaciones laterales (reposo).

Los suelos del sector presentan valores de penetración estándar constantes. Por esta razón, se recomienda la adopción de Coeficientes de Presión.

9.3 COEFICIENTE DE PRESION LATERAL ACTIVO

Se determina mediante la presente expresión

$$K_a = \frac{1 - \text{Sen} \emptyset}{1 + \text{Sen} \emptyset}$$

Donde $\emptyset = 24.34$ (calculado del SPT)

$$K_a = \frac{1 - \text{Sen } 24.34}{1 + \text{Sen } 24.34}$$

$$K_a = 0.41$$

9.4 COEFICIENTE DE PRESION LATERAL PASIVO

Se determina mediante la presente expresión

$$K_p = 1 + \frac{\sin \phi}{1 - \sin \phi}$$

Donde $\phi = 24.34$ (calculado del SPT)

$$K_p = 1 + \frac{\sin 24.34}{1 - \sin 24.34}$$

$$K_p = 2.40$$

9.5 COEFICIENTE DE PRESION EN REPOSO

Se determina mediante la presente expresión

$$K_r = 1 - \sin \phi$$

Donde $\phi = 25$ (calculado del SPT)

$$K_r = 1 - \sin 24.34$$

$$K_r = 0.58$$

9.6 MODULO DE REACCION O COEFICIENTE DE BALASTRO

Para calcular el coeficiente o modulo de reacción K_s se emplea la siguiente correlación empírica. Cernica (1995) Geotechnical Engineering-Foundation Design-John Wiley p.255

$$K_s = N/5.5$$

Reemplazando

Para cimientos cuadrados $B=L$ (ancho=largo)

$N = 28$ a una profundidad de 3.300 mts

$$K_s = 28/5.5 = 0.5091 \text{ Kg/cm}^3$$

$$K_s = 0.509 \text{ Kg/cm}^3$$

10. ANEXOS

SONDEO 1



SONDEO 2



SONDEO 3



ANEXOS DE LABORATORIO

GRANULOMETRIA POR MALLAS						
OBRA:		ESCUELA RURAL SAN ANTONIO DE LA CRUZ				
LOCALIZACION:		VEREDA SAN ANTONIO				45533
ENSAYO No		1	SONDEO No		1	
MUESTRA No		1	PROF:		6	METROS
PESO DE LA MUESTRA (grs): 766.20						
MALLA No	Abertura (mm)	Peso Suelo retenido	Peso Suelo corregido	Porciento ret parcial	Porciento ret acumulado	Porciento que pasa
3	76.100	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2	64.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2	50.800	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2	38.100	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1	25.400	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2	12.700	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.510	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.760	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.841	0.50	0.50	0.07	0.07	99.93
40	0.420	1.00	1.00	0.13	0.20	99.80
60	0.250	1.40	1.40	0.18	0.38	99.62
100	0.149	370.50	370.50	48.36	48.73	51.27
200	0.074	174.90	174.90	22.83	71.56	28.44
Pasa 200	0.070	217.90	217.90	28.44	100.00	0.00
suma		766.20	766.20	100.00		

Gráfico de Granulometría:

D10=	Cw=D60/D10=	>3"=	%
D30=	Cc=(D30)^2/(D10*D60)=	G=	0.00 %
D60=		S=	71.56 %
		F=	28.44 %

CLASIFICACION SUCS: SC

Descripción: ARENA ARCILLOSA

OBSERVACIONES: AASHO: A - 2 - 7

LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL							
OBRA:	ESCUELA RURAL SAN ANTONIO DE LA CRUZ						
LOCALIZACION:	VEREDA SAN ANTONIO						
ENSAYO No	1	SONDEO No	1				
MUESTRA No	1	PROF:	6	METROS			
LIMITE LIQUIDO							
Cápsula No	Número de Golpes	Peso cápsula suelo húmedo gr.	Peso cápsula suelo seco gr.	Peso de la agua gr.	Peso de la cápsula gr.	Peso del suelo seco gr.	Contenido de agua (W) %
7	17	20.81	19.41	1.40	15.65	3.76	37.23
15	24	20.17	18.94	1.23	15.32	3.62	33.98
4	34	20.03	19.00	1.03	15.92	3.08	33.44
5	29	17.79	14.31	3.48	9.93	4.38	79.45
LIMITE PLASTICO							
9		18.00	17.71	0.29	15.82	1.89	15.34
13		12.40	12.16	0.24	10.64	1.52	15.79
HUMEDAD NATURAL							
4		160.41	137.68	22.73	7.50	130.18	17.46
Limite Liquido							
W=	17.46 %	CR=(LL-W)/IP= 0.94					
LL=	45.50 %	FW=					
LP=	15.57 %	Tw=					
IP=	29.93						
CLASIFICACION USC: SC							
Descripción:	ARENA ARCILLOSA						
OBSERVACIONES AASHO: A - 2 - 7							

