



ALMA INGENIERIA
CONSULTORIA-CONSTRUCCIÓN-INTERVENTORÍA



MUNICIPIO DE CANDELARIA VALLE

**ESTUDIO DE SUELOS PARA
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN
CASA DE LA MUSICA
CARRERA 9 ENTRE CALLES 12 Y 13
CANDELARIA (VALLE)**

INGENIERIA

**SANTIAGO DE CALI
NOVIEMBRE DE 2014**



**ESTUDIO DE SUELOS PARA
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN
CASA DE LA MUSICA
CARRERA 9 ENTRE CALLES 12 Y 13
CANDELARIA (VALLE)**

Santiago de Cali, Noviembre de 2014.

1. INTRODUCCIÓN

Para el Municipio de Candelaria-Valle se efectuó una investigación del predio de la Carrera 9 entre Calles 12 y 13 del Casco Urbano del, Municipio de Candelaria (Valle). Ver figura No 1.1. Dicha investigación está encaminada a conocer información geotécnica necesaria para la construcción de la Casa de la Música.



Figura No 1.1 Localización del proyecto

El estudio consistió, como es corriente en este tipo de investigación, en la etapa de trabajos de campo, constituida por exploraciones del subsuelo y labores de muestreo, seguida de los ensayos de laboratorio con muestras representativas y, por último, del análisis e interpretación de los resultados.

En este informe, se hace la descripción de la totalidad de los trabajos efectuados y se presentan los resultados de la investigación en conjunción con algunas recomendaciones pertinentes de cimentación.

2. PROYECTO

El proyecto consiste en la construcción, de la Casa de la Música, de altura máxima dos pisos y unos 200 m² en planta. La estructura proyectada es porticada en concreto reforzada con acero. No existe anteproyecto arquitectónico, su implantación en el lote se muestra en figura No 2.1.

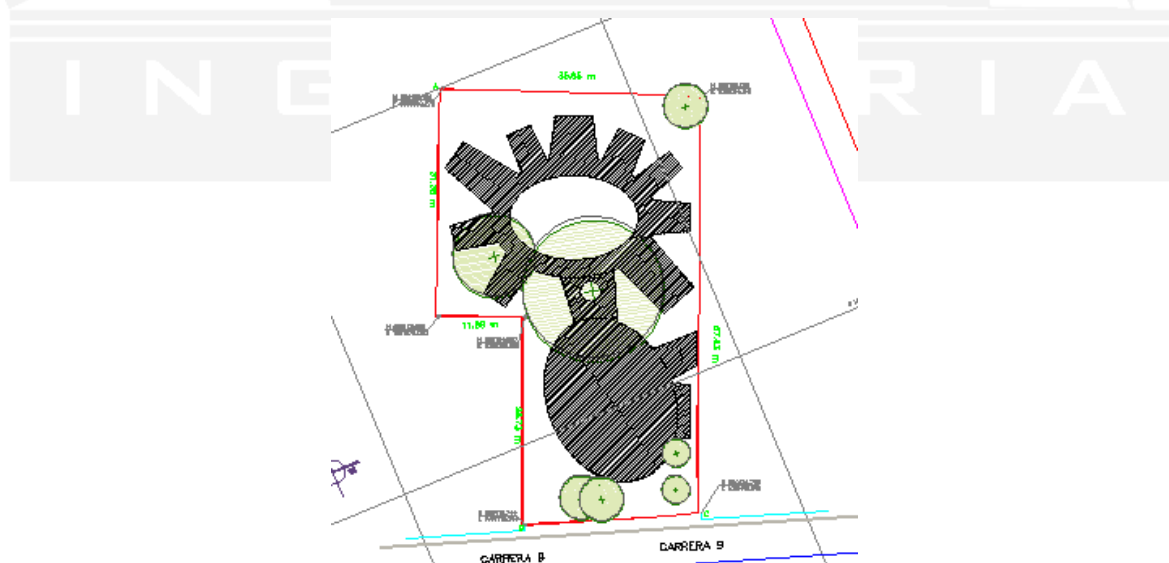


Figura No 2.1 Implantación proyecto en el Lote.

3. TRABAJOS EN EL TERRENO

Las exploraciones fueron ejecutadas el día 29 de octubre de 2014, consistieron de tres sondeos (P1 – P3) con equipo de percusión. La ubicación de las exploraciones se localiza en la Figura No.3.1 y su profundidad se muestra en la tabla No. 3.1.

