

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS
EN UN PREDIO DONDE SE PROYECTA
CONSTRUIR UN LOCAL PARA MINISUPER
DENOMINADO "MELCHOR OCAMPO"
EN EL ROSARIO, SINALOA.

PARA:

BRN INMOBILIARIA DEL PACIFICO

JULIO DEL 2023



Consultoría en Ingeniería Civil.

Proyectos

Mecánica de Suelos.

Análisis y Diseño de Estructuras de Concreto, Acero y Madera Pavimentos.

Control de Calidad en Materiales y Terracerías.

Equipo de Perforación.

Gestoría ante Dependencias Municipales y Estatales.

(Director Responsable de Obra y Corresponsable en Seguridad Estructural)

Levantamientos Topográficos

**INGENIUM INGENIEROS CONSULTORES S.C.
SERVICIOS EN INGENIERIA CIVIL**



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

ÍNDICE

	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 **Daniela Enríquez**, se realizó este estudio de mecánica de suelos en un predio donde se proyecta construir un minisúper.

Minisúper: **Melchor Ocampo**

Ubicación: **El Rosario, 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 **El Rosario** 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 ensayos 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.

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.

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 ensayos 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.

UBICACIÓN Y COLINDANCIAS

El predio se ubica en :

Esquina: Calle Melchor Ocampo Nte. y Calle Allende

Colonia: La Cruz

Ciudad: El Rosario, Sinaloa.

PRINCIPALES COLINDANCIAS.

Al Norte: Calle Melchor Ocampo Nte.

Al Sur: Calle Allende

Al Oriente: Casa Habitación

Al Poniente: Esquina entre Calle Melchor Ocampo Nte. y Calle Allende

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

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.

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

AREAS	m ²
Área total	168.27

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: 168.27 m²

El predio presenta las siguientes características:

- Actualmente se encuentra una casa habitación sobre el predio y un patio, este cuenta con poca basura, botellas de vidrio, escombros, juguetes y maleza de pequeña altura. El predio se encuentra delimitado por bardas vecinales y las banquetas de sus colindancias.
- 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 de acceso al predio se encuentran pavimentadas con pavimento hidráulico.
- Las vialidades cuentan con pendiente suficiente para el desalojo de las aguas pluviales.
- No existen cuerpos de agua cercanos al predio que pudieran afectar el funcionamiento del proyecto.
- 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

Geológicamente este municipio está integrado por riolitas, riolacitas, dacitas y andecitas del terciario inferior medio; existen también algunos derrames volcánicos y piroclásticos de formación andesítica, así como porciones intercaladas de limos, arcillas, gravas, abanicos aluviales, depósitos de talud y fragmentos de rocas ígneas y metamórficas.

En la porción suroriental tiene formaciones geológicas de rocas andesíticas y felsíticas del cretácico tardío temprano. Al oriente se encuentra una unidad constituida por conglomerado, arcosa y tobácea de tipo lítico y arenoso, con afloramiento de derrames volcánicos y piroclásticos de composición andesítica.

En la zona sur se localizan sedimentos finos, limos y arcillas, características de las llanuras mixtas de inundación que se presentan como lodos negros ricos en materia orgánica, con pequeñas intercalaciones de derrames volcánicos y piroclásticos, además de extractos tobolares con mezclas conglomeráticas.

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.

Orografía

El territorio se eleva desde el nivel del mar en el Océano Pacífico hasta la zona de la Sierra Madre Occidental donde supera los 2 mil metros sobre el nivel del mar.

De sus montañas destacan el cerro Yauco con 900 metros sobre el nivel del mar que se aprecia en todo el municipio, otras montañas son: la mesa de la Hormiga con 1,000 metros el cerro de Los Leones con 360 metros sobre el nivel del mar, el cerro Cabeza de Caballo con 590 metros sobre el nivel del mar, el cerro del Ocote con 1,130 metros sobre el nivel del mar. Las comunidades de Corral de Piedra y Plomosas se encuentran a una altura de 1,580 y 2,070 metros sobre el nivel del mar respectivamente.

Hidrografía

Tres ríos confluyen para formar el río Baluarte, uno de los más caudalosos en el estado. El río Matatán nace en la sierra de las Minitas al sureste del municipio donde varios arroyos se le unen, a su vez éste se une al río Baluarte a la altura de Matatán. El río Baluarte inicia su cauce cerca de Santa María de Gracia, a partir de escurrimientos del Espinazo del Diablo en los límites con Durango.

En la Urraca se le une el río Pánuco que tiene su origen en el municipio de Concordia. El río Baluarte desemboca en el Océano Pacífico entre los poblados de Agua Verde y Chametla. En la hacienda del Tamarindo se localiza la derivadora Genaro Estrada sobre el río Baluarte, con canales de riego. Otra presa, se localiza en Higueras sobre el arroyo de El Negrito. En la cabecera municipal, se localiza Tres Lagunas, destacando la del iguanero por su interés turístico. De suma importancia en la producción camaronícola y piscícola, el sistema lagunario Huizache-Caimanero, se localiza entre los 22° 50' y 23° 50' latitud norte y entre los 105° 55' y 106° 20' longitud oeste. En temporada de lluvias alcanza una extensión de 17 mil 500 hectáreas. Correspondiendo 13 mil 400 al Caimanero y 4 mil 100 al Huizache, con una profundidad de 2 metros. Ambas lagunas se comunican al mar por canales denominados esteros, el ostial para el Huizache y Agua Dulce para el Caimanero.

