



QE 509  
1949  
Leal 2010  
013652

**SECRETARIA DE MARINA**

**DIRECCION GENERAL DE OBRAS MARITIMAS  
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y LABORATORIOS**



**SECRETARIA DE MARINA  
UNIDAD DE HISTORIA  
Y CULTURA NAVAL  
BIBLIOTECA CENTRAL**

**MEMORANDUM TECNICO No. II**

**SONDEOS GEOLOGICOS DE EXPLORACION, PARA LA  
CIMENTACION DEL MUELLE DE BAHIA MAGDALENA,  
BAJA CALIFORNIA.**

QE 509

.M 49

SAN JUAN IXHUATEPEC, EDO. DE MEXICO.

57



SECRETARIA DE MARINA  
UNIDAD DE HISTORIA  
Y CULTURA NAVAL  
BIBLIOTECA CENTRAL

## I N D I C E

### ANTECEDENTES.

#### 1.- TRABAJOS DE CAMPO.

Descripción de los Trabajos de Campo.

Registro de los Sondeos de Penetración Standard.

Registro de Sondeos de Lavado.

#### 2.- TRABAJOS DE LABORATORIO.

a).- Clasificación.

b).- Grado de consolidación.

c).- Estratigrafía.

d).- Capacidad de carga.

e).- Angulo de fricción interna.

### CONCLUSIONES.

OFICINA DE INGENIERIA DE COSTAS.

Trabajos de campo realizados por:

Jorge Pagola Padilla.

Trabajos de Laboratorio realiza--  
dos por:

Ing. Juan Rendón Castañeda.

SONDEOS GEOLOGICOS DE EXPLORACION CON EL FIN DE DETERMINAR  
LA RESISTENCIA DEL TERRENO PARA LA CONSTRUCCION DEL MUELLE  
DE BAHIA MAGDALENA, B. C.

ANTECEDENTES.

La Memoria No. 6 de los Estudios Físicos de San Carlos y de la Bahía de Magdalena, en el Territorio de Baja California, del Departamento de Estudios y Laboratorios, nos relata en forma amplia las tres diferentes campañas que se llevaron a cabo, con el fin de localizar el sitio en el cual debía de realizarse la construcción de un muelle que diera servicio al Valle de Santo Domingo.

Quedando como única incógnita, las condiciones del subsuelo para poder llevar a cabo el proyecto definitivo del muelle en cuestión, se procedió a la elaboración de un programa que satisficiera estas necesidades, las cuales quedaron consignadas en el plano D y E 225 de Octubre de 1963.

El programa elaborado fue con el fin de conocer la estratigrafía, grado de consolidación, así como en forma aproximada la capacidad de carga y ángulo de fricción interno de los materiales, en los cuales se apoyarán las obras proyectadas en la zona de San Carlos, B. C. Sur; la Brigada de Estudios en dicho lugar, realizó una serie de exploraciones del subsuelo, de acuerdo con el programa de trabajo consignado en el Plano D y E 225. El programa citado comprende 3 pozos, en los cuales se efectuarán pruebas de "Penetración Standard" y 2 pozos de lavado.

Tanto la perforación de los pozos como la obtención de las muestras, se harán siguiendo las instrucciones del Ing. -

Hernilo del Castillo. Para las pruebas de penetración se -  
utilizará un peso de 154 Kg., desde una altura de 31 cm., -  
contando el número N de golpes necesario para penetrar 30 cm.  
en el terreno. En tales condiciones, con los datos de la -  
prueba descrita, es posible determinar en forma empírica, el  
grado de consolidación o resistencia a la penetración del ma  
terial recuperado.

