

le. En la zona Norte se han realizado rellenos ganados al mar mediante la colocación de arena limosa en diferentes espesores. Hacia el Sur, en Leonidas Plaza, existen depósitos cuaternarios.

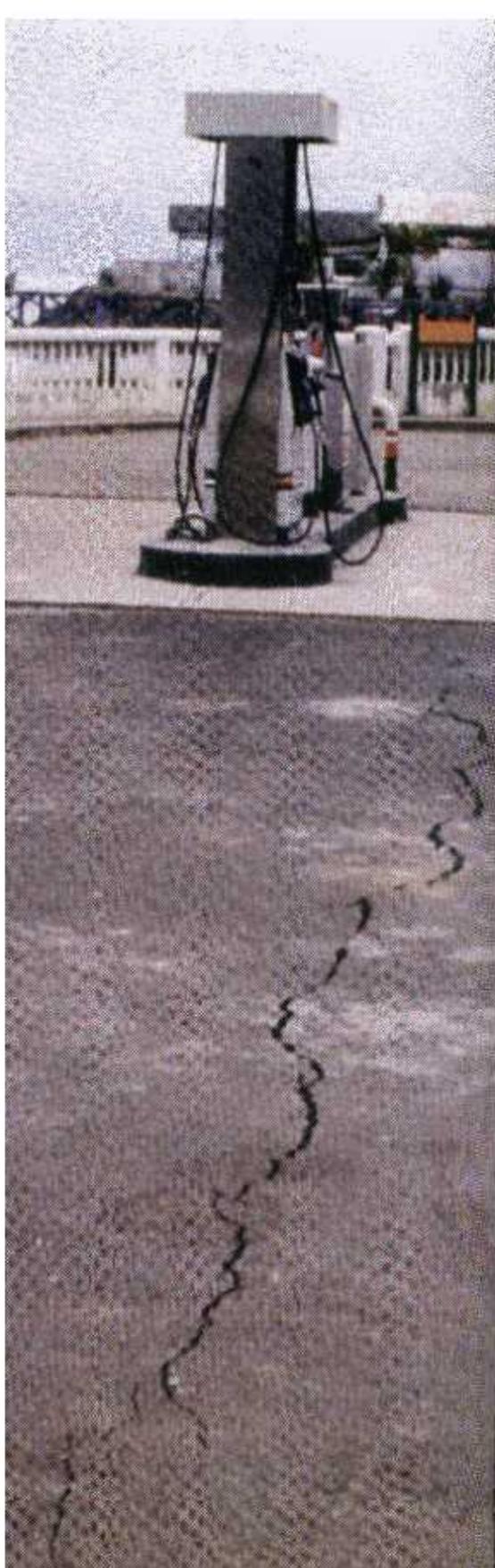
Las características geotécnicas del subsuelo de Bahía se han determinado en base a los sondajes con ensayos de penetración estándar presentados por Bohorquez (1995). Se trata de sondajes realizados para los estudios de suelos de los edificios Calipso (colapsado), Torre Manna y Bahía Blanca. Ver ubicación de los sondajes en mapa de localización de los edificios estudiados. Bohorquez (1995) presenta información adicional sobre valores de velocidad de propagación de ondas de corte en los tres sitios investigados, las cuales varían entre 145 a 213 m/s en los primeros 10 metros de profundidad. Se determinó en dicho estudio la posibilidad de ocurrencia del fenómeno de licuación de suelos en los perfiles investigados en base a distintas metodologías de evaluación del potencial de licuación de suelos.

Las características de la cimentación de algunos edificios pudo obtenerse de los planos existentes en la Municipalidad y del estudio realizado por la Escuela Politécnica Nacional. La información presentada sobre el tipo y profundidad de cimentación proviene de los planos revisados. De allí se desprende que la mayoría de las estructuras de edificios se encuentran sobre cimentaciones superficiales sean éstas zapatas aisladas, zapatas combinadas en una o dos direcciones o losas de cimentación. Los niveles de cimentación varían entre los 0.90 y 3.70 metros. El nivel freático se localiza entre -1.80 y -2.30 metros en la mayor parte de la ciudad.

