

24-128



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería



PROPOSICION DE NUEVOS PROCEDIMIENTOS DE CARGA PARA PRUEBAS DE CONSOLIDACION.

T E S I S

Que para obtener el título de:

INGENIERO CIVIL

P r e s e n t a :

GERARDO MENDIETA MORON



México, D. F.

1986



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

--- T I T U L O ---

" PROPOSICION DE NUEVOS PROCEDIMIENTOS DE CARGA PARA PRUEBAS DE
CONSOLIDACION"

--- I N D I C E ---

- 1.- INTRODUCCION.
- 2.- PRUEBAS DE CONSOLIDACION (PROCEDIMIENTO ESTANDAR).
- 3.- 1er. PROCEDIMIENTO DE CARGA.
- 4.- 2do. PROCEDIMIENTO DE CARGA.
- 5.- CONCLUSIONES.

DEDICO ESTA TESIS:

A MIS PAPAS

A MIS HERMANOS

A MIS SOBRINOS

A MIS MAESTROS

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

Y

**A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE COLABORARON A MI
FORMACION**

QUISIERA AGRADECER AL M. I. AGUSTIN DEMENEGHI COLINA
LAS APORTACIONES Y EL APOYO PARA LA ELABORACION DE
ESTA TESIS.

AL PERSONAL DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA, DE LA UNAM. Y AL INGENIERO RICARDO PADILLA V. AGRADEZCO LA AYUDA BRINDADA PARA LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

I. INTRODUCCION

Es necesario que los conocimientos técnicos (en este caso la Ingeniería Civil) sean reforzados y actualizados para lograr dar solución a los problemas que cada vez se tornan más complejos (aumento de población, crisis económica y financiera, etc.); en este caso se tiene una inquietud, la cual motiva esta tesis en área de mecánica de suelos y es la siguiente: qué tan cercanos a la realidad resultan los asentamientos calculados en gabinete para arcillas blandas para poder proponer una cimentación, y también que resulte económica.

Para calcular asentamientos es necesario obtener muestras inalteradas en el suelo donde se va a cimentar y a diferentes profundidades, después se preparan esas muestras en el laboratorio y se prueban en el mismo, con esto se obtienen los parámetros para calcular dichos asentamientos. En los resultados obtenidos se ha observado que dan soluciones conservadoras (cargadas del lado de la seguridad), esto significa que la seguridad cuesta y las cimentaciones propuestas resultan sobradas y poco económicas.

Se cree que la deficiencia se encuentra en el laboratorio y en particular en la forma de cargar la muestra (observación hecha por el Dr. Leonardo Zeevaert). Las pruebas de laboratorio se hacen normalmente dupli-

cando la carga, lo cual no es muy justificable ya que - en el campo la carga se va aplicando de acuerdo con el avance del procedimiento constructivo.

Se propone lo siguiente: primero someter la muestra a los mismos esfuerzos a los que está sujeta en el lugar y a su respectiva profundidad con un cierto margen de tolerancia, segundo: dar una carga adicional debida a cualquier estructura, ya sea un edificio, un terraplén, un puente, etc.

Se parte de lo siguiente: Tenemos una serie de - - muestras de un sondeo en un suelo de arcilla en Pajaritos, Veracruz: Se cuenta con la estratigrafía y propiedades índice, así como su clasificación (Figura 1).

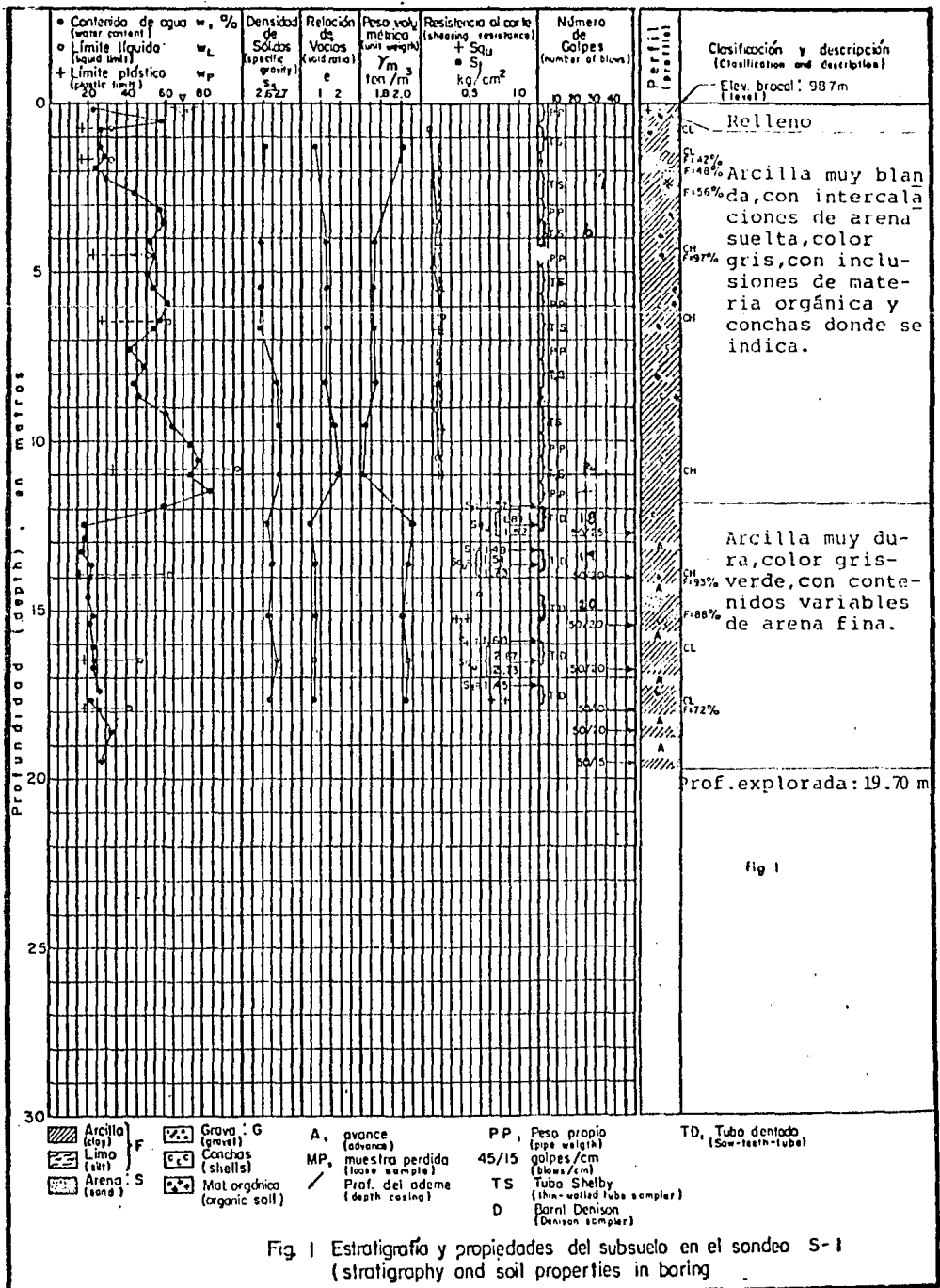


Fig 1

Fig 1 Estratigrafía y propiedades del subsuelo en el sondeo S-1
(stratigraphy and soil properties in boring)

De esas tres fracciones de tubo Shelby con suelo, se van a probar en tres diferentes consolidómetros para obtener asentamientos por tres diferentes procedimientos de carga, que son los siguientes:

- 1.- Procedimiento Estándar
- 2.- Primer Procedimiento
- 3.- Segundo Procedimiento

El Estándar es ya conocido y practicado desde hace mucho tiempo, el cual consiste en ir duplicando la carga, iniciando así: 0.125 kg/cm^2 , 0.250 kg/cm^2 , 0.5 kg/cm^2 , ... etc.

El primer procedimiento de carga es propuesto por el M.I. Agustín Deméneghi Colina, consiste en dos fases: la primera es dar la carga equivalente al esfuerzo efectivo a esa profundidad y la segunda dar la carga equivalente al esfuerzo inducido por la estructura.

El segundo procedimiento, propuesto por el Ing. Ricardo Padilla, de igual manera al anterior, se da en primer término la carga equivalente al esfuerzo efectivo y en segundo término la carga equivalente a la estructura, con la diferencia de que en el procedimiento-

anterior la carga se da en su totalidad con pesas de plomo elaboradas en el laboratorio y en este procedimiento la carga se da con mercurio y de manera continua.

La descripción detallada de cada uno de los procedimientos se presenta en los capítulos siguientes.

Para poder llevar a cabo los procedimientos de carga es necesario obtener los diagramas de esfuerzo (de presiones), lo que se realiza con la estratigrafía y los pesos volumétricos; se presentan en la fig. 2. También hay que determinar el bulbo de presiones debido a la estructura desplantada, que en este caso se trata de un edificio de 8 ton/m^2 de carga y de concreto armado, el cual se obtiene con la teoría de Boussinesq, fig. 3 y 4.

$$\bar{T} = PT - U$$

Prof. (m)

PT (ton/m²)

U (ton/m²)

\bar{T} (ton/m²)

γ_m (ton/m³)

$$\frac{1 + 1.75}{2} = 1.875$$

2.6

4

6.75

1.5

3.6

4

3.15

3.5

\bar{P}_0

1.73

7.8

8.2

19.06

14.76

7.8

8.2

6.26

6.56

\bar{P}_{O_2}

$$\frac{1.79 + 1.64}{2} = 1.69$$

9.25

9.6

16.57

9.25

7.82

\bar{P}_{O_3}

$$\frac{1.64 + 1.6}{2} = 1.625$$

16.95

9.5

7.45

11.0

$$\frac{1.61 + 2.1}{2} = 1.855$$

19.38

11.0

8.38

12.5

$$\frac{2.1 + 2}{2} = 2.05$$

22.17

12.50

7.67

15.2

$$\frac{2 + 2.05}{2} = 2.025$$

27.70

15.20

12.5

16.4

$$\frac{2.05 + 2.02}{2} = 2.035$$

30.135

16.4

18.735

17.7

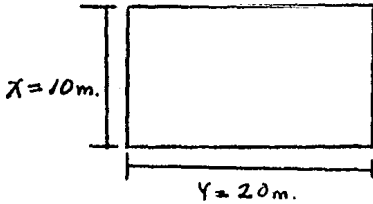
32.78

17.70

15.08

fig (2)

ESFUERZO POR ΔP



EDIFICIO: $\Delta P = 8 \text{ TON/m}^2 = w$

$$m = \frac{x}{z} \quad , \quad n = \frac{y}{z}$$

$$\sigma_z = w \cdot w_0^4$$

w_0 : Se obtiene de la gráfica de Anexo

II - d (J. Badillo)

z	x	y	m	n	w_0	$w \cdot w_0$	σ_z
2	5	10	2.5	5.0	0.245	1.96	7.84
4	5	10	1.25	2.5	0.219	1.752	7.008
6	5	10	0.833	1.66	0.179	1.432	5.728
8	5	10	0.625	1.25	0.145	1.168	4.672
10	5	10	0.5	1.0	0.121	0.968	3.944
12	5	10	0.416	0.833	0.102	0.816	3.264
14	5	10	0.357	0.7142	0.079	0.632	2.528
16	5	10	0.312	0.625	0.068	0.544	2.176
18	5	10	0.277	0.555	0.052	0.416	1.664
20	5	10	0.25	0.5	0.046	0.368	1.544
3.6	5	10	1.388	2.77	0.2242	1.793	7.172
7.8	5	10	0.641	1.28	0.1493	1.194	4.776
9.25	5	10	0.540	1.08	0.1303	1.042	4.168
3.9	5	10	1.282	2.56	0.2203	1.762	7.098
8.05	5	10	0.621	1.242	0.1453	1.162	4.698
10.6	5	10	0.471	0.943	0.1153	0.922	3.688

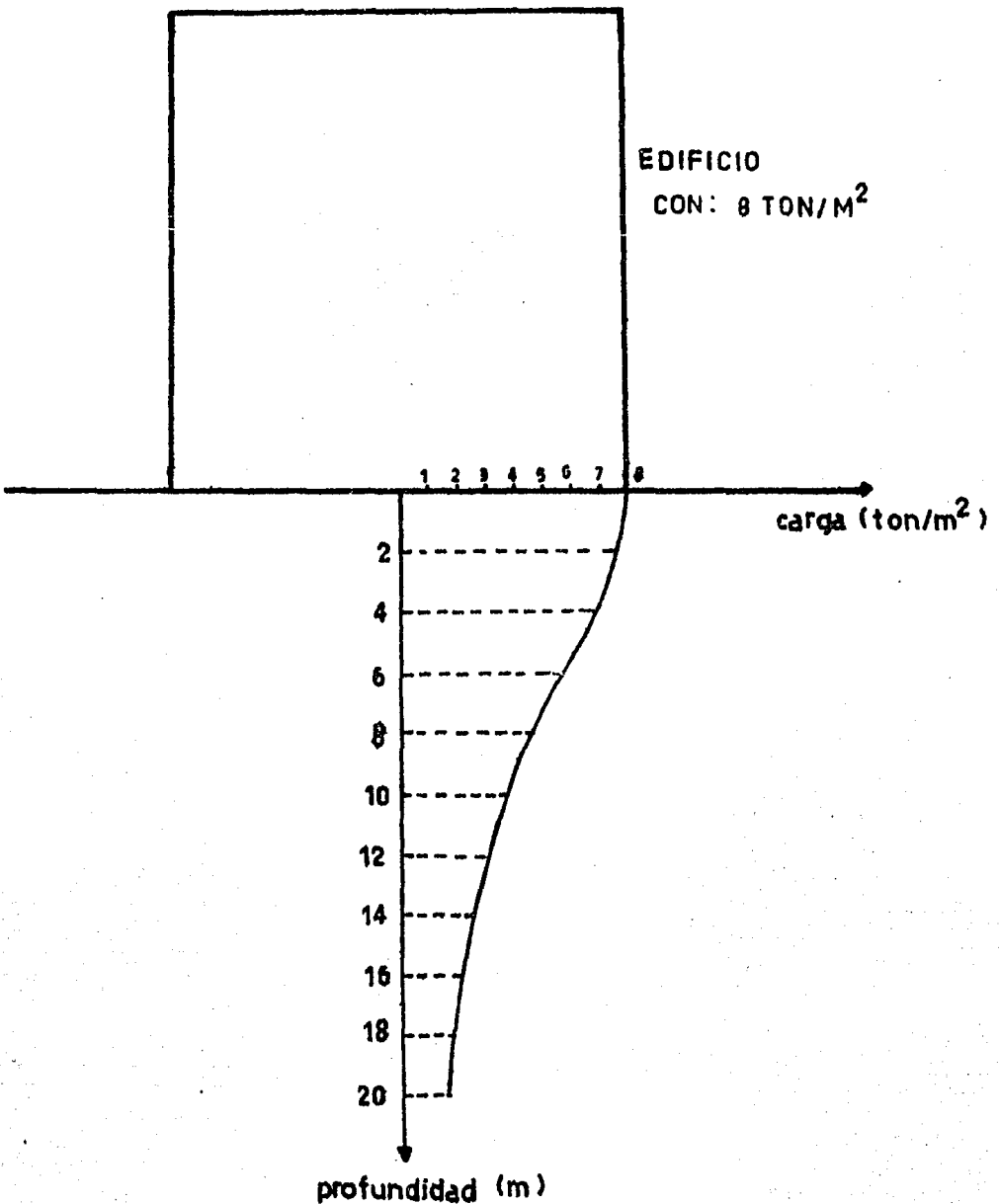


DIAGRAMA DE PRESIONES

C A P I T U L O 2

**PRUEBA DE CONSOLIDACION
(PROCEDIMIENTO ESTANDAR)**

La consolidación es un fenómeno que ocurre cuando en una masa de suelo existe un cambio de esfuerzo, provocando expulsión de agua y por lo tanto cambio en el volumen (deformación), en resumen es una relación: - ESFUERZO-DEFORMACION-TIEMPO.

Karl Terzaghi fue el primero en tratar de explicar de alguna manera el asentamiento en las estructuras; para poder estudiar este proceso propuso unas hipótesis - que son:

- 1).- En el suelo todos los espacios se encuentran en su totalidad saturados.
- 2).- Las partículas sólidas y el agua no se comprimen.
- 3).- La masa de suelo es isótropa y homogénea en todos los sentidos.

Lo anterior facilita la comprensión del fenómeno de consolidación, ya que el suelo es un material más complejo que el acero, aluminio, etc.; en estos la transmisión de esfuerzos es continua y por lo tanto las deformaciones son fáciles de determinar; en un suelo es diferente ya que se trata de un proceso hidrodinámico que está en función de muchas variables que son:

Historia de cargas, propiedades físicas y químicas, espesor y profundidad de estrato, condiciones de frontera, resistencia al esfuerzo, etc. Por ejemplo los asentamientos en estratos de arcilla blanda que se encuentran a profundidades grandes y debajo de estratos compactos ocurren más lentamente.

Desde hace tiempo existe una forma de predecir o saber qué tanto se va a comprimir un estrato provocado por una estructura, este procedimiento se llama "PRUEBA DE CONSOLIDACION ESTANDAR".

Esta prueba se realiza con un aparato llamado consolidómetro; la prueba tiene por objeto medir la disminución de volumen de un espécimen de suelo confinado con un anillo metálico y la velocidad con que se produce.

El consolidómetro esta equipado con cronómetro, piedras porosas, pesas, micrómetro de carátula, cazuela; también se utiliza como equipo auxiliar: horno, balanza de precisión, algodón, agua destilada y cápsulas.

A esta prueba se le llama estándar porque el esfuerzo que se induce a cualquier suelo es el mismo, las cargas son una rutina que consiste en ir duplicando

el esfuerzo hasta llegar a 4 kg/cm^2 , a continuación se muestra una tabla de esfuerzo e incremento de esfuerzo.

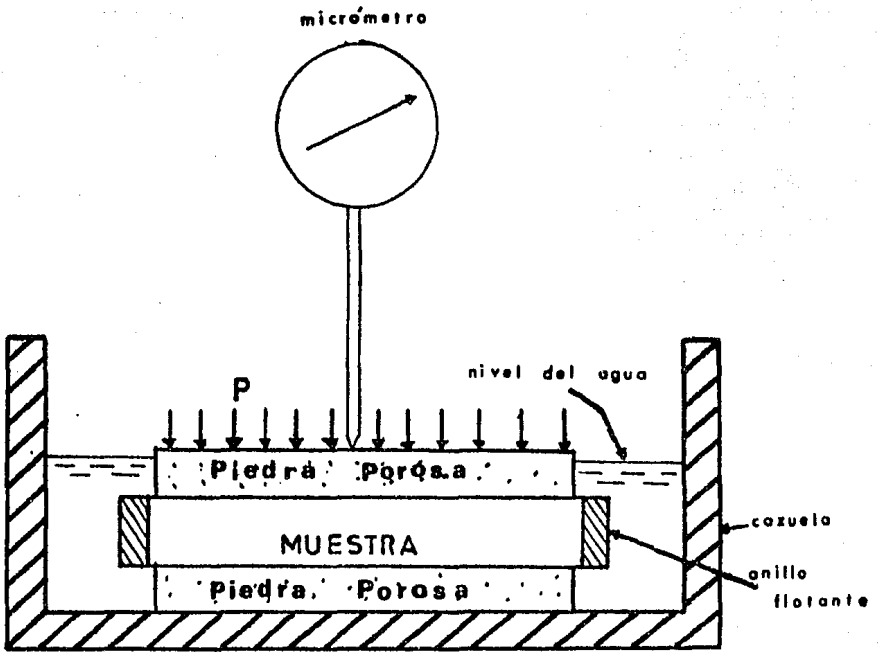
ESFUERZO (P) kg/cm^2	INCREMENTO (ΔP) kg/cm^2	# DE DIA
0.125	0.125	1°
0.250	0.125	2°
0.500	0.250	3°
1.000	0.500	4°
2.000	1.000	5°
4.000	2.000	6°
6.000	2.000	7°
8.000	2.000	8°

Las diferentes cargas se ponen diariamente y la secuencia de lectura en el micrómetro es: 6 seg, 15 seg, - 30 seg, 60 seg. 2 min, 4 min, 8 min, 15 min, 30 min, - 60 min, 1 hr, 2 hr, 4 hr, 8 hr y 24 hr.

DESCRIPCION DEL APARATO: El consolidómetro es un - aparato que transmite la carga con un marco apoyado sobre un balín y una placa que está sobre la piedra poro-

sa (fig. 5), las pesas se van colocando diariamente sobre una base circular que está conectada a un brazo que tiene una relación de 10, este brazo a su vez está conectado al marco de carga.

El micrómetro de carátula se coloca sobre la barra superior del marco de carga, de tal manera que al irse deformando la probeta se registra de inmediato la lectura.