### 1.- TRABAJOS DE CAMPO.

De acuerdo con el programa de trabajo señalado en el  
plano E y E 225 de Octubre de 1953, tenían que hacerse las -  
perforaciones en el eje de la pasarela del Muelle y eje de -  
la "A", pero por instrucciones del C. Ing. Hernilo del Casti  
llo M. Jefe de la Oficina de Mecánica de Suelos del Depart  
mento de Proyectos y Diseños de la Dirección General de Obras  
Marítimas, solamente se hicieron cinco sondeos quedando dis  
tribuidos en la siguiente forma: 3 de penetración standar y  
2 de lavado, quedando localizados en la forma siguiente:

Sondeo No. 1, a 100 m. del punto "B" indicado en el  
plano antes mencionado, este sondeo no quedó exactamente en  
la línea que señala el eje de la pasarela por quedar arriba  
de la cota 0.00 por lo que se desplazó 35 m. al Sur del eje  
(a 160 m. del punto "B").

Sondeo No. 2, éste se efectuó en la cota de -10.00 -  
m. estando a 625 m. aproximadamente del punto "B" marcado en  
el plano como arranque del eje de la pasarela.

Sondeo No. 3, éste se efectuó en la cota de -5.00 m.  
quedando a 785 m. aproximadamente del punto "B" marcado en -

el plano y como arranque del eje de la pasarela.

Sondeo No. 4 de lavado, este sondeo se efectuó a los 600 m. del punto "B".

Sondeo No. 5 de lavado, éste se efectuó a los 400 m. del punto "B".

Para la realización de estos sondeos se empleó una máquina Ford equipada con malacate y bomba de agua, equipo que fue instalado en una balsa construida con tambores de 200 lt. y madera; en un principio dicha balsa tenía una superficie de 3.00 x 4.00 m. pero no fue suficiente la superficie para tener en ella todo el equipo de perforación, además que se dificultaba toda maniobra, por tales motivos se le agregó 2 secciones a la balsa quedando formada de una superficie de 5 x 4 m. la que resultó más funcional.

Los sondeos de penetración standar, fueron efectuados conforme a las instrucciones dadas por el C. Ing. Hermilo del Castillo Jefe de la Oficina de Mecánica de Suelos del Departamento de Proyectos y Diseños que consistieron en lo siguiente:

Obtener cada 0.60 m. una muestra, sacando todas las que permita el material y el equipo, estas muestras se llevarán cada una por separado, en un envase de vidrio y en éste se indicará el número correspondiente al de la muestra, anotándose también el número de golpes dado al ser hincado el muestreador, así mismo se indicará la longitud del material recuperado dentro del muestreador.

Como no se contaba con un martinete adecuado según las especificaciones normales en esta clase de trabajo, (de mayor peso), el Ing. Hernilo del Castillo hizo el cálculo correspondiente para sacar el valor de la altura que deberá darse al martinete para la hincada del muestreador. El martinete empleado es de 340 Lbs. y la altura de golpe 31 cm.

Para obtener las muestras de los sondeos de penetración standar, se hincaba un tubo de 3" de  $\varnothing$  hasta una profundidad tal que no se moviera el fondo con la agitación del agua, enseguida se lavaba el material que quedaba dentro del tubo cuando éste penetraba en el fondo, el lavado se hacía únicamente hasta el nivel inferior del tubo; para esto se tenía el perfecto cuidado de la longitud de ademe que en el momento del lavado estaba hincado, por ejemplo, si teníamos un total de ademe de 3.38 m. se le inyectaba agua a presión para expulsar el material, este material era aflojado por medio de un trépano conectado al extremo de una varilla, en ésta se midió exactamente la longitud que tenía el ademe, que en este caso fué de 3.38 m.; una vez que la varilla entró hasta 3.38 m., se sostiene firme en esa posición hasta que el agua que sale por la parte superior del ademe no contenga material o cuando menos sea una mínima parte; conviene aclarar que no se dejaba mucho tiempo la presión del agua dentro del ademe, una vez que llegaba al nivel indicado, ya que la misma presión aflojaba el material del fondo perdiendo éste su compactación, lo que nos proporcionaría datos falsos al sacar las muestras, como número de golpes muy pe-

queño y una longitud de material recuperado bien fuera muy grande o pequeño por salirse el material.