La ciudad de Bahía de Caráquez, donde se ubica la mayoría de los edificios altos, se asienta sobre depósitos de arena fina limosa, saturada, que en la superficie se encuentra suelta, aumentando su compactadad con la profundidad, en sentido opuesto a la playa se elevan colinas de lutita color gris verde oscuro, muy rígidas, que vienen a constituir la base de los depósitos de arena.

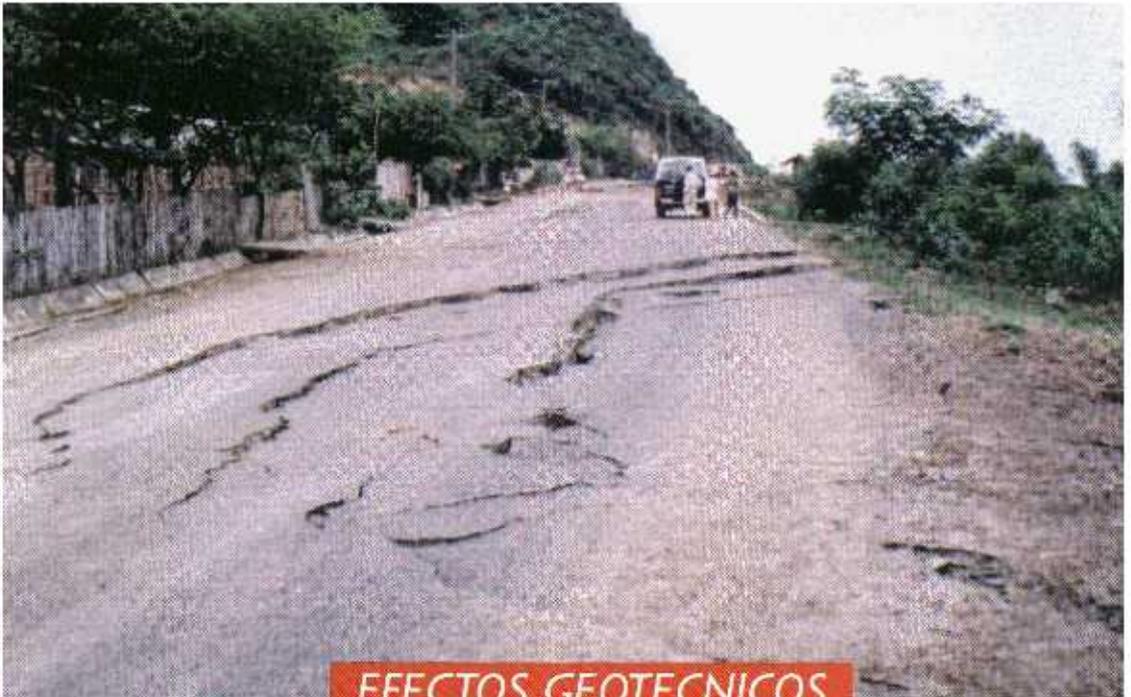
La profundidad del estrato de roca terciaria depende de la cercanía del lugar a las laderas que rodean la ciudad. Los sondajes disponibles no han alcanzado la profundidad de la roca terciaria, a excepción de aquel realizado en Torre Manna. La arena fina de la parte superior del perfil tiene porcentajes variables de finos y conchuelas. El nivel freático se ubica aproximadamente a un metro de profundidad a partir de la superficie. La arena es suelta en la superficie, aumentando su compactadad con la profundidad.

La zona posee un clima seco con escasas lluvias, la mayor parte del año, por lo que presenta una vegetación un tanto pobre y suelos semiáridos. El año 1998 fue un año pluviométrico excepcional debido al fenómeno de El Niño.



