ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

EN UN PREDIO DONDE SE PROYECTA

CONSTRUIR UN LOCAL PARA MINISUPER

DENOMINADO "NUEVO HORIZONTE"

EN LOS MOCHIS, SINALOA.

PARA:

BRN INMOBILIARIA DEL PACIFICO

MARZO DEL 2024

Calle Plan de Ayala No. 2344, Colonia Emiliano Zapata, Culiacán, Sinaloa.
Calle Mina de Tayoltita No. 2501, Colonia Miguel de la Madrid, Culiacán, Sinaloa.
TEL./FAX: 01(667)729-00-30
01 (667)749-64-93
CEL.: 667 154-08-97 Y 667 791-71-25
e-mail: ingenium2007@prodigy.net.mx web:www.ingeniumconsultores.com.mx

INGENIUM INGENIEROS CONSULTORES S.C.

SERVICIOS EN INGENIERIA CIVIL

Í N D I C E

Página

1. INTRODUCCIÓN..... 1
2. RECONOCIMIENTO DEL SITIO..... 6
3. GEOLOGÍA REGIONAL..... 7
4. TRABAJOS DE CAMPO..... 9
5. TRABAJOS DE LABORATORIO..... 10
6. ESTRATIGRAFÍA Y PROPIEDADES..... 11
7. DISEÑO GEOTÉCNICO DE LA CIMENTACIÓN..... 12
   7.1. ANÁLISIS DE ESTADO LÍMITE DE FALLA..... 12
   7.2. ANÁLISIS DE ESTADO LÍMITE DE SERVICIO..... 21
8. SISMICIDAD..... 25
9. PAVIMENTOS..... 32
10. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS..... 33
   10.1. PAVIMENTOS..... 33
   10.2 ZAPATAS..... 39
   10.3. PLATAFORMA DE LOSAS Y FIRMES..... 40
11. CARACTERIZACION DE LOS MATERIALES..... 41
12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 42

ANEXO No. 1. FIGURAS

ANEXO No. 2. FOTOGRAFÍAS

ANEXO No. 3. REGISTROS DE LABORATORIO

ANEXO No. 4. REFERENCIAS

1. INTRODUCCIÓN

A petición de **Jean Carlo Castillo**, se realizó este estudio de mecánica de suelos en un predio donde se proyecta construir un minisúper.

Minisúper: **Nuevo Horizonte**
Ubicación: **Los Mochis, Sinaloa.** **(Ver la figura No. 1 del Anexo No. 1)**

En el capítulo No. 2 se proporcionan las características físicas que presenta el predio en estudio enfatizando en aquellos aspectos de mayor influencia en la definición de la solución de cimentación.

En el capítulo No. 3 se contempla la conceptualización desde el punto de vista geológico de la conformación de la zona de **Los Mochis** en sus diferentes zonas, y en particular de la zona donde se ubica el predio en estudio.

El capítulo No. 4 incluye el procedimiento del muestreo seguido en el o los sondeos realizados así como las pruebas de campo efectuadas.

En el capítulo No. 5 se describen las pruebas y ensayes realizados en el laboratorio, para las muestras alteradas , así como algunas observaciones a los valores obtenidos de los diferentes parámetros.

En el capítulo No. 6 se describe la estratigrafía resultante de la interpretación de los trabajos de campo y laboratorio.

En el Capítulo No. 7, se incluyen los análisis geotécnicos efectuados, de acuerdo al Reglamento de Construcciones correspondiente.

El capítulo No. 8 se presentan las características de sismicidad del sitio en estudio de acuerdo a la carta de regionalización sísmica elaborada por la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.) y el espectro de diseño obtenido del Programa de Diseño Sísmico.

En el Capítulo No. 9, se presenta la propuesta del pavimento para el área de estacionamiento.

Calle Plan de Ayala No. 2344, Colonia Emiliano Zapata, Culiacán, Sinaloa.
Calle Mina de Tayoltita No. 2501, Colonia Miguel de la Madrid, Culiacán, Sinaloa.
TEL./FAX: 01(667)729-00-30
01 (667)749-64-93
CEL.: 667 154-08-97 Y 667 791-71-25
e-mail: ingenium2007@prodigy.net.mx web:www.ingeniumconsultores.com.mx

En el Capítulo No. 10, se incluyen las recomendaciones generales para el proceso constructivo de pavimentos y plataformas.

En el Capítulo No. 11, se describen las características de los materiales encontrados en el sitio durante la exploración y la factibilidad para su utilización dentro del proceso constructivo.

Finalmente en el Capítulo No. 12, se presenta un resumen con las conclusiones y recomendaciones del proyecto en general de acuerdo a los requerimientos del mismo.

Calle Plan de Ayala No. 2344, Colonia Emiliano Zapata, Culiacán, Sinaloa.
Calle Mina de Tayoltita No. 2501, Colonia Miguel de la Madrid, Culiacán, Sinaloa.
TEL./FAX: 01(667)729-00-30
01 (667)749-64-93
CEL.: 667 154-08-97 Y 667 791-71-25
e-mail: ingenium2007@prodigy.net.mx web:www.ingeniumconsultores.com.mx

OBJETIVOS.

Los objetivos del presente estudio son los siguientes:

1. Establecer el perfil estratigráfico de subsuelo en el sitio de estudio.

2. Determinar las propiedades índice y mecánicas de los suelos.

3. Proponer el sistema de cimentación o cimentaciones más adecuadas para el tipo de construcción a realizar en función de las características geotécnicas del subsuelo, del sistema estructural de la edificación y de los factores del proyecto que influyan en el proceso de selección, a condición de que cumplan con los estados límite de falla y de servicio de acuerdo con un reglamento establecido.

4. Establecer la sismicidad del sitio en estudio de acuerdo con las condiciones estratigráficas del sitio tomando en cuenta los manuales de sismicidad aplicables en el país.

5. Proponer el sistema de plataformas requerido para el apoyo de la cimentación de la tienda y estacionamiento.

6. Determinar la posibilidad de que el material existente pueda ser utilizado en algún proceso constructivo en el desarrollo del proyecto.

7. Recomendar procedimientos constructivos para la construcción de plataformas.

ALCANCE.

Este estudio abarca la inspección del sitio en estudio, exploración del subsuelo, muestreo y ensayes de laboratorio de los materiales de acuerdo con la estratigrafía encontrada en los sondeos realizados, necesarios para el diseño geotécnico de la cimentación (estados límite de falla y de servicio), así como para la propuesta técnica del pavimento del área de estacionamiento de la tienda.

Calle Plan de Ayala No. 2344, Colonia Emiliano Zapata, Culiacán, Sinaloa.
Calle Mina de Tayoltita No. 2501, Colonia Miguel de la Madrid, Culiacán, Sinaloa.
TEL./FAX: 01(667)729-00-30
01 (667)749-64-93
CEL.: 667 154-08-97 Y 667 791-71-25
e-mail: ingenium2007@prodigy.net.mx web:www.ingeniumconsultores.com.mx

UBICACIÓN Y COLINDANCIAS

El predio se ubica en :

Esquina:	Av. Jose Aguilar Barraza y Blvd. Centenario
Ciudad:	Los Mochis, Sinaloa.
Colonia:	Fraccionamiento Nuevo Horizonte

PRINCIPALES COLINDANCIAS.

Al Norte:	Predio Baldio
Al Sur:	Avenida Jose Aguilar Barraza
Al Oriente:	Predio Baldio
Al Poniente:	Boulevard Centenario

En la figura No. 1 del Anexo No. 1, se presenta la ubicación satelital del predio.

Calle Plan de Ayala No. 2344, Colonia Emiliano Zapata, Culiacán, Sinaloa.
Calle Mina de Tayoltita No. 2501, Colonia Miguel de la Madrid, Culiacán, Sinaloa.
TEL./FAX: 01(667)729-00-30
01 (667)749-64-93
CEL.: 667 154-08-97 Y 667 791-71-25
e-mail: ingenium2007@prodigy.net.mx web:www.ingeniumconsultores.com.mx

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.

De acuerdo con la información proporcionada, el proyecto tiene aproximadamente la siguiente distribución de áreas:

AREAS	m²
Área total	*324.00*

El edificio consta de un nivel, se encuentra estructurado a base de muros de mampostería compuesta por block, confinado por dalas y castillos de concreto armado en dos direcciones (muros perimetrales) y muros interiores de Tablaroca.

La losa de acuerdo con información de proyecto, se encuentra estructurada por losa aligerada.

2. RECONOCIMIENTO DEL SITIO.

El área del predio en estudio es de aproximadamente: 324.00 m²

El predio presenta las siguientes características:

- Actualmente el predio se encuentra sin construcción, con maleza superficial y vegetación de baja y mediana altura, además se encuentra delimitado unicamente con las vialidades de acceso al predio y una cerca de alambre delimitando parcialmente hacia las vialidades.
- El predio se encuentra prácticamente plano sin desniveles apreciables dentro del mismo.
- El nivel del predio está a nivel de los predios colindantes y por arriba de las vialidades de acceso.

La zona donde se ubica el predio cuenta con las siguientes características:

- Las vialidades se encuentra pavimentadas con concreto hidráulico, banqueta publica y guarnición.
- Las vialidades cuentan con pendiente suficiente para el desalojo de las aguas pluviales.
- No existen cuerpos de agua cercanos al predio que pudieran comprometer el buen comportamiento de la estructura.
- No se observan daños en construcciones colindantes al predio en estudio que pudieran ser causados por el tipo de suelo.

No será necesario contemplar muros de contención para este proyecto.

En el Anexo No. 2 se presenta un reporte fotográfico incluye los aspectos importantes del sitio en estudio.

3. GEOLOGIA REGIONAL

En la composición geológica destacan las rocas del cenozoico y del cuaternario, perteneciente al cuaternario, pleistoceno actual, con llanuras deltaicas integradas por gravas, arenas, limos y arcilla depositados en deltas. Arenas de grano medio a fino del cenozoico, correspondiente al cuaternario reciente, depositadas en dunas con vegetación en la sierra de Navachiste sobresalen aparatos volcánicos, lavas, brechas basálticas, andesitas y latitas.

El 98.48%de la superficie del Municipio de Ahome, proviene de la era del Cenozoico, de los periodos cuaternario y terciario, con depósitos principalmente de aluvial y rocas ígneas intrusivas y extrusivas; el 18% de la superficie proviene del Mesozoico de los periodos cretácico y jurásico, el 0.07% de la era del paleozoico y el resto de otro no definido.

En la fig. No. 2 del Anexo No.1, se representa un esquema de la geología regional del municipio y la simbología del tipo de suelo.

Geomorfología

Ahome por sus características fisiográficas se adecua a la planicie costera de la región noroeste de la entidad, en una configuración que se constituye básicamente por los valles agrícolas de El Fuerte y El Carrizo, además de las sierras de secundarias de escasa elevación, como Navachiste la cual limita a una prolongación hacia la bahía de Topolobampo; la altitud más importante del territorio municipal es el cerro de Bisvi frente a Higueras de Zaragoza.