GRANULOMETRIA POR MALLAS						
OBRA:		ESCUELA RURAL SAN ANTONIO DE LA CRUZ				
LOCALIZACION:		VEREDA SAN ANTONIO			45533	
ENSAYO No	2	SONDEO No	2			
MUESTRA No	2	PROF:	6	METROS		
PESO DE LA MUESTRA (grs): 766.20						
MALLA No	Abertura (mm)	Peso Suelo retenido	Peso Suelo corregido	Porciento ret parcial	Porciento ret acumulado	Porciento que pasa
3	76.100	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2	64.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2	50.800	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2	38.100	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1	25.400	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2	12.700	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.510	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.760	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.841	0.50	0.50	0.07	0.07	99.93
40	0.420	1.00	1.00	0.13	0.20	99.80
60	0.250	1.40	1.40	0.18	0.38	99.62
100	0.149	370.50	370.50	48.36	48.73	51.27
200	0.074	174.90	174.90	22.83	71.56	28.44
Pasa 200	0.070	217.90	217.90	28.44	100.00	0.00
suma		766.20	766.20	100.00		

Gráfico de Granulometría por Mallas

Eje X: Diámetro en mm (logarítmico: 100.00, 10.00, 1.00, 0.10, 0.01)

Eje Y: % Pasa (0 a 100)

Curva de Granulometría:

Grava | Arena | Finos

D10=	Cw=D60/D10=	>3"=	%
D30=	Cc=(D30)^2/(D10*D60)=	G=	0.00 %
D60=		S=	71.56 %
		F=	28.44 %

CLASIFICACION SUCS: SC

Descripción: ARENA ARCILLOSA

OBSERVACIONES: AASHO: A - 2 - 7

LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL																						
OBRA:		ESCUELA RURAL SAN ANTONIO DE LA CRUZ																				
LOCALIZACION:		VEREDA SAN ANTONIO																				
ENSAYO No	2	SONDEO No	2																			
MUESTRA No	2	PROF:	6	METROS																		
LIMITE LIQUIDO																						
Cápsula No	Número de Golpes	Peso cápsula suelo húmedo gr.	Peso cápsula suelo seco gr.	Peso de la agua gr.	Peso de la cápsula gr.	Peso del suelo seco gr.	Contenido de agua (W) %															
7	17	20.81	19.41	1.40	15.65	3.76	37.23															
15	24	20.17	18.94	1.23	15.32	3.62	33.98															
4	34	20.03	19.00	1.03	15.92	3.08	33.44															
5	29	17.79	14.31	3.48	9.93	4.38	79.45															
LIMITE PLASTICO																						
9		18.00	17.71	0.29	15.82	1.89	15.34															
13		12.40	12.16	0.24	10.64	1.52	15.79															
HUMEDAD NATURAL																						
4		160.41	137.68	22.73	7.50	130.18	17.46															
Limite Liquido <table><thead><tr><th>Capítulo</th><th>Nº de Golpes</th><th>W (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>7</td><td>17</td><td>37.23</td></tr><tr><td>15</td><td>24</td><td>33.98</td></tr><tr><td>4</td><td>34</td><td>33.44</td></tr><tr><td>5</td><td>29</td><td>79.45</td></tr></tbody></table>								Capítulo	Nº de Golpes	W (%)	7	17	37.23	15	24	33.98	4	34	33.44	5	29	79.45
Capítulo	Nº de Golpes	W (%)																				
7	17	37.23																				
15	24	33.98																				
4	34	33.44																				
5	29	79.45																				
W=	17.46 %	CR=(LL-W)/IP= 0.94																				
LL=	45.50 %	FW=																				
LP=	15.57 %	Tw=																				
IP=	29.93																					
CLASIFICACION USC:		SC																				
Descripción:		ARENA ARCILLOSA																				
OBSERVACIONES		AASHO: A - 2 - 7																				

GRANULOMETRIA POR MALLAS						
OBRA:	ESCUELA RURAL SAN ANTONIO DE LA CRUZ					
LOCALIZACION:	VEREDA SAN ANTONIO					45533
ENSAYO No	3	SONDEO No		3		
MUESTRA No	3	PROF:		6	METROS	
PESO DE LA MUESTRA (grs): 766.20						
MALLA No	Abertura (mm)	Peso Suelo retenido	Peso Suelo corregido	Porciento ret parcial	Porciento ret acumulado	Porciento que pasa
3	76.100	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2	64.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2	50.800	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2	38.100	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1	25.400	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2	12.700	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.510	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.760	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.841	0.50	0.50	0.07	0.07	99.93
40	0.420	1.00	1.00	0.13	0.20	99.80
60	0.250	1.40	1.40	0.18	0.38	99.62
100	0.149	370.50	370.50	48.36	48.73	51.27
200	0.074	174.90	174.90	22.83	71.56	28.44
Pasa 200	0.070	217.90	217.90	28.44	100.00	0.00
suma		766.20	766.20	100.00		