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

Geológicamente este municipio está integrado por riolitas, riolacitas, dacitas y andecitas del terciario inferior medio; existen también algunos derrames volcánicos y piroclásticos de formación andesítica, así como porciones intercaladas de limos, arcillas, gravas, abanicos aluviales, depósitos de talud y fragmentos de rocas ígneas y metamórficas.

4. TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de campo consistieron en la ejecución de:

NÚMERO DE SONDEOS: 1 (PCA-1)

TIPO DE SONDEO: A CIELO ABIERTO

PROFUNDIDAD MÁXIMA: 3.00 metros

EQUIPO USADO: RETROEXCAVADORA

UBICACIÓN DE SONDEOS: ÁREA DE LOCAL

En la figura No. 4 del Anexo No. 1, se presenta la ubicación del sondeo realizado.

Muestreo realizado:

SE LOGRÓ LA RECUPERACION DE MUESTRAS ALTERADAS A DIFERENTES PROFUNDIDADES EN EL PCA 1.

SE LOGRÓ LA RECUPERACION DE UNA MUESTRA INALTERADA EN EL PCA-1 SOBRE LA SEGUNDA UNIDAD ESTRATIGRAFICA.

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 ensayos 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 ensayos 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 el sondeo correspondiente.

(Ver la figura No. 5 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 la medición de la **consistencia relativa** en base a los resultados de ensayos en campo y laboratorio.

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 ensayos de laboratorio se pueden describir las unidades estratigráficas del subsuelo.

UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	PRIMERA	SEGUNDA
	GRAVA ARENA LIMOSA GRIS (RELLENO)	ARCILLA ARENOSA CAFÉ ROJIZO
SONDEO	PCA-1	PCA-1
ESPESOR	0.30	2.70
COMPACIDAD RELATIVA	MEDIA	
CONSISTENCIA RELATIVA		RÍGIDA
GRAVAS%	48.65	6.52
ARENAS%	42.32	18.46
FINOS %	9.04	75.01
CONTENIDO DE AGUA, %	2.35	26.32
LÍMITE LÍQUIDO, %	INAP	41.55
LÍMITE PLÁSTICO %	INAP	15.75
DENSIDAD DE SÓLIDOS		2.73
PESO VOL. NATURAL, t/m ³		1.36
PESO VOL. MÍNIMO, t/m ³		
PESO VOL. MÁXIMO, t/m ³		1.73
RELACION DE VACÍOS (e)		1.54
POROSIDAD (n)		0.61
GRADO DE SATURACIÓN (G _w)		46.56
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	(GP-GM)	VARIA DE (CL) A (ML)

TABLA No. 1

Cabe mencionar que durante la exploración se encontró el nivel de aguas freáticas a 1.50 m en el PCA-1.

En el Anexo No. 1, se puede ver un corte estratigráfico esquemático donde se muestra el perfil del terreno y el subsuelo, en la figura No. 6.

7. DISEÑO GEOTÉCNICO DE LA CIMENTACIÓN.

7.1 ANÁLISIS DE ESTADO LÍMITE DE FALLA.

Como se comentó 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 1.20 metros de profundidad a partir de nivel de piso terminado sobre una capa de 40 cm de boleos de 4 a 6" de diámetro incrustadas sobre el terreno natural.
- Zapatas aisladas las cuales deberán estar desplantadas a 1.20 metros de profundidad a partir de nivel de piso terminado sobre una capa de 40 cm de boleos de 4 a 6" de diámetro incrustadas sobre el terreno natural.
- Losa de cimentación la cual deberá ser desplantada a 0.25 metros de profundidad a partir de nivel de piso terminado sobre una plataforma de 60 cm de material mejorado apoyado en una capa de 40 cm de boleos de 4 a 6" de diámetro incrustada sobre el terreno natural.

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., <i>N</i>	Compacidad Relativa	Número de Golpes Por 30 cm., <i>N</i>	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_z (m/s)	γ_z (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 la consistencia relativa de la segunda unidad la cual se estableció como firme, se establecieron conservadoramente los siguientes parámetros mecánicos:

Unidad influenciada por la carga: Segunda unidad estratigráfica

Cohesión del suelo: 2.00 ton/m²

Ángulo de fricción interna: 25 °

En el Anexo No. 3 se presentan los resultados de los ensayos 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
N_c	Coeficiente de capacidad de carga dado por:	
	$N_c = 5.14 \cdot \left[1 + 0.25 \frac{D_f}{B} + 0.25 \frac{B}{L} \right]$	
	Para: $\frac{D_f}{B} \leq 2$ y $\frac{B}{L} < 1$	En caso de no cumplir las desigualdades los factores serán iguales a 2 y 1 respectivamente.
D_f	Profundidad de desplante.	m
N_q	Coeficiente de capacidad de carga dado por:	
	$N_q = e^{\pi \tan \Phi} \cdot \tan^2 \left(45 + \frac{\Phi}{2} \right)$	
	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	°
	$\Phi = \arctan (\alpha \tan \phi^*)$	
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: 1.20 metros.