Otra estibación es conocida como San Pablo o Balacachi, que penetra al municipio en sentido noroeste procedente de la región de El Fuerte. El desvanecimiento de la Sierra Álamos dentro del territorio determina la existencia de cerros aislados como Teorome, Cocodrilo, Baturi, Batequis, Tesauga, Memoria y Oteme que no sobrepasan los 300 m sobre el nivel del mar.

Calle Plan de Ayala No. 2344, Colonia Emiliano Zapata, Culiacán, Sinaloa.
Calle Mina de Tayoltita No. 2501, Colonia Miguel de la Madrid, Culiacán, Sinaloa.
TEL./FAX: 01(667)729-00-30
01 (667)749-64-93
CEL.: 667 154-08-97 Y 667 791-71-25
e-mail: ingenium2007@prodigy.net.mx web:www.ingeniumconsultores.com.mx

Este municipio es el que más costas posee en el estado aproximadamente 120 km que permiten la formación de bahías, islas y lagunas. Mencionando algunas: Bahía de Agiabampo, Bahía de Topolobampo y la Isla del Cerro del Maviri.

En la figura No. 3 del Anexo No. 1, se presenta un mapa esquemático donde se muestra la ubicación de las principales fallas existentes de la región.

Geología del Sitio.

La zona en estudio donde se encuentra el sitio, es característica de depósitos arcillosos subyacidos por estratos gravo arenosos con finos arcillosos de compacidad relativa media a compacta.

4. TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de campo consistieron en la ejecución de:

NÚMERO DE SONDEOS:	2	(PCA-1 y PCA-2)
TIPO DE SONDEO:	A CIELO ABIERTO	
PROFUNDIDAD MÁXIMA:	3.00	metros
EQUIPO USADO:	RETROEXCAVADORA	
UBICACIÓN DE SONDEOS:	ÁREA DE LOCAL Y ESTACIONAMIENTO	

En la figura No. 4 del Anexo No. 1, se presenta la ubicación de los sondeos realizados.

Muestreo realizado:

SE LOGRÓ LA RECUPERACION DE MUESTRAS ALTERADAS A DIFERENTES PROFUNDIDADES EN EL PCA-2.

SE REALIZO UNA CALA VOLUMETRICA EN EL PCA-2 SOBRE LA PRIMERA UNIDAD ESTRATIGRAFICA ENCONTRADA A 1.50 METROS DE PROFUNDIDAD.

Todas las muestras obtenidas se empacaron debidamente y se trasladaron al laboratorio para su análisis posterior.

En el Anexo No. 2 se presenta un reporte fotográfico donde se muestran los aspectos más importantes de los trabajos de exploración y muestreo.

5. TRABAJOS DE LABORATORIO

De acuerdo al muestreo obtenido y con base a los requerimientos de proyecto, se programaron los ensayes de laboratorio a las muestras, que sirvieron para obtener las propiedades índice y mecánicas del subsuelo.

En primera instancia, a cada muestra se le practicó una clasificación macroscópica visual y al tacto, para lo cual se tomaron características como el olor, resistencia y movilidad de agua, además con el fin de conocer las propiedades índices del subsuelo se efectuaron los siguientes ensayes sobre las muestras alteradas de cada uno de los estratos encontrados.

El contenido de humedad se determinó con el porcentaje de agua y de partículas sólidas en una muestra de suelo, el cual se graficó verticalmente sobre el perfil estratigráfico obtenido para los sondeos correspondientes. **(Ver las figuras No. 5 y 6 del Anexo No. 1).**

Para poder identificar el contenido de partículas finas y gruesas se realizó una prueba de separación por lavado (análisis granulométrico), determinándose los porcentajes de partículas finas, arenas y gravas.

La plasticidad del suelo en estado remoldeado se realizó a través de la práctica de límites de consistencia, determinados con el método estandarizado por A. Casagrande (Referencia No. 3).

Los parámetros de resistencia y deformación de los suelos encontrados, necesarios para evaluar el análisis de estado límite de falla (estimación de la capacidad de carga) y el análisis del estado límite de servicio (estimación de los asentamientos), se obtuvieron a partir de los resultados de los ensayes de campo y laboratorio realizados a las muestras recuperadas.

Los registros de laboratorio de las pruebas realizadas se presentan en el Anexo No. 3 de este informe.

Todas las pruebas de laboratorios se realizaron de acuerdo con los procedimientos establecidos en mecánica de suelos.

6. ESTRATIGRAFÍA Y PROPIEDADES.

Sobre la base de la exploración, muestreo de suelos y ensayes de laboratorio se pueden describir las unidades estratigráficas del subsuelo.

UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	PRIMERA	
	ARCILLA ARENOSA CAFÉ ROJIZO	
SONDEO	**PCA-1**	**PCA-2**
ESPESOR	3.00	3.00
COMPACIDAD RELATIVA	POZO DE OBSERVACIÓN	
CONSISTENCIA RELATIVA		RIGIDA
GRAVAS%		0.63
ARENAS%		25.09
FINOS %		74.28
CONTENIDO DE AGUA, %		31.79
LÍMITE LÍQUIDO,%		46.83
LIMITE PLASTICO %		16.74
DENSIDAD DE SOLIDOS		2.52
PESO VOL. NATURAL, t/m3		1.58
PESO VOL. MINIMO, t/m3		
PESO VOL. MAXIMO, t/m3		1.55
RELACION DE VACIOS (e)		1.11
POROSIDAD (n)		0.53
GRADO DE SATURACION (Gw)		72.26
CLASIFICACION S.U.C.S.		**VARÍA DE (CH) A (CL)**

TABLA No. 1

Cabe mencionar que durante la exploración se logro establecer el nivel de aguas freáticas a una profundidad de 2.70 m en el PCA-1 y 2.30 m en el PCA-2.

En el Anexo No. 1, se puede ver un corte estratigráfico esquemático donde se muestra el perfil del suelo encontrado en el sitio en estudio, en la figura No. 7.

7. DISEÑO GEOTÉCNICO DE LA CIMENTACIÓN.

7.1 ANÁLISIS DE ESTADO LÍMITE DE FALLA.

Como se comento anteriormente el edificio es de un solo nivel, la estructuración del proyecto es a base de muros perimetrales de mampostería en dos direcciones a base de blocks confinados por dalas, castillos de concreto armado y losa aligerada con divisiones interiores de Tablaroca.

A partir del sistema estructural y en función de las características de los suelos encontrados en el sitio, se proponen los siguientes tipos de cimentación:

- **Zapatas corridas las cuales deberán estar desplantadas a 1.50 metros de profundidad a partir de nivel de piso terminado apoyado sobre un mejoramiento de 30 cm con material sub base o base de rio.**

- **Zapatas aisladas las cuales deberán estar desplantadas a 1.50 metros de profundidad a partir de nivel de piso terminado apoyado sobre un mejoramiento de 30 cm con material sub base o base de rio.**

- **Losa de cimentación la cual deberá ser desplantada a 0.25 metros de profundidad a partir de nivel de piso terminado sobre un mejoramiento de 0.60 metros de material calidad mínima subrasante.**

Parámetros mecánicos del suelo.

Para la selección de los parámetros mecánicos, a continuación, se presentan las tablas de referencia de Terzaghi y Peck. La primer tabla hace referencia a la consistencia y compacidad relativa de acuerdo al numero de golpes del SPT. En la segunda tabla se puede observar la correlación entre el numero de golpes del SPT para inferir el peso volumétrico y el ángulo de fricción del suelo, según Bowles. En la tercer tabla se muestra la correlación propuesta por Karol para obtener parámetros de resistencia.

REFERENCIA TERZAGHI Y PECK

Número de Golpes Por 30 cm., *N*	Compacidad Relativa	Número de Golpes Por 30 cm., *N*	Consistencia
		Menos de 2	Muy blanda
0 – 4	Muy suelta	2 – 4	Blanda
4 – 10	Suelta	4 – 8	Media
10 – 30	Media	8 – 15	Firme
		15 – 30	Muy firme
		Más de 30	Dura

REFERENCIA KAROL

Tipo de suelo	Número de golpes (SPT)	v_s (m/s)	γ_s (t/m^3)
Roca	–	> 720	2.0
Suelo firme y denso	> 50	360	1.8
Suelo medio	15 – 50	180	1.5
Suelo blando	< 15	90	1.3

REFERENCIA KAROL

Soil Type and SPT Blow Counts		Undisturbed Soil	
		Cohesion (psf)	Friction Angle (°)
Cohesive soils			
Very soft	(<2)	250	0
Soft	(2–4)	250–500	0
Firm	(4–8)	500–1,000	0
Stiff	(8–15)	1,000–2,000	0
Very stiff	(15–30)	2,000–4,000	0
Hard	(>30)	4,000	0
Cohesionless soils			
Loose	(<10)	0	28
Medium	(10–30)	0	28–30
Dense	(>30)	0	32
Intermediate soils			
Loose	(<10)	100	8
Medium	(10–30)	100–1,000	8–12
Dense	(>30)	1,000	12

Para la cimentación en local y de acuerdo con las características obtenidas de los enayes triaxiales realizados a la muestra inalterada, se establecieron conservadoramente los siguientes parámetros mecánicos:

Unidad influenciada por la carga: Primera unidad estratigráfica

Cohesión del suelo: 2.00 ton/m^2

Ángulo de fricción interna: 20.00 °

En el Anexo No. 3 se presentan los resultados de los ensayes requeridos para determinar los parámetros de resistencia de la primer unidad encontrada.

Para el cálculo de la capacidad de carga se considerarán las expresiones contenidas en la Normas Técnicas Complementarias para el diseño de cimentaciones del Reglamento de Construcciones para la Ciudad de México, la cual se obtiene con la siguiente expresión:

$$q_{adm} = [c_u \cdot N_c \cdot + p'_v(N_q - 1) + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma] \cdot F_R + p_v$$

Donde:		**Unidad**
c_u	Cohesión aparente.	t/m^2
p_v	Presión vertical debida al peso del suelo a la profundidad de desplante.	t/m^2
p'_v	Presión vertical afectiva a la misma profundidad.	t/m^2
u	Presion de poro al nivel de desplante	t/m^2
γ	Peso especifico del subsuelo.	t/m^3
B	Ancho de la cimentación.	m

		Unidad
Nc	Coeficiente de capacidad de carga dado por: $N_c = 5.14 \cdot [1 + 0.25\frac{D_f}{B} + 0.25\frac{B}{L}]$	
	Para: $\frac{D_f}{B} \leq 2 \quad y \quad \frac{B}{L} < 1$ En caso de mo cumplir las desigualdades los factores serán iguales a 2 y 1 respectivamente.	
D_f	Profunidad de desplante.	m
Nq	Coeficiente de capacidad de carga dado por: $N_q = e^{\pi\, tan\emptyset} \cdot tan^2(45 + \frac{\Phi}{2})$	
	N_q se multiplicará por: $1 + \frac{B}{L}\tan\Phi$ Para cimientos rectangulares.	
	$1 + tan\Phi$ Para zapatas circulares o cuadradas.	
N_γ	Coeficiente de capacidad de carga dado por: $N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot tan\Phi$	
	N_γ se multiplicará por: $1 - 0.4\frac{B}{L}$ Para cimientos rectangulares.	
	0.60 Para zapatas circulares o cuadradas.	
Φ	Angulo de fricción aparente	°
	Φ= ang tan (α tan ϕ*)	
ϕ*	Ángulo de fricción interna	°
α	Para suelos con compacidad relativa menor del 70% α = 0,67. En cualquier otro caso α = 1	
Cr	Compacidad relativa.	%
Fr	Factor de resistencia igual a 0.35	

cimentación:

TIPO DE CIMENTACIÓN: Zapatas Corridas

PROFUNDIDAD DE DESPLANTE: 1.50 metros.