CONSOLIDOMETRO

SECUENCIA DE LA PRUEBA:

- a) Corte del tubo shelby 10 cm de altura.
- b) Pesar anillos, vidrios y medir diámetro interno de anillo.
- c) Extraer el suelo del tubo.
- d) Labrar en base giratoria la muestra con espátula y el anillo metálico.
- e) Tapar la muestra y el anillo con los vidrios y pesar el conjunto (se tapa con el fin de que no pierda humedad) para obtener el contenido de agua (w).
- f) Las piedras porosas se saturan para después colocarlas sobre la probeta.
- g) La placa y el balín se colocan sobre la piedra porosa superior.
- h) Todo el conjunto se coloca en la base de la cubeta del consolidómetro centrándola bien para evitar posibles excentricidades.
- i) El micrómetro se pone en ceros y se coloca sobre el marco.
- j) Se coloca la primera carga y se empieza a tomar lec-

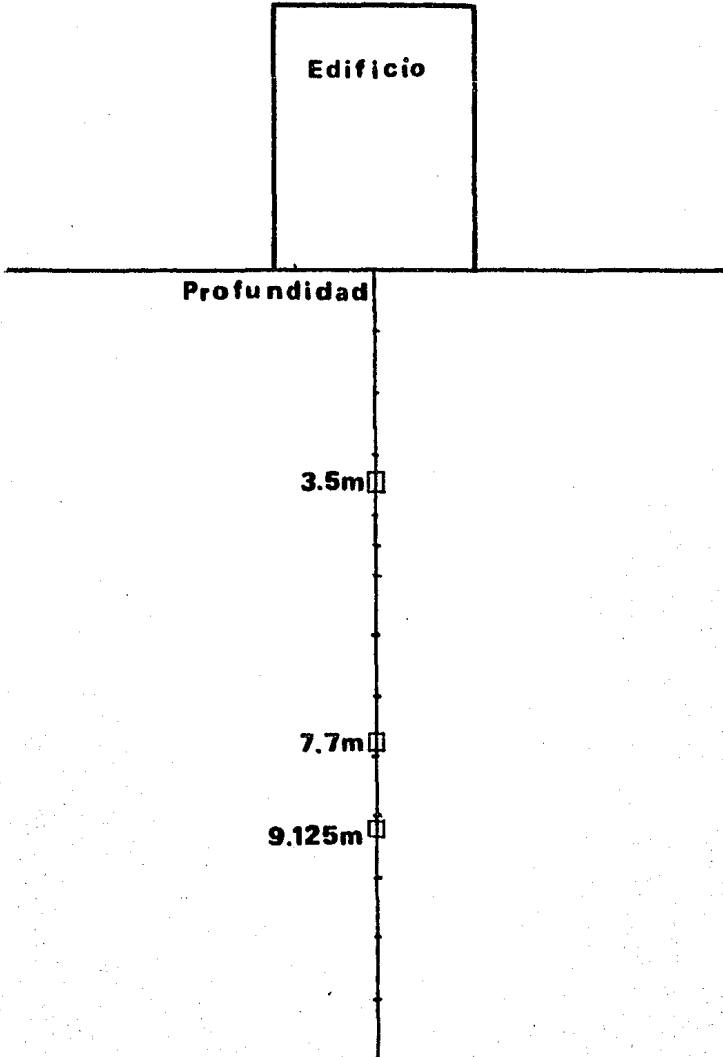
turas.

k) La carga se coloca diariamente.

En el caso particular de estas pruebas estándar y de acuerdo con las que se contó, se realizaron a las -- profundidades siguientes indicadas en la página siguiente (fig. 6).

Los datos obtenidos diariamente se recopilaron en las curvas de consolidación, Deformación contra tiempo, se presenta una curva de cada una de las profundidades (fig. 7, 8, 9) y finalmente las tres curvas de compresibilidad de las 3 profundidades (10, 11, 12).

ESTRATIGRAFIA



GRAFICA
 TIEMPO-DEFORMACION
 5° DIA DE CARGA
 Muestra N° SM-1 (12)

Ensayo N° asidender
 Elevacion 7.7 m
 $P = 2.0 \text{ k/cm}^2 = 1.0 \text{ k/cm}^2$
 $t(90\%) = \text{ }$
 $C_v = \text{ } \text{ cm}^2/\text{seg}$

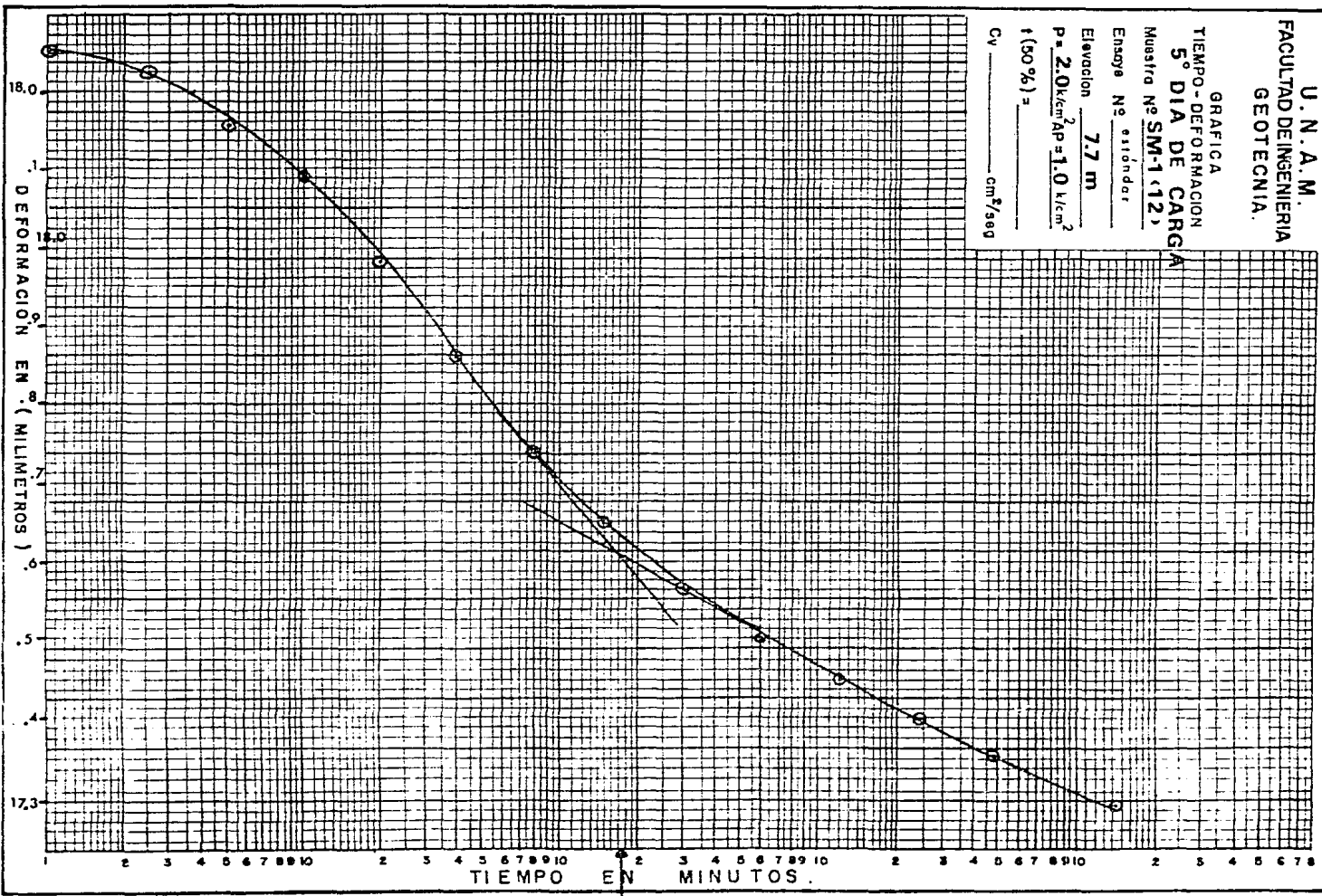


fig 7

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 GEOTECNIA.

GRAFICA
 TIEMPO-DEFORMACION
 4º DIA

Muestra N° SM-1 (6)

Ensayo N° estándar

Elevacion 3.5 m

$P = 1.0 \text{ kg/cm}^2$ $A_p = 0.5 \text{ kg/cm}^2$

$t (90\%) =$

$C_v =$ cm²/seg

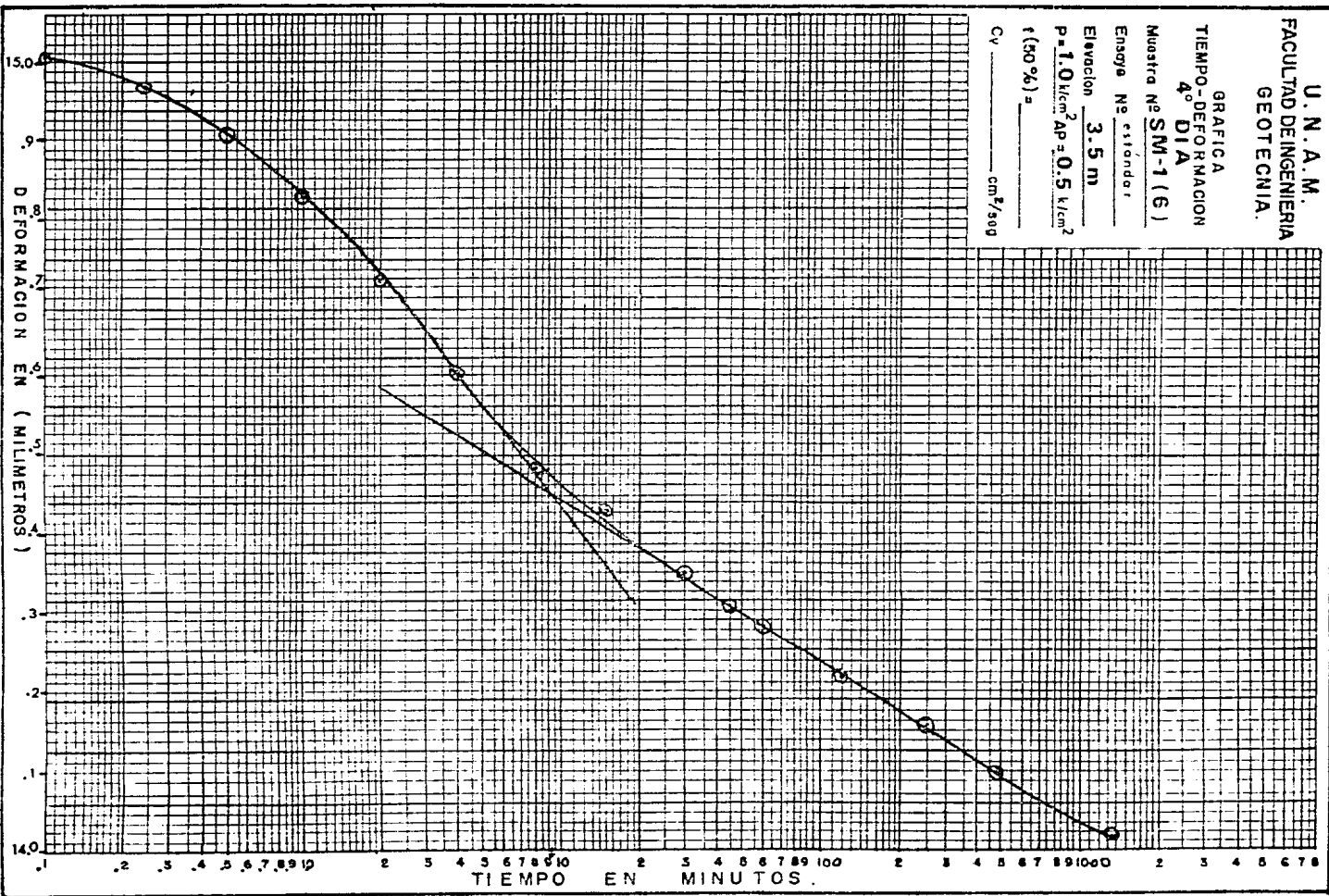


fig 8

GRAFICA

TIEMPO - DEFORMACION
5^o día de carga

Muestra N^o SM-1 (14)

Ensayo N^o estándar

Elevación 9.125 m

$P = 2.0 \text{ kg/cm}^2 = 1.0 \text{ kg/cm}^2$

$t(50\%) =$ _____

$C_v =$ _____ cm^2/seg

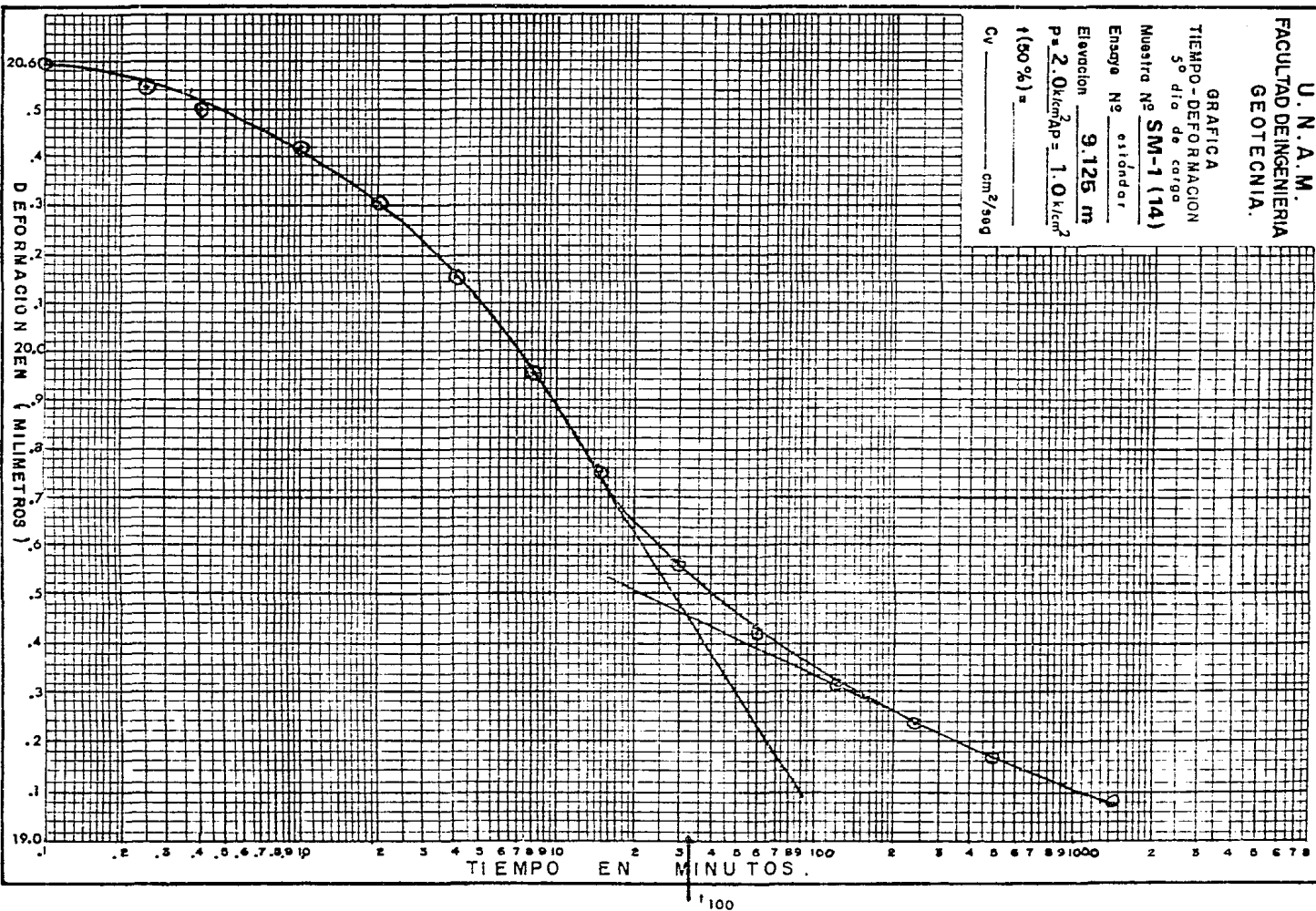


fig 9

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 GEOTECNIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PRUEBA DE CONSOLIDACION

Lámina No. 9

FA

Obra N° _____ Sondeo SM-1 M-6 Localización 3.5 m

SIMBOLO MUESTRA PROFUNDIDAD ω (%) θ_0 s_r (%) p (kg/cm²) \bar{p} (kg/cm²) P_c (kg/cm²)
 (m)

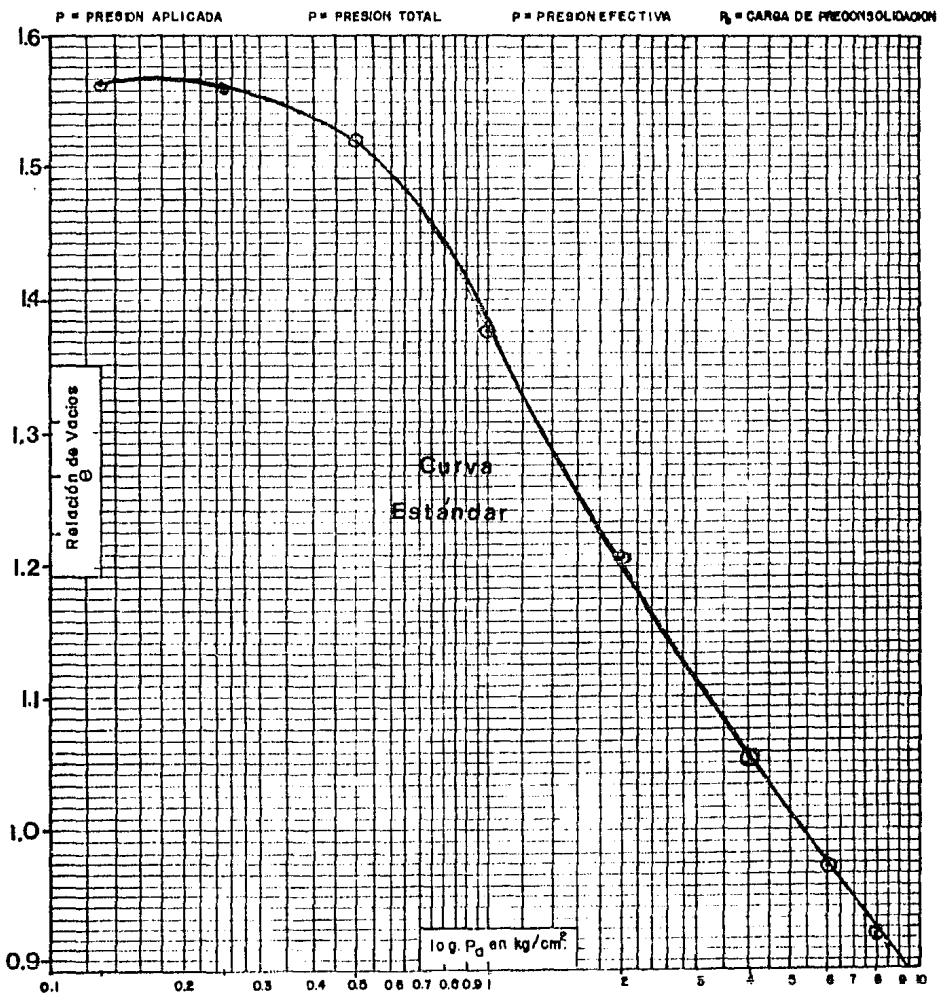


FIGURA N° 10

U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA
GEOTECNIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos.
PRUEBA DE CONSOLIDACION

Lámina No. 9

FA

Obra N° _____ Sondeo **SM-1 M-12** Localización **7.7 m**

SIMBOLO MUESTRA PROFUNDIDAD ω (%) θ_0 s_r (%) p (kg/cm²) \bar{p} (kg/cm²) p_c (kg/cm²)
 (m)