EMS LOCAL MINISUPER MELCHOR OCAMPO

TIPO DE CIMENTACIÓN: ZAPATAS CORRIDAS

c_u	2.00	t/m ²	Cr < 70%	α	0.67
ϕ^*	25.00	grados	Cr ≥ 70%	α	1.00
Cr	70.00	%			
α	1.00		p_v	2.07	t/m ²
Φ	25.00	grados	u	0.00	t/m ²
γ_1	1.73	t/m ³	p'_v	2.07	t/m ²
γ_2	0.73	t/m ³	Fr	0.35	
D_f	1.20	m			

CAPACIDAD DE CARGA PARA VARIOS ANCHOS DE CIMENTACIÓN RECTANGULAR

B	L m	D_f/B V.M. = 2	B/L V.M. = 1	N_c	N_q	N_γ	q_{adm} t/m ²
0.60	10.00	2.0000	0.0600	7.787	10.960	10.887	15.57
0.80	10.00	1.5000	0.0800	7.170	11.060	10.887	15.49
1.00	10.00	1.2000	0.1000	6.811	11.159	10.886	15.59
1.10	10.00	1.0909	0.1100	6.683	11.209	10.885	15.67
1.20	10.00	1.0000	0.1200	6.579	11.259	10.884	15.77
1.50	10.00	0.8000	0.1500	6.361	11.408	10.878	16.14
2.00	10.00	0.6000	0.2000	6.168	11.657	10.859	16.87
2.50	10.00	0.4800	0.2500	6.078	11.905	10.832	17.67

Tabla No. 2 capacidad de carga para una configuración de zapatas corridas desplantadas a 1.20 m a partir del nivel de piso terminado para diferentes anchos de cimentación.

cimentación:

TIPO DE CIMENTACIÓN: Zapatas aisladas

PROFUNDIDAD DE DESPLANTE: 1.20 metros.

EMS LOCAL MINISUPER MELCHOR OCAMPO

TIPO DE CIMENTACIÓN: ZAPATAS AISLADAS

c_u	2.00	t/m ²	Cr < 70%	α	0.67
ϕ^*	25.00	grados	Cr ≥ 70%	α	1.00
Cr	70.00	%			
α	1.00		p_v	2.07	t/m ²
Φ	25.00	grados	u	0.00	t/m ²
γ_1	1.73	t/m ³	p'_v	2.07	t/m ²
γ_2	0.73	t/m ³	Fr	0.35	
D_f	1.20	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	N_c	N_q	N_γ	q_{adm} t/m ²
0.80	0.80	1.5000	1.0000	8.353	15.634	9.308	19.47
1.00	1.00	1.2000	1.0000	7.967	15.634	9.308	19.44
1.20	1.20	1.0000	1.0000	7.710	15.634	9.308	19.50
1.50	1.50	0.8000	1.0000	7.453	15.634	9.308	19.67
2.00	2.00	0.6000	1.0000	7.196	15.634	9.308	20.08
2.50	2.50	0.4800	1.0000	7.042	15.634	9.308	20.57
2.80	2.80	0.4286	1.0000	6.976	15.634	9.308	20.87
3.00	3.00	0.4000	1.0000	6.939	15.634	9.308	21.08
3.50	3.50	0.3429	1.0000	6.866	15.634	9.308	21.62
4.00	4.00	0.3000	1.0000	6.811	15.634	9.308	22.18

Tabla No. 3 capacidad de carga para zapatas aisladas desplantadas a 1.20 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.

EMS LOCAL MINISUPER MELCHOR OCAMPO

TIPO DE CIMENTACIÓN: LOSA DE CIMENTACIÓN

c_u	2.00	t/m ²	Cr < 70%	α	0.67
ϕ^*	25.00	grados	Cr ≥ 70%	α	1.00
Cr	70.00	%			
α	1.00		p_v	0.43	t/m ²
Φ	25.00	grados	u	0.00	t/m ²
γ_1	1.73	t/m ³	p'_v	0.43	t/m ²
γ_2	1.73	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	10.960	10.887	7.94
0.80	10.00	0.3125	0.0800	5.644	11.060	10.887	8.54
1.00	10.00	0.2500	0.1000	5.590	11.159	10.886	9.17
1.10	10.00	0.2273	0.1100	5.573	11.209	10.885	9.50
1.20	10.00	0.2083	0.1200	5.562	11.259	10.884	9.83
1.50	10.00	0.1667	0.1500	5.547	11.408	10.878	10.83
2.00	10.00	0.1250	0.2000	5.558	11.657	10.859	12.51
2.50	10.00	0.1000	0.2500	5.590	11.905	10.832	14.19

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 q_{adm} será igual al ancho del local.