Diámetro en mm

% Pasa

Grava Arena Finos

D10=	Cw=D60/D10=	>3"=	%
D30=	Cc=(D30)^2/(D10*D60)=	G=	0.00 %
D60=		S=	71.56 %
		F=	28.44 %

CLASIFICACION SUCS: SC

Descripción: ARENA ARCILLOSA

OBSERVACIONES: AASHO: A - 2 - 7

LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL																	
OBRA:		ESCUELA RURAL SAN ANTONIO DE LA CRUZ															
LOCALIZACION:		VEREDA SAN ANTONIO															
ENSAYO No	3	SONDEO No		3													
MUESTRA No	3	PROF:		6	METROS												
LIMITE LIQUIDO																	
Cápsula No	Número de Golpes	Peso cápsula suelo húmedo gr.	Peso cápsula suelo seco gr.	Peso de la agua gr.	Peso de la cápsula gr.	Peso del suelo seco gr.	Contenido de agua (W) %										
7	17	20.81	19.41	1.40	15.65	3.76	37.23										
15	24	20.17	18.94	1.23	15.32	3.62	33.98										
4	34	20.03	19.00	1.03	15.92	3.08	33.44										
5	29	17.79	14.31	3.48	9.93	4.38	79.45										
LIMITE PLASTICO																	
9		18.00	17.71	0.29	15.82	1.89	15.34										
13		12.40	12.16	0.24	10.64	1.52	15.79										
HUMEDAD NATURAL																	
4		160.41	137.68	22.73	7.50	130.18	17.46										
Limite Liquido <table><thead><tr><th>W (%)</th><th>IP</th></tr></thead><tbody><tr><td>37.23</td><td>17.46</td></tr><tr><td>33.44</td><td>33.98</td></tr><tr><td>33.44</td><td>33.44</td></tr><tr><td>79.45</td><td>79.45</td></tr></tbody></table>								W (%)	IP	37.23	17.46	33.44	33.98	33.44	33.44	79.45	79.45
W (%)	IP																
37.23	17.46																
33.44	33.98																
33.44	33.44																
79.45	79.45																
W=	17.46 %	CR=(LL-W)/IP= 0.94															
LL=	45.50 %	FW=															
LP=	15.57 %	Tw=															
IP=	29.93																
CLASIFICACION USC:		SC															
Descripción:		ARENA ARCILLOSA															
OBSERVACIONES		AASHO: A - 2 - 7															

TABLAS Y ABACOS

CORRELACION DEL SPT Y LA COMPRESION SIMPLE					
N	CONSISTENCIA	IDENTIFICACION EN EL CAMPO	P sat Kn/m3	qu KPA	qu ton/m2
N<2	Muy Blanda	Penetrable facilmente el puño	16-19	<25	<2,54
2-4	Blanda	Penetra facilmente el pulgar	16-19	25-50	2,54-5,09
4-8	Media	Se requiere un esfuerzo moderado para penetrar el pulgar	17-20	50-100	5,09-10,19
8-16	Rigido	Se identifica facilmente con el pulgar	19-22	100-200	10,19-20,39
16-32	Muy Rigido	Se identifica con la uña del pulgar	19-22	200-400	20,39-40,78
>32	Duro	Difícil de rayar con la uña del pulgar	19-22	>400	>40,78

Grado de Potencial Expansivo	Índice Plástico
Bajo	0 – 15
Medio	10 – 35
Alto	20 – 55

ÁNGULOS DE FRICCIÓN INTERNA Y PESO ESPECÍFICO DE SUELOS

Tipo de suelo	Consistencia	Angulo de fricción interna ϕ en grados	Peso específico en kg/cm³
Arena gruesa o arena con grava	Compacta	40	2250
	suelta	35	1450
Arena media	Compacta	40	2080
	suelta	30	1450
Arena limosa fina o limo arenoso	Compacta	30	2080
	suelta	25	1365
Limo uniforme	Compacta	30	2160
	suelta	25	1365
Arcilla – limo	Suave a mediana	20	1440 – 1920
Arcilla limosa	Suave a mediana	15	1440 – 1920
Arcilla	Suave a mediana	0.1	1440 – 1920