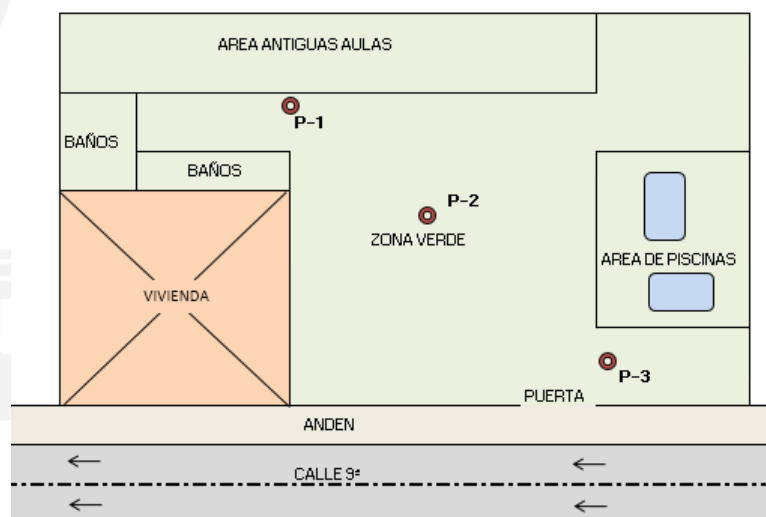


Figura No 3.1 Localización sondeos

Perforación	Profundidad (m)
P1	7.0
P2	6.5
P3	6.0

Tabla No 3.1 Profundidad de sondeos

En todas las perforaciones se efectuaron ensayos de penetración estándar (E.P.S) siguiendo los procedimientos estipulados en la Norma ASTM D-1586-64. Los resultados de este ensayo, relacionados con la profundidad, se muestran en el Anexo No 1, al final de este informe. Los registros estratigráficos de las exploraciones se incluyen al final.

4. PRUEBAS DE LABORATORIO

Con todas las muestras alteradas, (de la cuchara partida o split- spoon), se llevaron a cabo pruebas de carácter rutinario, constituidas por gradación completa con lavado por el tamiz No. 200 (ASTM-D-2487), límites de consistencia (líquido y plástico ASTM-D-4318) para clasificación según el sistema USCS y determinación del contenido de humedad natural (ASTM-D-2216).

Así mismo se tomaron muestras inalteradas mediante los tubos de pared delgada (tubos shelby de la ASTM-D-1587), para someter a pruebas de compresión inconfiada (ASTM-D-2166) con estimación del peso unitario (ASTM-D-2167). Los resultados de la totalidad de las pruebas de laboratorio se presentan en el Anexo No. 1. Los formatos correspondientes a las pruebas realizadas se muestran al final del informe.

5. CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO

5.1 Geología Superficial.

El proyecto se encuentra localizado cerca del contacto de distintos depósitos aluviales de origen cuaternario: los de la llanura de inundación del Río Cauca (Qal), y las terrazas aluviales (Q1-t) de sus afluentes tales como el Río Fraile, el Río Párraga y distintos zanjones. Estos sedimentos están conformados básicamente por estratos alternados de limos, arcillas, gravas y arenas distribuidos de manera aleatoria, con consistencia y espesor variable. El espesor de estos depósitos se estima entre 300 y 400 mts, hasta el basamento terciario. Ver figura No 5.1



Figura No 5.1 Geología superficial zona proyecto

5.2 Estratigrafía.

La estratigrafía encontrada, consta de capas alternadas de arenas limosas medias con arcillas areno-limosas de consistencia media, cuya consistencia se va incrementando con la profundidad.

Capa A: Superficialmente se encontraron pisos y rellenos, sobre limos arcillosos con alto contenido de material orgánica. El espesor conjunto de estas capas se muestra en la tabla No 5.1.

Perforación	Profundidad (m)
P1	0.7
P2	0.7
P3	0.6

Tabla No 5.1 Espesor capa A (pisos y rellenos-capa vegetal)

Capa B: A continuación, se encontraron arenas limosas (f) y limos arenosos de plasticidad baja a nula de la porción fina (Suelos tipo SM del USCS) color amarillo grisáceo de compacidad suelta a media con índices de penetración (N) del ensayo de penetración estándar (SPT) oscilando entre 6 y 8 golpes/pié. Se encontraron hasta profundidades mostradas en la tabla No 5.2.

Perforación	Profundidad (m)
P1	1.1
P2	1.1
P3	1.5

Tabla No 5.2 Profundidad Capa B**Fotografía No 5.1 Arenas limosas Capa B**

Capa C: A continuación, se encontraron arcillas limosas con algo de arena (f) plasticidad baja a media de la porción fina (Suelos tipo CL del USCS) color café claro, de consistencia media con índices de penetración (N) del ensayo de penetración estándar (SPT) oscilando entre 8 y 15 golpes/pié.