Cimentación de anuncio

TIPO DE CIMENTACIÓN: Zapata Aislada

PROFUNDIDAD DE DESPLANTE: 1.50 metros.

EMS LOCAL MINISUPER MELCHOR OCAMPO

TIPO DE CIMENTACIÓN: ZAPATA AISLADA

c_u	2.00	t/m ²	Cr < 70%	α	0.67
ϕ^*	25.00	grados	Cr ≥ 70%	α	1.00
Cr	70.00	%			
α	1.00		p_v	2.59	t/m ²
Φ	25.00	grados	u	0.00	t/m ²
γ_1	1.73	t/m ³	p'_v	2.59	t/m ²
γ_2	0.73	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	15.634	9.308	22.98
1.00	1.00	1.5000	1.0000	8.353	15.634	9.308	22.88
1.20	1.20	1.2500	1.0000	8.031	15.634	9.308	22.89
1.50	1.50	1.0000	1.0000	7.710	15.634	9.308	23.02
2.00	2.00	0.7500	1.0000	7.389	15.634	9.308	23.39
2.50	2.50	0.6000	1.0000	7.196	15.634	9.308	23.84
2.80	2.80	0.5357	1.0000	7.113	15.634	9.308	24.14
3.00	3.00	0.5000	1.0000	7.068	15.634	9.308	24.34
3.50	3.50	0.4286	1.0000	6.976	15.634	9.308	24.87
4.00	4.00	0.3750	1.0000	6.907	15.634	9.308	25.41

Tabla No. 5 capacidad de carga para zapata aislada desplantada a 1.50 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 (q_{adm}). Con esta condición se estará cumpliendo con el estado

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:

$\Sigma Q F_c$ 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).

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

Donde

ΔH	Asentamiento por consolidación.
Δe	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.

$$\Delta H = mv \Delta \sigma H \quad (B)$$

Donde:

ΔH	Asentamiento por consolidación
mv	Módulo de variación volumétrica, en cm ² /kg.
$\Delta \sigma$	Incremento de esfuerzos, kg/cm ² .
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).

$$\delta_e = q \cdot B \frac{1 - \nu^2}{E} \cdot N \quad (C)$$

Donde:

δ_e	asentamiento elástico en cm.
q	Presión de contacto; en kg/cm ² .
B	Ancho del área cargada; en cm.
ν	Relación de Poisson.
E	Módulo de elasticidad; en kg/cm ² .
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: 10.87 ton/m²
presión en la esquina: 5.44 ton/m²

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 segunda 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	ν	E kg/cm ²	N	ΔH_e cm
PRIMERA UNIDAD						
SEGUNDA UNIDAD	1.09	75	0.40	120	1.00	2.28
TERCERA UNIDAD						
CUARTA UNIDAD						
QUINTA UNIDAD						
					SUMA:	2.28

TABLA No. 6

Asentamiento elástico al centro de la cimentación

ASENTAMIENTOS ELASTICOS

ESTRATO	$\Delta\sigma$ kg/cm ²	B cm	ν	E kg/cm ²	N	ΔH_e cm
PRIMERA UNIDAD						
SEGUNDA UNIDAD	0.54	150	0.40	120	1.00	0.57
TERCERA UNIDAD						
CUARTA UNIDAD						
QUINTA UNIDAD						
SEXTA UNIDAD						
SUMA:						0.57

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:

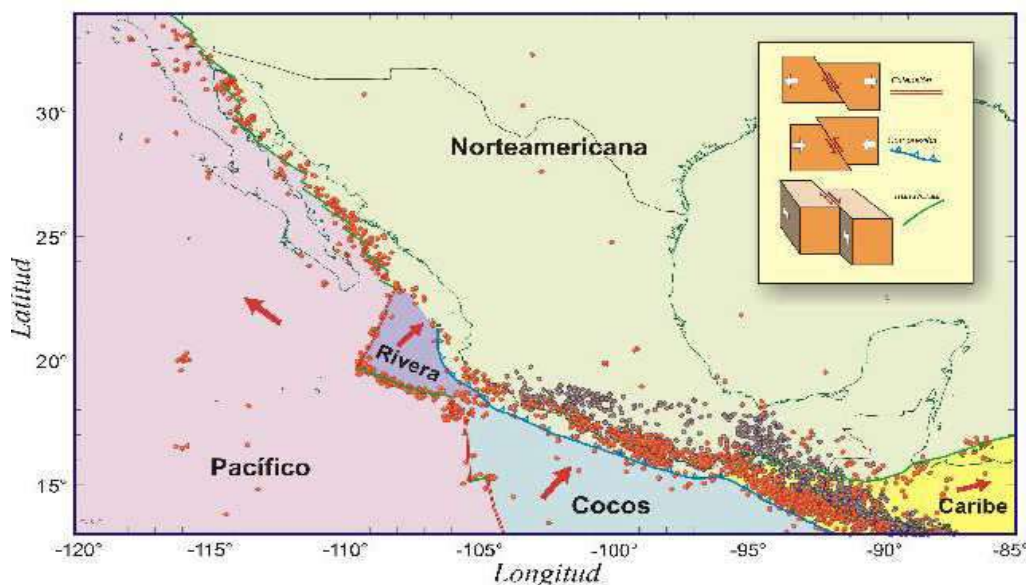
Zona Sísmica: Zona B

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.