LOCAL MINISUPER NUEVO HORIZONTE

TIPO DE CIMENTACIÓN: ZAPATAS CORRIDAS

c_u	2.00	t/m^2	Cr < 70%	α	0.67
$\phi*$	20.00	grados	Cr ≥ 70%	α	1.00
Cr	70.00	%			
α	1.00		p_v	2.36	t/m^2
Φ	20.00	grados	u	0.00	t/m^2
γ_1	1.58	t/m^3	p'_v	2.36	t/m^2
γ_2	0.58	t/m^3	Fr	0.35	
D_f	1.50	m			

CAPACIDAD DE CARGA PARA VARIOS ANCHOS DE CIMENTACIÓN RECTANGULAR

B	L m	D_f/B V.M. = 2	B/L V.M. = 1	Nc	Nq	N_γ	q_{adm} t/m^2
0.60	10.00	2.5000	0.0600	8.430	6.539	5.356	13.17
0.80	10.00	1.8750	0.0800	7.652	6.586	5.345	12.77
1.00	10.00	1.5000	0.1000	7.196	6.632	5.334	12.59
1.10	10.00	1.3636	0.1100	7.034	6.656	5.328	12.55
1.20	10.00	1.2500	0.1200	6.900	6.679	5.321	12.53
1.50	10.00	1.0000	0.1500	6.618	6.749	5.302	12.55
2.00	10.00	0.7500	0.2000	6.361	6.865	5.267	12.72
2.50	10.00	0.6000	0.2500	6.232	6.982	5.229	12.99

Tabla No. 2 capacidad de carga para una configuración de zapatas corridas desplantadas a 1.50 m a partir del nivel de piso terminado para diferentes anchos de cimentación.

cimentación:

TIPO DE CIMENTACIÓN: Zapatas aisladas

PROFUNDIDAD DE DESPLANTE: 1.50 metros.

LOCAL MINISUPER NUEVO HORIZONTE

TIPO DE CIMENTACIÓN: ZAPATAS AISLADAS

c_u	2.00	t/m^2	Cr < 70%	α	0.67
$\phi*$	20.00	grados	Cr ≥ 70%	α	1.00
Cr	70.00	%			
α	1.00		p_v	2.36	t/m^2
Φ	20.00	grados	u	0.00	t/m^2
γ_1	1.58	t/m^3	p'_v	2.36	t/m^2
γ_2	0.58	t/m^3	Fr	0.35	
D_f	1.50	m			

CAPACIDAD DE CARGA PARA VARIOS ANCHOS DE CIMENTACIÓN CUADRADA

B m	L m	D_f/B V.M. = 2	B/L V.M. = 1	Nc	Nq	N_γ	q_{adm} t/m^2
0.80	0.80	1.8750	1.0000	8.834	8.729	4.249	15.28
1.00	1.00	1.5000	1.0000	8.353	8.729	4.249	15.03
1.20	1.20	1.2500	1.0000	8.031	8.729	4.249	14.89
1.50	1.50	1.0000	1.0000	7.710	8.729	4.249	14.79
2.00	2.00	0.7500	1.0000	7.389	8.729	4.249	14.78
2.50	2.50	0.6000	1.0000	7.196	8.729	4.249	14.86
2.80	2.80	0.5357	1.0000	7.113	8.729	4.249	14.93
3.00	3.00	0.5000	1.0000	7.068	8.729	4.249	14.98

Tabla No. 3 capacidad de carga para zapatas aisladas desplantadas a 1.50 m a partir de nivel de piso terminado para diferentes anchos de cimentación.

cimentación en local:

TIPO DE CIMENTACIÓN: Losa de cimentación

PROFUNDIDAD DE DESPLANTE: 0.25 metros.

LOCAL MINISUPER NUEVO HORIZONTE

TIPO DE CIMENTACIÓN: LOSA DE CIMENTACIÓN

c_u	2.00	t/m^2	Cr < 70%	α	0.67	
$\phi*$	20.00	grados	Cr ≥ 70%	α	1.00	
Cr	70.00	%				
α	1.00		p_v	0.39	t/m^2	
Φ	20.00	grados	u	0.00	t/m^2	
γ_1	1.58	t/m^3	p'_v	0.39	t/m^2	
γ_2	1.58	t/m^3	Fr	0.35		
D_f	0.25	m				

CAPACIDAD DE CARGA PARA VARIOS ANCHOS DE CIMENTACIÓN RECTANGULAR

B	L m	D_f/B V.M. = 2	B/L V.M. = 1	Nc	Nq	N_γ	q_{adm} t/m^2
0.60	10.00	0.4167	0.0600	5.753	6.539	5.356	6.07
0.80	10.00	0.3125	0.0800	5.644	6.586	5.345	6.29
1.00	10.00	0.2500	0.1000	5.590	6.632	5.334	6.55
1.10	10.00	0.2273	0.1100	5.573	6.656	5.328	6.69
1.20	10.00	0.2083	0.1200	5.562	6.679	5.321	6.83
1.50	10.00	0.1667	0.1500	5.547	6.749	5.302	7.26
2.00	10.00	0.1250	0.2000	5.558	6.865	5.267	8.00
2.50	10.00	0.1000	0.2500	5.590	6.982	5.229	8.73

Tabla No. 4 capacidad de carga para losa de cimentación desplantada a 0.25 m a partir de nivel de piso terminado para diferentes anchos de cimentación.

La selección del ancho de cimentación para establecer la capacidad de carga tomará en cuenta la rigidez de la losa. Si la losa es de una rigidez muy elevada de tal forma que la presión que aplique al suelo sea uniforme en toda su superficie el ancho de la cimentación para determinar qadm será igual al ancho del local.

Cimentación de anuncio

TIPO DE CIMENTACIÓN: Zapata Aislada

PROFUNDIDAD DE DESPLANTE: 1.70 metros.

LOCAL MINISUPER NUEVO HORIZONTE

TIPO DE CIMENTACIÓN: ZAPATA AISLADA

c_u	2.00	t/m^2	Cr < 70%	α	0.67
$\phi*$	20.00	grados	Cr ≥ 70%	α	1.00
Cr	70.00	%			
α	1.00		p_v	2.68	t/m^2
Φ	20.00	grados	u	0.00	t/m^2
γ_1	1.58	t/m^3	p'_v	2.68	t/m^2
γ_2	0.58	t/m^3	Fr	0.35	
D_f	1.70	m			

CAPACIDAD DE CARGA PARA VARIOS ANCHOS DE CIMENTACIÓN CUADRADA

B m	L m	D_f/B V.M. = 2	B/L V.M. = 1	Nc	Nq	N_γ	q_{adm} t/m^2
0.80	0.80	2.1250	1.0000	9.156	8.729	4.249	16.67
1.00	1.00	1.7000	1.0000	8.610	8.729	4.249	16.37
1.20	1.20	1.4167	1.0000	8.245	8.729	4.249	16.21
1.50	1.50	1.1333	1.0000	7.881	8.729	4.249	16.08
2.00	2.00	0.8500	1.0000	7.517	8.729	4.249	16.04
2.50	2.50	0.6800	1.0000	7.299	8.729	4.249	16.10
2.80	2.80	0.6071	1.0000	7.205	8.729	4.249	16.16
3.00	3.00	0.5667	1.0000	7.153	8.729	4.249	16.21

Tabla No. 5 capacidad de carga para zapata aislada desplantada a 1.70 m a partir de nivel de piso terminado para diferentes anchos de cimentación.

Una vez realizado el análisis de las cargas que la construcción transmitirá al suelo a través de la cimentación, se verificará que la presión de contacto cimentación – suelo no sobrepase la capacidad de carga admisible (qadm). Con esta condición se estará cumpliendo con el estado límite de falla.

Estado límite de falla por flujo plástico (capacidad de carga).

Para cumplir con estado límite de falla se deberá verificar que se cumpla la siguiente desigualdad:

$$\frac{\Sigma Q\ F_c}{A} \leq q_{adm}$$

Donde:

ΣQF_C Es la suma de las acciones verticales a tomar en cuenta en la combinación considerada en el nivel de desplante, afectada por su respectivo factor de carga.

A Es el área del cimiento;

q_{adm} Capacidad de carga admisible.

Una vez realizado el análisis de las cargas que la construcción transmitirá al suelo a través de la cimentación, se verificará que la presión de contacto cimentación – suelo no sobrepase la capacidad de carga admisible (q_{adm}). Con esta condición se estará cumpliendo con este estado límite de falla.

Flotación.

Quedará bajo la responsabilidad del calculista la revisión de flotación de la cimentación considerada.

Falla estructural.

Quedará bajo la responsabilidad de la empresa calculista la revisión por falla estructural de la cimentación considerada.

7.2 ANÁLISIS DE ESTADO LÍMITE DE SERVICIO.

En este análisis se estiman los asentamientos que pudieran presentarse por la deformación del subsuelo de apoyo de la cimentación ocasionado por el incremento de esfuerzos que aplicará el peso de las estructuras y demás cargas.

Es necesario mencionar que para calcular los asentamientos se debe conocer la presión de contacto que aplicará la cimentación al subsuelo. Esta presión será resultado del análisis estructural.

Los asentamientos que podrá sufrir la cimentación se obtendrán de la suma de los asentamientos elásticos y los producidos por consolidación primaria.

Los asentamientos por consolidación primaria se calcularán con base en la siguiente expresión (ver referencia 2).

$$\Delta H = \frac{\Delta e}{1+e_o} H \qquad \text{(A)}$$

Donde

ΔH	Asentamiento por consolidación.
Δ_e	Cambio de la relación de vacíos para un incremento de esfuerzo.
e_o	Relación de vacíos de campo.
H	Espesor del estrato, cm.