En cuanto al potencial de licuación cabe indicar que del trabajo realizado por Bohorquez (1995), se observa que el depósito licua en los diferentes perfiles. El potencial de licuación observado por tres distintos métodos indica que se presenta licuación en diferentes estratos y profundidades para cada perfil. Se anexa una de las tablas donde se muestran los factores de seguridad y las profundidades de las capas licuables. Debe tomarse en cuenta que en la mayoría de los casos los resultados coinciden entre los métodos empleados.

Las tablas 5.1 a 5.3 muestran los sondeos de tres sitios diferentes en Bahía, mientras que la Tabla 5.4 corresponde a la estimación del potencial de licuación en uno de los pozos de la ciudad.



De las observaciones realizadas en las zonas de mayor afectación se puede establecer lo siguiente:

- Se aprecian agrietamientos del suelo en la zona de laderas que bordean la ciudad de Bahía, estos agrietamientos son típicamente de longitudes entre 10 y 20 metros, concentrados en los bordes de los caminos y/o áreas erosionadas e inestables. Un ejemplo de éstos es la loma donde se ubican los tanques de almacenamiento del agua potable de la ciudad que se encuentran fuera de servicio. La estabilidad de estos sitios estará en serio riesgo durante la próxima estación invernal, debido a las condiciones de equilibrio precario en que quedaron muchas de las laderas después del invierno pasado. Estos terrenos están compuestos por arcillas, lutitas y areniscas altamente disgregadas y de fácil remoción por el agua en forma



tos en el terreno y subsidencias, tanto en estaciones modernas de gasolina construidas en relleno, como en edificaciones antiguas frente al Malecón. La zona de relleno ganado al mar en La Punta presentó inclinaciones de postes y subestaciones elevadas, agrietamiento de las pistas, producto de desplazamientos laterales y asentamiento del terreno como consecuencia de importantes amplificaciones sísmicas las que probablemente incidieron además en la magnitud de daños de las edificaciones



de deslizamientos - flujos como ha sucedido en los meses pasados.

- En la zona plana del extremo norte de la ciudad, se aprecian igualmente agrietamientos y subsidencias pequeñas del pavimento, desplazamientos pequeños de bordillos, grietas verticales en las paredes de pozos someros, y huellas de licuación en las arenas de la playa. Todas éstas son señales de desplazamientos superficiales y deformaciones pequeñas y permanentes del terreno. En esta zona el alcantarillado debe ser revisado y ensayado antes de entrar nuevamente en funcionamiento, ya que por las huellas en algunas estructuras enterradas como tanques de cisterna y fosas sépticas, se presume que el sismo provocó grandes deformaciones superficiales en el terreno. Los elementos del sistema de alcantarillado son frágiles, en especial sus conexiones, por lo tanto la cantidad de daños en el sistema se estima que deben ser de consideración.
- En el centro de Bahía de Caráquez, en el Malecón de lado Este se apreciaron agrietamientos

- En la carretera San Vicente - Canoa, al otro lado de Bahía, se produjeron derrumbes del terraplén de la carretera que interrumpieron la vía en varias localizaciones. El material arenoso del terraplén estaba saturado por las lluvias e inundaciones del Fenómeno El Niño. Los derrumbes se produjeron por vibración del terreno y posible desplazamiento lateral por licuación en zonas saturadas