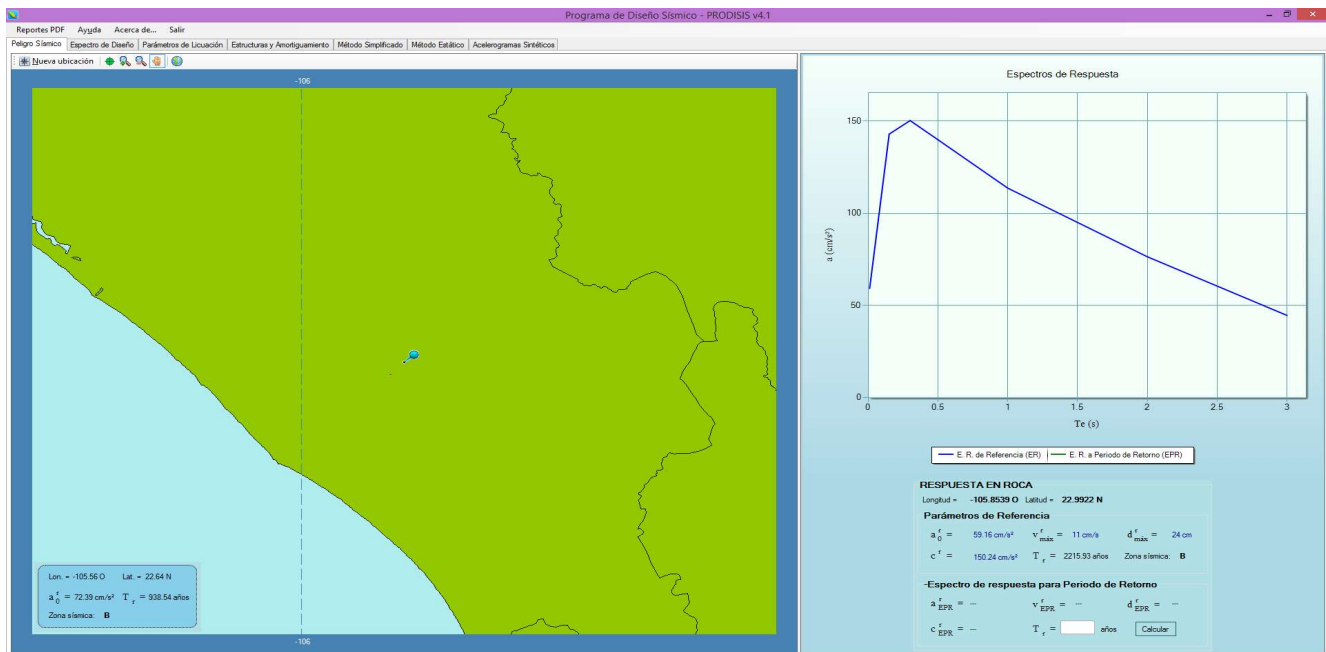
Placas tectónicas en México.

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.

En la figura No. 7 del Anexo No. 1, se ilustra la Regionalización sísmica del País, de acuerdo con el Manual de Diseño de la Comisión Federal de Electricidad.

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:



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

$a_0^r =$ Aceleración máxima en roca.

$v_{m\acute{a}x}^r =$ Velocidad

$d_{m\acute{a}x}^r =$ 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 =		-105.8539 O	Latitud = 22.9922 N
Parámetros de Referencia			
$a_0^r =$	59.16 cm/s ²	$v_{m\acute{a}x}^r =$	11 cm/s
$c^r =$	150.24 cm/s ²	$T_r =$	2215.93 años
		$d_{m\acute{a}x}^r =$	24 cm
		Zona sísmica: B	

Parámetros de referencia del sitio.

Tomando en cuenta la estratigrafía encontrada en el sitio compuesta por dos estratos 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 del suelo

Número de estratos: 2

	h (m)	ρ (kg/m ³)	vs (m/s)
1	0.50	1,850.00	140.00
2	9.50	1,726.00	180.00

Estratigrafía utilizada

Donde:

h. Es el espesor del estrato, en m.

ρ . Es la masa volumétrica de cada estrato, en kg/m³.