O bien con la expresión.

$$\Delta H = mv\ \Delta\sigma\ H \qquad \text{(B)}$$

Donde:

ΔH	Asentamiento por consolidación
mv	Módulo de variación volumétrica, en cm2/kg.
$\Delta\sigma$	Incremento de esfuerzos, kg/cm².
H	Espesor del estrato, cm.

Los asentamientos elásticos en la esquina de un área rectangular cargada se pueden calcular con la expresión propuesta por Schleicher (Referencia No. 1).

$$\delta_e = q \cdot B \frac{1-\upsilon^2}{E} \cdot N \qquad \text{(C)}$$

Donde:

δe	asentamiento elástico en cm.
q	Presión de contacto; en kg/cm².
B	Ancho del área cargada; en cm.
υ	Relación de Poisson.
E	Módulo de elasticidad; en kg/cm².
N	Valor de influencia que depende de (L/B);

L/B	N
1	0.56
2	0.76
3	0.88
4	0.95
5	1.00

Tomando en cuenta que no se deberá sobrepasar la capacidad de carga del suelo, para el análisis de asentamientos se consideraron las siguientes presiones al nivel de desplante de la cimentación.

Presión al centro: 12.55 ton/m^2
presión en la esquina: 6.28 ton/m^2

De acuerdo con la estratigrafía encontrada, para el local se determinarán los asentamientos: Elásticos

ASENTAMIENTOS ELASTICOS

Los estratos susceptibles de sufrir asentamientos serán los que están influenciados por las cargas. La carga aplicada por la cimentación de la tienda influye en la primera unidad estratigráfica encontrada.

Aplicando la ecuación (C) anterior y los valores de cada una de las propiedades de los suelos, se tienen los siguientes valores de asentamientos elásticos para una presión de contacto obtenida:

ASENTAMIENTOS ELASTICOS

ESTRATO	$\Delta\sigma$ kg/cm^2	B cm	υ	E kg/cm^2	N	ΔH_e cm
PRIMERA UNIDAD	1.26	75	0.40	150	1.00	2.11
SEGUNDA UNIDAD						
TERCERA UNIDAD						
CUARTA UNIDAD						
QUINTA UNIDAD						
					SUMA:	2.11

TABLA No. 6
Asentamiento elástico al centro de la cimentación

ASENTAMIENTOS ELASTICOS

ESTRATO	$\Delta\sigma$ kg/cm^2	B cm	υ	E kg/cm^2	N	ΔH_e cm
PRIMERA UNIDAD	0.63	150	0.40	150	1.00	0.53
SEGUNDA UNIDAD						
TERCERA UNIDAD						
CUARTA UNIDAD						
QUINTA UNIDAD						
SEXTA UNIDAD						
					SUMA:	0.53

TABLA No. 7

Asentamiento elástico en esquina de la cimentación

Los asentamientos obtenidos son completamente admisibles, de acuerdo con las condiciones de geometría y presión consideradas.

8. SISMICIDAD

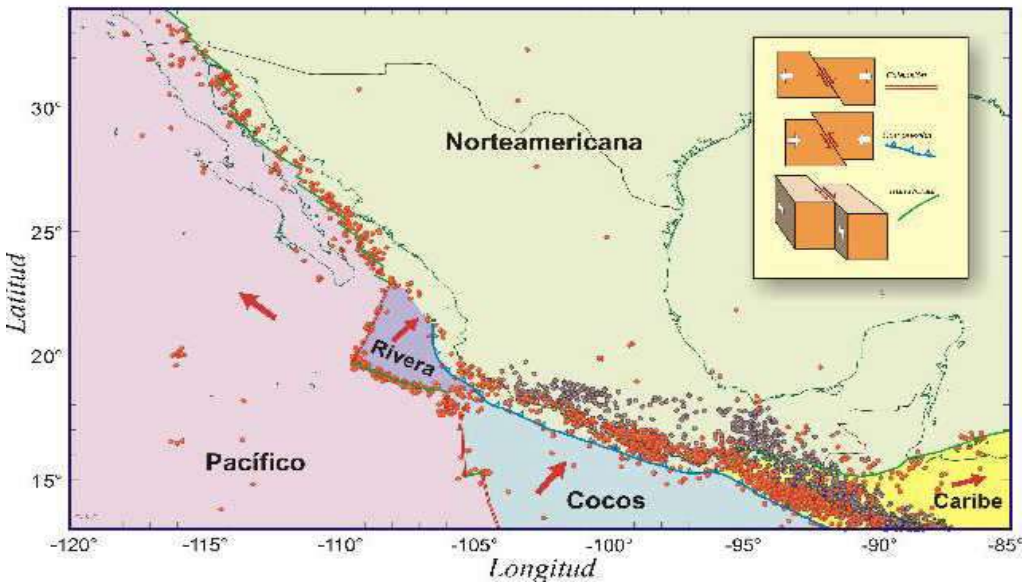
De acuerdo con la carta de regionalización sísmica elaborada por la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.), el sitio tiene las siguientes características en cuanto a sismicidad:

Zona Sísmica: Zona C
Tipo de Suelo: Tipo II (terreno intermedio)

De acuerdo con la escala de Mercalli, es posible clasificar el nivel de intensidad de actividad sísmica como:

Nivel II a III (Muy débil a ligero.)

Las fronteras entre zonas coinciden con curvas de igual aceleración máxima del terreno; la zona A es la de menor intensidad sísmica, mientras que la de mayor intensidad es la zona D.



Placas tectónicas en México.

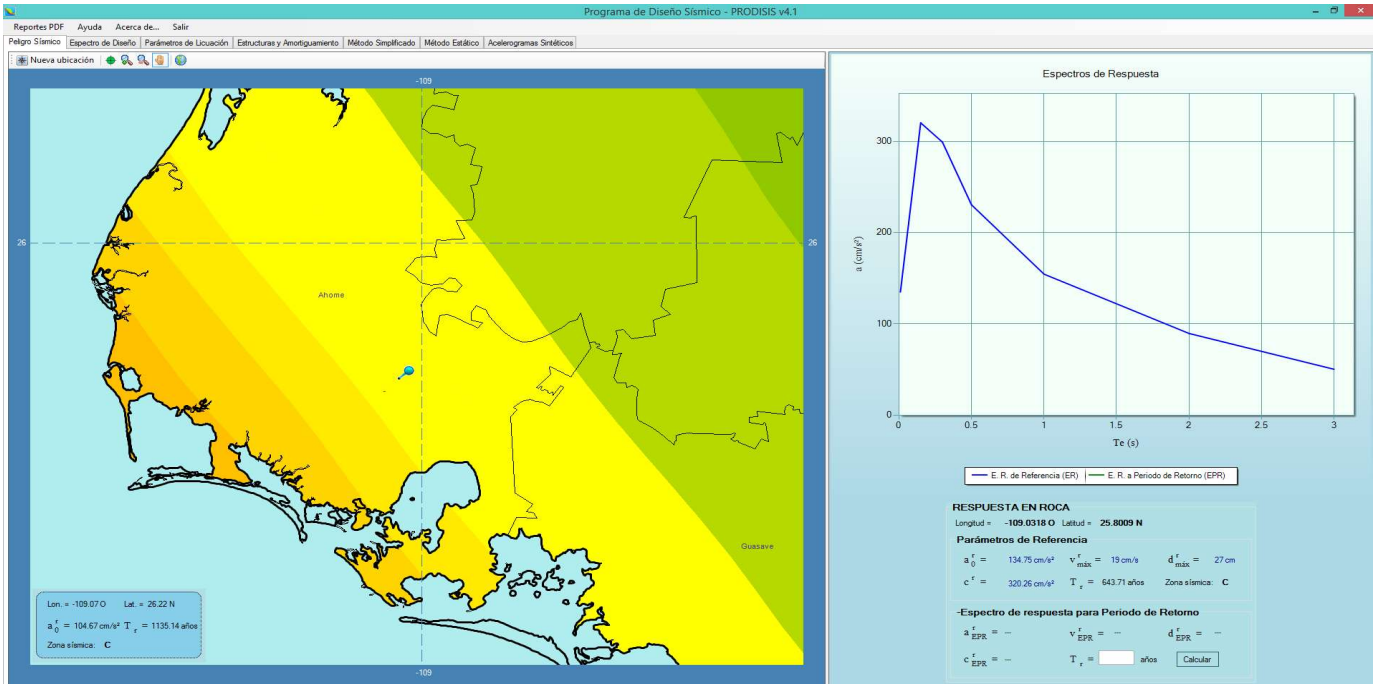
En la figura No. 8 del Anexo No. 1, se ilustra la Regionalización sísmica del País, de acuerdo con el Manual de Diseño de la Comisión Federal de Electricidad.

La zona B es intermedia, donde no se registran sismos frecuentemente y los que se registran son de intensidad ligera, mientras que la zona C es una zona donde la ocurrencia de los sismos y su magnitud es mayor.

Calle Plan de Ayala No. 2344, Colonia Emiliano Zapata, Culiacán, Sinaloa.
Calle Mina de Tayoltita No. 2501, Colonia Miguel de la Madrid, Culiacán, Sinaloa.
TEL./FAX: 01(667)729-00-30
01 (667)749-64-93
CEL.: 667 154-08-97 Y 667 791-71-25
e-mail: ingenium2007@prodigy.net.mx web:www.ingeniumconsultores.com.mx

Espectro de diseño sísmico.

De acuerdo al Programa de Diseño Sísmico de la Comisión Federal de Electricidad (Manual C.F.E. 2015) y tomando en cuenta la ubicación del predio se obtienen los siguientes datos para el espectro de diseño:



$a_0^r =$ Aceleración máxima en roca.

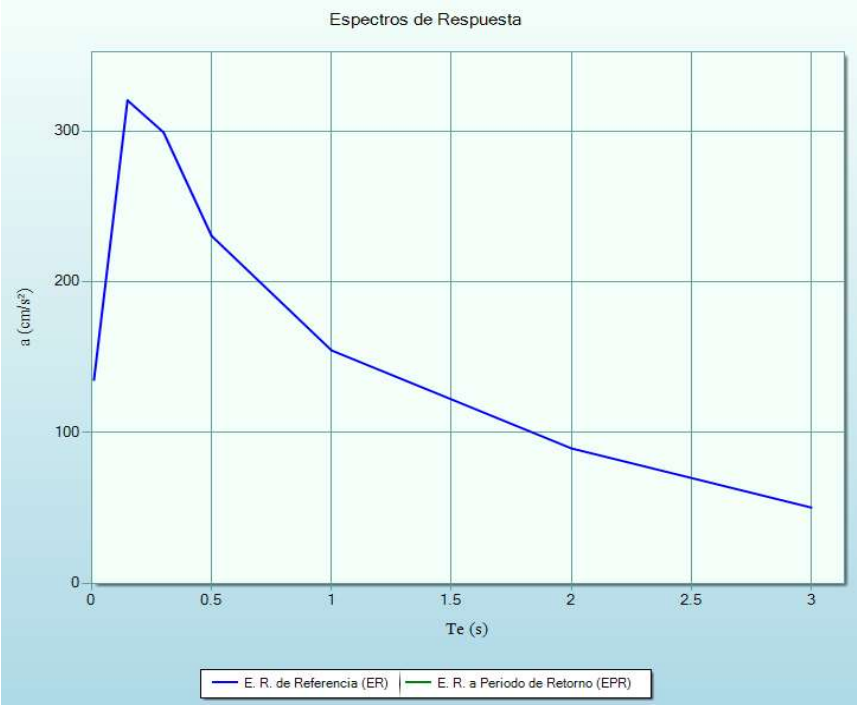
$v_{máx}^r =$ Velocidad

$d_{máx}^r =$ Desplazamiento.