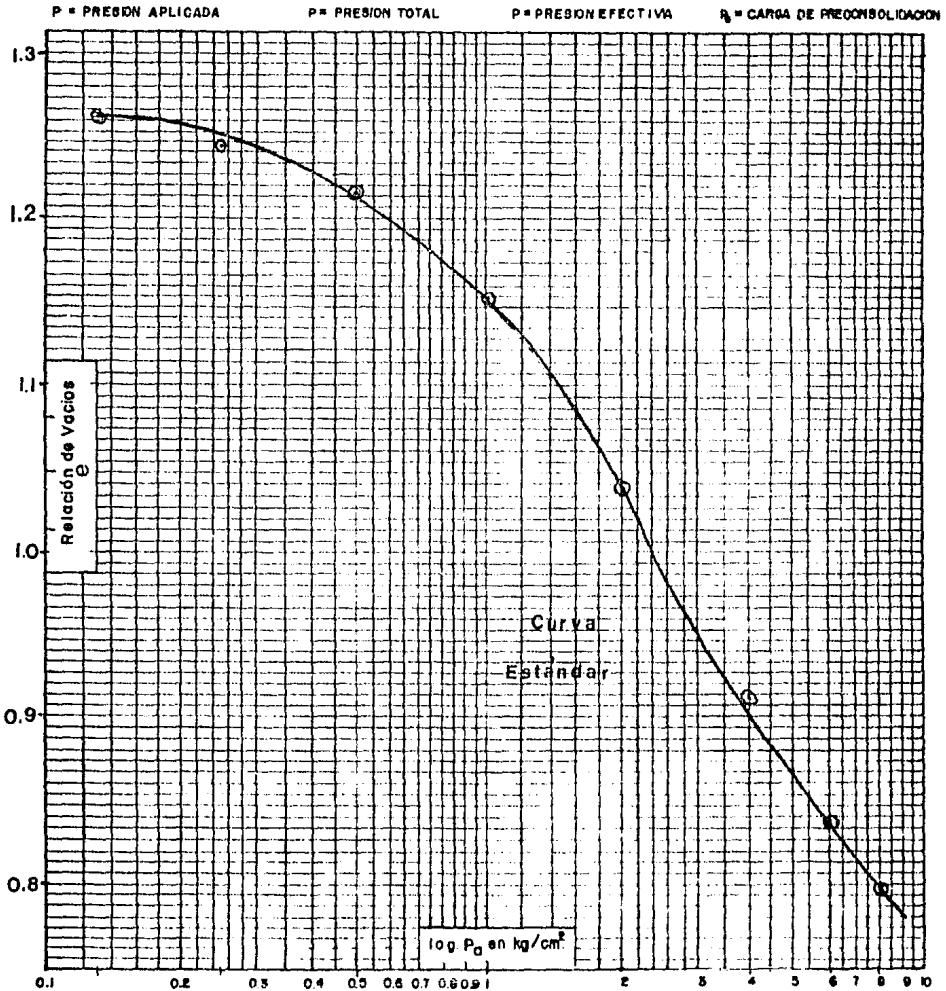


FIGURA N° 11

U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA
GEOTECNIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos.
PRUEBA DE CONSOLIDACION

Lámina No. 9

FA

Obra N° _____ Sondeo SM-1 M-14 Localización 9.125 m

SIMBOLO MUESTRA PROFUNDIDAD w (%) e_0 s_r (%) p (kg/cm²) \hat{p} (kg/cm²) P_c (kg/cm²)
(m)

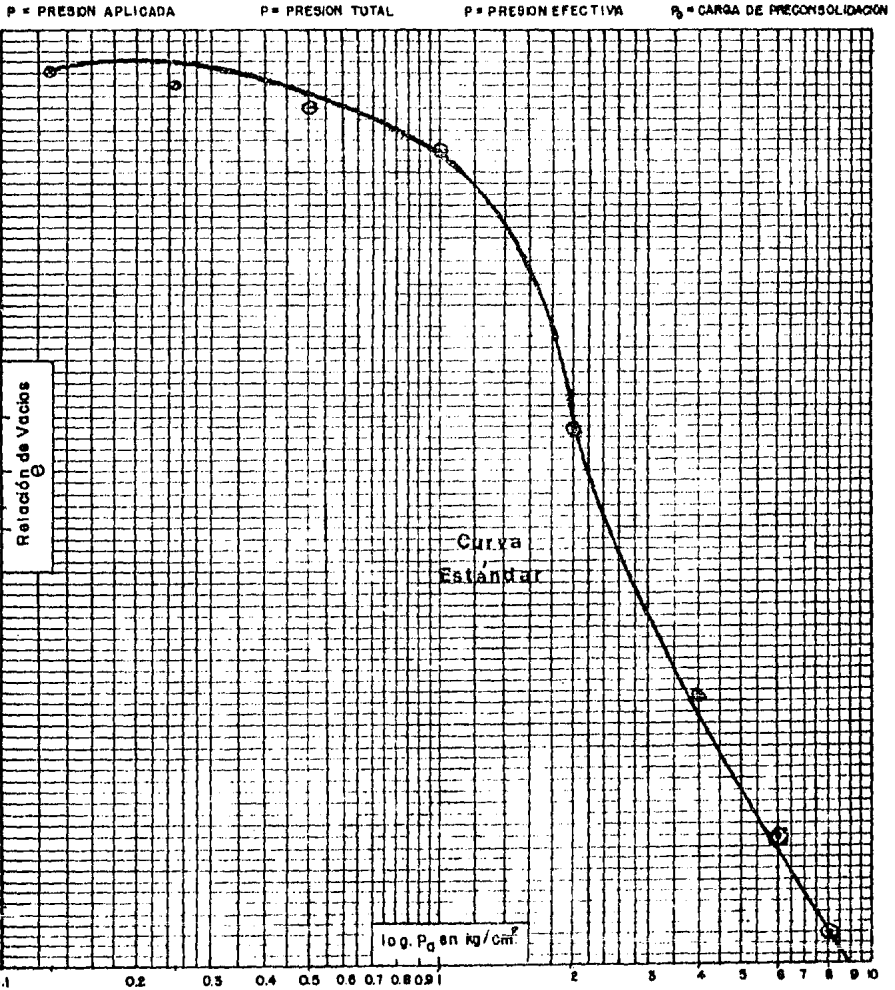


FIGURA N° 12

C A P I T U L O 3

PRIMER PROCEDIMIENTO DE CARGA

En la práctica de la ingeniería de cimentaciones se ha observado que los asentamientos calculados (en suelos blandos como arcillas) por el procedimiento estándar dan resultados muy arriba de los reales, por lo que se piensa atacar este problema de la siguiente manera; Modificar la forma de cargar la probeta en cuanto a la magnitud de los incrementos, o sea no aplicarlos de manera arbitraria duplicando la carga, sino en función de los esfuerzos efectivos y totales, tratando de que sea más representativa de lo que realmente ocurre en el campo.

Para poner la carga en función de los esfuerzos efectivos es necesario tener información de la estratigrafía, clasificación del tipo de suelo y además de los diagramas de esfuerzo inicial y de los incrementos de carga de la estructura.

Las muestras se necesita que sean de tubo Shelby de pared delgada localizadas en la estratigrafía; con el criterio de tener estratos definidos las muestras se eligen para ajustar las condiciones de drenaje en la prueba.

DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO

El procedimiento consta de dos etapas, la primera - consiste en ir dando carga en porcentajes de esfuerzo - efectivo cuatro días, hasta lograr un total más un margen de seguridad del 20%, la segunda etapa consiste en dar la carga que induce la estructura tres días, por último el octavo día se da una carga igual a la suma de - la mitad de las cargas hasta ese día aplicadas (a esa - probeta). Este incremento último es con el fin de tener información más completa de la curva de compresibilidad.

Algo muy importante de hacer notar es que con los incrementos estándar proporciona datos muy separados, - quedando intervalos grandes donde se desconoce la información de las curvas de compresibilidad, ya que las cargas se van duplicando, mientras que en el terreno de la carga es gradual y va aumentando de acuerdo al avance - de la obra.

A continuación se presenta una tabla de los incrementos cada día del procedimiento propuesto.

# DE DIA	CARGA
1	0.4 P _o
2	0.4 P _o
3	0.2 P _o
4	0.2 P _o
5	1.0 P ₁
6	1.0 P ₁
7	1.0 P ₁
8	0.6 P _o +1.5P ₁

P_o = ESFUERZO EFECTIVO

P₁ = INCREMENTO DE CARGA (ESFUERZO PRODUCIDO POR LA ESTRUCTURA)

Los tiempos de cada lectura diaria son los siguientes:

6 seg, 15 seg, 30 seg, 1 min, 2 min, 4 min,
 8 min, 10 min, 20 min, 30 min, 45 min, 1 h,
 2 h, 6 h, 8 h, 24 h.

Para este procedimiento se eligieron las siguientes profundidades: 3.6 m, 7.8 m, 9.25 m, en las cuales fue necesario obtener su esfuerzo efectivo en el respectivo diagrama y como consecuencia la carga equivalente en el consolidómetro para cada uno de los esfuerzos.

Por ejem: Para la profundidad 3.6 m.

$$P_{o_1} = 0.315 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{ESFUERZO EFECTIVO}$$

$$W = (0.315 \text{ Kg/cm}^2) \frac{50 \text{ cm}^2}{10}$$

$$W = 1.575 \text{ kg} \quad \text{CARGA CONSOLIDOMETRO}$$

La carga en el consolidómetro se da con pesas, como en cada caso es diferente únicamente las fracciones últimas se fabrican aprovechándose las pesas de 1, 1/2- y 1/4 de kg.

A continuación se muestra una tabla de carga y las pesas a 3.6 m de profundidad:

Para 3.6 m. de profundidad

# DE CARGAS POR DIA	EQUIVALENCIA	PESO (Gr)	PESAS
2	0.4 Po	630	1 de 500 gr + 1 de 130 gr
2	0.2 Po	315	1 de 315 gr
3	P ₁	3586	3 de 1000 + 1 de 250+1 de 315
1	P ₂	6324	6 de 1000 gr + 1 de 324 gr

Nota: $P_2 = 0.6 Po + 1.5 P_1$

Para 7.8 m de Profundidad.

# DE CARGAS POR DIA	EQUIVALENCIA	PESO (Gr)	PESAS
2	0.4 Po	1252	2 de 500 gr + 1 de 252 gr
2	0.4 Po	626	1 de 500 gr + 1 de 126 gr
3	P ₁	2388	2 de 1000gr + 1 de 388 gr
1	P ₂	5460	5 de 1000gr + 1 de 460 gr

Para 9.25 m de profundidad

# DE CARGAS POR DIA	EQUIVALENCIA	PESO (Gr)	PESAS
2	0.4 Po	1464	2 de 500 gr + 1 de 464
2	0.2 Po	732	1 de 500 gr + 1 de 232 gr
3	P ₁	2084	1 de 1000 + 1 de 500 + 1 de 584gr
1	P ₂	5322	5 de 100 gr + 1 de 322 gr.

A continuación se muestra un cuadro resumen de carga y esfuerzo (Esfuerzos efectivos).

	P R O F U N D I D A D (m)		
	3.6	7.8	9.25
ESFUERZO (kg/cm ²)	0.315	0.625	0.732
CARGA (kg)	1.575	3.130	3.660

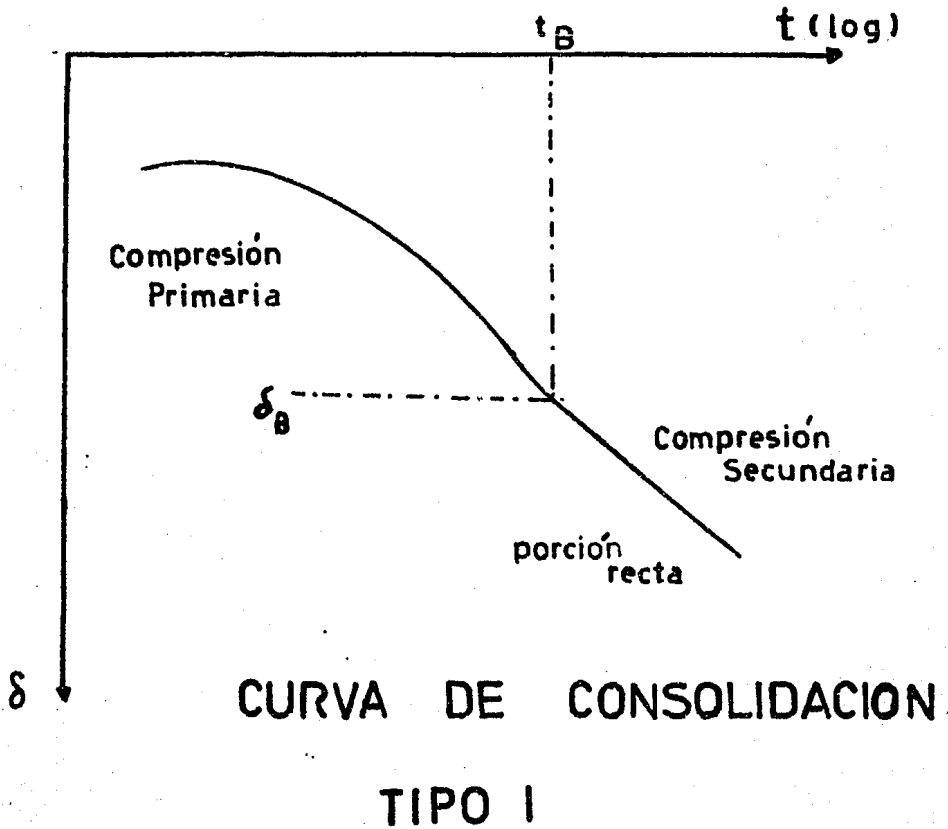
El resumen para incremento de carga (Edificio, terraplén, etc.) es el siguiente:

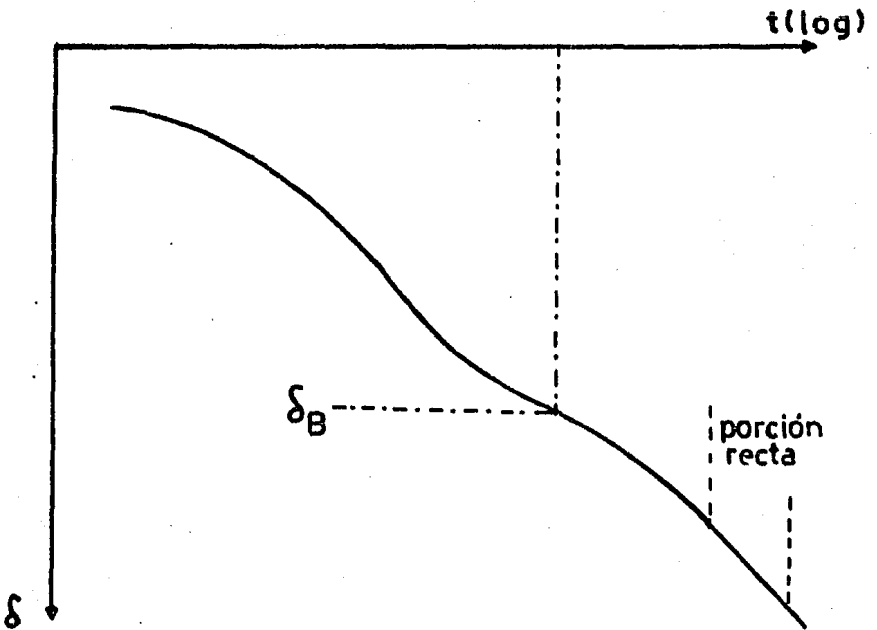
	<u>P R O F U N D I D A D (m)</u>		
	<u>3.6</u>	<u>7.8</u>	<u>9.25</u>
ESFUERZO (kg/cm ²)	0.7172	0.4776	0.4168
CARGA (kg)	3.586	2.388	2.084

Existe otro objetivo, el cual es tratar de aplicar la teoría de el Dr. Zeevaert referente a la consolidación secundaria (Viscosidad intergranular).

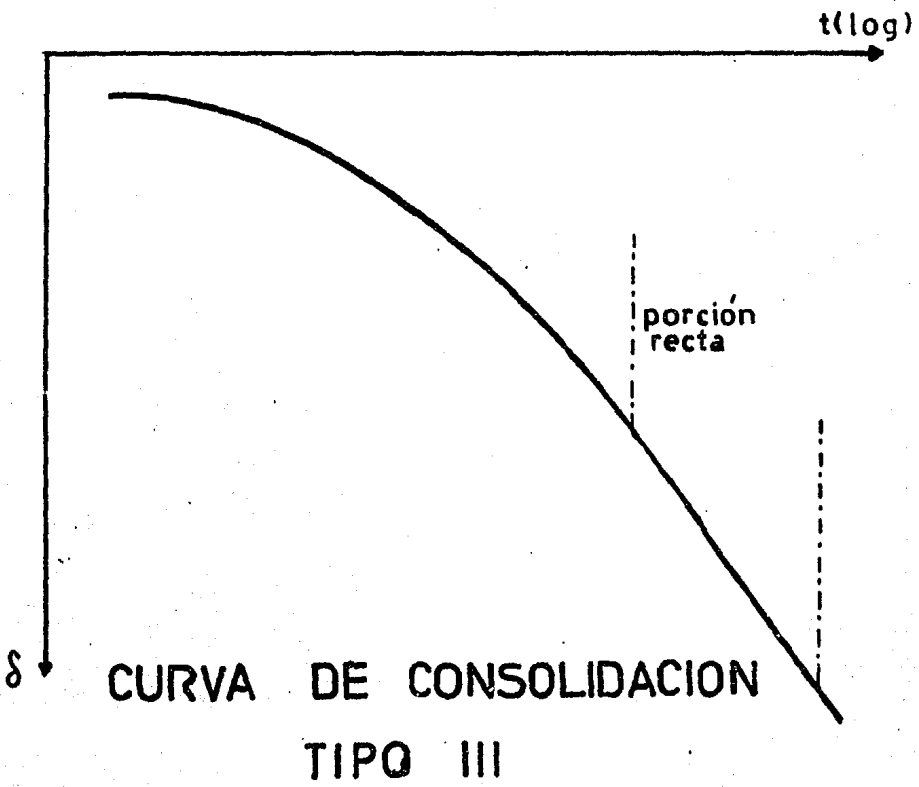
Los datos obtenidos de las pruebas de consolidómetro se analizaron con las teorías antes mencionadas; Se basan en modelos reológicos.

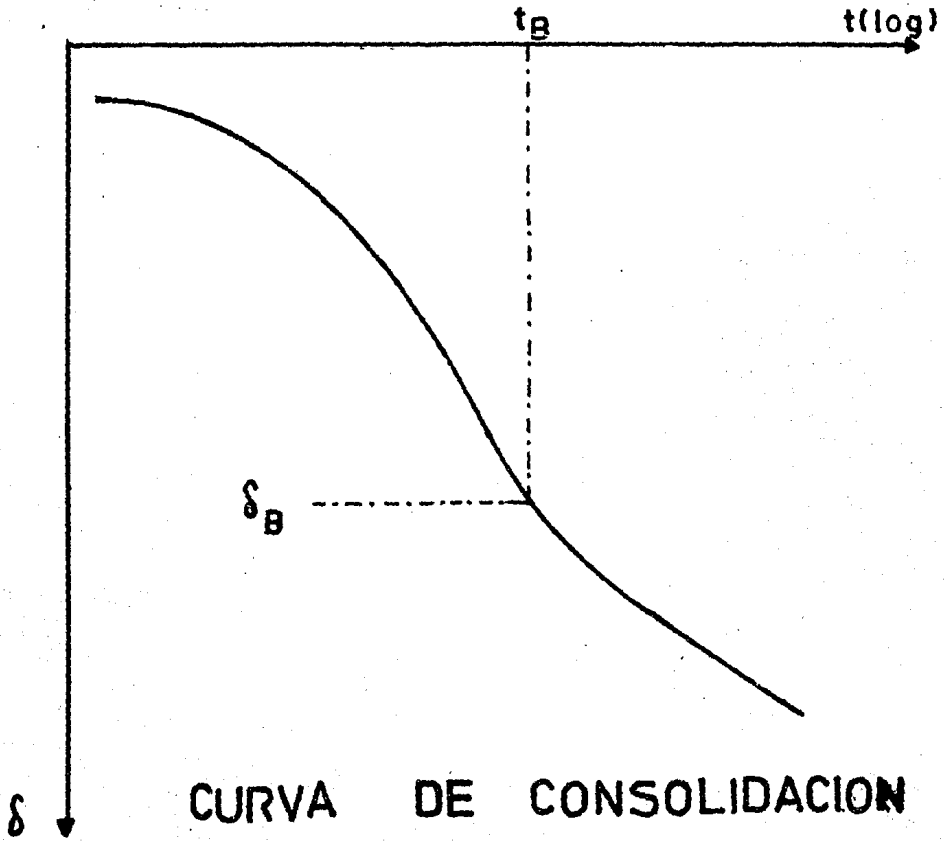
Las curvas de consolidación son de cuatro tipos y son las siguientes: (figs. 13, 14, 15, 16).





CURVA DE CONSOLIDACION
TIPO II





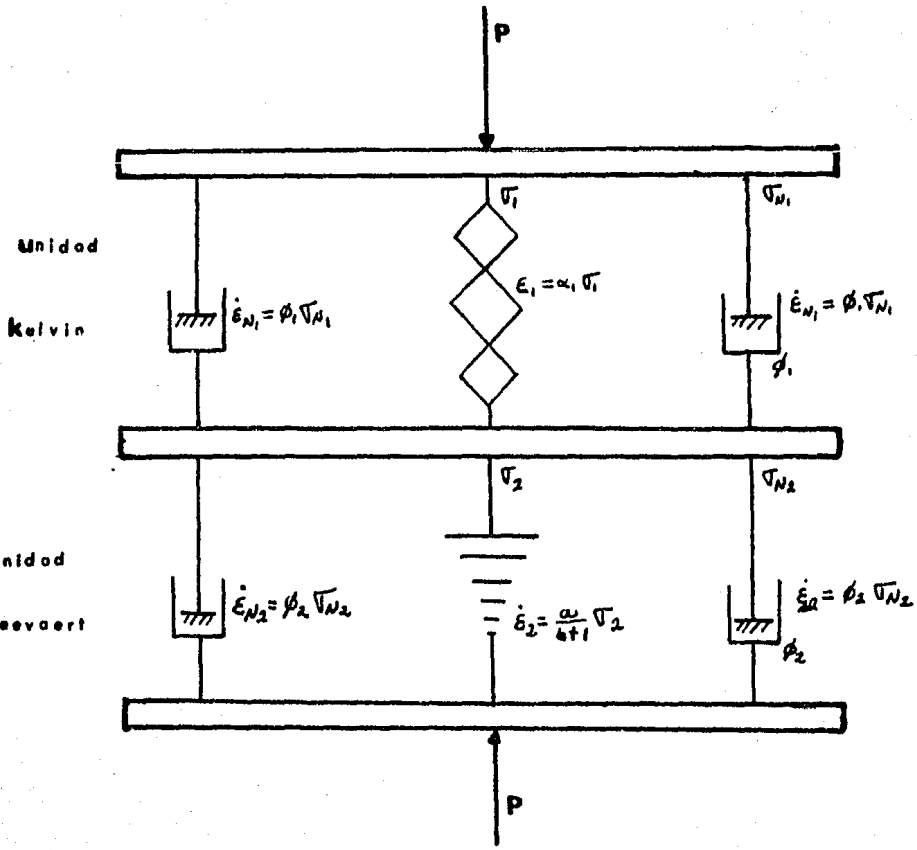
CURVA DE CONSOLIDACION
TIPO IV

La teoría se basa en dos modelos reológicos que son: El modelo de Kelvin o Unidad Kelvin y la unidad Z.