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 V_s , 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

$a_0^r = 59.16 \text{ cm/s}^2$ $c^r = 150.24 \text{ cm/s}^2$

Zona sísmica : B Importancia estructural B ▾

Caracterización del terreno de cimentación

$v_s = 181.11 \text{ m/s}$ $H_s = 10 \text{ m}$ $T_s = 0.22 \text{ s}$

☒ Estratigrafía Tipo de suelo III

Parámetros espectrales para estructuras A2 y B1

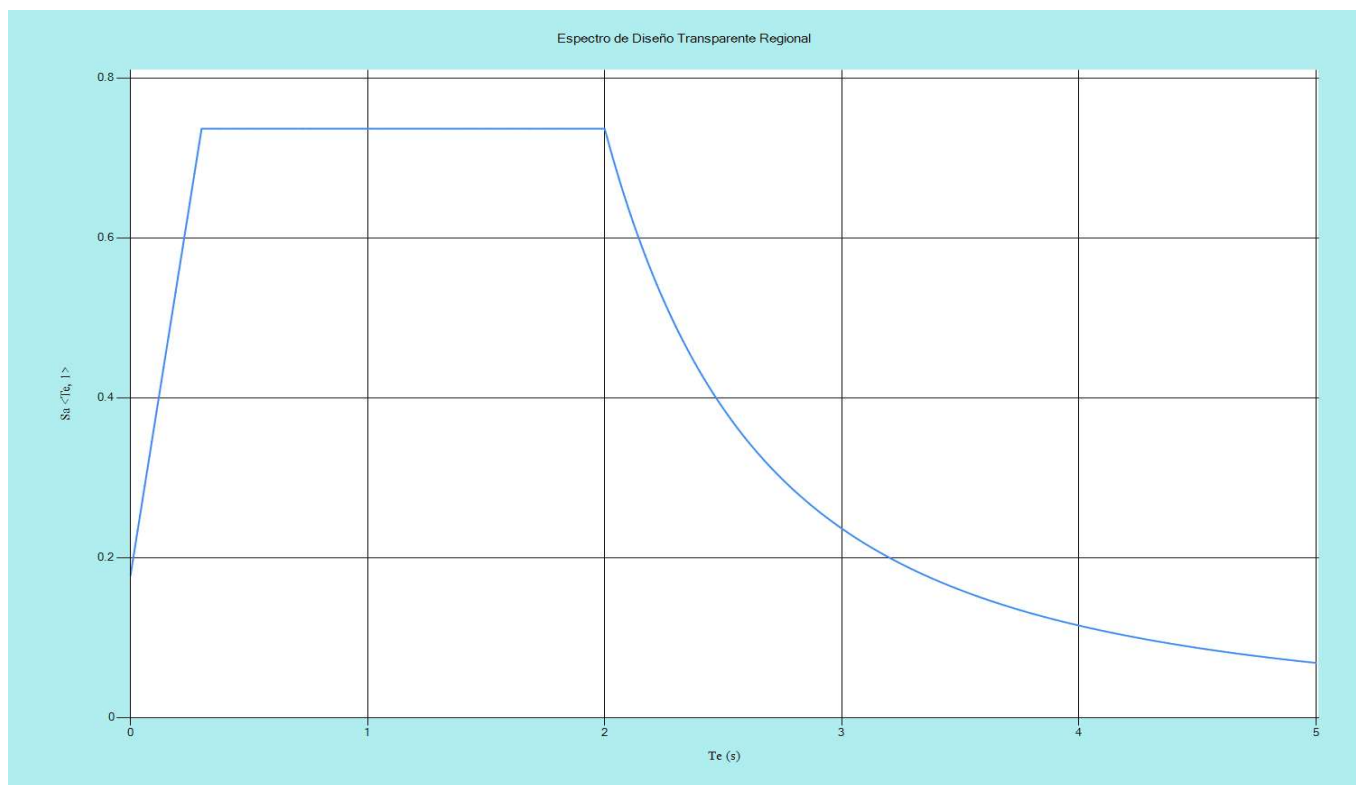
$F_{Sit} = 2.95$ $F_{Res} = 4.15$

$a_0 = 174.23 \text{ cm/s}^2$ $c = 722.20 \text{ cm/s}^2$

Considerar interacción suelo-estructura ☐

Caracterización del terreno de cimentación.