$c^r =$ Amortiguamiento en rotación del suelo

$T_r =$ Periodo de la estructura supuesta infinitamente rígida y cuya base solo puede rotar.

Zona sísmica: depende LA ZONA A, B, C, D.



Espectro de respuesta transparente en la roca para el sitio en estudio.

RESPUESTA EN ROCA

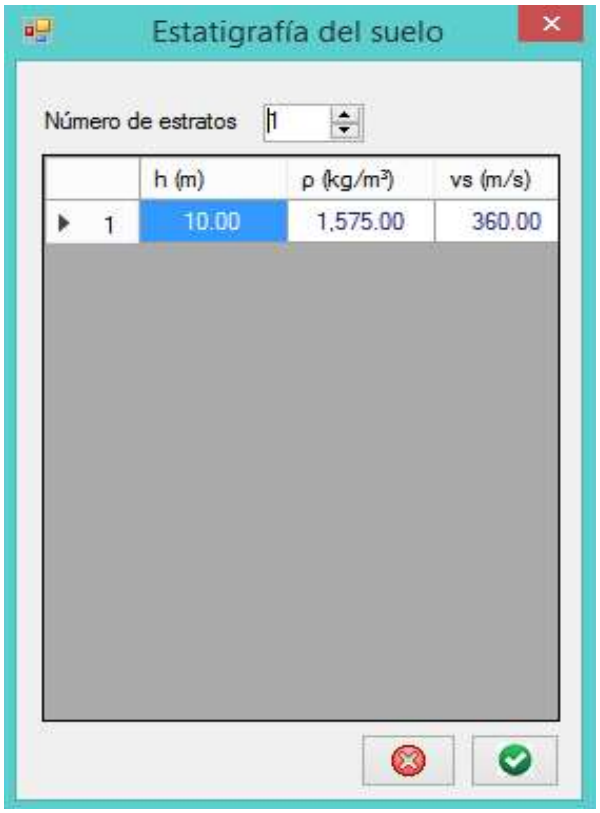
Longitud = **-109.0318 O** Latitud = **25.8009 N**

Parámetros de Referencia

a_0^r =	134.75 cm/s²	$v_{máx}^r$ =	19 cm/s	$d_{máx}^r$ =	27 cm
c^r =	320.26 cm/s²	T_r =	643.71 años	Zona sísmica:	C

Parámetros de referencia del sitio.

Tomando en cuenta la estratigrafía encontrada en el sitio compuesta por un estrado de acuerdo con el capítulo anterior y la profundidad de desplante para este tipo de edificaciones, se presenta a continuación la caracterización del suelo de acuerdo con el programa **PRODISIS considerando la posición de la roca a una profundidad de 10 m.**



Estratigrafía utilizada

Donde:

h. Es el espesor del estrato, en m.

ρ. Es la masa volumétrica de cada estrato, en kg/m^3.

Vs. Es la velocidad de onda de corte del estrato, en m/s.

Las velocidades de onda de corte de los estratos se obtuvieron con el apoyo de la siguiente tabla incluida por el programa **PRODISIS.**

Tipo de suelo	Número de golpes (SPT)	v_s (m/s)	γ_s (t/m^3)
Roca	–	> 720	2.0
Suelo firme y denso	> 50	360	1.8
Suelo medio	15 – 50	180	1.5
Suelo blando	< 15	90	1.3

Correlación entre la compacidad o consistencia de los suelos y Vs, CFE 2008.

Tomando en cuenta que la importancia de la estructura se clasifica como el grupo B1, se tiene la siguiente caracterización del terreno de cimentación:

Espectros Regionales

a_0^r = 134.75 cm/s² c^r = 320.26 cm/s²

Zona sísmica : C Importancia estructural B

Caracterización del terreno de cimentación

v_s = 360 m/s H_s = 10 m T_s = 0.11 s

☑ Estratigrafía Tipo de suelo **II**

Parámetros espectrales para estructuras A2 y B1

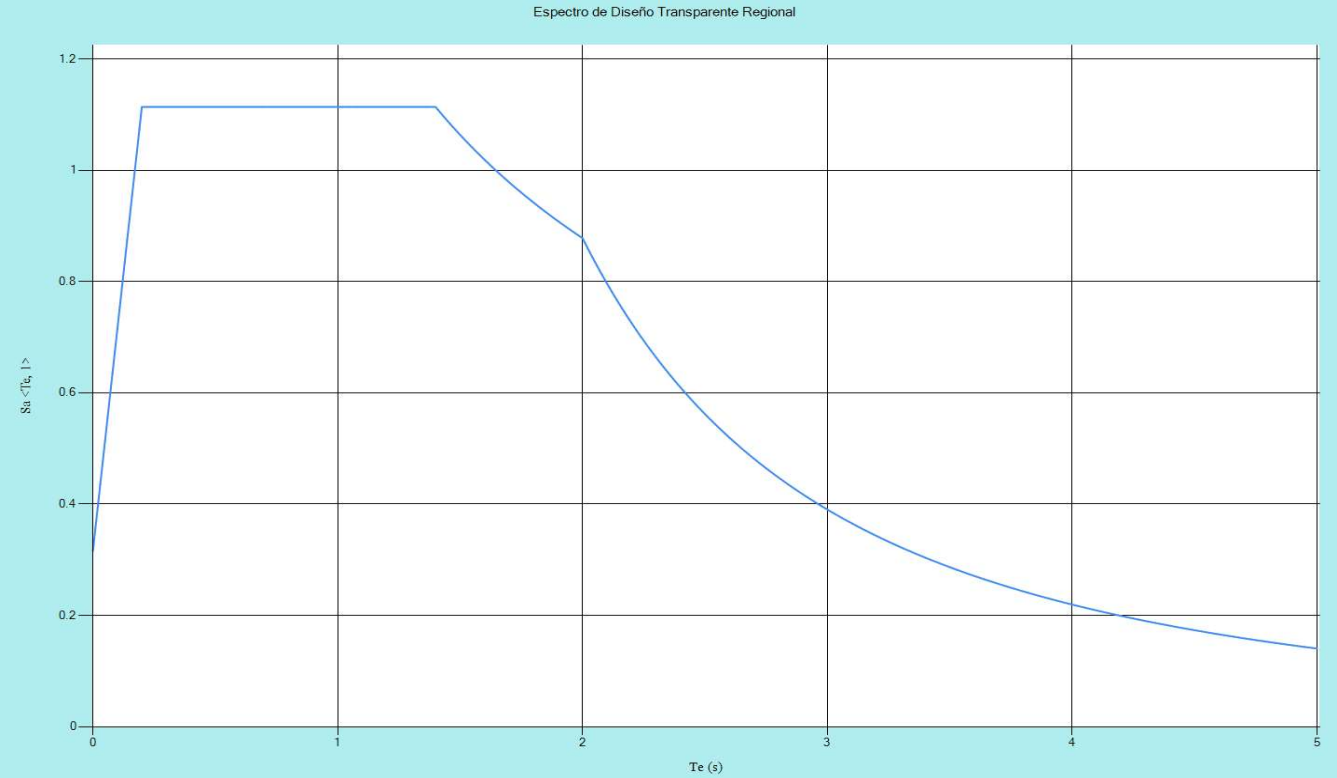
F_{Sit} = 2.30 F_{Res} = 3.53

a_0 = 309.36 cm/s² c = 1092.19 cm/s²

Considerar interacción suelo-estructura ☐

Caracterización del terreno de cimentación.

Finalmente, el espectro de diseño transparente regional de acuerdo con el programa es el siguiente:

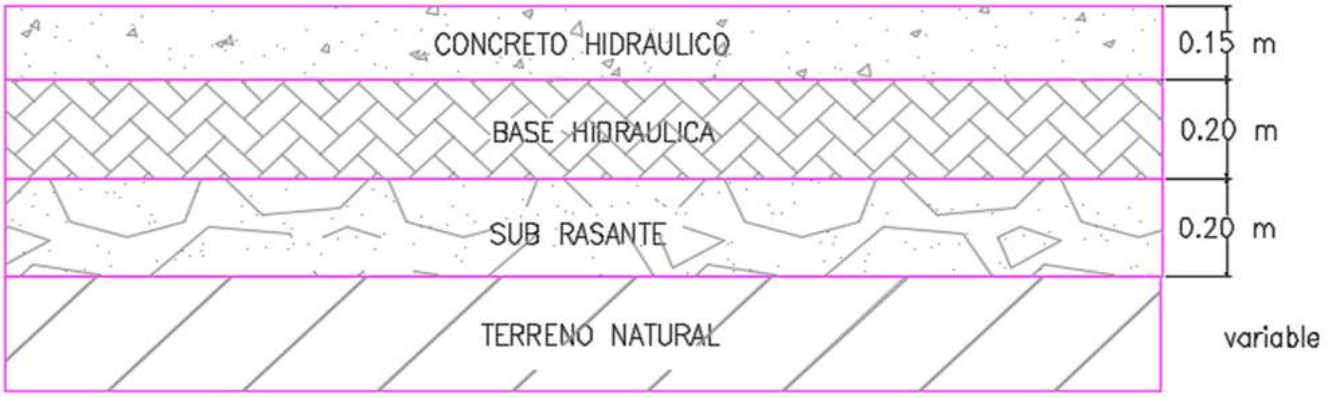


Espectro transparente regional modificado según la estratigrafía.

Este espectro deberá ser afectado por factores como la ductilidad y la sobre resistencia (entre otros), de acuerdo con análisis estructural del edificio.

9. PAVIMENTOS.

La sección de pavimento rígido recomendada para el estacionamiento de este tipo es la siguiente:



Se recomienda colocar una sección mínima de cuerpo de pavimento de 0.40 metros de los cuales 0.20 metros corresponden a material calidad mínima subrasante y 0.20 metros de calidad mínima base ambas compactadas al 98% y 100% respectivamente de su PVSM. la superficie de rodamiento estará compuesta por una losa de concreto hidráulico de 15 cm de espesor. **La subrasante podrá aumentar de espesor de acuerdo a los niveles pero nunca disminuir.**

De acuerdo a las pruebas realizadas y a los resultados obtenidos el material encontrado en sitio no podrá ser utilizados como subrasante.

