



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
‘ ‘ A R A G O N ’ ’

**Comportamiento de  
Arcillas Expansivas  
Estabilizadas con cal  
a mediano Plazo**

**TESIS PROFESIONAL**

Que para obtener el título de:

**INGENIERO CIVIL**

**Presenta:**

**J. JESUS MIRANDA AGUIRRE**

MEXICO, D.F.

1987



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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 esta 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.

1949  
2240427



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGON  
DIRECCION


J. JESUS MIRANDA AGUIRRE  
P R E S E N T E .

En contestación a su solicitud de fecha 2 de septiembre del año en curso, relativa a la solicitud que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. GABRIEL GARCIA ALTAMIRANO pueda dirigirle el trabajo de Tesis denominado " COMPORTAMIENTO DE ARCILLAS EXPANSIVAS ESTABILIZADAS CON CAL A MEDIANO PLAZO ", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi atenta consideración.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
San Juan de Aragón, Edo. de Méx., noviembre 6 de 1986  
EL DIRECTOR

  
LIC. SERGIO GUERRERO VERDEJO

  
c.c.p. Coordinación de Ingeniería (21)  
Unidad Académica  
Departamento de Servicios Escolares  
Asesor de Tesis

SGV/AMCP/bro.

A MIS PADRES

A MI ESPOSA

A MI HIJO

A MIS AMIGOS

A MI ESCUELA  
QUE ME BRINDO LA OPORTUNIDAD DE  
ESTUDIAR UNA CARRERA UNIVERSITARIA

A MIS MAESTROS

A LOS C. INGS. MODESTO MALACARA CORONADO  
JORGE AREVALO PRIETO,  
CARLOS AYALA SARIÑAN Y  
JOSE MERCADO RUIZ  
POR LAS FACILIDADES OTORGADAS PARA LA  
ELABORACION DE ESTE TRABAJO

A LA SRITA. SUSANA GUZMAN REYES  
POR SU VALIOSA AYUDA EN LA --  
MECANOGRAFIA.

AL M. EN I. CIVIL  
GABRIEL GARCIA ALTAMIRANO  
POR SU VALIOSA AYUDA, CONSE-  
JOS Y CORRECCIONES QUE HICIE  
RON POSIBLE ESTE TRABAJO.

# I N D I C E

PAG.

CAPITULO I.- INTRODUCCION . . . . .	1
Objetivo de la tesis . . . . .	5
Necesidad del trabajo . . . . .	5
CAPITULO II.- CARACTERISTICAS MECANICAS DE CALIDAD Y RESISTENCIA DE LOS SUELOS EXPANSIVOS . . . . .	6
II.A.- TRABAJOS DE CAMPO Y DE LABORATORIO . . . . .	6
II.B.- ANALISIS DE RESULTADOS SIN CAL . . . . .	7
II.B.1.- Propiedades índice . . . . .	7
II.B.2.- Granulometría . . . . .	7
II.B.3.- Plasticidad . . . . .	7
II.C.- RESISTENCIA . . . . .	7
II.C.1.- Valor relativo de soporte estándar . . . . .	7
II.C.2.- Resistencia a la compresión simple . . . . .	8
II.C.3.- Valor relativo de soporte modificado . . . . .	8
II.C.4.- Prueba del Cuerpo de Ingenieros . . . . .	8
II.C.5.- Saturación bajo carga . . . . .	9
II.C.6.- Expansión libre . . . . .	9
II.C.7.- Presión de equilibrio . . . . .	9
II.C.8.- Ensaye triaxial rápido . . . . .	9
II.D.- CARACTERISTICAS DE LA ARCILLA EXPANSIVA SIN CAL . . . . .	11
CAPITULO III.- ENSAYES DE LABORATORIO PARA CONOCER EL CAMBIO DE LAS CARACTERISTICAS DE CALIDAD Y RESISTENCIA EN EL PROCESO DE ESTABILIZACIONES CON CAL . . . . .	13
III.A.- A CORTO Y MEDIANO PLAZO . . . . .	13
III.A.1.- Comentarios respecto a la preparación de las muestras . . . . .	13
III.A.2.- Plasticidad . . . . .	14
III.B.- RESISTENCIA . . . . .	15
III.B.1.- V.R.S. . . . .	15
III.B.2.- Resistencia a la compresión simple . . . . .	16
III.B.3.- Triaxiales rápidas . . . . .	18
III.B.4.- Cuerpo de Ingenieros . . . . .	19
III.B.5.- Deformabilidad . . . . .	19
CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . . . . .	22
BIBLIOGRAFIA . . . . .	25

CAPITULO I



## INTRODUCCION

En nuestro país como en el resto del mundo uno de los principales retos a resolver es el de las vías de comunicación, ya que permiten a los pueblos disfrutar de los beneficios de carácter social, económico, cultural, etc. Además de fortalecer el intercambio de productos y tecnología tan necesarios para el desarrollo de las naciones.

Dentro del Sector Comunicaciones y Transportes han destacado desde tiempos inmemoriales por su importancia los caminos, - esto es muy fácil de comprender; si retrocedemos en el tiempo nos daremos cuenta que los romanos ya construían caminos con pedazos de rocas labradas y algún cementante natural, que les servían para transportar con mayor facilidad y rapidez los carruajes y tropas, tanto para continuar conquistando territorios, como para defenderse de las tribus de bárbaros que hacían peligrar su Imperio.

Este hecho se repite en Francia durante la época de Napoleón-III, aunque claro ya las espadas y flechas fueron sustituidas por el fusil y el cañón.

En el México precolombino encontramos la época de esplendor del pueblo mexicana, que por medio de veredas y practicando carreras de relevos, llevaban y traían mensajes con relativa rapidez.

Esas mismas veredas sirvieron para que los productos aztecas fueran distribuidos por todos los mercados de mesoamérica, y canjeados por otros por medio del trueque.

Esos son los inicios de la actual red carretera que como gigantesca serpiente de cemento asfáltico y materiales pétreos-

permite el movimiento del país evitándole morir de inanición. Pero como nación en vías de desarrollo requiere de más y mejores caminos que permitan que los hombres marginados y sus productos, se integren al Sector productivo del país, además de llevarles los servicios más indispensables como son: servicio médico, educación, energía eléctrica, agua potable y drenaje-- por mencionar algunos.

El ingeniero mexicano debe proyectar caminos de buena calidad y económicamente factibles de realizar, para esto es indispensable conocer el comportamiento mecánico de los suelos por -- los que va a cruzar la obra, así como también es necesario -- que se conozca que tipo de materiales pueden aportar los bancos de las zonas próximas a la obra. De esta forma se determina si hay que realizar una estabilización mecánica, química o de otra índole. La mecánica de Suelos está íntimamente relacionada con la Geología, por eso es de gran importancia para el Ingeniero conocer el proceso geológico de los depósitos -- que forman el subsuelo.

De las rocas se producen los suelos por dos acciones importantes como se mencionan en la tabla Nº 1.

1.- Desintegración Mecánica

2.- Descomposición Química y Biológica

La desintegración mecánica produce fragmentos grandes de roca grava, arena y finos, es decir, materiales producto de la --- alteración de la roca madre en esas partículas hasta llegar - al tamaño de los finos, la desintegración mecánica se produce generalmente por los movimientos terrestres, la acción del -- hielo, vegetación, agua y aún por el hombre.

La descomposición química es debida principalmente a la hidratación acompañada de la oxidación, carbonatación y solución -

TABLA No. 1

movimientos terrestres  
hielo  
vegetación  
viento  
agua  
hombre  
calor, frío

Desintegración mecánica

Fragmentos grandes de roca  
Grava  
Arena  
Limo

DEPOSITOS DE ROCAS SEDIMENTARIAS NO CONSOLIDADAS

Vientos:  
loess  
tipo loessial  
dunas  
playas eólicas

Agua:  
fluviales marinos  
lacustre aluviales

Explosión:  
volcanicos

Hielo:  
glaciares deshielos  
lacustre glaciares  
flúvio — glaciares

Gravedad:  
Depósitos de piedemonte

SUELOS RESIDUALES

Fragmentos de roca  
Grava  
Arena  
Limo  
Arcilla

TRANSPORTE

ROCAS SEDIMENTARIAS CONSOLIDADAS.

Conglomerados  
Brechas  
Areniscas  
Tobas  
Lutitas

Compacción

Cementación

Presión  
Calor

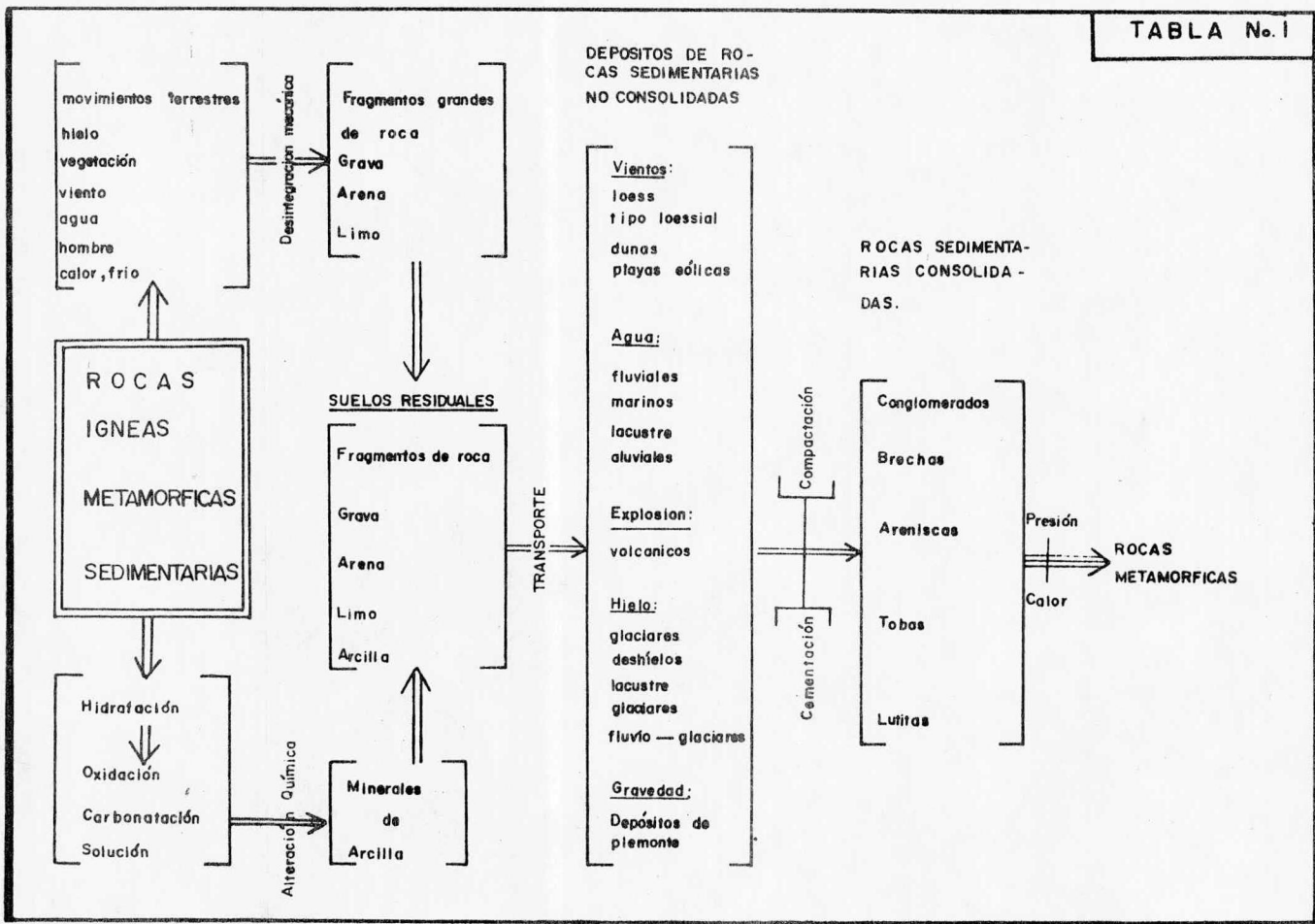
ROCAS METAMORFICAS

ROCAS IGNEAS  
METAMORFICAS  
SEDIMENTARIAS

Hidratación  
Oxidación  
Carbonatación  
Solución

Alteración Química

Minerales de Arcilla



de los minerales de las rocas, produciendo arcilla y minerales de ésta como montmorillonita, illita y caolinita como último producto de la descomposición. La descomposición biológica es una subdivisión de la descomposición química y es debido a la acción de microorganismos que dan origen a suelos y rocas secundarias.

Los materiales producto del ataque del intemperismo, pueden quedar en el lugar directamente sobre la roca de la cual se derivan, dando así origen a los suelos residuales y si estos materiales son removidos por medio de agentes tales como: - viento, explosiones volcánicas, agua, gravedad, hielo y otros, forman nuevos depósitos a los cuales se les denomina como suelos transportados.

Los depósitos formados siendo el agua el agente transportador son los siguientes:

- a).- Depósitos Fluviales.- Son los materiales depositados en los cauces de los ríos, variando desde grandes fragmentos de roca y grava en pendientes fuertes, hasta arena fina y limo en pendientes suaves. Su estratificación es generalmente errática, pudiendo variar mucho en distancias cortas, por lo que es difícil correlacionar estos depósitos.
- b).- Depósitos Marinos.- Son los materiales depositados por el mar, constituido principalmente por partículas finas. Suelen ser capas uniformes, - el carácter salino del agua facilita la floculación y la sedimentación de los flóculos así formados.

- c).- Depósitos de Aluvión.- Al desembocar los ríos, se produce una reducción de velocidad y sedimentación de material mas fino que el de los depósitos fluviales, formándose sin cauce bien definido los deltas, abanicos aluviales y playas. Las características del material deltaico, dependerán de la presencia de sales en el agua. - En la dulce son predominantes la arena y el limo; en la salada la arcilla.
- d).- Depósitos Lacustres.- Son depósitos de limo y arcilla con arena muy fina, depositado por los ríos dentro de un valle y esto es debido a la pequeña velocidad con que el agua fluye dentro del valle. Por lo tanto, sus capas tienden a ser uniformes, pudiendo ser sus propiedades mecánicas semejantes en grandes extensiones.

Luego podemos definir como suelo lacustre a un suelo formado principalmente por materiales finos que presentan uniformidad; excepto en zonas de transición en donde es frecuente encontrar lentes arenosos o de grava; su caracter generalmente arcilloso lo hace crítico como terreno de cimentación. Pero si el suelo además de ser arcilloso es expansivo, se vuelve un reto muy interesante para la Ingeniería Civil el uso de estos suelos.

En el Estado de Querétaro en la República Mexicana existe una gran zona de terreno constituido por arcillas expansivas, motivo de estudio de esta tesis.

I.A.- Objetivo de la tesis.- Mediante el presente trabajo se pretende conocer el comportamiento a corto y mediano plazo -- de dichas arcillas, cuando se estabilizan y cementan con diferentes porcentajes de cal; compactando la mezcla al 90, 95 y 100% de su peso volumétrico seco máximo respecto a la prueba-Próctor SOP., los porcentajes de cal utilizados varían entre 4 y 6%, porque menos de 4% de cal hace muy poco manejable el material y un porcentaje mayor de 6% lo puede hacer caro. Se requiere conocer el comportamiento del material ya estabilizado para verificar si la variación obtenida en su calidad y resistencia es suficiente para pensar en utilizarlo realmente en la construcción de secciones estructurales, haciendo un estudio a mediano plazo inmersos los materiales en agua, que nos permita conocer el comportamiento en condiciones críticas.

I.B.- Necesidad del trabajo.- Este trabajo es la continuación de otros que fueron desarrollados por un grupo de alumnos de la UNAM y asesorados por el M. en I. Gabriel García Altamirano. Mediante las pruebas de laboratorio que efectuaron, comprobaron que la arcilla expansiva estabilizada con cal mejoraba notablemente sus propiedades de resistencia mecánica, y -- que su actividad expansiva disminuía a medida que se aumentaba el porcentaje de cal; pero existía el fantasma de la reversibilidad a las propiedades originales del material a mediano plazo, sobre todo si se encuentran sujetas a la acción del -- agua, con el fin de analizar la posibilidad de poder utilizar este material en la construcción de pavimentos se creo la necesidad de continuar con este trabajo. Además hacemos votos -- por que otros compañeros continúen profundizando más en este pequeño pero interesante campo que son las arcillas expansivas.

CAPITULO II

## CAPITULO II

## CARACTERISTICAS MECANICAS DE CALIDAD Y RESISTENCIA DE LOS SUELOS EXPANSIVOS.

II.A.- TRABAJOS DE CAMPO Y DE LABORATORIO.- Para determinar las características de calidad y resistencia de la arcilla expansiva sin cal se realizaron las siguientes pruebas:

- Granulometría y clasificación SUCS
- Límites de Atterberg (límite líquido y plástico)
- Prueba Próctor SOP
- Valor relativo de soporte estándar
- Valor relativo de soporte modificado al 90, 95 y 100% con respecto a la prueba Próctor SOP
- Prueba del Cuerpo de Ingenieros
- Saturación bajo carga al 95% de compactación
- Expansión libre al 95% de compactación
- Prueba de compresión axial no confinada (compresión simple)
- Ensayes triaxiales rápidos

Para las pruebas en general, se cribó todo el material por la malla N<sup>o</sup> 4 ( $4.76 \times 10^{-3}$  m), se determinó la humedad óptima y el peso volumétrico seco máximo en la prueba Próctor; se fue humedeciendo el material poco a poco hasta alcanzar una humedad sensiblemente inferior a la óptima; se calculó dicha humedad para poder trabajar con ese dato conocido durante todo el tiempo que duraran las pruebas, debiéndose cubrir con bolsas de polietileno para que la humedad se mantuviera prácticamente constante. Si durante el período de pruebas se detectaba que la muestra perdía peso, se le agregaba el agua que fuera necesaria para poder garantizar que se trabajaba con una hume



dad controlada, debiéndose agregar además el agua necesaria - para llegar a la humedad óptima obtenida previamente con la - prueba Próctor.

Es importante destacar la diferencia de homogenización de humedad en la muestra, debido a la tendencia a formar grumos -- que presentó el material.

## II.B.-ANALISIS DE RESULTADOS SIN CAL

### II.B.1.-Propiedades Índice.

II.B.2.-Granulometría.- El análisis granulométrico indicó que el 98.77% pasa la malla N<sup>o</sup> 200 ( $7.4 \times 10^{-5}m$ ), es decir, se trata de un suelo esencialmente fino.

II.B.3.- Plasticidad.- De acuerdo con la carta de plasticidad la arcilla activa está clasificada como un CH, como se muestra en la tabla N<sup>o</sup> 2 y 3, pues el límite líquido es mayor de 50%, con índice de plasticidad hasta de 54% y contracción lineal del orden del 18%.

## II.C.- RESISTENCIA

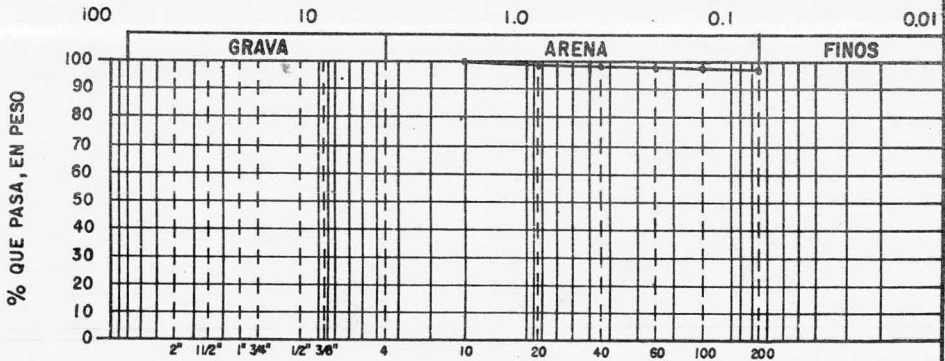
II.C.1.- Valor relativo de soporte estándar.- Este parámetro se usa en la República Mexicana para determinar la calidad de los materiales a emplearse en las diferentes capas que integran la sección estructural de un pavimento, el valor obtenido fue del orden de 2% lo que indica que dicho material debe desecharse.

# GRANULOMETRIA POR MALLAS

OBRA _____ LOCALIZACION _____ ENSAYE N° _____ SONDEO N° _____ MUESTRA N° _____ PROF. _____ DESCRIPCION _____ FECHA 12 DE JULIO DE 1985 OPERADOR JORGE VALENCIA CALCULO J. JESUS MIRANDA AGUIRRE	PESO DE LA MUESTRA 300 grs. RECIPIENTE N° _____ PESO RECIP. ± SUELO HUMEDO (gr.) _____ PESO RECIP. ± SUELO SECO (gr.) _____ PESO AGUA (gr.) _____ PESO RECIPIENTE (gr.) _____ PESO MUESTRA SECA (gr.) _____ CONTENIDO DE HUMEDAD(%) _____
--	--

Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Por ciento reten. parcial	Por ciento que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Por ciento reten. parcial	Por ciento que pasa
	mm.	gr.	%	%		mm.	gr.	%	%
2"	50.80	—	0	100	10	2.000	—	0	100.00
1 1/2"	36.10	—	0	100	20	0.840	0.4	0.13	99.87
1"	25.40	—	0	100	40	0.420	0.7	0.23	99.77
3/4"	19.05	—	0	100	60	0.250	1.4	0.47	99.53
1/2"	12.70	—	0	100	100	0.149	1.9	0.63	99.37
3/8"	9.52	—	0	100	200	0.074	3.7	1.23	98.77
N° 4	4.76	—	0	100	PASA 200		291.9		
Pasa N° 4					SUMA		300.0		
SUMA									

### CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO:



DIAMETRO EN mm.

$D_{10} =$ _____	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} =$ _____	$> 3" =$ _____ %
$D_{30} =$ _____	$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} =$ _____	G = _____ %
$D_{60} =$ _____		S = _____ %
		F = _____ %

CLASIFICACION SUCS: ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

## LIMITE DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL

<b>OBRA:</b> _____ <b>LOCALIZACION:</b> ZONA IND. QUERETARO _____ <b>SONDEO NUM.</b> _____ <b>ENSAYE NUM.</b> _____ <b>MUESTRA NUM.</b> _____ <b>PROF:</b> _____ <b>DESCRIPCION:</b> MATERIAL QUE PASA LA MALLA No. 4 SIN CAL. _____	<b>FECHA:</b> 10/JUL/85 _____ <b>OPERADOR:</b> C. FRANCISCO PEÑA _____ <b>CALCULO:</b> J. JESUS MIRANDA AGUIRRE _____
---	---

### LIMITE LIQUIDO

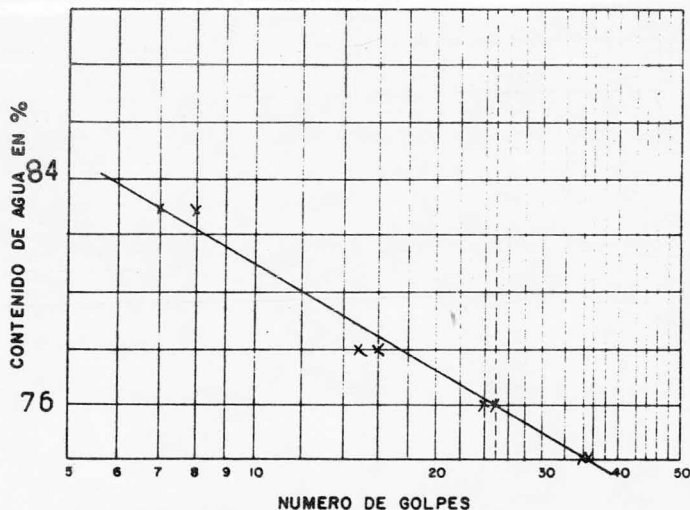
PRUEBA NUM.	CAPSULA NUM.	NUMERO DE GOLPES		PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	PESO CAPSULA + SUELO SECO	PESO DEL AGUA	PESO DE LA CAPSULA	PESO DEL SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA (W)
				gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	%
	29	34	35	46.165	41.968	4.197	36.312	5.656	74
	109	24	25	38.780	34.754	4.030	29.654	5.300	76
	117	15	16	41.240	36.414	4.830	30.218	6.196	78
	137	7	8	41.102	36.409	4.693	30.765	5.644	83

### LIMITE PLASTICO

139			34.269	33.645	0.624	30.986	2.659	23
150			32.565	32.034	0.531	29.666	2.368	22

### HUMEDAD NATURAL


BARRA No. 39



W = \_\_\_\_\_ %

LL = 76 %

LP = 22 %

Ip = 54 %

Cr =  $\frac{LL - W}{Ip}$  = \_\_\_\_\_

Fw = \_\_\_\_\_ %

Tw =  $\frac{Ip}{fw}$  = \_\_\_\_\_

CLASIF. SUCS. \_\_\_\_\_

### CONTRACCION LINEAL

LI = 98.0 cm.

LF = 80.0 cm.

CL = 18%

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS

TABLA No. 2

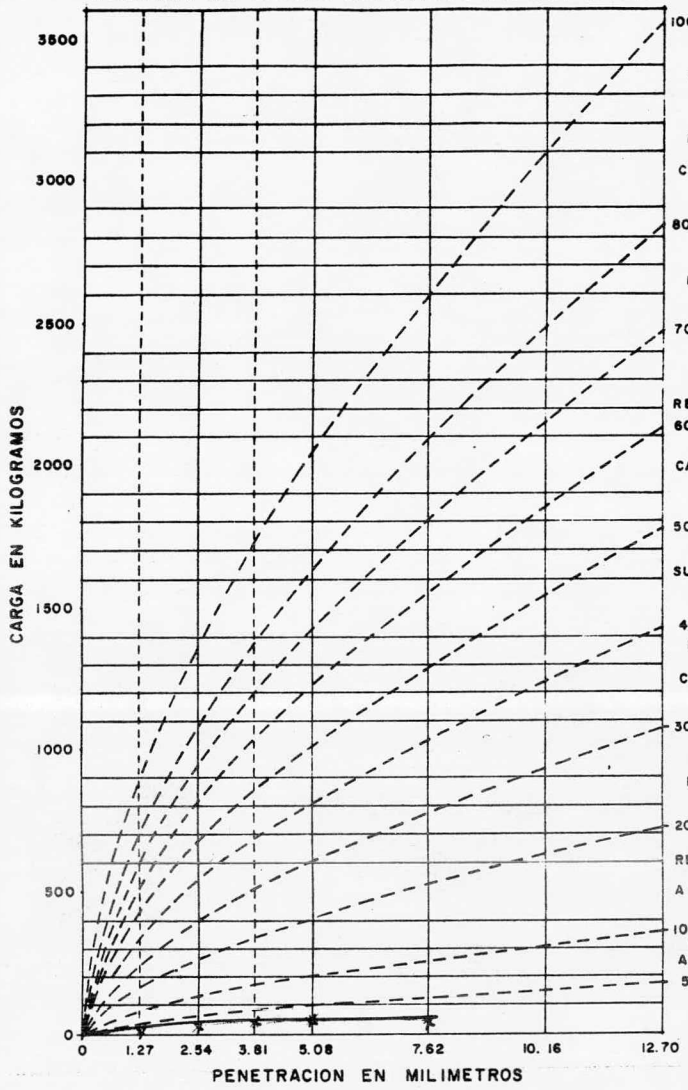
simb. grupo	CLASIFICACION EN EL LABORATORIO
SW	DETERMINESE LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA DE LA CURVA GRANUL. DEPENDIENDO DEL PORCENTAJE DE FINOS FRACC. QUE PASA LA MALLA No 200 LOS SUELOS GRUESOS SE CLASIFICAN COMO SIGUEN. MENOS DE 5% : GW, GR, SW, SP. MAS DE 5% : GM, GC, SM, SC.
SP	
GM	coeficiente de uniformidad (Cu) coef. de curvatura (Cc ) $Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ mayor de 4 $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ entre 1 y 3
GC	no satisfacen todos los requisitos de graduacion p, GW
SW	limite de plasticidad de la linea "A" o Ip menor que 6
SP	limite de plasticidad arriba de linea "A" con Ip mayor que 6.
SM	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ mayor de 6 $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ entre 1 y 3
SC	no satisfacen todos los requisitos de graduacion para SW.
	limites de plast. abajo de la linea "A" o Ip menor que 6
	limite de plast. arriba de la linea "A" con Ip mayor que 6
ML	EQUIVALENCIA DE SIMBOLOS G.grava M.limo O.suelos organicos W.bien graduados L.baja compresib. S arena C.arcilla Pt turba Pmal graduada H.alta compresibilidad.
CL	COMPARANDO SUELOS A IGUAL LIMITE LIQUIDO, LA TENACIDAD Y LA RESIST. EN ESTADO SECO AUMENTAN CON EL INDICE PLAST.
OL	<p>CARTA DE PLASTICIDAD PARA CLASIFICACION DE SUELO DE PART. FINAS EN EL LABORAT.</p>
MH	
CH	
DH	
Pt	

TABLA No. 3

PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACION EN EL CAMPO (Excluyendo las particulas mayores de 7.6cm (3") y basando las fracciones en pesos estimados)			SIMBOLOS DEL GRUPO	NOMBRES TÍPICOS	
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS MAS DE LA MITAD DEL MAT. ES RET. EN LA MALLA No 200 (las particulas de 0.074mm. de diametro (malla no 200) son aproximadamente las mas pequenas son visib. a simple vista)	GRAVAS MAS DE LA MITAD DE LA FRACCION GRUESA ES RETEN. EN LA MALLA No. 4 para clasif. visual puede usarse 1/2 cm. como equivalente a la abertura de la malla No. 4	GRAVAS LIMPIAS (poco o nada de particulas finas)	GW	GRAVAS BIEN GRADUADAS, MESCLAS DE GRAVA Y ARENA CON POCO O NADA DE FINOS.	
		GRAVAS con FINAS (cant. apreciable de particulas finas)	GP	GRAVAS MAL GRADUADAS, MESCLAS DE GRAVA Y ARENA CON POCO O NADA DE FINOS.	
SUELOS DE PARTICULAS FINAS MAS DE LA MITAD DEL MAT. PASA LA MALLA No 200	ARENAS MAS DE LA MITAD DE LA FRACCION GRUESA PASA LA MALLA No 4 para clasif. visual puede usarse 1/2 cm. como equivalente a la abertura de la malla No. 4	ARENAS LIMPIAS (poco o nada de particulas finas)	GM	GRAVAS LIMOSAS, MESCLAS DE GRAVA, ARENA Y LIMO.	
		ARENAS con FINAS (cant. apreciable de particulas finas)	GC	GRAVAS ARCILLOSAS, MESCLAS DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA.	
SUELOS DE PARTICULAS FINAS MAS DE LA MITAD DEL MAT. PASA LA MALLA No 200	LIMOS Y ARCILLA LIMOS Y ARCILLAS LIMITE LIQUIDO MENOR DE 50	AMPLIA GAMA EN LOS TAMAÑOS DE LAS PARTICULAS Y CANTIDADES APRECIABLES DE TODOS LOS TAMAÑOS INTERMEDIOS.	SW	ARENAS BIEN GRADUADAS, ARENAS CON GRAVA CON POCO O NADA DE FINOS.	
		PROMEDIO DE UN TAMAÑO O UN TIPO DE TAMAÑOS CON AUSENCIA DE ALGUNOS TAMAÑOS INTERMEDIOS.	SP	ARENAS MAL GRADUADAS, ARENAS CON GRAVA CON POCO O NADA DE FINOS.	
SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS	LIMOS Y ARCILLA LIMOS Y ARCILLAS LIMITE LIQUIDO MAYOR DE 50	FRACCION FINA POCO O NADA PLASTICA (PARA IDENTIFICACION VEASE GRUPO ML ABAJO).	SM	ARENAS LIMOSAS, MEZCLAS DE ARENA Y LIMO	
		FRACCION FINA PLASTICA (PARA IDENTIFICACION VEASE GRUPO CL ABAJO).	SC	ARENAS ARCILLOSAS, MEZCLAS DE ARENA Y ARC.	
PROCEDIMIENTOS DE IDENTIF. EN LA FRACCION QUE PASA LA MALLA No 40					
		resist. en estado seco caracteristica al rompimiento)	dilatancia reaccion al agitado.)	tenacidad consist. cerca del limite plastico).	
		NULA A LIGERA	RAPIDA A LENTA	NULA	ML
		MEDIA A ALTA	NULA A MUY LENTA	MEDIA	CL
		LIGERA A MEDIA	LENTA	LIGERA	OL
		LIGERA A MEDIA	LENTA A NULA	LIGERA A MEDIA	MH
		ALTA A MUY ALTA	NULA	ALTA	CH
		MEDIA A ALTA	NULA A MUY LENTA	LIGERA A MEDIA	OH
		FACILMENTE IDENTIFICABLES POR COLOR, OLOR SENSACION ESPONJOSA Y FRECUENTEMENTE POR SU TEXTURA FIBROSA.		Pt	TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS.