Las hipótesis son las siguientes:

- 1) El suelo está formado por dos partes con propiedades reológicas diferentes, la primera está formada por la estructura primaria y la segunda por la estructura secundaria.
- 2) La estructura primaria tiene la propiedad de ser capaz de tomar los esfuerzos efectivos, formada por granos gruesos; los poros son grandes donde se encuentra agua gravitacional.
- 3) La estructura secundaria está formada por suelo fino; en sus poros se encuentra el agua adsorbida o agua intersticial, en la cual el drenaje tiene diferentes propiedades a las del agua gravitacional; existe un fenómeno viscoso.

El agua de la estructura secundaria es drenada mucho después de aplicada la carga.



$$\Delta \epsilon_v = \Delta \epsilon_{v1} + \Delta \epsilon_{v2}$$

MODELO REOLOGICO

COMPRESION PRIMARIA: (Unidad Kelvin)

$$\Delta P = \Delta \sigma_1 + \Delta \sigma_{N1} \text{ -----(1) Equilibrio Estático (Esfuerzo)}$$

$$\Delta E_{V1} = \Delta E_1 = \Delta E_{N1} \text{ -----(2) Deformación Volumétrica}$$

Por la Ley de Hooke $\Delta E_1 = \alpha_1 \Delta \sigma_1 \text{ ----- (3)}$

Por la Ley de Newton $\Delta \dot{E}_{N1} = \beta_1 \sigma_{N1} \text{ ----- (4)}$

De las ecuaciones anteriores se obtiene la siguiente ecuación diferencial:

$$\Delta \dot{E}_{V1} + \beta_1 / \alpha_1 \cdot \Delta E_{V1} = \beta_1 \Delta P \text{ ----- (5)}$$

Integrando:

$$E_{V1} = \Delta P \cdot \alpha_1 (1 - e^{-\beta_1 t / \alpha_1})$$

Cuando las unidades son muchas y representan la compresión de suelo tenemos:

$$\Delta E_{V1} = \alpha \Delta P (1 - \sum \frac{\alpha_1}{\alpha} e^{-\beta_1 t / \alpha_1}) \text{ -----(6)}$$

COMPRESION PRIMARIA: (Unidad Kelvin)

$$\Delta P = \Delta \sigma_1 + \Delta \sigma_{N1} \text{ -----(1) Equilibrio Estático (Esfuerzo)}$$

$$\Delta E_{V1} = \Delta E_1 = \Delta E_{N1} \text{ -----(2) Deformación Volumétrica}$$

Por la Ley de Hooke $\Delta E_1 = \alpha_1 \Delta \sigma_1 \text{ ----- (3)}$

Por la Ley de Newton $\Delta \dot{E}_{N1} = \beta_1 \sigma_{N1} \text{ ----- (4)}$

De las ecuaciones anteriores se obtiene la siguiente ecuación diferencial:

$$\Delta \dot{E}_{V1} + \beta_1 / \alpha_1 \cdot \Delta E_{V1} = \beta_1 \Delta P \text{ ----- (5)}$$

Integrando:

$$E_{V1} = \Delta P \cdot \alpha_1 (1 - e^{-\beta_1 t / \alpha_1})$$

Cuando las unidades son muchas y representan la compresión de suelo tenemos:

$$\Delta E_{V1} = \alpha \Delta P (1 - \sum \frac{\alpha_1}{\alpha} e^{-\beta_1 t / \alpha_1}) \text{ ----(6)}$$

La ecuación de Terzaghi es la siguiente:

$$\Delta E_{v1} = Mv \Delta P (1 - \sum 2/M e^{-M T_v}) \text{ ----- (7)}$$

Comparando (6) y (7)

$$\alpha = Mv \quad \alpha_1 / \alpha = 2M$$

$$T_v = C_v t / H^2 \text{ Factor tiempo}$$

$$M = (2m - 1)^2 \pi^2 / 4$$

$$\alpha_1 / \alpha = M C_v / H^2$$

En conclusión:

$$\Delta E_{v1} = (Mv \Delta P) F(T_v) \text{ ----- (B)}$$

ECUACION DE CONSOLIDACION PRIMARIA

COMPRESION SECUNDARIA:

$$\Delta P = \Delta \sigma_2 + \Delta \sigma_{N2} \text{ ----- (8)}$$

$$E_{v2} = \Delta \dot{E}_2 = \Delta \dot{E}_{N2} \text{ ----- (9)}$$

En estas condiciones de esfuerzo-deformación, el -

líquido toma un comportamiento no lineal.

$$\Delta \dot{E}_2 = (a / b+t) \Delta \sqrt{v}_2 \text{ ----- (10)}$$

$$\Delta \dot{E}_{N2} = (\theta_2 \Delta \sqrt{v}_{N2} \text{ ----- (11)}$$

a, b, θ_2 son parámetros, que se combinan para formar la ecuación diferencial.

$$\Delta \dot{E}_{v_2} = \frac{a}{b + a / \theta_2 + t} \cdot \Delta P \text{ ----- (12)}$$

Integrando la ecuación:

$$\Delta E_{v_2} = a \Delta P \cdot \text{Ln} \frac{b+a / \theta_2 + t}{b+a / \theta_2} \text{ ---- (13)}$$

De la ecuación (11).

$$\Delta \sqrt{v}_{N2} = (1 / \theta_2) \Delta \dot{E}_{v_2}$$

$$\text{Por lo tanto: } \Delta \sqrt{v}_{N2} = \frac{a / \theta_2}{b+a / \theta_2+t} \Delta P$$

Para $t=0$, $\Delta \sqrt{v}_{N2} = \Delta P$ obtenemos $b=0$ e integrado (12)

$$\Delta E_{v_2} = 2.31 a \Delta P \text{ Log} \left(1 + \frac{\theta_2}{a} \cdot t \right)$$

En forma más conveniente la fórmula queda:

$$E_{V2} = mt \Delta P \text{ Log } \left(1 + \frac{4.62}{\beta} \frac{\theta_2}{\theta_1} Tv \right) \text{ -----(14)}$$

ECUACION DE CONSOLIDACION SECUNDARIA

La ecuación General es:

$$E_v = Mv \Delta P F(Tv) + mt (\Delta P) \text{ Log } (1 + \xi Tv) \text{ ---- (15)}$$

$$\xi = \frac{4.62}{\beta} \frac{\theta_2}{\theta_1}$$

OBTENCION DE PARAMETROS:

Curva Tipo I.

Se parte de la siguiente ecuación.

$$\delta = \delta_v FCTv) + C_t \text{ Log } (1 + 5Tv)$$

Los parámetros se obtienen de las curvas de consolidación (Lectura de micrómetro Vs Tiempo).

(Ct) Es la pendiente de la ley de viscosidad intergranular se obtiene eligiendo 2 puntos en la curva mencionada, esa recta se traslada a un ciclo en la escala-semilogarítmica.

$$C_t = \frac{\delta_2 - \delta_1}{\text{Log } \frac{t_2}{t_1}}$$

(δ_B) Punto donde la compresión primaria llega a cero, se obtiene directamente el valor.

(t_B) Con el valor anterior se refiere en la curva y en la escala aritmética se lee el tiempo.

(δ_v) este parámetro se obtiene con la siguiente fórmula:
$$\delta_v = \delta_B - 1.04 C_t$$

(δ_{50}) Esta deformación se obtiene con:

$$\delta_{50} = \frac{\delta_v}{2} + 0.3 C_t$$

(t_{50}) con el punto anterior en la curva se obtiene el tiempo t_{50} .

(c_v) Coeficiente de Consolidación, este se obtiene de la siguiente manera:

$$C_v = \frac{0.2 H^2}{t_{50}}$$

(M_v) Este coeficiente se obtiene así:

$$M_v = \frac{\delta_v}{2H \Delta \sigma}$$

$$(M_t) \quad M_t = \frac{C_t}{M_v}$$

$$(\beta) \quad \beta = \frac{M_t}{M_v}$$

Curva Tipo II.

Este tipo de curva varfa un poco . C_t se obtiene igual, que en la curva tipo I δ_B y t_B también.

(δ_f y t_f) es la deformación y el tiempo al final de la carga o sea a las 24 hr. de puesta la carga.

(a) se calcula así:

$$a = 2.303 (\delta_B - \delta_f) / C_t$$

(Z) este parámetro del tiempo es:

$$Z = \frac{e^a t_f - t_B}{1 - e^a}$$

$$(\delta_V) \quad \delta_V = \delta_B - C_t \text{ Log } (1 + t_B/Z)$$

$$(\delta_{50}) \quad \delta_{50} = \frac{\delta_V}{2}$$

$$(C_V) \quad C_V = \frac{0.2 H^2}{t_{50}}$$

$$(\xi) \quad \xi = \frac{H^2}{C_V Z}$$

$$(\delta_{50}) \quad \delta_{50} = 1/2 \delta_V + C_t \text{ Log } (1 + 0.2 H^2 / Z \cdot C_V)$$

Si δ_{50} es igual al anterior se procede a obtener t_{50} , C_V , ξ , M_V , M_t . Si no, se itera nuevamente hasta igualar el valor.

Las tres profundidades de este procedimiento propuesto son: 3.6, 7.8, 9.25, a continuación se presenta una tabla de los tipos de curvas obtenidos en este procedimiento en C/U de las profundidades y por cada día de carga

PROFUNDIDAD: 3.6 m.

<u>DIA DE CARGA</u>	<u>TIPO DE CURVA</u>
1	II
2	II
3	II
4	III
5	II
6	I
7	I
8	I

PROFUNDIDAD: 7.8

<u>DIA DE CARGA</u>	<u>TIPO DE CURVA</u>
1	I
2	II
3	III
4	III
5	I
6	III
7	I
8	II

PROFUNDIDAD: 9.25 m.

<u>DIA DE CARGA</u>	<u>TIPO DE CURVA</u>
1	I
2	I
3	II
4	III
5	I
6	I
7	I
8	I

En seguida se dan tres ejemplos de curvas I, II, - III y se presenta la obtención de los parámetros, también tenemos las gráficas con escala doble aritmética - con el fin de apreciar físicamente el fenómeno, por último, se presentan las gráficas de compresibilidad de - las 3 profundidades.

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 GEOTECNIA.

GRAFICA
 TIEMPO - DEFORMACION
 20 DIA DE CARGA
 Muestra N° SM-1 (6)

Ensayo N° 1er Procedim.

Elevacion 36 m

$P = 0.8 P_0$ $A_p = 0.4 A_0$

$f(50\%) =$

$C_v =$ cm²/seg

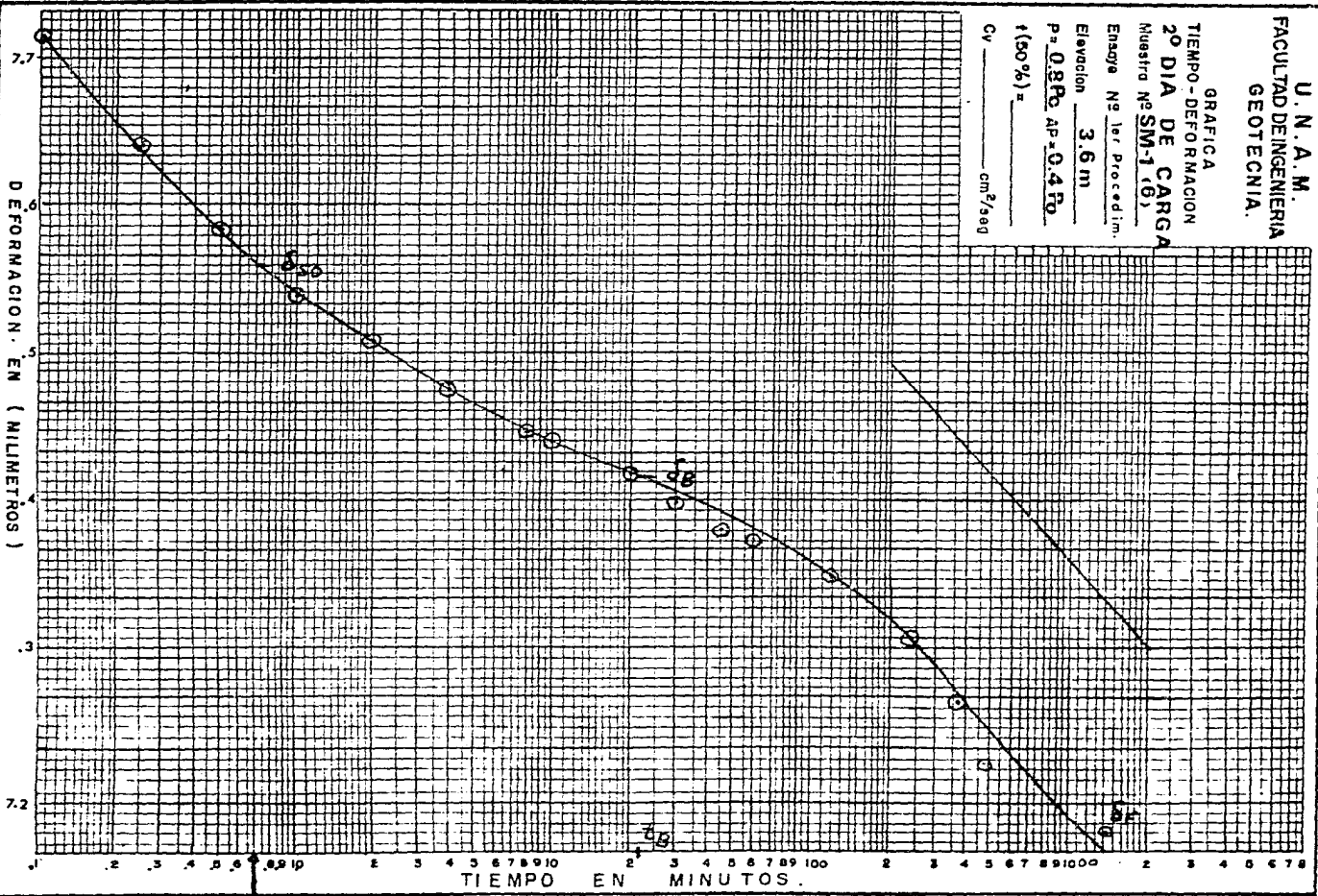
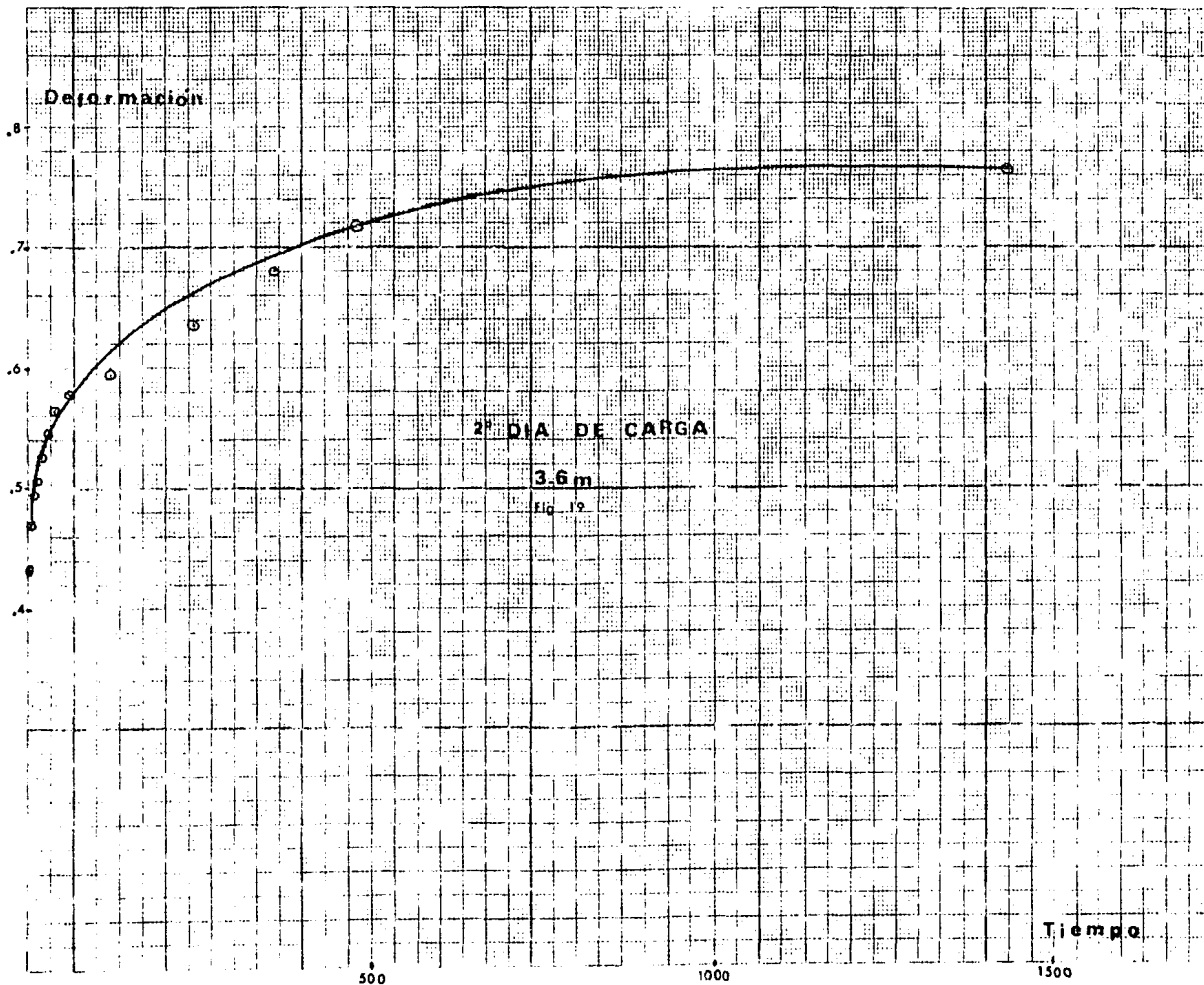


fig 18

TIPO II



2° DIA DE CARGA

Prof: 3.6 m.

$$A_P = 0.4 P_0$$

$$P = 0.80 P_0$$

CURVA TIPO II

$$2H = 2.0192 \text{ cm}$$

$$\Delta \nabla = 0.126 \text{ Kg/cm}^2$$

$$p = 0.252 \text{ Kg/cm}^2$$

$$- ct. \quad 15 \text{ fracc} - 0.1 \text{ Um}$$

$$28.6 \quad - X$$

$$x = 0.1906 \text{ Um}$$

$$Ct = 0.1906 \text{ Um}$$

$$Ct = \underline{3.812 \times 10^{-3} \text{ cm}}$$

- δ_B, t_B

$$15 \text{ fracc} - 0.1 \text{ Um}$$

$$49.0 \text{ fracc} - X \text{ Um}$$

$$X = 0.3266 \text{ Um}$$

$$\underline{\delta_B = 0.3266 \text{ Um}}$$

$$\underline{t_B = 22 \text{ min.}}$$

$-\delta_f, t_f$

15 fracc - 0.1 Um

X = 0.5366

80.5 fracc - X

$$t_f = 1440 \text{ seg}$$

$$\delta_f = 0.5366 \text{ Um}$$

- a

$$a = 2.303 \frac{(0.3266 - 0.5366)}{0.1906}$$

$$a = -2.537$$

- Z

$$Z = \frac{e^{-2.537} (1440 - 22)}{1 - e^{-2.537}}$$

$$Z = 121.749$$

$-\delta_v$

$$\delta_v = 0.3266 - 0.1906 \text{ Log}(1 + 22/121.74)$$

$$\delta_v = 0.3128$$

$$\delta_{50} = 0.1564$$

15 fracc - 0.1 Um

X = 23.46

X fracc - 0.156 Um

$$t_{50} = 0.7 \text{ min.}$$

$$t_{50} = 42 \text{ seg.}$$

$$- C_v \quad C_v = \frac{0.2 \left(\frac{2.0192}{2} \right)^2}{0.7}$$

$$C_v = 0.291 \text{ cm}^2/\text{min}$$

$$\underline{C_v = 4.853 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{seg}}$$

$$- \xi \quad \xi = \frac{\left(\frac{12.0192}{2} \right)^2}{(0.291)(121.747)}$$

$$\underline{\xi = 0.0287}$$

$$\delta_{50} = 0.1564 + 0.1906 \text{ Log}(1 + 0.2 [0.02871])$$

$$\delta_{50} = 0.1568 \approx 0.1564 \quad \underline{\text{OK}}$$

$$\underline{\delta_{50} = 3.128 \times 10^{-3} \text{ cm}}$$

$$- M_v \quad M_v = \frac{(0.3128)(0.2)(0.1)}{(2.0192)(0.126)}$$

$$M_v = \underline{0.0245 \text{ cm}^2/\text{kg}}$$

$$- M_t \quad M_t = \frac{(0.1906)(0.2)(0.1)}{(2.0192)(0.126)}$$

$$\underline{M_t = 0.0150 \text{ cm}^2/\text{Kg}}$$

$$- \beta \quad \beta = \frac{0.0150}{0.0245} \quad \beta = \underline{0.614}$$

GRAFICA
 TIEMPO - DEFORMACION
 40 DIA DE CARGA
 Muestra N° SM-1(6)

Ensayo N° 1er. Proced.