Calle Plan de Ayala No. 2344, Colonia Emiliano Zapata, Culiacán, Sinaloa.
Calle Mina de Tayoltita No. 2501, Colonia Miguel de la Madrid, Culiacán, Sinaloa.
TEL./FAX: 01(667)729-00-30
01 (667)749-64-93
CEL.: 667 154-08-97 Y 667 791-71-25
e-mail: ingenium2007@prodigy.net.mx web:www.ingeniumconsultores.com.mx

10.PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

10.1 PAVIMENTOS

De acuerdo con las condiciones geotécnicas del sitio y las recomendaciones para la sección del pavimento, se deberá seguir el siguiente procedimiento para la construcción del mismo:

1 **Se deberá realizar un corte de 40 cm, este material deberá ser retirado de la obra. Se deberá garantizar la colocación de un cuerpo de pavimento mínimo de 0.40 metros de los cuales 0.20 metros deberá ser calidad mínima subrasante y 0.20 metros calidad mínima base. Adicionalmete se debera de garantizar la compactacion minimamente al 90% de su PVSM en el desplante en un espesor de 20 cm.**

2 De acuerdo con los niveles de proyecto se deberá revisar: a) Si una vez hecho el corte es necesario realizar algún corte extra, este se deberá realizar cortando lo necesario para garantizar una plataforma mínima de 40 cm mas la losa de concreto, en total 55 cm, una vez **terminado el corte se deberá compactar el terreno natural en un espesor de 20 cm y mínimamente al 90% de su PVSM** y colocar la capa de material subrasante. b) Si una vez hecho el corte, es necesario elevar el nivel del terreno natural se deberá utilizar material de calidad sub rasante para alcanzar el nivel de desplante de las capas del pavimento. Este material deberá colocarse en capas no mayores de 20 cm y compactarse hasta alcanzar un grado de compactación mínimo del 98% del peso volumétrico seco máximo del material con una humedad óptima.

3 Se realizarán las excavaciones necesarias para colocar los diferentes tipos de tuberías de servicios, hecho esto se procederá a rellenar las zanjas con material de buena calidad y deberá compactarse en capas no mayores de 20 cm hasta alcanzar un grado de compactación mínimo del 98 % del peso volumétrico seco máximo del material.

4 **Posteriormente se colocará una capa de 20 cm de material de base de buena calidad que deberá compactarse hasta alcanzar un grado de compactación mínimo del 100% del peso volumétrico seco máximo con humedad óptima.**

Calle Plan de Ayala No. 2344, Colonia Emiliano Zapata, Culiacán, Sinaloa.
Calle Mina de Tayoltita No. 2501, Colonia Miguel de la Madrid, Culiacán, Sinaloa.
TEL./FAX: 01(667)729-00-30
01 (667)749-64-93
CEL.: 667 154-08-97 Y 667 791-71-25
e-mail: ingenium2007@prodigy.net.mx web:www.ingeniumconsultores.com.mx

5 Si el lapso de tiempo entre la terminación de la colocación de la base y la colocación de la superficie de rodamiento es mayor de dos días, se recomienda la colocación de un riego de impregnación con una emulsión asfáltica a razón de 1.5 lts/m2, sobre la base hidráulica con el fin de evitar pérdidas de humedad y como consecuencia pérdida de compactación.

6 **Por último se colocará una losa de concreto hidráulico, que tendrá un espesor de 15 cm y una resistencia correspondiente a un módulo de ruptura MR = 38 Kg/cm$^{2.}$**

7 Se recomienda en todos los casos verificar el grado de compactación de las capas con el apoyo de un laboratorio de control de calidad.

Es importante mencionar que los espesores de la base y el concreto no deberán modificarse por ningún motivo, mientras que el espesor de la sub - rasante podrá variar de acuerdo con los niveles de proyecto pero nunca deberá ser menor de 20 cm., y en todos los casos el proceso de compactación deberá garantizar un mínimo en el caso de la subrasante del 98% y en el caso de la base 100% del peso volumétrico seco máximo y su humedad optima respectivamente.

Calle Plan de Ayala No. 2344, Colonia Emiliano Zapata, Culiacán, Sinaloa.
Calle Mina de Tayoltita No. 2501, Colonia Miguel de la Madrid, Culiacán, Sinaloa.
TEL./FAX: 01(667)729-00-30
01 (667)749-64-93
CEL.: 667 154-08-97 Y 667 791-71-25
e-mail: ingenium2007@prodigy.net.mx web:www.ingeniumconsultores.com.mx

ESPECIFICACIONES PARA RELLENOS DE LOS PAVIMENTOS

Los materiales empleados en rellenos deberán satisfacer los siguientes requisitos:

Para la colocación de material subrasante se cumplirán los requisitos que se establecen en la tabla No. 1 de la NORMA N-CTM-1-03/02; En la cual se establece que: El tamaño máximo del agregado es 76 mm; El porcentaje de limite liquido máximo aceptable es 40 %; El porcentaje de Índice Plástico aceptable es 12 %; El porcentaje de soporte de California (CBR) mínimo aceptable es de 20 % en especímenes compactados dinámicamente al porcentaje de compactación de dicha tabla, con un contenido de agua igual al de material en el banco a 1.50 m de profundidad; el porcentaje de Expansión máxima aceptable es de 2% ; el grado de compactación aceptable es de 100 ± 2 % respecto a la masa volumétrica obtenida mediante la prueba AASHTO Estándar, del material compactado con el contenido de agua optimo.

Para la colocación de material Subbase deberá cumplir las características granulométricas que se establecen en la tabla No. 1 y se muestran en la figura No. 1, y con los requisitos de calidad que se presentan en la tabla No. 2, todos ellos establecidos en la NORMA N-CTM-4-02-001/16. **Ver requisitos granulométricos en la figura No. 9 del Anexo No. 1.**

En esta norma se establece que: El porcentaje de Limite liquido máximo aceptable es de 25%; El porcentaje de Índice Plástico aceptable es de 6 %; El porcentaje de soporte de California (CBR) mínimo aceptable es 60% en especímenes compactados dinámicamente al porcentaje de compactación de dicha tabla; el porcentaje de Equivalente de arena mínimo aceptable es 40 %; Desgaste Los Ángeles máximo aceptable varia de 40 % determinado con los procedimientos de prueba que correspondan (Normas SCT); el grado de compactación aceptable es de 100 % respecto a la masa volumétrica obtenida mediante la prueba AASHTO Modificada, del material compactado con el contenido de agua optimo.

Para la colocación de material Base, se deberán cumplir con los requisitos de calidad que se establecen en la NORMA N-CTM-4-02-002/20 que en resumen establece lo siguiente: los materiales deberán cumplir las características granulométricas que se establecen en la tabla No. 1 y se muestran en la figura No. 1 de dicha norma cuando la superficie de rodamiento sea de concreto hidráulico. **Ver la figura No.**

Los requisitos de calidad de los materiales para Base, cuando la superficie de rodamiento es de concreto hidráulico se resume en la tabla No. 2 de la norma, en la cual se tiene que; El porcentaje de Limite liquido máximo aceptable es de 25%; El porcentaje de Índice Plástico aceptable es de 6 %; El porcentaje de soporte de California (CBR) mínimo aceptable es de 80% en especímenes compactados dinámicamente al porcentaje de compactación de dicha tabla; el porcentaje de Equivalente de arena mínimo aceptable es de 40%; el porcentaje de desgaste en la maquina de Los Ángeles máximo aceptable es 35% determinado con los procedimientos de prueba que correspondan (Normas SCT); el porcentaje de partículas alargadas y lajeadas máximo es de 40%; el grado de compactación aceptable es de 100 % respecto a la masa volumétrica obtenida mediante la prueba AASHTO Modificada, del material compactado con el contenido de agua optimo.

ESPECIFICACIONES PARA CONCRETO DE LOS PAVIMENTOS

Para la losa de concreto del pavimento se deberán cumplir las siguientes especificaciones:

A) Cimbras o moldes

- El concreto se vaciará en moldes metálicos rígidos e indeformables. Antes del vaciado se aplicará un desmoldante en su superficie de contacto no debiendo retirarse ni removerse antes de que el concreto haya endurecido lo suficiente para evitar su deterioro en la maniobra respectiva.

B) Colocación y vibrado

- Antes de la colocación del concreto, en el caso de aplicarse éste directamente sobre la base, deberá regarse ésta perfectamente hasta saturarla de humedad, sin que se formen charcos.

- En el caso de colocarse sobre superficie protegidas con plástico o impregnadas, se cuidará que previamente hayan sido perfectamente limpiadas y niveladas con aparato topográfico conforme al proyecto.

- La mezcla se distribuirá uniformemente sobre la base preparada y se consolidará usando vibradores de inmersión portátiles o regla vibradora para el acabado superficial. Después del paso de la regla vibratoria se deberá correr un escantillón que permita observar las deficiencias superficiales que tendrán que corregirse de inmediato.

- Para el aplanado se usarán llanas grandes y con mango largo, que permitan su manejo desde fuera de los moldes. Cuando el pavimento presente inclinación, el colado deberá realizarse en forma inversa pendiente (de abajo hacia arriba).

- El acabado deberá realizarse antes de que el concreto pierda su estado plástico, sin agregar agua a la superficie ni espolvorear cemento. Tampoco deberá realizarse en presencia de sangrado.

- El afinado se debe ejecutar mediante bandeo y/o escobillado perpendiculares al eje de la losa. En pendientes mayores del 5 % (cinco por ciento) el acabado será rugoso.

- En ninguna circunstancia se permitirá el colado del concreto que haya comenzado a fraguar.

C) Curado

- Para aquellas superficies de concreto que no estén en contacto con la cimbra, debe aplicarse uno de los siguientes métodos inmediatamente después de la terminación de la colocación y acabado del mismo, preferentemente cuando la superficie del concreto haya perdido su brillo:

  * Rociado continúo.

  * Aplicación de telas absorbentes que se deben mantener humedecidas constantemente.

  * Aplicación de arena que se debe mantener humedecida constantemente.

El curado de acuerdo con los incisos anteriores debe continuar durante al menos 7 (siete) días o el tiempo necesario para que el concreto alcance el 65% (sesenta y cinco por ciento) de la resistencia especificada.

D) Protección del concreto

- No se abrirán las calles hasta que el cemento adquiera la resistencia de proyecto, para lo cual se tomarán las precauciones correspondientes.

E) Juntas

- Las juntas en los pavimentos de concreto son las responsables del control del agrietamiento, así como de mantener la capacidad estructural del pavimento y su calidad de servicio en los mas altos niveles al menor costo anual.