**PRUEBA DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE**

**PORTER SATURADA**



100% P. Seco  
 BASE DE BUENA CALIDAD P. Húmedo  
 80% Agua Agregada  
 70% Altura Molde  
 60% Altura Faltante  
 50% Altura del Mat.  
 SUB-BASE DE 40% BUENA CALIDAD Area  
 30% MUY BUENA REGULAR P. V. H.  
 20% A BUENA P. V. S.  
 10% MALA A DUDOSA H. O.  
 5% MUY MALA % Exp.  
 MUY MALA % V. R. S.

4015		
4490		
475		
12.7		
1.1		
11.6		
193.59		
2245.0		
2000		
1686		
30.2		
3 8		
2.1		
20		
29		
37		
42		
52		
55		
57		
12		
3		
3.500		
7.935		

PENETRACION EN MILIMETROS

# 29

a - TARA + SUELO HUMEDO	606.5		
b - TARA + SUELO SECO	520.42		
c - TARA	58.00		
d - CONTENIDO DE AGUA a-b	86.08		
e - SUELO SECO b-c	462.42		
f - % DE HUMEDAD $\frac{d}{e}$	18.6%		

Molde No.  
 Extensión No.  
 Lectura I =  
 Lectura F =

II.C.2.- Resistencia a la compresión simple.- Se probaron especímenes compactados al 90, 95 y 100% con respecto a la prueba Próctor, observándose en todos los casos un comportamiento del tipo plástico con los siguientes resultados:  
Para 90%  $1.17 \text{ Kg/cm}^2$ , para 95%  $1.82 \text{ Kg/cm}^2$  y para 100%  $2.68 \text{ Kg/cm}^2$ .

II.C.3.- Valor relativo de soporte modificado.- Esta prueba se efectuó con especímenes compactados al 90, 95 y 100% con respecto a la prueba Próctor y con la humedad óptima de dicha prueba para el 100%; humedad óptima más 1.5% para 95% y humedad óptima más 3% para 90%. Obteniéndose los siguientes resultados: para 90% VRS= 2.5%, para 95% VRS= 3.3% y para 100% de compactación VRS= 4.4%. Aquí se puede observar que la resistencia para la prueba de valor relativo de soporte modificado al 100%, fue mayor a la obtenida para la prueba de valor relativo de soporte estándar; aún cuando la energía de compactación de esta última es mucho mayor, lo cual nos demuestra que a mayor compactación, mayor será la expansión y con ello menor su resistencia cuando aumenta la humedad, ver fig. Nº 1.

II.C.4.- Prueba del Cuerpo de Ingenieros.- Esta prueba simula en el laboratorio la compactación que se obtiene en el campo con el rodillo pata de cabra en materiales finos, de ahí la importancia de la misma. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Se obtuvo un VRS de 2% correspondiente a un peso específico seco máximo de  $900 \text{ kg/m}^3$  y a una humedad crítica de 40%.

CARGA EN KG.

150

100

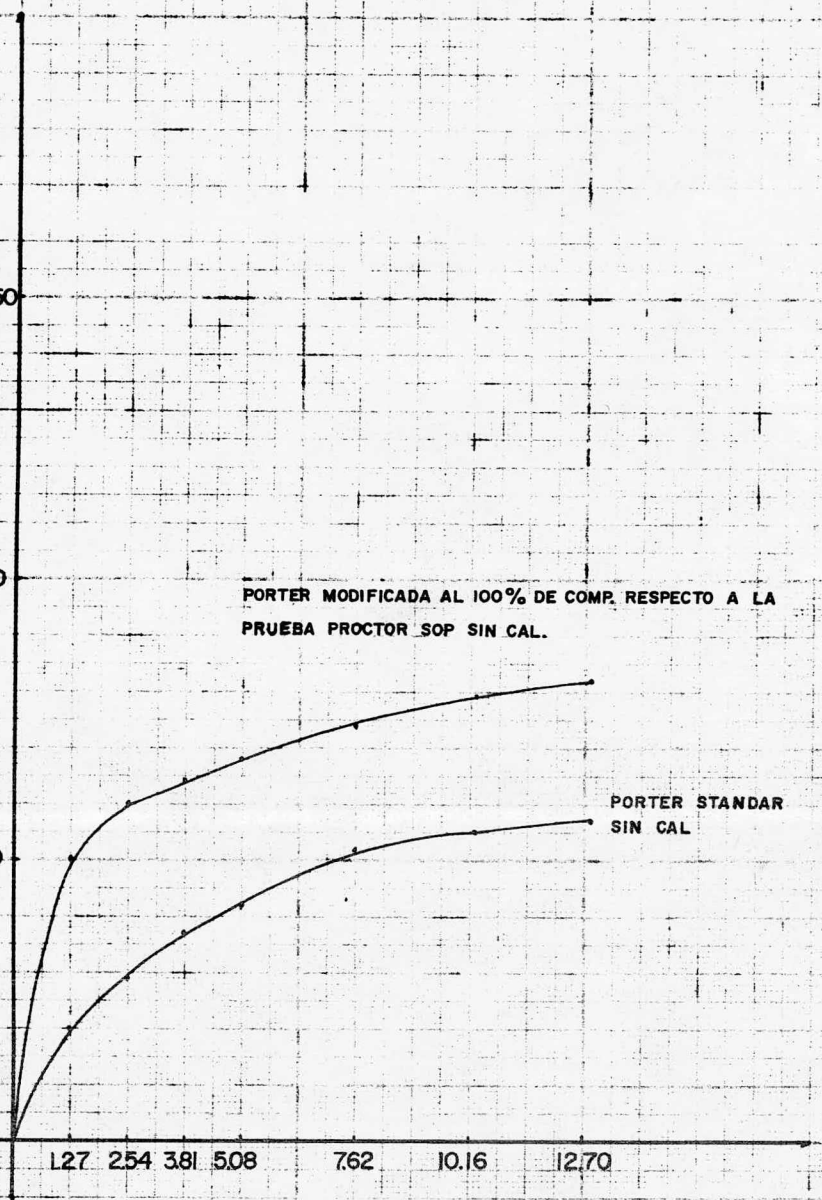
50

PORTER MODIFICADA AL 100% DE COMP. RESPECTO A LA PRUEBA PROCTOR SOP SIN CAL.

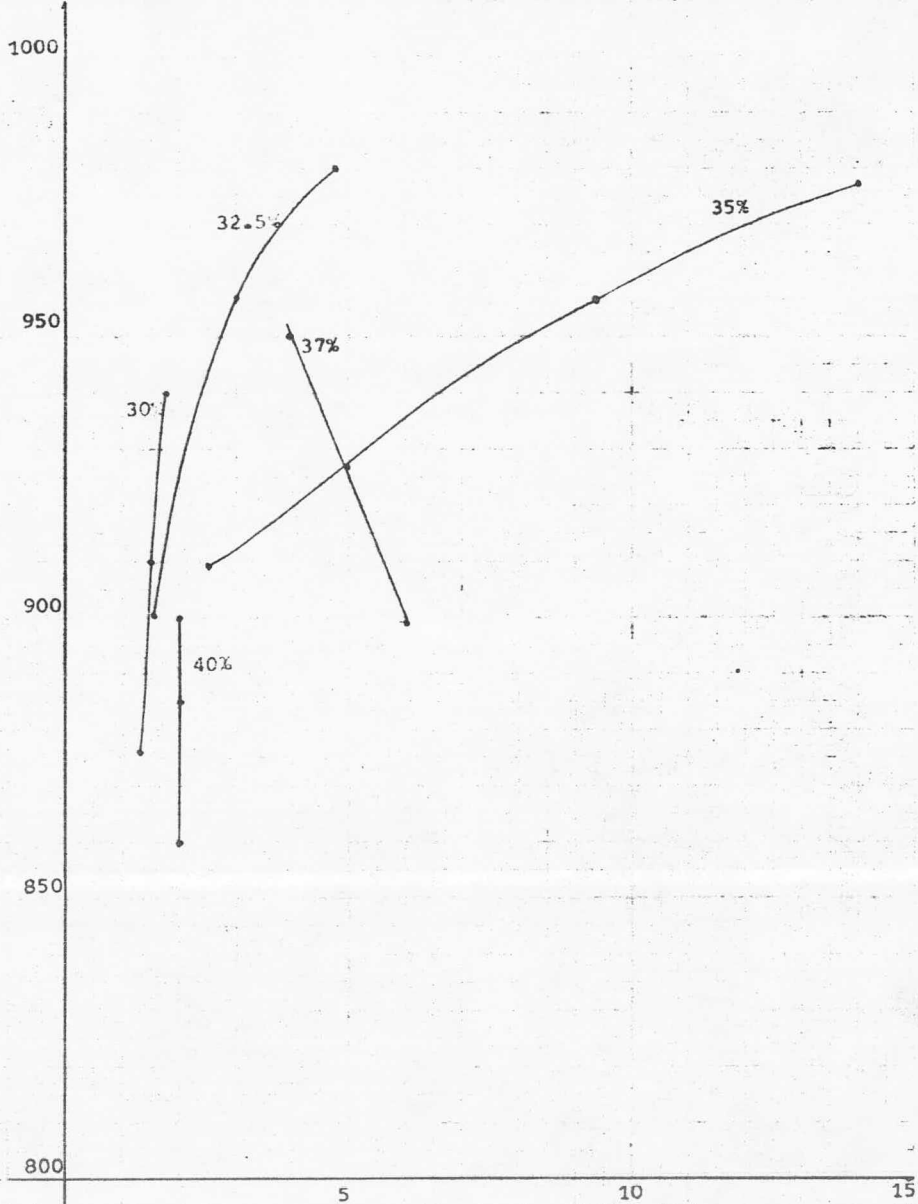
PORTER STANDAR SIN CAL

127 254 381 508 762 1016 1270

FIGURA No. 1



PESO ESPECIFICO SECO (Tonl. m3)



VALOR RELATIVO DE SOPORTE %  
ARCILLA EXPANSIVA SIN CAL  
(Cuerpo de Ingenieros)

Figura Nº 2



II.C.5.- Saturación bajo carga.- Teniendo antecedentes de la característica expansiva de la arcilla en estudio, se previó poder utilizarla, únicamente en capa subrasante, previa estabilización con cal, por lo anterior, se decidió someter un espécimen compactado al 95% respecto a la prueba Próctor SOP, - a la presión de  $1 \text{ ton/m}^2$  en el consolidómetro, para conocer - su deformación en condiciones críticas de humedad, obteniéndose una expansión alta de poco más de 10%

II.C.6.- Expansión Libre.- Esta prueba desarrollada en el consolidómetro nos permite conocer las posibles deformaciones de un pavimento cuando se encuentre sometido a condiciones críticas de humedad, obteniéndose una expansión de 14% para un espécimen compactado al 95% respecto a la prueba Próctor SOP, - lo que demuestra que en estado natural la arcilla expansiva - debe desecharse; para hacer una obra de ingeniería civil.

II.C.7.- Presión de equilibrio.- Se calculó en el molde Hveem para conocer el esfuerzo a que serían sometidas las capas superiores de material del cuerpo de la estructura, en caso de verse saturada la capa que contenga material arcilloso, dicha presión fue de alrededor de  $7 \text{ ton/m}^2$  para un espécimen compactado al 95% respecto a la prueba Próctor SOP, suficiente para producir deformaciones no aceptables en la sección estructural del pavimento.

II.C.8.- Ensaye triaxial rápido.- Se utilizó para medir la -- evolución de la resistencia al esfuerzo cortante, de un espécimen compactado al 95% con respecto a la prueba Próctor, obteniéndose un valor de  $C = 8.5 \text{ T/m}^2$  y un  $\phi = 16^\circ$ .

La tangente a la envolvente de falla no fue horizontal debido a que el material fue remodelado y los grumos trabajaron como partículas, ver gráficas de ensayos de laboratorio sin cal.

## II.D.- CARACTERISTICAS DE LA ARCILLA EXPANSIVA SIN CAL.

En base a los resultados obtenidos se puede concluir que:

1.- Se trata de una arcilla negra de alta plasticidad,  $LL=75\%$   $LP=22\%$ ,  $I_p=54\%$  y  $CL=18\%$ , compuesta casi totalmente de finos - ( $98.8\%$  para la malla N $^{\circ}$  200), que además presenta propiedades expansivas. Esta propiedad se comprobó al someter un grumo se co de aproximadamente 100 grs. a la acción del agua, dicho -- grumo se desintegró de manera brusca.

2.- El valor relativo de soporte estándar nos da una resisten cia de apenas  $2.1\%$ , para una humedad óptima de  $18.6\%$  y una ex pansión de  $38\%$ , lo que indica que no debe pensarse en utili-- zar la arcilla expansiva en su estado natural, en obras de In geniería Civil.

3.- La prueba del cuerpo de Ingenieros nos indicó que la hume dad óptima para la energía que proporcionan 12, 26 y 52 gol-- pes/capa se encuentra entre  $33$  y  $35\%$ , mientras que la crítica se encuentra en  $40\%$ .

4.- La expansión libre realizada en el consolidómetro para -- una compactación de  $95\%$  respecto a la prueba Próctor SOP y -- una humedad de prueba igual a la humedad óptima más  $1.5\%$ , fue de  $14\%$  y la saturación bajo carga para  $1 \text{ ton/m}^2$  fue del  $10\%$ .

5.- La compresión simple se hizo con especímenes al  $90$ ,  $95$  y  $100\%$  con respecto a la prueba Próctor SOP ( $1281 \text{ Kg/m}^3$  y  $30.2\%$  de humedad para este caso), obteniéndose los siguientes resul tados:  $\nabla=1.17$ ,  $1.82$  y  $2.68 \text{ Kg/cm}^2$  respectivamente, observándo se en todos los casos una falla del tipo plástico.

6.- La envolvente de falla del ensaye triaxial rápido no fue una línea horizontal debido a que el material estaba alterado y cribado por la malla N<sup>o</sup> 4, lo que propició que la humedad - tardara mucho en penetrar y los grumos trabajaran como partículas, resultando  $C=8.5 \text{ ton/m}^2$  y  $\phi= 16^\circ$

7.- La arcilla expansiva en estado natural debido a las grandes deformaciones que sufre al absorber humedad, no tiene ninguna utilidad dentro del campo de la Ingeniería Civil, siendo aprovechable únicamente en la agricultura donde se cuenta con sistemas de riego que permiten controlar la humedad, dado que en zonas de temporal al secarse dicha arcilla se agrieta y -- rompe la raíz de los cultivos.

Los resultados detallados de las pruebas realizadas se muestran en el anexo 1

CAPITULO III

## CAPITULO III

ENSAYES DE LABORATORIO PARA CONOCER EL CAMBIO DE LAS CARACTERISTICAS DE CALIDAD Y RESISTENCIA EN EL PROCESO DE ESTABILIZACIONES CON CAL.

III.A.- A CORTO Y MEDIANO PLAZO.- Para confirmar los resultados obtenidos con anterioridad, en trabajos de investigación en arcillas expansivas estabilizadas con cal a corto plazo, por el M. en I. Civil Gabriel García Altamirano; se efectuaron las mismas pruebas del Capitulo Nº II pero algunas sujetas a inmersión en agua durante sesenta días.

III.A.1.- Comentarios respecto a la preparación de las mezclas.

- 1.- En todos los casos se cuidó de no quemar la materia orgánica, por lo que la temperatura a la que se sometieron todas las muestras en el horno fue del orden de los 60°C, - las pruebas cuya preparación fué de 72 horas se denominarán en lo sucesivo a corto plazo.
- 2.- En general las pruebas, dado que no se llegaba a cribar el material al tamaño de las partículas del orden de las micras ( $10^{-6}$  m), no se logro el 100% de intercambio iónico; la razón esencial de cribar los materiales hasta la malla Nº 4 ( $4.76 \times 10^{-3}$  m) y no hasta la Nº 200 ( $7.4 \times 10^{-5}$  m), fue que en la realidad eso no resultaba práctico para preparar -- las mezclas en el lugar, por lo que se puede afirmar que cuando se agregó cal; además de un intercambio iónico, -- también se propiciaba una cementación.

Para realizar los límites de Atterberg si se cribó el material hasta la malla Nº 40 ( $4.2 \times 10^{-5}$  m) y para la granulo-

metría hasta la malla N<sup>o</sup> 200 ( $7.4 \times 10^{-5}m$ ).

- 3.- Para las pruebas que se hicieron a mediano plazo con cal, previamente se compactaron los materiales según la prueba Fróctor SOP, se extrajeron del molde y se les puso una membrana de plástico perforado para que penetrara el fluido y se les sumergió en agua durante 60 días. Para las pruebas de valor relativo de soporte se sumergieron las muestras con todo y el molde.

III.A.2.- Plasticidad.- Como se puede observar en las figuras Nos. 4 y 5 al agregarle distintos porcentajes de cal el resultado fue el siguiente:

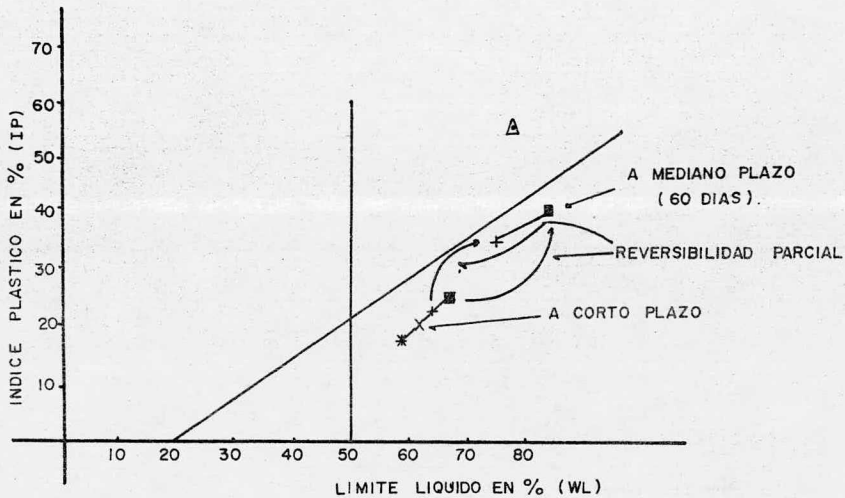


FIGURA No.4 CARTA DE PLASTICIDAD, RESULTADOS DE ESTABILIZACION DE SUELOS.  
NOMENCLATURA.

Δ 0%

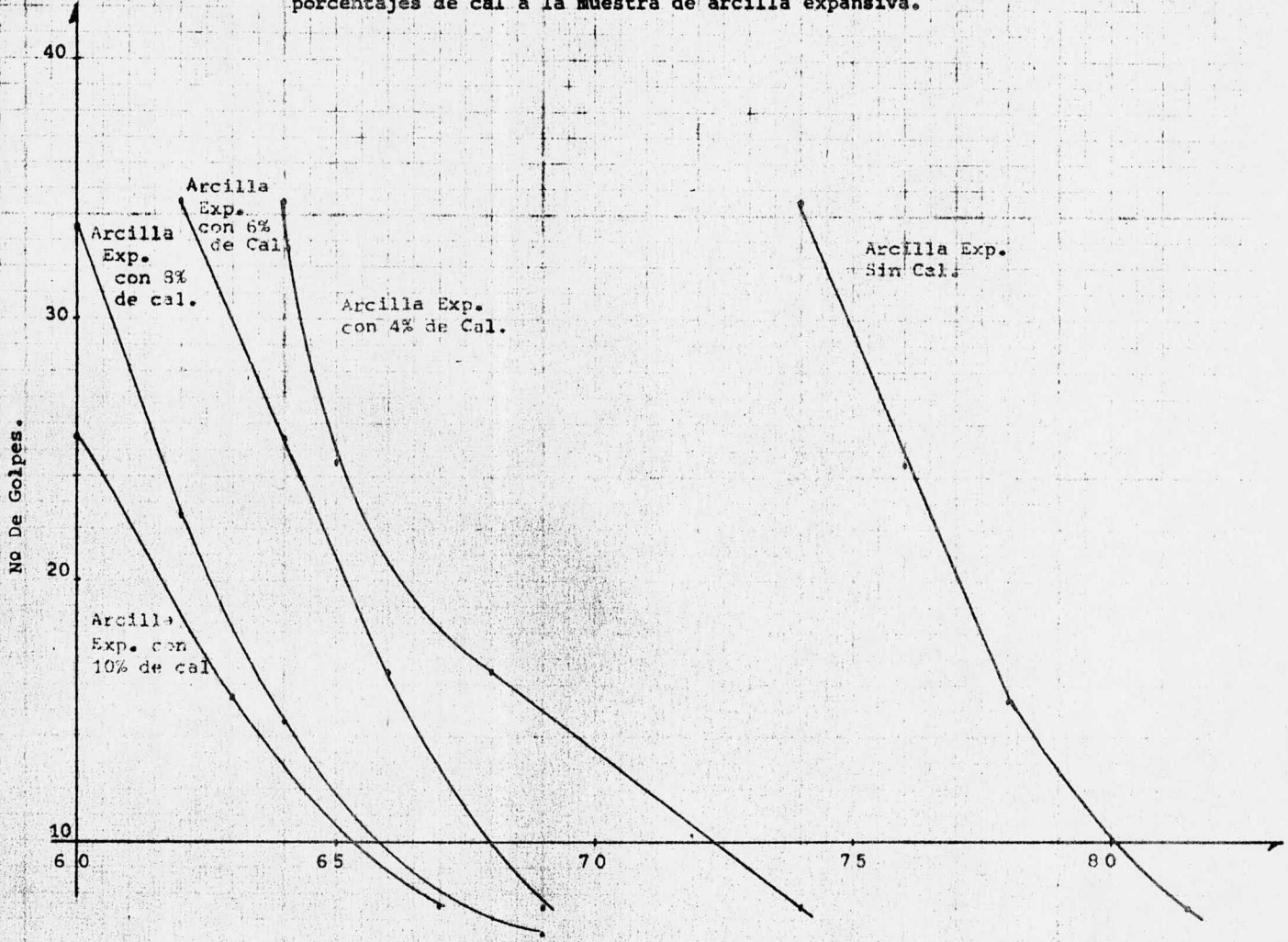
■ 4%

+ 6%

X 8%

\* 10%

porcentajes de cal a la muestra de arcilla expansiva.



Contenido de Humedad en %

Figura Nº 5



El comportamiento suelo-cal a corto plazo indica que a mayor porcentaje de cal, menor plasticidad, sin embargo, con el tiempo y sumergida la muestra en agua durante sesenta días, la plasticidad vuelve a incrementarse, pero no en la misma magnitud que en estado natural, lo cual se puede interpretar como que se logró en algún porcentaje el intercambio iónico y al hacer la preparación para determinar los límites de consistencia se destruyó la cementación que da la cal y se modifica la estructura. A mayor porcentaje de cal menor regresión a condiciones originales, tanto a corto como a mediano plazo.

III.B.- RESISTENCIA.- Para conocer la variación de la resistencia al esfuerzo cortante de la arcilla expansiva estabilizada con cal, se analizaron varios parámetros como son los siguientes:

II.B.1.- VRS.- En la Fig. N<sup>o</sup> 6 se puede observar que el valor relativo de soporte sin cal es del orden del 2%, sin embargo al agregarle cal a corto plazo, este valor aumenta, pero al sumergirlo durante sesenta días disminuye su valor relativo de soporte; por ejemplo, pasa de un 176% a corto plazo a 114% a mediano plazo con un 6% de cal, y con 4% pasa de 99% a 83%. Por lo anterior se puede afirmar que la cal no se lavó y actuó como cementante; con un 4% de cal se puede usar como sustrato y/o sub-base y para un 6% se puede emplear hasta para base.

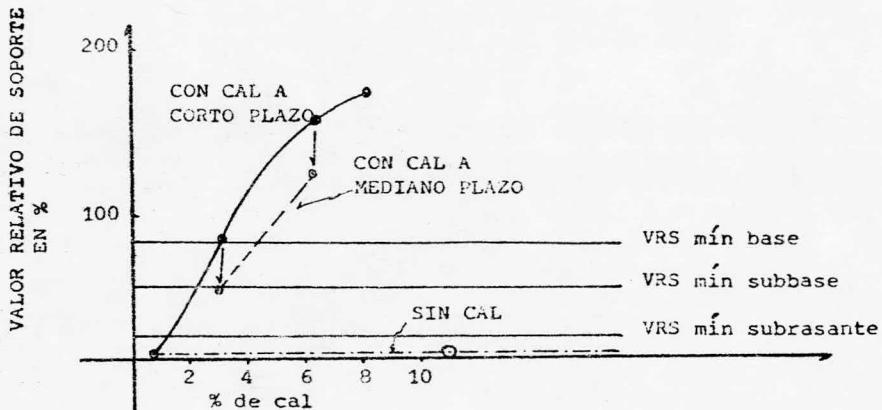


Figura No. 6. VARIACION DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE ESTANDAR DE ACUERDO A LAS NORMAS DE CALIDAD Y RESISTENCIA ACTUALES.

III.B.2.- Resistencia a la compresión simple.- A manera de ejemplo en la Fig. No 7, se dan los resultados que son representativos de los valores obtenidos.

En dicha figura se puede observar que el material sin cal, compactado al 90 ó 95% de su peso volumétrico seco máximo en prueba Próctor, tuvo un comportamiento del tipo plástico, en cambio al agregarle cal, el comportamiento es del tipo frágil. Sin embargo, se puede afirmar para este caso, que al estar sumergido el espécimen en agua durante sesenta días, con un 4% de cal, al labrar la muestra y probarla, la resistencia varía de 1.74 Kg/cm<sup>2</sup> en condiciones iniciales a 4.97 Kg/cm<sup>2</sup> en condiciones finales, y con 6% alcanza los 11.81 Kg/cm<sup>2</sup> es decir, se incrementa alrededor de un 240%, debido a que existe un curado de la muestra al estar sumergida en agua durante sesenta días, aunque la estructura de material se vuelve rígida por -

lo que en caso de emplear estos materiales para formar diferentes capas de pavimento, se debe tener cuidado de que se apoyen sobre materiales que no tengan grandes deformaciones, puesto que no pueden trabajar a la tensión y se agrietarían.

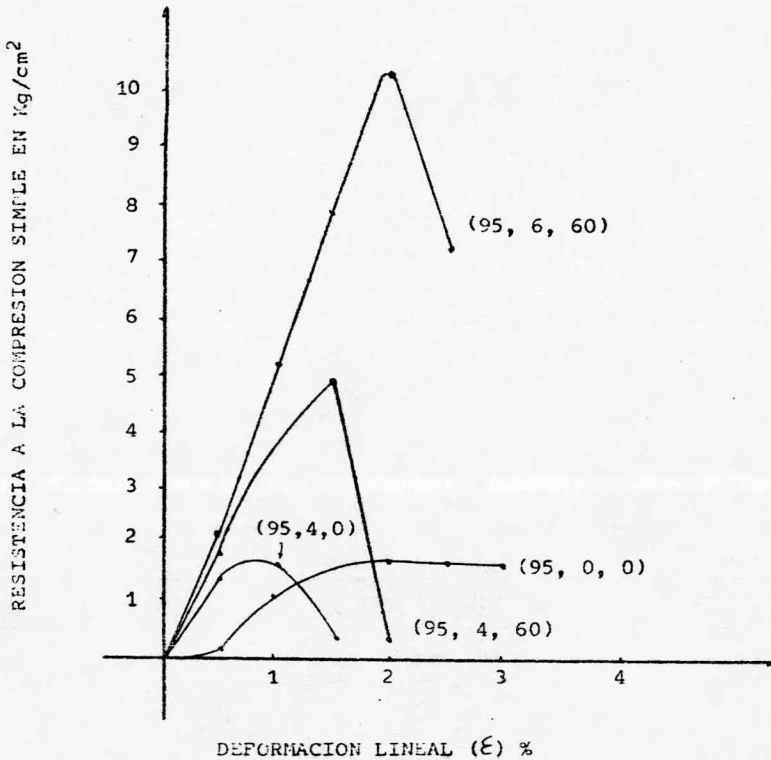


FIGURA Nº 7 RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE BAJO DIFERENTES CONDICIONES. NOMENCLATURA: (a, b, c)

- a - Grado de compactación
- b - % de cal
- c - Tiempo de inmersión en días.

III.B.3.- Triaxiales rápidas.- Los resultados para diferentes grados de compactación y diferentes porcentajes de cal se encuentran en la Fig. No 8.

