

# MECANICA DE SUELOS

FOLIO: EMDS – 606

---

**INFORME DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL PROYECTO  
"SITIO AGUILAS SERDAN" CON UBICACIÓN EN EL MUNICIPIO DE LA PAZ,  
BAJA CALIFORNIA SUR**



JULIO 2025

M.I. Jorge Mendoza Hernández

Cédula profesional 7996519

Jefe de Geotecnia

Ing. Luis Enrique Geraldo Reyes

Cédula profesional 13535929

Jefe de Laboratorio en Mecánica de suelos

Dr. Jesús Guillermo Camarena Vázquez

Cédula profesional 11797362

Jefe de Geología

## CONTENIDO

---

1	OBJETIVOS Y ALCANCES .....	1
2	ANTECEDENTES .....	2
2.1	UBICACIÓN DE SITIO DE ESTUDIO .....	2
2.2	VIENTOS .....	3
2.3	SISMOS .....	3
2.4	REGIONALIZACION SISMICA.....	4
2.5	MARCO GEOLÓGICO GENERAL DEL SUR DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR ....	5
2.5.1	RELIEVE.....	5
2.5.2	PROVINCIA GEOLÓGICA COMPLEJO PLUTÓNICO DE LA PAZ .....	6
2.5.3	LITOLOGÍA .....	7
2.5.4	ESTRATIGRAFÍA EN EL ÁREA DE ESTUDIO (CIUDAD DE LA PAZ).....	9
3	TRABAJOS DE EXPLORACION Y DE LABORATORIO .....	14
3.1	MECANICA DE SUELOS MEDIANTE POZO CIELO ABIERTO.....	14
3.2	TRABAJOS MEDIANTE POZO A CIELO ABIERTO (PCA).....	15
3.2.1	CALCULO DE CARGA ULTIMA (QU) EN SUELOS.....	15
3.2.2	CALCULO DE ASENTAMIENTO .....	16
3.2.3	MÓDULO DE REACCIÓN VERTICAL.....	16
4	SONDEO A POZO CIELO ABIERTO(PCA) .....	17
4.1	ESTRATIGRAFIA PCA# 1 (0.30-0.90 m) .....	17
4.1.1	DESCRIPCION SEDIMENTOLOGICA.....	18
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	19
5.1	CONCLUSIONES.....	19
5.1.1	CLASIFICACION DEL SUELO MEDIANTE S.U.C.S. EN TRABAJOS DE POZO A CIELO ABIERTO(PCA).....	19
5.1.2	CLASIFICACION DEL SUELO MEDIANTE A.A.S.H.T.O. EN TRABAJOS DE POZO A CIELO ABIERTO(PCA).....	19
5.1.3	ANALISIS DE TERRENO NATURAL COMO SUBRASANTE .....	20
5.1.4	TIPO DE TERRENO.....	21
5.1.5	ESPECTRO DE DISEÑO REGIONAL OBTENIDO POR MEDIO DEL PROGRAMA DE DISEÑO SISMICO “PRODISIS” .....	21
5.1.6	LIMITACION CAPACIDAD DE CARGA .....	23

5.2	RECOMENDACIONES.....	26
5.2.1	PROYECTO .....	26
5.2.2	TIENDA DE CONVENIENCIA .....	27
5.2.3	ZAPATA CORRIDA .....	27
5.2.4	RECOMENDACIÓN DE PAVIMENTO PARA ESTACIONAMIENTO.....	28
5.2.5	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO .....	29
5.2.6	CONSIDERACIONES.....	31
6	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	32
7	ANÉXOS DE GRAFICAS Y REPORTES FOTOGRÁFICOS .....	33
7.1	ANÁLISIS DE MATERIAL COMO SUBRASANTE .....	33
7.1.1	PCA#1 .....	33
7.2	CLASIFICACION DE SUELOS .....	34
7.2.1	PCA#1 .....	34
7.3	CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES DE PAVIMENTO.....	36
7.3.1	CARPETA ASFALTICA.....	36
7.3.2	BASE HIDRAULICA.....	37
7.3.3	SUBRASANTE .....	38
7.4	REPORTE FOTOGRÁFICO DE CAMPO.....	39
7.5	REPORTE FOTOGRÁFICO DE LABORATORIO.....	40

## 1 OBJETIVOS Y ALCANCES

---

El presente estudio de Mecánica de suelos tiene como objetivo conocer las características y las propiedades mecánicas del suelo donde se llevará a cabo el proyecto **"SITIO AGUILAS SERDAN"** ubicada en el municipio de La Paz, Baja California Sur.

Para cumplir con el objetivo, se realizó una visita del lugar. Posteriormente se realizó 1 sondeo mediante Pozo A Cielo Abierto (PCA).

En este informe se describen los trabajos, la exploración realizada y las recomendaciones para el proyecto además se agregan los anexos fotográficos y gráficas de resultados obtenidos en campo y de laboratorio hasta el final de documento.



## 2 ANTECEDENTES

### 2.1 UBICACIÓN DE SITIO DE ESTUDIO

El sitio de estudio se encuentra ubicada en el municipio de La Paz, Baja California Sur.

Las siguientes coordenadas UTM mostradas en la tabla, son ubicaciones de sondeos ejecutados:

TIPO DE SONDEO	PROFUNDIDAD	COORDENADAS UTM (GOOGLE EARTH)		OBSERVACIONES
	Máxima	X(m)	Y(m)	NIVEL FREÁTICO
	(m)			
PCA #1	0.30	567954.00	2669655.00	NO
PCA #1	3.00	567954.00	2669655.00	NO

PCA= Pozo A Cielo Abierto

Se detecto la presencia de dos capas durante la exploración mediante pozo a cielo abierto sin embargo la capa superficial se consideró no apta para su análisis en laboratorio debido a su contaminación de materia inorgánica, orgánica y escombros.

Se recomienda el retiro de esta capa superficial.



Ilustración 1:FUENTE (GOOGLE EARTH)

## 2.2 VIENTOS

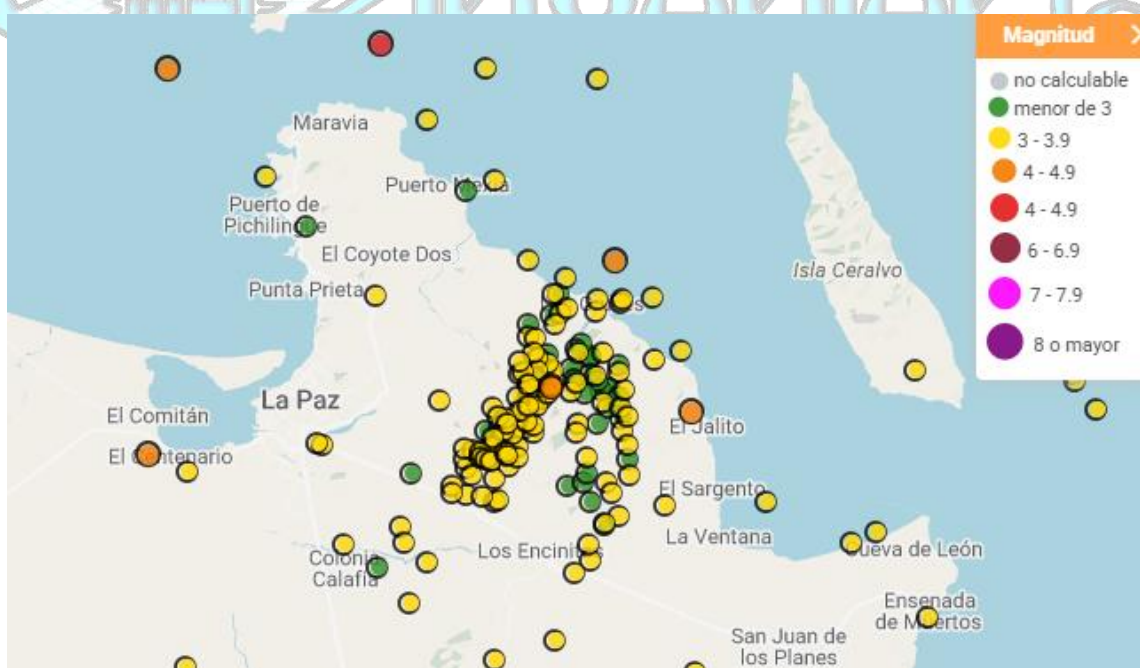
De acuerdo a los antecedentes de huracanes o ciclones, en el manual de obras civiles de Comisión Federal De Electricidad (CFE-2020) Diseño Por viento, en la carta eólica de la región y para un periodo de retorno de 50 años, se considera en las isotacas una velocidad de viento de **147-162 km/h**.



Fuente (Carta Eólica de México)

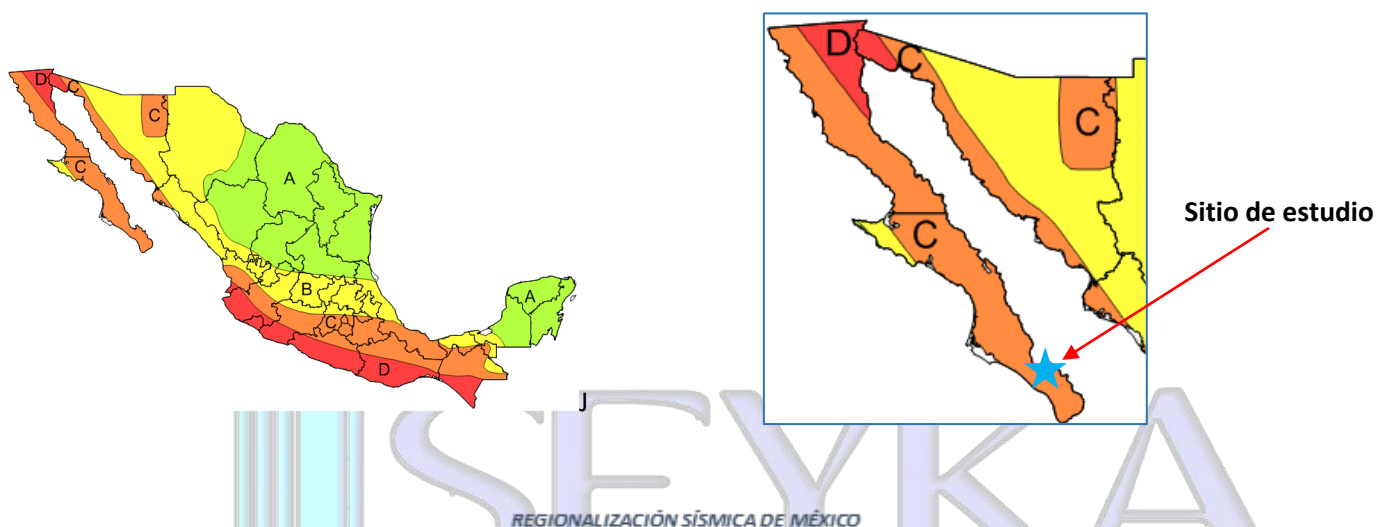
## 2.3 SISMOS

La sismicidad de la zona se ve determinada en los registros sísmicos de los años 1980 a 2022 de acuerdo con Servicio Sismológico Nacional (SSN), en el mapa observa la actividad sísmica de la región en la cual se observan los epicentros cercanos al sitio (**La Paz**) se tienen sismos máximos hasta de **4.9** grados Richter.



## 2.4 REGIONALIZACION SISMICA

Las intensidades del peligro sísmico varían en el territorio mexicano en forma continua, tanto los valores de referencia, como los asociados a períodos de retorno. En el manual de obras civiles diseño por sismos (CFE – 2015) propone una regionalización en que se consideran cuatro zonas: dos de baja y dos de alta sismicidad.



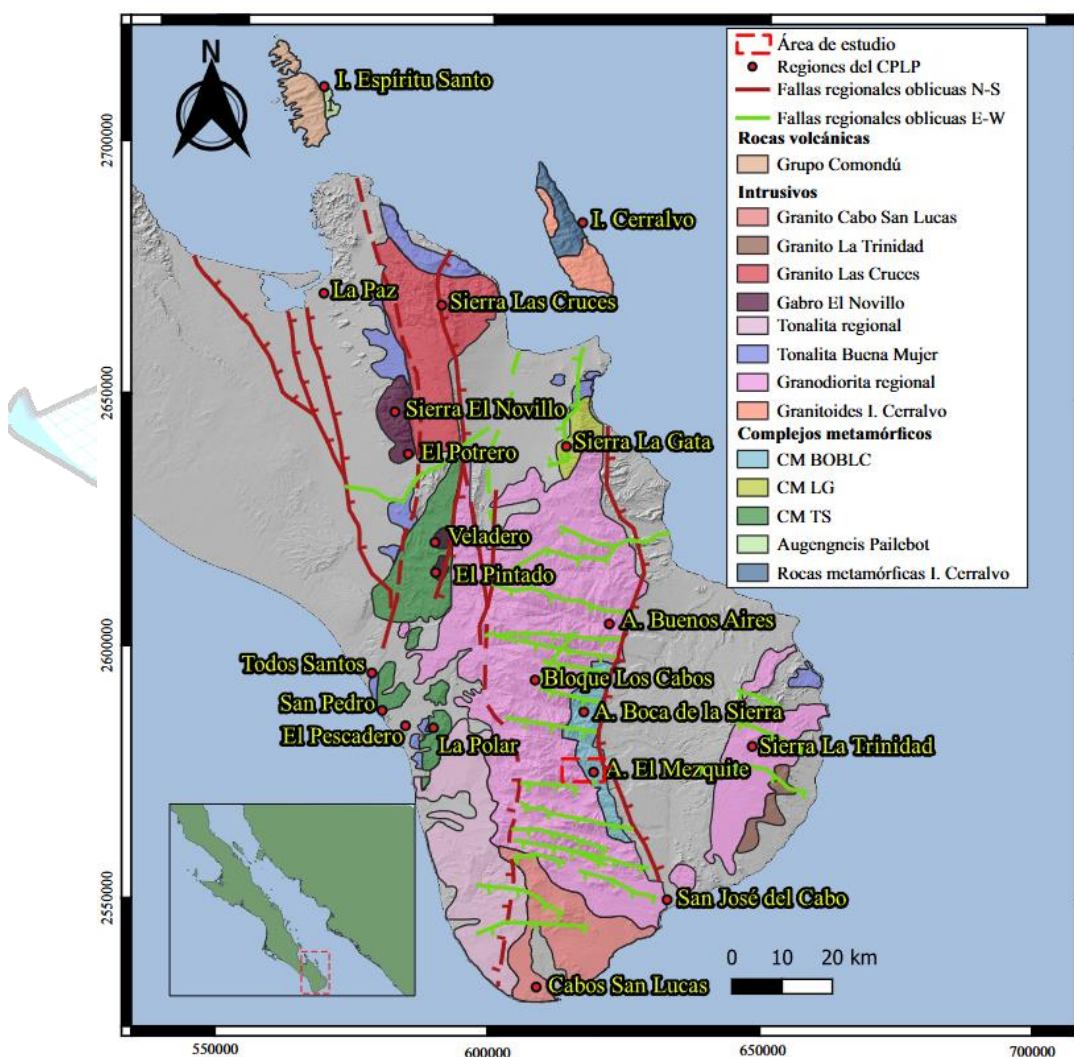
- De acuerdo a la ubicación de sitio en estudio se encuentra en una **zona sísmica C** de intensidad alta.