Las humedades naturales son altas. La resistencia a la compresión inconfiada (q_u) osciló entre 0.72 y 1,09 Kg/cm² con un peso unitario húmedo (γ) de 1.82 T/m³. Se encontraron hasta profundidades mostradas en la tabla No 5.3.

Perforación	Profundidad (m)
P1	5.0
P2	5.5
P3	5.0

Tabla No 5.3 Profundidad Capa C

Fotografía No 5.2 Arcillas limosas Capa C

Capa D: Por último, se aparecen arenas (g-m-f) con trazas limo-arcillosos de plasticidad nula de la porción fina (Suelos tipo SM del USCS) color café grisáceo oscuro de compacidad media a densa con índices de penetración (N) del ensayo de penetración estándar (SPT) oscilando entre 13 y 23 golpes/pié. Las humedades naturales son altas. Estos materiales se encontraron hasta la máxima profundidad explorada (-6.5m).



Fotografía No 5.1 Arenas limosas medias de la Capa D

Las propiedades geomecánicas de los materiales, en el sitio de cada sondeo, se muestra en la tabla No 5.4.

Proyecto:		Casa de la musica	Localización:						candelaria	Sondeo:		P1	NF:	4,0
Capa	Prof m	Descripción	Pasa 200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	HN (%)	USCS	AAHSTO	g T/m3	qu Kg/cm2	N golp/pie		
A	0,0-0,7	Piso concreto- Capa vegetal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
B	0,7-1,1	Arena color amarillo grisaceo compacidad suelta medianamente humedo.	88	36	15	21	20	CL	-	-	-	8		
C	1,1-5,0	Arcilla limosa de plasticidad media con algo de arena fina color amarillo grisaceo medianamente consistente.	69	38	21	17	24	CL	-	Entre 1,82 y 1,88	Entre 0,83 y 1,09	Entre 11 y 15		
D	5,0-7,0	Arena no plastica color amarillo grisaceo de compacidad relativa suelta.	Entre 15 y 91	58	31	27	31	SM- MH	-	-	-	Entre 12 y 17		

Proyecto:		Casa de la musica	Localización:						candelaria	Sondeo:		P2	NF:	4,5
Capa	Prof m	Descripción	Pasa 200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	HN (%)	USCS	AAHSTO	g T/m3	qu Kg/cm2	N golp/pie		
A	0,0-0,7	Relleno- capa vegetal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
B	0,7-1,1	Arena color amarillo grisaceo compacidad suelta medianamente humedo.	87	36	14	22	17	CL	-	1,8	0,72	-		
C	1,1-5,5	Arcilla limosa de plasticidad media con algo de arena fina color amarillo grisaceo, consistencia media.	51	28	12	16	15	CL	-	-	-	Entre 8 y 14		
D	5,5-6,5	Arena no plastica color café grisaceo de compacidad relativa suelta.	19	NL	NP	0	13	SM	-	-	-	19		

Tabla No 5.4 Propiedades geomecánicas por sondeo

Proyecto:		Casa de la musica	Localización:					candelaria	Sondeo:	P3	NF:	4,5
Capa	Prof m	Descripción	Pasa 200	LL	LP	IP	HN	USCS	AAHSTO	g	qu	N
			(%)	(%)	(%)	(%)	(%)			T/m3	Kg/cm2	golp/pie
A	0,0-0,6	Relleno-Capa vegetal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	0,6-1,5	Limo arenoso medianmente plastico color café oscuro consistencia media.	84	36	11	25	16	CL	-	1,84	0,95	-
C	1,5-5,0	Arcilla limosa de plasticidad media con algo de arena fina color café claro medianamente consistente.	83	28	13	15	16	CL	-	-	-	Entre 11 y 14
D	5,0-6,0	Arena no plastica color café grisaceo compacidad relativa suelta alto contenido de humedad.	13	NL	NP	0	17	-	-	-	-	23

Tabla No 5.4 Propiedades geomecánicas por sondeo

En las tablas Nos 5.5 y 5.6 se dan valores de referencia para la consistencia y densidad de suelos cohesivos y granulares.