Cuando ya se tenía el lavado se introducía el muestreador 15 cm. bajo el nivel del ademe, una vez que llegaba a esta profundidad se hacía penetrar el muestreador 30 cm., en esta parte de la penetración se tomaba el número de golpes empleado para tener precisamente los 30 cm. de penetración; ya que se tenía ésta, se penetraban otros 15 cm. pero sin tomar en cuenta los golpes, lo mismo que no se tomaba en cuenta para penetrar los primeros 15 cm., (ya que tampoco se tomaba en cuenta la altura de caída del martinete), cuando en total el muestreador había penetrado 60 cm. bajo el nivel del ademe, se sacaba, para extraer el material del muestreador; estando el material fuera se envasaba en frascos de vidrio anotándose en el registro el número del sondeo, así como el número de muestra correspondiente al mismo sondeo, el número de golpes dados para la penetración, la longitud del material recuperado y su clasificación. Después de obtener cada muestra se procedía a hincar el ademe los 60 cm. que había penetrado el muestreador y se procedía a lavar el material que quedaba dentro del ademe, para continuar con la siguiente muestra en la forma ya indicada; a cada muestra se le anotaba además en el registro la profundidad en que era obtenida.

Los pozos de exploración por lavado se efectuaron en la siguiente forma: se hincó un tramo de Ademe en el fondo hasta una profundidad de 2.00 m., enseguida se colocó un tré

pano con una varilla de perforación dentro del ademe, inyectando agua a presión golpeando y girando la varilla, para aflojar y desalojar el material que se encontraba dentro del ademe, este fluía por el espacio comprendido entre la varilla y el ademe, siendo recogido en un recipiente; una vez que el material en suspensión se asentaba, se clasificaba y se hacía la anotación correspondiente en el registro; el lavado se hizo por cada 2 m. de profundidad; varias de las muestras obtenidas fueron envasadas para que se tuviera conocimiento del material obtenido, por si la clasificación hecha en el campo presentaba alguna duda.

A continuación puede verse en los registros de cada pozo, la profundidad a que fueron llevados y la clasificación del material en cada uno de ellos a las distintas profundidades donde fueron obtenidas las muestras.

## INVESTIGACIONES GEOLOGICAS

Registro del Sondeo No. 1. Penetración Standard

Brigada de Estudios en San Carlos, B.C. Sur.

Fecha

Localización: A 100 m. del punto "B" desplazado 35 m. hacia el Sur, de acuerdo con las instrucciones del Ing. Hermilo del Castillo, encontrándose inmediato al pozo PL-1 según el plano D y E 225 de Octubre de 1963.

MUESTRA No.	PROFUNDIDAD DE	GOLPES A PENETRA	LONG.		M A T E R I A L
			RECUP.	CM.	
1	0.00	0.60	9	20	Arena fina limosa.
2	1.56	2.16	6	51	Arena fina limosa.
3	2.16	2.76	11	35	Arena fina limosa y conchuela.
4	2.76	3.36	9	0	Arena fina limosa y conchuela.
5	4.03	4.63	19	57	Arena fina poca conchuela.
6	5.23	5.83	51	43	" " " "
7	6.38	6.98	70	32	" " " "
8	6.98	7.58	71	32	" " " "
9	7.58	8.18	160	40	" " " "
10	8.18	8.24	100	0	" " " "

## OBSERVACIONES:

Entre la profundidad de 0.60 a 1.56 no se obtuvieron muestras por haberse salido el material.

En la profundidad 2.76 a 3.36 tampoco se obtuvo muestra por la misma razón pero el material fue recuperado por lavado, siendo arena fina limosa; no se envasó.

De 4.63 a 5.23 no se obtuvo muestra por salirse el material.

La muestra No. 10 penetró 6 cm. con 100 golpes, no obte-

niéndose muestras; el material que se envasó se recuperó por la vado; el lavado llegó hasta 9.40 siendo arena fina el material recuperado.

INVESTIGACIONES GEOLOGICAS

Registro DEL Sondeo No. 2. Penetración Standard

Brigada de Estudios en San Carlos, S.C. Sur

Fecha: Febrero 20 a  
Febrero 22

Localización: En la batimétrica 10 m. a 825 m. del punto "B" que según el plano D y E 225 de Octubre de 1963 corresponde al pozo PS-4, de acuerdo con las instrucciones del Ing. Hernando del Castillo.