Aceleración máxima en roca, $a_0^r$ (cm/s <sup>2</sup> ), corresponde al nivel de referencia ER.	Zona	Intensidad Sísmica
$a_0^r \geq 200$	D	Muy alta
$100 \leq a_0^r < 200$	C	Alta
$50 \leq a_0^r < 100$	B	Moderada
$a_0^r < 200$	A	Baja

## 2.5 MARCO GEOLÓGICO GENERAL DEL SUR DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR

### 2.5.1 RELIEVE

El área de estudio, geológicamente, forma parte de la Provincia Geológica Complejo Plutónico de La Paz, esta provincia va desde La Paz, hasta el extremo sur, en el municipio de Los Cabos. El relieve en la Provincia Geológica Complejo Plutónico de La Paz está dominado principalmente por sierras y cuencas en donde resalta un sistema montañoso con orientación aproximadamente norte-sur. Este sistema montañoso es denominado en este estudio bloque Los Cabos y está segmentado por fracturas regionales con orientación casi este-oeste. El bloque Los Cabos está conformado por diversas sierras en las que destacan: La Laguna, La Victoria, San Lázaro, El Novillo, La Gata y Las Cruces. El punto más elevado se encuentra en la sierra La Laguna aproximadamente a 2080 msnm.



Mapa geológico del extremo sur del estado de Baja California Sur (Complejo Plutónico de La Paz). Tomado de Camarena-Vázquez et al. (2023).

El extremo norte del bloque Los Cabos es dividido en dos sistemas orográficos que son: La región de La Paz, conformado por la sierra el Novillo y sierra Las Cruces, el segundo sistema se define por la sierra La Gata limitada al occidente por la cuenca San Juan de Los Planes y al oriente por la continuación de la falla San José del Cabo y el Golfo de California. El bloque Los Cabos limita al este por la falla San José del Cabo y la cuenca San José del Cabo.

En cuanto a las cuencas, pueden ser mencionadas de norte a sur la denominada Valle La Paz de una forma angosta en su porción sur y hacia el norte se ensancha hasta llegar al Golfo de California. Su límite este es delimitado por el lineamiento falla La Paz, (estructura que aún se encuentra todavía en controversia) y al oeste por el escarpe de Lomas de La Virgen. La segunda cuenca corresponde a la de San Juan de Los Planes que está limitada al este por la sierra La Gata y al oeste por la sierra El Novillo y Las Cruces (limitadas por la falla San Juan de los Planes). La última cuenca conocida como San José del Cabo se localiza en el extremo sur-sureste, limitada al occidente por la falla de San José del Cabo que la pone en contacto con las rocas del bloque Los Cabos y al oriente por la sierra La Trinidad (Pérez-Venzor, 2013) (figura 1).

Hacia el oeste de la Provincia Complejo Plutónico de La Paz las serranías disminuyen en elevación y se hacen más suaves, hasta llegar a desarrollar una planicie hacia Océano Pacífico. Todo el perímetro del bloque Los Cabos (sistema montañoso central) se encuentra limitado por pequeños afloramientos de rocas metamórficas de distintos protolitos y composición cubiertos parcialmente por un sistema de abanicos cuyos rasgos morfológicos indican dinámicas diferentes.

## 2.5.2 PROVINCIA GEOLÓGICA COMPLEJO PLUTÓNICO DE LA PAZ

El extremo sur de la península de Baja California fue denominado Complejo Cristalino de La Paz por Aranda-Gómez (1982) posteriormente Ortega-Gutiérrez y colaboradores (1992) por sus características geológicas (raíz de un arco magmático continental) le asignan el nombre de Provincia Geológica Complejo Plutónico de La Paz. La provincia se encuentra limitada al este con el Golfo de California y al oeste con el Océano Pacífico, mientras que al noroeste con la Provincia Cuenca de Vizcaíno-Purísima y al noreste con la Provincia Faja Volcánica de La Giganta.

De manera general, esta provincia se caracteriza por un conjunto de sierras y cuencas limitadas por varios sistemas de fallas uno con orientación general norte-sur y otro este-oeste. Las rocas que afloran en la provincia son principalmente plutónicas, así como rocas metamórficas agrupadas en ensambles plutónicos y varios complejos metamórficos (Pérez-Venzor, 2013), también afloran rocas sedimentarias marinas y continentales. La edad de los protolitos de las rocas más antiguas se calcula son del Jurásico Superior (Pérez-Venzor, 2013), a las cuales Hausback (1984) denomina como rocas de basamento. En la región de Todos Santos Aranda-Gómez y Pérez-Venzor (1989a)

agrupan a las rocas metasedimentarias en un ensamble metasedimentario y a las rocas ígneas las dividen en dos grupos (ensamble plutónico postectónico y ensamble pre-a sintectónico). Se sugiere que todas estas rocas son de edad precretácicas (Aranda-Gómez y Pérez-Venzor, 1989a; Ramos-Velázquez, 1998; Shaaf et al., 2000; Pérez-Venzor, 2013).

Los depósitos sedimentarios están concentrados principalmente dentro de la depresión conocida como cuenca de San José del Cabo (Martínez Gutiérrez y Sethi, 1997), ubicada al noreste del área de estudio. Los depósitos consisten de estratos marinos y no marinos que van del Mioceno medio al Reciente. Los sedimentos cuaternarios incluyen sedimentos formados en abanicos aluviales, aluvión y de playa.

Una de las estructuras predominantes cerca al área de estudio es la falla de San José del Cabo, con una extensión de ~80 km (Fletcher et al., 2000) y que tiene una dirección preferencial norte sur, buzando al este y produciendo un escarpe de más de 1000 m. Esta estructura sobresaliente juega un papel importante en la tectónica y evolución misma de la región, considerándose ésta como el límite oriental del bloque de Los Cabos (Fletcher et al., 2000) (Figura 1).

El piso de la falla que forma el bloque de Los Cabos consiste principalmente de rocas batolíticas mesozoicas. Las rocas plutónicas varían desde gabro a rocas graníticas y prebatolíticas metasedimentarias que han sido fuertemente migmatizadas y metamorfoseadas bajo condiciones de facies anfibolita (Fletcher et al., 2000; Schaaf et al., 2000). Asimismo, estas rocas están fuertemente fracturadas y foliadas, definiendo zonas de cizalla en y alrededor del contacto con la falla.

Conglomerados del Plioceno-Pleistoceno que dieron origen a abanicos aluviales están en contacto con la falla. Los depósitos están inclinados hacia el frente montañoso y corresponden a las formaciones Los Barriles y El Chorro (Martínez Gutiérrez y Sethi, 1997).

Las unidades más contemporáneas (Holoceno) corresponden a los depósitos aluviales, fluviales, de duna y playa.

### 2.5.3 LITOLOGÍA

Las rocas ígneas de la Provincia Geológica Complejo Plutónico de La Paz (Figura 1) afloran en varias regiones, de norte a sur: sierra Las Cruces, sierra La Gata, bloque Los Cabos y bloque la Trinidad. Estas fueron divididas por Aranda-Gómez y Pérez-Venzor (1988, 1989a) con base en la presencia o ausencia de deformación penetrativa, en un ensamble pretectónico y un ensamble sintectónico a postectónico.

Las rocas pretectónicas corresponden a la tonalita y granodiorita Buena Mujer, el granito Las Cruces y el granito El Puerto. Estas han sido descritas por Aranda-Gómez y Pérez-Venzor (1988, 1989a), Ramos-Velázquez (1998), Schaaf et al. (2000) e Hiraes-Rochin (2004). También dentro de este grupo de rocas se encuentran rocas plutónicas máficas localizadas en el flanco occidental del sistema montañoso que abarca desde Todos Santos hasta La Paz. Estos varían en composición desde gabro a diorita (Aranda-Gómez y Pérez-Venzor; 1988, 1989a y 1989b; Pérez-Venzor y Aranda-Gómez, 1991; Pérez-Venzor et al., 1994; Sánchez-Rubio et al., 1997; Schaaf et al., 2000).

El ensamble plutónico sintectónico a postectónico por su parte agrupa a un conjunto de rocas de composición félsica a intermedia que no muestran deformación tectónica penetrativa (Pérez-Venzor, 2013). Se caracteriza principalmente de granodioritas, tonalitas, granitos, cuarzomonzonitas, subordinados de diorita y microdiorita, diques tonalíticos, graníticos, pegmatíticos y diabásicos. Los diques cortan tanto al complejo metamórfico, como al ensamble plutónico (Pérez-Venzor, 2013). Los afloramientos principales se encuentran en el bloque Los Cabos, la región noreste de La Paz, al sur de la sierra La Gata y el bloque La Trinidad reportadas por Aranda-Gómez y Pérez-Venzor (1988, 1989a), Pérez-Venzor et al. (1997), Pérez-Venzor y Schaaf (1998), (Pérez-Venzor, 2013), Ramos-Velázquez (1998), Schaaf et al. (2000) e Hiraes-Rochin (2004).

Las rocas volcánicas están presentes en dos regiones de la provincia y son: valle La Paz y bloque La Trinidad. Éstas corresponden a la formación Comondú y han sido descritas por Beal (1948), Hausback (1984), Aranda-Gomez y Pérez-Venzor (1989a) para la región de La Paz y McCloy, (1984) Martínez-Gutiérrez (1994) en el bloque de La Trinidad.

Las rocas sedimentarias se encuentran distribuidas en las cuencas de San José del Cabo, San Juan de los Planes y el istmo de La Paz y han sido estudiadas (principalmente las de la cuenca San José del Cabo) por diversos autores como: Pantoja-Alor y Carrillo-Bravo (1966), McCloy (1984), Martínez-Gutiérrez (1994), Martínez-Gutiérrez y Sethi (1997) y Arreguín-Rodríguez y Schwennicke (2013). Actualmente las unidades litoestratigráficas reconocidas en la cuenca San José del Cabo son la formación Calera, formación Los Barriles, formación Trinidad, formación Refugio y formación El Chorro.

#### 2.5.4 ESTRATIGRAFÍA EN EL ÁREA DE ESTUDIO (CIUDAD DE LA PAZ)

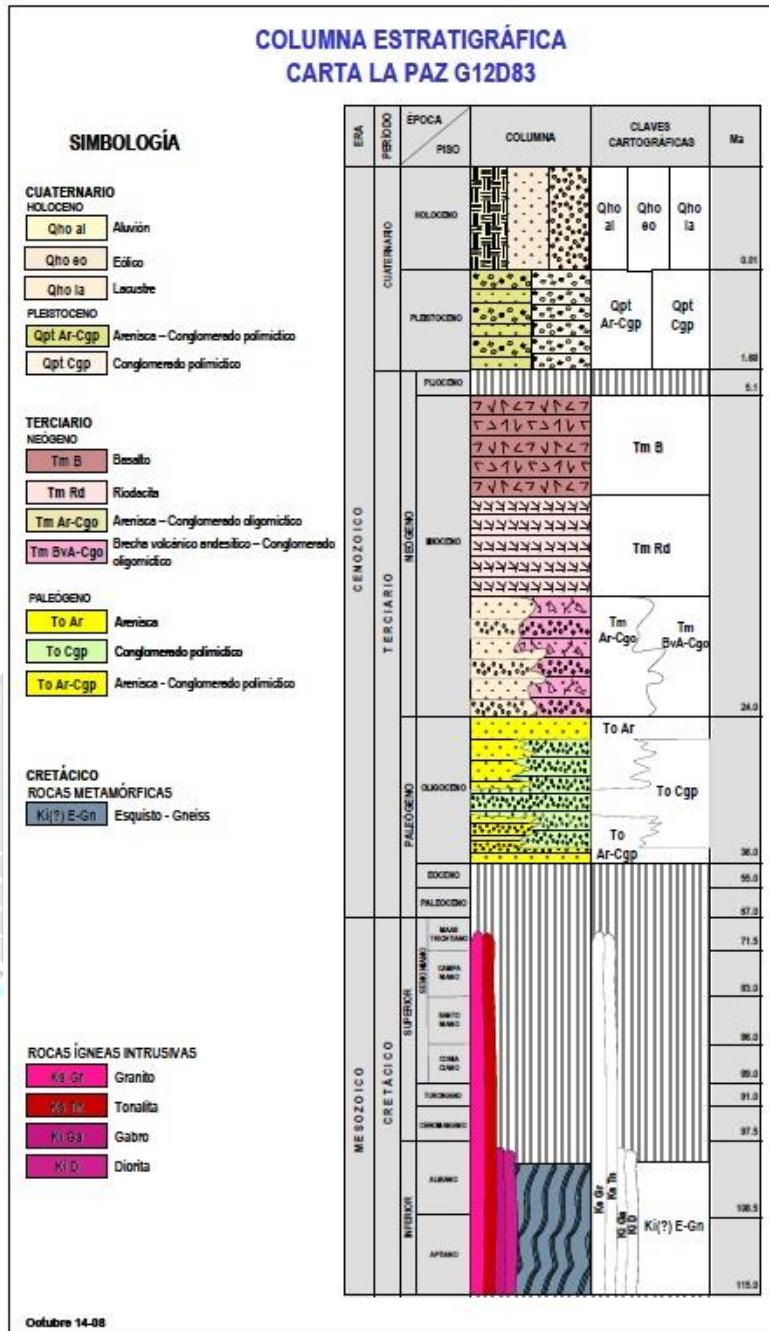
Las unidades identificadas con base a la carta geológica de La Paz comprenden un intervalo de edades desde el Cretácico inferior hasta el Holoceno, y consisten en rocas metamórficas, intrusivas, volcánicas y sedimentarias.

Las rocas más antiguas están representadas por metasedimentos, gabro y diorita de posible edad Cretácico inferior, los cuales afloran en forma aislada en la parte centro-sur de la carta, asociadas a tonalita y granodiorita.