N. Número de Golpes (SPT.)	Consistencia	(q_u). Resistencia a la Compresión
0-2	Muy blanda	0-25
2-5	Blanda	25-50
5-10	Medio firme	50-100
10-20	Firme	100-200
20-30	Muy firme	200-400
>30	Dura	>400

Tabla No 5.5 Consistencia de suelos cohesivos respecto a N

N. Número de Golpes (SPT.)	Descripción relativa de la arena en cuanto al tamaño del grano	Estado relativo de densidad	Angulo de fricción del suelo
1-2	Fina	Muy suelta	26-28
2-3	Media		27-28
3-6	Gruesa		28-30
3-6	Fina	Suelta	25-40
4-7	Media		
5-9	Gruesa		
7-15	Fina	Media	40-50
8-20	Media		
10-25	Gruesa		
16-30	Fina	Densa	50-60
21-40	Media		
26-45	Gruesa		
>45	Fina	Muy densa	50-70
	Media		
	Gruesa		

Tabla No 5.6 Densidad relativa y de suelos cohesivos respecto a N

El perfil estratigráfico del proyecto se muestra de manera esquemática, en la figura No 5.2.

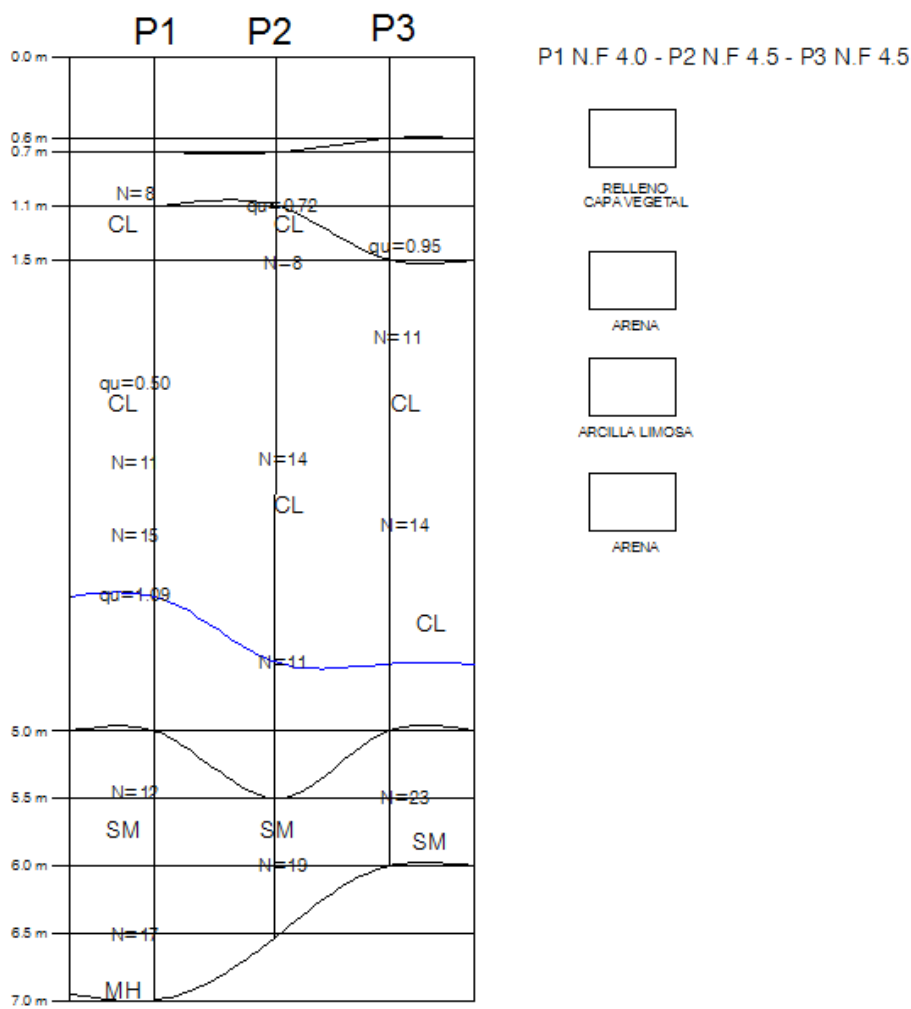


Figura No 5.2 Perfil Estratigráfico

6. NIVEL FREÁTICO Y DRENAJE

El nivel freático estabilizado se detectó a las profundidades mostradas en la tabla No 6.1, por lo tanto, dados los niveles de excavación proyectados, no se anticipan mayores inconvenientes originados por la infiltración de aguas sub-

superficiales, sin embargo, se deberá tener en cuenta la utilización de motobombas para evacuar el agua que pueda fluir hacia dentro, principalmente en temporada invernal, y la utilización de medidas de contención provisional para las excavaciones.