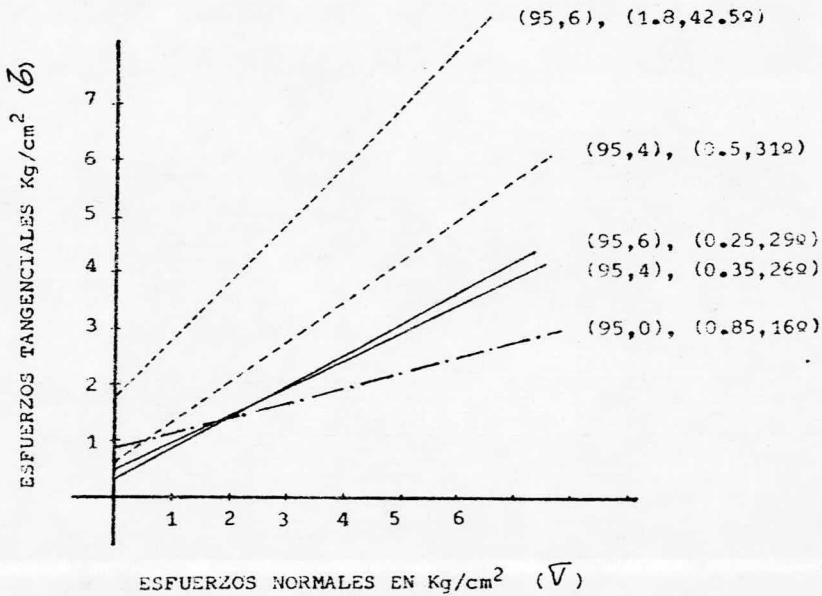


Fig. No 8 RESULTADOS DE ENSAYES DEL TIPO TRIAXIAL RAPIDO

N O M E N C L A T U R A :

Condiciones a corto plazo: Sin cal — . — . — . —

Con cal —————

Sesenta días en inmersión con cal - - - - -

(1,2), (3,4)

1= Grado de compactación en %

2= % de cal

3= Cohesión inicial en  $\text{Kg/cm}^2$

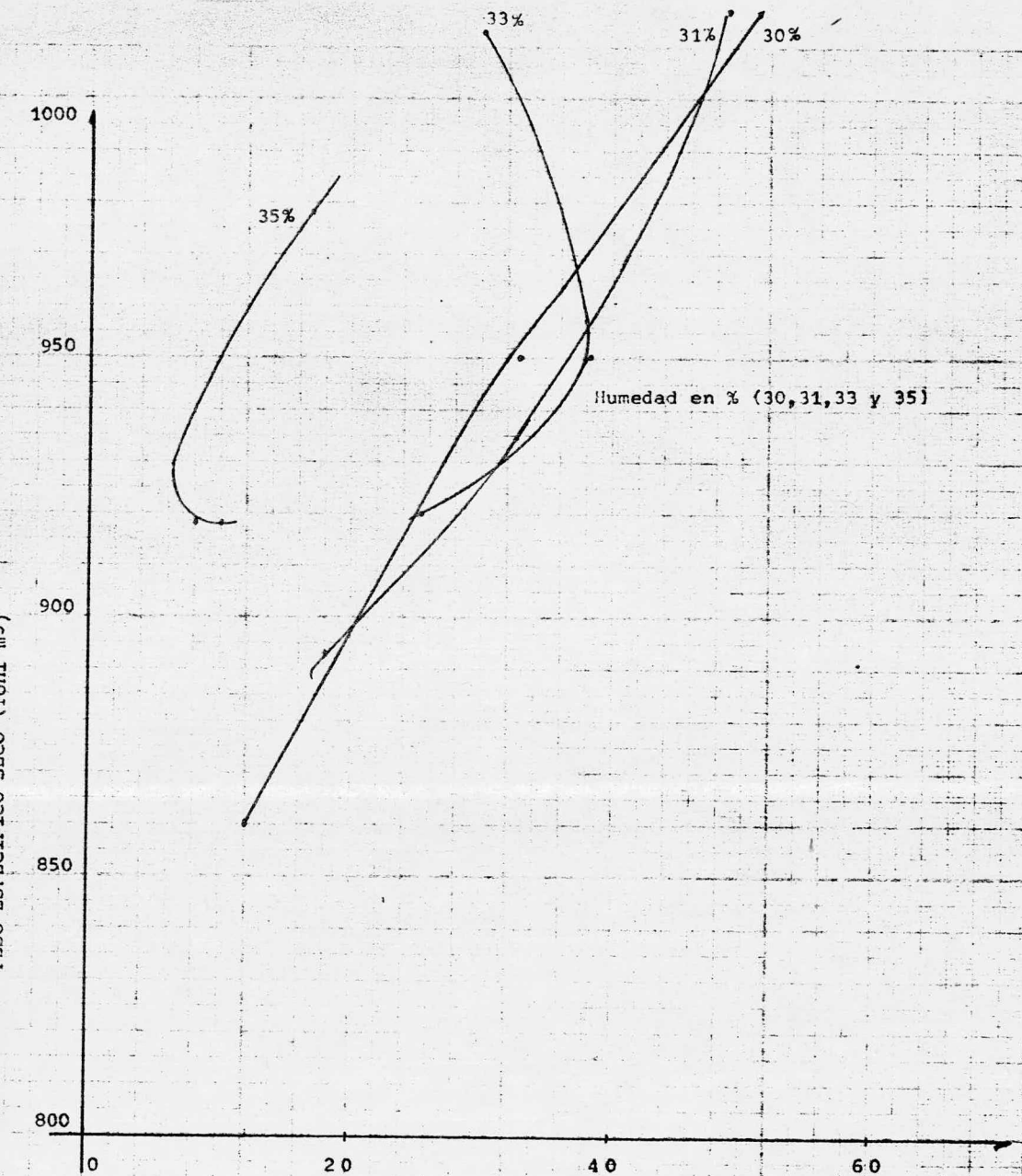
4= Ángulo de fricción interna en grados.

Del análisis de las envolventes de falla, para este caso, se puede afirmar que la mezcla suelo-cal en diferentes porcentajes a corto plazo, aumenta su resistencia; sumergida en agua y con el tiempo, aumenta aún más su resistencia con respecto a las condiciones iniciales a corto plazo, para iguales grados de compactación.

También se puede afirmar que al agregar 4% de cal, la resistencia al corte a mediano plazo aumergida y al mismo grado de compactación, es menor a la que no tiene cal para esfuerzos normales menores a  $1 \text{ Kg/cm}^2$ , lo cual se puede interpretar como que en ese rango la cementación no fue suficiente y perdió resistencia, no sucede lo mismo con la mezcla de 6% de cal a mediano plazo, incluso fue la prueba que dió los mejores resultados, pues fue suficiente para cementar el suelo y proporcionar un intercambio iónico parcial.

III.B.4.- Cuerpo de Ingenieros.- Si analizamos la Fig. Nº 9 - podemos tener una idea lo suficientemente precisa, del rango de humedad crítico, el cual debemos evitar si queremos obtener un peso volumétrico seco máximo y un VRS óptimo; Dicha humedad se encuentra alrededor de un 35%, para un VRS variable entre 6 y 30% y un peso volumétrico seco máximo de  $920 \text{ Kg/m}^3$ , lo anterior para una energía de compactación de 52 golpes/capa.

III.B.5.- Deformabilidad.- Para determinar los cambios volumétricos, se hizo la prueba de expansión libre y de saturación-bajo carga, con la humedad correspondiente al 95% de compactación, y se le agregó agua hasta lograr la saturación del material, dejando la muestra el tiempo necesario hasta que ya no



VALOR RELATIVO DE SOPORTE %  
 ARCILLA EXPANSIVA CON 4% DE CAL  
 (Cuerpo de Ingenieros)

Figura Nº 9

registrara deformaciones, los resultados se muestran gráficamente en la Fig. Nº 10

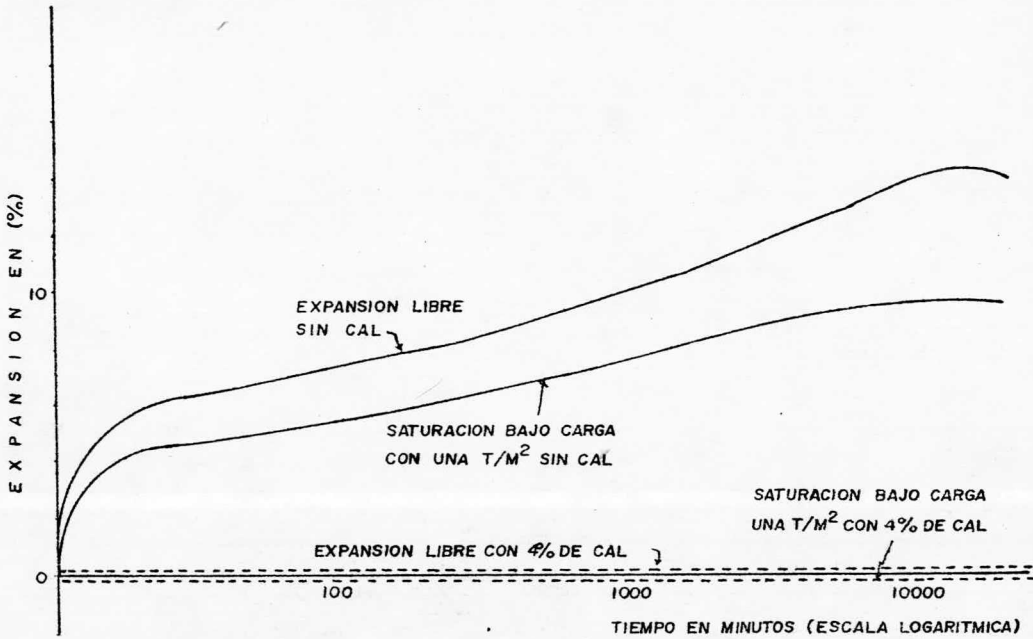


FIGURA Nº. 10 RESULTADOS DE EXPANSIVIDAD

**NOMENGLATURA:**

SIN CAL \_\_\_\_\_

CON 4% DE CAL - - - - -

De los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

- 1.- Sin cal y sin carga a mayor grado de compactación mayor - expansión cuando se satura el material. De acuerdo a la - prueba Porter modificada para 90% de compactación la ex- - pansión fue de 13.2%, y para 95% fue del 20%.
  
- 2.- Agregándole al suelo 4% de cal la expansión se abate con- siderablemente, por ejemplo; pasa de un 14% a un 1% para 90%, y de un 19% a un 1.02% para 95% de compactación res- pecto a la prueba Próctor SOP.  
Los grados de saturación que se alcanzaron fueron del - - 100% y la mezcla se dejó en el consolidómetro hasta que - no registrara cambios volumétricos.
  
- 3.- Si ahora al suelo se le agrega 4% de cal, se compacta al 95%, se le pone una presión de  $1 \text{ Kg/cm}^2$  y se deja satu - - rar, en vez de expansión se presenta una ligera consolida - ción a corto plazo de menos del 1% y una pequeña expansión a mediano plazo también de menos del 1%.

Los resultados de los ensayos de laboratorio se encuentran en el anexo 2.



CAPITULO IV

## IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1.- El intercambio iónico no se logró en su totalidad porque no se disgregó el material hasta la malla No 200 ( $7.4 \times 10^{-5} \text{ m}$ ), - pues no es práctico hacerlo en el campo con el equipo disponible, solo se llegó a disgregar el material hasta la malla No. 4 ( $4.76 \times 10^{-3} \text{ m}$ ), sin embargo; para propiciar la reacción química se dejó reposar el material con la humedad necesaria durante 72 horas, la que se denominó a corto plazo, y se prepararon las muestras con cal y se sumergieron en agua durante - - sesenta días para los ensayos denominados a mediano plazo.
- 2.- En la mezcla suelo-cal se logró un intercambio iónico y una cementación; demostrado por el elevado valor relativo de soporte obtenido y por los grandes esfuerzos cortantes que soportaron las muestras antes de fallar, además los grumos cementados fueron claramente apreciados y se podían palpar al tacto.
- 3.- La cal abatió la plasticidad de la arcilla expansiva, observándose que a mayor porcentaje de cal menor expansión, pero alrededor de 10% de cal la plasticidad se vuelve asintótica, tanto a corto como a mediano plazo como se observa en la figura 5
- 4.- Al sumergir la muestra compactada y estabilizada con cal en agua, durante sesenta días no se lavó la cal, sino que la muestra se curó pudiéndose usar de acuerdo a sus características de calidad y resistencia para subrasante, sub-base o base, dependiendo del porcentaje de cal como se muestra en la Fig.6

5.- La resistencia al esfuerzo cortante tanto en compresión simple unidimensional como en triaxiales rápidas tiende a incrementarse con el tiempo, estando sumergida la muestra, es decir se cura como se muestra en la Fig. Nº 8, siendo el porcentaje óptimo de cal el del 6%

6.- El comportamiento de los materiales estabilizados con cal es del tipo de falla frágil a diferencia del comportamiento plástico que tiene el material en estado natural, según se muestra en la Fig. Nº 7, por lo que se debe tener cuidado en caso de utilizar arcillas expansivas estabilizadas con cal, de apoyarlas en materiales poco deformables para evitar que se agrieten.

7.- Respecto a la expansión que experimenta la arcilla expansiva en estado natural cuando se satura, podemos afirmar que un 4% de cal la minimiza y que si además se le aplica una presión de  $1 \text{ Kg/cm}^2$  se presenta una ligera consolidación a corto plazo y una pequeñísima expansión a mediano plazo. Dicha expansión se midió directamente con extensómetros colocados en moldes porter, durante los sesenta días que las muestras estuvieron en inmersión.

8.- El valor relativo de soporte de la muestra estabilizada sometida a inmersión total en agua durante sesenta días, disminuye su resistencia en aproximadamente 35% para 6% de cal y 20% para 4% de cal, debido a que la superficie expuesta al agua se humedece, mientras que el corazón de la muestra se cura.

9.- Debido al intercambio iónico y a la cementación, el material cribado por la malla N<sup>o</sup> 4 ( $4.74 \times 10^{-3}$  m) se volvió mucho -- muy manejable con apenas 4% de cal, dando la sensación de tra tarse de una gravilla de tamaño muy homogéneo.

10.- La arcilla expansiva estabilizada con 4 ó 6% de cal, debido a su alta característica adquirida de calidad y resisten cia puede utilizarse en la construcción de pavimentos.

Otros usos que pueden darse a la arcilla estabilizada con 4% de cal.

- En la elaboración de adobes para vivienda, bodegas, etc. -- agregándole el forraje del trigo o zacate
- En la elaboración de tabiques para construcción de vivien-- das, con un aplanado de mortero para su protección.
- En pisos para vivienda con una alfombra o plástico para evi tarle en la posible cambios de humedad

Se puede concluir que los resultados obtenidos en el laborato rio con este trabajo de tesis, justifican el uso de arcillas- expansivas estabilizadas con cal, pues se producen materiales de calidad y resistencia semejante a los que se usan tradicio<sup>o</sup> nalmente para subrasante, sub-base y bases para pavimentos, - pero a menor costo.

Por otra parte a fin de evitar los cambios de humedad, se recomienda que la sección estructural sea protegida con un arro pe, o en los casos que se usen se recubran contra la acción - del agua.

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

LA INGENIERIA DE SUELOS EN LAS  
VIAS TERRESTRES VOLUMEN 2

ALFONSO RICO Y HERMILO  
DEL CASTILLO

MECANICA DE SUELOS TOMO 1

JUAREZ BADILLO Y RICO  
RODRIGUEZ

NORMAS DE CONSTRUCCION Y PRUE-  
BAS DE MATERIALES TOMO IX  
PARTE PRIMERA

S.C.T.

ANEXO 1

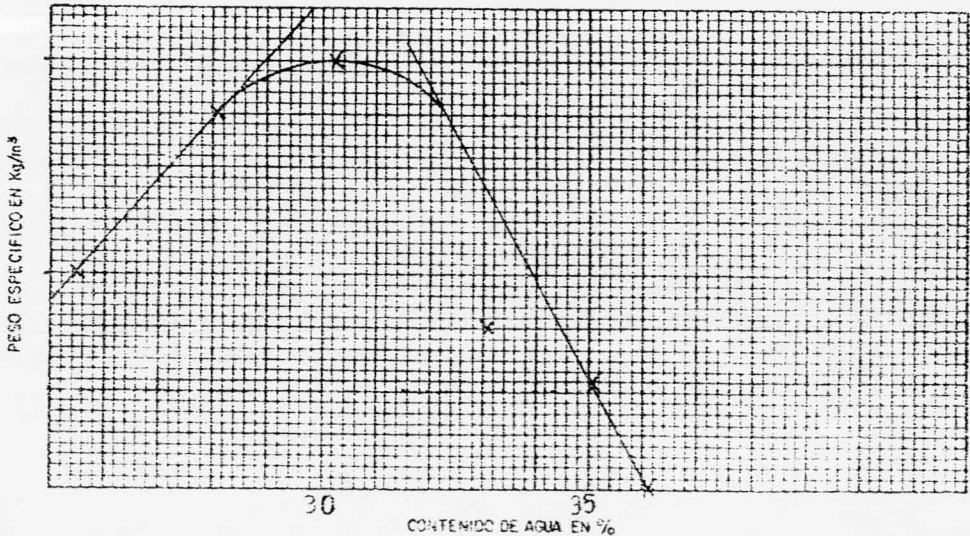
GRAFICAS DE ENSAYES DE LABORATORIO SIN CAL

## DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO Y HUMEDAD OPTIMA

DESCRIPCION DE LA MUESTRA <u>ARCILLA EXP. SIN CAL</u>	ENSAYE Nº _____
ESTUDIO QUE SE LE VA A EFECTUAR _____	FECHA DE INICIACION <u>12/JUL/85</u>
PROCEDENCIA <u>ZONA IND. QUERETARO</u>	FECHA DE TERMINACION <u>12/JUL/85</u>
LABORATORISTA <u>C. FRANCISCO PERA</u>	

TIPO DE PRUEBA <u>PROCTOR</u>			
NUM. DE CAPAS <u>3</u>	PESO PISON <u>2.5</u>	MOLDE NUM. <u>10</u>	
NUM. DE GOLPES POR CAPA <u>25</u>	ALTURA CAIDA <u>30</u>	VOLUMEN (v) <u>943 cm<sup>3</sup></u>	

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3489	3555	3594	3565	3574	3561	
PESO DEL MOLDE, g	2021	2021	2021	2021	2021	2021	
PESO SUELO HUMEDO, g (w <sub>m</sub> )	1468	1534	1573	1544	1553	1540	
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m <sup>3</sup> ( $\gamma_m = \frac{w_m}{v}$ )	1557	1627	1668	1637	1647	1633	
CAPSULA NUMERO	640	15	II	I	548	50	
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	84.58	74.07	98.49	75.52	70.07	150	
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	71.70	62.50	80.50	62.20	54.20	126.30	
PESO DEL AGUA, g	12.88	11.57	17.99	13.32	15.87	23.70	
PESO CAPSULA, g	21.20	21.40	21.20	22.00	8.90	60.70	
PESO SUELO SECO, g	50.50	41.10	59.30	40.20	45.30	65.60	
CONTENIDO DE AGUA, % (w)	25.5	28.15	30.34	33.13	35.03	36.13	
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m <sup>3</sup> ( $\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1+w}$ )	1241	1270	1280	1230	1230	1200	



$w_{opt} = 30.2\%$

$\gamma_d \text{ máx} = 1231 \text{ kg/m}^3$

ESTUDIO: ENSAYE:  
 Q3RA: LOCALIZACION: ZONA IND.  
 SONDED Nº: MUESTRA Nº: QUERETARO.  
 PROFUNDIDAD: FECHA: 10/JUL/85  
 OPEROC. FRANCISCO CALCULO: J. JESUS MIRANDA A.  
 PEÑA

# PORTER MODIFICADA

PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO ( $\rho_m$  Kg/m<sup>3</sup>) 1281

HUMEDAD OPTIMA (w<sup>o</sup>) 30.2

HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (w<sub>1</sub>) 18.74%

ARCILLA EXP. SIN CAL.

GRADO DE COMPACTACION %	90		95	
MOLDE Nº	10	EXPANSION	15	EXPANSION
PESO VOLUMETRICO SECO ( $\rho'$ ) Kg/m <sup>3</sup>	1153	LEC-1 3.00	1217	LEC-1 0.00
HUMEDAD DE PRUEBA (w <sub>2</sub> ) %	33.2	LEC F 5.352	31.7	LEC F 3.408
PESO MATERIAL USADO (P <sub>1</sub> ) Gr.	3500		3800	
VOLUMEN DE: MOLDE (V) cm <sup>3</sup>	2300		2300	
AGUA POR AGREGAR cm <sup>3</sup> = (w <sub>2</sub> - w <sub>1</sub> ) / (100 * w <sub>1</sub> )	426	DIF: 2.352	415	DIF: 3.408
PESO MATERIAL HUMEDO EN Gr. P <sub>2</sub> = (1 + w <sub>2</sub> ) V	3532	H 17.80	3686	H 17.80
CARGA DE COMPACTACION EN Kg		% EXP: 13.2		% EXP: 1.91
HUMEDAD REAL DE PRUEBA				
PESO VOLUMETRICO SECO CORREGIDO				
GRADO DE COMPACTACION CORREGIDO				

## PENETRACION

	CARGA		CARGA		CARGA		CARGA	
	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg
1.27 mm (0.05")		28				35		
2.54 mm (0.10")		34				45		
3.81 mm (0.15")		40				49		
5.08 mm (0.20")		46				50		
7.62 mm (0.30")		50				55		
10.16 mm (0.40")		56				57		
12.70 mm (0.50")		60				61		
VALOR RELATIVO DE SOPORTE CORREGIDO	2.5%				3.3%			

HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL w <sub>1</sub>	COMPROBACION DE LA HUMEDAD DE PRUEBA
# 3	# 7
187.04	172.94
31.93   59.8	28.59   55.00
155.11	144.35
w = 33.5%	w = 32%



ESTUDIO: ENSAYE:  
 OBRA: LOCALIZACION ZONA IND. QUERE-  
 SONDEO Nº: MUESTRA Nº: TARO.  
 PROFUNDIDAD: FECHA: 10/JUL/85  
 OPERO: C. FCO. CALCULO: J. JESUS MIRANDA A.  
 PEÑA.

# PORTER MODIFICADA

PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO ( $\gamma'_m$  Kg/m<sup>3</sup>) 1281

HUMEDAD OPTIMA (w<sup>o</sup>) 30.2

HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (w<sub>1</sub>) 18.74%

ARCILLA EXP. SIN CAL.

GRADO DE COMPACTACION %	100		
MOLDE Nº	24	EXPANSION	
PESO VOLUMETRICO SECO ( $\gamma'_m$ ) Kg/m <sup>3</sup>	1281	LEC-1 0.00	EXPANSION
HUMEDAD DE PRUEBA (w <sub>2</sub> ) %	30.2	LEC F 3.551	LEC F
PESO MATERIAL USADO (P) Gr.	3800		
VOLUMEN DEL MOLDE (V) cm <sup>3</sup>	2300		
AGUA POR AGREGAR cm <sup>3</sup> = (w <sub>2</sub> - w <sub>1</sub> ) / (100 * w <sub>1</sub> )	366	DIF= 3.551	DIF=
PESO MATERIAL HUMEDO EN Gr. $P_w = \frac{P}{1 + w_2} V$	3836	H 17.80	H
CARGA DE COMPACTACION EN Kg		% EXP= 20%	% EXP=
HUMEDAD REAL DE PRUEBA			
PESO VOLUMETRICO SECO CORREGIDO			
GRADO DE COMPACTACION CORREGIDO			

## PENETRACION

	CARGA		CARGA		CARGA		CARGA	
	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg
1.27 mm (0.05")		50						
2.54 mm (0.10")		60						
3.81 mm (0.15")		64						
5.08 mm (0.20")		68						
7.62 mm (0.30")		74						
10.16 mm (0.40")		79						
12.70 mm (0.50")		82						
VALOR RELATIVO DE SOPORTE CORREGIDO		4.4%						

HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL w<sub>1</sub>

COMPROBACION DE LA HUMEDAD DE PRUEBA

		# 88	
		189.86	
		30.91 56.60	
		158.95	
		w = 30.2%	

# COMPRESION SIMPLE

OERA _____ LOCALIZACION <u>ZONA IND. QUERETARO</u> SONDEO N° _____ ENSAYE N° <u>90% (UNO)</u> MUESTRA N° _____ PROF _____ DESCRIPCION <u>ARCILLA EXP. SIN CAL.</u> CALCULO _____ <u>90% COMP.</u>	FECHAS <u>20/AGO/85</u> OPERADOR _____
--	---

MEDIDAS DE LA MUESTRA

$D_s$ <u>3.57</u> cm	$A_s$ <u>10.01</u> cm <sup>2</sup>	$w_l$ <u>137.70</u> gr
$D_c$ <u>3.57</u> cm	$A_c$ <u>10.01</u> cm <sup>2</sup>	$y_r$ <u>90.09</u> cm <sup>3</sup>
$D_h$ <u>3.57</u> cm	$A_h$ <u>10.01</u> cm	$\rho_m$ <u>1528</u> Ton/m <sup>3</sup>
$H_m$ <u>8.97</u> cm	$A_m = \frac{A_s + 4A_c + A_h}{6} = 60.06$	<u>10.01</u> cm <sup>2</sup>

VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA 0.5

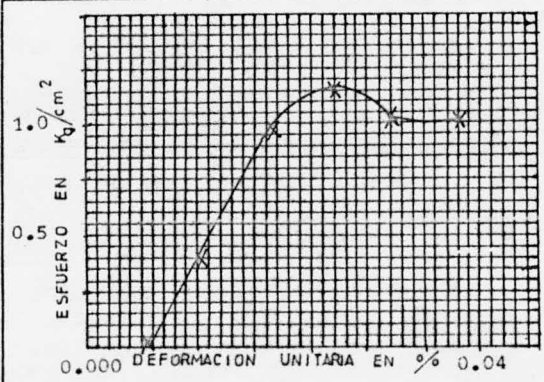
TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1.- DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO	CONTENIDO DE AGUA	
								MIN	Kg
	0.4		0.5	0.0056	0.9944	10.066	0.040	PESO CAP. Wm	159.59
	4.0		1.0	0.0111	0.9889	10.123	0.395	PESO CAP. Ws	124.20
	4.8		1.5	0.0167	0.9833	10.180	0.963	PESO AGUA	35.30
	12.0		2.0	0.0223	0.9777	10.238	1.172	PESO CAPSULA	17.23
	11.2		2.5	0.0279	0.9721	10.299	1.088	PESO SUJO SECO	106.97
	11.2		3.0	0.0334	0.9666	10.356	1.081	W %	33 %

$$e = \frac{V_m - V_s}{V_s} = \frac{W_s}{S_s} - 1 =$$

$$e = \frac{S_s Y_w - Y_s}{Y_s} =$$

$$e = \frac{S_s Y_w - Y_s}{Y_s} =$$

$$e = \frac{W S_s}{e} =$$



NOTA AREA CORREGIDA =  $\frac{A_m}{1 - DEFORM. UNIT.}$

ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

# COMPRESION SIMPLE

OBRA	FECHA: 20/AGO/85
LOCALIZACION: ZONA IND. BUENRETARO	OPERADOR: _____
SONDEO N°: _____	ENSAYE N°: 31 902 (2)
MUESTRA N°: _____	PROF: _____
DESCRIPCION: _____	CALCULO: _____

MEDIDAS DE LA MUESTRA

$D_s$ = 3.57 cm	$A_s$ = 10.01 cm <sup>2</sup>	$W_i$ = 135.80 gr
$D_c$ = 3.57 cm	$A_c$ = 10.01 cm <sup>2</sup>	$y_T$ = 90.09 cm <sup>3</sup>
$D_i$ = 3.57 cm	$A_i$ = 10.01 cm	$\gamma_m$ = 1507 ton/m <sup>3</sup>
$H_m$ = 8.97 cm	$A_m = A_s + 4A_c + A_i = 60.06$	$\gamma_m = 10.01$ cm <sup>2</sup>

VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA: 0.5 6

TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1.-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO	CONTENIDO DE AGUA	
								MIN	Kg
	0.8		0.5	0.0056	0.0044	10.066	0.079	CAPSULA N°	177
	7.4		1.0	0.0111	0.9889	10.123	0.731	PESO CAP* Wm	157.73
	12.0		1.5	0.0111	0.9833	10.180	0.848	PESO CAP* Ws	123.40
	12.0		2.0	0.0223	0.9777	10.238	0.853	PESO AGUA	34.33
								PESO CAPSULA	19.22
								PESO SUHO SECO	104.18
								W %	33%

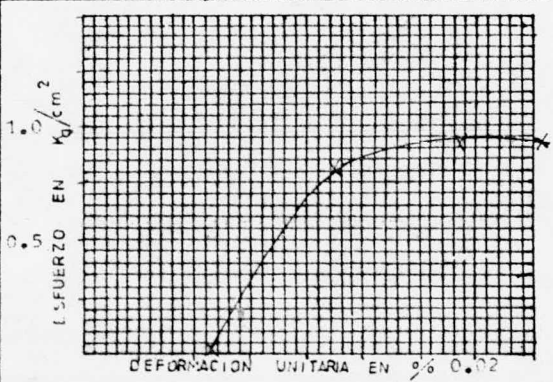
$$e = \frac{V_m - V_s}{V_s} = \frac{V_m}{V_s} - 1 =$$

$$V_s = \frac{W_s}{S_s} =$$

$$e = \frac{S_s Y_w - Y_s}{Y_s} =$$

$$S_s Y_w - Y_s =$$

$$e = \frac{W S_s}{e} =$$



NOTA AREA CORREGIDA =  $\frac{A_m}{1 - DEF. UNTY.}$

ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES: 3.01

# COMPRESION SIMPLE

OBRA		FECHAS	20/AGO/85
LOCALIZACION	ZONA IND. QUERETARO	OPERADOR	
SONDEO N°	ENSAYE N° 95% (1)		
MUESTRA N°	PROF	CALCULO	
DESCRIPCION	ARCILLA EXP. SIN CAL		
95% COMP.			