Para el Cretácico superior, se tienen rocas intrusivas de diferente composición, que afloran en la parte central de la carta, en un bloque orientado N-S, y cubren la mayor parte de la superficie. Estas rocas corresponden a la prolongación al sur del batolito de las sierras Peninsulares, ampliamente identificado en la parte norte de la península. Estas rocas comprenden una secuencia de diferenciación desde granito y tonalita, con una serie de diques graníticos tardíos.

El Terciario comprende secuencias litológicas de diferente edad y composición. Durante el Oligoceno se depositaron sedimentos de carácter volcanosedimentario y sedimentario, que se distribuye en la parte occidental de la carta, que ocupa la cuenca de La Paz. La secuencia está conformada por arenisca y conglomerado polimíctico en la base, conglomerado polimíctico en su parte media, y termina con arenisca en su parte alta. Durante el Mioceno se depositó una carpeta de material volcánico y volcanoclástico, constituido por derrames, brechas, areniscas y tobas abundantes, de composición basalítica, andesítica, riódacítica y riolítica.

En el Cuaternario se distinguen rocas sedimentarias y sedimentos exclusivamente, los cuales están depositados en su mayoría en los extremos oriental y occidental de la carta, en las cuencas de San Juan de Los Planes y La Paz, respectivamente. Las rocas sedimentarias comprenden alternancias de arenisca y conglomerado, asociados a abanicos aluviales y un conglomerado continental. Los sedimentos incluyen depósitos aluviales en los cauces de arroyos activos, depósitos eólicos asociados a dunas costeras y depósitos fangosos de zonas de inundación costera.

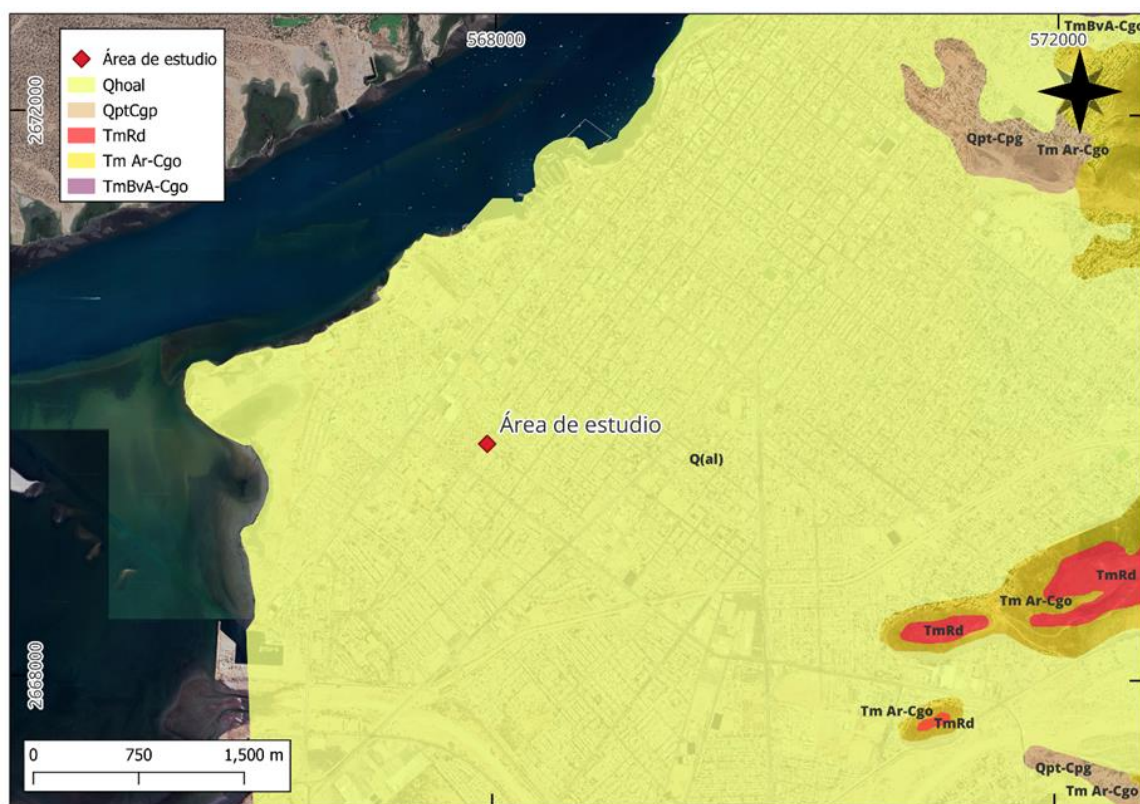


Columna litostratigráfica de la ciudad de La Paz. Tomado de la carta geológico-minera del Servicio Geológico Mexicano.

Con el fin de condensar la información geológica detallada para el área de estudio, se omitirán las unidades que no afloren cerca del sitio y solo se describirán aquellas que tienen alguna relación o se encuentran cerca del área de estudio. Estas unidades son: Aluvión Qho(al) que se encuentra en el área de estudio y en gran parte del valle de la

ciudad de La Paz y los afloramientos de roca los cuales forman estos depósitos del cuaternario aluviales que son:

TmRd, Qpt-Cpg, TmAr-Cgo, TmBvA-Cgo.



Mapa geológico del área de estudio y sus alrededores.

#### 2.5.4.1 Aluvión - Q(hoal)

Esta unidad, propiamente no es una unidad litológica, ya que no es una roca sensu stricto, si no una unidad sedimentaria que depende del enfoque (geología o geotecnia) puede ser considerada como suelo. Los depósitos aluviales son formados por la acción del transporte y depósito de sedimentos por arroyos.

Esta unidad comprende parte del relleno de las cuencas de La Paz y San Juan de Los Planes, así como la parte activa de los cauces de los arroyos. Están sobreyaciendo discordantemente a la mayoría de las unidades intrusivas, volcanosedimentarias y sedimentarias mencionadas previamente. Los sedimentos están formados por el acarreo constante de los arroyos, por lo cual no hay selección en los fragmentos, ni predominio de un tipo especial de ellos. Los espesores de sedimentos son muy variables y dependen principalmente de la topografía.

Es importante mencionar que en algunas localidades en los márgenes de la ensenada La Paz, a ésta misma unidad, se le observan horizontes de arenisca bioclástica, predominando bioclastos de moluscos y de algas rojas. Estos

depósitos pueden alcanzar espesores de varios metros y forman terrazas marinas a lo largo de la costa. Su origen está relacionado con la transgresión marina ocurrida en el último interglacial durante el período Pleistoceno tardío (Szabo et al. 1990).

#### 2.5.4.2 Conglomerado polimíctico (QptCgp)

Es una de las unidades menos extendidas en el área de la carta geológica, y sus afloramientos están restringidos a la zona urbana y suburbana de la ciudad de La Paz, hacia el este y norte. Estratigráficamente se sitúa al mismo nivel de la unidad de arenisca y conglomerado. En el campo se puede observar que se encuentra sobreyaciendo a la secuencia volcanoclástica, de manera discordante, con contactos erosivos. De manera general, se observa de color gris claro a rojizo en superficie alterada, y forma lomeríos redondeados con pendientes bajas. La unidad es un conglomerado polimíctico, formado por bloques y clastos subangulosos, y con una mala selección, soportados por arena de grano grueso. Los clastos predominantes son de andesita, basalto, riocacita y granito, provenientes de afloramientos cercanos. Los clastos están dispuestos en capas gruesas intercaladas con otras medianas, con estratificación planar poco definida, ocasionalmente se distingue estratificación cruzada y paleocanales.

#### 2.5.4.3 Riocacita (TmRd)

Aflora hacia la parte centro-oriental de la carta. Forma mesetas aisladas con espesores de hasta 100 m, con pendientes se alrededor de 10 a 15° hacia el oeste. Estratigráficamente se encuentra sobreyaciendo a las secuencias volcanoclástica del Oligoceno; así como a la brecha andesítica, conglomerado oligomíctico, arenisca y conglomerado oligomíctico del Mioceno. El color de esta unidad es gris claro, con variaciones a rojizo en superficie alterada. Tiene una estructura de flujo bandeado, que la hace característica, con textura de afanítica a porfírica, donde se distinguen cristales de cuarzo y plagioclasa, con fragmentos de rocas andesíticas incluidas durante el flujo. En la base de esta unidad se observa una capa de brecha volcánica y vitrificado, relacionado al avance de la colada. El aspecto general es basculado hacia el oeste, con pseudoestratificación paralela, pero, de manera más local se observan variaciones fuertes en la inclinación del echado de la pseudoestratificación, posiblemente debido a la influencia de la topografía original. Comúnmente se distingue lineación en las superficies de pseudoestratificación, formada por el flujo de la colada. Es una de las unidades volcánica más jóvenes en el área de la carta, con una edad K-Ar de 19.2 +/- 0.5 Ma, obtenida por Hausback (1984). Pertenece a la Formación Comondú y es la unidad informal riocacita Providencia, mencionada en Hausback (1984).

#### 2.5.4.4 Arenisca-Conglomerado oligomíctico (TmAr-Cgo)

Esta secuencia aflora en el extremo oeste y suroeste de la carta, comprendiendo el extremo oriental de la cuenca de La Paz. En esta zona conforma una serie de cerros aislados, con alturas de hasta 300 m s.n.m.m., separados y

cubiertos parcialmente por rocas y sedimentos aluviales más recientes. En esta secuencia se incluyen varios tipos de rocas, los cuales, debido a su potencia y actitud estructural, casi horizontal, no es posible diferenciarlos en unidades individuales. La secuencia inicia con una arenisca volcanoclástica con capas delgadas de toba blanca, continúa con toba pomicítica rosa con textura eutaxítica e intercalaciones de riolita, y finaliza en la mayoría de las localidades con un conglomerado polimíctico. Esta secuencia está estratigráficamente localizada sobre la arenisca eólica del Oligoceno, en la parte centro de la carta, y sobre la brecha volcánica, hacia el extremo noroeste. Una excepción se observa hacia el extremo noreste, donde hay un afloramiento aislado de esta secuencia, depositado de manera discordante sobre el granito. Es común que esta secuencia presente una cobertura por riolacita y basalto, en forma de mesetas, especialmente notables alrededor de la ciudad de La Paz. Toda la secuencia está inclinada entre 10 y 15° al W, lo cual coincide con la inclinación regional de la Formación Comondú.

La edad de esta secuencia es Mioceno inferior, limitado por una edad de 19.2 +/- 0.5 Ma obtenida por Hausback (1984), en la riolacita que cubre a esa secuencia, mediante fechamiento radiométrico por K-Ar.

#### 2.5.4.5 Brecha volcánica andesítica-Conglomerado oligomíctico (Tm BvA-Cgo)

Aflora exclusivamente en el extremo noroeste de la carta, al norte de la ciudad de La Paz, de manera extensa y formando cerros con pendientes de moderadas a fuertes. Esta unidad tiene color gris claro a oscuro, rojizo en superficie alterada, el cual es una característica distintiva. Tiene una estructura con tendencia a bandeamiento, definida por variaciones verticales en tamaños de clastos, alternados ocasionalmente por capas de cenizas volcánicas. Está compuesta por bloques subredondeados de andesita y basalto de hasta 1 m de diámetro, en arreglo burdamente estratificado, los cuales se encuentran soldados. De manera general, se observa una tendencia a tener menor proporción de clastos hacia el extremo suroeste de la carta, posiblemente relacionado con el modo de ocurrencia, a través de flujos de escombros y lahares. Esta brecha está sobreyacida por una toba pumicítica rosa, con textura eutaxítica, de manera discordante. La edad de esta unidad es Mioceno temprano, con base en correlación con edades obtenidas por Hausback (1984) para rocas relacionadas. Esta unidad corresponde a la unidad informal brechas y conglomerados Balandra de Aranda Gómez y Pérez Venzor (1988).

### 3 TRABAJOS DE EXPLORACION Y DE LABORATORIO

Para la exploración se realizó sondeos mediante Pozos a Cielo Abierto de acuerdo a la norma M-MMP-1-01/03 (SCT)-  
Método de Muestreo y Pruebas - [Muestro De Materiales Para Terracerías].

#### 3.1 MECANICA DE SUELOS MEDIANTE POZO CIELO ABIERTO

El método del Pozo a Cielo Abierto (PCA), es un método utilizado para Estudios de Mecánica de suelos que consiste en excavar un pozo de dimensiones suficientes para que un técnico pueda directamente bajar y examinar los diferentes estratos de suelo en su estado natural.

Este método rinde una información correcta del suelo hasta donde se llega, pues permite la inspección visual de los estratos del suelo.

En los Pozos a Cielo Abierto se pueden tomar muestras alteradas o inalteradas de los diferentes estratos que se hayan encontrado a la profundidad deseada o hasta donde se encuentre el nivel freático.

##### Pruebas realizadas en el laboratorio

Las pruebas se basaron en las normas de Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y normas mexicanas:

- Contenido de agua: M-MM-1-04/03(IMT)
- Granulometría: M-MM-1-06/03 (IMT)
- Límites de consistencia: M-MM-1-07/07 (IMT)
- Clasificación de suelos S.U.C.S: M-MM-1-05/18 (IMT)
- Industria de la Construcción - Geotecnia - Materiales para Terracerías - Métodos de Muestreo NMX-C-467-ONNCCE-2019
- Industria de la Construcción - Geotecnia - Cimentaciones - Ensaye de Compresión Triaxial - Método de Prueba NMX-C-432-ONNCCE-2002/18
- Industria de la Construcción - Geotecnia - Cimentaciones - Sondeos de Pozo a Cielo Abierto NMX-C-430-ONNCCE-2002/1

### 3.2 TRABAJOS MEDIANTE POZO A CIELO ABIERTO (PCA)

#### 3.2.1 CALCULO DE CARGA ULTIMA (QU) EN SUELOS

Para el cálculo de carga última del suelo se utilizan las fórmulas de Terzaghi para cimentaciones pocas profundas.

De las cuales son las siguientes:

- **Para cimentación corrida:**  $q_u = c'N_c + qN_q + 0.5\gamma BN_y$

Donde:

$c'$  = Cohesión del suelo

$\gamma$  = Peso unitario del suelo

$q = \gamma D_f$

$N_c, N_q, N_y$

= Factores de capacidad de carga adimensionales y solo son funciones del ángulo de fricción del suelo,  $\phi'$

Para zapata cuadradas y circulares, Terzaghi sugirió las siguientes ecuaciones para la capacidad última de carga del suelo:

- **Zapatas Cuadradas:**  $q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_y$
- **Zapatas circulares:**  $q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN_y$

Donde B = Diámetro de la zapata.