Perforación	Profundidad (m)
P1	4.0
P2	4.5
P3	4.5

Tabla No 6.1 Profundidad Nivel freático

7. RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO SISMO-RESISTENTE

7.1 SISMICIDAD REGIONAL (fuente: OSSO-Ingeominas)

Toda la región andina de Colombia está determinada, en términos de fallas geológicas y sismos, por la convergencia de dos grandes placas tectónicas, la de Nazca (oceánica) y la de Sudamérica (continental). Entre estas dos, el llamado "Bloque Norandino" se ha desarrollado como una microplaca, con movimiento en dirección NNE. Dentro del esquema de esfuerzos regionales producidos por la fricción entre estas placas (ver figura No 7.1) se destacan tres tipos de fuentes sísmicas de importancia para la zona:

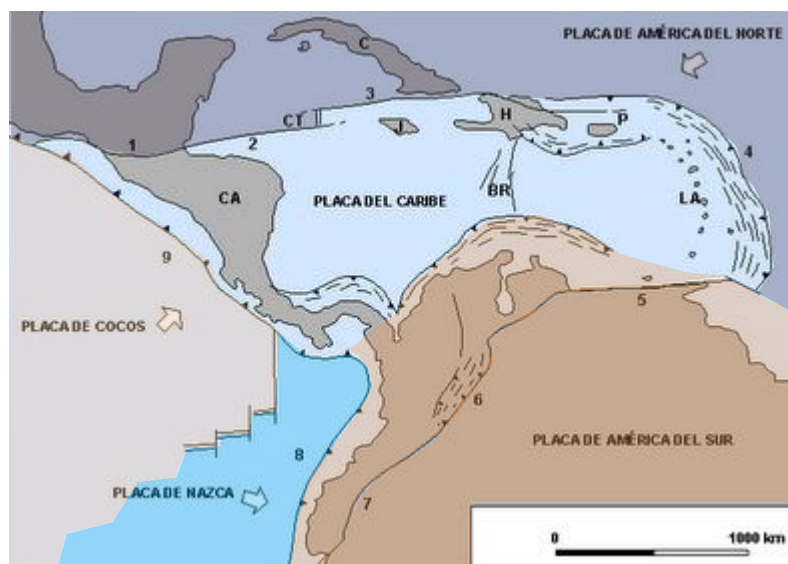


Figura No 7.1: Estado de esfuerzos-tectónica regional

- a) La "Zona de Subducción", cuya traza superficial corre a unos 150-200 Km de la Costa Pacífica. Es la más importante de las fuentes sísmicas en Colombia, en términos de magnitudes máximas (mayores de 8.0) y recurrencias, con sismicidad superficial hasta profundidades de 40 Km, aproximadamente.
- b) Sismicidad de la "Zona de Wadati-Benioff", en la parte profunda del plano de fricción entre las placas que convergen. Su sismicidad es la más profunda de la región, hasta más de 100 Km. Su actividad se concentra básicamente en el Eje Cafetero, provenientes de fuentes tales como las *Fallas Orientales del Rio Cauca* y el *Sistema Frontal de la Cordillera Oriental*. Sus magnitudes pueden ser de 7.0, a profundidades intermedias (cerca de 50 Km)
- c) "Sismicidad "Intraplaca". A esta categoría pertenecen fallas como las del sistema *Romeral-Cauca* que atraviesa el País de Sur a Norte y que

puede generar los sismos más cercanos a la ciudad (Ver figura No 7.2).

7.2 PERFIL DE SUELO

Al cruzar tanto las informaciones preliminares de orden geológico y geotécnico, podemos recomendar en la modelación estructural a fin de valorar los efectos locales de amplificación de ondas sísmicas de acuerdo a la Norma Sismo-Resistente Colombiana (NSR-2010) lo siguiente:

Siguiendo lo estipulado en el título A de la NSR 2010, se puede asumir como un perfil tipo E, cuyo espectro de respuesta se puede trazar con los parámetros mostrados en las tablas Nos 7.1 y 7.2.

Tipo de perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_g \leq 0.1$	$A_g = 0.2$	$A_g = 0.3$	$A_g = 0.4$	$A_g \geq 0.5$
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	1.1
E	2.5	1.7	1.2	0.9	nota
F	nota	nota	nota	nota	nota

nota: debe realizarse una investigación geotécnica para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda.