MEDIDAS DE LA MUESTRA			
D <sub>s</sub>	3.60	cm	
D <sub>c</sub>	3.60	cm	
D <sub>i</sub>	3.60	cm	
H <sub>m</sub>	8.90	cm	
	A <sub>s</sub>	10.18	cm <sup>2</sup>
	A <sub>c</sub>	10.18	cm <sup>2</sup>
	A <sub>i</sub>	10.18	cm
	A <sub>m</sub>	$A_m = \frac{A_s + 4A_c + A_i}{6} = 61.08$	
	W <sub>i</sub>	144.70	gr
	W <sub>f</sub>	91.62	cm <sup>3</sup>
	γ <sub>m</sub>	1579	ton/m <sup>3</sup>
		10.18	cm <sup>2</sup>

VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA

TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1.-DEFORMACION	AREA CORREGIDA	ESFUERZO	CONTENIDO DE AGUA	
					UNITARIA			cm <sup>2</sup>	Kg / cm <sup>2</sup>
MIN	K <sub>y</sub>	m m	mm						
	1.0		0.5	0.0056	0.9944	10.238	0.098	CAPSULA N°	78
	11.0		1.0	0.0112	0.9888	10.296	1.068	PESO CAP. W <sub>m</sub>	167.18
	17.2		1.5	0.0169	0.9831	10.355	1.661	PESO CAP. W <sub>s</sub>	130.82
	19.0		2.0	0.0225	0.9775	10.414	1.824	PESO AGUA	36.38
	16.8		2.5	0.0281	0.9719	10.474	1.604	PESO CAPSULA	17.20
	16.8		3.0	0.0337	0.9663	10.575	1.595	PESO SUJO SECO	113.63
								W %	32%

$$e = \frac{V_m - V_s}{V_s} = \frac{V_m}{V_s} - 1 =$$

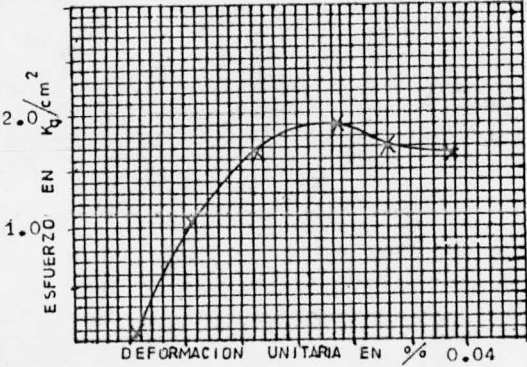
$$V_s = \frac{W_s}{S_s} =$$

$$e = \frac{S_s Y_w - Y_s}{Y_s} =$$

$$S_s Y_w - Y_s =$$

$$e =$$

$$G_w = \frac{W S_s}{e} =$$



NOTA AREA CORREGIDA =  $\frac{A_m}{1 - DEF. UNIT.}$

ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

# COMPRESION SIMPLE

OBRA _____	FECHAS _____ 20/AGO/85
LOCALIZACION _____ ZONA IND. QUERETARO _____	OPERADOR _____
SONDEO N° _____ ENSAYE N° 95% (2)	_____
MUESTRA N° _____ PROF _____	CALCULO _____
DESCRIPCION ARCILLA EXP. SIN CAL Y 95% CCM <sup>2</sup> .	

### MEDIDAS DE LA MUESTRA

$D_s$ 3.59 cm	$A_s$ 10.01 cm <sup>2</sup>	$W_1$ 142.29 gr
$D_c$ 3.59 cm	$A_c$ 10.01 cm <sup>2</sup>	$y_T$ 90.09 cm <sup>3</sup> /3
$D_i$ 3.59 cm	$A_i$ 10.01 cm	$\rho'_m$ 1.579 Ton/m <sup>3</sup>
$H_m$ 8.94 cm	$A_m = \frac{A_s + 4A_c + A_i}{6} = 60.06$	10.01 cm <sup>2</sup>
	0.5                      6	

### VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA

TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1.-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO	CONTENIDO DE AGUA		
								MIN	Kg	m m
	1.0		0.5	0.0056	0.9944	10.066	0.099		CAPSULA N°	20
	11.0		1.0	0.0111	0.9888	10.123	1.087		PESO CAP+ Wm	164.21
	17.0		1.5	0.0168	0.9832	10.181	1.670		PESO CAP+ Ws	128.62
	18.0		2.0	0.0223	0.9776	10.239	1.758		PESO AGUA	35.54
	15.0		2.5	0.0280	0.9720	10.298	1.457		PESO CAPSULA	17.61
	15.0		3.0	0.0336	0.9664	10.358	1.448		PESO SUJO SECO	111.06
									W %	32%

$$e = \frac{V_m - V_s}{V_s} = \dots$$

$$V_s = \frac{W_s}{S_s} = \dots$$

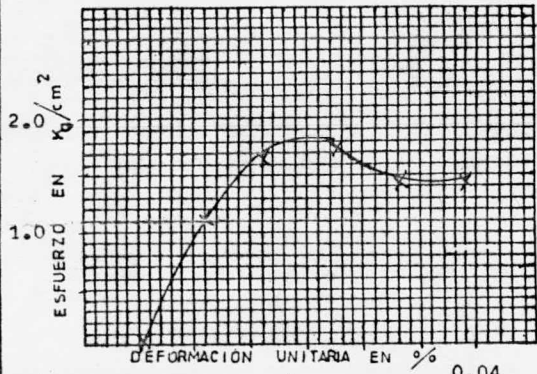
$$e = \dots - 1 = \dots$$

$$e = \frac{S_s Y_w - Y_s}{Y_s} = \dots$$

$$S_s Y_w - Y_s = \dots$$

$$e = \dots = \dots$$

$$G_w = \frac{W S_s}{e} = \dots$$



NOTA AREA CORREGIDA =  $\frac{A_m}{1 - DEF. UNIT.}$

ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

# COMPRESION SIMPLE

OBRA \_\_\_\_\_ FECHAS 26/08/85  
 LOCALIZACION ZONA IND. QUERETARO OPERADOR \_\_\_\_\_  
 SONDEO N° \_\_\_\_\_ ENSAYE N° 100% (UNC)  
 MUESTRA N° \_\_\_\_\_ PROF \_\_\_\_\_  
 DESCRIPCION ARCILLA EXP. SIN CAL CALCULO \_\_\_\_\_  
 y 100% CONF.

**MEDIDAS DE LA MUESTRA**  
 D<sub>s</sub> 3.57 cm      A<sub>s</sub> 10.01 cm<sup>2</sup>  
 D<sub>c</sub> 3.57 cm      A<sub>c</sub> 10.01 cm<sup>2</sup>  
 D<sub>i</sub> 3.57 cm      A<sub>i</sub> 10.01 cm<sup>2</sup>  
 H<sub>m</sub> 8.93 cm      A<sub>m</sub> =  $\frac{A_s + 4A_c + A_i}{6} = 60.06$  cm<sup>2</sup>  
 w<sub>i</sub> 140.73 gr  
 v<sub>T</sub> 90.97 cm<sup>3</sup>  
 ρ'<sub>m</sub> 1.40 ton/m<sup>3</sup>  
 = 10.01 cm<sup>2</sup>

VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA \_\_\_\_\_

TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1.-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO	CONTENIDO DE AGUA	
MIN	Kg	mm	mm			cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>		
	1.2		0.5	0.0056	0.0044	10.005	0.119	CAPSULA N°	200
	14.0		1.0	0.0112	0.9888	10.123	1.382	PESO CAP* Wm	130.4
	23.4		1.5	0.0168	0.9832	10.181	2.238	PESO CAP* Ws	130.4
	27.4		2.0	0.0223	0.9776	10.239	2.676	PESO AGUA	31.5
	26.0		2.5	0.0280	0.9720	10.298	2.552	PESO CAPSULA	20.7
	26.0		3.0	0.0336	0.9664	10.358	2.510	PESO SUDO SECO	100.4
								W %	26.0

$$e = \frac{v_m - 1}{v_s}$$

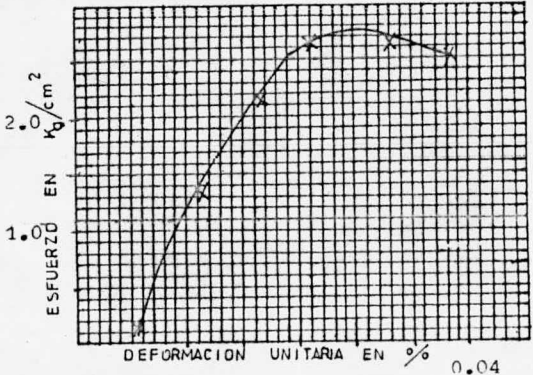
$$v_s = \frac{W_s}{S_s}$$

$$e = \frac{S_s Y_w - Y_s}{Y_s}$$

$$S_s Y_w - Y_s =$$

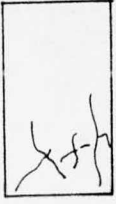
$$e =$$

$$G_w = \frac{W S_s}{e}$$



NOTA AREA CORREGIDA =  $\frac{A_m}{1 - DEF. UNIT.}$

ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

# COMPRESION SIMPLE

OBRA		FECHAS	20/AGO/85
LOCALIZACION	ZONA IND. QUERETARO	OPERADOR	
SONDEO N°	ENSAYE N° 100% (DOS)		
MUESTRA N°	PROF		
DESCRIPCION	ARCILLA EXP. SIN CAL.	CALCULO	
100% CUMPL.			

MEDIDAS DE LA MUESTRA			
D <sub>s</sub>	3.57	cm	A <sub>s</sub> 10.01 cm <sup>2</sup>
D <sub>c</sub>	3.58	cm	A <sub>c</sub> 10.07 cm <sup>2</sup>
D <sub>i</sub>	3.57	cm	A <sub>i</sub> 10.01 cm
H <sub>m</sub>	8.93	cm	A <sub>m</sub> = $\frac{A_s + 4A_c + A_i}{6} = 60.30$
			W <sub>1</sub> 146.38 gr
			y <sub>T</sub> 90.45 cm <sup>3</sup> /3
			γ' <sub>m</sub> 1618 ton/m <sup>3</sup>
			= 10.05 cm <sup>2</sup>

## VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA

TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	% DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO	CONTENIDO DE AGUA	
								MIN	Kg
	2.0		0.5	0.0056	0.9944	10.107	0.198	CAPSULA N°	15
	15.0		1.0	0.0112	0.9888	10.164	1.476	PESO CAP* W <sub>m</sub>	166.60
	24.5		1.5	0.0168	0.9832	10.222	2.397	PESO CAP* W <sub>s</sub>	132.18
	26.2		2.0	0.0224	0.9776	10.280	2.549	PESO AGUA	34.42
	26.0		2.5	0.0280	0.9720	10.339	2.515	PESO CAPSULA	24.62
								PESO SUHO SECO	107.56
								W %	32%

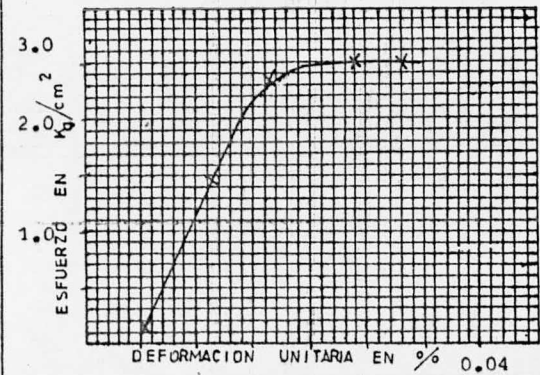
$$e = \frac{V_m - V_s}{V_s} =$$

$$V_s = \frac{W_s}{S_s} =$$

$$e = \frac{S_s Y_w - Y_s}{Y_s} =$$

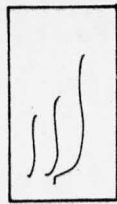
$$S_s Y_w - Y_s =$$

$$e = \frac{W S_s}{e} =$$



NOTA AREA CORREGIDA =  $\frac{A_m}{1 - DEF. UNIT.}$

ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

ESTUDIO:                      ENSAYE:  
 OBRA:                        LOCALIZACION:  
 SONDEO N°:                MUESTRA N°:  
 PROFUNDIDAD:            FECHA:  
 OPERO:                      CALCULO:

PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO ( $\gamma_m$  Kg/m<sup>3</sup>) 1281  
 HUMEDAD OPTIMA (w<sup>\*</sup>) 30.2%  
 HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (w<sub>1</sub>) 25%

GRADO DE COMPACTACION %	95%			
MOLDE N°	8	EXPANSION		EXPANSION
PESO VOLUMETRICO SECO ( $\gamma$ ) Kg/m <sup>3</sup>	1152.9	LEC.1	1.480	LEC.1
HUMEDAD DE PRUEBA (w <sub>2</sub> ) %	31.7	LEC F	2.098	LEC F
PESO MATERIAL USADO (P), Gr.	1125			
VOLUMEN DEL MOLDE (V) cm <sup>3</sup>	511			
AGUA POR AGREGAR cm <sup>3</sup> = (w <sub>2</sub> - w <sub>1</sub> ) / (100 * w <sub>1</sub> )	60.3	DIF = 0.600		DIF =
PESO MATERIAL HUMEDO EN Gr. P <sub>h</sub> = $\gamma \cdot (1 + w_2) \cdot V$	776	H 63.000		H
CARGA DE COMPACTACION EN Kg	140	% EXP = 0.9		% EXP =
		CPE = 0.737		
HUMEDAD REAL DE PRUEBA		P.E = 7 ton/m <sup>2</sup>		
PESO VOLUMETRICO SECO CORREGIDO				
GRADO DE COMPACTACION CORREGIDO				

PRESION DE EXPANSION SIN CAL, 95% COMP. EN MOLDE HVEEM

PENETRACION

	CARGA		CARGA		CARGA		CARGA	
	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg
1.27 mm (0.05")								
2.54 mm (0.10")								
3.81 mm (0.15")								
5.08 mm (0.20")								
7.62 mm (0.30")								
10.16 mm (0.40")								
12.70 mm (0.50")								
VALOR RELATIVO DE SOPORTE CORREGIDO								

HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL w<sub>1</sub>                      COMPROBACION DE LA HUMEDAD DE PRUEBA

Ws # 8	Wh				
148.59	184.45	+	+	+	+
35.86	50.35 Taca				
36.5	98.24				
W = 36.5%					



ESTUDIO: \_\_\_\_\_ ENSAYE : \_\_\_\_\_ ZON. IND. QRO.  
 OBRA : \_\_\_\_\_ LOCALIZACION : \_\_\_\_\_  
 SONDEO N°: \_\_\_\_\_ MUESTRA N° \_\_\_\_\_  
 PROFUNDIDAD: \_\_\_\_\_ FECHA : J. JESUS MIRANDA  
 OPERO: \_\_\_\_\_ CALCULO: \_\_\_\_\_

**PRUEBA DEL CUERPO DE INGENIEROS**

No GOLFES /CAPA 12 PESO DEL PISON (Kg) 4.5 VOLUMEN (cm) 3230

MOLDE	No.	10	12	15	16	24
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)		7900	8190	8263	8116	7970
PESO MOLDE (gr)		4225	4225	4285	4245	4105
PESO SUELO HUMEDO (gr)		3678	3965	3978	3871	3865
PESO ESPECIFICO HUMEDO (Kg/m <sup>3</sup> )		1139	1228	1232	1198	1197
CAPSULA NUMERO		13	157	30	31	70
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (gr)		197.98	180.68	185.15	165.81	152.12
PESO CAPSULA + SUELO SECO (gr)		165.70	149.15	149.19	135.65	125.80
PESO DEL AGUA (gr)		32.28	31.53	35.96	30.16	26.32
PESO CAPSULA (gr)		58.10	59.35	52.00	62.09	64.60
PESO SUELO SECO (gr)		107.60	89.80	97.19	73.56	61.20
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		30	35	37	41	43

PESO ESPECIFICO SECO (Kg/m) 876.2 909.6 899.3 849.6 837.1

PENETRACION SIN SATURAR	CARGA		CARGA		CARGA		CARGA		CARGA	
	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg
1.27mm (0.05")		15		30		60		34		16
2.54mm (0.10")		18		34		82		38		19
3.81mm (0.15")		23		39		90		43		22
5.08mm (0.20")		28		45		98		47		26
7.62mm (0.30")		33		54		106		53		29
10.16mm (0.40")		37		60		110		58		33
12.70mm (0.50")		42		67		113		63		35

V. R. S. CORREGIDO SIN SATURAR 1.3% 2.5% 6% 2.8% 1.4%

PENETRACION SATURADA	CARGA		CARGA		CARGA		CARGA		CARGA	
	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg
1.27 mm (0.05")										
2.54 mm (0.10")										
3.81 mm (0.15")										
5.08 mm (0.20")										
7.62 mm (0.30")										
10.16 mm (0.40")										
12.70 mm (0.50")										

V. R. S. CORREGIDO SATURADO

**EXPANSION**

LECTURA FINAL (mm)	
LECTURA INICIAL (mm)	
DIFERENCIA (mm)	
ALTURA DE L.A. MUESTRA (mm)	

% DE EXPANSION

**ABSORCION**

PESO HUMEDO (Wm) (gr)	
PESO SECO (Ws) (gr)	
AGUA ABSORBIDA (Wm - Ws x Ww) (gr)	
% ABSORCION $\frac{Wm - Ws}{Ws} \times 100$	

ESTUDIO: \_\_\_\_\_ ENSAYE: \_\_\_\_\_  
 OBRA: \_\_\_\_\_ LOCALIZACION: 2. IND. GRC.  
 SONDEO N° \_\_\_\_\_ MUESTRA N° \_\_\_\_\_  
 PROFUNDIDAD: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_  
 OPERO: \_\_\_\_\_ CALCULO: J. JESUS MIRANDA A.

PRUEBA DEL CUERPO DE INGENIEROS

No GOLFES/CAPA 26 PESO DEL PISON (Kg) 4.5 VOLUMEN (cm) 3230

MOLDE	No	13	21	8	19	25
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)		8466	8361	9735	9286	8065
PESO MOLDE (gr)		4645	4265	5615	5230	4070
PESO SUELO HUMEDO (gr)		3821	4096	4170	4056	3995
PESO ESPECIFICO HUMEDO (Kg/m <sup>3</sup> )		1183	1268	1291	1256	1237
CAPSULA NUMERO		30	88	55	74	3
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (gr)		252.38	176.42	207.08	182.70	200.22
PESO CAPSULA + SUELO SECO (gr)		207.55	147.02	170.03	147.37	155.02
PESO DEL AGUA (gr)		44.83	29.40	37.05	35.33	41.20
PESO CAPSULA (gr)		58.10	56.59	62.13	55.39	58.88
PESO SUELO SECO (gr)		149.45	90.43	107.90	91.98	100.14
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		30	32.5	34	38	41
PESO ESPECIFICO SECO (Kg/m)		910	957	963.4	910	877.3

PENETRACION SIN SATURAR	CARGA		CARGA		CARGA		CARGA		CARGA	
	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg
1.27mm (0.05")		16		28		119		38		17
2.54mm (0.10")		21		41		136		48		23
3.81mm (0.15")		25		45		141		53		25
5.08mm (0.20")		28		50		146		57		29
7.62mm (0.30")		32		54		157		62		32
10.16mm (0.40")		35		57		160		66		36
12.70mm (0.50")		37		66		164		71		39

V. R. S. CORREGIDO SIN SATURAR 1.5% 3% 10% 3.5% 1.6%

PENETRACION SATURADA	CARGA		CARGA		CARGA		CARGA		CARGA	
	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg
1.27 mm (0.05")										
2.54 mm (0.10")										
3.81 mm (0.15")										
5.08 mm (0.20")										
7.62 mm (0.30")										
10.16 mm (0.40")										
12.70 mm (0.50")										

V. R. S. CORREGIDO SATURADO

EXPANSION	
LECTURA FINAL (mm)	
LECTURA INICIAL (mm)	
DIFERENCIA (mm)	
ALTURA DE LA MUESTRA (mm)	

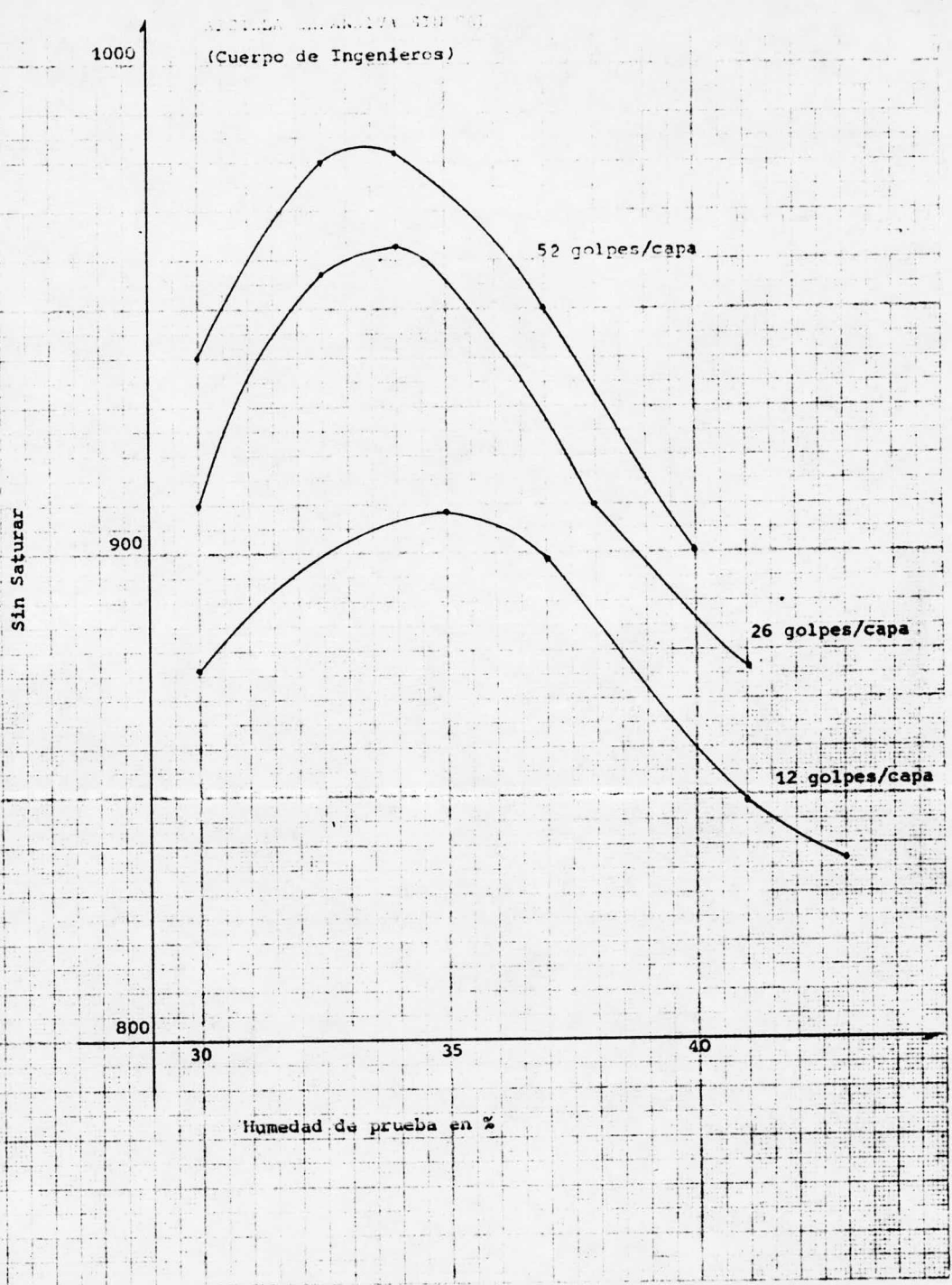
% DE EXPANSION

ABSORCION	
PESO HUMEDO (Wm) (gr)	
PESO SECO (Ws) (gr)	
AGUA ABSORBIDA (Wm - Ws x Ww) (gr)	
% ABSORCION $\frac{Wm - Ws}{Ws} \times 100$	

ESTUDIO: \_\_\_\_\_ ENSAYE : \_\_\_\_\_ ZON. IND. QRO.  
 OBRA : \_\_\_\_\_ LOCALIZACION: \_\_\_\_\_  
 SONDEO N° \_\_\_\_\_ MUESTRA N° \_\_\_\_\_  
 PROFUNDIDAD: \_\_\_\_\_ FECHA : J. JESUS MIRANDA  
 OPERO: \_\_\_\_\_ CALCULO: \_\_\_\_\_

## PRUEBA DEL CUERPO DE INGENIEROS

No GOLPES/CAPA	52	PESO DEL PISON (Kg)	4.5		VOLUMEN (cm)	3230			
<b>MOLDE</b>	<b>No</b>	12	10	15	16	24			
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)		8172	8419	8530	8449	8175			
PESO MOLDE (gr)		4225	4225	4280	4245	4105			
PESO SUELO HUMEDO (gr)		3947	4194	4250	4204	4070			
PESO ESPECIFICO HUMEDO (Kg/m <sup>3</sup> )		1222	1299	1316	1302	1260			
CAPSULA NUMERO		78	10	55	42	5			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (gr)		185.65	257.46	198.35	166.60	313.94			
PESO CAPSULA + SUELO SECO (gr)		155.64	217.29	165.81	128.75	269.62			
PESO DEL AGUA (gr)		30.01	40.17	32.54	37.85	44.32			
PESO CAPSULA (gr)		55.60	93.70	62.20	59.80	60.35			
PESO SUELO SECO (gr)		100.04	123.59	95.72	102.30	110.80			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		30	32.5	34	37	40			
PESO ESPECIFICO SECO (Kg/m <sup>3</sup> )		940	980.0	982.1	950.4	900			
PENETRACION SIN SATURAR		CARGA		CARGA		CARGA		CARGA	
		ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg
1.27mm (0.05")			19		54		187		29
2.54mm (0.10")			24		65		204		53
3.81mm (0.15")			32		74		211		60
5.08mm (0.20")			38		88		218		67
7.62mm (0.30")			44		108		225		75
10.16mm (0.40")			51		116				84
12.70mm (0.50")			57		120				96
V. R. S. CORREGIDO SIN SATURAR		1.76%		4.78%		15%		3.9%	
PENETRACION SATURADA		CARGA		CARGA		CARGA		CARGA	
		ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg
1.27mm (0.05")									
2.54mm (0.10")									
3.81mm (0.15")									
5.08mm (0.20")									
7.62mm (0.30")									
10.16mm (0.40")									
12.70mm (0.50")									
V. R. S. CORREGIDO SATURADO									
<b>EXPANSION</b>									
LECTURA FINAL (mm)									
LECTURA INICIAL (mm)									
DIFERENCIA (mm)									
ALTURA DE LA MUESTRA (mm)									
% DE EXPANSION									
<b>ABSORCION</b>									
PESO HUMEDO (Wm) (gr)									
PESO SECO (Ws) (gr)									
AGUA ABSORBIDA (Wm - Ws x Ww) (gr)									
% ABSORCION $\frac{W}{W_s} \times 100$									



1000

900

800

30

35

40

52 golpes/capa

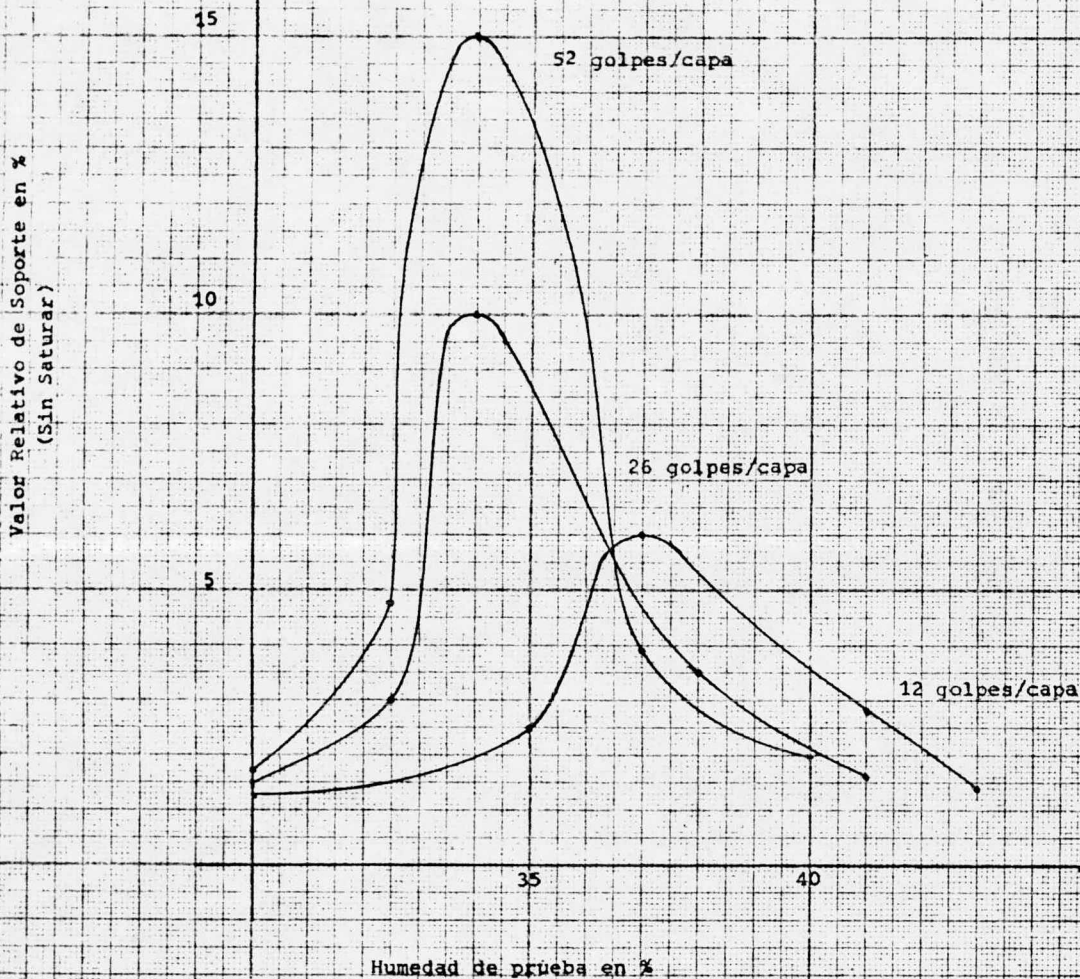
26 golpes/capa

12 golpes/capa

Sin Saturar

Humedad de prueba en %

ARCILLA EXPANSIVA SIN CAL  
(CUERPO DE INGENIEROS)



# CONSOLIDACION CONTENIDO DE HUMEDAD Y CALCULOS

OBRA: ING. JESUS MIRANDA A.

LOCALIZACION: ZONA IND. QUERETARO

SONDEO NUM.: \_\_\_\_\_

FECHA: 13-VIII-85

MUESTRA NUM.: \_\_\_\_\_ PROF: \_\_\_\_\_

OPERADOR: C. GOMEZ TAGLE

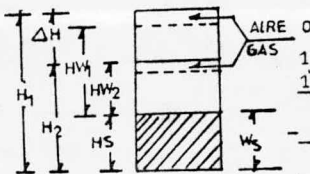
DESCRIPCION: 95% COMP. SIN CAL.