- La modulación de las losas de concreto va a estar regida por las juntas transversales de contracción que a su vez depende del espesor del pavimento. La separación máxima entre juntas transversales deberá ser de **24 a 36 veces el espesor de la losa o 5.0 m,** la que sea menor. Se deben mantener losas tan cuadradas como sea posible, ya que las angostas tienden a agrietarse con mayor facilidad.

- La formulación de juntas transversales es mediante el corte con discos de diamante. Primero se realiza un corte cuando el concreto tiene un cierto grado de endurecimiento y las contracciones son inferiores a aquellas que causan el agrietamiento, el corte deberá ser de al menos un tercio del espesor de la losa (D/3) y tener un ancho mínimo de 1/8” (3 mm). El corte se iniciara tan pronto como el concreto haya desarrollado la suficiente resistencia para resistir los desmoronamientos en los bordes de la junta, que generalmente sucede entre las **4 y 12 horas después de colocado el concreto.** Posteriormente se realiza un corte adicional para formar el deposito de la junta de contracción, el cual deberá efectuarse cuando menos 72 horas después del colado y deberá realizarse con un espesor del doble del inicialmente realizado y con una profundad de la mitad de este ultimo.

- Todas las juntas del pavimento se deberán sellar tan pronto como sea posible, la junta debe limpiarse perfectamente sin dejar polvo. Se podrá usar para el sellado cemento asfáltico del número 6 o algún producto comercial similar.

10.2 ZAPATAS

De acuerdo con el capitulo 7.1 se proponen dos opciones de zapatas, las cuales estarán desplantadas a 1.50 metros de profundidad a partir de nivel piso terminado sobre una capa de 30 cm de material sub base o base de rio, se pone a consideración el breve procedimiento descrito a continuación.

Se deberá iniciar el proceso de excavación por etapas. Las cuales quedarán a consideración del equipo de excavación utilizado por el contratista, entre otros.

Las excavaciones para las cimentaciones, se deberán efectuar con taludes de reposo, podrán llevarse a cabo con equipo mecánico, excepto los últimos 20 cm que se deberán atacar con herramienta manual. Deberán permanecer abiertas el tiempo mínimo indispensable para la construcción a fin de evitar el intemperismo y/o desintegración del suelo.

Una vez alcanzado el nivel de desplante se debera realizar un corte extra para garantizar la colocacion de la capa de sub base o base para estabilizar el suelo en el fondo de la zapata. Esta estabilizacion obedece a que el nivel freatico en este punto se encontro a partir de 2.30 metros de profundidad en uno de los sondeos.

Antes de la colocacion del mejoramiento se debera compactar el desplante de la zapata minimamente al 90% de su PVSM y posteriormente se debera colocar la capa de 30 cm de mejoramiento compactado al 100% de su PVSM con su humedad optima.

Hecho lo anterior, se deberá colocar una plantilla de 5 cm de espesor a base de concreto f'c=100 kg/cm2.

Para rellenar las excavaciones se podrá usar un material que tenga una calidad similar a la de una sub rasante o una sub base. El material deberá compactarse en capas no mayores de 20 cm hasta alcanzar un grado de compactación mínimo del 98% y 100% respectivamente del peso volumétrico seco máximo del material, con un contenido óptimo de humedad.

Si se requieren modificar las dimensiones de las cimentaciones o las profundidades de desplante se deberá notificar para realizar los cálculos correspondientes.

Se recomienda que las zapatas aisladas estén ligadas con una contra trabe para disminuir los efectos de las distorsiones angulares en la cimentación.

No se deberá atravesar la trabe de liga de la zapata con tuberías para instalaciones.

10.3 PLATAFORMA DE LOSAS Y FIRMES

Para el apoyo de la losa y los firmes en el área de local, será necesario contemplar la construcción de una plataforma de 60 cm compuesta de material relleno de calidad subrasante. Para su construcción se deberá seguir el siguiente procedimiento:

1 **Se deberá realizar un corte de 40 cm en todo el predio, el material producto de corte deberá ser retirado del predio.**

2 De acuerdo con los niveles de proyecto se deberá revisar: a) Si una vez hecho el corte es necesario realizar algún corte extra, este se deberá realizar cortando lo necesario para garantizar la plataforma mínima necesaria (60 cm más el espesor de concreto), **una vez terminado el corte se deberá compactar el terreno natural en un espesor de 20 cm y mínimamente al 90% de su PVSM** y colocar las capa de material subrasante. b) Si una vez hecho el corte, es necesario elevar el nivel del terreno natural se deberá utilizar material de calidad sub rasante para alcanzar el nivel de desplante de las capas del pavimento. Este material deberá colocarse en capas no mayores de 20 cm y compactarse hasta alcanzar un grado de compactación mínimo del 98% del peso volumétrico seco máximo del material con una humedad óptima.

3 En cualquiera de los dos casos anteriores, el espesor mínimo de corte será de 40 cm.

4 **Para la construcción de la plataforma que conformará en 3 capas de material con la calidad de una subrasante con un espesor del 20 cm, que deberá compactarse hasta alcanzar un grado de compactación mínimo del 98 % del peso volumétrico seco máximo con una humedad óptima.**

5 La plataforma deberá afinarse para incrementar el contacto losa – plataforma, y que esta última cumpla con su objetivo.

6 Si en el lapso de tiempo entre la terminación de la plataforma y la colocación de los firmes es mayor de un día, se recomienda la aplicación de riegos ligeros de agua para mantener las condiciones de humedad y con ello la compactación de la plataforma.

7 Se recomienda en todos los casos verificar el grado de compactación de las capas con el apoyo de un laboratorio de control de calidad.

- Tomando en cuenta la colocación de una plataforma de material mejorado, las características geotécnicas del sitio y las mediciones realizadas con pruebas de placa en plataformas **ulo de reacción de 1700 ton/m^3** es actuales del local.

11. CARACTERIZACION DE LOS MATERIALES.

Con el fin de establecer la factibilidad de que los materiales encontrados en el lugar puedan emplearse en la construcción de plataformas, se deberán atender las siguientes recomendaciones.

UNIDAD	FACTIBILIDAD DE USO
Primera	El material encontrado en la primera unidad corresponde a una arcilla arenosa café rojizo, con espesor 3.00 metros. De acuerdo a las pruebas de laboratorio cuenta con una distribución granulométrica de 0.63% de gravas, 25.09% de arenas y 74.28% de finos, con limite liquido de 46.83% y limite plástico de 16.74% clasificándose como una variacion entre (CH) y (CL). Tambien con las pruebas de laboratorio se determino que el suelo cuenta con un VRS de 12.94% y expansion de 2.70%. **Debido a que el material esta conformado principalmente por arcillas potencialmente expansivas, el material producto de corte deberá ser retirado de la obra y no se recomienda utilizarse en ninguno de los procesos constructivos.**

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

RECONOCIMIENTO DEL SITIO.

Con base en las condiciones del subsuelo del predio en estudio y las características del proyecto, es posible concluir lo siguiente:

- El área del predio en estudio es de aproximadamente: 324.00 m²

- El predio presenta las siguientes características:

- Actualmente el predio se encuentra sin construcción, con maleza superficial y vegetación de baja y mediana altura, además se encuentra delimitado unicamente con las vialidades de acceso al predio y una cerca de alambre delimitando parcialmente hacia las vialidades.
- El predio se encuentra prácticamente plano sin desniveles apreciables dentro del mismo.
- El nivel del predio está a nivel de los predios colindantes y por arriba de las vialidades de acceso.

La zona donde se ubica el predio cuenta con las siguientes características:

- Las vialidades se encuentra pavimentadas con concreto hidráulico, banqueta publica y guarnición.
- Las vialidades cuentan con pendiente suficiente para el desalojo de las aguas pluviales.
- No existen cuerpos de agua cercanos al predio que pudieran comprometer el buen comportamiento de la estructura.
- No se observan daños en construcciones colindantes al predio en estudio que pudieran ser causados por el tipo de suelo.

Calle Plan de Ayala No. 2344, Colonia Emiliano Zapata, Culiacán, Sinaloa.
Calle Mina de Tayoltita No. 2501, Colonia Miguel de la Madrid, Culiacán, Sinaloa.
TEL./FAX: 01(667)729-00-30
01 (667)749-64-93
CEL.: 667 154-08-97 Y 667 791-71-25
e-mail: ingenium2007@prodigy.net.mx web:www.ingeniumconsultores.com.mx

EXPLORACIÓN Y MUESTREO.

- Sobre la base de la exploración, muestreo de suelos y ensayes de laboratorio se pueden describir las unidades estratigráficas del subsuelo.

UNIDAD	DESCRIPCION	PROPIEDADES
PRIMERA	ARCILLA ARENOSA CAFÉ ROJIZO	VER TABLA No. 1

- Cabe mencionar que durante la exploración se logro establecer el nivel de aguas freáticas a una profundidad de 2.70 m en el PCA-1 y 2.30 m en el PCA-2.

CIMENTACIONES

- El local podrá desplantarse con zapatas corridas y aisladas de acuerdo con las recomendaciones vertidas en el capítulo 7.1 de este informe. La capacidad de carga admisible para las diferentes condiciones se pueden ver en las tablas No. 2 y 3 de este informe

- El local podrá desplantarse con losa de cimentación de acuerdo con las recomendaciones vertidas en el capítulo 7.1 de este informe. La capacidad de carga admisible para las diferentes condiciones se puede ver en la tabla No. 4 de este informe

- Para el caso del anuncio independiente, se recomienda desplantar con **zapata aislada a 1.70 metros de profundidad** de acuerdo con las recomendaciones previamente citadas en el capítulo 7.1. La capacidad de carga admisible se resume en la tabla No. 5 de este informe

- Se recomienda que una vez hecho el análisis estructural, se verifique que la presión de contacto no sobrepase la capacidad de carga para el ancho y profundidad de desplante seleccionada. Con esto se cumplirá el estado límite de falla.

- Si se requieren modificar las dimensiones de las cimentaciones o las profundidades de desplante se deberá notificar para realizar los cálculos correspondientes.

- El asentamiento obtenido para las cimentaciones es admisible de acuerdo con las condiciones de geometría y presión consideradas y las condiciones geotécnicas del sitio. Con esto se cumple con el estado límite de servicio. (Ver las tablas No. 6 y 7 del inciso 7.2).

EXCAVACIONES (ANUNCIO).

- Las excavaciones para las cimentaciones, se deberán efectuar con taludes de reposo, podrán llevarse a cabo con equipo mecánico, excepto los últimos 20 cm que se deberán atacar con herramienta manual. Deberán permanecer abiertas el tiempo mínimo indispensable para la construcción a fin de evitar el intemperismo y/o desintegración del suelo.

- Una vez alcanzado el nivel de desplante, se deberá realizar un corte extra para realizar un mejoramiento similar al de las zapatas de cimentacion colocando una capa de 30 cm de material calidad sub base o base de rio.

- Esta estabilizacion obedece a que el nivel freatico se encontro a partir de 2.300 metros en uno de los sondeos y a que el material del sitio se encuentra conformado principalmente por materiales finos potencialmente expansivos.