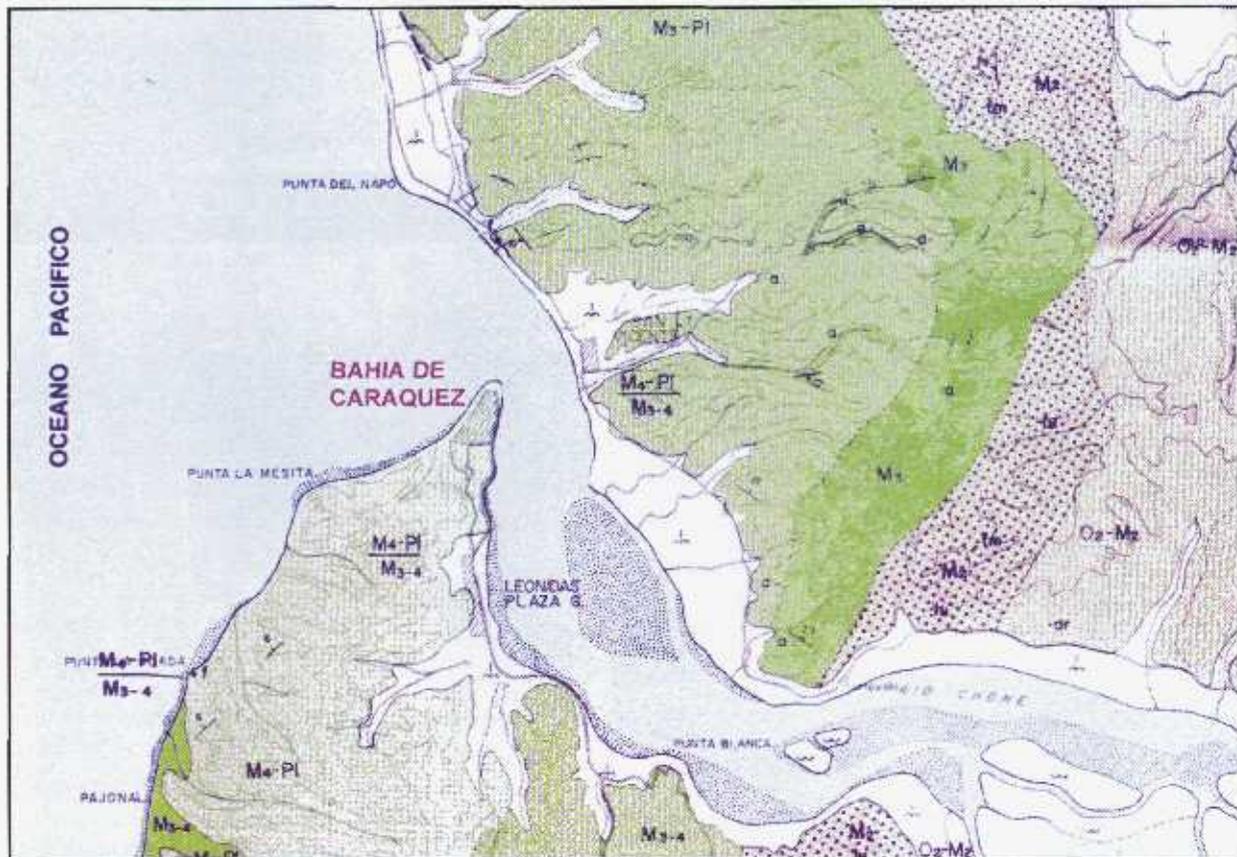
• En los alrededores de las poblaciones de Briceño y Canoa, se aprecian varios y continuos agrietamientos en algunos tramos de la carretera (de 10 a 20 metros de longitud) ubicados en terrazas aluviales de 2 a 3 metros de altura, y huellas de licuación (conos, grietas, surgimiento de material subsuperficial) en la arena de la playa y los depósitos de aluviales recientes de la desembocadura del río Briceño. Desprendimientos pequeños del suelo en los taludes verticales del cauce del río el Muchacho, al norte de Canoa y desprendimiento de rocas del talud natural (20 a 30 m de altura) formado por areniscas finas, ubicadas al norte de la Boca de Briceño. Sin embargo no ocurrieron por efecto del sismo, otro tipo de deslizamientos, ni la reactivación de los deslizamientos ocurridos durante la pasada estación invernal.