CALCULO: J. JESUS MIRANDA AGUIRRE

SATURACION BAJO CARGA CON 1 TON/M2

DETERMINACION DE W	AL PRINCIPIO DE LA PRUEBA			AL FINAL DE LA PRUEBA	
ANILLO Y VIDRIO	3 - 3	27	108		
PESO TARA + SUELO HUMEDO	364.60	85.15	92.25	379.70	
PESO TARA + SUELO SECO	337.99	72.96	79.31	337.99	
PESO DEL AGUA	26.61	12.19	12.94	41.71	
PESO TARA	241.48	20.89	20.85	241.48	
PESO SUELO SECO $W_s$	96.51	52.07	58.46	96.51	
CONTENIDO DE AGUA $W\%$	$W_1$ 27.6%	$W_1$ 23%	22%	$W_2$ 43%	$W_2$
W% PROMEDIO					

ANILLO N° 3 DIAMETRO DEL ANILLO 7.97 cm AREA DEL ANILLO A 50 cm<sup>2</sup>  
 ALTURA DEL ANILLO ALTURA DE LA MUESTRA AL PRINCIPIO DE LA PRUEBA  $H_1$  15 mm



PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS  $s_s$  2.70  
 $12.800$  ALTURA SOLIDOS  $H_3 = \frac{10W_s}{A_s} = \frac{965.10}{113} = 8.541$  mm  
 $11.545$   
 $1.255$  VARIACION EN LA ALTURA DE LA MUESTRA DEL PRINCIPIO  
 $W_s$   $-0.053$  AL FINAL DE LA PRUEBA  $= \Delta H = 1.202$  mm  
 $1.202$

ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:  $H_2 = H_1 + \Delta H = 15.00 + 1.202 = 16.202$  mm  
 ALTURA INICIAL DEL AGUA:  $HW_1 = W_1 H_3 s_s = 0.276 \times 8.541 \times 2.26 = 6.328$  mm  
 ALTURA FINAL DEL AGUA:  $HW_2 = W_2 H_3 s_s = 0.43 \times 8.541 \times 2.26 = 8.300$  mm  
 RELACION DE VACIOS INICIAL:  $e_1 = \frac{H_1 - H_3}{H_3} = \frac{15 - 8.541}{8.541} = 0.756$   
 RELACION DE VACIOS FINAL:  $e_2 = \frac{H_2 - H_3}{H_3} = \frac{16.202 - 8.541}{8.541} = 0.897$   
 GRADO DE SATURACION INICIAL:  $G_1 = \frac{HW_1}{H_1 - H_3} = \frac{6.328}{15 - 8.541} = 83$   
 GRADO DE SATURACION FINAL:  $G_2 = \frac{HW_2}{H_2 - H_3} = \frac{8.300}{16.259 - 8.541} = 100$

EN EL CALCULO DE RELACIONES DE VACIOS USENSE LOS VALORES SIGUIENTES:  
 $H_3 = 8.541$  mm.  $H_1 = 15$  mm.











Ensaye N° \_\_\_\_\_

Sondeo N° \_\_\_\_\_

Muestra N° \_\_\_\_\_

Prof. (m) \_\_\_\_\_

P (Kg/cm²) \_\_\_\_\_  
AP (Kg/cm²) \_\_\_\_\_  
Lectura inicial \_\_\_\_\_

5 seg. 10 15 30 1 min 2 4 8 15 30 60 120 240

GRAFICA  
TIEMPO-DEFORMACION

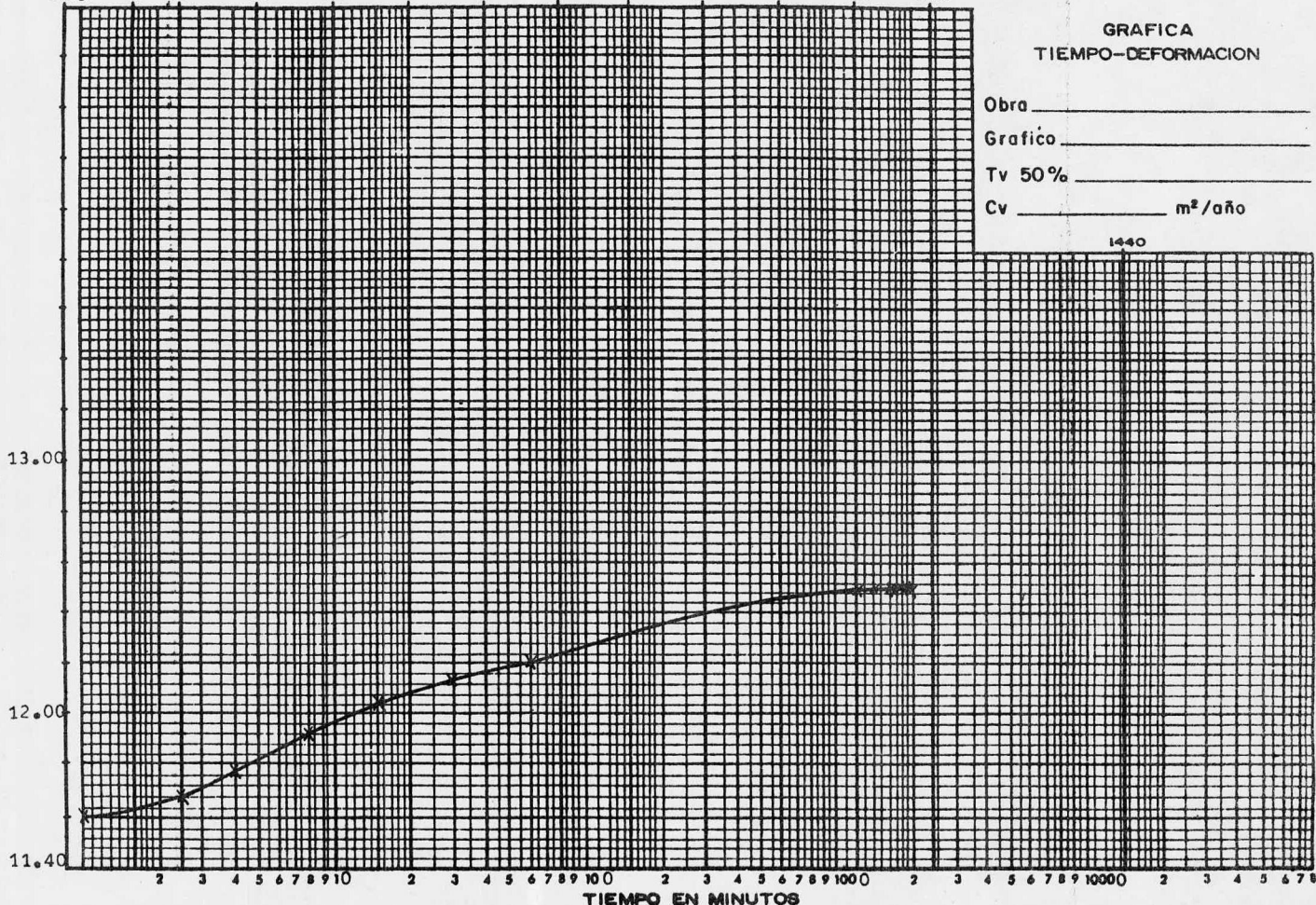
Obra \_\_\_\_\_

Grafico \_\_\_\_\_

Tv 50% \_\_\_\_\_

Cv \_\_\_\_\_ m²/año

DEFORMACION EN MILIMETROS



1440

TIEMPO EN MINUTOS

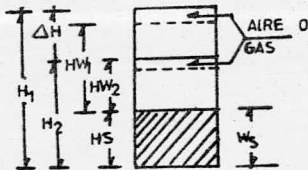
# CONSOLIDACION CONTENIDO DE HUMEDAD Y CALCULOS

**OBRA:** ING. J. JESUS MIRANDA AGUIRRE  
**LOCALIZACION:** ZONA INDUSTRIAL QUERETARO  
**SONDEO NUM.:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_  
**MUESTRA NUM.:** \_\_\_\_\_ **PROF.:** \_\_\_\_\_ **OPERADOR:** C. GOMEZ TAGLE  
**DESCRIPCION:** 95% COMP. SIN CAL **CALCULO:** J. JESUS MIRANDA AGUIRRE  
**SATURACION BAJO CARGA O TONL/M2**

(Expansión Libre)

DETERMINACION DE W	AL PRINCIPIO DE LA PRUEBA			AL FINAL DE LA PRUEBA		
ANILLO Y VIDRIO	Der - 13	106	107			
PESO TARA + SUELO HUMEDO	682.00	106.33	112.95	713.02		
PESO TARA + SUELO SECO	651.00	83.30	95.02	651.00		
PESO DEL AGUA	31.00	23.03	17.93	62.02		
PESO TARA	526.86	19.80	22.30	526.86		
PESO SUELO SECO $W_s$	124.14	63.50	72.72	124.14		
CONTENIDO DE AGUA $W\%$	$W_1$ 25%	$W_4$ 36%	25%	$W_2$ 50%	$W_2$	
W% PROMEDIO						

**ANILLO Nº** 13 **DIAMETRO DEL ANILLO** 7.97 cm **AREA DEL ANILLO A** 50 cm<sup>2</sup>  
**ALTURA DEL ANILLO** 20 mm **ALTURA DE LA MUESTRA AL PRINCIPIO DE LA PRUEBA**  $H_1$



**PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS  $s_s$**  2.26  
**ALTURA SOLIDOS  $H_s = \frac{10W_s}{A s_s}$**   $\frac{12464}{113} = \frac{10.986}{113}$  mm  
**VARIACION EN LA ALTURA DE LA MUESTRA DEL PRINCIPIO AL FINAL DE LA PRUEBA =  $\Delta H =$**  3.242 mm

**ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:**  $H_2 = H_1 - \Delta H =$  20 + 3.242 = 23.242 mm  
**ALTURA INICIAL DEL AGUA:**  $HW_1 = W_1 H_s s_s =$  0.25 x 10.986 x 2.26 = 6.207  
**ALTURA FINAL DEL AGUA:**  $HW_2 = W_2 H_s s_s =$  0.50 x 10.986 x 2.26 = 12.414  
**RELACION DE VACIOS INICIAL:**  $e_1 = \frac{H_1 - H_s}{H_s} =$   $\frac{20 - 10.986}{10.986} = 0.821$   
**RELACION DE VACIOS FINAL:**  $e_2 = \frac{H_2 - H_s}{H_s} =$   $\frac{(20 + 3.242) - 10.986}{10.986} = 1.116$   
**GRADO DE SATURACION INICIAL:**  $G_1 = \frac{HW_1}{H_1 - H_s} =$   $\frac{6.207}{20 - 10.986} = 69$   
**GRADO DE SATURACION FINAL:**  $G_2 = \frac{HW_2}{H_2 - H_s} =$   $\frac{12.414}{23.242 - 10.986} = 100$

**EN EL CALCULO DE RELACIONES DE VACIOS USENSE LOS VALORES SIGUIENTES:**  
 $H_s =$  10.986 mm.  $H_1 =$  20 mm.

## CONSOLIDACION (REGISTRO DE CARGA)

OBRA: ING. J. JESUS MIRANDA A. LOCALIZACION: ZONA IND. QUERETARO SONDEO N° _____ ENSAYE N° _____ MUESTRA N° _____ PROF.: _____ DESCRIPCION: 95% COMP. SIN CAL SATURACION BAJO CARGA O TON/M2 (EXPANSTION LIBRE)						CONSOLIDOMETRO N° _____ DERECHO FECHA: _____ OPERADOR: GOMEZ TAGLE CALCULO: J. JESUS MIRANDA AGUIRRE.					
FECHA	TIEMPO	TEMP.	CARGA	TIEMPO TRANS- CURRIDO	LECTURA MICRO- METRO	FECHA	TIEMPO	TEMP.	CARGA	TIEMPO TRANS- CURRIDO	LECTURA MICRO- METRO
	Hrs. min.	°C	Kg.	min.	mm.		Hrs. min.	°C	Kg.	min.	mm.
150885	13:45			0 SEG.	16.501	220885	9:00			9795	19.550
				5	16.660	"	12:00			9975	19.542
				10	16.770	"	15:00			10155	19.535
				15	16.840						
				30	17.040						
	13:46			1 MIN.	17.230	230885	9:00			11235	19.600
	13:47			2	17.470	"	12:00			11415	19.600
	13:49			4	17.700	"	15:00			11595	19.598
	13:58			8	17.920						
	14:00			15	18.120						
	14:15			30	18.280	260885	9:00			15555	19.685
	14:45			60	18.444	"	12:00			15735	19.684
						"	15:00			15915	19.680
160885	9:00			1155	18.973						
	12:00			1335	18.977	280885	9:00			17595	19.729
	15:00			1515	18.988		12:00			17775	19.721
							15:00			17955	19.721
190885	9:00			5475	19.364						
	12:00			5655	19.362	280885	9:00			18435	19.750
	15:00			5835	19.358		12:00			18615	19.751
							15:00			18795	19.750
200885	9:00			6915	19.439						
	12:00			7095	19.438	290885	9:00			19875	19.750
	15:00			7275	19.429		12:00			10055	19.750
							15:00			20235	19.742
210885	9:00			8355	19.500						
	12:00			8535	19.493	300885	9:00			21315	19.750
	15:00			8715	19.490		12:00			21495	19.748
							15:00			21675	19.742
						020985	12:00			24375	19.743

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

## CONSOLIDACION (RESUMEN DE DATOS Y CALCULOS)

OBRA: _____	DURACION DE LA PRUEBA: _____
LOCALIZACION: ZONA IND. QUERETARO	INTERVALO DE TIEMPO ENTRE INCREMENTOS DE CARGA USADO EN LOS CALCULOS: _____
SONDEO N°: _____	$H_1 = 10.986$ mm. $H_2 =$ _____ mm.
MUESTRA N°: _____ PROF.: _____	FECHA: 5 DE SEPTIEMBRE DE 1985
DESCRIPCION: 95% DE COMP. SIN CAL (EXPANSION LIBRE)	OPERADOR: C. GOMEZTAGLE
	CALCULO: J. JESUS MIRANDA AGUIRRE.

FECHA EN QUE SE APLICO EL INCREMENTO DE CARGA	TIEMPO TRANSCURRIDO PARA CADA INCREMENTO DE CARGA	CARGA P	PRESION P	LECTURA MICRO-METRO	DEFOR-MACION $\delta'$	CORREC-CION POR COMPRESION DEL APARATO	DEFOR-MACION CORREGIDA $\delta$	$\frac{\delta}{H_1}$	RELACION DE VACIOS e	CONTENIDO DE AGUA
										$W = \frac{e}{S_1}$
	Hs.	Kg.	Kg/cm <sup>2</sup>	mm.	mm.	mm.	mm.			%
150885	0 SEG.	0	0	16.501	0	0	0			
	5	"	"	16.660	0.159	"	0.159	0.0145	0.836	37
	10	"	"	16.770	0.269	"	0.269	0.0245	0.846	37
	15	"	"	16.840	0.339	"	0.339	0.0309	0.852	38
	30	"	"	17.040	0.539	"	0.539	0.0491	0.870	39
	1 MIN.	"	"	17.230	0.729	"	0.729	0.0664	0.887	39
	2	"	"	17.470	0.969	"	0.969	0.0882	0.909	40
	4	"	"	17.700	1.199	"	1.199	0.1091	0.930	41
	8	"	"	17.920	1.419	"	1.419	0.1292	0.950	42
	15	"	"	18.120	1.619	"	1.619	0.1474	0.968	43
	30	"	"	18.280	1.779	"	1.779	0.1619	0.983	44
	60	"	"	18.444	1.943	"	1.943	0.1769	0.998	44
160885	1155	"	"	18.973	2.472	"	2.472	0.2250	1.046	46
	1335	"	"	18.977	2.476	"	2.476	0.2254	1.046	46
	1515	"	"	18.988	2.487	"	2.487	0.2264	1.047	46
190885	5475	"	"	19.364	2.863	"	2.863	0.2606	1.082	48
	5655	"	"	19.362	2.861	"	2.861	0.2604	1.081	48
	5835	"	"	19.358	2.857	"	2.857	0.2601	1.081	48
200885	6915	"	"	19.439	2.938	"	2.938	0.2674	1.088	48
	7095	"	"	19.438	2.937	"	2.937	0.2673	1.088	48
	7275	"	"	19.429	2.928	"	2.928	0.2665	1.088	48
210885	8355	"	"	19.504	3.003	"	3.003	0.2733	1.094	48
	8535	"	"	19.493	2.992	"	2.992	0.2723	1.093	48
	8715	"	"	19.490	2.989	"	2.989	0.2721	1.093	48
220885	9795	"	"	19.550	3.049	"	3.049	0.2775	1.099	49
	9975	"	"	19.542	3.041	"	3.041	0.2768	1.098	49
	10155	"	"	19.535	3.034	"	3.034	0.2762	1.097	49
230885	11235	"	"	19.600	3.099	"	3.099	0.2821	1.103	49
	11415	"	"	19.600	3.099	"	3.099	0.2821	1.103	49
	11595	"	"	19.598	3.097	"	3.097	0.2819	1.103	49

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



Sondeo N° 95% COMP.

Muestra N° SIN CAL.

Prof. (m) \_\_\_\_\_

20.00

5 seg. 10 15 30 1 min 2 4 8 15 30 60 120 240

19.00

DEFORMACION EN MILIMETROS

GRAFICA  
TIEMPO-DEFORMACION

Obra \_\_\_\_\_

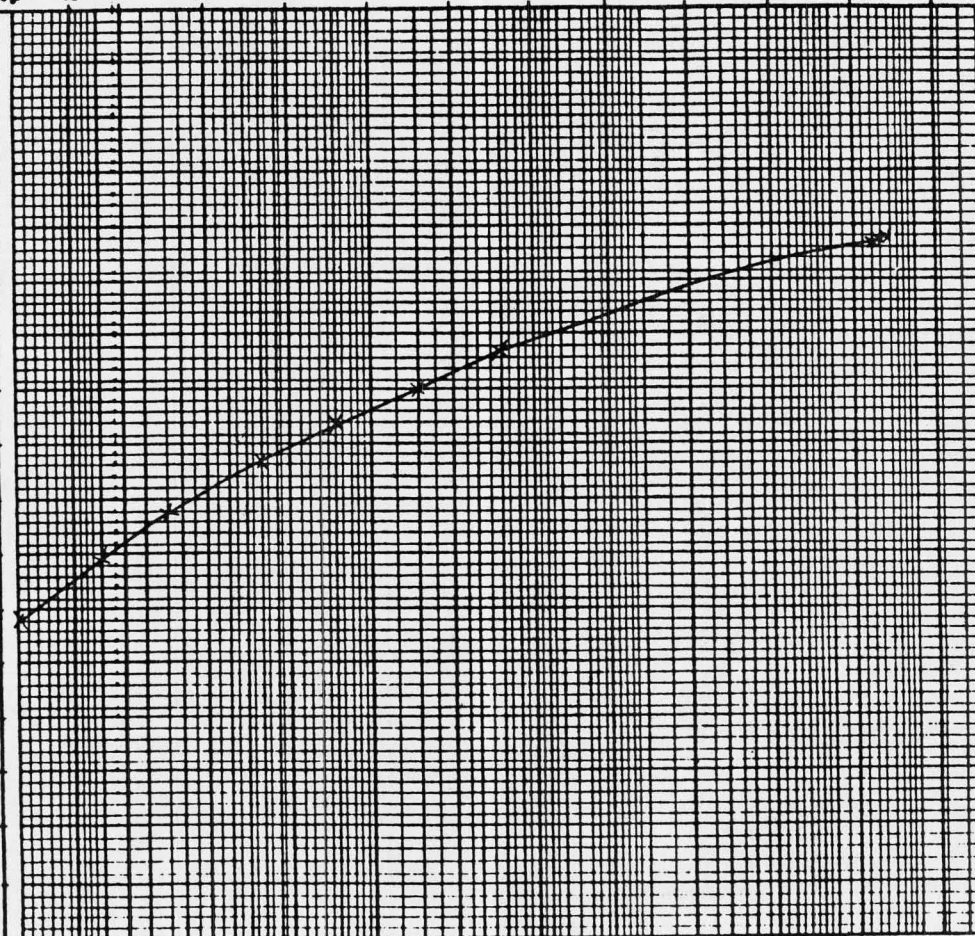
Gráfico \_\_\_\_\_

Tv 50% \_\_\_\_\_

Cv \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>/año

17.00

16.00



1440

TIEMPO EN MINUTOS



# COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA

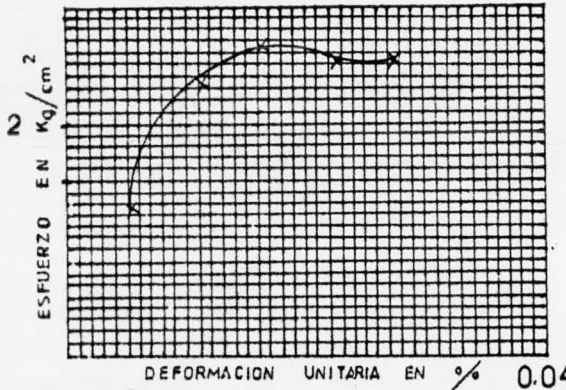
FECHA: 19/VIII/85  
 LOCALIZACION: ZONA IND. QUERETARO OPERADOR: PEDRO Y RAYMUNDO  
 SONDEO N°: ENSAYE N°:  
 MUESTRA N°: PROF.:  
 DESCRIPCION: ARCILLA EXP. CON 95% COMP. CALCULO: J. JESUS MIRANDA A.  
 SIN CAL.

**MEDIDAS DE LA MUESTRA:**  
 $A_s = 9.73 \text{ cm}^2$   
 $A_c = 9.73 \text{ cm}^2$   
 $A_i = 9.73 \text{ cm}^2$   
 $A_m = \frac{A_s + 4A_c + A_i}{6} = 9.73 \text{ cm}^2$   
 $W_i = 144.50 \text{ gr}$   
 $V_t = 87.28 \text{ cm}^3$   
 $\gamma_m = 1656 \text{ Ton/m}^3$   
 $\gamma = 9.73 \text{ cm}^2$

VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA:  $\dot{\gamma} = 0.5 \text{ Kg/cm}^2$

TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO DESVIADOR	CONTENIDO DE AGUA
MIN	Kg	mm	mm			cm <sup>2</sup>	Kg	
	12.0		0.5	0.0056	0.9944	9.785	1.226	CAPSULA N° 199
	23.2		1.0	0.0111	0.9888	9.840	2.358	PESO CAP+S. h 166.24
	26.4		1.5	0.0167	0.9833	9.895	2.668	PESO CAP+S. S. 127.49
	21.0		2.0	0.0222	0.9777	9.952	2.110	PESO AGUA 38.75
	21.0		2.5	0.0279	0.9721	10.008	2.098	PESO CAPSULA 25.53
								PESO SUELO SECO 101.97
								W % 38%

$e = \frac{V_i}{V_s} - 1$   
 $V_s = \frac{W_s}{\gamma_s} = \dots$   
 $e_i = \dots - 1 = \dots$   
 $e_i = \frac{S_s \gamma_w \gamma_s}{\gamma_s} = \dots$   
 $S_s \gamma_w = \dots - \gamma_s = \dots$   
 $e_i = \dots = \dots$   
 $G_w = \frac{W \times S_s}{e} = \dots$   
 $G_w = \dots = \%$



NOTA: AREA CORREG. =  $\frac{A_m}{1 - DEF. UNIT.}$   
 ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

# COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA

**OBRA:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** 28/XI/85  
**LOCALIZACION:** ZONA IND. QUERETARO **OPERADOR:** PEDRO Y RAYMUNDO  
**SONDEO N°:** \_\_\_\_\_ **ENSAYE N°:** \_\_\_\_\_  
**MUESTRA N°:** \_\_\_\_\_ **PROF:** \_\_\_\_\_ **J. JESUS MIRANDA A.**  
**DESCRIPCION:** 95% COMP. SIN CAL. **CALCULO:** \_\_\_\_\_

**MEDIDAS DE LA MUESTRA:**  
 $D_s$  3.57 cm      $A_s$  10.00 cm<sup>2</sup>      $W_i$  146.89 gr  
 $D_c$  3.56 cm      $A_c$  9.95 cm<sup>2</sup>      $V_t$  89.00 cm  
 $D_i$  3.57 cm      $A_i$  10.00 cm<sup>2</sup>      $\gamma_m$  1.65 Ton/m<sup>3</sup>  
 $H_m$  8.93 cm      $A_m$   $A_s + 4A_c + A_i = 59.80$       $\gamma_j = 9.97$  cm<sup>2</sup>  
**VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA:** 0.5      $\gamma_j = 1.0$  Kg/cm<sup>2</sup>

TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO DESVIADOR	CONTENIDO DE AGUA	
								MIN	Kg
9.2			0.5	0.0056	0.9944	10.0261	0.92	CAPSULA N°	153
17.4			1.0	0.0112	0.9888	10.0829	1.73	PESO CAP+S. h	168.28
23.6			1.5	0.0168	0.9832	10.1404	2.33	PESO CAP+S.S.	132.88
27.6			2.0	0.0224	0.9776	10.1984	2.69	PESO AGUA	35.45
29.2			2.5	0.0280	0.9720	10.2572	2.85	PESO CAPSULA	14.66
26.4			3.0	0.0336	0.9664	10.3166	2.56	PESO SUELO SECC	118.17
26.4			3.5	0.0392	0.9608	10.3768	2.54	W %	30

$$e_i = \frac{V_i - 1}{V_s}$$

$$V_s = \frac{W_s}{S_s} = \dots$$

$$e_i = \dots - 1 = \dots$$

$$e_i = \frac{S_s \gamma_w \gamma_s}{\gamma_s}$$

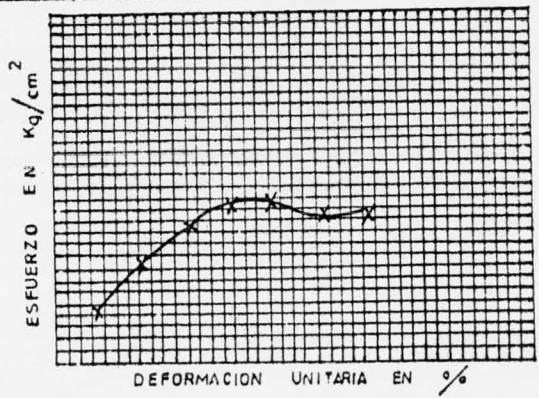
$$S_s \gamma_w = \dots \gamma_s = \dots$$

$$e_i = \dots = \dots$$

$$G_w = \frac{W \times S_s}{e}$$

$$G_w = \dots = \%$$

**NOTA:** AREA CORREG. =  $\frac{A_m}{1 - DEF UNIT.}$   
**ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:**



**OBSERVACIONES:** \_\_\_\_\_

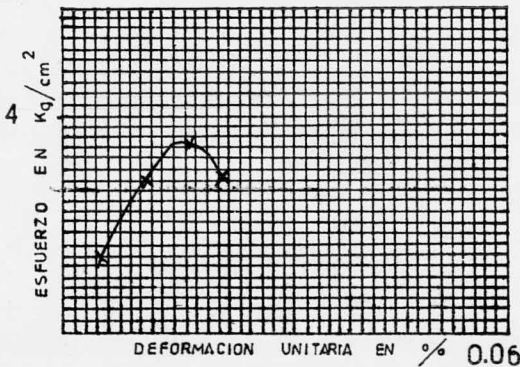
# COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA

OBRA: \_\_\_\_\_ FECHA: 27/XI/85  
 LOCALIZACION: ZONA INDUSTRIAL QUERETARO OPERADOR: PEDRO Y RAYMUNDO  
 SONDEO N°: \_\_\_\_\_ ENSAYE N°: \_\_\_\_\_  
 MUESTRA N°: \_\_\_\_\_ PROF: \_\_\_\_\_  
 DESCRIPCION: ARCILLA EXP. CON 95% COMP. CALCULO: J. JESUS MIRANDA A.  
 SIN CAL.

MEDIDAS DE LA MUESTRA:  
 $D_s$  3.53 cm  $A_s$  9.79 cm<sup>2</sup>  $w_i$  153.30 gr  
 $D_c$  3.56 cm  $A_c$  9.95 cm<sup>2</sup>  $v_t$  89.47 cm  
 $D_i$  3.57 cm  $A_i$  10.00 cm<sup>2</sup>  $\gamma_m$  1.71 Ton/m<sup>3</sup>  
 $H_m$  9.01 cm  $A_m$   $A_s + 4A_c + A_i$  = 9.93 cm<sup>2</sup>  
 VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA: 0.5  $\sqrt{p}$  = 1.5 Kg/cm<sup>2</sup>

TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO DESVIADOR	CONTENIDO DE AGUA	
MIN	Kg	mm	mm			cm <sup>2</sup>	Kg		
	14.2		0.5	0.0055	0.9945	9.9854	1.42	CAPSULA N°	131
	29.0		1.0	0.0111	0.9889	10.0415	2.89	PESO CAP+S, tv	175.20
	35.0		1.5	0.0166	0.9834	10.0981	3.47	PESO CAP+S. S.	121.95
	30.0		2.0	0.0222	0.9778	10.1555	2.95	PESO AGUA	53.25
								PESO CAPSULA	22.29
								PESO SUELO SECC	99.66
								W %	53%

$e_i = \frac{V_i}{V_s} - 1$   
 $V_s = \frac{W_s}{S_s} = \dots$   
 $e_i = \dots - 1 = \dots$   
 $e_i = \frac{S_s \Delta W}{\gamma_s}$   
 $S_s \Delta W = \dots \Delta W = \dots$   
 $e_i = \dots = \dots$   
 $G_{wi} = \frac{W}{e} \times S_s$   
 $G_{wi} = \dots = \%$



NOTA: AREA CORREG. =  $\frac{A_m}{1 - DEF. UNIT.}$   
 ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

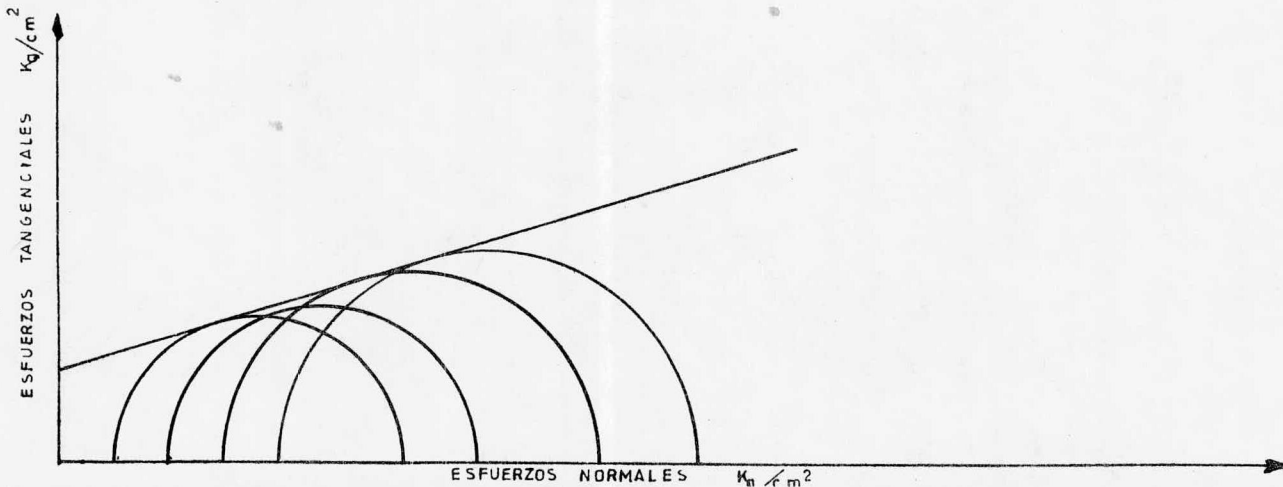


# CIRCULOS DE MOHR COMPRESION TRIAXIAL

DESCRIPCION DE LA MUESTRA <u>95% COMP. SIN CAL.</u>	ENSAVE N° _____
ESTUDIO POR EFECTUAR _____	FECHA DE INICIACION <u>28/XI/85</u>
PROCEDENCIA <u>ZONA INDUSTRIAL DE QUERETARO</u>	FECHA DE TERMINACION <u>28/XI/85</u>
LABORATORISTA <u>RAYMUNDO Y PEDRO.</u>	

SONDEO N° _____	MUESTRA N° _____	PROFUNDIDAD _____	m
TIPO DE PRUEBA: RAPIDA (R) <input checked="" type="checkbox"/> CONSOLIDADA RAPIDA (R) <input type="checkbox"/> LENTA (L) <input type="checkbox"/> OPERADOR: _____		CALCULO: <u>JESUS MIRANDA</u>	

PRUEBA N°	W <sub>i</sub> %	W <sub>f</sub> %	e <sub>i</sub> %	e <sub>f</sub> %	G <sub>i</sub> %	G <sub>f</sub> %	√ <sub>3</sub> / cm <sup>2</sup> K <sub>0</sub> / cm <sup>2</sup>	√ <sub>1</sub> - √ <sub>3</sub> / cm <sup>2</sup> K <sub>0</sub> / cm <sup>2</sup>	σ <sub>1</sub> / cm <sup>2</sup> K <sub>0</sub> / cm <sup>2</sup>	PARAMETROS DE RESISTENCIA	ESCALA: 1 cm = 0.5 kg/cm <sup>2</sup> s <sub>s</sub> = 2.26
1							1.0	2.85	1650	φ = 16°  c = 8.5 T/m <sup>2</sup>	
2							1.5	3.48	1620		
3							2.0	3.87	1670		
4											
5											
6											



ANEXO 2

· GRAFICAS DE ENSAYES DE LABORATORIO CON CAL.