Tabla No 7.1 Valores del coeficiente F_a para la zona de períodos cortos del espectro

Tipo de perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_g \leq 0.1$	$A_g = 0.2$	$A_g = 0.3$	$A_g = 0.4$	$A_g \geq 0.5$
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	nota
F	nota	nota	nota	nota	nota

nota: debe realizarse una investigación geotécnica para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda.

Tabla No 7.2 Valores del coeficiente F_v para la zona de períodos largos del espectro

En la tabla No 7.3, se muestra la zona de amenaza y los parámetros de diseño sísmico para el Municipio de Candelaria, incluyendo el Umbral de Daño.

Departamento del Valle del Cauca						
Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Candelaria	76130	0.25	0.20	Alta	0.10	0.07

Tabla No 4.3 Valores de A_a , A_v , A_e y A_d para la zona del proyecto.

7.3 LICUACIÓN

La licuación de suelos, es un fenómeno en el que, el incremento de la presión del agua intersticial de los suelos, hace que la fricción entre los granos se pierda, reduciendo la resistencia al corte al mínimo, al punto de no poder soportar su propio peso y mucho menos, el de las cargas impuestas., comportándose mecánicamente el suelo, como un líquido.

Este incremento de presión lo pueden generar entre otros factores, un flujo de agua de infiltración con sub-presión excesiva, y en la mayoría de los casos, vibraciones de alta frecuencia, como la generada por maquinaria y generalmente, los sismos. Las arenas limpias, relativamente sueltas son los materiales más susceptibles.

El riesgo de licuación de estratos superficiales, inducido por cargas dinámicas, en este caso, sísmicas se puede presentar en suelos con las siguientes características:

- Fracción menor que 0.05 mm \leq 15%
- Contenido de humedad \cong Límite líquido
- Límite líquido \leq 35%
- Índice de plasticidad \leq 6
- $D_{10} \cong 0.1$ mm y $C_u \leq 5$ para arenas sueltas saturadas
- (SPT) $N < 20$ arenas y gravas finas saturadas

De acuerdo a los materiales encontrados en el presente estudio, no existe la posibilidad de licuación de los suelos de apoyo. Adicionalmente se revisó el potencial de licuación de la estratigrafía específica encontrada en el predio, utilizando el método de las “tensiones totales” (principalmente de los estudios de Seed&Idriss además de otros autores), en el que se comparan los esfuerzos de corte inducidos por sismos hipotéticos de distintas magnitudes, vs los que generarían una relación de tensión en los depósitos del sitio, y que inducirían incrementos críticos en la presión intersticial. Ver memorias de cálculo.

Este análisis permite concluir que, los materiales de apoyo, en la Capa B **NO son susceptibles de sufrir licuación** con factores de seguridad mayores a 2.6 para sismos de magnitud 6.0 y 2.1 para sismos de magnitud 8.0. También se estimó un factor de seguridad mayor a 3.0 para daño en superficie (Método de Ishihara).

8. POTENCIAL CONTRACTO EXPANSIVO DEL SUELO.

Los suelos pueden contener minerales arcillosos que, dada su composición química, pueden causar reacciones físico-químicas al contacto con moléculas de agua. Estas reacciones se ven reflejadas de manera macroscópica, con incrementos (ante el exceso de agua) o disminuciones (con la pérdida de agua) del volumen de los materiales.

Estas variaciones se ven reflejadas en movimientos estacionales ascendentes o descendentes de la superficie del suelo, que pueden afectar la estabilidad de las estructuras y pisos apoyados sobre el mismo.

Las arcillas y limos de alta plasticidad, ubicados sobre el nivel freático son los suelos más susceptibles. En este caso, los materiales no presentan características que los hagan potencialmente aptos para sufrir problemas de contrato-expansión

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

Tabla No. 8.1 Valores de referencia potencial contrato-expansivo.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

9.1 CIMENTACIÓN ESTRUCTURA.

- Los suelos del sector se caracterizan por capas alternadas de arenas limosas medias con arcillas areno-limosas de consistencia media, cuya consistencia se va incrementando con la profundidad.
- Los materiales de la Capa C (arcillas limosas-arenosas de plasticidad baja y consistencia media), poseen propiedades geomecánicas apenas aceptables para apoyar las estructuras livianas del proyecto, tras un mejoramiento (en material granular o concreto ciclópeo)
- Inicialmente se recomienda cimentar estructuras livianas (en caso que los valores de fuerzas y momentos transmitidos a la cimentación lo permitan sin que se repercutan en dimensiones exageradas de las zapatas) acometer un diseño de cimentación superficial tipo zapata, sobre un relleno de mejoramiento.
- Estos elementos deberán estar apoyados sobre un reemplazo en material granular (tipo sub-base o concreto ciclópeo) de espesor mínimo, 0.5 m, apoyado sobre materiales de la Capa C (Ver figura No 9.1), a una profundidad (D_r) a seleccionar de acuerdo a los requerimientos de carga y basada en la información suministrada en la tabla No 9.1