MUESTRAS	PROFUNDIDAD		GOLPES LONG.		M A T E R I A L	OBSERVACIONES
No.	DE	A	PENETRA.	RECUP. CM.		
1	0.00	0.60	11	0.32	Arena fina limosa y conchuela.	
2	0.60	1.20	19		" " "	No se recuperó muestra
3	1.20	1.80	30	0.30	" " "	" "
4	1.80	2.40	28		Arena fina.	" "
5	2.40	3.00	26		" "	" "
6	3.00	3.60	50	0.10	" "	
7	3.60	4.20	51	0.28	" "	
8	4.20	4.80	60	0.15	Arena fina con conchuela.	" "
9	5.40	6.60	90		" " " "	
10	6.60	7.20	110	0.20	" " " "	
11	7.20	7.80	102	0.30	" " " "	
12	7.80	8.40	120	0.32	" " " "	
13	8.40	9.00	140	0.10	Arena fina.	
14	9.00	9.60	160	0.30	" "	

OBSERVACIONES:

El número de golpes se encuentra alterado en exceso porque la balsa se inclinaba debido a la corriente de marea ocasionando que el martinete rozara con la guía.

INVESTIGACIONES GEOLOGICAS

Registro del Sondeo No. 3. Penetración Standard

Brigada de Estudios en San Carlos, B.C. Sur

FECHA: Febrero 24 a  
Febrero 27

Localización: En la batimétrica 5 m. a 785 m. del punto "B", inmediato al pozo PS-3 según plano D y E 225 de Octubre - de 1963 y de acuerdo con las instrucciones del Ing. Heriberto del Castillo.

MUES TRA No.	PROFUNDIDAD DE	A	GOLPES PENE- TRA.	LONG. RECUP. CM.	M A T E R I A L	OBSERVACIONES
1	2.00	2.60	9	40	Arena fina limosa.	Se comenzó en 2.00 m. para afirmar la base.
2	2.60	3.20	12			No se recuperó.
3	3.20	3.80	24	20	Arena fina limosa.	
4	3.80	4.40	24	20	" " "	
5	4.40	5.00	32	30	" " "	
6	5.00	5.60	58	20	Arena fina y conchuela.	
7	5.60	6.20	80	30	" " "	
8	6.20	6.80	90	18	" " "	
9	6.80	7.40	102	24	" " "	
10	7.40	8.00	140	38	" " "	
11	8.00	8.60	130	20	" " "	
12	8.60	9.20	150	15	" " "	
13	9.20	9.80	140	18	" " "	
14	9.80	10.40	170	18	" " "	

OBSERVACIONES:

El número de golpes se encuentra alterado en exceso porque la balsa se inclinaba debido a la corriente de marea ocasionando que el martinete rozara con la guía.

INVESTIGACIONES GEOLOGICAS

Registro del Sondeo No. 4 DE LAVADO

Brigada de Estudios en San Carlos, B. C. Sur

Localización: 600 m. del punto "B" que corresponde al pozo PL-5 del plano D y E 225 de Octubre de 1963, de acuerdo con las instrucciones del Ing. Hermilo del Castillo.

MUESTRA No.	PROFUNDIDAD DE	A	MATERIAL, CLASIFICACION
1	0.00	- 2.00	Arena fina limosa.
2	- 2.00	- 4.00	Arena fina limosa con conchuela.
3	- 4.00	- 6.00	Arena fina y conchuela.
4	- 6.00	- 8.00	Arena fina y conchuela.
5	- 8.00	-10.00	Arena fina mucha conchuela.
6	-10.00	-12.00	Arena fina.

Registro del Sondeo No. 5 DE LAVADO.

Localización: A 400 m. del punto "B" - que corresponde al pozo PS-1 del plano D y E 225 de octubre de 1963 y de acuerdo con instrucciones del Ing. Hermilo del Castillo.