## LIMITE DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL

OBRA: _____ LOCALIZACION: ZONA IND. QUERETARO _____ SONDEO NUM. _____ ENSAYE NUM. _____ MUESTRA NUM. _____ PROF: _____ DESCRIPCION: MATERIAL QUE PASA LA MALLA N <sup>o</sup> . 4 CON 4% CAL. _____	FECHA: 10/JUL/85 _____ OPERADOR: C. FRANCISCO PEÑA _____ CALCULO: J. JESUS MIRANDA AGUIRRE _____
--	--

### LIMITE LIQUIDO

PRUEBA NUM.	CAPSULA NUM.	NUMERO DE GOLPES		PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	PESO CAPSULA + SUELO SECO	PESO DEL AGUA	PESO DE LA CAPSULA	PESO DEL SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA (W)
				gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	%
	102	34	35	38.633	35.188	3.445	29.804	5.384	64
	77	24	25	41.488	37.365	4.123	31.104	6.261	66
	93	16	17	41.066	36.951	4.115	30.928	6.023	68
	115	7	8	40.496	36.207	4.289	30.377	5.830	74

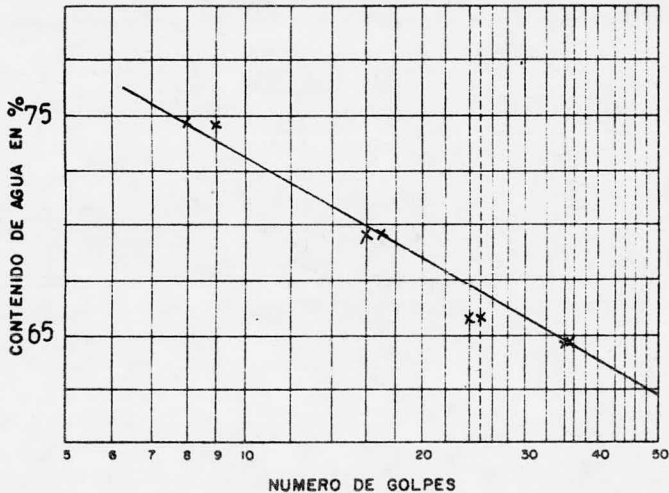
### LIMITE PLASTICO

	108		33.569	32.602	0.967	30.259	2.343	41
	110		34.463	33.344	1.119	30.610	2.734	41

### HUMEDAD NATURAL

--	--	--	--	--	--	--	--	--

BARRA N<sup>o</sup>. 97



W = \_\_\_\_\_ %

LL = 66 %

LP = 41 %

I<sub>p</sub> = 25 %

C<sub>R</sub> =  $\frac{LL - W}{I_p}$  = \_\_\_\_\_

F<sub>w</sub> = \_\_\_\_\_ %

T<sub>w</sub> =  $\frac{I_p}{f_w}$  = \_\_\_\_\_

CLASIF. SUCS. \_\_\_\_\_

CONTRACCION LINEAL

L<sub>I</sub> = 99.5 cm.

L<sub>F</sub> = 88.5 cm.

CL = 11%

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

## LIMITE DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL

<b>OBRA:</b> _____ <b>LOCALIZACION:</b> ZONA IND. QUERETARO _____ <b>SONDEO NUM.</b> _____ <b>ENSAYE NUM.</b> _____ <b>MUESTRA NUM.</b> _____ <b>PROF.:</b> _____ <b>DESCRIPCION:</b> MATERIAL QUE PASA LA MALLA N <sup>o</sup> . 4 CON 6% CAL.	<b>FECHA:</b> 10/JUL/85 _____ <b>OPERADOR:</b> C. FRANCISCO PENA _____ <b>CALCULO:</b> J. JESUS MIRANDA AGUIRRE _____
--	---

### LIMITE LIQUIDO

PRUEBA NUM.	CAPSULA NUM.	NUMERO DE GOLPES		PESO CAPSULA + SUELO HUNEDO	PESO CAPSULA + SUELO SECO	PESO DEL AGUA	PESO DE LA CAPSULA	PESO DEL SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA (W)
				gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	%
	20	34	35	38.755	35.475	3.28	30.182	5.293	62
	56	25	26	39.024	35.904	3.12	31.026	4.878	64
	78	16	17	37.175	33.915	3.26	28.983	4.932	66
	93	7	8	39.210	34.688	3.52	29.585	5.103	69

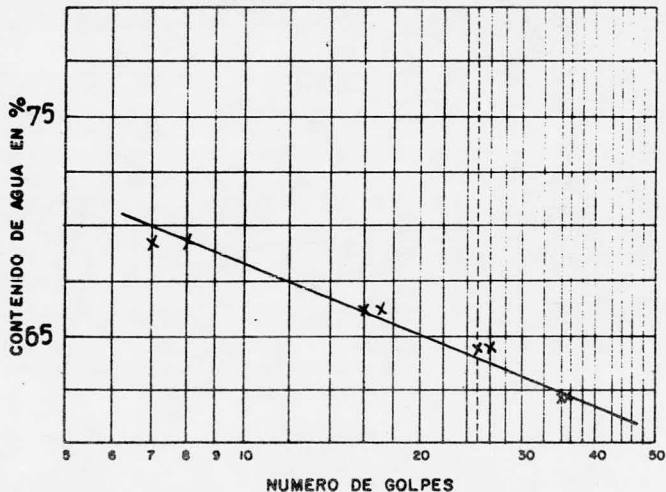
### LIMITE PLASTICO

120	33.475	32.499	0.976	30.176	2.323	42
138	32.919	32.040	0.879	29.897	2.143	41

### HUMEDAD NATURAL

--	--	--	--	--	--	--	--	--

BARRA N<sup>o</sup>. 80



W = \_\_\_\_\_ %

LL = 64 %

LP = 41 %

Ip = 23 %

$C_R = \frac{LL - W}{I_p} =$  \_\_\_\_\_

F<sub>w</sub> = \_\_\_\_\_ %

$T_w = \frac{I_p}{f_w} =$  \_\_\_\_\_

CLASIF. SUCS. \_\_\_\_\_

CONTRACCION LINEAL

LI = 99.5 cm.

LF = 88.0 cm.

CL = 11.5 %

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



## LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL

OBRA: _____ LOCALIZACION: <u>ZONA IND. QUERETARO</u> SONDEO NUM. _____ ENSAYE NUM. _____ MUESTRA NUM. _____ PROF: _____ DESCRIPCION: <u>MATERIAL QUE PASA LA MALLA</u> <u>Nº. 4 CON 8% CAL.</u>	FECHA: <u>10/JUL/85</u> OPERADOR: <u>C. FRANCISCO PEÑA</u> CALCULO: <u>J. JESUS MIRANDA AGUIRRE</u>
--	---

### LIMITE LIQUIDO

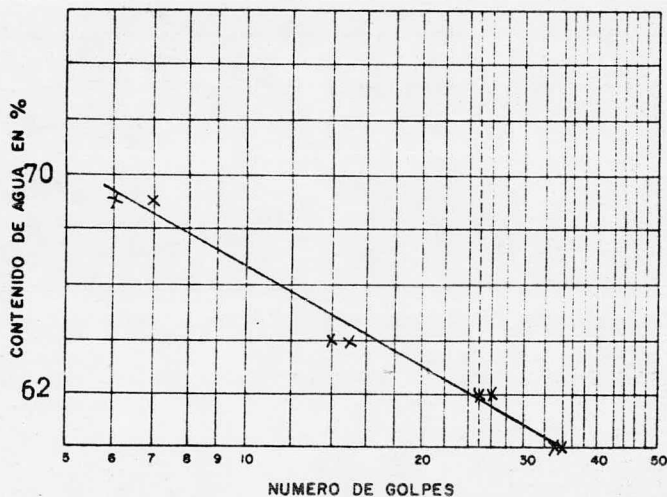
PRUEBA NUM.	CAPSULA NUM.	NUMERO DE GOLPES		PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	PESO CAPSULA + SUELO SECO	PESO DEL AGUA	PESO DE LA CAPSULA	PESO DEL SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA (W)
				gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	%
	134	33	34	41.231	36.934	4.297	29.721	7.213	60
	103	22	23	40.790	36.760	4.030	30.128	6.632	62
	113	14	15	40.248	36.389	3.859	30.324	6.065	64
	111	6	7	40.303	36.246	4.057	30.375	5.871	69

### LIMITE PLASTICO

131	34.433	33.331	1.102	30.618	2.713	41
136	32.748	31.916	0.832	29.842	2.074	40

### HUMEDAD NATURAL


BARRA Nº. 79



W = \_\_\_\_\_ %

LL = 62.0 %

LP = 40 %

IP = 22 %

CR =  $\frac{LL - W}{IP}$  = \_\_\_\_\_

Fw = \_\_\_\_\_ %

Tw =  $\frac{IP}{fw}$  = \_\_\_\_\_

CLASIF. SUCS. \_\_\_\_\_

#### CONTRACCION LINEAL

LI = 99.5 cm.

LF = 90.0 cm.

CL = 9.5%

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

## LIMITE DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL

<b>OBRA:</b> _____ <b>LOCALIZACION:</b> ZONA IND. QUERETARO _____ <b>SONDEO NUM.</b> _____ <b>ENSAYE NUM.</b> _____ <b>MUESTRA NUM.</b> _____ <b>PROF.:</b> _____ <b>DESCRIPCION:</b> MATERIAL QUE PASA LA MALLA N <sup>o</sup> . 4 CON 10% CAL. _____	<b>FECHA:</b> 10/JUL/85 _____ <b>OPERADOR:</b> C. FRANCISCO PEÑA _____ <b>CALCULO:</b> J. JESUS MIRANDA AGUIRRE _____
---	---

### LIMITE LIQUIDO

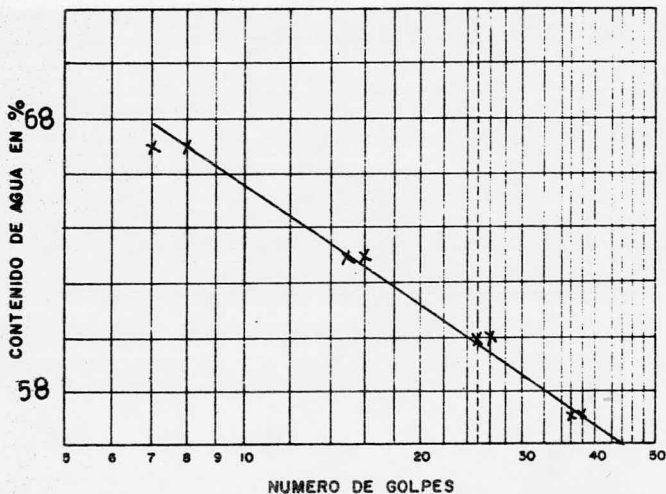
PRUEBA NUM.	CAPSULA NUM.	NUMERO DE GOLPES		PESO CAPSULA + SUELO HUNEDO	PESO CAPSULA + SUELO SECO	PESO DEL AGUA	PESO DE LA CAPSULA	PESO DEL SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA (W)
				gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	%
	43	36	37	40.050	36.494	3.560	30.353	6.141	58
	55	25	26	42.563	39.191	3.372	33.576	5.615	60
	64	15	16	42.391	38.072	4.319	31.219	6.853	63
	100	7	8	40.817	36.336	4.481	29.626	6.71	67

### LIMITE PLASTICO

104		34.564	33.528	1.036	30.862	2.666	39
135		33.255	32.475	0.78	30.435	2.040	38

### HUMEDAD NATURAL


BARRA N<sup>o</sup>. 63



W = \_\_\_\_\_ %

LL = 59 %

LP = 38 %

I<sub>p</sub> = 21 %

C<sub>u</sub> =  $\frac{LL - W}{I_p}$  = \_\_\_\_\_

F<sub>w</sub> = \_\_\_\_\_ %

T<sub>w</sub> =  $\frac{I_p}{f_w}$  = \_\_\_\_\_

CLASIF. SUCS. \_\_\_\_\_

CONTRACCION LINEAL

LI = 99.5 cm.

LF = 90.0 cm.

CL = 9.5%

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

## LIMITE DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL

OBRA: _____ LOCALIZACION: <u>ZONA IND. QUERETARO</u> SONDEO NUM. _____ ENSAYE NUM. _____ MUESTRA NUM. _____ PROF: _____ DESCRIPCION: <u>ARCILLA EXPANSIVA CON 4% DE CAL Y DOS MESES DE SATURACION</u>	FECHA: <u>28-XI-85</u> OPERADOR: <u>C. FRANCISCO PEÑA</u> CALCULO: <u>J. JESUS MIRANDA A.</u>
---	---

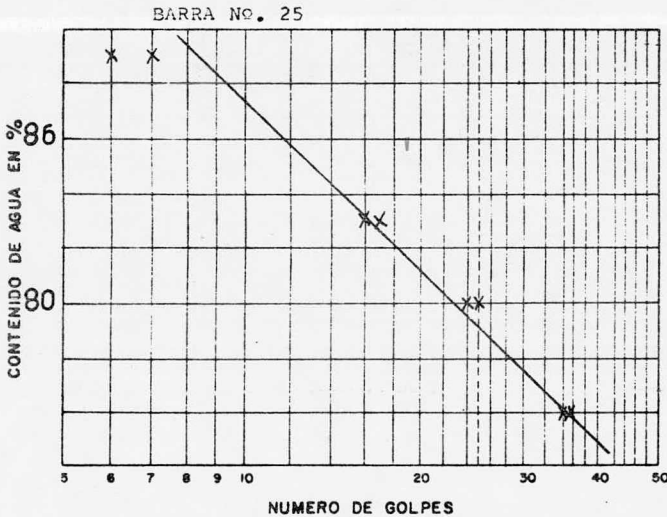
### LIMITE LIQUIDO

PRUEBA NUM.	CAPSULA NUM.	NUMERO DE GOLPES		PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	PESO CAPSULA + SUELO SECO	PESO DEL AGUA	PESO DE LA CAPSULA	PESO DEL SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA (W)
				gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	%
	25	34	35	40.905	36.007	4.898	29.570	6.437	76
	145	24	25	40.707	36.343	4.364	30.885	5.458	80
	188	16	17	39.520	35.025	4.495	29.590	5.435	83
	100	6	7	41.400	35.841	5.559	29.626	6.215	89

### LIMITE PLASTICO

2	33.305	32.298	1.007	29.620	2.678	38
183	32.978	32.022	0.956	29.474	2.548	38

### HUMEDAD NATURAL

W = \_\_\_\_\_ %

LL = 79 %

LP = 38 %

Ip = 41 %

$C_R = \frac{LL - W}{I_p} = \underline{\hspace{2cm}}$

F<sub>w</sub> = \_\_\_\_\_ %

$T_w = \frac{I_p}{f_w} = \underline{\hspace{2cm}}$

CLASIF. SUCS. \_\_\_\_\_

### CONTRACCION LINEAL

LI = 99.00 mm

LF = 85.65 mm

CL = 13.5%

OBSERVACIONES: 4% DE CAL Y 2 MESES DE SATURACION.

## LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL

<b>OBRA:</b> _____ <b>LOCALIZACION:</b> ZONA IND. QUERETARO _____ <b>SONDEO NUM.</b> _____ <b>ENSAYE NUM.</b> _____ <b>MUESTRA NUM.</b> _____ <b>PROF.</b> _____ <b>DESCRIPCION:</b> ARCILLA EXPANSIVA CON 6% DE CAL Y DOS MESES DE SATURACION _____	<b>FECHA:</b> 30-XI-85 _____ <b>OPERADOR:</b> C. FRANCISCO PEÑA _____ <b>CALCULO:</b> J. JESUS MIRANDA ARCE _____
---	---

### LIMITE LIQUIDO

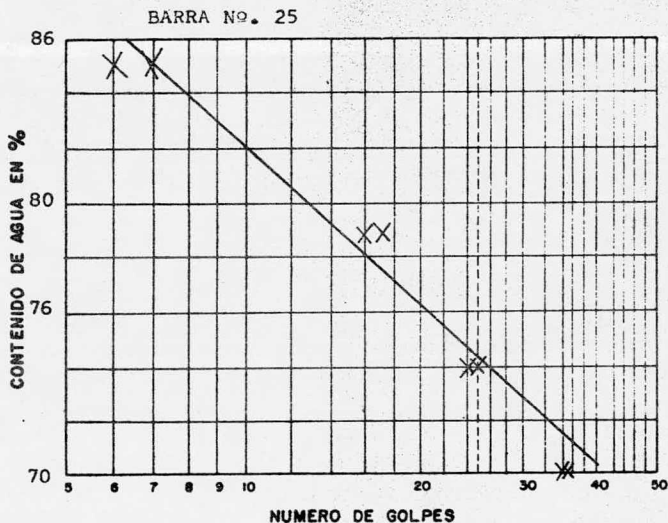
PRUEBA NUM.	CAPSULA NUM.	NUMERO DE GOLPES		PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	PESO CAPSULA + SUELO SECO	PESO DEL AGUA	PESO DE LA CAPSULA	PESO DEL SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA (W)
				gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	%
	25	34	35	39.481	35.400	4.081	29.570	5.83	70
	145	24	25	39.562	35.872	3.690	30.885	4.987	74
	188	16	17	39.056	34.878	4.178	29.590	5.288	79
	100	6	7	38.946	34.664	4.282	29.626	5.038	85

### LIMITE PLASTICO

2		32.843	32.025	0.818	29.620	2.405	34
183		32.563	31.779	0.784	29.474	2.305	34

### HUMEDAD NATURAL

--	--	--	--	--	--	--	--



W = \_\_\_\_\_ %

LL = 74 %

LP = 34 %

Ip = 40 %

$C_R = \frac{LL - W}{I_p} =$  \_\_\_\_\_

F<sub>w</sub> = \_\_\_\_\_ %

$T_u = \frac{I_p}{f_w} =$  \_\_\_\_\_

CLASIF. SUCS. \_\_\_\_\_

CONTRACCION LINEAL

LI = 99.00 mm

LF = 89.76 mm

CL = 9.3%

**OBSERVACIONES:** 6% DE CAL Y 2 MESES DE SATURACION.

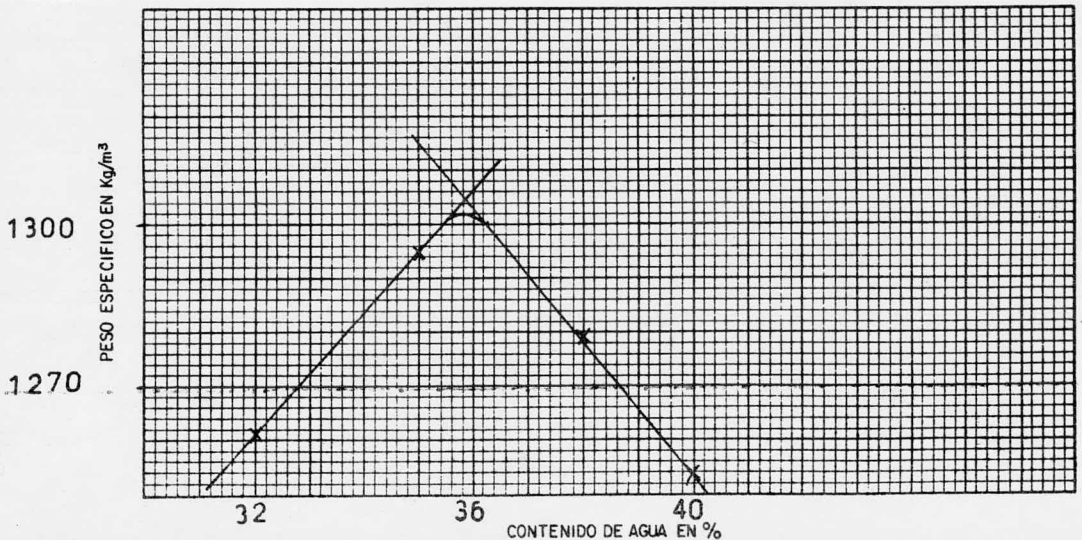
## DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO Y HUMEDAD OPTIMA

DESCRIPCION DE LA MUESTRA <u>ARCILLA EXP. CON 4% CAL. ENSAYE N°</u>	
ESTUDIO QUE SE LE VA A EFECTUAR _____	FECHA DE INICIACION <u>16/JUL/85</u>
PROCEDENCIA <u>ZONA INDUSTRIAL DE QUERETARO</u>	FECHA DE TERMINACION <u>16/JUL/85</u>
	LABORATORISTA <u>C. FRANCISCO PEÑA</u>

TIPO DE PRUEBA PROCTOR CON 4% DE CAL.

NUM. DE CAPAS <u>3</u>	PESO PISON <u>2.5</u>	MOLDE NUM. <u>10</u>	
NUM. DE GOLPES POR CAPA <u>25</u>	ALTURA CAIDA <u>30 cm</u>	VOLUMEN (V) <u>943 cm<sup>3</sup></u>	

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3570	3650	3665	3655			
PESO DEL MOLDE, g	2000	2000	2000	2000			
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)	1570	1650	1665	1655			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, Kg/m <sup>3</sup> ( $\gamma_m = \frac{Wm}{V}$ )	1665	1750	1766	1755			
CAPSULA NUMERO	49	88	156	125			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	170.50	156.60	172.50	133.40			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	143.25	130.80	141.68	112.40			
PESO DEL AGUA, g	27.25	25.80	30.82	21.00			
PESO CAPSULA, g	57.43	56.61	59.60	59.30			
PESO SUELO SECO, g	85.82	74.19	82.08	53.10			
CONTENIDO DE AGUA, % (w)	32	35	38	40			
PESO ESPECIFICO SECO, Kg/m <sup>3</sup> ( $\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1+w}$ )	1261	1296	1279	1254			



$$w_{opt} = 35.5 \%$$

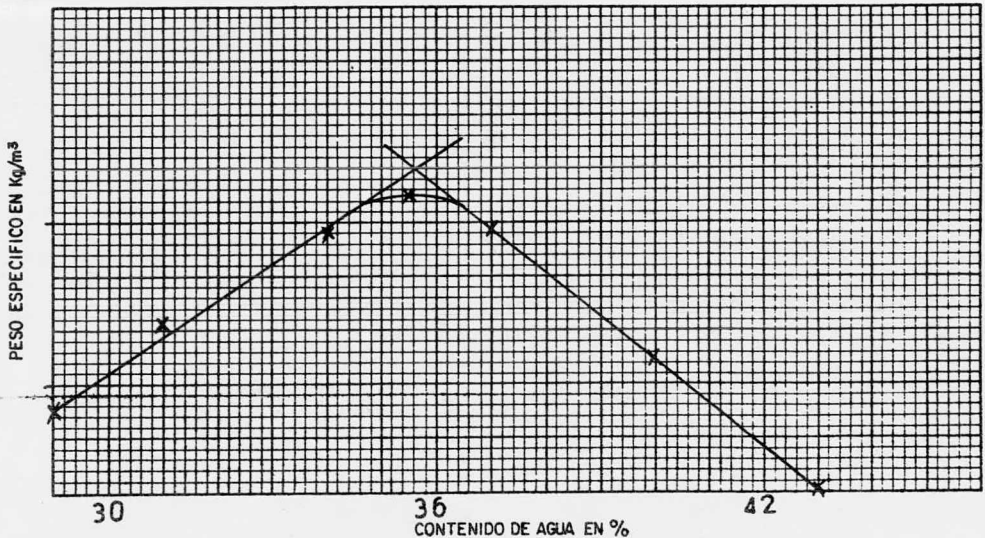
$$\gamma_d \text{ máx.} = 1302 \text{ Kg/m}^3$$

## DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO Y HUMEDAD OPTIMA

DESCRIPCION DE LA MUESTRA <u>ARCILLA EXP. CON 6% CAL</u>	ENSAYE N° _____
ESTUDIO QUE SE LE VA A EFECTUAR _____	FECHA DE INICIACION <u>16/JUL/85</u>
PROCEDENCIA <u>ZONA INDUSTRIAL QUERETARO</u>	FECHA DE TERMINACION <u>16/JUL/85</u>
LABORATORISTA <u>C. FRANCISCO PEÑA</u>	

TIPO DE PRUEBA <u>PROCTOR CON 6% DE CAL</u>	PESO PISON <u>2.5</u>	MOLDE NUM. <u>10</u>
NUM. DE CAPAS <u>3</u>	ALTURA CAIDA <u>30</u>	VOLUMEN (V) <u>943 cm<sup>3</sup></u>
NUM. DE GOLPES POR CAPA <u>25</u>		

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3500	3565	3842	3673	3655	3618	
PESO DEL MOLDE, g	2000	2000	2000	2000	2000	2000	
PESO SUELO HUMEDO, g (w <sub>m</sub> )	1500	1565	1842	1673	1655	1618	
PESO ESPECIFICO HUMEDO, Kg/m <sup>3</sup> ( $\gamma_m = \frac{w_m}{v}$ )	1591	1660	1737	1774	1755	1716	
CAPSULA NUMERO	3	46	50	30	39	59	
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	165.10	150.26	179.26	158.5	151.25	171.20	
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	141.20	128.05	149.25	130.62	125.26	137.30	
PESO DEL AGUA, g	23.90	21.95	30.01	27.88	25.99	33.90	
PESO CAPSULA, g	59.03	58.10	60.85	54.88	59.60	59.20	
PESO SUELO SECO, g	82.17	69.95	88.40	75.74	65.66	78.10	
CONTENIDO DE AGUA, % (w)	29	31	34	37	40	43	
PESO ESPECIFICO SECO, Kg/m <sup>3</sup> ( $\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1+w}$ )	1233	1267	1296	1295	1253	1200	



$$w_{opt} = \underline{35.5} \%$$

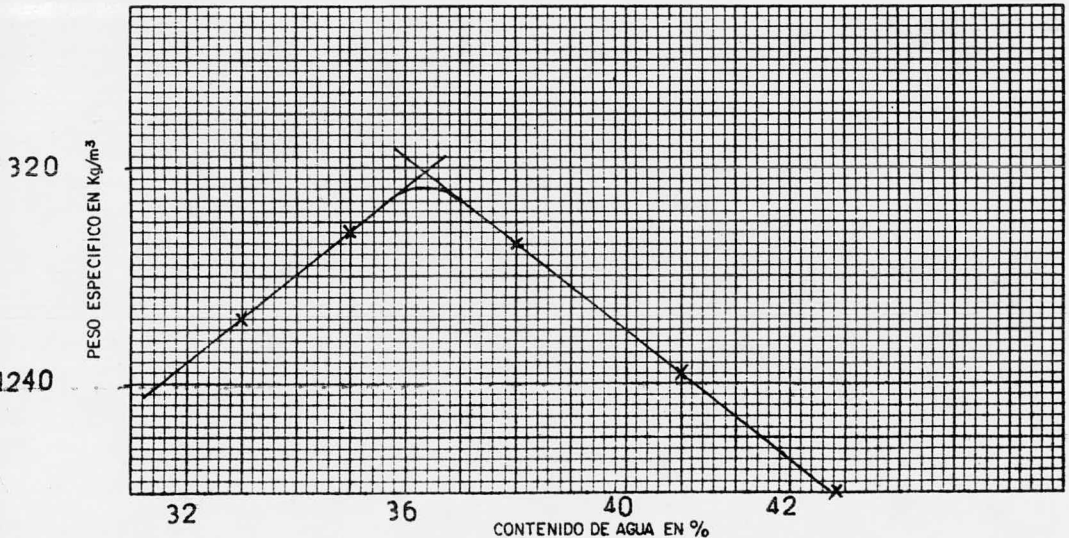
$$\gamma_d \text{ máx.} = \underline{1310} \text{ Kg/m}^3$$

## DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO Y HUMEDAD OPTIMA

DESCRIPCION DE LA MUESTRA <u>ARCILLA EXP. CON 8% CAL</u>	ENSAYE N° _____
ESTUDIO QUE SE LE VA A EFECTUAR _____	FECHA DE INICIACION <u>16/JUL/85</u>
PROCEDENCIA <u>ZONA INDUSTRIAL QUERETARO</u>	FECHA DE TERMINACION <u>16/JUL/85</u>
_____	LABORATORISTA <u>C. FRANCISCO PEÑA</u>