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

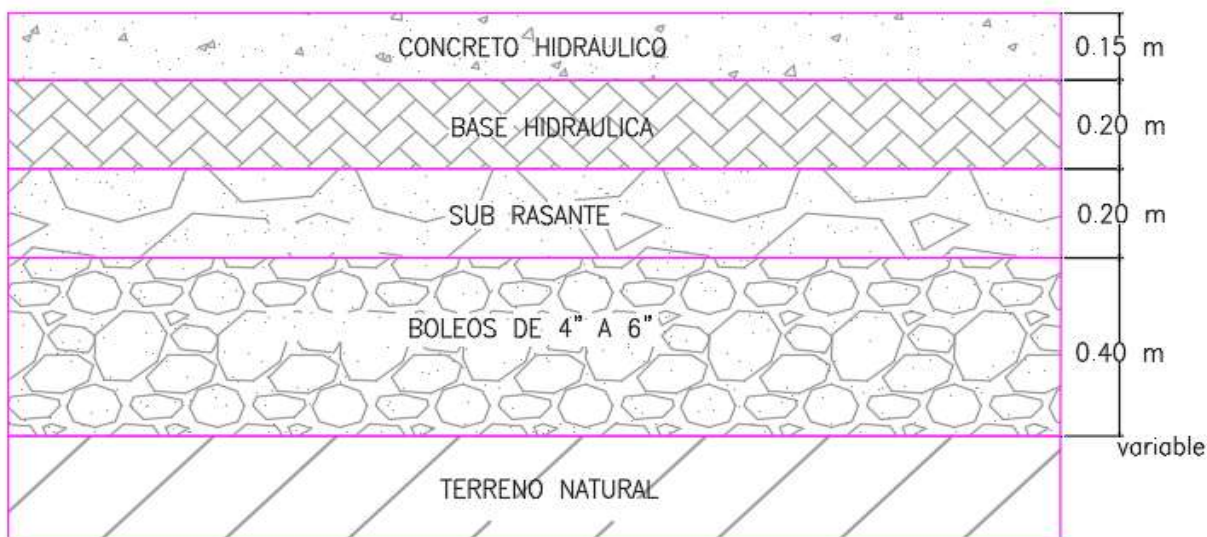


Espectro transparente regional modificado según la estratigrafía.

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. Es recomendable la colocación de una capa de 40 cm de boleos con diámetros de 4 a 6" incrustados sobre el terreno natural.**

La colocación de la capa de boleos obedece a que el nivel freático se encontró a partir de 1.50 metros y a que el suelo del sitio esta compuesto principalmente con materiales finos por lo que la humedad natural de toda la columna estratigráfica es muy alta y al momento de la construcción de las terracerías se puede tener movimientos en los desplantes.

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

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 para el retiro de los escombros de la construcción anterior y la basura superficial, 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. Se recomienda la colocación de una capa de 40 cm de materiales de boleos de 4 a 6" de diámetro incrustados sobre el terreno natural para la estabilización del desplante.**
- 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 mínimamente al 90% de su pvs. 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. **Antes de la colocación del cuerpo de pavimento se deberá colocar una capa de 40 cm de boleos de 4 a 6" de diámetro para la estabilización del desplante.**
- 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.**

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 $MR = 38 \text{ Kg/cm}^2$.**

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 óptima respectivamente.

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 límite líquido 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 óptimo.

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.**

8 del Anexo No. 1.

En esta norma se establece que: El porcentaje de Límite líquido 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 varía 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 óptimo.

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 Límite líquido 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 máquina 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 óptimo.

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 continuo.
 - * 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 profundidad 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 capítulo 7.1 se proponen dos opciones de zapatas, las cuales estarán desplantadas a 1.20 metros de profundidad a partir de nivel de piso terminado, 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 deberá realizar un corte extra necesario para colocar una capa de 40 cm de boleos de 6 a 8" de diámetro incrustados sobre el terreno natural para lograr una estabilización en el desplante.

Hecho lo anterior, se deberá colocar una plantilla de 5 cm de espesor a base de concreto $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$.

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 de espesor para ambos casos compuesta de material relleno de calidad subrasante colocada sobre una capa de 40 cm de boleos de 4 a 6" de diámetro incrustada sobre el terreno natural. 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 una plataforma mínima de 60 cm según sea el caso mas el espesor de concreto, una vez terminado el corte se deberá realizar un corte extra para la colocación de la capa de 40 cm de boleos en el desplante de la plataforma. b) Si una vez hecho el corte, es necesario elevar el nivel del terreno natural se deberá colocar la estabilización con una capa de 40 cm de boleos de 4 a 6" de diámetro incrustado sobre el terreno natural y posteriormente 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 se conformará en 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

de reacción de **1700 ton/m³**
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 grava arena limosa gris (relleno), con espesor de 0.30 metros. De acuerdo a las pruebas de laboratorio cuenta con una distribución granulométrica de 48.65% de gravas, 42.32% de arenas y 9.04% de finos, con límites de consistencia inapreciables. Debido a las pruebas realizadas se puede concluir que este estrato no es aceptable para utilizarse como subrasante en el proceso constructivo.
Segunda	En la segunda unidad estratigráfica se encontró una arcilla arenosa café rojizo a partir de los 0.30 metros y hasta la máxima profundidad explorada. Cabe destacar que se encontró el nivel de aguas freáticas a partir de 1.50 metros explorados. Según las pruebas de laboratorio este material cuenta con una distribución granulométrica de 6.52% de gravas, 18.56% de arenas y 75.01% de finos con límite líquido de 60.60% y límite plástico de 23.72%. Debido a que el estrato se compone principalmente por finos arcillosos expansivos el material producto de corte deberá ser retirado del predio y no podrá ser utilizado en ningún proceso constructivo.

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: **168.27 m²**
- El predio presenta las siguientes características:
 - Actualmente se encuentra una casa habitación sobre el predio y un patio, este cuenta con poca basura, botellas de vidrio, escombros, juguetes y maleza de pequeña altura. El predio se encuentra delimitado por bardas vecinales y las banquetas de sus colindancias.
 - 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 de acceso al predio se encuentran pavimentadas con pavimento hidráulico.
- Las vialidades cuentan con pendiente suficiente para el desalojo de las aguas pluviales.
- No existen cuerpos de agua cercanos al predio que pudieran afectar el funcionamiento del proyecto.
- No se observan daños en construcciones colindantes al predio en estudio que pudieran ser causados por el tipo de suelo.