Profundidad (Dr)	q_{adm} (ton/m ²)
-2.0	9.0
-2.5	11.0
-3.0	13.0

Tabla No 9.1 Capacidad portante admisible vs profundidad

- Los distintos muros, se podrán apoyar sobre las vigas de amarre y/o equilibrio, siempre y cuando estén apoyadas sobre un relleno adecuadamente conformado en material seleccionado (Tipo Afirmado Norma INVIA 311) o concreto ciclópeo, de espesor mínimo 0.50 m, apoyado sobre material de la Capa B.

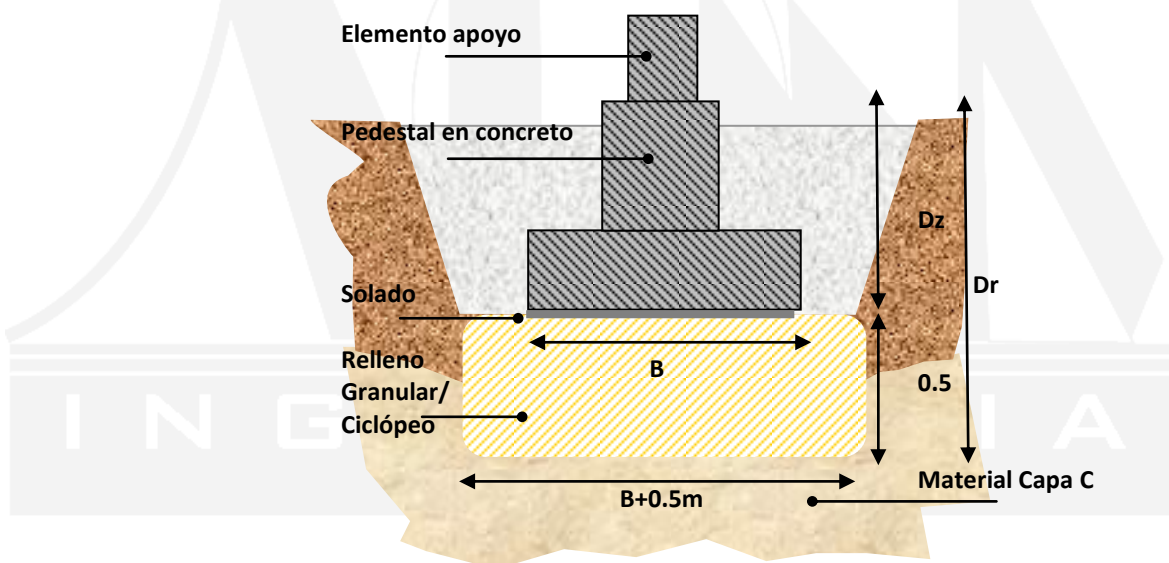


Figura No 9.1 Cimentación superficial estructura

- Los valores de capacidad portante, en el caso de chequeo por sismo, pueden ser incrementados en un 25% dado que son eventos de corta duración.

- Los muros divisorios, antepechos, etc., que no puedan apoyarse en las vigas de amarre, se pueden cimentar sobre vigas corridas, chequeadas con una capacidad portante de 0.6 kg/cm² (6.0 ton/m²), apoyadas sobre un relleno en material tipo sub-base granular o concreto ciclópeo de dimensiones 0.5x0.5m. Estas recomendaciones son válidas para sistemas de mampostería estructural.
- Todas las nivelaciones superficiales podrán realizarse con material tipo Afirmado (Norma INVIAS 311).
- Para efectos de chequeos y diseños elásticos y empuje de tierras, se pueden diseñar con los siguientes parámetros:

PARAMETROS DE DISEÑO SUELO		Capa C : Arcillas limosas medias		
Parámetro	Símbolo	Valor	Unid	
Cohesión no drenada	Cu	0,40	Kg/cm ²	
Peso unitario húmedo	γ	1,82	T/m ³	
Angulo de fricción interna	φ	28	°	
Coefficiente empuje activo	Ka	0,36	Adim	
Coefficiente empuje pasivo	Kp	2,77	Adim	
Coefficiente de reposo	Ko	0,53	Adim	
Angulo fricción suelo-concreto	μ	20	°	
Módulo de elasticidad	Es	148,5	MPa	
Módulo de Poisson	v	0,47	Adim	
Coefficiente de balasto vertical	ksv	0,88	kg/cm ³	
Coefficiente de balasto horizontal	ks h	0,44	kg/cm ³	