Elevacion 3.6 m

P-1.2 Po Ap=0.2 Po

i (30%) = _____

Cv _____ cm²/seg

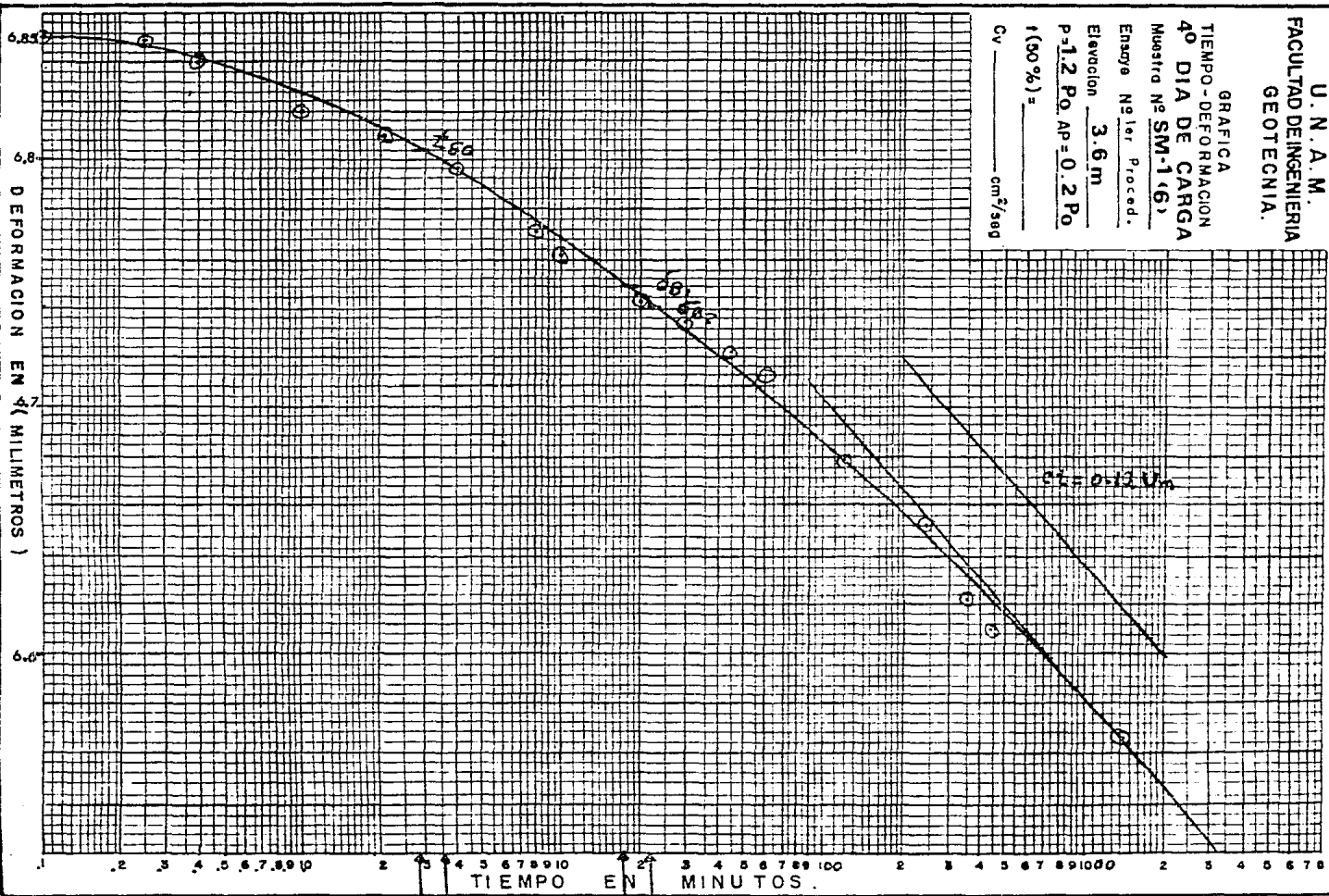
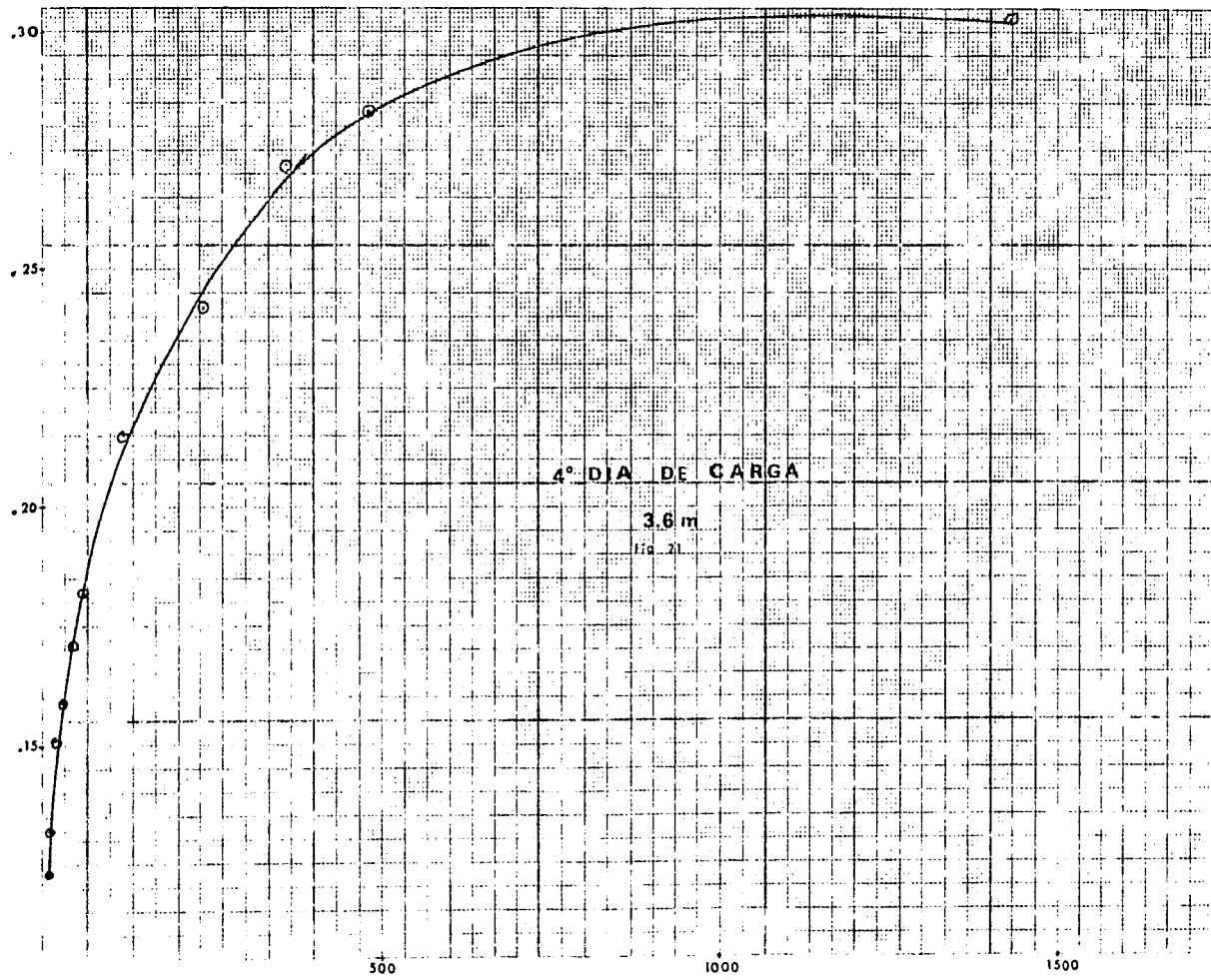


Fig 20 TIPO III



4° DIA DE CARGA

3.6 m

Fig. 21

4° DIA DE CARGA

Prof: 3.6 m.

$$P = 1.2 P_0$$

$$\Delta P = 0.2 P_0$$

CURVA TIPO III

$$2H = 2.0097 \text{ cm}$$

$$\bar{\sigma} = 0.378 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\Delta \bar{\sigma} = 0.063 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} - C_t & \quad 25 \text{ fracc} - 0.1 \text{ Um} \\ & \quad 30 \text{ fracc} - X \end{aligned} \quad X = 0.12 \text{ Um}$$

$$C_t = 0.12 \text{ Um}$$

$$\underline{C_t = 2.4 \times 10^{-3} \text{ cm}}$$

$$- t_f, \delta_f \quad t_f = 1440 \text{ min}$$

$$\begin{aligned} 25 \text{ fracc} & - 0 - 1 \text{ Um} \\ 70 \text{ fracc} & - X \end{aligned} \quad X = 0.24 \quad \delta_F = 0.24 \text{ Um}$$

$$\text{proponemos} \quad \delta_B = 27.7 \text{ fracc}$$

$$\begin{aligned} 25 \text{ fracc} & - 0.1 \text{ Um} \\ 27.7 \text{ fracc} & - X \end{aligned} \quad X = 0.1104 \text{ Um}$$

$$\underline{\delta_B = 0.1104 \text{ Um}}$$

$$\underline{t_B = 17.5 \text{ min}}$$

$$- a \quad a = \frac{2.303 (0.1104 - 0.24)}{0.12}$$

$$a = \underline{-3.686}$$

$$- Z \quad Z = \frac{e^{-3.686} (1440 - 17.57)}{1 - e^{-3.686}}$$

$$\underline{Z = 36.58}$$

$$- \delta_v \quad \delta_v = 0.1104 - 0.12 \text{ Log} \left(1 + \frac{17.5}{0.3658} \right)$$

$$\underline{\delta_v = 0.0900}$$

$$\underline{\delta_{50} = 0.0450}$$

$$- t_{50} \quad \begin{array}{l} 25 \text{ fracc} \quad - \quad 0.1 \cdot \text{Um} \\ X \quad \quad \quad - \quad 0.045 \end{array} \quad X = 11.25$$

$$\underline{t_{50} = 2.7 \text{ min}}$$

$$t_{50} = 162 \text{ seg}$$

$$- C_v \quad C_v = \frac{0.2 \left(\frac{2.0097}{2} \right)^2}{2.7}$$

$$C_v = 7.479 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{min}$$

$$\underline{C_v = 1.246 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{seg}}$$

$$- \xi \quad \xi = \frac{\left(\frac{2.0097}{2}\right)^2}{(7.479 \times 10^{-2})(36.58)}$$

$$\xi = 0.369$$

$-\delta_{50}$

$$\delta_{50} = \frac{1}{2} (0.0900) + 0.12 \text{ Log } [(1.0 + 0.2[0.369])]$$

$$\delta_{50} = 0.0487 \neq 0.045$$

Otra iteración

$$\begin{array}{ll} 25 \text{ fr} & - \quad 0.1 \text{ Um} \\ 28.2 \text{ fr} & - \quad X \end{array} \quad X = 0.1128 \text{ Um}$$

$$\underline{\delta_B = 0.1128 \text{ Um}}$$

$$\underline{t_B = 23 \text{ min}}$$

$$a = \frac{2.303 (0.1128 - 0.24)}{0.12}$$

$$\underline{a = -2.44}$$

$$z = \frac{e^{-2.44} (1440-23)}{1 - e^{-2.44}}$$

$$z = 135.12$$

$$\delta_v = 0.1128 - 0.12 \text{ Log } \left(1 + \frac{23}{135.12}\right)$$

$$\underline{\delta_v = 0.1046}$$

$$\underline{\delta_{50} = 0.0523}$$

25 fracc - 0.1 Um

X = 13.07

X fracc - 0.0523

$$t_{50} = 3.6 \text{ min}$$

$$t_{50} = 216 \text{ seg}$$

$$- C_V \quad C_V = \frac{0.2 \left(\frac{2.0097}{2} \right)^2}{3.6}$$

$$C_V = 5.609 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{min}$$

$$C_V = 9.349 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{seg}$$

$$- \xi \quad \xi = \frac{\left(\frac{2.0097}{2} \right)^2}{(5.609 \times 10^{-2}) (135.12)}$$

$$\xi = \underline{0.133}$$

$$- \delta_{50} \quad \delta_{50} = 0.0523 + 0.12 \text{ Log}(1 + 0.2 [0.153])$$

$$\delta_{50} = 0.0536 = 0.0536 \text{ OK}$$

$$\delta_{50} = \underline{1.072 \times 10^{-3} \text{ cm}}$$

$$- M_V \quad M_V = \frac{(0.1046) (0.02)}{2.0097 (0.063)}$$

$$M_V = \underline{1.65 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{Kg}}$$

$$- M_t \quad M_t = \frac{0.02 (0.12)}{(2.0097) (0.063)}$$

$$M_t = 1.895 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{Kg}$$

$$- \beta \quad \underline{\beta = 1.14}$$

GRAFICA
TIEMPO-DEFORMACION
1 DIA DE CARGA
Muestra N° SM-1(14)

Ensayo N° 1er. Procedim.

Elevacion 9.25 m

$P = 0.4 P_0$ $A_p = 0.4 P_0$

$f(50\%) =$ _____

$C_v =$ _____ cm^2/seg

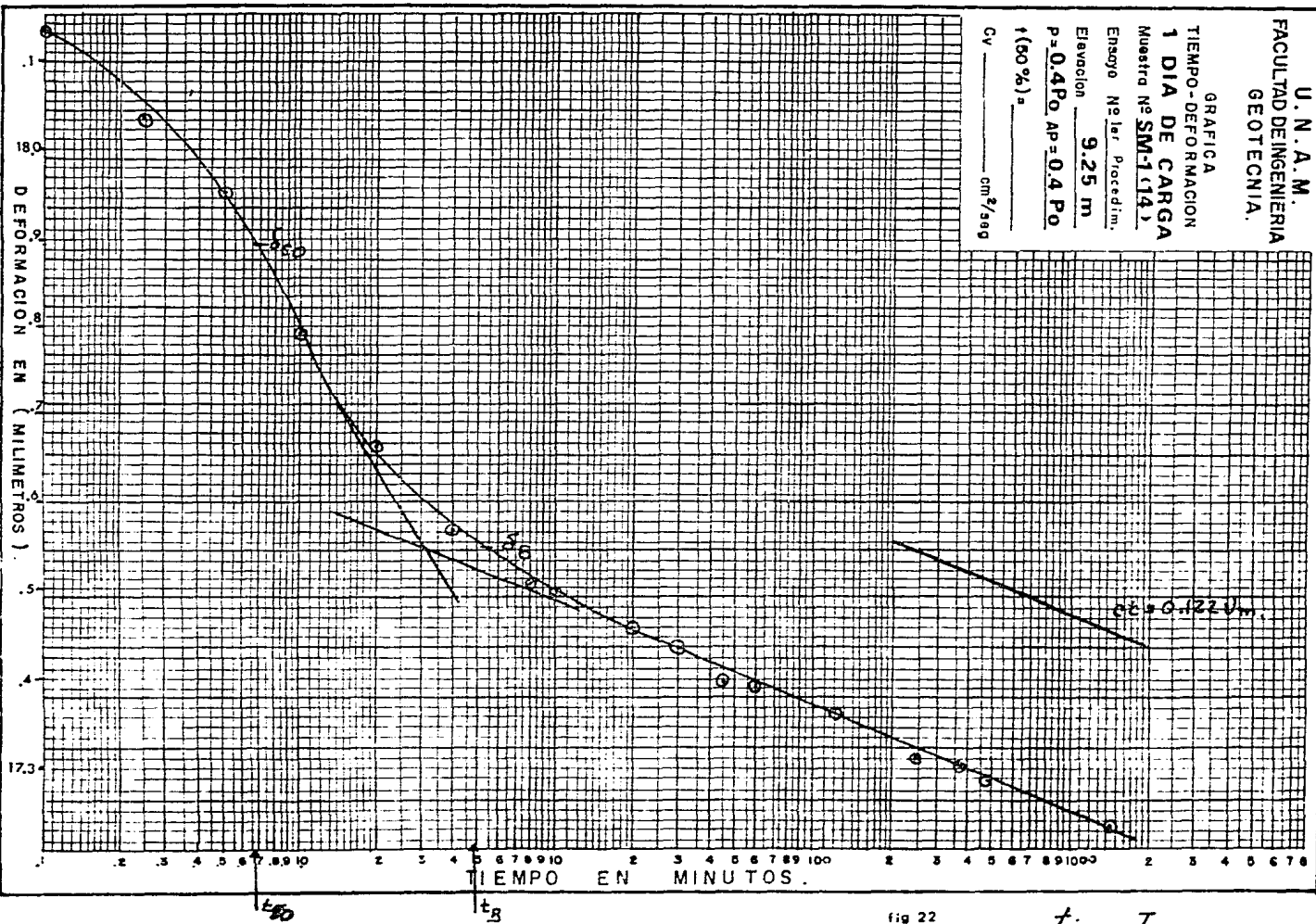
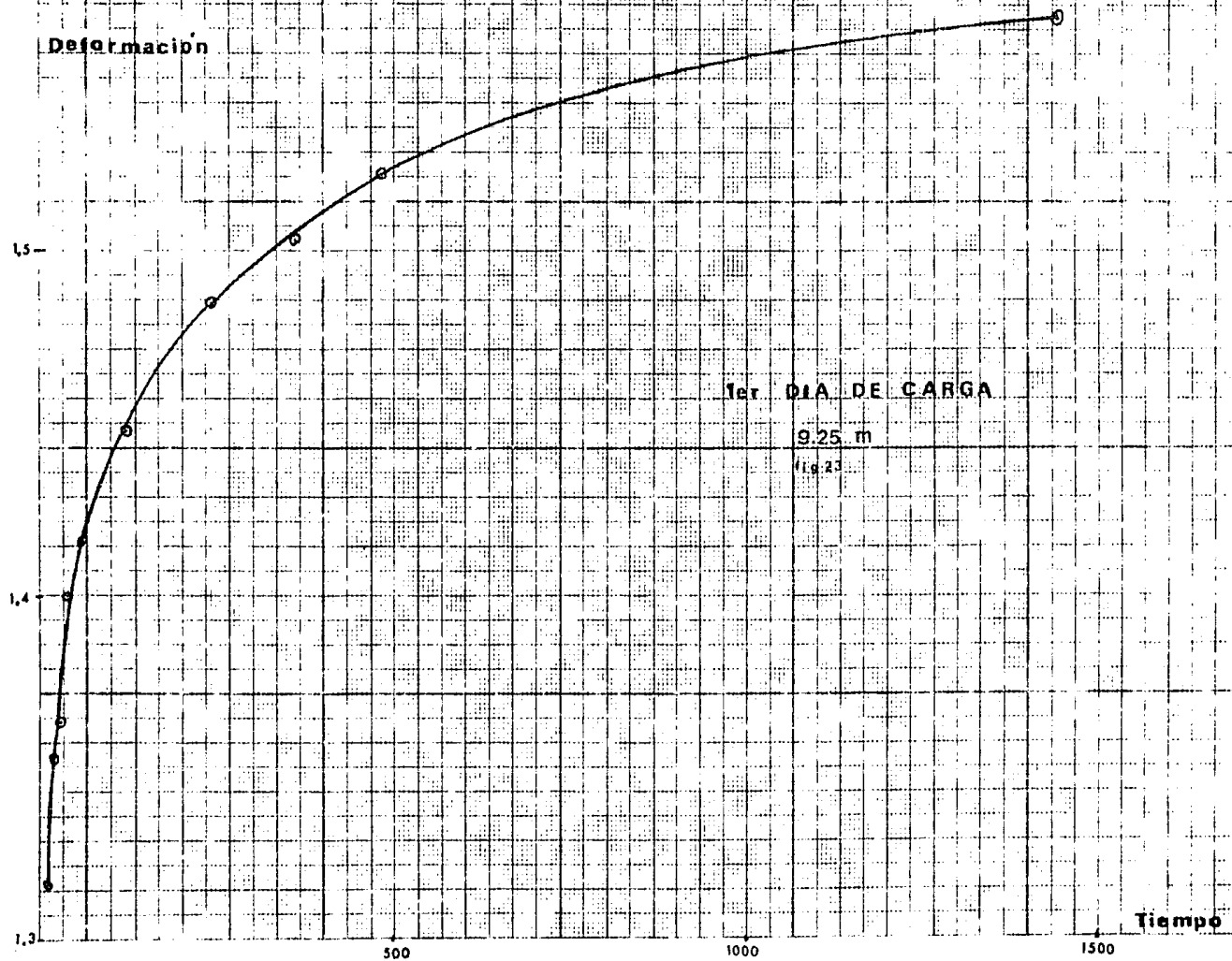


fig 22

tipo I



1er. DIA DE CARGA

Prof: 9.25 m.