- En el Hospital Miguel H. Alcívar, localizado en Leonidas Plaza, as Sur de Bahía, se apreció amplificación sísmica que produjo daños estructurales en algunas columnas de la planta baja. Se notó asentamientos en la escalera de emergencia y los muros de tabiquería y agrietamientos en el terreno circundante al hospital



CONCLUSION

- Las características del terreno han tenido influencia en los daños experimentados por las edificaciones de Bahía de Caráquez y sus áreas aledañas.
- El terreno está constituido por material arenoso de grano fino, de compacidad media saturado. El material de base del perfil estratigráfico es roca blanda del Terciario que se encuentra a distintas profundidades, dependiendo de su cercanía a las laderas circundantes.
- La gran cantidad de edificios altos construidos recientemente y las condiciones del terreno de cimentación garantizan una buena base de datos para realizar un estudio de microzonificación sísmica. Lamentablemente dicha base de datos no se encuentra disponible en el Municipio, por lo que deberá ser recopilada.
- Antes de reiniciar su funcionamiento normal debe realizarse una revisión del alcantarillado y de la red de distribución del agua potable ubicados en el extremo norte de la ciudad.
- Se debe revisar la cimentación de los edificios altos y medianos con visibles huellas de movimiento sísmico, conjuntamente con la reconstrucción de los otros niveles.
- Se recomienda la ejecución de un estudio de microzonificación sísmica y estabilidad de laderas, que sirva como instrumento guía para la planificación y uso futuro del suelo de la ciudad, considerando los impactos del fenómeno del Niño 1997-1998 y del sismo del 4 de agosto, así como de otros fenómenos similares ocurridos en los años pasados. La reconstrucción de la ciudad debe considerar los criterios del riesgo sísmico: deslizamientos y otros naturales.



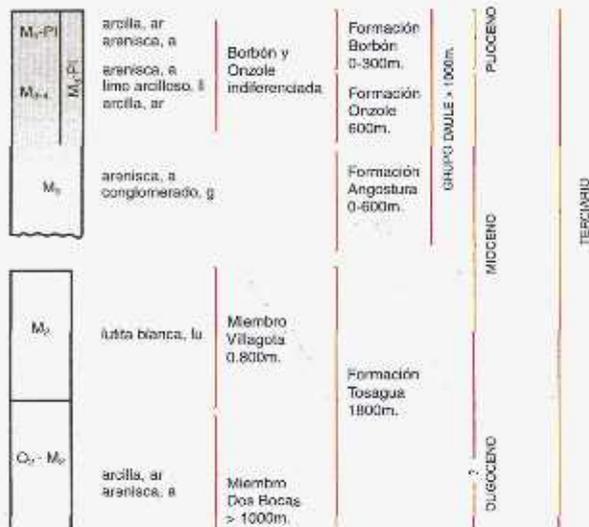
ESCALA 1:100.000 Ref. DGGM (1980)