- Para Losa de Cimentación se usa la ecuación general de Meyerhof

$$Q_u = C'N_cF_{CS}F_{Cd}F_{Ci} + qN_qF_{QS}F_{qd}F_{qi} + 0.5\gamma BN_yF_{YS}F_{Yd}F_{Yi}$$

$C'$  = cohesión

$q$  = esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación

$\gamma$  = peso específico del suelo

$B$  = ancho de cimentación

$F_{CS}, F_{QS}, F_{YS}$  = factores de forma

$F_{Cd}, F_{qd}, F_{Yd}$  = factores de profundidad

$N_c, N_q, N_\gamma = \text{factores de capacidad de carga}$

$F_{ci}, F_{qi}, F_{\gamma i} = \text{factores de inclinación de carga}$

### 3.2.2 CALCULO DE ASENTAMIENTO

Para el cálculo de asentamientos se aplica la fórmula propuesta por Schleircher (1926), expresa el asentamiento del suelo.

$$S = \frac{0.82(1 - \mu^2)}{E} * q * B$$

Donde:

S = Asentamiento del suelo (cm)

U= Relacion de Poisson

E= Módulo de Elasticidad del suelo (kg/cm<sup>2</sup>)

q = Presion Aplicada (kg/cm<sup>2</sup>)

B= Ancho de Zapata (cm)

### 3.2.3 MÓDULO DE REACCIÓN VERTICAL

El módulo de reacción vertical del suelo está definido por la relación entre el esfuerzo que transmitirá la cimentación debido a las cargas actuantes y el asentamiento del subsuelo, de acuerdo en la siguiente expresión:

$$k_v = \sigma / \delta$$

Donde:

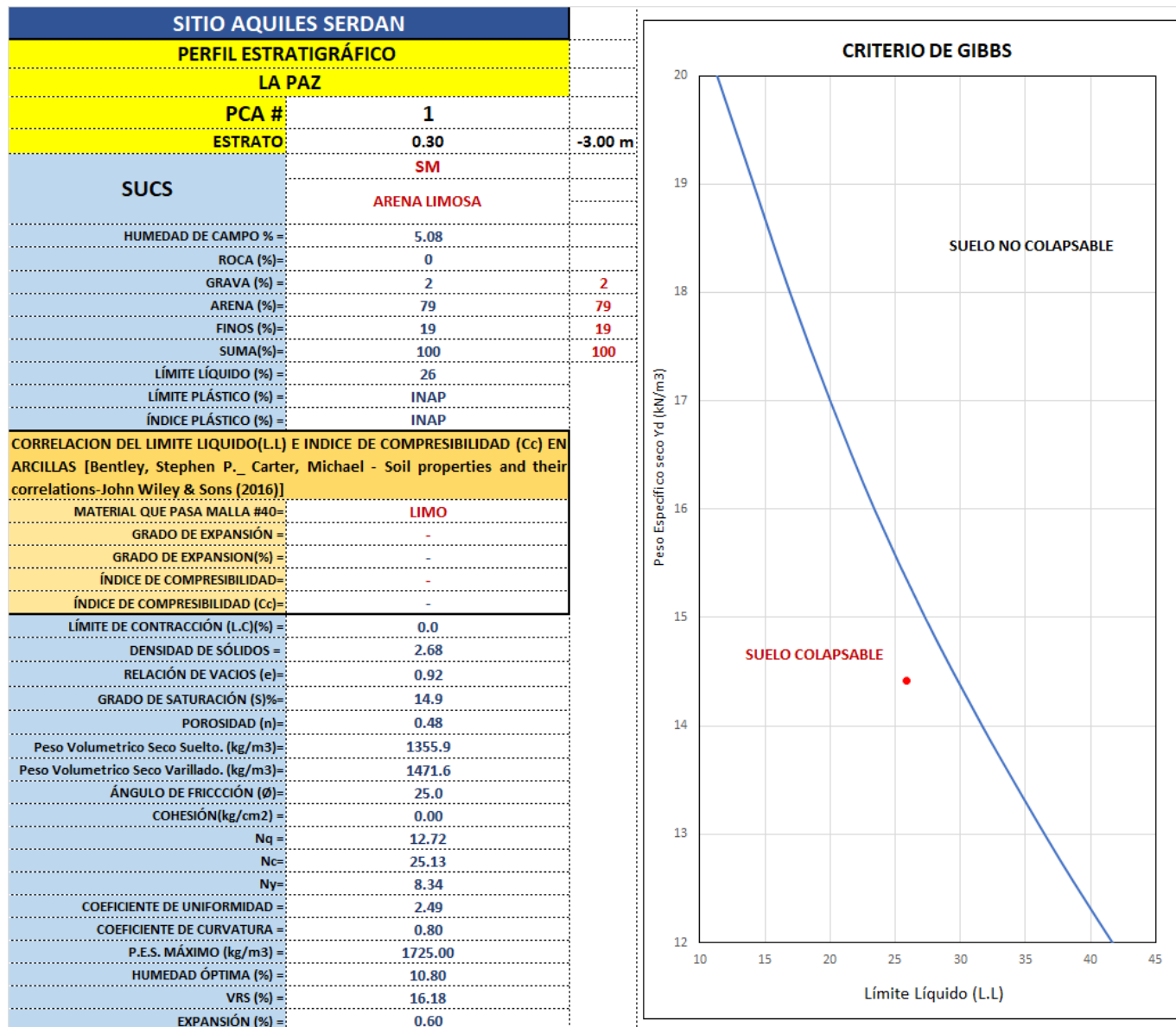
$k_v$  = Módulo de reacción vertical, en kg/cm<sup>3</sup>

$\sigma$  = Carga actuante a nivel de cimentación, (kg/cm<sup>2</sup>)

$\delta$  = Deformación esperada, (cm)



## 4 SONDEO A POZO CIELO ABIERTO(PCA)

### 4.1 ESTRATIGRAFIA PCA# 1 (0.30-0.90 m)



**NOTA:** El ángulo de fricción se obtuvo de la fracción de arena (material que pasa por la malla #4 (4.76 mm))

#### 4.1.1 DESCRIPCION SEDIMENTOLOGICA

		Control y Aseguramiento de la Calidad de obras de Construcción, Vías Terrestres, Topografía, Mecánica de suelos, Supervisión de Calidad en Obra.	
<b>CLASIFICACIÓN DE SEDIMENTOS</b>			
Folio: MDS-904	Prof: 0.30-3.00 M	OBRA: SITIO AGUILAS SERDAN	Fecha: 07/07/2025
CLASIFICACIÓN DEL TAMAÑO DE GRANO		ARENA MUY FINA - ARENA MUY GRUESA	
Selección		MUY BIEN SELECCIONADO	
Madurez textural		MADURO	
Cantidad de sedimento vs clastos		100% - 0%	
Tipo de sedimento según el ambiente de depósito		ALUVIAL	
Color de la muestra		CAFÉ	
Color de los minerales		INCOLORO, BLANCO, NEGRO	
Tamaño aproximado de las partículas		MÍNIMO	MÁXIMO
		< 0.1 MM	3 MM
		Minerales	Rocas
		CUARZO	SIN ROCAS
		PLAGIOCLASA	
Componentes (MINERALES Y ROCAS)		BIOTITA	
OTROS COMPONENTES		NO OBSERVADOS	
Procentaje aproximado de los minerales		CUARZO	96%
		PLAGIOCLASA	1%
		BIOTITA	3%
		SUMATORIA	100%
Dureza de los minerales		CUARZO	7
		PLAGIOCLASA	6
		BIOTITA	2.5-3
Foto de la muestra			

## 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

- De acuerdo a los trabajos de campo y de laboratorio, las características del suelo es la siguiente:

#### 5.1.1 CLASIFICACION DEL SUELO MEDIANTE S.U.C.S. EN TRABAJOS DE POZO A CIELO ABIERTO(PCA)

- El suelo en el lugar está compuesto por Arena de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S). como se muestra en la siguiente tabla.

Sondeo #	Estrato	S.U.C.S.	Descripción	Nivel freático
PCA#1	0.30-3.00	SM	ARENA LIMOSA	SIN PRESENCIA

#### 5.1.2 CLASIFICACION DEL SUELO MEDIANTE A.A.S.H.T.O. EN TRABAJOS DE POZO A CIELO ABIERTO(PCA)

- El suelo en el lugar está compuesto por un Material Granular de acuerdo con la Asociación Americana de Funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte (A.A.S.H.T.O.). como se muestra en la siguiente tabla.

Sondeo #	Estrato	A.A.S.H.T.O.	Descripción	Nivel freático
PCA#1	0.30-3.00	A-2-4 MATERIAL GRANULAR ARENAS LIMOSAS	Un suelo AASHTO A-2-4 con finos de limo es un material granular ideal para subrasantes. Sus finos, aunque presentes, son limos de baja plasticidad, lo que asegura que el suelo sea estable, tenga buen drenaje y sea poco propenso a cambios de volumen significativos por la humedad.	SIN PRESENCIA

### 5.1.3 ANALISIS DE TERRENO NATURAL COMO SUBRASANTE

PCA #	1	0.3	-3.00 m
<b>Análisis como subrasante (N-CMT-1-03-21)</b>			
Tamaño partículas (mm)	12.7	76 mm	CUMPLE
Límite Líquido (%)	25.9	40 % máximo	CUMPLE
Límite plástico (%)	INAP	-	
Índice plástico (%)	INAP	12 % máximo	CUMPLE
VRS (%)	16.18	20 % mínimo	NO CUMPLE
Expansión (%)	0.60	2 % máximo	CUMPLE

El suelo existente **NO CUMPLE** con la calidad para subrasante de según la norma N-CMT-1-03/21-IMT (Normativa para la Infraestructura de Transporte - SCT).

*El terreno natural no cumple con las propiedades especificadas por la norma por lo tanto no es recomendable su uso como capa subrasante; Sin embargo, en caso de querer hacer uso del material producto de excavación para la elaboración de plataformas donde se plantea la cimentación se deberá llevar a cabo un mejoramiento de este, dicho mejoramiento consta de:*

- 20% de grava triturada limpia para concreto.
- 10% de arena limpia para concreto.

*Posterior a la realización del proceso de mejoramiento se deberá llevar a cabo pruebas al nuevo material para la verificación de que este cumpla con la norma establecida.*

*Ambos procesos deberán ser supervisados por un laboratorio certificado.*

TABLA 1.- Requisitos de calidad de materiales para capa subrasante

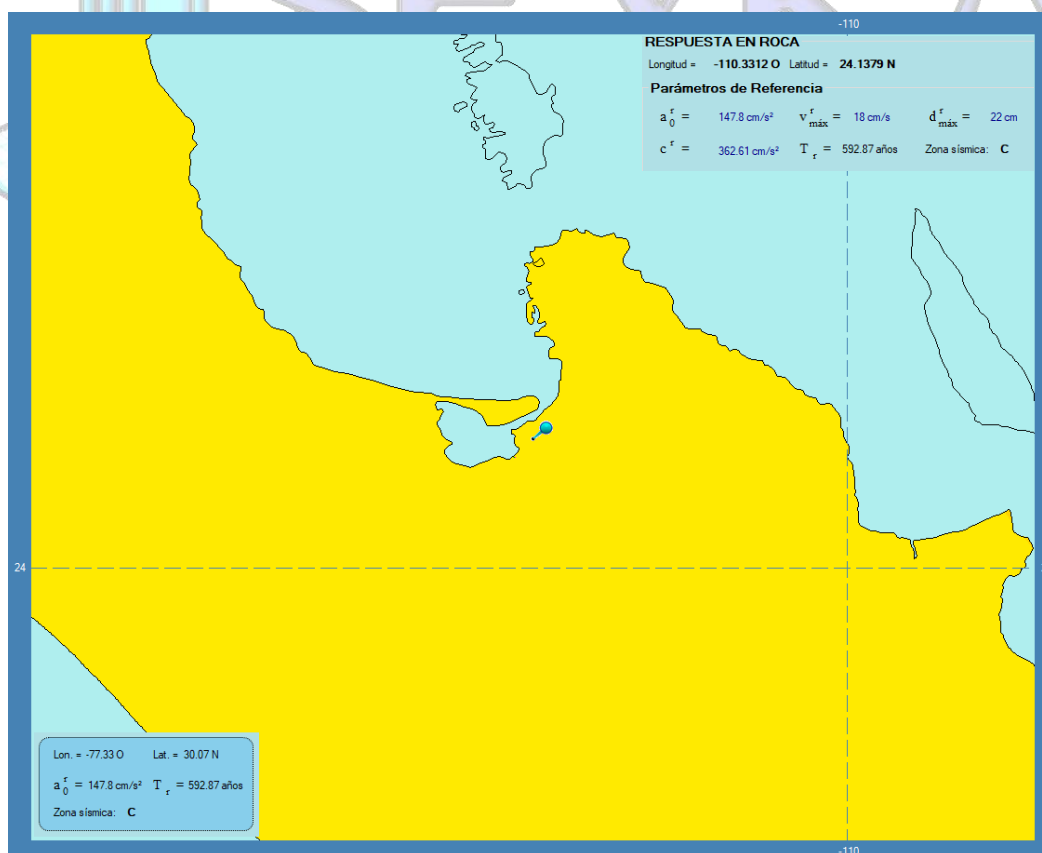
Característica	Valor
Tamaño máximo, mm	75
Límite líquido, %, máximo	40
Índice plástico, %, máximo	12
Valor Soporte de California (CBR) %, mínimo	20
Expansión máxima, %	2
Grado de compactación %, %	100 ± 2