EXPLORACIÓN Y MUESTREO.

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

UNIDAD	DESCRIPCION	PROPIEDADES
PRIMERA	GRAVA ARENA LIMOSA GRIS (RELLENO)	VER TABLA No. 1
SEGUNDA	ARCILLA ARENOSA CAFÉ ROJIZO	

- Cabe mencionar que durante la exploración se encontró el nivel de aguas freáticas a 1.50 m en el PCA-1.

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 mediante 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 pueden ver en la tabla

No. 4 de este informe

- Para el caso del anuncio independiente, se recomienda desplantar con **zapata aislada a 1.50 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.

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 verificar el material existente en el fondo de la excavación tenga un grado de compactación mínimo del 90%, en un espesor de cuando menos 20 cm.
- Hecho lo anterior, se deberá afinar la superficie del fondo, para posteriormente colocar una plantilla de 5 cm de espesor a base de concreto $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$.
- **Debido a la presencia de nivel de aguas freáticas se deberá de realizar un mejoramiento similar al de las zapatas la cual consiste en colocar una capa de 0.40 metros en el desplante de la zapata con boleos de 6" a 8" para estabilizar el desplante de la zapata.**

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.

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 $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$ 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 continuo.

* 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 ya que el material encontrado es **tipo B**.
- 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.**

RESUMEN DE INFORMACIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS

CIMENTACION

TIPO DE CIMENTACIÓN RECOMENDADA:

LOSA DE CIMENTACION

PROFUNDIDAD DE DESPLANTE:

0.25 m a partir de nivel de piso terminado sobre una plataforma de 60 cm de material mejorado mas una estabilización de 40 cm en el desplante de la plataforma.

CAPACIDAD DE CARGA :

10.83 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

TIPO DE CIMENTACIÓN RECOMENDADA:

ZAPATA CORRIDA Y AISLADA

PROFUNDIDAD DE DESPLANTE:

1.20 m a partir de nivel de piso terminado sobre una estabilización de 40 cm con material de boleos de 6 a 8" de diametro incrustados en el terreno natural.

CAPACIDAD DE CARGA :

16.14 ton/m² Ancho (b) 1.5 m

TIPO DE MATERIAL ENCONTRADO EN EL DESPLANTE DE CIMENTACIONES:

Arcilla Arenosa Café Rojizo

EN CASO DE EXISTIR ANUNCIO CONSIDERAR;

CAPACIDAD DE CARGA EN ANUNCIO:

23.39 ton/m²

PROFUNDIDAD DE DESPLANTE ANUNCIO:

1.50 metros a partir de nivel de piso terminado sobre un mejoramiento de 40 cm con material de boleos de 6 a 8" de diametro incrustados en el terreno natural..

ANCHO DE ZAPATA DE ANUNCIO:

2.00 m

TIPO DE MATERIAL ENCONTRADO EN EL DESPLANTE DE CIMENTACIONES:

Arcilla Arenosa Café Rojizo

TERRACERIAS EN AREA DE LOCAL

ESPEJOR MÍNIMO DE CORTE EN ÁREA DE LOCAL.

0.40 (m)

ESPEJOR MÍNIMO DE PLATAFORMA PARA LOSA EN AREA DE LOCAL

0.60 (m)

ESPEJOR MÍNIMO DE PLATAFORMA PARA FIRMES EN ÁREA DE LOCAL

0.60 (m)

ESTABILIZACION CON BOLEOS DE 4" A 6"

0.40 (m)

CONSIDERACIONES PARA LA COLOCACIÓN DE LA PLATAFORMA:


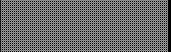



Se deberá realizar el corte recomendado en toda el área del predio para posteriormente colocar la capa de 40 cm de boleos incrustada sobre el terreno natural. Una vez colocado el boleos, se deberá colocar la plataforma de firmes en tienda en tres capas de 0.20 m compactadas al 98% de su P.V.S.M con su humedad optima.

TERRACERIAS EN AREA DE ESTACIONAMIENTO

ESPEJOR MINIMO DE CORTE EN AREA DE ESTACIONAMIENTO **0.40** **(m)**

ESPEJOR MINIMO DE PLATAFORMA EN ÁREA DE ESTACIONAMIENTO **0.40** **(m)**

ESTABILIZACION CON BOLEOS DE 4" A 6" **0.40** **(m)**

SECCIÓN		
CONCRETO		0.15 m
BASE		0.20 m
SUB-RASANTE		0.20 m
BOLEOS DE 4" A 6"		0.40
TERRENO NATURAL		VARIABLE
TIPO DE MATERIAL EXCAVABLE		B

MR = 38 kg/cm²

VRS > 80 %

VRS > 20 %

VRS 5 a 20 %

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 06 de julio del 2023, 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