$$P = 0.4 P_0$$

$$\Delta P = 0.4 P_0$$

CURVA TIPO I

$$2H = 20.5 \text{ mm.}$$

$$\Delta \nabla = 0.2928 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\nabla = 0.2928 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\begin{array}{l} - C_t \quad 9 \text{ fracc} \quad - \quad 0.1 \text{ Um} \\ \quad \quad 11 \text{ fracc} \quad - \quad X \end{array} \quad X = 0.122$$

$$C_t = 0.122 \text{ Um}$$

$$\underline{C_t = 2.44 \times 10^{-3} \text{ cm}}$$

$$\begin{array}{l} - \sigma_B \quad 9 \text{ fracc} \quad - \quad 0.1 \text{ Um} \\ \quad \quad 53 \text{ fracc} \quad - \quad X \end{array} \quad X = 0.588$$

$$\underline{\sigma_B = 0.588 \text{ Um}}$$

$$t_B = 4.9 \text{ min.}$$

$$- \sigma_v \quad \sigma_v = 0.588 - 1.04 (0.122)$$

$$\underline{\sigma_v = 0.4619 \text{ Um}}$$

$$-\sigma_{50} \quad \sigma_{50} = \frac{0.4619}{2} + 0.3 (0.122)$$

$$\sigma_{50} = \underline{0.2675 \text{ Um}}$$

$$\sigma_{50} = \underline{5.35 \times 10^{-3} \text{ cm}}$$

$$8 \text{ fracc} \quad - 0.1 \text{ Um}$$

$$X = 21.404 \text{ fracc}$$

$$X \quad - 0.2675$$

$$t_{50} = 0.67 \text{ min}$$

$$\underline{t_{50} = 40.2 \text{ seg}}$$

$$-C_V \quad C_V = \frac{0.2 \left(\frac{2.05}{2}\right)^2}{0.67}$$

$$C_V = 0.3136 \text{ cm}^2/\text{min}$$

$$\underline{C_V = 5.227 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{seg}}$$

$$-M_V \quad M_V = \frac{(0.02) (0.4619)}{(2.05) (0.2928)}$$

$$\underline{M_V = 1.539 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{Kg}}$$

$$-M_t \quad M_t = \frac{(0.02) (0.122)}{(2.05) (0.2928)}$$

$$\underline{M_t = 4.065 \times 10^{-3} \text{ cm/Kg}}$$

$$-\beta \quad \beta = 0.264$$

U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA
GEOTECNIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos.
PRUEBA DE CONSOLIDACION

Lámina No. 9

FA

Obra N° _____ Sondeo **SM-I (M-6)** Localización **3.6m**

SIMBOLO MUESTRA PROFUNDIDAD ω (%) G_o S_r (%) ρ (kg/cm³) $\bar{\rho}$ (kg/cm³) P_c (kg/cm²)
 (m)

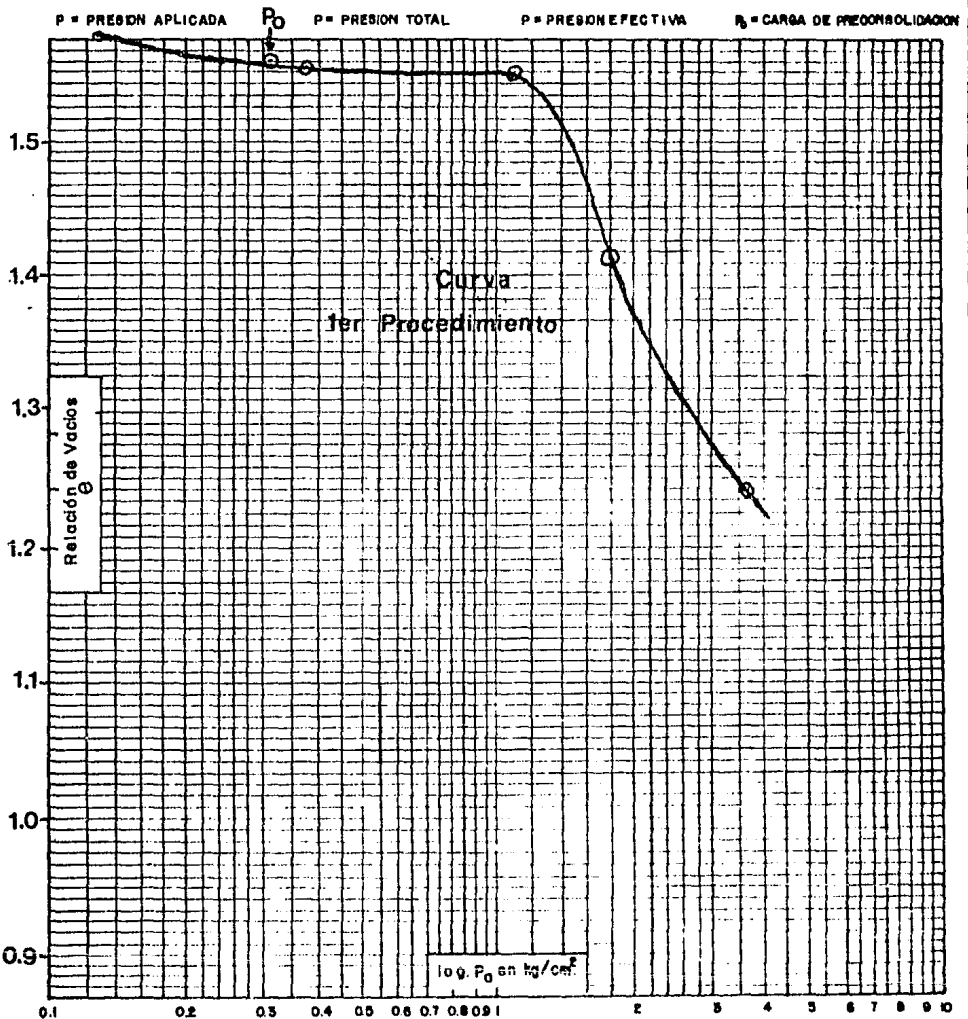


FIGURA N° 24

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 GEOTECNIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos.
PRUEBA DE CONSOLIDACION

Lámina No. 9

FA

Obrg N° _____ Sondeo SM-1 M-12 Localización 7.8 m

SIMBOLO MUESTRA PROFUNDIDAD ω (%) θ_0 S_r (%) p (kg/cm²) \bar{p} (kg/cm²) P_c (kg/cm²)
 (m)

P = PRESION APLICADA P = PRESION TOTAL P = PRESION EFECTIVA P_0 = CARGA DE PRECONSOLIDACION

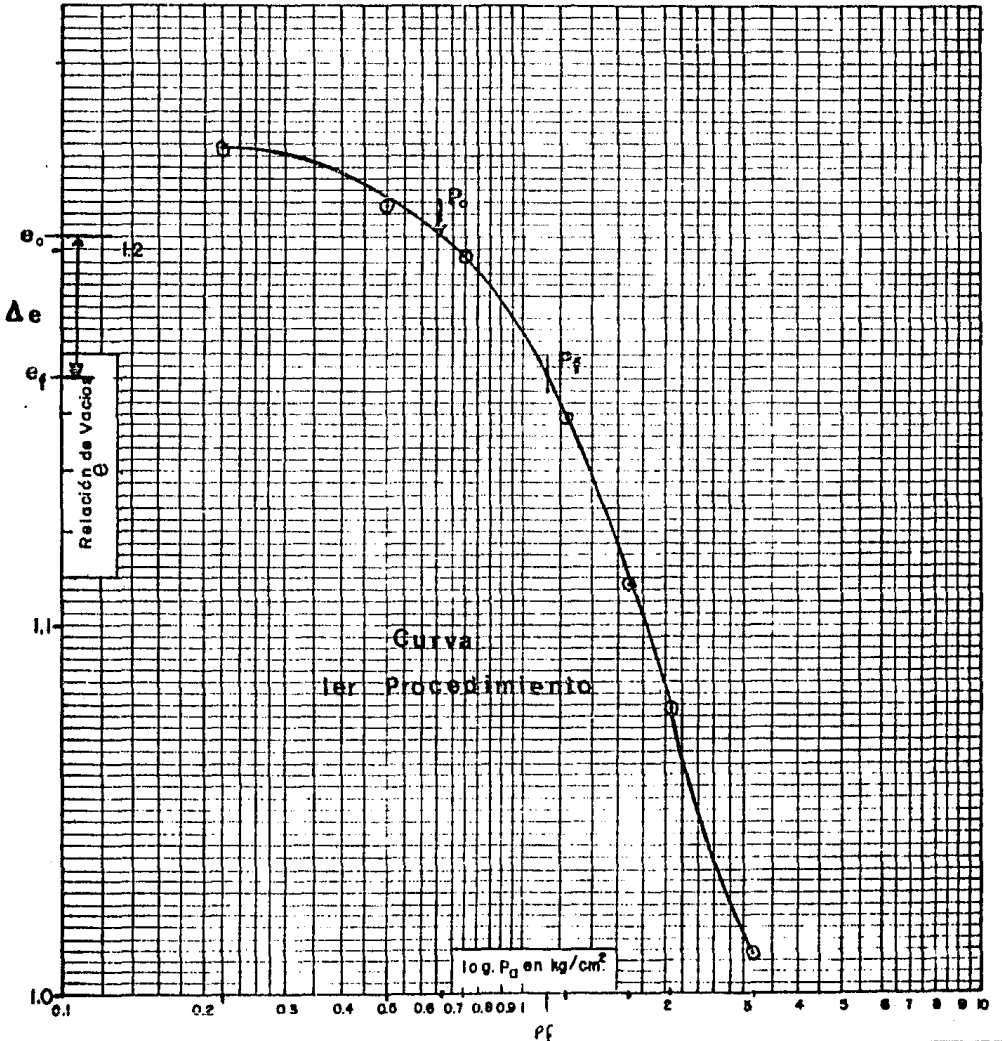


FIGURA N° 25

U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA
GEOTECNIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos.
PRUEBA DE CONSOLIDACION

Lámina No. 9

FA

Obra N° _____ Sondeo SM-1 M-14 Localización 9.25 m

SIMBOLO MUESTRA PROFUNDIDAD ω (%) θ_0 S_r (%) p (kg/cm²) \bar{p} (kg/cm²) P_c (kg/cm²)
 (m)

P = PRESION APLICADA P = PRESION TOTAL P = PRESION EFECTIVA P_c = CARGA DE PRECONSOLIDACION

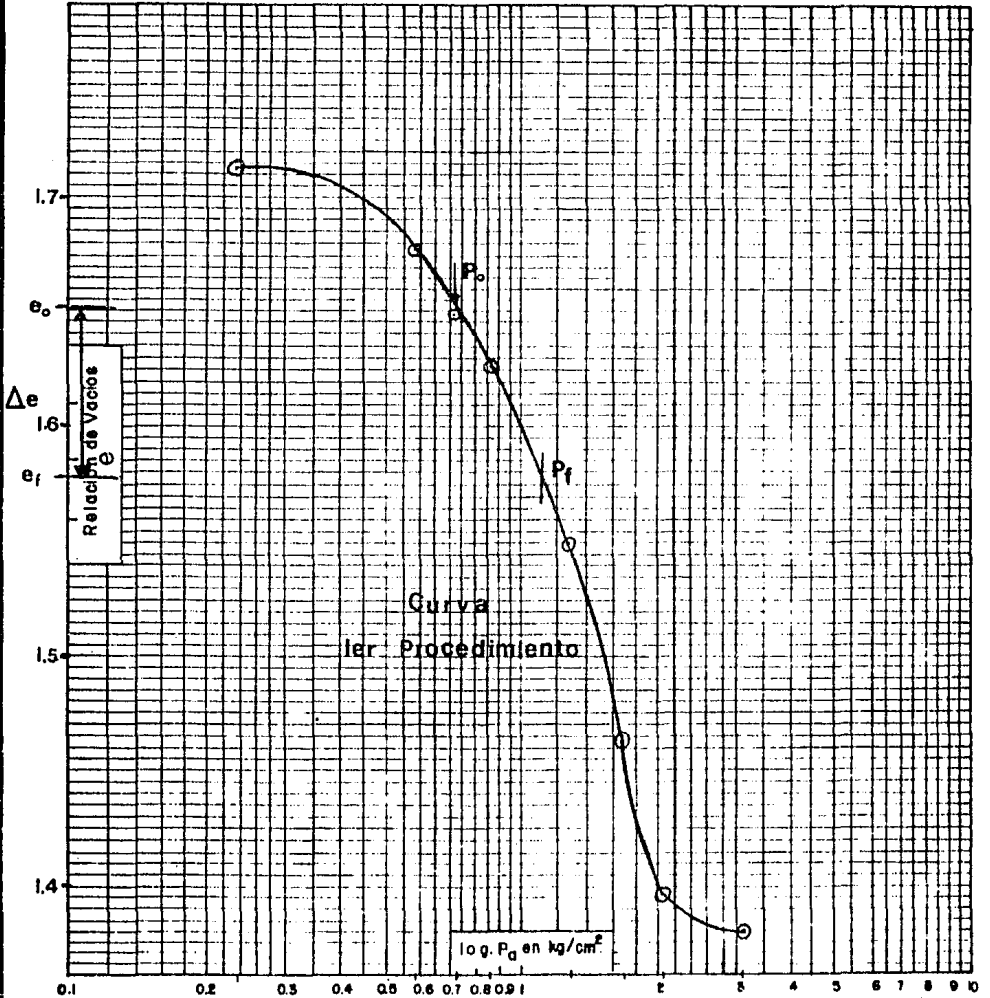


FIGURA N° 26

C A P I T U L O 4

SEGUNDO PROCEDIMIENTO DE CARGA

En este procedimiento como en el del capítulo anterior parte de la siguiente base: Dar el esfuerzo efectivo a esa profundidad y después dar el esfuerzo producido por la estructura (incremento de carga).

Las profundidades son las siguientes:

ESTRATIGRAFIA

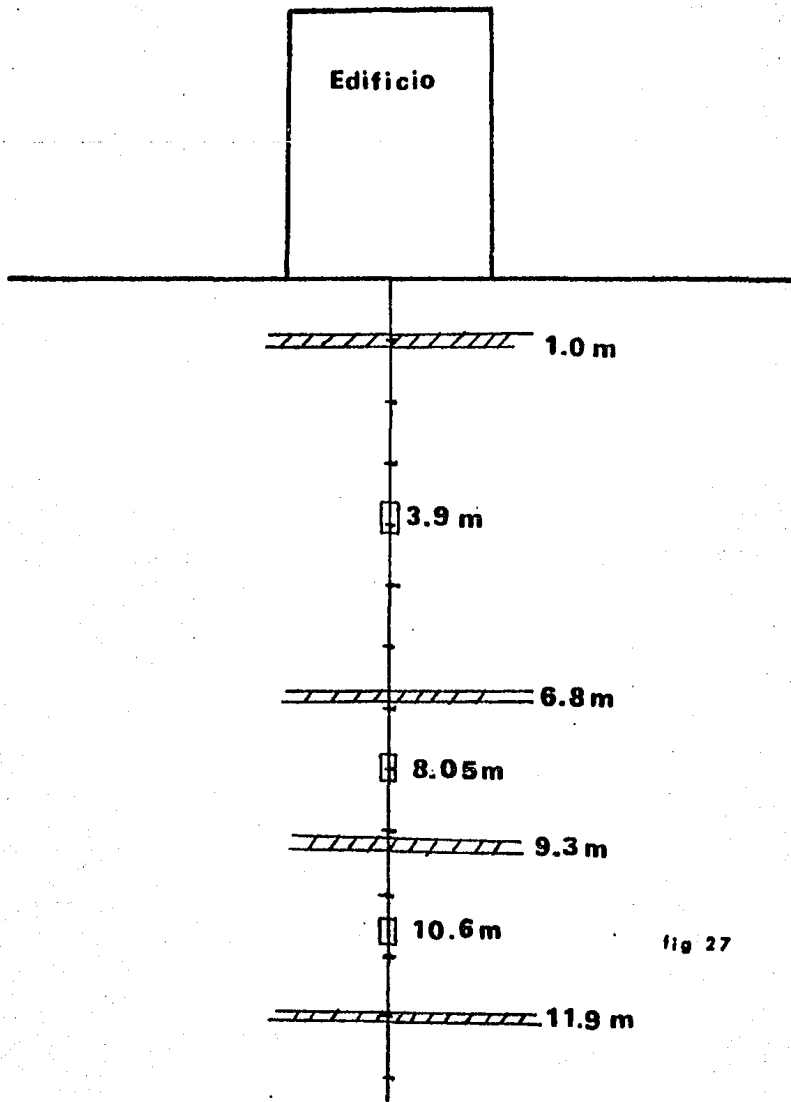


fig 27

Estas profundidades se escogieron con el criterio de elegir muestras a la mitad del estrato y que este se encuentre limitado por lentes de material grueso donde el agua fluye al presentarse el fenómeno de consolidación.

El esfuerzo efectivo se dio en el laboratorio con pesas de plomo y el incremento con carga de mercurio.

La secuencia de la prueba es la siguiente:

DIA	A C T I V I D A D
1	fracción Peso equivalente al esfuerzo efectivo
2	" " " " " "
3	" " " " " "
4	" " " " " "
5	Reposo probeta (agregando agua destilada)
6	Carga con mercurio (lecturas importantes)
7	Reposo de la probeta (lectura c/24 Hr.)
8	" " " " " "

El sexto día de carga es el más importante y las lecturas son a los tiempos siguientes:

6 seg, 15, 30, 1 min, 2, 4, 8, 15, 30, 1 h, 2 h, -
4, 8, 24.

Los esfuerzos efectivos y los pesos equivalentes -
en el consolidómetro son los siguientes:

m	kg/cm ²	kg.	gr.
PROF.	ESFUERZO EFECTIVO	PESO EQUIVALENTE	P E S A S
3.9	3.4125	1.7062	3(500gr)+1(206gr)
8.05	6.450	3.225	3(1000gr)+1(225gr)
10.60	8.132	4.066	2(1000gr)+1(2000gr)+1(66)

El esfuerzo debido a la estructura superior (edificio), es el siguiente:

$$\begin{aligned}
 3.9 \text{ m} &= 0.7048 \text{ kg/cm}^2 = 3.525 \text{ kg} \\
 8.05 \text{ m} &= 0.4648 \text{ kg/cm}^2 = 2.324 \text{ kg} \\
 10.6 \text{ m} &= 0.3688 \text{ kg/cm}^2 = 1.844 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Este esfuerzo se obtuvo del diagrama de Boussinesq, el cual se aplicó con carga de mercurio.

La teoría parte de la siguiente ecuación:

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{H_1^2}{H_2^2}$$

Donde: t_1 y t_2 son los tiempos necesarios para que los estratos se consoliden, H_1 y H_2 son los espesores - de drenaje de los estratos del mismo material.

En este caso: la relación es la siguiente:

$$\frac{t_{\text{prob}}}{t_{\text{campo}}} = \frac{H_{\text{prob}}^2}{H_{\text{campo}}^2}$$

H_{prob}^2 = Dato que es la altura de el anillo del consolidómetro, que es la altura de la probeta recién la--brada, en caso de ser doblemente drenada es la mitad de esa altura.

H_{campo}^2 = es la altura de estrato que se obtiene de la estratigrafía.

t_{campo} = Tiempo de la construcción de la estructura que depende de el procedimiento constructivo.

t_{prob} = Este tiempo es el tiempo que se tardará en cargar la probeta en el laboratorio, este dato se obtiene con los datos proporcionados hasta el quinto día de carga.

En este caso la construcción es un edificio de -
 ocho niveles con una área de 200 m^2 (20×10), la carga
 total es de 8 ton/m^2 .