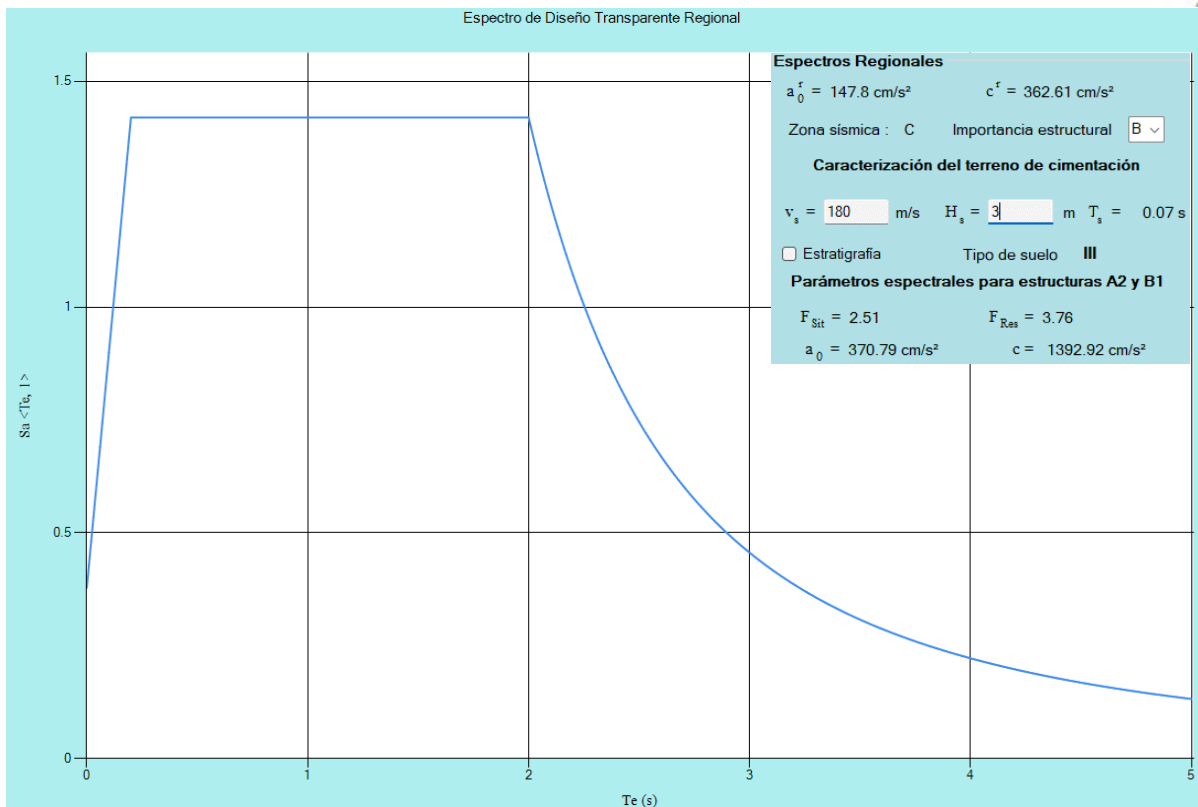
#### 5.1.4 TIPO DE TERRENO

Para términos de diseño se considerará una **Zona III** y de acuerdo con las Normas Técnicas de Baja California Sur, el coeficiente sísmico a utilizar para el cálculo de los espectros de aceleraciones es **C=0.36**

TABLA 3.1		Valores de los parámetros para calcular los espectros de aceleraciones				
Municipio	Zona	c	a <sub>0</sub>	T <sub>a</sub>	T <sub>b</sub>	r
LA PAZ, COMONDÚ Y MULEGÉ	I	0.14	0.04	0.2	0.6	1/2
	II	0.30	0.08	0.3	1.5	2/3
	III	0.36	0.10	0.6	2.9	1
LORETO Y LOS CABOS	I	0.36	0.36	0.0	0.6	1/2
	II	0.64	0.64	0.0	1.4	2/3
	III	0.64	0.64	0.0	1.9	1

#### 5.1.5 ESPECTRO DE DISEÑO REGIONAL OBTENIDO POR MEDIO DEL PROGRAMA DE DISEÑO SISMICO "PRODISIS"





Cuando el caso lo amerite, el espectro se podrá ajustar a las condiciones del sitio, obteniendo así un espectro menos robusto. Lo anterior demandará de estudios complementarios que permitan la caracterización dinámica del terreno, de modo que se pueda construir el espectro específico de sitio con los parámetros de velocidad de propagación de onda de corte  $v_s$ , periodo dominante del sitio  $t_s$  y espesor total del estrato de terreno equivalente  $h_s$ .

## 5.1.6 LIMITACION CAPACIDAD DE CARGA

LIMITACION DE CARGA ADMISIBLE EN SUELO	
Df (m)	Qamd (ton/m2)
0.5	3.9
1	7.1
1.5	10.2
2	13.3
2.5	16.4
3	19.5

CÁLCULO DE CARGA ÚLTIMA					
PROYECTO:	SITIO AQUILES SERDAN	PCA#	1		
DATOS DEL SUELO Y CONDICIONES DE CARGA					
Yd =	1.472 g/cm3	Prof. N.F	m	D1=	0 m
φ =	25.00 °	Ysat =	g/cm3		
c =	0.00 ton/m²	Y w =	g/cm3		
CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA					
FACTORES DE CARGA TERZAGHI					
FS =	3.00	Nq =	12.72	Nc =	25.13
		Ny =	8.34	Kp=	1.323347

DESPLANTE (Df) m		ZAPATA CORRIDA			ZAPATA CUADRADA			CIRCULAR		
		B	Qu	Qadm	B	Qu	Qadm	B	Qu	Qadm
Df (m)	d (m)	m	ton/m2	ton/m2	m	ton/m2	ton/m2	m	ton/m2	ton/m2
0.5		0.5	12.4	4.1	0.5	11.8	3.9	0.5	11.2	3.7
0.5		1	15.5	5.2	1	14.3	4.8	1	13.0	4.3
0.5		1.5	18.6	6.2	1.5	16.7	5.6	1.5	14.9	5.0
0.5		2	21.6	7.2	2	19.2	6.4	2	16.7	5.6
0.5		2.5	24.7	8.2	2.5	21.6	7.2	2.5	18.6	6.2
0.5		3	27.8	9.3	3	24.1	8.0	3	20.4	6.8
0.5		3.5	30.8	10.3	3.5	26.5	8.8	3.5	22.2	7.4
0.5		4	33.9	11.3	4	29.0	9.7	4	24.1	8.0
1.0		0.5	21.8	7.3	0.5	21.2	7.1	0.5	20.6	6.9
1.0		1	24.9	8.3	1	23.6	7.9	1	22.4	7.5
1.0		1.5	27.9	9.3	1.5	26.1	8.7	1.5	24.2	8.1
1.0		2	31.0	10.3	2	28.5	9.5	2	26.1	8.7
1.0		2.5	34.1	11.4	2.5	31.0	10.3	2.5	27.9	9.3
1.0		3	37.1	12.4	3	33.4	11.1	3	29.8	9.9
1.0		3.5	40.2	13.4	3.5	35.9	12.0	3.5	31.6	10.5
1.0		4	43.3	14.4	4	38.4	12.8	4	33.4	11.1
1.5		0.5	31.1	10.4	0.5	30.5	10.2	0.5	29.9	10.0
1.5		1	34.2	11.4	1	33.0	11.0	1	31.8	10.6
1.5		1.5	37.3	12.4	1.5	35.4	11.8	1.5	33.6	11.2
1.5		2	40.4	13.5	2	37.9	12.6	2	35.4	11.8
1.5		2.5	43.4	14.5	2.5	40.4	13.5	2.5	37.3	12.4
1.5		3	46.5	15.5	3	42.8	14.3	3	39.1	13.0
1.5		3.5	49.6	16.5	3.5	45.3	15.1	3.5	41.0	13.7
1.5		4	52.6	17.5	4	47.7	15.9	4	42.8	14.3

DESPLANTE (Df) m		ZAPATA CORRIDA			ZAPATA CUADRADA			CIRCULAR		
		B	Qu	Qadm	B	Qu	Qadm	B	Qu	Qadm
Df (m)	d (m)	m	ton/m2	ton/m2	m	ton/m2	ton/m2	m	ton/m2	ton/m2
2.0		0.5	40.5	13.5	0.5	39.9	13.3	0.5	39.3	13.1
2.0		1	43.6	14.5	1	42.3	14.1	1	41.1	13.7
2.0		1.5	46.6	15.5	1.5	44.8	14.9	1.5	43.0	14.3
2.0		2	49.7	16.6	2	47.3	15.8	2	44.8	14.9
2.0		2.5	52.8	17.6	2.5	49.7	16.6	2.5	46.6	15.5
2.0		3	55.8	18.6	3	52.2	17.4	3	48.5	16.2
2.0		3.5	58.9	19.6	3.5	54.6	18.2	3.5	50.3	16.8
2.0		4	62.0	20.7	4	57.1	19.0	4	52.2	17.4
2.5		0.5	49.9	16.6	0.5	49.3	16.4	0.5	48.6	16.2
2.5		1	52.9	17.6	1	51.7	17.2	1	50.5	16.8
2.5		1.5	56.0	18.7	1.5	54.2	18.1	1.5	52.3	17.4
2.5		2	59.1	19.7	2	56.6	18.9	2	54.2	18.1
2.5		2.5	62.1	20.7	2.5	59.1	19.7	2.5	56.0	18.7
2.5		3	65.2	21.7	3	61.5	20.5	3	57.8	19.3
2.5		3.5	68.3	22.8	3.5	64.0	21.3	3.5	59.7	19.9
2.5		4	71.3	23.8	4	66.4	22.1	4	61.5	20.5
3.0		0.5	59.2	19.7	0.5	58.6	19.5	0.5	58.0	19.3
3.0		1	62.3	20.8	1	61.1	20.4	1	59.8	19.9
3.0		1.5	65.4	21.8	1.5	63.5	21.2	1.5	61.7	20.6
3.0		2	68.4	22.8	2	66.0	22.0	2	63.5	21.2
3.0		2.5	71.5	23.8	2.5	68.4	22.8	2.5	65.4	21.8
3.0		3	74.6	24.9	3	70.9	23.6	3	67.2	22.4
3.0		3.5	77.6	25.9	3.5	73.3	24.4	3.5	69.0	23.0
3.0		4	80.7	26.9	4	75.8	25.3	4	70.9	23.6

Asentamientos en Zapatas Cuadradas y continuas						
DESPLANTE	Ancho de Zapata	Carga Admisible	Relación de Poisson	Módulo de Elasticidad	Asentamiento	Módulo de reacción
Df (m)	B (cm)	Qadm (kg/cm2)	U	Es	S (cm)	k (kg/cm3)
0.5	50.00	0.41	0.33	645.97	0.02	17.67
	100.00	0.52	0.33		0.06	8.84
	150.00	0.62	0.33		0.11	5.89
	200.00	0.72	0.33		0.16	4.42
	250.00	0.82	0.33		0.23	3.53
	300.00	0.93	0.33		0.31	2.95
1	50.00	0.73	0.33	645.97	0.04	17.67
	100.00	0.83	0.33		0.09	8.84
	150.00	0.93	0.33		0.16	5.89
	200.00	1.03	0.33		0.23	4.42
	250.00	1.14	0.33		0.32	3.53
	300.00	1.24	0.33		0.42	2.95
1.5	50.00	1.04	0.33	645.97	0.06	17.67
	100.00	1.14	0.33		0.13	8.84
	150.00	1.24	0.33		0.21	5.89
	200.00	1.35	0.33		0.30	4.42
	250.00	1.45	0.33		0.41	3.53
	300.00	1.55	0.33		0.53	2.95
2	50.00	1.35	0.33	645.97	0.08	17.67
	100.00	1.45	0.33		0.16	8.84
	150.00	1.55	0.33		0.26	5.89
	200.00	1.66	0.33		0.38	4.42
	250.00	1.76	0.33		0.50	3.53
	300.00	1.86	0.33		0.63	2.95
3	50.00	1.66	0.33	645.97	0.09	17.67
	100.00	1.76	0.33		0.20	8.84
	150.00	1.87	0.33		0.32	5.89
	200.00	1.97	0.33		0.45	4.42
	250.00	2.07	0.33		0.59	3.53
	300.00	2.17	0.33		0.74	2.95

CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y ADMISIBLE									
PROYECTO:		SITIO AQUILES SERDAN			PCA#				
DATOS DEL SUELO Y CONDICIONES DE CARGA									
Td =	1.472	g/cm3	Prof. N.F	m	D1=	0	m		
φ =	25.00		Ysat =	g/cm3					
c =	0.00	ton/m²	Y w =	g/cm3					
CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO - POR LA ECUACION GENERAL DE MEYERHOF									
FACTORES DE CARGA (MEYERHOF 1963)									
FS =	3.00	Nq =	10.662	Nc =	20.721	Ny =	10.876	Kp=	1.32334747

DESPLANTE (Df) m		LOSA / RECTANGULAR				DESPLANTE (Df) m		LOSA / RECTANGULAR			
		L	B	q (u)	q (adm)			L	B	q (u)	q (adm)
Df (m)	d (m)	m	m	ton/m2	ton/m2	Df (m)	d (m)	m	m	ton/m2	ton/m2

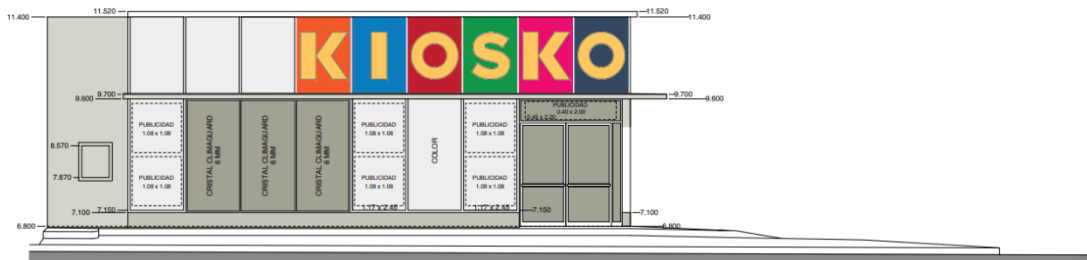
0.5		0.5	0.5	17.5	5.8	2.0		0.5	0.5	35.4	11.8
0.5		1.0	1.0	18.1	6.0	2.0		1.0	1	39.4	13.1
0.5		1.5	1.5	19.9	6.6	2.0		1.5	1.5	43.4	14.5
0.5		2.0	2.0	22.0	7.3	2.0		2.0	2	47.4	15.8
0.5		2.5	2.5	24.2	8.1	2.0		2.5	2.5	51.4	17.1
0.5		3.0	3.0	26.5	8.8	2.0		3.0	3	55.4	18.5
0.5		3.5	3.5	28.8	9.6	2.0		3.5	3.5	59.4	19.8
0.5		4.0	4.0	31.2	10.4	2.0		4.0	4	63.4	21.1
1.0		0.5	0.5	19.7	6.6	3.0		0.5	0.5	51.1	17.0
1.0		1.0	1	23.7	7.9	3.0		1.0	1	55.1	18.4
1.0		1.5	1.5	27.7	9.2	3.0		1.5	1.5	59.1	19.7
1.0		2.0	2	31.7	10.6	3.0		2.0	2	63.1	21.0
1.0		2.5	2.5	35.7	11.9	3.0		2.5	2.5	67.1	22.4
1.0		3.0	3	39.7	13.2	3.0		3.0	3	71.1	23.7
1.0		3.5	3.5	43.7	14.6	3.0		3.5	3.5	75.1	25.0
1.0		4.0	4	47.7	15.9	3.0		4.0	4	79.1	26.4
1.5		0.5	0.5	27.5	9.2	4.0		0.5	0.5	66.8	22.3
1.5		1.0	1	31.5	10.5	4.0		1.0	1	70.8	23.6
1.5		1.5	1.5	35.5	11.8	4.0		1.5	1.5	74.8	24.9
1.5		2.0	2	39.5	13.2	4.0		2.0	2	78.8	26.3
1.5		2.5	2.5	43.5	14.5	4.0		2.5	2.5	82.8	27.6
1.5		3.0	3	47.5	15.8	4.0		3.0	3	86.8	28.9
1.5		3.5	3.5	51.5	17.2	4.0		3.5	3.5	90.8	30.3
1.5		4.0	4	55.5	18.5	4.0		4.0	4	94.8	31.6