1	0.00	- 2.00	Arena fina limosa con conchuela.
2	- 2.00	- 4.00	Arena fina limosa con conchuela.
3	- 4.00	- 6.00	Arena fina mucha conchuela.
4	- 6.00	- 8.00	Arena fina.
5	- 8.00	-10.00	Arena fina con conchuela.
6	-10.00	-12.00	Arena fina.

## 2.- TRABAJOS DE LABORATORIO.

Con las muestras recibidas en el Laboratorio, se procedió a efectuar granulometrías con el objeto de clasificar los materiales y estar en posibilidad de conocer la columna estratigráfica en cada caso. En seguida se determinó el grado de consolidación o capacidad relativa, tomando como base el número N de golpes correspondiente, reportado en las muestras. Para conocer o tener una idea bastante aproximada de la capacidad de carga a diferentes profundidades, se correlacionó la clase de material con su grado de consolidación (Basic Procedures of Soil Sampling.- Acker Drill Co. Inc.- Página 37).

El ángulo de fricción interna se obtuvo de la gráfica contenida en la página 232 de "Principios del diseño y construcción de Presas de Tierra" de la Secretaría de Recursos Hidráulicos formulado por el Ing. Enrique Tamez (Véanse gráficas anexas).

### a).- Clasificación.

A partir de las granulometrías efectuadas en los materiales recuperados, se clasificó como sigue:

"Arenas finas de granos redondeados, uniformes con un porcentaje mínimo de finos".

Acusan además un contenido de restos de concha en casi toda la columna mestreada, como se aprecia en las columnas estratigráficas de cada pozo. El diámetro medio de estas arenas fluctúa de 0.074 a 0.149 mm. (mallas 100 y 200).

b).- Grados de Consolidación.

En una forma empírica se ha llegado a determinar que la resistencia a la penetración de las arenas, es una medida bastante aproximada de su compacidad relativa o grado de consolidación. Por otra parte, tratándose de arenas finas como es el caso presente, en estado compacto o semicompacto es necesario hacer una corrección de "N", debido a que la baja permeabilidad de las mismas, no permite la disipación rápida de las tensiones en el agua de los poros que se desarrollan bajo la acción de los esfuerzos dinámicos originados por el hincado del muestreador, hecho que tiende a incrementar los valores de N. En estos casos la corrección puede hacerse aplicando el siguiente criterio:

$$N = 15 + 0.5 (N' - 15)$$

en la cual N, es el valor corregido del índice de penetración y N' es el valor observado durante el muestreo. Esta expresión es aplicable, siempre y cuando la resistencia a la penetración es mayor de 15 golpes, para arenas finas y saturadas.

c).- Estratigrafía.

De acuerdo con la clasificación descrita en el párrafo III, la columna estratigráfica es la misma en todos los pozos, como se puede apreciar en las gráficas anexas al final.

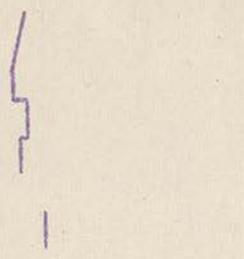
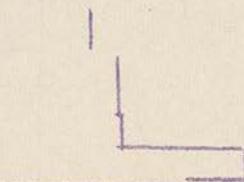
d).- Capacidad de carga.

Se obtuvo de la tabla consignada en la página 37 de "Basic Procedures of Soil Sampling", la cual correlaciona los grados de consolidación de los materiales con su capacidad de carga. (Véanse cuadros correspondientes).

457

## SONDEOS GEOLOGICOS DE EXPLORACION PRUEBA DE PENETRACION STANDARD

POZO No. 1 LOCALIZACION: A 100 m. DEL PUNTO B SEGUN  
PLANO D y E

Corte Estratigráfico Cota	Número de Golpes					GRADO DE CONSOLIDACION	Qp en Kg/cm <sup>2</sup>	Ø	
	20	40	60	80	100				
 Arenas finas Calcáreas (restos de conchas)							Arena suelta	1	28°
							?	?	?
 Arenas finas							Arena semicompacta	2	30°
							Arena compacta	4	33°
							Arena muy compacta	5	34°

Martinete de 340 Lbs. 154 K. Altura de caída 31 cm. Profundidad de penetración 30 cm.