TIPO DE PRUEBA <u>PROCTOR CON 8% DE CAL</u>	_____
NUM. DE CAPAS <u>3</u>	PESO PISON <u>2.5</u>
NUM. DE GOLPES POR CAPA <u>25</u>	ALTURA CAIDA <u>30</u>
_____	MOLDE NUM. <u>10</u>
_____	VOLUMEN (V) <u>943 cm<sup>3</sup></u>

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3575	3640	3670	3640	3620		
PESO DEL MOLDE, g	2000	2000	2000	2000	2000		
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)	1575	1640	1670	1640	1620		
PESO ESPECIFICO HUMEDO, Kg/m <sup>3</sup> ( $\gamma_m = \frac{Wm}{V}$ )	1670	1739	1771	1739	1718		
CAPSULA NUMERO	3	123	157	149	54	74	
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	161.6	141.41	167.60	166.02	168.40		
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	136.45	120.41	138.50	135.46	136.00		
PESO DEL AGUA, g	25.15	21.00	29.10	30.56	32.40		
PESO CAPSULA, g	57.60	58.90	59.35	58.71	59.91	55.69	
PESO SUELO SECO, g	78.85	61.51	79.15	76.75	76.09		
CONTENIDO DE AGUA, % (w)	32	34	37	40	43		
PESO ESPECIFICO SECO, Kg/m <sup>3</sup> ( $\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1+w}$ )	1265	1298	1293	1242	1201		



$$w_{opt} = 35.5 \%$$

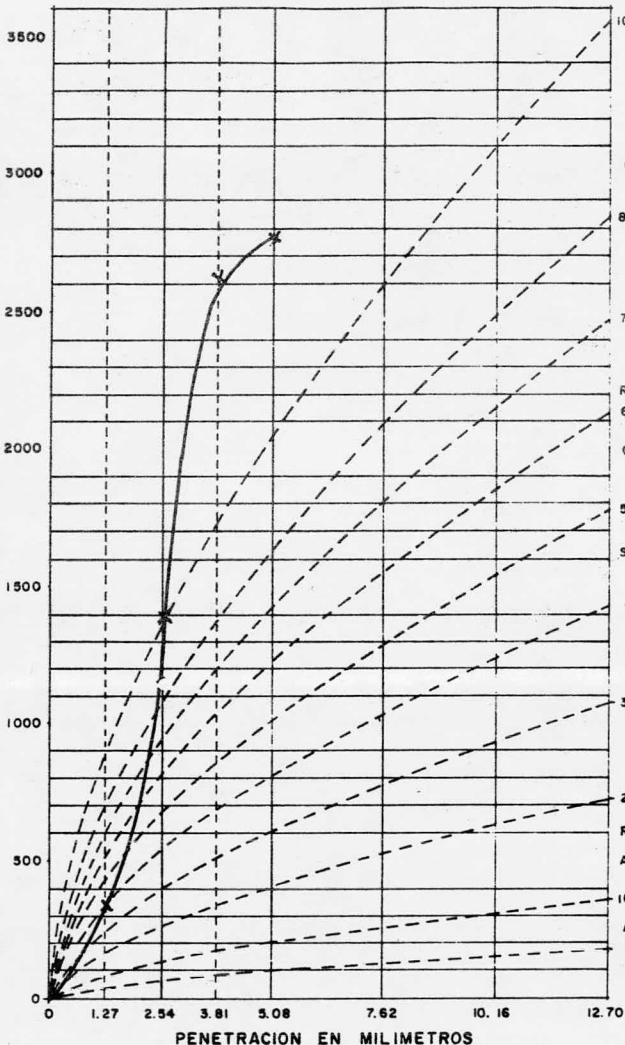
$$\gamma_d \text{ máx} = 1312 \text{ Kg/m}^3$$

ENSAYE \_\_\_\_\_ OPERADOR FRANCISCO PEÑA

FECHA 17/JUL/85

PRUEBA DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE

PORTER SATURADA



P. Seco	3700
P. Húmedo	4000
Agua Agregada	300
Altura Molde	12.7
Altura Faltante	2.2
Altura del Mat.	10.5
Area	193.59
Volumen	2033
P. V. H.	1968
P. V. S.	1562
H. O.	26
% Exp.	1.05
% V.R.S.	99%
1.27 -	320
2.54 -	1400
3.81 -	2650
5.08 -	2770
7.62 -	
10.16 -	
12.70 -	
Molde No.	15
Extensión No.	3
Lectura I =	0.000
Lectura F =	1.105

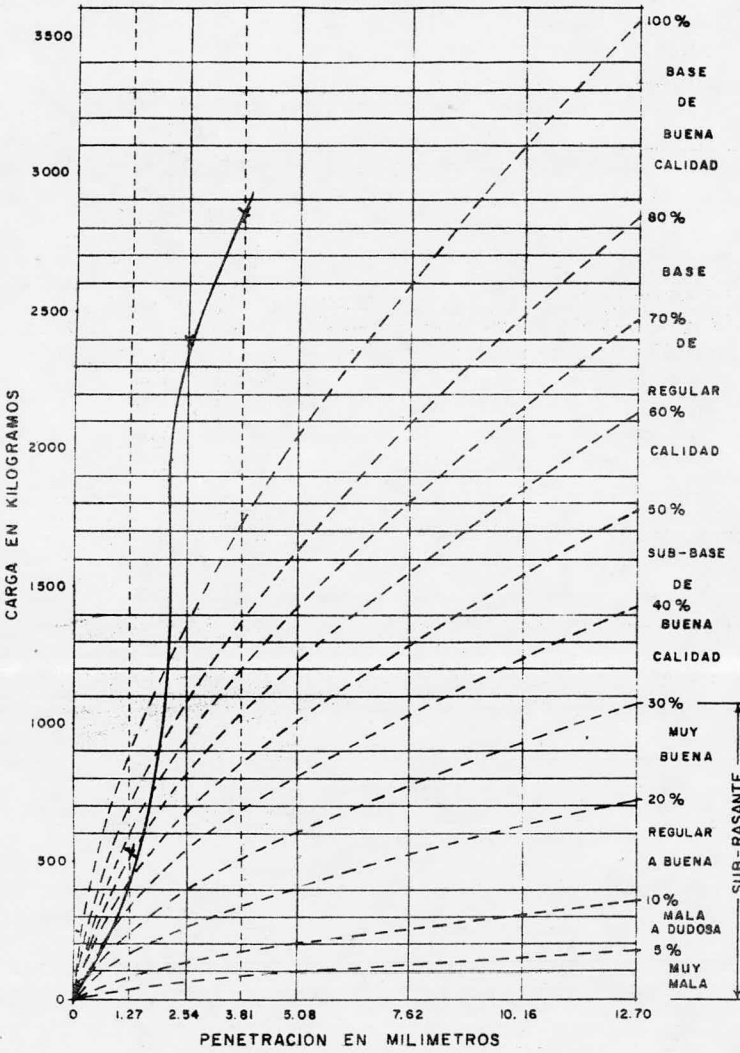
# 74

a - TARA + SUELO HUMEDO	237.48
b - TARA + SUELO SECO	200.30
c - TARA	58.40
d - CONTENIDO DE AGUA a-b	37.18
e - SUELO SECO b-c	141.9
f - % DE HUMEDAD $\frac{d}{e}$	26%



**PRUEBA DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE**

**PORTER SATURADA**



100%	P Seco	3700		
	P Húmedo	4000		
BASE DE BUENA CALIDAD	Agua Agregada	300		
	Altura Molde	12.7		
	Altura Fallante	2.1		
	Altura del Mat.	10.6		
BASE DE REGULAR 60% CALIDAD	Area	193.59		
	Volumen	2052		
	P. V. H.	1949		
	P. V. S.	1547		
	H. O.	26		
SUB-BASE DE BUENA CALIDAD	% Exp.	0.29		
	% V. R. S.	176%		
30% MUY BUENA	1.27 -	580		
	2.54 -	2400		
	3.81 -	2890		
20% REGULAR A BUENA	5.08 -			
	7.62 -			
10% MALA A DUDOSA	10.16 -			
5% MUY MALA	12.70 -			
	Molde No.	8		
	Extensión No.	3		
	Lectura I =	3.000		
	Lectura F =	3.310		

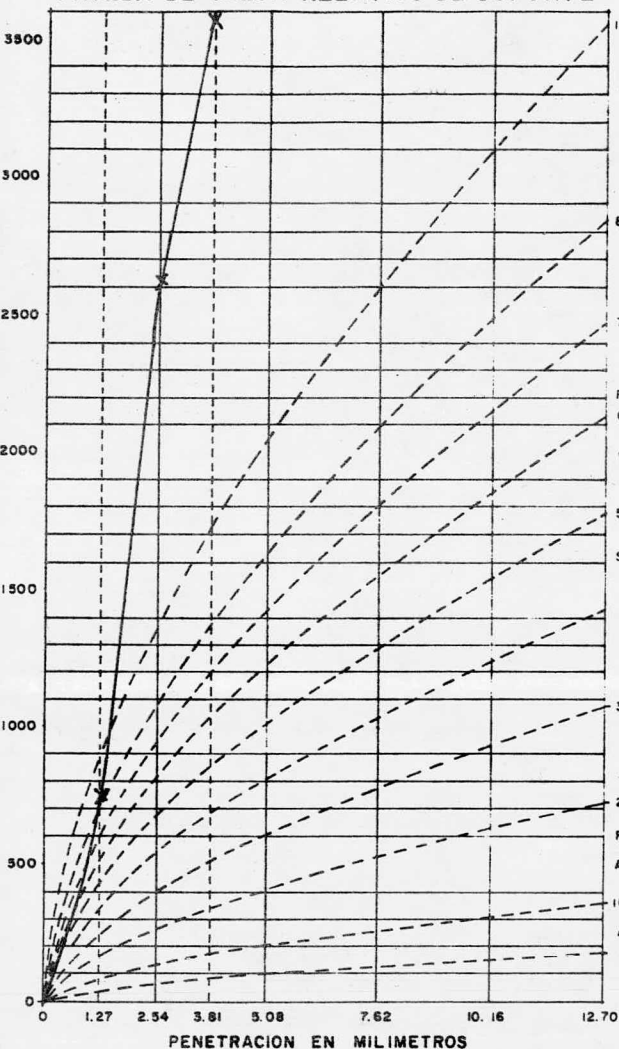
# 49

a - TARA + SUELO HUMEDO	218.9		
b - TARA + SUELO SECO	185.40		
c - TARA	57.80		
d - CONTENIDO DE AGUA a-b	33.5		
e - SUELO SECO b-c	127.60		
f - % DE HUMEDAD $\frac{d}{e}$	26%		

ENSAYE \_\_\_\_\_ OPERADOR FRANCISCO PEÑA

FECHA 17/JUL/85

PRUEBA DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE



PORTER SATURADA

100%	P Seco	3750		
	P Húmedo	4000		
BASE	Agua Agregada	250		
DE	Altura Molde	12.7		
BUENA	Altura Faltante	1.7		
CALIDAD	Altura del Mat.	11.0		
80%	Area	193.59		
BASE	Volumen	2129		
DE	P. V. H.	1878		
REGULAR	P. V. S.	1468		
60%	H. O.	2.8		
CALIDAD	% Exp.	0.12		
50%	% V. R. S.	184%		
SUB-BASE	1.27-	780		
DE	2.54-	2500		
40%	3.81-	3500		
BUENA	5.08-			
CALIDAD	7.62-			
30%	10.16-			
MUY	12.70-			
BUENA	Molde No.	15		
20%	Extensión No.	3		
REGULAR	Lectura I =	0.000		
A BUENA	Lectura F =	0.130		
10%				
MALA				
A DUDOSA				
5%				
MUY				
MALA				

# 13

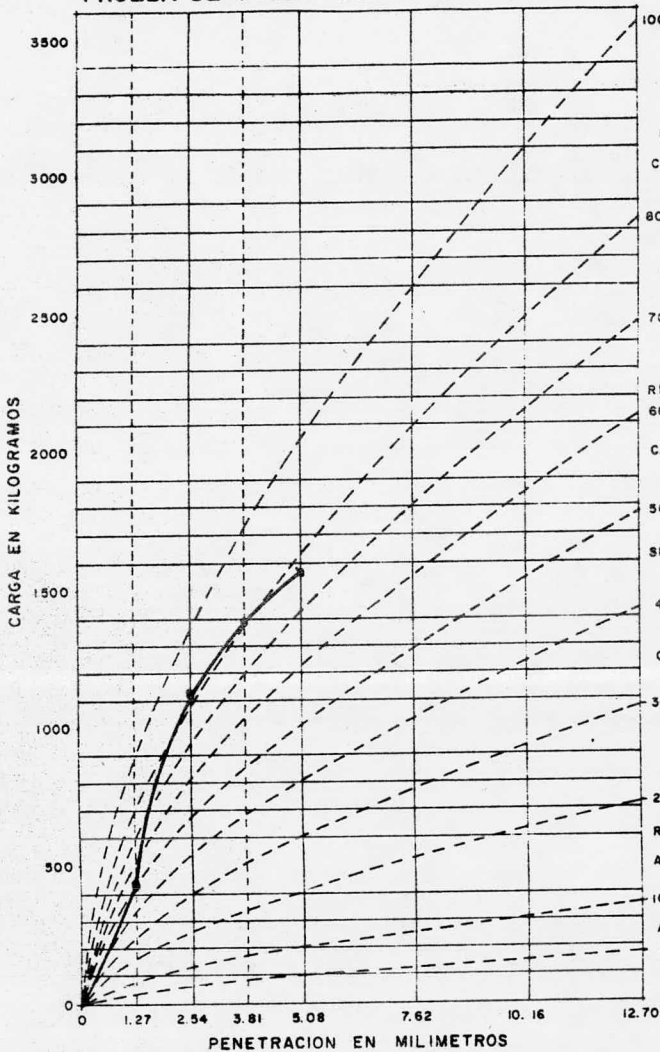
a - TARA + SUELO HUMEDO	227.34		
b - TARA + SUELO SECO	191.40		
c - TARA	61.70		
d - CONTENIDO DE AGUA a-b	35.94		
e - SUELO SECO b-c	129.70		
f - % DE HUMEDAD $\frac{d}{e}$	28%		

ENSAYE \_\_\_\_\_

OPERADOR \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_

**PRUEBA DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE**



# 75

a - TARA + SUELO HUMEDO	337.48		
b - TARA + SUELO SECO	270.30		
c - TARA	58.00		
d - CONTENIDO DE AGUA a-b	17.18		
e - SUELO SECO b-c	241.90		
f - % DE HUMEDAD $\frac{d}{e}$	26.4		

**PORTER SATURADA**

- 100% P. Seco
- BASE P Húmedo
- DE Agua Agregada
- BUENA Altura Molde
- CALIDAD Altura Faltante
- 80% Altura del Mat.
- BASE Area
- DE Volumen
- REGULAR P. V. H.
- 60% CALIDAD P. V. S.
- 50% H. O.
- SUB-BASE DE 40% BUENA
- CALIDAD % Exp.
- 30% MUY BUENA
- REGULAR A BUENA
- 20% 10.16 -
- 10% MALA A DUDOSA
- 5% MUY MALA

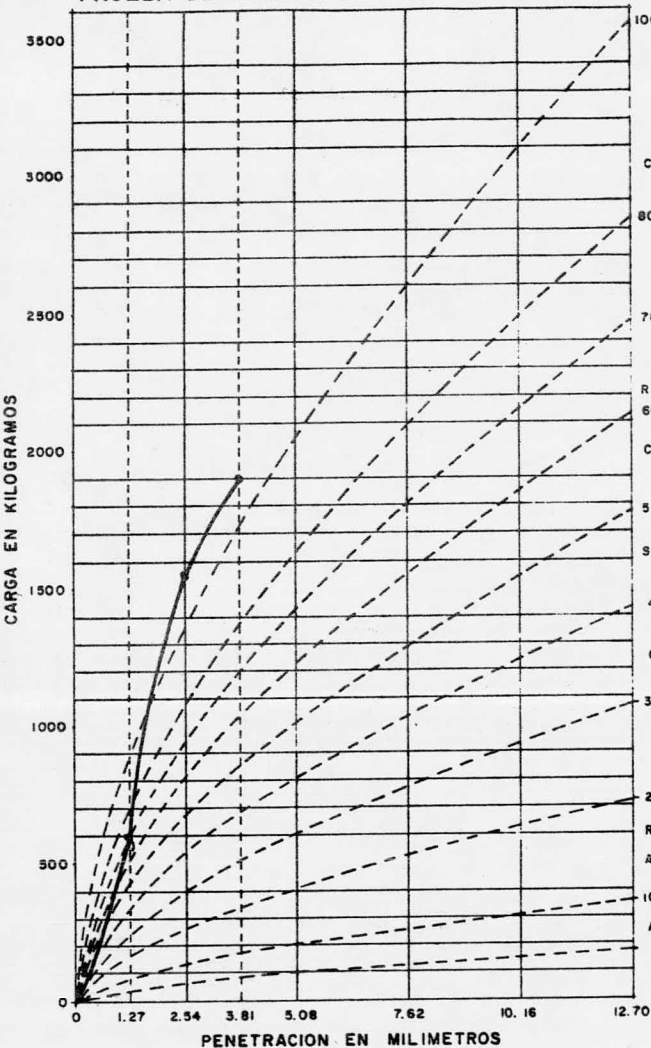
SUB-RASANTE

3700		
4000		
300		
12.7		
2.7		
10.5		
193.59		
2033		
1968		
1562		
26		
1.05		
83		
450		
1.27 -		
2.54 -	1345	
3.81 -	1400	
5.08 -	1570	
7.62 -		
10.16 -		
12.70 -		
Molde No.	15	
Extensión No.	3	
Lectura I =	0.000	
Lectura F =	1.105	

ENSAYE \_\_\_\_\_ OPERADOR \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

### PRUEBA DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE

PORTER SATURADA



PENETRACION EN MILIMETROS  
# 50

a - TARA + SUELO HUMEDO	218.9		
b - TARA + SUELO SECO	185.40		
c - TARA	57.80		
d - CONTENIDO DE AGUA a-b	33.50		
e - SUELO SECO b-c	127.60		
f - % DE HUMEDAD $\frac{d}{e}$	26%		

P. Seco	3700		
P. Húmedo	4000		
BASE DE AGUA AGREGADA	100		
BUENA CALIDAD	11.7		
Altura Moide	2.1		
Altura Faltante	10.6		
BASE DE ALTURA DEL MAT.	10.6		
BASE DE AREA	133.55		
DE VOLUMEN	2052		
REGULAR CALIDAD	1340		
P. V. H.	1547		
P. V. S.	26		
H. O.	0.29		
% Exp.	114		
% V. R. S.	600		
30% MUY BUENA	1550		
2.54 -	1800		
3.81 -			
5.08 -			
7.62 -			
10.16 -			
12.70 -			
MOIDE No.	8		
Extensión No.	3		
Lectura I =	3.000		
Lectura F =	3.310		

ESTUDIO: ENSAYE:  
 OBRA: LOCALIZACION: Zona Ind. Oro.  
 SONDEO N°: MUESTRA N°:  
 PROFUNDIDAD: FECHA: 10/Jul/85  
 OPERO: C.F.C. PEÑA CALCULO: JESUS MIRANDA A.

# PORTER MODIFICADA

PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO  $(\gamma_m \text{ Kg/m}^3)$  1302

HUMEDAD OPTIMA ( $w^o$ ) 35.5%

HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL ( $w_1$ ) 28

ARCILLA EXP. CON 4% DE CAL

GRADO DE COMPACTACION %	90			
MOLDE N°	17	EXPANSION		EXPANSION
PESO VOLUMETRICO SECO ( $\gamma'$ ) $\text{Kg/m}^3$	1172	LEC-1 1.000		LEC-1
HUMEDAD DE PRUEBA ( $w_2$ ) %	38.5	LEC F 1.178		LEC F
PESO MATERIAL USADO (P), Gr.	4500			
VOLUMEN DEL MOLDE (V) $\text{cm}^3$	2439			
AGUA POR AGREGAR $\text{cm}^3 = (w_2 - w_1) / (100 \cdot w_1) \cdot V$	369	DIF= 0.178		DIF=
PESO MATERIAL HUMEDO EN $\text{Gr. } P_H = \frac{P}{1 + w_2} \cdot V$	3959	H 17.80		H
CARGA DE COMPACTACION EN Kg		% EXP= 1%		% EXP=
HUMEDAD REAL DE PRUEBA				
PESO VOLUMETRICO SECO CORREGIDO				
GRADO DE COMPACTACION CORREGIDO				

## PENETRACION

	CARGA		CARGA		CARGA		CARGA	
	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg
1.27 mm (0.05")		170						
2.54 mm (0.10")		230						
3.81 mm (0.15")		280						
5.08 mm (0.20")		320						
7.62 mm (0.30")		390						
10.16 mm (0.40")		450						
12.70 mm (0.50")		495						
VALOR RELATIVO DE SOPORTE CORREGIDO		16.9%						

HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL  $w_1$

COMPROBACION DE LA HUMEDAD DE PRUEBA

n = 123				
168.85	210.63	+	+	+
41.78	58.90			
	109.95			
w = 38%				

ESTUDIO: Q3RA  
 LOCALIZACION: Zona Ind. Qro.  
 SONDEO N°:  
 MUESTRA N°:  
 PROFUNDIDAD: FECHA: 10/Jul/85  
 OPERO: C.PCC.PENA CALCULO: JESUS MIRANDA A.

# PORTER MODIFICADA

PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO (2m Kg/m<sup>3</sup>) 1302  
 HUMEDAD OPTIMA (w<sup>o</sup>) 35.5%  
 HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (w<sub>1</sub>) 28

ARCILLA EXP. CON 4% DE CAL.

GRADO DE COMPACTACION %	95			
MOLDE N°	11	EXPANSION		EXPANSION
PESO VOLUMETRICO SECO (2 <sup>o</sup> ) Kg/m <sup>3</sup>	1237	LEC-1 4.100		LEC.1
HUMEDAD DE PRUEBA (w <sub>2</sub> ) %	37	LEC F 4.282		LEC F
PESO MATERIAL USADO (P), Gr.	4500			
VOLUMEN DEL MOLDE (V) cm <sup>3</sup>	2439			
AGUA POR AGREGAR cm <sup>3</sup> = (w <sub>2</sub> - w <sub>1</sub> ) / (100 * w <sub>1</sub> )	316	DIF= 0.182		DIF=
PESO MATERIAL HUMEDO EN Gr. P <sub>h</sub> = (1 + w <sub>2</sub> ) V	4133	H 17.80		H
CARGA DE COMPACTACION EN Kg		% EXP= 1.02		% EXP=
HUMEDAD REAL DE PRUEBA				
PESO VOLUMETRICO SECO CORREGIDO				
GRADO DE COMPACTACION CORREGIDO				

## PENETRACION

	CARGA		CARGA		CARGA		CARGA	
	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg
1.27 mm (0.05")		180						
2.54 mm (0.10")		250						
3.81 mm (0.15")		320						
5.08 mm (0.20")		480						
7.62 mm (0.30")		515						
10.16 mm (0.40")		525						
12.70 mm (0.50")		540						
VALOR RELATIVO DE SOPORTE CORREGIDO		18.4%						

HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL w <sub>1</sub>	COMPROBACION DE LA HUMEDAD DE PRUEBA			
# 74				
157.60   195.31	+	+	+	+
37.71   55.58				
102.02				
W = 37%				

ESTUDIO: ENSAYE:  
 Ø3RA LOCALIZACION: Zona Ind. Oro.  
 SONDEO Nº: MUESTRA Nº:  
 PROFUNDIDAD: FECHA: 24/Jul/85  
 OPERO: C.FCO. PEÑA CALCULO: JESUS MIRANDA A.

# PORTER MODIFICADA

PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO (Øm Kg/m³) 1302  
 HUMEDAD OPTIMA (W%) 35.5%  
 HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (W₁) 28%

CON 4% DE CAL

GRADO DE COMPACTACION %	100			
MOLDE Nº	6	EXPANSION		EXPANSION
PESO VOLUMETRICO SECO (Ø) Kg/m³	1302	LEC-1 17.000		LEC.1
HUMEDAD DE PRUEBA (W₂) %	35.5	LEC F 17.187		LEC F
PESO MATERIAL USADO (P), Gr.	4500			
VOLUMEN DEL MOLDE (V) cm³	2458.6			
AGUA POR AGREGAR cm³ = (W₂ - W₁) / (100 * W₁)	264	DIF= 0.187		DIF=
PESO MATERIAL HUMEDO EN Gr. P.W = Ø / (1 + W₂) V	4337	H 17.80		H
CARGA DE COMPACTACION EN Kg		º EXP= 1.05		º EXP=
HUMEDAD REAL DE PRUEBA				
PESO VOLUMETRICO SECO CORREGIDO				
GRADO DE COMPACTACION CORREGIDO				

## PENETRACION

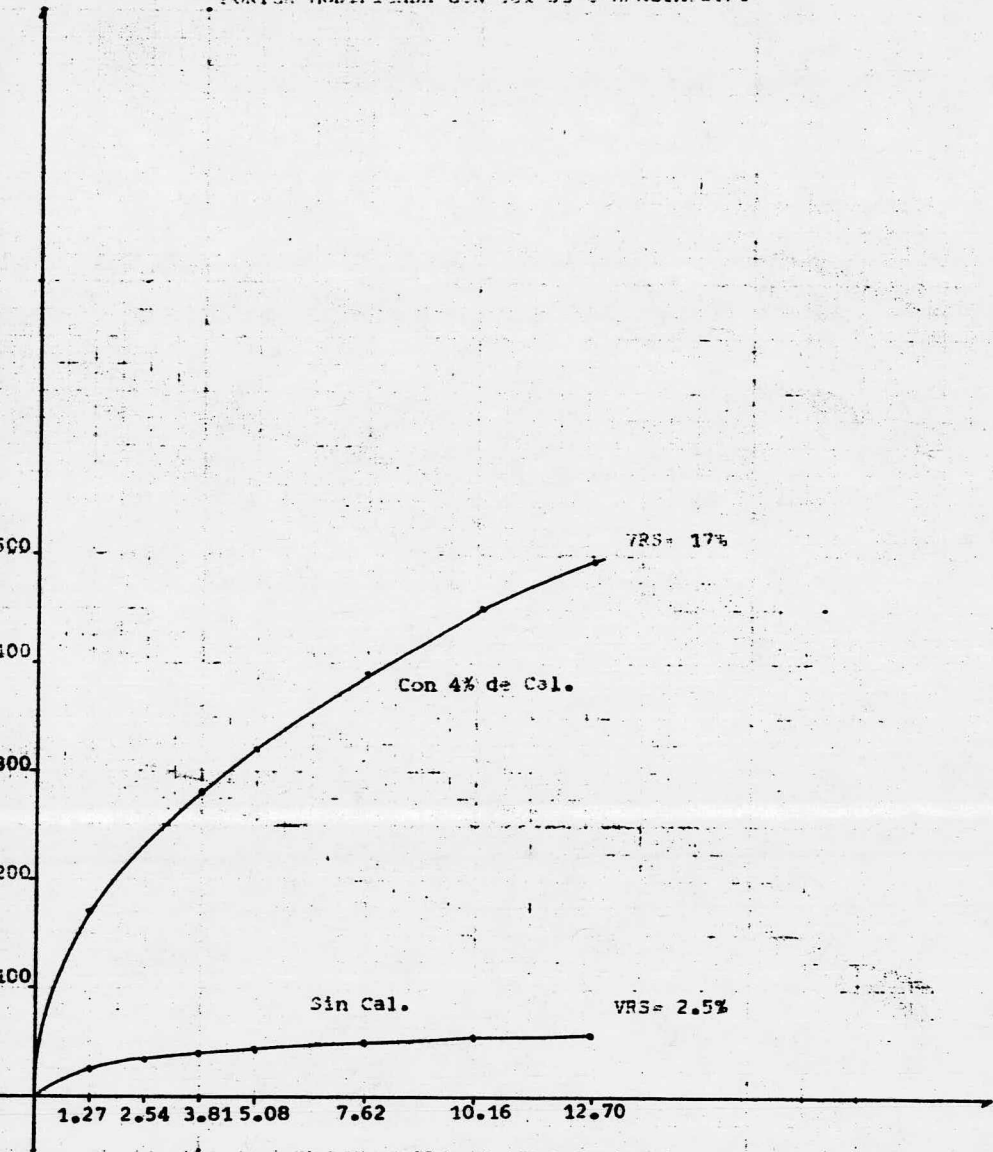
	CARGA		CARGA		CARGA		CARGA	
	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg
1.27 mm (0.05")		180						
2.54 mm (0.10")		310						
3.81 mm (0.15")		400						
5.08 mm (0.20")		470						
7.62 mm (0.30")		535						
10.16 mm (0.40")		560						
12.70 mm (0.50")		590						
VALOR RELATIVO DE SOPORTE CORREGIDO	22.8%							

HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL W₂

COMPROBACION DE LA HUMEDAD DE PRUEBA

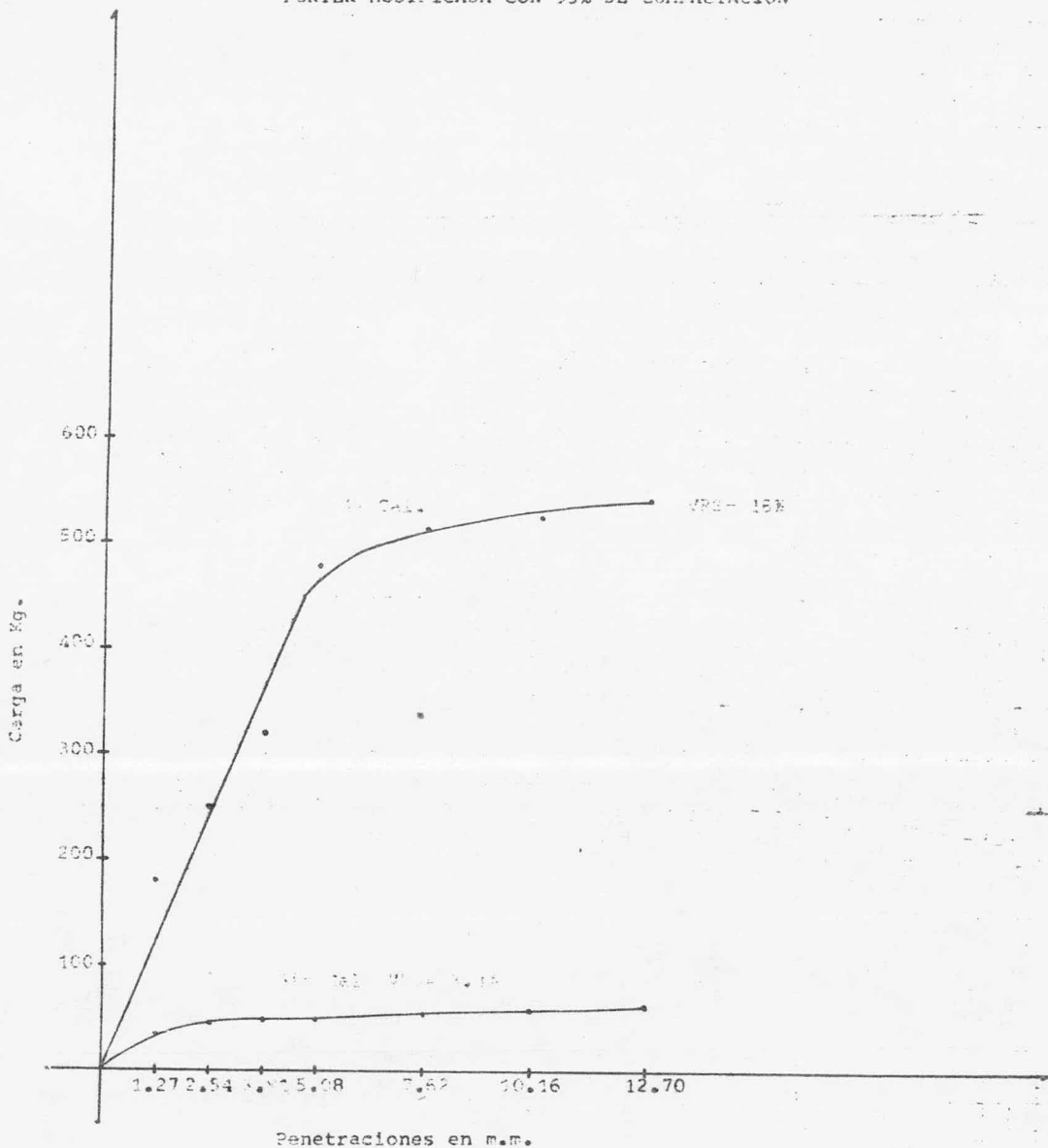
# 36					
168.75	208.80				
40.05	56.50				
	112.25				
W = 36%					

PORTER MODIFICADA CON 90% DE COMPACTACION.