LOSA Y RECTANGULAR						
DESPLANTE	Ancho de Zapata	Carga Admisible	Relación de Poisson	Módulo de Elasticidad	Asentamiento	Módulo de reacción
Df (m)	B (cm)	Qadm (kg/cm2)	U	Es	S (cm)	k (kg/cm3)
0.5	50.00	0.58	0.33	645.97	0.03	17.67
	100.00	0.60	0.33		0.07	8.84
	150.00	0.66	0.33		0.11	5.89
	200.00	0.73	0.33		0.17	4.42
	250.00	0.81	0.33		0.23	3.53
	300.00	0.88	0.33		0.30	2.95
1	50.00	0.96	0.33	645.97	0.05	17.67
	100.00	1.04	0.33		0.12	8.84
	150.00	0.66	0.33		0.11	5.89
	200.00	0.79	0.33		0.18	4.42
	250.00	0.92	0.33		0.26	3.53
	300.00	1.06	0.33		0.36	2.95
1.5	50.00	1.19	0.33	645.97	0.07	17.67
	100.00	1.32	0.33		0.15	8.84
	150.00	1.46	0.33		0.25	5.89
	200.00	1.59	0.33		0.36	4.42
	250.00	0.92	0.33		0.26	3.53
	300.00	1.05	0.33		0.36	2.95
2	50.00	1.18	0.33	645.97	0.07	17.67
	100.00	1.32	0.33		0.15	8.84
	150.00	1.45	0.33		0.25	5.89
	200.00	1.58	0.33		0.36	4.42
	250.00	1.72	0.33		0.49	3.53
	300.00	1.85	0.33		0.63	2.95
3	50.00	1.18	0.33	645.97	0.07	17.67
	100.00	1.31	0.33		0.15	8.84
	150.00	1.45	0.33		0.25	5.89
	200.00	1.58	0.33		0.36	4.42
	250.00	1.71	0.33		0.48	3.53
	300.00	1.85	0.33		0.63	2.95

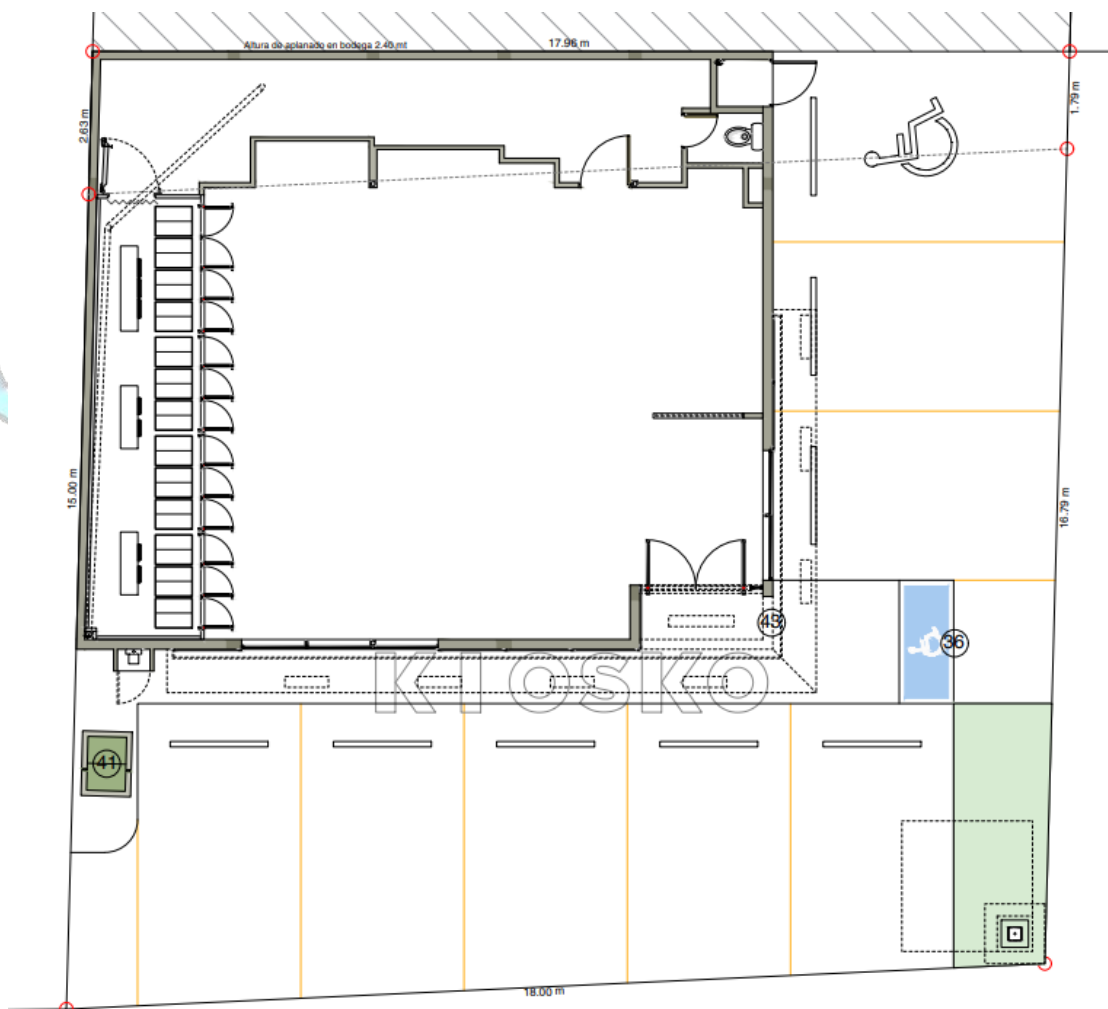
## 5.2 RECOMENDACIONES

### 5.2.1 PROYECTO

## TIENDA DE CONVENIENCIA UN NIVEL



### FACHADA CALLE AGUILES SERDÁN

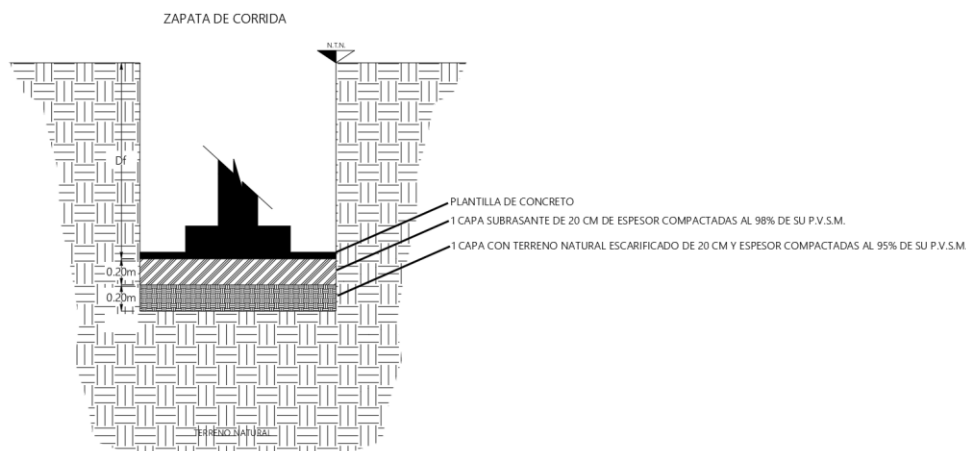


## 5.2.2 TIENDA DE CONVENIENCIA

- Debido a la información del proyecto se proporcionarán las recomendaciones para el desplante de la cimentación.
- En caso de requerir más información en las recomendaciones se deberán proporcionar los planos de cimentación y la bajada de cargas ultima de la estructura a SEYKA INGENIERIA para llevar a cabo su análisis.
- Debido a la zona y características del suelo se recomiendan las siguientes opciones:
  - Zapatas Corridas.
- **Durante la exploración del sitio y mediante pozo a cielo abierto se encontró que la contaminación existente en el predio tanto de basura, escombros y materia orgánica presentaban una profundidad de 0.00-0.30 cm de espesor, presentando una capa superficial que debe ser retirada en su totalidad.**

## 5.2.3 ZAPATA CORRIDA

- Para la colocación o desplante de la cimentación, se sugiere escarificar y compactar mecánicamente con equipo adecuado (rodillos vibratorios, compactadores de placa) el terreno natural una capa de 20 cm al 95% de su peso volumétrico seco máximo. Se deberá llevar a cabo un cribado del material antes de su uso retirando agregados con un sobre tamaño de 3".
- Posteriormente colocar 1 capa de subrasante de 20 cm de espesor compactada al 98% de su peso volumétrico seco máximo y que además deberá cumplir con las características de calidad como lo indica en la norma N-CMT-1-03/21-IMT.
- El desplante de cimentación será de acuerdo con las necesidades y bajadas de cargas del proyecto, además las dimensiones o la geometría de esta será propuesta por el estructurista. Para ello se presentan las tablas de limitación de capacidad de carga. Se recomienda una profundidad de desplante mayor o igual a 1.00 m.
- Ya habiendo establecido la profundidad de desplante por el estructurista se deberá respetar las capas de mejoramiento establecidas anteriormente.

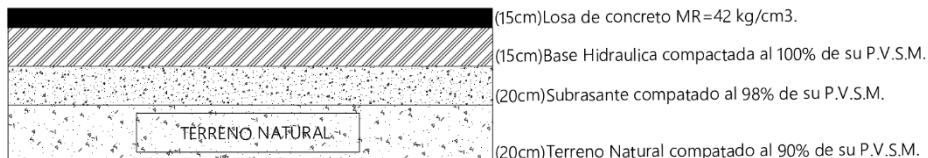


Croquis representativo

## 5.2.4 RECOMENDACIÓN DE PAVIMENTO PARA ESTACIONAMIENTO

### 5.2.4.1 PAVIMENTO RIGIDO

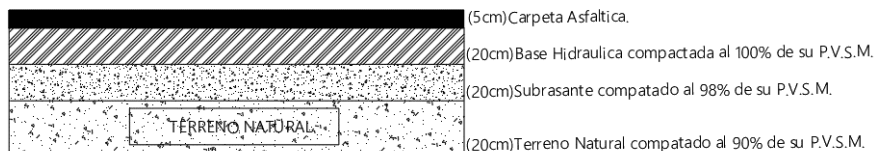
El pavimento rígido es una estructura compuesta por una losa de hormigón que se apoya sobre una capa de base, una subbase o el suelo natural. El pavimento rígido se caracteriza por su alta resistencia y durabilidad, así como por su menor necesidad de mantenimiento que el pavimento flexible.



Croquis representativo

### 5.2.4.2 PAVIMENTO FLEXIBLE

Un pavimento flexible es aquel que se deforma elásticamente bajo las cargas de tráfico, y cuya resistencia depende principalmente de la cohesión interna de sus materiales. Está compuesto por una o más capas asfálticas sobre una base y una subbase granulares, que a su vez se apoyan sobre el suelo de fundación. El pavimento flexible se adapta a los cambios de temperatura y humedad, y tiene una buena capacidad de drenaje superficial y subsuperficial. Su principal ventaja es que requiere menos mantenimiento que otros tipos de pavimentos, y su principal desventaja es que es más susceptible al daño por fatiga y ahuellamiento.



Croquis representativo

## 5.2.5 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Las recomendaciones de este capítulo son aplicables a todos los tipos de pavimento.

**TRABAJOS PRELIMINARES.** Antes de efectuar cualquier trabajo de limpieza o de terracerías es imprescindible llevar a cabo un levantamiento notariado del estado actual de las construcciones vecinas (incluyendo: viviendas, edificios, bodegas, naves industriales, bardas, cisternas, tanques de agua, muros de contención, torres de energía eléctrica o de telecomunicación, pisos, banquetas y pavimentos), el cual incluirá fotografías y croquis de fisuras, grietas, asentamientos, emersiones o expansiones e inclinaciones o desplomes de las mismas.

Se retirarán todos los montículos de roca, suelo, escombros, basura y fragmentos de roca, y también se efectuará un desmonte para extraer todo el pasto, los arbustos y los matorrales con sus raíces, que existan actualmente sobre la superficie del predio.

**DESPALME.** Después de la limpieza y el desmonte se efectuará un despalme para retirar la capa superficial más alterada o intemperizada de 20 cm de espesor.

**CORTES ADICIONALES DEL TERRENO NATURAL.** Debe tenerse presente que la base hidráulica de cualquier tipo de pavimento se debe apoyar siempre sobre un nuevo relleno compactado (subrasante) de 20 cm de espesor compacto, por lo que se deberá abrir la caja necesaria para colocar este relleno.

Si al momento de realizar la excavación se detectan unidades de suelo no consignadas en el reporte geotécnico, la excavación deberá suspenderse de inmediato y consultar lo más pronto posible al ingeniero geotecnista para determinar las acciones a seguir. De particular importancia resulta la presencia de: rellenos sueltos, rellenos con basura y/o escombros, suelos arcillosos, arenas limpias o poco limosas sin cementar y depósitos de grava-arena limpios.

✓ Si al abrir cualquier excavación también se detectan flujos subterráneos de agua o de cualquier tipo de fluido no indicados en el reporte geotécnico, la excavación también deberá suspenderse de inmediato y se debe proceder de inmediato al relleno de la misma con el mismo material producto de excavación, para evitar que las fuerzas de filtración del agua erosionen la pared de la excavación y produzcan inestabilidad de la misma. También en este caso se deberá consultar a la brevedad al ingeniero geotecnista.

**CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PRESUPUESTO.** Esta clasificación se basa en el criterio de las Normas Generales de Construcción de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a saber:

**Material tipo A.** Es el depósito blando o suelto que puede ser eficientemente excavado con escarpa jalada por un tractor de orugas de 90 a 110 caballos de potencia. Aquí se los suelos poco o nada cementados, con partículas sólidas hasta de 3 pulgadas tales como: los suelos agrícolas, los limos sueltos, las arcillas blandas y las arenas sueltas.