Con esto obtenemos el diagrama en que se considera
 lineal la carga con relación al tiempo. (Fig. 28)

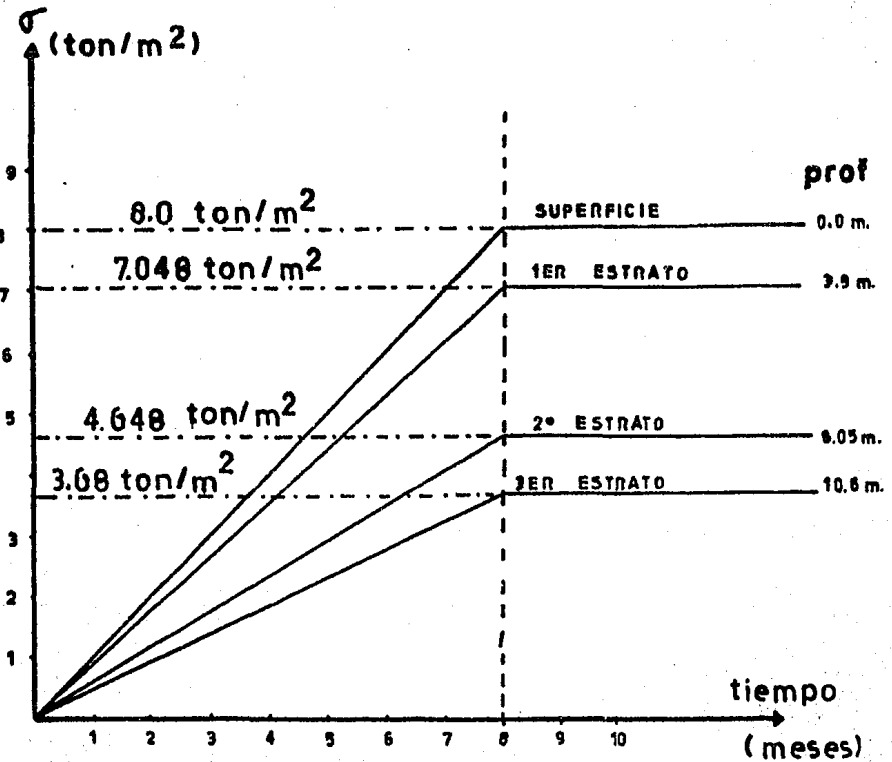
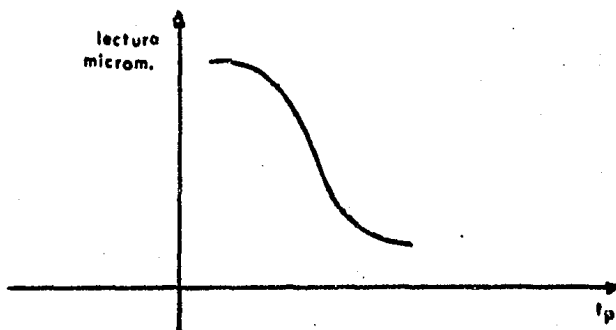


fig 28

El tiempo de la construcción de cada nivel es de 1 mes por cada uno, este tiempo es de acuerdo a los constructores para un edificio de 8 niveles.

Los datos de las deformaciones en las pruebas sirven para construir unas curvas de consolidación y principalmente el sexto día de carga que es la bajada de el mercurio.



Con esta información se transforma a deformación - en el campo, con las ecuaciones siguientes:

$$T_c = \frac{(H_{de})^2}{(H_{dp})^2} (t_p)$$

$$H_{ei} = \frac{c_{oi}}{H_{opi}} (H_{oei})$$

t_c : Tiempo de campo o estrato

Hde: Altura de estrato

t_p : Tiempo de probeta

Hdp: Altura de probeta.

Hei: Deformación de el estrato en el campo (asentamiento)

Ocoi: Deformación de la probeta en el laboratorio.

Hopi: Altura o espesor de drenaje en la probeta.

Hoei: Altura u espesor de drenaje en el campo.

PROFUNDIDAD: 3.09m OBTENCION: TE

$$TE = \frac{(HdE)^2}{(Hdp)^2} tp.$$

DEFORM: de ΔP

3.518 Um

$$3.518 \times 0.2 = 0.7036mm.$$

$$3.518 \times 0.02 = 0.07036cm$$

$$H = 1.0135 - 0.07036$$

$$H = 0.94314cm$$

$$H = 0.94314 - 0.0094$$

$$H = 0.93374cm$$

$$(6seg) Hdp=0.93374-0.006 \times 0.02=0.93362=8.7164 \times 10^{-1}$$

$$(15seg) Hdp=0.93374-0.024 \times 0.02=0.93166=9.3166 \times 10^{-1}=8.679 \times 10^{-1}$$

$$(30seg) Hdp=0.93374-0.056 \times 0.02=0.93058=9.3058 \times 10^{-1}=8.659 \times 10^{-1}$$

$$(60seg) Hdp=0.93374-0.146 \times 0.02=0.92812=9.2812 \times 10^{-1}=8.61406 \times 10^{-1}$$

$$(120seg) Hdp=0.93374-1.191 \times 0.02=0.90542=9.0542 \times 10^{-1}=8.1978 \times 10^{-1}$$

$$(240seg) Hdp=0.93374-3.651 \times 0.02=0.88536=8.8536 \times 10^{-1}=7.287 \times 10^{-1}$$

$$(480seg) Hdp=0.93374-3.936 \times 0.02=0.85502=8.5502 \times 10^{-1}=7.3105 \times 10^{-1}$$

$$(900seg) Hdp=0.93374-5.426 \times 0.02=0.82522=8.25 \times 10^{-1}=6.8098 \times 10^{-1}$$

$$(1800seg) Hdp=0.93374-5.799 \times 0.02=0.81776=8.1776 \times 10^{-1}=6.6873 \times 10^{-1}$$

$$(2700seg) Hdp=0.93374-5.996 \times 0.02=0.8138=8.138 \times 10^{-1}=6.623 \times 10^{-1}$$

$$(3600seg) Hdp=0.93374-6.121 \times 0.02=0.8113=8.113 \times 10^{-1}=6.65824$$

$$(9200seg) Hdp=0.93374-6.401 \times 0.02=0.80572=8.0572 \times 10^{-1}=6.4918 \times 10^{-1}$$

$$(14400seg) Hdp=0.93374-6.666 \times 0.02=0.80042 \times 10^{-1}=6.4067 \times 10^{-1}$$

$$(28800seg) Hdp=0.93374-6.915 \times 0.02=0.79544=7.9544 \times 10^{-1}=6.3272 \times 10^{-1}$$

$$(35900seg) Hdp=0.93374-7.259 \times 0.02=0.78856=7.8856 \times 10^{-1}=6.2182 \times 10^{-1}$$

(cm)	(Seg)	(cm)	(d ξ) ²	(SEG)	(SEMANA)	MES	AÑOS
(Hdg) ²	TP	(Hdp) ²	(Hdp)2				
84100	4	8.716 x10 ⁻¹	9.6484x10 ⁺⁴	3.8593x10 ⁺⁵	0.63812	0.159	3.323x10 ⁻³
	15	8.679x 10 ⁻¹	9.689 x10 ⁺⁴	1.4533x10 ⁶	2.40	0.60	0.0125
	30	8.659x 10 ⁻¹	9.711 x10 ⁺⁴	2.913 x10 ⁶	4.817	1.20	0.02508
	60	8.614x 10 ⁻¹	9.763 x10 ⁺⁴	5.857 x10 ⁶	9.68	2.421	0.0504
	120	8.197x 10 ⁻¹	1.0258x10 ⁺⁵	1.2310x10 ⁷	20.35	5.08	0.105
	240	7.2876x10 ⁻¹	1.153x10 ⁺⁵	2.76x10 ⁷	45.79	11.44	0.2385
	480	7.3105x10 ⁻¹	9.8360x10 ⁺⁴	4.721x10 ⁷	78.06	19.51	0.4065
	900	6.8098x10 ⁻¹	1.2349x10 ⁺⁵	1.111x10 ⁸	183.77	45.94	0.9571
	1800	6.6873x10 ⁻¹	1.257x10 ⁺⁵	2.263x10 ⁸	374.28	93.57	1.94
	2700	6.623x10 ⁻¹	1.269x10 ⁺⁵	3.428x10 ⁸	566.88	141.7	2.95
	3600	6.5824x10 ⁻¹	1.2754x10 ⁺⁵	4.5995x10 ⁸	760.50	190.12	3.96
	7200	6.4918x10 ⁻¹	1.2954x10 ⁺⁵	9.327x10 ⁸	1542.22	385.55	8.032
	14400	6.4067x10 ⁻¹	1.3126x10 ⁺⁵	1.8902x10 ⁹	3125.4	781.36	16.27
	28800	6.327x10 ⁻¹	1.3292x10 ⁺⁵	3.8281x10 ⁹	6329.63	1582.40	32.96
	85980	6.2182x10 ⁻¹	1.35245x10 ⁵	1.162x10 ¹⁰	19,226.7	4806.69	100.13

δ_{coi}

- (6 seg) (0.006)0.02=0.00012
- (15 seg) 0.024x0.02=0.00048
- (30 seg) 0.056x0.0.02=0.00112
- (60 seg) 0.146x0.02=0.00292
- (120 seg) 1.191x0.02-0.017 = 0.00682
- (240 seg) 3.651x0.02-0.0027=0.07032
- (480 seg) 3.936x0.02-0.00204=0.07608
- (900 seg) 5.426x).02=0.10852
- (1800seg) 5.799x0.02=0.1159
- (2700seg) 5.996x0.02=0.1199cm
- (3600seg) 6.121x0.02=0.12242
- (7200 seg) 6.401x0.02=0.12802cm
- (14400seg) 6.666x0.02=0.1332cm
- (28800seg) 6.915x0.02=0.1383cm
- (85980 seg) 7.259x0.02=0.14518cm

OBTENCION : $\Delta H \epsilon_i$

$$\Delta H \epsilon_i = \frac{\delta_{coi}}{H_{opi}} H_{oei}$$

$$H = 1.0135 - 0.07036$$

$$H = 0.94314 \text{ cm}$$

$$H = 0.94314 - 0.0094$$

$$H = 0.93374 \text{ cm}$$

(seg)	(cm) δ_{coi}	(cm) H_{opi}	(cm) H_{oei}	(cm) $\Delta H \epsilon_i$
4	0.00012	0.93362	290	0.03727
15	0.00048	0.93326	290	0.14915
30	0.00112	0.93262	290	0.34826
60	0.00292	0.93082	290	0.9097
120	0.00682	0.92692	290	2.1337
240	0.07032	0.86342	290	23.618
480	0.07668	0.85706	290	25.94
900	0.10852	0.82522	290	38.13
1800	0.11598	0.81776	290	41.12
2700	0.1199	0.81382	290	42.73
3600	0.1224	0.81132	290	43.75
7200	0.12802	0.80572	290	46.07
14400	0.13332	0.80042	290	48.30
28800	0.1383	0.79544	290	50.42
85980	0.14518	0.78856	290	53.39

*

PROF 8.05

$$\Delta P = 0.46648 \text{ kg/cm}^2$$

$$\nabla = 0.6450$$

$$2H = 2.027 \text{ cm}$$

$$H = 1.0135 \text{ cm}$$

$$\text{Def} : 4.663 \text{ Umx} 0.02 = 0.09326 \text{ cm}$$

$$H = 1.0135 - 0.09326 = 0.92024 \text{ cm}$$

Def Aparato

$$H = 0.92024 - 0.0131 = 0.90714 \text{ cm.}$$

OBTENCION TE :

$$TE = \frac{(Hde)^2}{(Hdp)^2} tp.$$

$$(6 \text{ seg}) Hdp = 0.90714 - 0.092 \times 0.02 = 0.0003 = 0.9056 \text{ cm} = 0.82011 \text{ cm}^2$$

$$(15 \text{ seg}) Hdp = 0.90714 - 0.14 \times 0.02 = 0.0007 = 0.90504 \text{ cm} = 0.8190 \text{ cm}^2$$

$$(30 \text{ seg}) Hdp = 0.90714 - 0.195 \times 0.02 = 0.001 = 0.90424 \text{ cm} = 0.81765 \text{ cm}^2$$

$$(60 \text{ seg}) Hdp = 0.90714 - 0.235 \times 0.02 = 0.0017 = 0.90432 \text{ cm} = 0.81779 \text{ cm}^2$$

$$(120 \text{ seg}) Hdp = 0.90714 - 0.31 \times 0.02 = 0.0025 = 0.9034 \text{ cm} = 0.81627 \text{ cm}^2$$

$$(180 \text{ seg}) Hdp = 0.90714 - 0.383 \times 0.02 = 0.00338 = 0.90286 \text{ cm} = 0.8151562 \text{ cm}^2$$

$$(420 \text{ seg}) Hdp = 0.90714 - 0.48 \times 0.02 = 0.00382 \text{ cm} = 0.90136 \text{ cm} = 0.8124 \text{ cm}^2$$

$$(840 \text{ seg}) Hdp = 0.90714 - 0.566 \times 0.02 = 0.89582 \text{ cm} = 0.80249 \text{ cm}^2$$

$$(1740 \text{ seg}) Hdp = 0.90714 - 0.655 \times 0.02 = 0.89404 \text{ cm} = 0.79930 \text{ cm}^2$$

$$(3720 \text{ seg}) Hdp = 0.90714 - 0.783 \times 0.02 = 0.89148 \text{ cm} = 0.79473 \text{ cm}^2$$

$$(7200 \text{ seg}) Hdp = 0.90714 - 0.885 \times 0.02 = 0.88944 \text{ cm} = 0.7911 \text{ cm}^2$$

$$(14400 \text{ seg}) Hdp = 0.90714 - 1.02 \times 0.02 = 0.88674 \text{ cm} = 0.7863 \text{ cm}^2$$

$$(29220 \text{ seg}) Hdp = 0.90714 - 1.173 \times 0.02 = 0.88368 \text{ cm} = 0.7808 \text{ cm}^2$$

$$(86820 \text{ seg}) Hdp = 0.90714 - 1.38 \times 0.02 = 0.8795 \text{ cm} = 0.7735 \text{ cm}^2$$

(cm) $(Hd_p)^2$	(seg) t_p	$(cm)^2$ $(Hd_p)^2$	$(Hd_p)^2$ $(Hd_p)^2$	(seg) t_e	(Sem) t_e	(mes) t_e	$(anos)$ t_e
15,625.0	6	8.2011×10^{-1}	1.90522×10^4	1.1431×10^5	0.189	0.04725	0.0039
15,625.0	15	8.1909×10^{-1}	1.9075×10^4	2.8613×10^5	0.4731	0.1182	0.0098
15,625.0	30	8.1765×10^{-1}	1.9109×10^4	5.7328×10^5	0.9478	0.2369	0.0197
15,625.0	60	8.1779×10^{-1}	1.9106×10^4	1.146×10^6	1.8954	0.4738	0.0394
15,625.0	120	8.1627×10^{-1}	1.9141×10^4	2.297×10^6	3.7979	0.9494	0.0791
15,625.0	180	8.151×10^{-1}	1.9168×10^4	3.4502×10^6	5.704	1.426	0.1188
15,625.0	420	8.1244×10^{-1}	1.923×10^4	8.0774×10^6	13.35	3.33	0.278
15,625.0	840	8.024×10^{-1}	1.9470×10^4	1.635×10^7	29.04	6.76	0.563
15,625.0	1740	7.9930×10^{-1}	1.9548×10^4	3.401×10^7	56.23	14.05	1.171
15,625.0	3720	7.947×10^{-1}	1.966×10^4	7.313×10^7	120.92	30.23	2.519
15,625.0	7200	7.911×10^{-1}	1.9750×10^4	1.4220×10^8	235.12	58.78	4.89
15,625.0	14,400	7.863×10^{-1}	1.98313×10^4	2.8614×10^8	473.12	118.28	9.85
15,625.0	29,200	7.8089×10^{-1}	2.000×10^4	5.8426×10^8	966.05	141.3	20.12
15,625.0	86,820	7.735×10^{-1}	2.0199×10^4	1.7536×10^9	2899.59	72.48	60.40

δ_{CO_2}

- (6 seg) $0.092 \times 0.02 - 0.0003 = 0.00154$
- (15 seg) $0.14 \times 0.02 - 0.0007 = 0.00210$
- (30 seg) $0.195 \times 0.02 - 0.001 = 0.0029$
- (60 seg) $0.235 \times 0.02 - 0.00188 = 0.00282$
- (120 seg) $0.31 \times 0.02 - 0.00254 = 0.00366$
- (180 seg) $0.383 \times 0.02 - 0.00338 = 0.00428$
- (420seg) $0.48 \times 0.02 - 0.00282 = 0.00578$
- (840 seg) $0.566 \times 0.02 = 0.0112$
- (1740seg) $0.655 \times 0.02 = 0.0131$
- (3720seg) $0.783 \times 0.02 = 0.01566$
- (7200seg) $0.885 \times 0.02 = 0.0177$
- (14400seg) $1.02 \times 0.02 = 0.0204$
- (29,220seg) $1.173 \times 0.02 = 0.02346$
- (86820seg) $1.38 \times 0.02 = 0.0276$

OBTENCION: ΔH_{Ei}

2a PROFUNDIDAD

$$\Delta H_{Ei} = \frac{\delta c_{oi}}{H_{opi}} H_{oei}$$

8.05m

H= 0.90714cm

(seg) t	(cm) δc_{oi}	(cm) H _{opi}	(cm) H _{oei}	ΔH_{Ei}
6	0.00154	0.9056	125	0.2125
15	0.0021	0.90504	125	0.2900
30	0.0029	0.90424	125	0.4008
60	0.00282	0.90432	125	0.3897
120	0.00366	0.90348	125	0.41334
180	0.00428	0.90286	125	0.59252
420	0.00578	0.90136	125	0.8015
840	0.01112	0.89602	125	1.55
1740	0.01310	0.89404	125	1.831
3720	0.01566	0.89148	125	2.195
7200	0.01710	0.89004	125	2.40
14,400	0.02040	0.88674	125	2.875
29,220	0.02346	0.88368	125	3.31
86,820	0.02760	0.87954	125	3.92

]*

PROF: 10.6cm

ZH = 2.027cm

H = 1.0135cm

Def: 3.465 Um x 0.02 = 0.0693cm

H = 1.0135 - 0.0693 = 0.9442cm

H = 0.9442cm

OBTENCION de T_ξ :

$$T_{\xi} = \frac{(H d)^2}{(Hdp)^2} tp$$

(6seg) Hdp=0.9442-0.001x0.02=0.94418

(15seg) Hdp=0.9442-0.002x0.02=0.94416

(30seg) Hdp=0.9442-0.003x0.02=0.94414

(60seg) Hdp=0.9442-0.005x0.02=0.94410

(120 seg) Hdp=0.9442-0.014x0.02=0.0004=0.9441

(300seg) Hdp=0.9442-0.0055x0.02=0.0008=0.9439

(600seg) Hdp=0.9442-0.169x0.02=0.0017=0.94252

(900seg) Hdp=0.9442-0.35x0.02=0.0026=0.9398

(1200seg) Hdp=0.9442-0.683x0.02=0.9305

(1860seg) Hdp=0.9442-0.97x0.02=0.9248

(2700seg) Hdp=0.9442-1.045x0.02=0.9233

(3600seg) Hdp=0.9442-1.249x0.02=0.91922

(7200seg) Hdp=0.9442-1.443x0.02=0.91534

(14460seg) Hdp=0.9442-1.636x0.02=0.91148

(21780seg) Hdp=0.9442-1.755x 0002=0.9091

(28800seg) Hdp=0.9442-1.833x0.02=0.9075

(86400seg) Hdp=0.9442-2.111x0.02=0.90198

(cm) $(Hda)^2$	(seg) t_p	(cm) $(Hdp)^2$	$\frac{(Hde)^2}{(Hdp)^2}$	(seg) t_E	(sam) t_E	(mas) t_E	$(años)$ t_g
16,900	6	0.89147	1.895×10^4	1.1374×10^5	0.188	0.04701	0.003918
16,900	15	0.89143	1.8958×10^4	2.8437×10^5	0.4701	0.1175	0.00979
16,900	30	0.89140	1.8958×10^4	5.687×10^5	0.9404	0.2351	0.01959
16,900	60	0.891327	1.8960×10^4	1.1376×10^6	1.881	0.4702	0.03918
16,900	120	0.891325	1.896×10^4	2.2752×10^6	3.762	0.9405	0.07837
16,900	300	0.89094	1.89685×10^4	5.6905×10^6	9.409	2.35	0.1950
16,900	600	0.88834	1.90241×10^4	1.1414×10^7	18.873	4.718	0.393
16,900	900	0.88322	1.9134×10^4	1.722×10^7	28.473	7.118	0.583
16,900	1200	0.86503	1.9518×10^4	2.3422×10^7	38.72	9.681	0.8068
16,900	1860	0.85525	1.9760×10^4	3.675×10^7	60.07	15.19	1.266
16,900	2700	0.85248	1.9824×10^4	5.352×10^7	88.50	22.12	1.84
16,900	3600	0.84496	2.0000×10^4	7.200×10^7	119.05	29.76	2.48
16,900	7200	0.8378	2.0170×10^4	1.452×10^8	240.12	60.03	5.00
16,900	14460	0.8307	2.0341×10^4	2.9414×10^8	486.35	121.58	10.13
16,900	21780	0.826463	2.0448×10^4	4.453×10^8	736.39	184.09	15.34
16,900	28800	0.823629	2.0518×10^4	5.9094×10^8	977.09	244.27	20.35
16,900	86400	0.8135	2.0772×10^4	1.7947×10^9	2967.52	741.88	61.82