Qp = Capacidad de carga.

Ø = Angulo de fricción interna.

Referencias: Principios del diseño y construcción de presas de tierra de la Sría. de R.H. por el Ing. Enrique Tamez.

Basic procedures of soil sampling: Acker drill Co.

Véase memoria.

## SONDEOS GEOLOGICOS DE EXPLORACION PRUEBA DE PENETRACION STANDARD

POZO No. 2 LOCALIZACION: A 100 m. DEL PUNTO B.

Corte Estratigráfico		Número de Golpes				GRADO DE CONSOLIDACION	Qp en Kg/cm <sup>2</sup>	Ø
Cota	-10.00 m	20	40	60	80			
 Arenas finas Calcáreas (restos de conchas) Arena muy compacta						Arena suelta	1	28°
						Arena semicompacta	2	30°
							4	32°
						Arena compacta	4	32°
							5	33°
					Arena muy compacta	5	34°	

Martinete de 340 lbs. 154 k. Altura de caída 31 cm. Profundidad de penetración 30 cm.

Qp = Capacidad de carga.

Ø = Angulo de fricción interna.

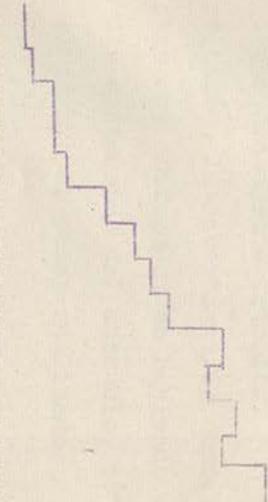
Referencias: Principios del diseño y construcción de presas de tierra de E. Bría de R. H. del Ing. Enrique Tamez.

Basic procedures of soil sampling: Acker drill Co.

Véase memoria.

## SONDEOS GEOLOGICOS DE EXPLORACION PRUEBA DE PENETRACION STANDARD

POZO No. 3 LOCALIZACION: EN LA COTA 5.00 m. A 760 m.  
DEL PUNTO B.

Corte Estratigráfico co. Cota 5.00 m	Número de Golpes				GRADO DE CONSOLIDACION	Q <sub>pen</sub> Kg./cm <sup>2</sup>	φ
	20	40	60	80			
 Arena fina  calcárea (restos de conchas)  Arena compacta  Arena muy compacta					Arena suelta	1	28°
					Arena semicompacta	2	29°
					Arena compacta	4	33°
					Arena muy compacta	5	34°

Martinete de 340 Lbs. 154 K. Altura de caída 31 cm. Profundidad de penetración 30 cm.

Q<sub>p</sub> = Capacidad de carga.

φ = Angulo de fricción interna.

Referencias: Principios del diseño y construcción de presas de tierra de la Srdá. de R.H. del Ing. Enrique Tamez.

Basic procedures of soil sampling: Acker drill Co.

Véase memoria.

e).- Angulo de Fricción Interna.

De la gráfica que aparece en la página 222 de "Principios del Diseño y Construcción de Presas de Tierra" y con el valor N, se obtuvieron los valores del ángulo de fricción interna, consignados al final en el registro correspondiente de cada pozo.

CONCLUSIONES.

- 1o.- A partir de la columna estratigráfica, obtenida con las pruebas de "Penetración Standard", en San Carlos, B. C. - así como los grados de consolidación de los materiales, a diferentes profundidades, se concluye que cualquier estructura que piense desplantarse en este lugar, (muelle, bodegas, etc.) deberá apoyarse sobre pilotes, cuya profundidad de hincado deberá ser del orden de 9 m., en virtud de encontrarse un manto resistente, teniéndose esta longitud para que trabajen a fricción.
- 2o.- Por otra parte, la estratigrafía corresponde a arenas de grano fino muy uniformes; no habiendo condiciones erráticas de los sedimentos del subsuelo, considerándose suficiente el número de pozos realizado.