**Material tipo B.** Es aquél que por su consistencia o cementación sólo puede ser eficientemente excavado por un tractor de orugas con cuchilla, de 140 a 160 caballos de potencia en la barra. En este grupo se consideran los suelos cementados o con gravas o boleas; éstos últimos con tamaño comprendido entre 3 pulgadas y 75 cm. Como ejemplo se tienen: rocas muy alteradas, conglomerados medianamente cementados, areniscas blandas y suelos duros (tepetates).

**Material tipo C.** Sólo puede ser excavado con explosivos o con pistolas neumáticas ya que está constituido por fragmentos de roca con tamaño superior a los 75 cm. Como ejemplo pueden citarse a: los basaltos, las calizas, las areniscas fuertemente cementadas y los conglomerados fuertemente cementados.

Tratamiento del terreno natural. En los tramos en donde se encuentre el suelo residual (arena limosa) en el fondo de las excavaciones, se aplicará un riego pesado de agua sobre dicho fondo permitiendo que se infiltre toda el agua, para inducir previamente algún asentamiento del subsuelo.

Se escarificará el fondo de las excavaciones en un espesor de 20 cm y se adicionará agua a la capa escarificada para lograr la humedad óptima de la mezcla, se homogenizará la humedad y se compactará la capa escarificada al 95% de su peso volumétrico seco máximo (PVSM) Proctor ASTM standard D-698-12e2 variante A, con un rodillo liso vibratorio de 10 ton de peso estático mínimo.

**USO DE PRODUCTOS DE CORTE.** El material proveniente del despalme NO debe ser utilizado como relleno nuevo compactado. Tampoco se podrán utilizar las gravas o los fragmentos chicos, medianos y grandes de roca, de más de 3 pulgadas o los materiales fuertemente cementados que estén formados por grumos duros, producto de la excavación alterado o poco alterado.

Únicamente los suelos areno-limosos que se obtengan de las excavaciones del suelo residual, se utilizarán para rellenar nuevamente todas las excavaciones, retirando previamente todas las partículas sólidas de más de 3 pulgadas; este retiro se podrá hacer primeramente con la motoconformadora que al extender la capa empuja dichos fragmentos hacia las orillas y posteriormente mediante pepena manual con una brigada de peones. El retiro de estas partículas es IMPRESCINDIBLE para lograr una compactación adecuada de los suelos.

Todos los nuevos rellenos se tenderán por capas de 23 a 25 cm de espesor suelto máximo las cuales se compactarán con un rodillo liso vibratorio de 10 ton de peso estático mínimo al 95% de su PVSM Proctor ASTM standard D-698-12e2 variante A.

La base se construirá con un material inerte de alguna trituradora, con una mezcla de materiales inertes de banco y de trituradora o con un material inerte de banco, que en cualquier caso cumpla estrictamente con las normas de calidad que se detallan en el capítulo de especificaciones geotécnicas. Este material se deberá compactar con un rodillo liso vibratorio de 10 ton de peso estático mínimo al 100% de su PVSM Proctor ASTM modificada D-1557-12e1 variante C en una sola capa.

**RIEGO DE IMPREGNACIÓN.** Para proteger contra el intemperismo y el humedecimiento a la base hidráulica ya compactada, se barrerá y se impregnará la superficie de la misma con una emulsión asfáltica catiónica de rompimiento medio RM-2K, en proporción de 1.40 a 1.70 litros por metro cuadrado. La proporción adecuada será determinada con mosaicos de prueba y/o con la experiencia de la empresa encargada de la construcción de las terracerías, ya que depende de la textura de la capa sobre la que se aplicará el riego. Se consultará con el proveedor la conveniencia de diluir la emulsión en agua.

Esta protección se debe aplicar inmediatamente después de terminar la compactación de cualquier tramo, sobre todo en los días con amenaza de lluvia y puede diferirse al final del día cuando no exista dicha amenaza. El supervisor debe constatar que el material térreo no tiene una humedad en exceso, antes de aplicar el riego de impregnación.

Para que la emulsión no pierda rápidamente el agua que contiene, fenómeno conocido como rompimiento, la emulsión debe aplicarse en las primeras horas del día o en las últimas de la tarde. El personal de laboratorio verificará que la emulsión se adhiere a la base hidráulica; para lograr este objetivo es estrictamente indispensable evitar el tráfico de personas o equipo sobre la capa impregnada, por un período de al menos 48 horas. También es recomendable colocar una capa de arena fina sobre el riego, justamente antes de que se abra al tránsito de personas y equipo ligero, con el fin de atenuar la remoción del producto asfáltico.

Sobre una capa impregnada quedan prohibidas las maniobras de vehículos tanto ligeros como pesados, puesto que destruyen la impregnación. Si fuese necesario el ingreso de éstos, la base se debe construir al concluir tal circulación.

Todas las emulsiones asfálticas deberán cumplir con los requisitos generales de calidad que se señalan en las Normas Generales de Construcción de la SCT.

## 5.2.6 CONSIDERACIONES

### Drenaje:

Un sistema de drenaje perimetral bien diseñado es esencial para controlar el contenido de humedad del suelo alrededor de la cimentación. Esto ayudará a minimizar los cambios volumétricos en el estrato superior y a prevenir la saturación y potencial inestabilidad.

### Sísmicas:

El diseño de la cimentación debe considerar las fuerzas sísmicas y la potencial amplificación del movimiento del suelo.



## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

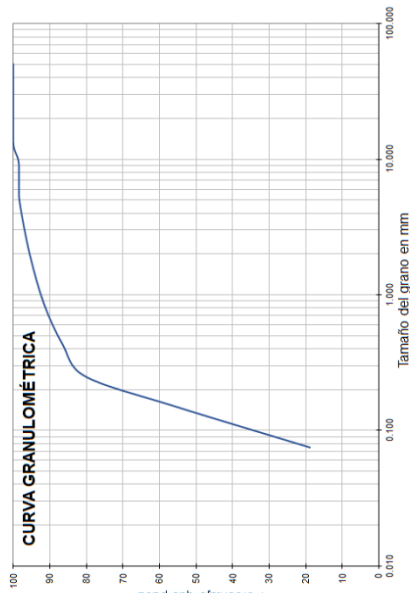
- NMX-C-430-ONNCCE-2018 (Industria de la construcción-Geotecnia-Cimentaciones Sondeos de pozos a cielo abierto)
- NMX-C-431-ONNCCE-2021 (Industria de la construcción-Geotecnia-Cimentaciones toma de muestras alteradas e inalteradas-método de prueba).
- Fundamentos de Ingeniería Geotecnia - Braja M. Das, 7 ed.
- SERVICIO DE SISMOLOGÍA NACIONAL (plataforma de base de datos, vía internet)
- Manual De Diseño De Obras Civiles por Sismos CFE (ED, 2015)
- Manual De Diseño De Obras Civiles por Viento CFE (ED, 2020)
- ASTM D1586 / D1586M – 18 (Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils)
- Bentley, Stephen P.\_ Carter, Michael - Soil properties and their correlations-John Wiley & Sons (2016)
- Ingeniería de cimentaciones, Enrique Tamez Gonzales 2001
- Ingeniería geológica, Luis I, Gonzales de Vallejo



## 7 ANÉXOS DE GRAFICAS Y REPORTES FOTOGRÁFICOS

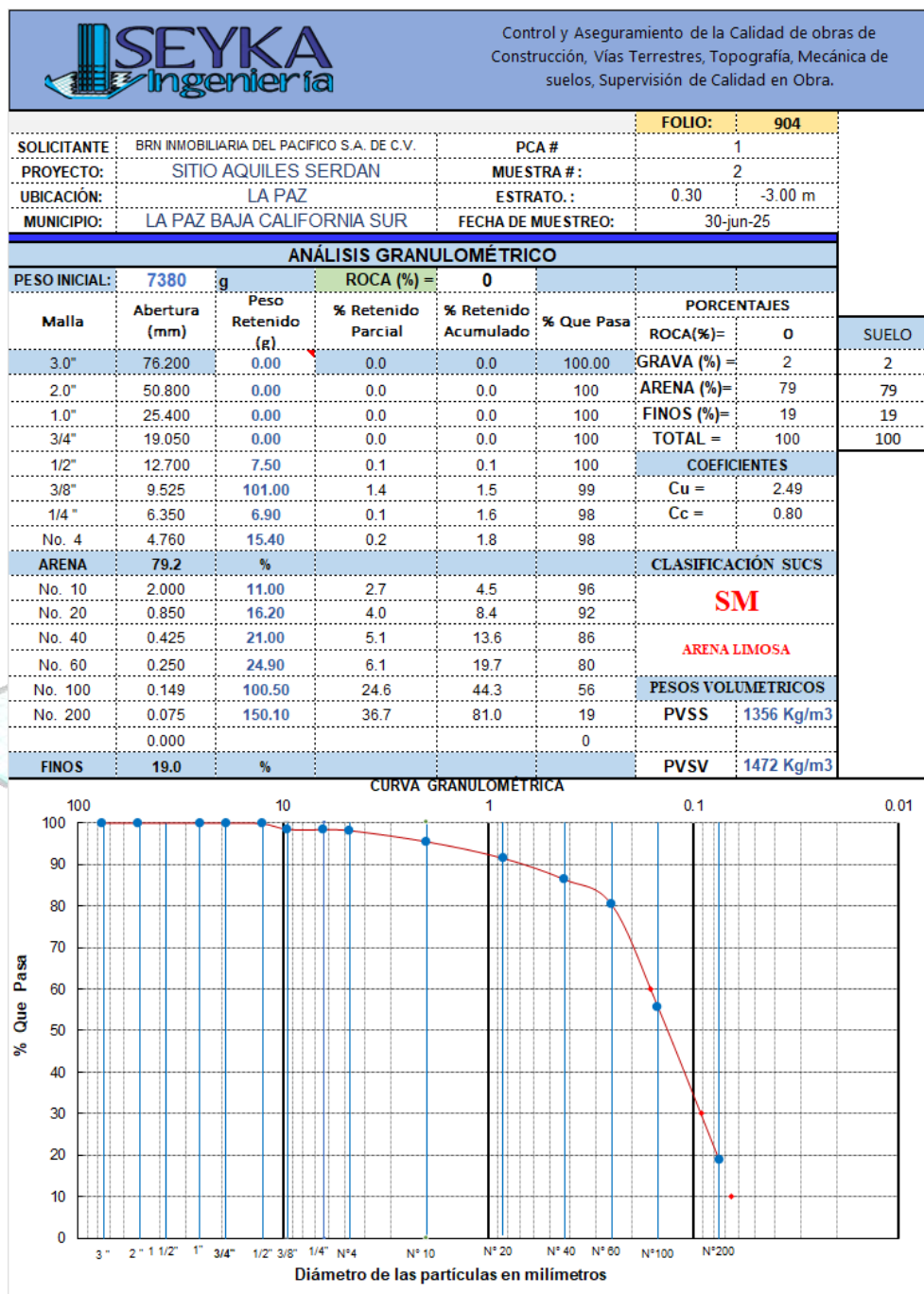
### 7.1 ANALISIS DE MATERIAL COMO SUBRASANTE

#### 7.1.1 PCA#1

INFORME DE CAPA SUBRASANTE																																	
N-CMT-1-03/21 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES PARA SUBRASANTE.																																	
SITIO AQUILES SERDAN																																	
LA PAZ																																	
PROYECTO	PCA # 1	0.30	-3.00 m																														
SONDEO	ESTADO	BAJA CALIFORNIA SUR																															
MATERIAL PARA CAPA DE: SUBRASANTE																																	
CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA DEL MATERIAL: ARENA LIMOSA																																	
TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO: POZO A CIELO ABIERTO																																	
CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO:																																	
UBICACIÓN DEL BANCO DE MATERIAL PETRO:																																	
FOLIO: 904																																	
ENSAYE No.: 1																																	
FECHA RECIBO: 30-jun-25																																	
FECHA INFORME: 17-jul-25																																	
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS DE INGENIERIA																																	
																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">PRUEBAS EN MATERIAL MAYOR QUE LA MALLA 3/8</th> </tr> <tr> <th>ABSORCIÓN %</th> <th>DESGASTE %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>				PRUEBAS EN MATERIAL MAYOR QUE LA MALLA 3/8		ABSORCIÓN %	DESGASTE %	-	-	-	-	-	-																				
PRUEBAS EN MATERIAL MAYOR QUE LA MALLA 3/8																																	
ABSORCIÓN %	DESGASTE %																																
-	-																																
-	-																																
-	-																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA NO. 40</th> </tr> <tr> <th>CU = 2.49</th> <th>C<sub>u</sub> = 0.80</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LÍMITE LÍQUIDO %</td> <td>25.90</td> </tr> <tr> <td>LÍMITE PLÁSTICO %</td> <td>10.00</td> </tr> <tr> <td>ÍNDICE PLÁSTICO %</td> <td>15.90</td> </tr> <tr> <td>HUM. DE CAMPO %</td> <td>5.08</td> </tr> <tr> <td>CONTRACCIÓN LINEAL %</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>CLASIFICACIÓN</td> <td>SM</td> </tr> <tr> <td>GRAVAS %</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>ARENAS %</td> <td>79</td> </tr> <tr> <td>FINOS %</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>TOTAL %</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>				PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA NO. 40		CU = 2.49	C <sub>u</sub> = 0.80	LÍMITE LÍQUIDO %	25.90	LÍMITE PLÁSTICO %	10.00	ÍNDICE PLÁSTICO %	15.90	HUM. DE CAMPO %	5.08	CONTRACCIÓN LINEAL %	0.00	CLASIFICACIÓN	SM	GRAVAS %	2	ARENAS %	79	FINOS %	19	TOTAL %	100						
PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA NO. 40																																	
CU = 2.49	C <sub>u</sub> = 0.80																																
LÍMITE LÍQUIDO %	25.90																																
LÍMITE PLÁSTICO %	10.00																																
ÍNDICE PLÁSTICO %	15.90																																
HUM. DE CAMPO %	5.08																																
CONTRACCIÓN LINEAL %	0.00																																
CLASIFICACIÓN	SM																																
GRAVAS %	2																																
ARENAS %	79																																
FINOS %	19																																
TOTAL %	100																																
ARENA LIMOSA																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL PETRO COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA</th> </tr> <tr> <th>MALLA</th> <th>% QUE PASA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2"</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>1 1/2"</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>1"</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>3/4"</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>1/2"</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>3/8"</td> <td>99</td> </tr> <tr> <td>1/4"</td> <td>98</td> </tr> <tr> <td>NO. 10</td> <td>98</td> </tr> <tr> <td>NO. 20</td> <td>96</td> </tr> <tr> <td>NO. 40</td> <td>92</td> </tr> <tr> <td>NO. 60</td> <td>88</td> </tr> <tr> <td>NO. 100</td> <td>56</td> </tr> <tr> <td>NO. 200</td> <td>19</td> </tr> </tbody> </table>				CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL PETRO COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA		MALLA	% QUE PASA	2"	100	1 1/2"	100	1"	100	3/4"	100	1/2"	100	3/8"	99	1/4"	98	NO. 10	98	NO. 20	96	NO. 40	92	NO. 60	88	NO. 100	56	NO. 200	19
CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL PETRO COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA																																	
MALLA	% QUE PASA																																
2"	100																																
1 1/2"	100																																
1"	100																																
3/4"	100																																
1/2"	100																																
3/8"	99																																
1/4"	98																																
NO. 10	98																																
NO. 20	96																																
NO. 40	92																																
NO. 60	88																																
NO. 100	56																																
NO. 200	19																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">PESOS VOLUMÉTRICOS</th> </tr> <tr> <th>P.E. SECO SUELTO kg/m³</th> <th>P.E. S. MÁXIMO kg/m³</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,355.93</td> <td>1,471.59</td> </tr> <tr> <td>1,725.00</td> <td>1,725.00</td> </tr> <tr> <td>10.80</td> <td>10.80</td> </tr> <tr> <td>16.18</td> <td>16.18</td> </tr> <tr> <td>20 MIN</td> <td>20 MIN</td> </tr> <tr> <td>0.60</td> <td>0.60</td> </tr> <tr> <td>76</td> <td>76</td> </tr> <tr> <td>GRADO DE COMPACTACIÓN %</td> <td>100±2</td> </tr> </tbody> </table>				PESOS VOLUMÉTRICOS		P.E. SECO SUELTO kg/m³	P.E. S. MÁXIMO kg/m³	1,355.93	1,471.59	1,725.00	1,725.00	10.80	10.80	16.18	16.18	20 MIN	20 MIN	0.60	0.60	76	76	GRADO DE COMPACTACIÓN %	100±2										
PESOS VOLUMÉTRICOS																																	
P.E. SECO SUELTO kg/m³	P.E. S. MÁXIMO kg/m³																																
1,355.93	1,471.59																																
1,725.00	1,725.00																																
10.80	10.80																																
16.18	16.18																																
20 MIN	20 MIN																																
0.60	0.60																																
76	76																																
GRADO DE COMPACTACIÓN %	100±2																																
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:																																	
EL MATERIAL <b>NO CUMPLE</b> COMO CAPA DE SUBRASANTE SEGÚN LA NORMATIVA N-CMT-1-03/21 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES PARA SUBRASANTE.																																	