LEYENDA

	depósito aluvial
	terracea indiferenciada y depósito aluvial

CUATERNARIO

SECCION VERTICAL DE LAS FORMACIONES PRE-MOLASICA

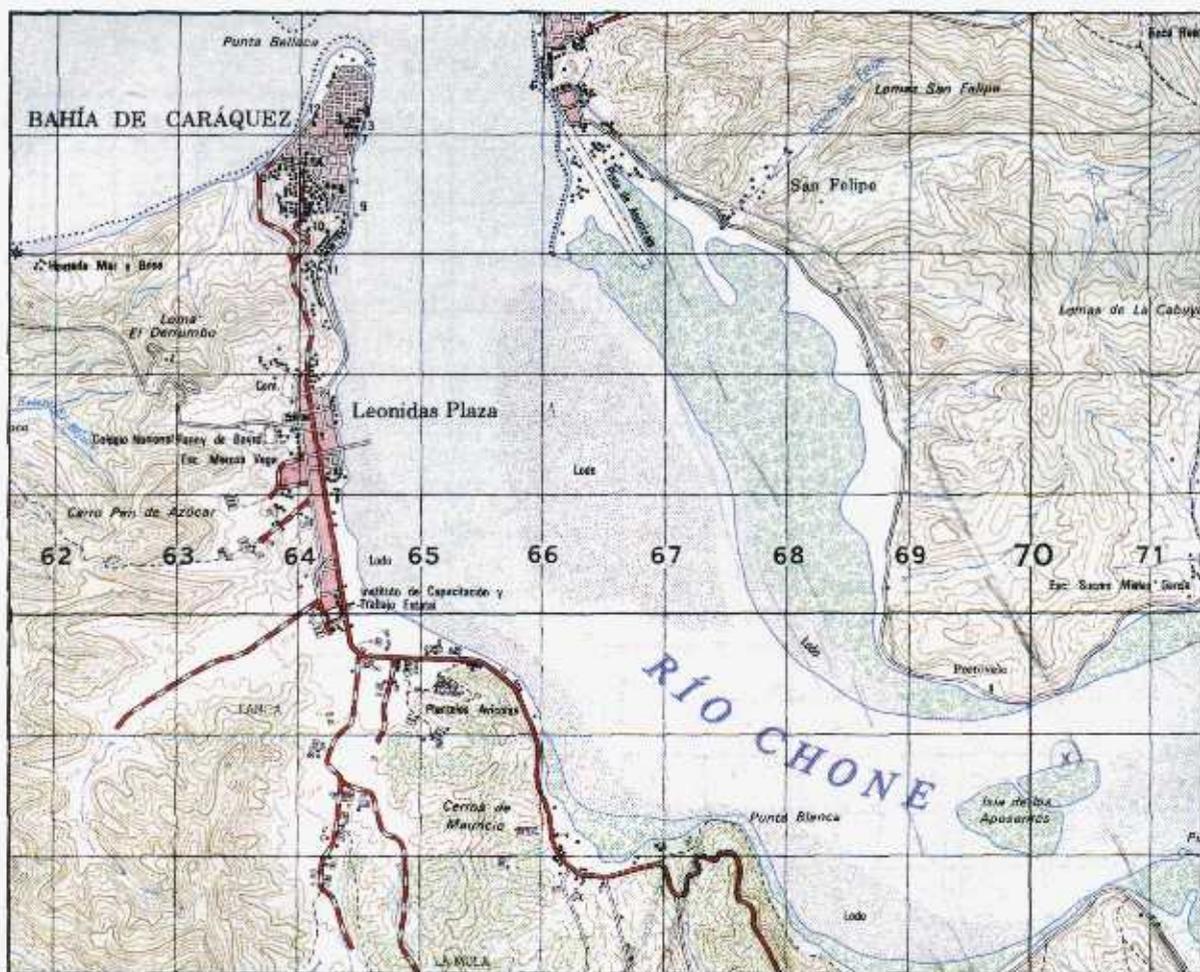


SIMBOLOS GEOLOGICOS

	Contacto
	Contacto Inferido
	Falla Inferida
	Estratificación Inclinada
	Buzamiento suave

Mapa 5.1

MAPA GEOLOGICO DE BAHIA DE CARAQUEZ - MANABI



ESCALA 1:50,000

Ref. IGM (1986)

SIGNOS CONVENCIONALES

POBLACIONES

- Más de 12.000 Habitantes
- Más de 1.000 Habitantes
- Más de 400 Habitantes
- 6 a 40 Edificios
- Menos de 6 Edificios

CAMINOS

- Autopista, Carretera pavimentada, dos o más vías (Con separador)
- Carretera pavimentada dos o más vías
- Carretera pavimentada angosta
- Carretera sin pavimentar dos o más vías
- Carretera sin pavimentar angosta
- Camino de verano
- Camino de herradura
- Sendero o vereda
- Puente para vehículos