- Hecho lo anterior, se deberá afinar la superficie del fondo, para posteriormente colocar una plantilla de 5 cm de espesor a base de concreto f'c=100 kg/cm^2.

RELLENOS.

- Para rellenar las excavaciones se podrá usar un material que tenga una calidad similar a la de una sub rasante o una sub base. El material deberá compactarse en capas no mayores de 20 cm hasta alcanzar un grado de compactación mínimo del 98% y 100% respectivamente del peso volumétrico seco máximo del material, con un contenido óptimo de humedad.

Calle Plan de Ayala No. 2344, Colonia Emiliano Zapata, Culiacán, Sinaloa.
Calle Mina de Tayoltita No. 2501, Colonia Miguel de la Madrid, Culiacán, Sinaloa.
TEL./FAX: 01(667)729-00-30
01 (667)749-64-93
CEL.: 667 154-08-97 Y 667 791-71-25
e-mail: ingenium2007@prodigy.net.mx web:www.ingeniumconsultores.com.mx

BANQUETAS Y FIRMES

- En cuanto a la construcción de banquetas y firmes, se deberán cumplir con los trabajos de corte, tratamiento, espesores, los procedimientos constructivos y las especificaciones citados en este informe.

- Se iniciará el colado de concreto una vez que se hayan cumplido con los requisitos de compactación de las terracerías.

- Las banquetas y firmes se construirán de concreto simple con una resistencia f'c= 150 Kg/cm² o lo indicado en el proyecto; su revenimiento será de 8-10 cm. con T.M.A. de 19 mm (3/4").

- El espesor mínimo de las banquetas y firmes será de 8 cm. y tendrá pendiente hacia las vialidades del 1.5 %. La pendiente especificada deberá estar perfilada desde el concepto de relleno.

- La operación inicial para la construcción de las banquetas y firmes, será la de limpiar y humedecer la base sobre la cual descansará la banqueta, debiéndose compactar y nivelar completamente la base antes de limpiarla y humedecerla. Así mismo se deben de considerar los trabajos referentes a la construcción de rampas para minusválidos, cuyas dimensiones serán indicadas en el proyecto o en su caso en el catalogo de conceptos.

- Las banquetas y firmes podrán colarse continuas o por secciones alternadas a cada 2 metros. En caso de que se construyan continuas a cada 2 metros se hará un corte de 3 milímetros de ancho y 4 cm. de profundidad hasta 30 metros de longitud. Si se construyen alternadas, en cada junta se colocará celotex como junta de dilatación, en todo caso será obligatorio seleccionarlas cada seis metros.

- Las juntas de contracción serán de tal manera que se obtengan cuadros de losa con relación largo/ancho no mayor de 1.5.

- Para la compactación del concreto se deberá usar vibradores del tipo de inmersión (de chicote).

- Para aquellas superficies de concreto que no estén en contacto con la cimbra, debe aplicarse uno de los siguientes métodos inmediatamente después de la terminación de la colocación y acabado del mismo, preferentemente cuando la superficie del concreto haya perdido su brillo:

  * Rociado continúo.
  * Aplicación de telas absorbentes que se deben mantener humedecidas constantemente.
  * Aplicación de arena que se debe mantener humedecida constantemente.

  El curado de acuerdo con los incisos anteriores debe continuar durante al menos 7 (siete) días o el tiempo necesario para que el concreto alcance el 65% (sesenta y cinco por ciento) de la resistencia especificada.

- El acabado final de las banquetas y firmes se dará con un rayado por medio de un escobillado recto, que deje una superficie rugosa antiderrapante. No se dará agregando agua a la superficie, ni espolvoreando cemento. Las rampas de minusválidos deberá ir en cada vértice de manzana; el abanico del vértice se colará al último, para dejar en su caso a preparación para los postes eléctricos.

DEL PROYECTO EN GENERAL

- Con referencia a las excavaciones para cimentaciones e instalaciones es conveniente citar que en estado natural, los materiales naturales existentes, en el sitio pueden excavarse en taludes verticales hasta profundidades de 2.0 metros sin requerir elementos de soporte, para profundidades mayores es recomendable contemplar contar en obra con elementos de soporte temporales para los trabajos de excavación.

- Las excavaciones se podrán realizar con máquinas retroexcavadoras comunes (Case 580, Caterpillar 416, etc.) hasta los 3.00 metros de profundidad sin problema alguno.

- Se deberá tener cuidado de no generar daños en las construcciones vecinas, especialmente durante los trabajos de construcción de la cimentación.

- Es importante que el proyecto incluya obras de drenaje que garanticen que los materiales existentes no sufran incrementos sustanciales de agua o bien problemas de erosión.

- Terminada la construcción, se recomienda que se realice una limpieza y nivelación de los predios colindantes para garantizar que el agua pluvial sea conducida lo más rápido posible hacia la zona de drenaje destinada en el predio y evitar su filtración al subsuelo que pudiera generar problemas en la construcción.

- Se recomienda durante la construcción, el apoyo de un laboratorio de control de calidad para que se cumplan con los requerimientos citados en este informe.

- **Se recomienda realizar un estudio hidrológico del sitio que permita conocer la posibilidad de que el predio pueda sufrir inundaciones durante la época de lluvias.**

Calle Plan de Ayala No. 2344, Colonia Emiliano Zapata, Culiacán, Sinaloa.
Calle Mina de Tayoltita No. 2501, Colonia Miguel de la Madrid, Culiacán, Sinaloa.
TEL./FAX: 01(667)729-00-30
01 (667)749-64-93
CEL.: 667 154-08-97 Y 667 791-71-25
e-mail: ingenium2007@prodigy.net.mx web:www.ingeniumconsultores.com.mx

RESUMEN DE INFORMACIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS

CIMENTACIÓN

TIPO DE CIMENTACIÓN RECOMENDADA:	zapatas corridas				
PROFUNDIDAD DE DESPLANTE:	1.50 m a partir de nivel de piso terminado sobre una capa de 30 cm de material calidad sub base o base de rio.				
CAPACIDAD DE CARGA :	12.55	ton/m²	Ancho (b)	1.5	m
TIPO DE MATERIAL ENCONTRADO EN EL DESPLANTE DE CIMENTACIONES:	Arcilla Arenosa Café Rojizo				

TIPO DE CIMENTACIÓN RECOMENDADA:	zapatas aisladas				
PROFUNDIDAD DE DESPLANTE:	1.50 m a partir de nivel de piso terminado sobre una capa de 30 cm de material calidad sub base o base de rio.				
CAPACIDAD DE CARGA :	14.79	ton/m²	Ancho (b)	1.5	m
TIPO DE MATERIAL ENCONTRADO EN EL DESPLANTE DE CIMENTACIONES:	Arcilla Arenosa Café Rojizo				

TIPO DE CIMENTACIÓN RECOMENDADA:	Losa de cimentación				
PROFUNDIDAD DE DESPLANTE:	0.25 m a partir de nivel de piso terminado sobre un mejoramiento de 0.60 m calidad mínima subrasante.				
CAPACIDAD DE CARGA :	7.26	ton/m²	Ancho (b)	1.5	m
MODULO DE REACCION:	1700	ton/m³			
TIPO DE MATERIAL ENCONTRADO EN EL DESPLANTE DE CIMENTACIONES:	Arcilla Arenosa Café Rojizo				

EN CASO DE EXISTIR ANUNCIO CONSIDERAR;

CAPACIDAD DE CARGA EN ANUNCIO:	16.04	ton/m²
PROFUNDIDAD DE DESPLANTE ANUNCIO:	2.00 m a partir de nivel de piso terminado sobre una capa de 30 cm de material calidad sub base o base de rio.	
ANCHO DE ZAPATA DE ANUNCIO:	2.0	m
TIPO DE MATERIAL ENCONTRADO EN EL DESPLANTE DE CIMENTACIONES:	Arcilla Arenosa Café Rojizo	

TERRACERIAS

ESPESOR MÍNIMO DE CORTE EN ÁREA DE EDIFICACIÓN.	**0.40**	**(m)**
ESPESOR MÍNIMO DE PLATAFORMA EN ÁREA DE EDIFICIO (LOSA)	**0.60**	**(m)**
ESPESOR MÍNIMO DE PLATAFORMA EN ÁREA DE EDIFICIO (FIRMES)	**0.60**	**(m)**

CONISIDERACIONES PARA LA COLOCACIÓN DE LA PLATAFORMA:

El material de relleno deberá ser calidad mínima subrasante de acuerdo con los requerimientos de la S.C.T. El cual deberá ser colocado en capas de 0.20 metros con equipo de compactación adecuado, se compactara el relleno hasta alcanzar minimamente el 98% de su peso volumétrico seco máximo con su humedad optima correspondiente. **Antes de su colocacion se debera escarificar y compactar el terreno natural en un espesor de 20 cm garantizando minimamente el 90% de su pvsm con su humedad optima correspondiente.**

ESPESOR MINIMO DE CORTE EN AREA DE ESTACIONAMIENTO	**0.40**	**(m)**
ESPESOR MINIMO DE PLATAFORMA EN ÁREA DE ESTACIONAMIENTO	**0.40**	**(m)**

Una vez realizado el corte correspondiente según los niveles de proyecto para garantizar un cuerpo de terracerías de 55 cm (terracerías mas concretos) se deberá escarificar y compactar el terreno natural en un espesor de 20 cm garantizando mínimamente el 90% de su pvsm con su humedad optima correspondiente. Terminando la compactación del terreno natural se deberá colocar una capa de 20 cm de material calidad mínima subrasante de acuerdo con los requerimientos de la S.C.T. y se compactara hasta alcanzar mínimamente el 98% de su peso volumétrico seco máximo con su humedad optima correspondiente. Posteriormente se colocara una capa de 20 cm de material calidad base la cual se compactara al 100% de su peso volumétrico seco máximo con su humedad optima correspondiente.

SECCIÓN

CONCRETO	**0.15**	**m**	MR = 38 kg/cm²
BASE	**0.20**	**m**	***VRS > 80*** %
SUB-RASANTE	**0.20**	**m**	***VRS > 20*** %
TERRENO NATURAL	**VARIABLE**		***VRS 5 a 20*** %
TIPO DE MATERIAL EXCAVABLE	**B**		

Observaciones finales.

Las conclusiones vertidas en este estudio, son resultado de las observaciones del o los sondeos realizados, pruebas de campo y laboratorio. En caso de encontrar cambios durante el procedimiento constructivo, se deberá notificar para emitir las recomendaciones pertinentes.

Se firma este documento, el día 26 de marzo del 2024, en Culiacán, Sinaloa.

A t e n t a m e n t e.

Ingenium Ingenieros Consultores S.C.
ING. ISMAEL RODRÍGUEZ VAZQUEZ
DIRECTOR GENERAL