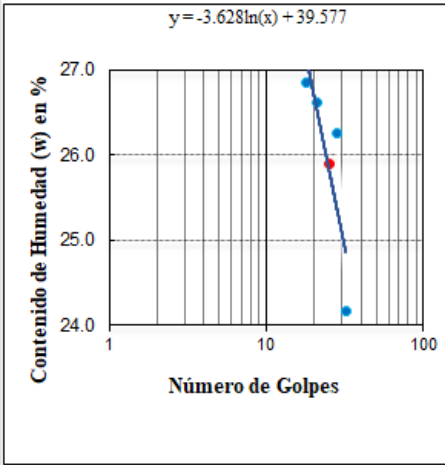
## 7.2 CLASIFICACION DE SUELOS

### 7.2.1 PCA#1



SEYKA Ingeniería						Control y Aseguramiento de la Calidad de obras de Construcción, Vías Terrestres, Topografía, Mecánica de suelos, Supervisión de Calidad en Obra.	
						<b>FOLIO:</b>	<b>904</b>
SOLICITANTE: BRN INMOBILIARIA DEL PACIFICO S.A. DE C.V.				PCA #:		1	
OBRA: SITIO AGUILAS SERDAN				MUESTRA #:		2	
CIUDAD: LA PAZ				PROF.:		0.30	-3.00 m
MUNICIPIO: LA PAZ BAJA CALIFORNIA SUR				FECHA DE MUESTREO:		30-jun-25	
<b>LÍMITES DE CONSISTENCIA</b>							
<b>CONTENIDO NATURAL DE AGUA</b>						-	
TARA	PESO TARA	TARA+ SUELO HÚMEDO	TARA+ SUELO SECO	PESO DEL AGUA	CONTENIDO DE AGUA	<b>ML</b>	
Nº	g	g	g	g	%	<b>LIMO DE BAJA COMPRESIBILIDAD</b>	
1	33.1	146.9	141.4	5.50	5.08		
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>						<b>DENSIDAD DE SÓLIDOS</b>	
TARA Nº	1	2	3	4	2.68		
NÚMERO DE GOLPES	32	28	21	18	L. L. =	25.90	
PESO TARA (g)	20.33	18.17	18.16	12.74	L. P. =	INAP	
TARA + SUELO HÚMEDO (g)	37.64	38.61	38.47	30.69	I. P. =	INAP	
TARA + SUELO SECO (g)	34.27	34.36	34.20	26.89	U.S. ARMY (1949)		
PESO SUELO SECO (g)	13.94	16.19	16.04	14.15	L. L. =	26.07	
PESO DE AGUA (g)	3.37	4.25	4.27	3.8	Grado de saturación(S)%		
CONTENIDO DE AGUA (%)	24.18	26.25	26.62	26.86	14.9		
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>			<b>CONTRACCIÓN LINEAL</b>		<b>Porosidad (n)</b>		
TARA Nº	1	2	BARRA Nº		6		
PESO TARA (g):	INAP		LONG. INICIAL(cm):		10.00	0.48	
TARA + SUELO HÚMEDO (g):			LONG. FINAL(cm):		10.00	de vacíos (e)	
TARA + SUELO SECO (g):			CONTRACCIÓN(cm) :		0.00		
PESO DE AGUA (g):			CONTRACCIÓN LINEAL(%):		0.00	0.92	
CONTENIDO DE AGUA (%):	✓						

$y = -3.628 \ln(x) + 39.577$

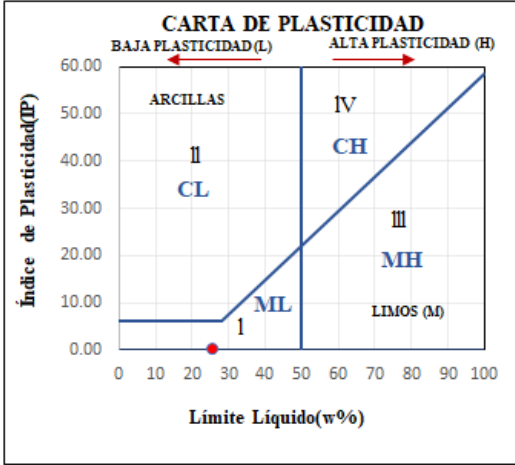


Contenido de Humedad (w) en %

Número de Golpes

**CARTA DE PLASTICIDAD**

BAJA PLASTICIDAD (L) ALTA PLASTICIDAD (H)



Índice de Plasticidad (PI)

Límite Líquido (w%)

## 7.3 CARACTERISTICAS DE MATERIALES DE PAVIMENTO

### 7.3.1 CARPETA ASFALTICA

**TABLA 1.- Requisitos de granulometría del material pétreo para mezclas asfálticas de granulometría densa**

Malla		Tamaño nominal del material pétreo <sup>[1]</sup>				
Abertura mm	Designación	mm (in)				
		9,5 (%)	12,5 (½)	19 (¾)	25 (1)	37,5 (1½)
		Porcentaje que pasa (en masa)				
50	2 in	---	---	---	---	100
37,5	1½ in	---	---	---	100	90 - 100
25	1 in	---	---	100	90 - 100	74 - 90
19	¾ in	---	100	90 - 100	79 - 92	62 - 83
12,5	½ in	100	90 - 100	72 - 89	58 - 81	46 - 74
9,5	¾ in	90 - 100	76 - 92	60 - 82	47 - 75	39- 68
6,3	¾ in	70 - 89	56 - 81	44 - 71	36 - 65	30 - 59
4,75	Nº4	56 - 82	45 - 74	37 - 64	30 - 58	25 - 53
2	Nº10	28 - 64	25 - 55	20 - 46	17 - 42	13 - 38
0,85	Nº20	18 - 49	15 - 42	12 - 35	9 - 31	6 - 28
0,425	Nº40	13 - 37	11 - 32	8 - 27	5 - 24	3 - 21
0,25	Nº60	10 - 29	8 - 25	6 - 21	4 - 19	2 - 16
0,15	Nº100	6 - 21	5 - 18	4 - 16	2 - 14	1 - 12
0.075	Nº200	2 - 10	2 - 9	2 - 8	1 - 7	0 - 6

[1] El tamaño nominal de un material pétreo es la abertura de la malla con la que se designa el material que cumpla con una determinada granulometría.

**TABLA 3.- Requisitos de calidad del material pétreo para mezclas asfálticas de granulometría densa cuando  $1 \times 10^6 < \Sigma L \leq 30 \times 10^6$**

Característica <sup>[1]</sup>		Valor
GRAVA		
Densidad relativa del material pétreo seco, mínimo		2,4
Desgaste de Los Ángeles, %, máximo		30
Desgaste Microdeval, %, máximo		18
Intemperismo acelerado, %, (5 ciclos), máximo <sup>[2]</sup>	En sulfato de sodio	15
	En sulfato de magnesio	20
Partículas alargadas y lajeadas; %,máximo		40
Partículas trituradas, %, mínimo	Una cara	95
	Dos o más caras	85
Desprendimiento por fricción, %, máximo		20
ARENA Y FINOS		
Densidad relativa del material pétreo seco, mínimo		2,4
Angularidad, %, mínimo		45
Equivalente de arena; %, mínimo		50
Azul de metileno, mg/g, máximo		15

[1] El material será 100% producto de trituración de roca sana.

[2] Será suficiente que el intemperismo acelerado cumpla con una de las dos condiciones: en sulfato de sodio o en sulfato de magnesio.

## 7.3.2 BASE HIDRAULICA

**TABLA 3.- Requisitos de granulometría de los materiales para bases de pavimentos con carpetas de mezcla asfáltica de granulometría densa**

Malla		Porcentaje que pasa <sup>[1]</sup>	
Abertura mm	Designación	$\Sigma L \leq 10^6$ <sup>[2]</sup>	$\Sigma L > 10^6$ <sup>[2]</sup>
75	3 in	100	100
50	2 in	85 - 100	85 - 100
37,5	1½ in	75 - 100	75 - 100
25	1 in	62 - 100	62 - 90
19	¾ in	54 - 100	54 - 83
9,5	¾ in	40 - 100	40 - 65
4,75	Nº4	30 - 80	30 - 50
2	Nº10	21 - 60	21 - 36
0,85	Nº20	13 - 44	13 - 25
0,425	Nº40	8 - 31	8 - 17
0,25	Nº60	5 - 23	5 - 12
0,15	Nº100	3 - 17	3 - 9
0,075	Nº200	0 - 10	0 - 5

[1] El tamaño máximo de las partículas no será mayor de 20% del espesor de la base.

[2]  $\Sigma L$  = Número de ejes equivalentes de 8,2 t, esperado durante la vida útil del pavimento.

**TABLA 4.- Requisitos de calidad de los materiales para bases de pavimentos asfálticos**

Características <sup>[2]</sup>	Valor %	
	$\Sigma L \leq 10^6$ <sup>[1]</sup>	$\Sigma L > 10^6$ <sup>[1]</sup>
Límite líquido, máximo	25	25
Índice plástico, máximo	6	6
Equivalente de arena, mínimo	40	50
Valor Soporte de California (CBR) <sup>[3]</sup> , mínimo	80	100
Desgaste Los Ángeles, máximo	35	30
Partículas alargadas, máximo	40	35
Partículas lajeadas, máximo	40	35
Grado de compactación <sup>[4]</sup> , mínimo	100	100

[1]  $\Sigma L$  = Número de ejes equivalentes acumulados, de 8,2 t, esperado durante la vida útil del pavimento.

[2] Determinada mediante el procedimiento de prueba que corresponda, de los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma.

[3] Con el grado de compactación indicado en esta Tabla.

[4] Respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASHTO Modificada, salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa.

**TABLA 2.- Requisitos de calidad de los materiales para bases de pavimentos con carpetas de concreto hidráulico**

Características <sup>[1]</sup>	Valor %
Límite líquido, máximo	25
Índice plástico, máximo	6
Equivalente de arena, mínimo	40
Valor Soporte de California (CBR) <sup>[2]</sup> , mínimo	80
Desgaste Los Ángeles, máximo	35
Partículas alargadas, máximo	40
Partículas lajeadas, máximo	40
Grado de compactación <sup>[3]</sup> , mínimo	100

[1] Determinada mediante el procedimiento de prueba que corresponda, de los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma.

[2] Con el grado de compactación indicado en esta Tabla.

[3] Respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASHTO Modificada, salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa.

TABLA 1.- Requisitos de calidad de materiales para capa subrasante

Característica	Valor
Tamaño máximo; mm	76
Límite líquido; %, máximo	40
Índice plástico; %, máximo	12
Valor Soporte de California (CBR) <sup>[1]</sup> ; %, mínimo	20
Expansión máxima; %	2
Grado de compactación <sup>[2]</sup> ; %	100 ± 2

[1] En especímenes compactados dinámicamente al porcentaje de compactación indicado en esta Tabla, con un contenido de agua igual al óptimo de compactación respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASHTO Estándar, salvo que el proyecto indique otra cosa.

[2] Respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASHTO Estándar, del material compactado con el contenido de agua óptimo de la prueba, salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa.

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



## 7.4 REPORTE FOTOGRÁFICO DE CAMPO

REPORTE FOTOGRÁFICO DE CAMPO			
PROYECTO:	SITIO AGUILAS SERDAN	FECHA DE MUESTREO:	30-06-25
UBICACIÓN:	LA PAZ	TIPO DE SONDEO:	PCA
MUNICIPIO:	LA PAZ BAJA CALIFORNIA SUR	SONDEO:	1







## 7.5 REPORTE FOTOGRÁFICO DE LABORATORIO

REPORTE FOTOGRÁFICO DE LABORATORIO			
PROYECTO:	SITIO AGUILERAS SERDAN	FECHA DE MUESTREO:	-
UBICACIÓN:	LA PAZ	TIPO DE SONDEO:	-
MUNICIPIO:	LA PAZ BAJA CALIFORNIA SUR	SONDEO:	-