Sci

(6seg) $0.001 \times 0.02 = 0.00002$

(15seg) $0.002 \times 0.02 = 0.00004$

(30seg) $0.003 \times 0.02 = 0.00006$

(60seg) $0.005 \times 0.02 = 0.00010$

(120) $0.015 \times 0.02 = 0.0004 = 0.0001$

(300seg) $0.055 \times 0.02 = 0.0008 = 0.0003$

(600seg) $0.169 \times 0.02 = 0.0017 = 0.00168$

(900 seg) $0.35 \times 0.02 = 0.0026 = 0.0044$

(1200seg) $0.683 \times 0.02 = 0.01366$

(1860seg) $0.97 \times 0.02 = 0.0194$

(2700seg) $1.045 \times 0.02 = 0.0209$

(3600seg) $1.249 \times 0.02 = 0.02498$

(7200seg) $1.443 \times 0.02 = 0.02886$

(14,460seg) $1.636 \times 0.02 = 0.03272$

(21,780seg) $1.755 \times 0.02 = 0.0351$

(28,800seg) $1.833 \times 0.02 = 0.0366$

(86,400seg) $2.111 \times 0.02 = 0.04222$

OBTENCION DE :

3a PROFUNDIDAD

$$\Delta H_{ei} = \frac{\delta_{00i}}{H_{0i}} H_{0ei}$$

10.6m

H=0.80714cm

(seg) t	(cm) δ_{00i}	(cm) H_{0i}	(cm) H_{0ei}	(cm) ΔH_{ei}
6	0.00002	0.90712	130	0.00286
15	0.00004	0.9071	130	0.00573
30	0.00006	0.90708	130	0.0085
60	0.0001	0.90704	130	0.14330
120	0.00015	0.90699	130	0.02149
300	0.0003	0.90684	130	0.043006
600	0.00168	0.90546	130	0.2412
900	0.0044	0.90274	130	0.632
1200	0.01366	0.89348	130	1.98
1860	0.0194	0.88774	130	2.84
2700	0.0209	0.88624	130	3.065
3600	0.02498	0.88216	130	3.681
7200	0.02886	0.87828	130	4.271
14,460	0.03272	0.744	130	4.86
21,780	0.0351	0.87204	130	5.232
28,800	0.0366	0.87054	130	5.46
86,400	0.0422	0.86494	130	6.342

GRAFICA
 TIEMPO-DEFORMACION

Muestra N° SM-1 (6)
 Ensayo N° 2º procedim
 Elevacion 3.9 m
 $P_u = P_0 \quad AP = \Delta P \cdot H_0$
 $i (50\%) =$
 $C_v =$ cm^2/seg

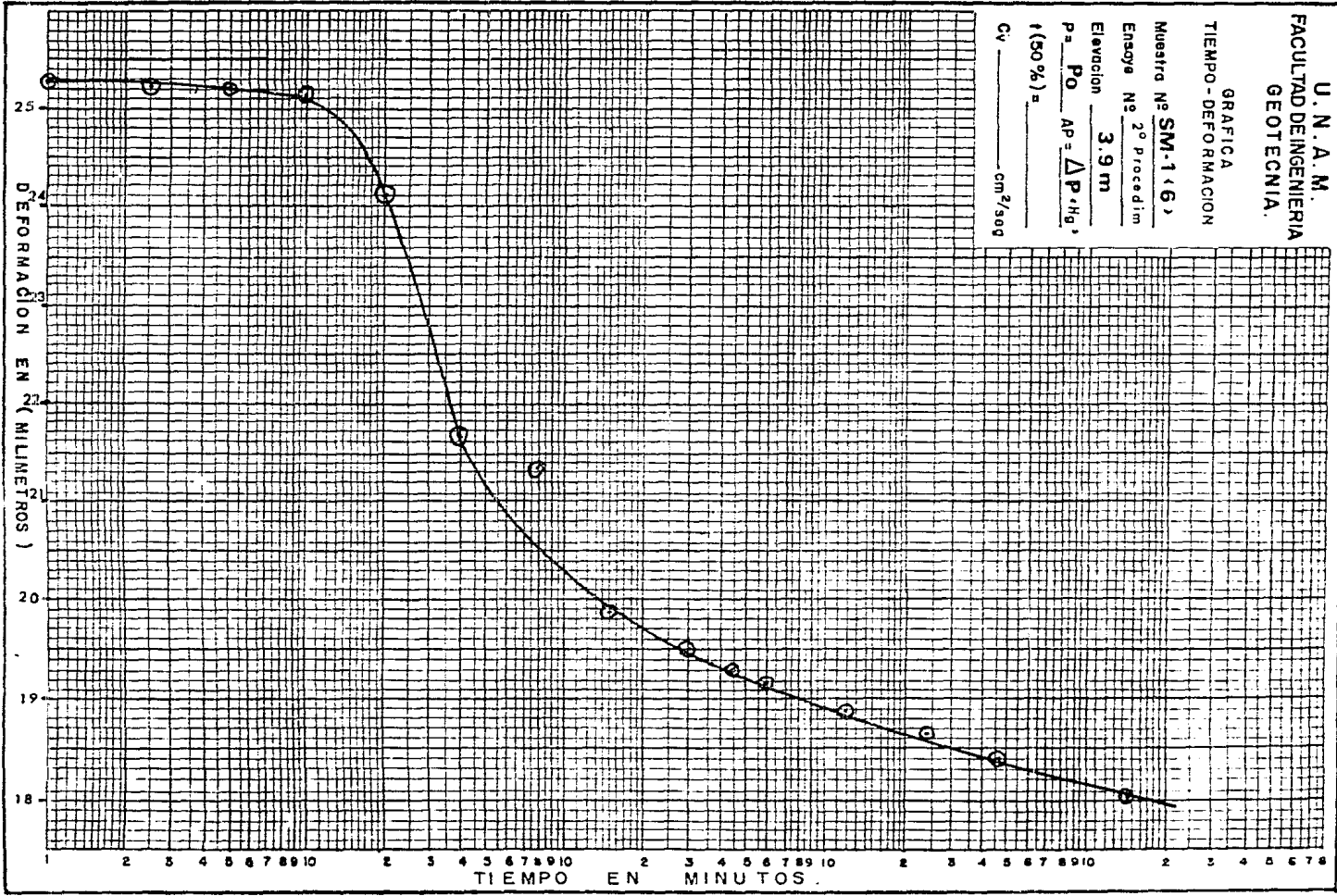


fig 29

5. CONCLUSIONES

Los resultados finales de los tres procedimientos de carga son los asentamientos calculados, los cuales se van a comparar en cuanto a su resultado parcial o total.

Para que la comparación sea más clara se superponen las curvas de compresibilidad del procedimiento estándar y el primero propuesto; como se muestra en las figuras (30, 31 y 32).

En las curvas de la profundidad de 3.5 m y 3.6 m se observa que la curva estándar se encuentra arriba de la otra lo que indica que las cargas aplicadas a la probeta son mayores, cosa que en el campo no ocurre o sea que esta forma de cargar el suelo no resulta muy representativa y por lo tanto los asentamientos calculados resultan mayores.

CALCULO DE ASENTAMIENTOS (ESTANDAR). (3.5 m prof).

$$\bar{S} = P_T - U$$

$$P_T = \gamma'_m X_m$$

$$P_T = 1.875 \times 3.5$$

$$P_T = 6.5625 \text{ ton/m}^2$$

$$U = 3.5$$

$$\bar{V} = 3.0625 \text{ ton/m}^2; \quad \bar{V} = 0.3062 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\bar{V} = P_0$$

$$\text{Carga del Edificio: } \Delta P = 0.7216 \text{ kg/cm}^2$$

Presión final:

$$P_f = \bar{V} + \Delta P$$

$$P_f = 1.0278 \text{ kg/cm}^2$$

Datos de la curva de compresibilidad:

$$e_0 = 1.5433$$

$$e_f = 1.3416$$

$$\Delta e = 0.2017$$

finalmente:

$$\Delta H = \frac{\Delta e}{1 + e_0} H$$

$$\Delta H = \frac{0.2017}{1 + 1.5433} (5.8)$$

$$\Delta H = 0.229 \text{ m}$$

$$\Delta H = 45.8 \text{ cm}$$

CALCULO DE ASENTAMIENTOS (1er PROCEDIMIENTO) :

$$P_o = 0.315 \text{ kg/cm}^2$$

$$P = .07172 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P_f = 1.0322 \text{ kg/cm}^2$$

$$e_o = 1.556$$

$$e_f = 1.5015$$

$$\Delta H = \frac{0.0544}{1 + 1.556} \quad (5.8)$$

$$\Delta H = 0.1234 \text{ m}$$

$$\Delta H = 12.34 \text{ cm}$$

U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA
GEOTECNIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos.
PRUEBA DE CONSOLIDACION

Lámina No. 9

FA

Obra N° _____ Sondeo **SM-1 (M-6)** Localización _____

SIMBOLO MUESTRA PROFUNDIDAD ω (%) θ_0 s_r (%) p (kg/cm²) \bar{p} (kg/cm²) P_0 (kg/cm²)
 (m)

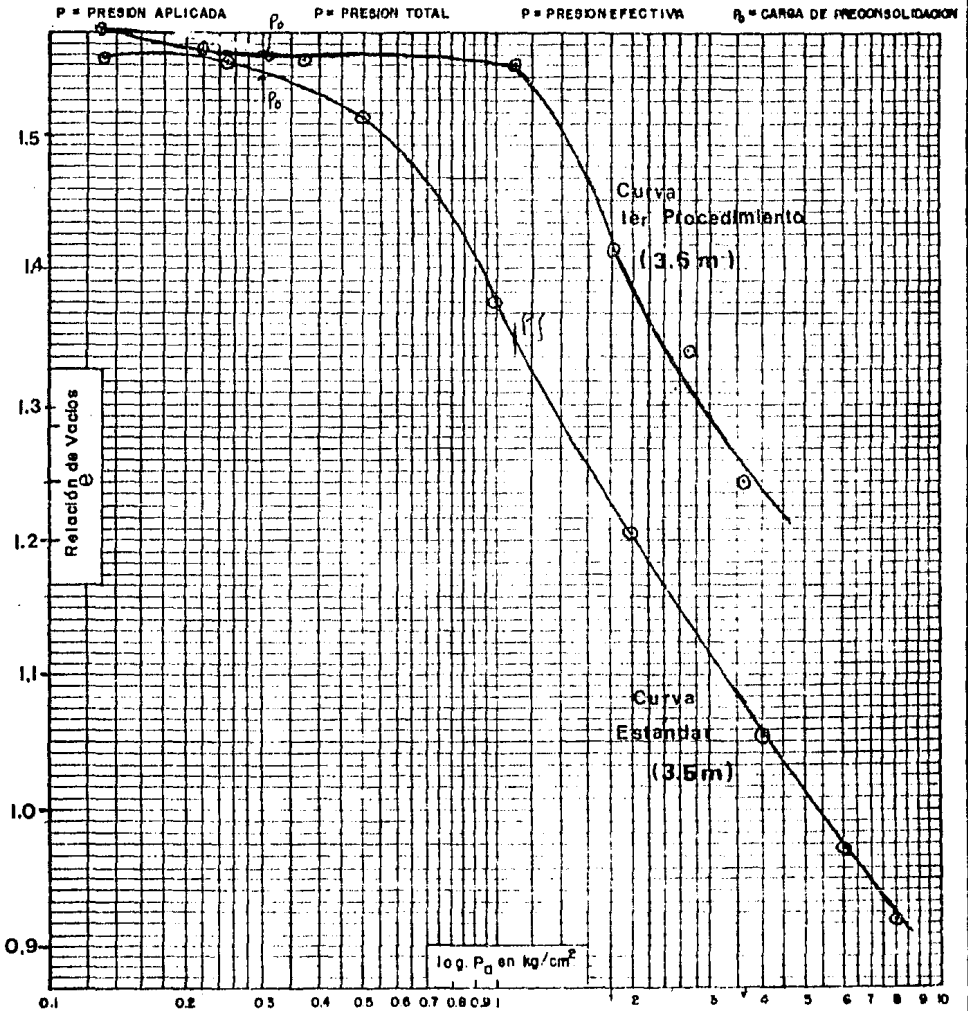


FIGURA N° 30

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 GEOTECNIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos.
PRUEBA DE CONSOLIDACION

Lámina No. 9

FA

Obra N° _____ Sondeo **SM-I (M-12)** Localización _____

SIMBOLO MUESTRA PROFUNDIDAD ω (%) θ_0 S_r (%) p (kg/cm²) \bar{p} (kg/cm²) P_c (kg/cm²)
 (m)

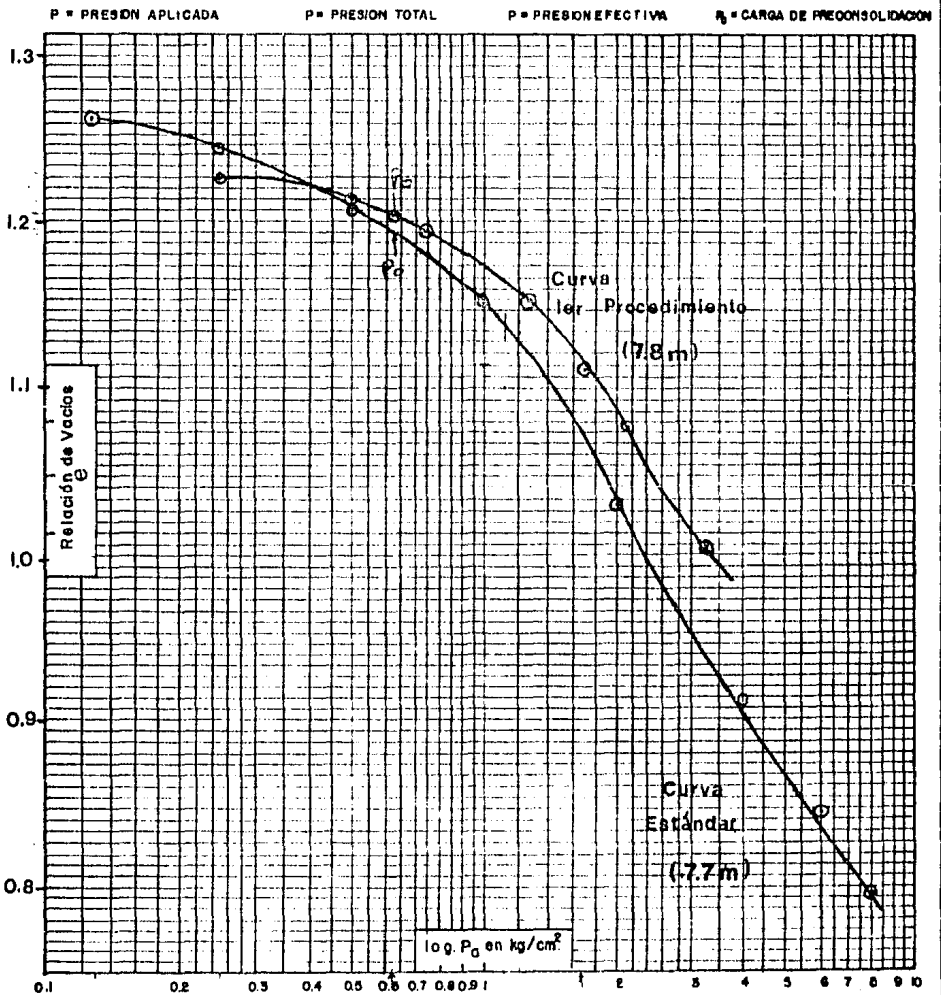


FIGURA N° 31

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 GEOTECNIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos

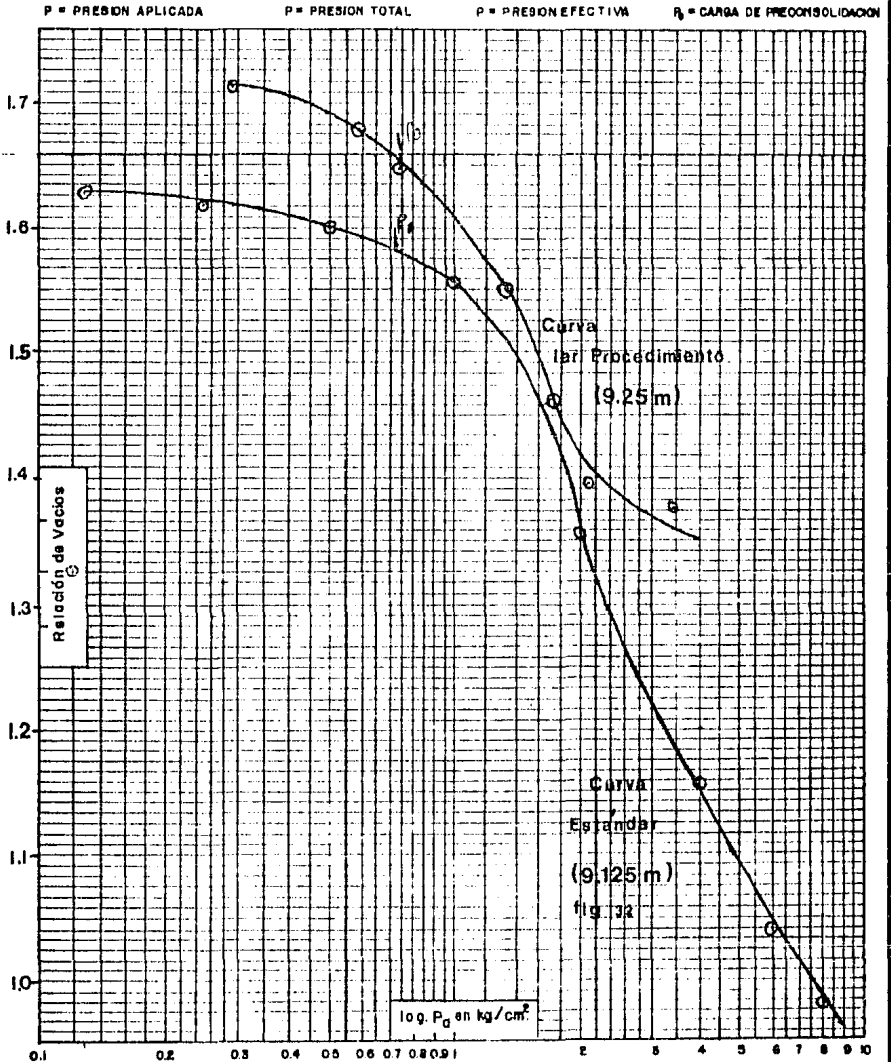
PRUEBA DE CONSOLIDACION

Lámina No. 9

FA

Obra N° _____ Sondeo **SM-1 (M-14)** Localización _____

SIMBOLO MUESTRA PROFUNDIDAD ω (%) θ_0 S_r (%) p (kg/cm²) \bar{p} (kg/cm²) P_c (kg/cm²)
 (m)



Los asentamientos parciales y totales se resumen en la tabla siguiente:

	ESTANDAR	1er PROCED.	2° PROCED.
PROFUND.	3.5	3.6	3.9 (m)
ASENTAM.	45.8	12.344	11.861 (cm)
PROFUND.	7.7	7.8	8.05 (m)
ASENTAM.	7.12	4.25	1.596 (cm)
PROFUND.	9.125	9.25	10.60 (m)
ASENTAM.	5.064	7.16	1.096 (cm)
ASENTAM. TOTAL	58.16	23.754	14.553 (cm)

De esta tabla resumen se observa lo siguiente: En la primera profundidad el método estándar da asentamientos muy grandes; esto se atribuye a que se aplican cargas grandes a profundidades pequeñas.

Los resultados del asentamiento total en el método estándar resultan mayores que los otros dos, por lo tanto resulta conservador y las cimentaciones a proponer son más costosas; los otros dos procedimientos propues-

tos dan valores menores, y más representativos de los - que pueden ocurrir en el campo para suelos arcillosos.

Con estos datos no se puede decir que se tiene ya - solucionado el problema, falta mucho por estudiar; la - observación que hay que hacer es que con esta investiga - ción se concilian mejor la teoría de consolidación con - los resultados prácticos; además otro objetivo que se - alcanza es hacer que las cimentaciones no estén tan so - bradas y por lo tanto resulten más económicas.

- B I B L I O G R A F I A -

- JUAREZ BADILLO E. y RICO RODRIGUEZ A.- FUNDAMENTOS DE LA MECANICA DE SUELOS, TOMOS I y II, EDITORIAL LIMUSA, 1981.

- SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS.- MECANICA DE SUELOS, INSTRUCTIVO PARA ENSAYE DE SUELOS, 1967.

- MARSAL R. J. y MARZARI M.- EL SUBSUELO DE LA CIUDAD DE MEXICO. FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM. 1967.

- LEONARDO ZEEVAERT.- CONCEPTOS FUNDAMENTALES SOBRE INGENIERIA DE CIMENTACIONES, CICLO DE CONFERENCIAS, TOMO 3, JULIO-AGOSTO DE 1985.

- TERZAGHI K. y PECK R. B.- MECANICA DE SUELOS EN LA INGENIERIA PRACTICA, EL ATENEO, 1954.