Tabla No 9.2a Parámetros de diseño estructuras enterradas Capas C

PARAMETROS DE DISEÑO SUELO		Capa D : Arenas limosas medias a densas	
Parámetro	Símbolo	Valor	Unid
Cohesión no drenada	Cu	0,30	Kg/cm ²
Peso unitario húmedo	γ	1,80	T/m ³
Angulo de fricción interna	ϕ	30	°
Coefficiente empuje activo	Ka	0,33	Adim
Coefficiente empuje pasivo	Kp	3,00	Adim
Coefficiente de reposo	Ko	0,50	Adim
Angulo fricción suelo-concreto	μ	21	°
Módulo de elasticidad	Es	311	MPa
Módulo de Poisson	ν	0,50	Adim
Coefficiente de balasto vertical	k _{sv}	1,90	kg/cm ³
Coefficiente de balasto horizontal	k _{sh}	0,95	kg/cm ³

Tabla No 9.2b Parámetros de diseño estructuras enterradas Capas D

- Respecto al manejo de las excavaciones, el material de la capa B posee una matriz limo-arcillosa con alguna cohesión, que le provee cierta estabilidad a sus taludes, sin embargo, para cimentaciones al nivel recomendado, debido a su componente granular (arenosa) a la que se le deberá dar un manejo preventivo, mediante cortes con chaflán 1H:2V o entibados y/o trinchos provisionales durante las excavaciones.
- Adicionalmente, se debe tener en cuenta la utilización de motobombas para drenar las aguas freáticas que, aparecieron en esta oportunidad a los 4.0 m pero que eventualmente pueden aflorar en las excavaciones y desestabilizar las paredes y el fondo.
- Los taludes de poca altura que van a permanecer a la intemperie durante lapsos prolongados, se deberán proteger de la desecación mediante concreto lanzado sobre malla-gallinero (“champeo”) o

abriéndolo con una membrana impermeable, humedeciéndolos periódicamente, estas arenas son muy propensas a perder estabilidad por la desecación.

- Los parámetros mostrados en la tabla No 9.2 son válidos para el diseño y chequeo de las estructuras provisionales de contención a utilizar.

9.3 PISOS Y PAVIMENTOS.

- El método de diseño de pavimento para las zonas de circulación arroja la siguiente alternativa de estructura (se ha considerado tráfico bajo)




Losa de concreto: MR 32		12 cm
Sub-Base granular		20 cm
Material tipo Afirmado		Mínimo 35 cm

Figura No 9.3 Estructura recomendada de pavimento rígido

El método de diseño de pisos arroja la siguiente alternativa de estructura



Losa de concreto: f'c 3000 psi		10 cm
Material tipo Afirmado		Mínimo 30 cm

Figura No 9.3 Estructura recomendada de pavimento rígido

- Las especificaciones recomendadas para los materiales de la estructura, se rige por la normatividad de INVÍAS enunciada a continuación:

MATERIAL	ESPECIFICACIÓN INVÍAS
Disposiciones generales de materiales	Artículo 300
Afirmado	Artículo 311
Sub base granular	Artículo 320
Base granular	Artículo 330
Pavimentos en concreto asfáltico	Artículo 400
Pavimento en concreto hidráulico	Artículo 500
Concreto (detalles)	Artículo 600
Acero de refuerzo	Artículo 640

Tabla No 9.3 Especificaciones materiales pavimento

- Todas las nivelaciones superficiales podrán realizarse con material tipo Afirmado (Norma INVÍAS 311).

INGENIERIA

10. LIMITACIONES

Todas las especificaciones y recomendaciones consignadas en este informe (cuya variación no debe hacerse sin previa autorización escrita) son fruto de los resultados obtenidos tanto en los trabajos de campo como en los ensayos de laboratorio. Por lo tanto, no se anticipa limitación alguna a menos que se cambie la magnitud de las cargas sin previo aviso (ej: aumento del número de pisos, destinación del edificio, etc). o se ejecuten las labores de diseño y construcción sin la correspondiente supervisión técnica (interventoría) ni el debido control de calidad en cada uno de los pasos del proyecto.

Agradeciendo su atención y atento a resolver cualquier inquietud ante la presente. Atentamente,



LUIS FERNANDO MONTOYA G
INGENIERO CIVIL
MP 76202-76700 VLL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS

I E R I A