Mina; Molino; de Viento; Molino de Agua

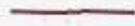
Punto o Vértice Geodésico

Punto de Nivelación

Elevaciones Comprobadas; No Comprobadas

SALINAS

- Pitaló
- San Cristóbal
- San Juan
- San Luis



Línea Transmisora de Energía

Casa; Choza; Iglesia; Escuela

Bosque (Monte Alto) Matorral (Monte Bajo)

Arena; Hierba Tropical

Huertos; Manglar

Arrozal; Salinas

Terreno sujeto a inundación; Río seco o aluvión

Pozo Manantial; Río intermitente

Largo o charco intermitente

Ciénaga o Pantano; Represa

Rápidos grandes; Saltos grandes

Rápidos; Saltos; Muelle

Naufragio al descubierto

Naufragio sumergido; Anclaje

Roca sumergida

Roca al descubierto a flor de agua

Peligro submarino de índole general. Bajo de anteplaya

Sondeos en Brazas (1.8m)

Arrecife; Luz (Faro)

Curvas de Profundidad en Brazas (1.8m)

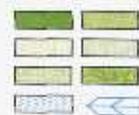


Tabla 5.1
Sondajes SPT - 1 (Edificio Calipso)

Profundidad (m)	Valor de N (golpes/pie)	Suelo (SUCS)
0.45	6	SM
1.45	14	SM
2.45	34	SM
3.45	31	SM
4.45	22	SM
5.45	43	SM
6.45	47	SM
7.45	46	SM
8.45	25	SM
9.45	34	SM

Tabla 5.2
Sondajes SPT - 2 (Torre Marina)

Profundidad (m)	Valor de N (golpes/pie)	Suelo (SUCS)
0.45	8	SM
1.45	18	SM - SC
2.45	12	SM
3.45	47	SM
4.45	25	SM
5.45	25	SM
6.45	>50	CH
7.45	>50	MH
8.45	>50	MH

Tabla 5.3
Sondaje SPT - 3 (Bahía Blanca)

Profundidad (m)	Valor de N (golpes/pie)	Suelo (SUCS)
0.45	13	SM
1.45	8	SM
2.45	34	SM
3.45	20	SM
4.45	15	SM
5.45	22	SM
6.45	18	SM
7.45	43	SM
8.45	>50	SM
9.45	>50	SM

METODO SIMPLIFICADO DE TENSIONES CICLICAS
PROMEDIO POZO No 3 y POZO No 4

Aceleración Máx. Superficial: 0.25075g Cr:0.57
Tiempo de Ocurrencia: 27.60 segundos

PROF (m)	PESO ESP. SAT. (gr/cm ³)	ESF. EFEC. VERTICAL (gr/cm ²)	ESF. TOTAL VERTICAL (gr/cm ²)	rd	γ _{av} / σ _v	RELACION DE ESFUERZOS CICLICOS		FACTOR DE SEGURIDAD A LICUEF.	OBSERVACION
						LABORATORIO	CAMPO		
1	1.34	134.00	134.00	0.99	0.16	0.33	0.19	1.17	No Licua
2	1.84	218.00	318.00	0.99	0.24	0.34	0.19	0.82	Licua
3	1.86	304.00	504.00	0.98	0.26	0.39	0.22	0.84	Licua
4	1.89	393.00	693.00	0.96	0.28	0.46	0.26	0.94	Licua
5	1.86	479.00	879.00	0.96	0.29	0.39	0.22	0.77	Licua
6	1.88	567.00	1.067.00	0.96	0.29	0.44	0.25	0.86	Licua
7	1.88	655.00	1.255.00	0.95	0.30	0.44	0.25	0.85	Licua
8	1.89	744.00	1.444.00	0.93	0.29	0.46	0.26	0.89	Licua
9	1.88	832.00	1.632.00	0.91	0.29	0.44	0.25	0.86	

Evaluación del Potencial de Licuefacción basado en el método simplificado de las tensiones cíclicas propuesto por Seed & Idriss. Perfil 2