PORTER MODIFICADA CON 95% DE COMPACTACION



# COMPRESION SIMPLE

OBRA _____	FECHAS _____
LOCALIZACION ZONA IND. QUERETARO _____	O PERADOR _____
SONDEO N° _____	ENSAVE N° (UNO) _____
MUESTRA N° _____	PROF _____
DESCRIPCION ARCILLA EXP. CON 4% CAL Y 90% COMP. _____	CALCULO _____

MEDIDAS DE LA MUESTRA			
$D_s$	3.53	cm	$A_s$ 9.79 $cm^2$
$D_c$	3.52	cm	$A_c$ 9.73 $cm^2$
$D_i$	3.52	cm	$A_i$ 9.73 $cm^2$
$H_m$	8.90	cm	$A_m = \frac{A_s + 4A_c + A_i}{6} = 9.74$
		$b = 0.5$	
		$W_1 = 130.75$ gr	
		$Y_T = 86.69$ $cm^3$	
		$Z_m = 1508$ $ton/m^3$	
		$\sigma_m = 9.74$ $cm^2$	

VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA 0.5								CONTENIDO DE AGUA	
TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1.-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO		
MIN	$K_g$	mm	mm			$cm^2$	$Kg/cm^2$		
	4.4		0.5	0.0056	0.9944	9.795	0.449	CAPSULA N°	602
	6.0		1.0	0.0123	0.9877	9.851	0.609	PESO CAP* $W_m$	151.63
	3.4		1.5	0.0169	0.9831	9.707	0.343	PESO CAP* $W_s$	114.70
								PESO AGUA	36.93
								PESO CAPSULA	17.52
								PESO SUJO SECO	97.13
								$W\%$	38%

$$e = \frac{V_m - V_s}{V_s} = \frac{W_s}{W_s} = \dots$$

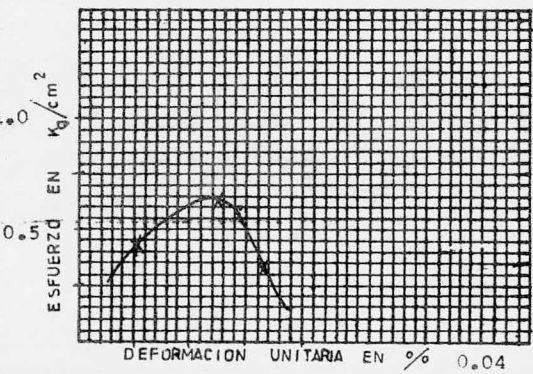
$$V_s = \frac{W_s}{S_s} = \dots$$

$$e = \frac{S_s Y_w - Y_s}{Y_s} = \dots$$

$$S_s Y_w - Y_s = \dots$$

$$e = \dots = \dots$$

$$G_w = \frac{W S_s}{e} = \dots$$



NOTA AREA CORREGIDA =  $\frac{A_m}{1 - DEF. UNIT.}$

ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

# COMPRESION SIMPLE

OBRA	FECHAS 21/AGCS/85
LOCALIZACION ZONA IND. QUERETARO	OPERADOR
SONDEO N°	ENSAYE N° (DOS)
MUESTRA N°	PROF
DESCRIPCION ARCILLA EXP. CON 4% CAL Y	CALCULO
DUS CONT.	

MEDIDAS DE LA MUESTRA

$D_s$ 3.53 cm	$A_s$ 9.79 cm <sup>2</sup>	$W_1$ 127.83 gr
$D_c$ 3.53 cm	$A_c$ 9.79 cm <sup>2</sup>	$Y_T$ 88.02 cm <sup>3</sup>
$D_1$ 3.52 cm	$A_1$ 9.73 cm	$\gamma'_m$ 1452 Ton/m <sup>3</sup>
$H_m$ 8.82 cm	$A_m = \frac{A_s + 4A_c + A_1}{6} = 58.68$	$\gamma'_m$ 9.78 cm <sup>2</sup>

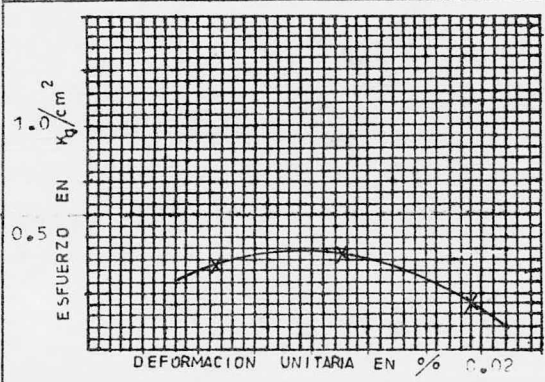
VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA \_\_\_\_\_

TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1.-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO	CONTENIDO DE AGUA	
MIN	Kg	m m	mm			cm <sup>2</sup>	Kg / cm <sup>2</sup>		
	3.8		0.5	0.0057	0.9943	9.836	0.386	CAPSULA N°	9
	4.0		1.0	0.0113	0.9887	9.892	0.404	PESO CAP* Wm	148.68
	2.0		1.5	0.0170	0.9830	9.949	0.201	PESO CAP* Ws	12.59
								PESO AGUA	36.13
								PESO CAPSULA	17.47
								PESO SUHO SECO	95.08
								W %	38%

$$e = \frac{V_m - V_s}{V_s} = \frac{W_s}{S_s} - 1 =$$

$$e = \frac{S_s Y_w - Y_s}{Y_s} =$$

$$G_w = \frac{W S_s}{e} =$$



NOTA AREA CORREGIDA =  $\frac{A_m}{1 - DEF. UNIT.}$

ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

# COMPRESION SIMPLE

OBRA	LOCALIZACION ZONA IND. QUERETARO	FECHAS	21/VIII/85
SONDEO N°	ENSAYE N° 95% (UNO)	OPERADOR	
MUESTRA N°	PROF	CALCULO	
DESCRIPCION ARCILLA EXP. CON 4% CAL. 95% COMPACTACION.			

### MEDIDAS DE LA MUESTRA

D <sub>s</sub>	3.45	cm	A <sub>s</sub>	9.35	cm <sup>2</sup>	W <sub>i</sub>	132.92	gr
D <sub>c</sub>	3.45	cm	A <sub>c</sub>	9.35	cm <sup>2</sup>	y <sub>r</sub>	82.84	cm <sup>3</sup>
D <sub>i</sub>	3.45	cm	A <sub>i</sub>	9.35	cm	γ' <sub>m</sub>	1605	ton/m <sup>3</sup>
H <sub>m</sub>	8.86	cm	A <sub>m</sub> = $\frac{A_s + 4A_c + A_i}{6} = 56.1$				9.35	cm <sup>2</sup>

### VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA 0.5

TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1.-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO	CONTENIDO DE AGUA	
								MIN	Kg
	10.0		0.5	0.0056	0.9944	9.403	1.664	CAPSULA N°	157
	15.8		1.0	0.0113	0.9887	9.457	1.671	PESO CAP* Wm	151.08
	0.1		1.5	0.0169	0.9831	9.811	0.011	PESO CAP* Ws	126.15
								PESO AGUA	34.94
								PESO CAPSULA	24.20
								PESO SUJO SECO	91.95
								W %	38.00

$$e = \frac{V_m - V_s}{V_s} = \dots$$

$$V_s = \frac{W_s}{S_s} = \dots$$

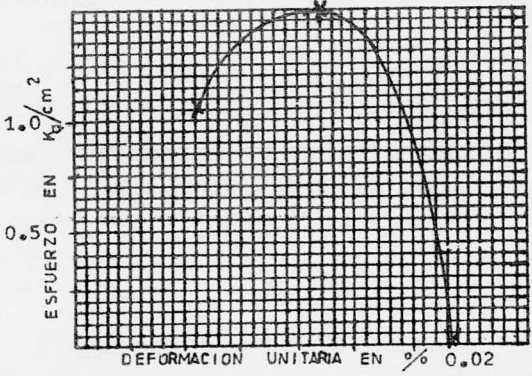
$$e = \dots - 1 = \dots$$

$$e = \frac{S_s Y_w - Y_s}{Y_s} = \dots$$

$$S_s Y_w - Y_s = \dots$$

$$e = \dots = \dots$$

$$G_w = \frac{W S_s}{e} = \dots$$



NOTA AREA CORREGIDA =  $\frac{A_m}{1 - DEF. UNIT.}$

ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES: NO SE RECUPERO TCDC EL MATERIAL

# COMPRESION SIMPLE

OBRERA _____ LOCALIZACION ZONA IND. QUERETARO _____ SONDEO N° _____ MUESTRA N° _____ DESCRIPCION _____ % 95% DE COMI.	FECHAS 21 / AGOS. / 85 OPERADOR _____ ENSAYE N° 95% (008) PROF _____ CALCULO _____
--	--

MEDIDAS DE LA MUESTRA	
D <sub>s</sub> 3.50 cm D <sub>c</sub> 3.50 cm D <sub>i</sub> 3.50 cm H <sub>m</sub> 8.91 cm	A <sub>s</sub> 9.62 cm <sup>2</sup> A <sub>c</sub> 9.62 cm <sup>2</sup> A <sub>i</sub> 9.62 cm <sup>2</sup> A <sub>m</sub> = A <sub>s</sub> + 4A <sub>c</sub> + A <sub>i</sub> = 57.73 cm <sup>2</sup> $\frac{A_m}{6} = 9.62$
VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA 0.5	
W <sub>i</sub> 136.39 gr Y <sub>T</sub> 85.71 cm <sup>3</sup> Z <sub>m</sub> 1591 Ton/m <sup>3</sup> = 9.62 cm <sup>2</sup>	

TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1.-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO	CONTENIDO DE AGUA		
								MIN	KG	MM
	16.8		0.5	0.0056	0.0040	9.674	1.737		CAPSULA N°	123
	17.6		1.0	0.0112	0.0080	9.729	1.809		PESO CAP* Wm	156.23
	19.5		1.5	0.0168	0.00832	9.785	0.981		PESO CAP* Ws	118.40
									PESO AGUA	37.83
									PESO CAPSULA	19.85
									PESO SUJO SECO	99.55
									W %	38

$$e = \frac{V_m}{V_s} - 1$$

$$V_s = \frac{W_s}{S_s} = \dots$$

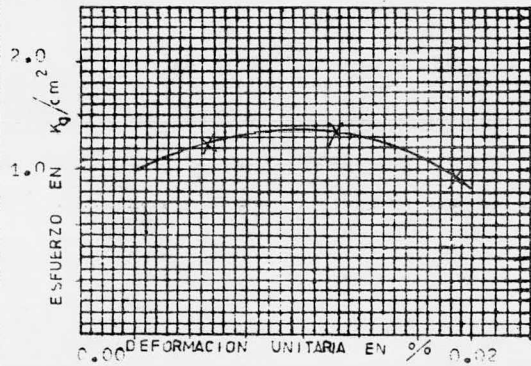
$$e = \dots - 1 = \dots$$

$$e = \frac{S_s Y_w - Y_s}{Y_s} = \dots$$

$$S_s Y_w - Y_s = \dots$$

$$e = \dots = \dots$$

$$G_w = \frac{W S_s}{e} = \dots$$



NOTA AREA CORREGIDA =  $\frac{A_m}{1-DEF. UNIT.}$

ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

# COMPRESION SIMPLE

OBRA	ZONA IND. QUERTARO	FECHAS	21/..GOS/85
LOCALIZACION	SONDEO N°	ENSAYE N°	100% (UNO)
MUESTRA N°	PROF	CALCULO	
DESCRIPCION		ARCILLA EXP. CON 4% CAL.	
Y 100% COMP.			

### MEDIDAS DE LA MUESTRA

D <sub>S</sub>	3.59	cm	A <sub>S</sub>	10.12	cm <sup>2</sup>	W <sub>1</sub>	144.87	gr	
D <sub>C</sub>	3.59	cm	A <sub>C</sub>	10.12	cm <sup>2</sup>	y <sub>T</sub>	91.28	cm <sup>3</sup> /3	
D <sub>1</sub>	3.59	cm	A <sub>1</sub>	10.12	cm	γ <sub>m</sub>	1587	ton/m <sup>3</sup>	
H <sub>m</sub>	9.02	cm	A <sub>m</sub>	= A <sub>S</sub> + 4A <sub>C</sub> + A <sub>1</sub> = 60.72				10.12	cm <sup>2</sup>
				6	0.5	6			

### VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA

TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1.-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO	CONTENIDO DE AGUA	
								CAPSULA N°	92
MIN	Kg	mm	mm			cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	PESO CAP* Wm	163.06
	12.0		0.5	0.0055	0.9945	10.18	1.179	PESO CAP* Ws	124.05
	22.0		1.0	0.0111	0.9889	10.23	2.150	PESO AGUA	39.01
	11.0		1.5	0.0166	0.9833	10.29	1.069	PESO CAPSULA	21.39
								PESO SUDO SECO	102.66
								W %	38.3

$$e = \frac{V_m - V_s}{V_s} = \dots$$

$$V_s = \frac{W_s}{S_s} = \dots$$

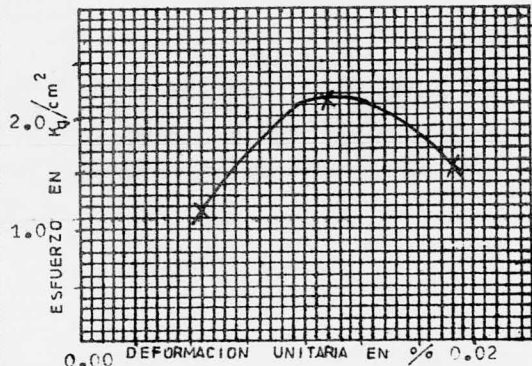
$$e = \dots = \dots$$

$$e = \frac{S_s Y_w - Y_s}{Y_s} = \dots$$

$$S_s Y_w - Y_s = \dots$$

$$e = \dots = \dots$$

$$G_w = \frac{W S_s}{e} = \dots$$



NOTA AREA CORREGIDA =  $\frac{A_m}{1 - DEF. UNIT.}$

ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

# COMPRESION SIMPLE

OBRA \_\_\_\_\_ FECHAS 21/AGO/85  
 LOCALIZACION ZONA IND. SECRETARCO. OPERADOR \_\_\_\_\_  
 SONDEO Nº \_\_\_\_\_ ENSAYE Nº 110% TDS: \_\_\_\_\_  
 MUESTRA Nº \_\_\_\_\_ PROF \_\_\_\_\_  
 DESCRIPCION MUELA DE CON. N.º 1. Y CALCULO \_\_\_\_\_

MEDIDAS DE LA MUESTRA

$D_s$ 3.56 cm	$A_s$ 9.95 cm <sup>2</sup>	$w_1$ 144.21 gr
$D_c$ 3.56 cm	$A_c$ 9.95 cm <sup>2</sup>	$y_T$ 89.15 cm <sup>3</sup>
$D_1$ 3.56 cm	$A_1$ 9.95 cm	$\rho_m$ 1618 ton/m <sup>3</sup>
$H_m$ 8.56 cm	$A_m = \frac{A_s + 4A_c + A_1}{6} = 59.72$	$\rho_m = 9.95$ cm <sup>2</sup>

VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA 0.5

TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1.-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO	CONTENIDO DE AGUA					
								MIN	Kg	m m	m m		
	1.0		0.5	0.0056	0.9944	10.01	1.259		22				
	24.4		1.0	0.0112	0.9888	10.06	2.425		159.60				
	18.0		1.5	0.0167	0.9833	10.12	1.779		122.61				
									36.99				
									25.27				
									97.34				
									38%				

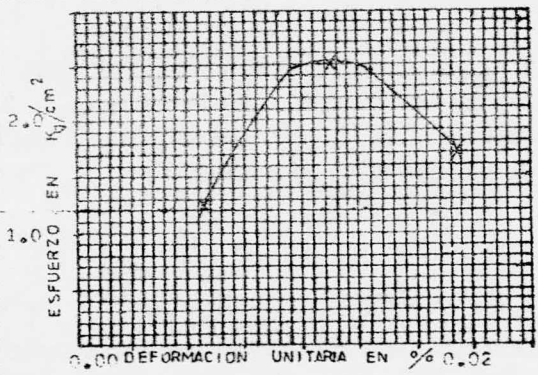
$$e = \frac{V_m - V_s}{V_s}$$

$$V_s = \frac{W_s}{S_s}$$

$$e = \frac{S_s Y_w - Y_s}{Y_s}$$

$$S_s Y_w - Y_s =$$

$$e = \frac{W S_s}{e}$$



NOTA AREA CORREGIDA =  $\frac{A_m}{1-DEF. UNIT.}$

ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES: NO SE RECUPERO TODO EL MATERIAL.

# COMPRESION SIMPLE

OBRA \_\_\_\_\_ FECHAS \_\_\_\_\_  
 LOCALIZACION ZONA IND. QUERETARO OPERADOR \_\_\_\_\_  
 SONDEO N° \_\_\_\_\_ ENSAYE N° (UNO)  
 MUESTRA N° \_\_\_\_\_ PROF \_\_\_\_\_ CALCULO \_\_\_\_\_  
 DESCRIPCION ARCILLA EXP. CON 4% CAL.  
65% DE COMP. Y 2 MESES DE SATURACION

MEDIDAS DE LA MUESTRA

$D_s$	<u>3.49</u>	cm	$A_s$	<u>9.57</u>	cm <sup>2</sup>	$W_i$	<u>131.08</u>	gr
$D_c$	<u>3.33</u>	cm	$A_c$	<u>8.71</u>	cm <sup>2</sup>	$W_r$	<u>73.79</u>	cm <sup>3</sup>
$D_f$	<u>3.33</u>	cm	$A_f$	<u>8.71</u>	cm	$\gamma'_m$	<u>1564</u>	ton/m <sup>3</sup>
$H_m$	<u>8.90</u>	cm	$A_m$	$\frac{A_s + 4A_c + A_f}{6} =$	<u>53.12</u>		<u>3.85</u>	cm <sup>2</sup>

VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA \_\_\_\_\_

TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1.-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO	CONTENIDO DE AGUA	
								cm <sup>2</sup>	Kg / cm <sup>2</sup>
MIN	$K_m$	mm	mm						
	15.0		0.5	0.0056	0.0044	8.9000	1.69	CAPSULA N°	172
	30.0		1.0	0.0112	0.9888	8.9506	3.35	PESO CAP* Wm	154.41
	38.6		1.5	0.0169	0.9831	9.0017	4.29	PESO CAP* Ws	113.30
	4.0		2.0	0.0225	0.9775	9.0534	0.44	PESO AGUA	41.11
	4.0		2.5	0.0281	0.9719	9.1052	0.44	PESO CAPSULA	23.65
								PESO SUDO SECO	89.69
								W %	46.5

$$e = \frac{V_m - V_s}{V_s} = \frac{V_m}{V_s} - 1 =$$

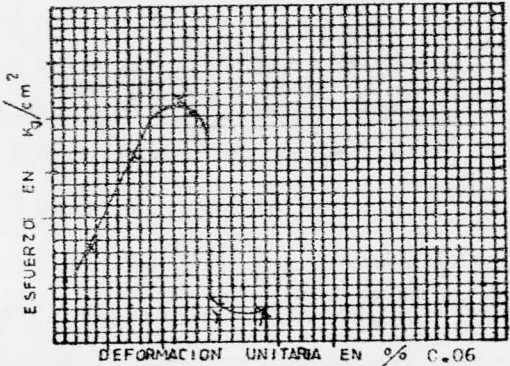
$$V_s = \frac{W_s}{S_s} =$$

$$e = \frac{S_s Y_w - Y_s}{Y_s} =$$

$$S_s Y_w - Y_s =$$

$$e =$$

$$G_w = \frac{W S_s}{e} =$$



NOTA AREA CORREGIDA =  $\frac{A_m}{1 - DEF. UNIT.}$

ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES: NO SE RECUPERO TODO EL MATERIAL.



# COMPRESION SIMPLE

OBRA _____	FECHAS _____ 27/XI/85
LOCALIZACION _____ ZONA IND. _____	OPERADOR _____
SONDEO N° _____ ENSAYE N° _____ (TUS)	_____
MUESTRA N° _____ PROF _____	_____
DESCRIPCION _____	CALCULO _____

MEDIDAS DE LA MUESTRA			
D <sub>s</sub>	2.49	cm	
D <sub>c</sub>	3.47	cm	
D <sub>i</sub>	3.56	cm	
H <sub>m</sub>	8.91	cm	
A <sub>s</sub>	9.57	cm <sup>2</sup>	
A <sub>c</sub>	9.46	cm <sup>2</sup>	
A <sub>i</sub>	9.95	cm	
A <sub>m</sub>	= $\frac{A_s + 4A_c + A_i}{6}$		57.36
W <sub>i</sub>	137.10	gr	
Y <sub>T</sub>	85.18	cm <sup>3</sup>	
ρ <sub>m</sub>	1610	ton/m <sup>3</sup>	
			9.56 cm <sup>2</sup>

VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA 0.5

TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1.-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO	CONTENIDO DE AGUA	
								MIN	Kg
	20.0		0.5	0.0056	0.9914	9.6139	2.08	CAPSULA N°	41
	40.0		1.0	0.0112	0.9888	9.6685	4.30	PESO CAP. Wm	158.66
	55.0		1.5	0.0168	0.9832	9.7236	5.66	PESO CAP. Ws	117.94
	0.0		2.0	0.0224	0.9776	9.7796	0.00	PESO AGUA	40.71
								PESO CAPSULA	21.92
								PESO SUJTO SECO	96.02
								W %	42%

$$e = \frac{V_m - V_s}{V_s} = \dots$$

$$V_s = \frac{W_s}{S_s} = \dots$$

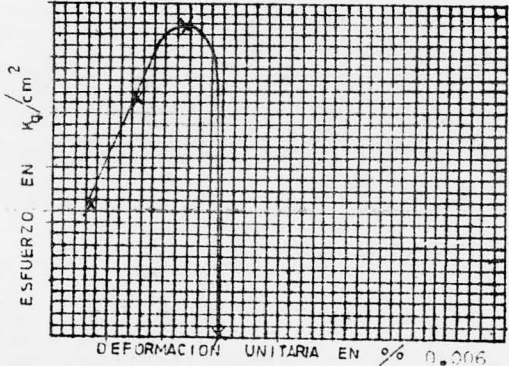
$$e = \dots - 1 = \dots$$

$$e = \frac{S_s Y_w - Y_s}{Y_s} = \dots$$

$$S_s Y_w - Y_s = \dots$$

$$e = \dots = \dots$$

$$G_w = \frac{W S_s}{e} = \dots$$



NOTA AREA CORREGIDA =  $\frac{A_m}{1 - DEF. UNIT.}$

ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

# COMPRESION SIMPLE

OBRA	FECHAS
LOCALIZACION <u>ZONA IND. QUERETARO</u>	OPERADOR _____
SONDEO N° _____	ENSAYE N° _____ (UNC)
MUESTRA N° _____	PROF _____
DESCRIPCION <u>ARCILLA EXP. CON 6% CAL.</u>	CALCULO _____
<u>95% DE COMP. Y 2 MESES DE SATURACION</u>	

MEDIDAS DE LA MUESTRA			
D <sub>s</sub>	3.55	cm	
D <sub>c</sub>	3.53	cm	
D <sub>i</sub>	3.53	cm	
H <sub>m</sub>	8.87	cm	
A <sub>s</sub>	9.90	cm <sup>2</sup>	
A <sub>c</sub>	9.79	cm <sup>2</sup>	
A <sub>i</sub>	9.79	cm	
A <sub>m</sub>	$A_m = \frac{A_s + 4A_c + A_i}{6} = 58.85$		
W <sub>1</sub>	146.50	gr	
W <sub>T</sub>	87.01	cm <sup>3</sup>	
γ <sub>m</sub>	1684	Ton/m <sup>3</sup>	
			9.81 cm <sup>2</sup>

VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA \_\_\_\_\_

TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1.-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO	CONTENIDO DE AGUA	
								MIN	Kg
	18.0		0.5	0.0056	0.9944	9.8652	1.82	CAPSULA N°	1
	46.0		1.0	0.0113	0.9887	9.9227	4.69	PESO CAP. W <sub>m</sub>	140.67
	71.0		1.5	0.0169	0.9831	9.9787	7.12	PESO CAP. W <sub>s</sub>	106.51
	97.0		2.0	0.0225	0.9775	10.0363	9.66	PESO AGUA	84.16
	12.6		2.5	0.0282	0.9718	10.0945	1.25	PESO CAPSULA	20.43
	12.6		3.0	0.0338	0.9662	10.1534	1.24	PESO SUJO SECO	86.08
								W %	40%

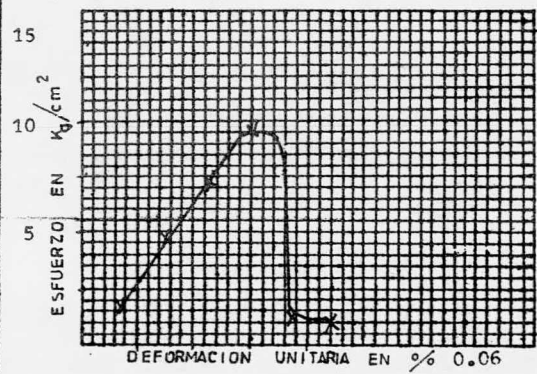
$$e = \frac{V_m - V_s}{V_s} = \frac{V_m}{V_s} - 1 =$$

$$V_s = \frac{W_s}{S_s} =$$

$$e = \frac{S_s Y_w - Y_s}{Y_s} =$$

$$S_s Y_w - Y_s =$$

$$e = \frac{W S_s}{e} =$$



NOTA AREA CORREGIDA =  $\frac{A_m}{1 - DEF. UNIT.}$

ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES: NO SE RECUPERO TODO EL MATERIAL

# COMPRESION SIMPLE

OBRA	FECHAS
LOCALIZACION <u>ZONA IND. QUERETARO</u>	O PERADOR _____
SONDEO N° _____	ENSAYE N° <u>(DOS)</u>
MUESTRA N° _____	PROF _____
DESCRIPCION <u>ARCILLA EXP. CON 6% HUM.</u>	CALCULO _____
<u>95% DE COMP. Y DOS LEYES DE SANGRACION</u>	

MEDIDAS DE LA MUESTRA			
D <sub>s</sub>	3.55	cm	
D <sub>c</sub>	3.55	cm	
D <sub>i</sub>	3.55	cm	
H <sub>m</sub>	8.88	cm	
	A <sub>s</sub>	9.90	cm <sup>2</sup>
	A <sub>c</sub>	9.90	cm <sup>2</sup>
	A <sub>i</sub>	9.90	cm
	A <sub>m</sub>	$\frac{A_s + 4A_c + A_i}{6} = 9.90$	
	W <sub>i</sub>	148.62	gr
	y <sub>T</sub>	87.91	cm <sup>3</sup>
	γ <sub>m</sub>	1691	ton/m <sup>3</sup>
		9.90	cm <sup>2</sup>

VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA \_\_\_\_\_

TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1.-DEFORMACION	AREA CORREGIDA	ESFUERZO	CONTENIDO DE AGUA	
					UNITARIA				
MIN	Kg	mm	mm		UNITARIA	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>		
	24.0		0.5	0.0056	0.9944	9.9561	2.41	CAPSULA N°	194
	54.0		1.0	0.0113	0.9887	10.0127	5.39	PESO CAP. Wm	158.18
	83.0		1.5	0.0169	0.9831	10.0702	8.24	PESO CAP. Ws	119.41
	111.0		2.0	0.0225	0.9775	10.1281	10.96	PESO AGUA	38.77
	136.0		2.5	0.0282	0.9718	10.1868	13.35	PESO CAPSULA	21.85
	143.0		3.0	0.0338	0.9662	10.2461	13.96	PESO SUJO SECO	97.56
	143.0		3.5	0.0394	0.9606	10.3062	13.88	W %	40%

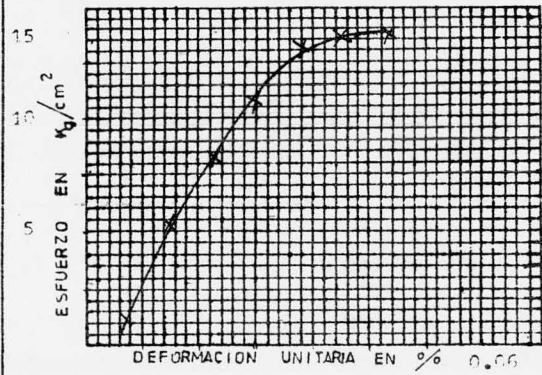
$$e = \frac{V_m - V_s}{V_s} = \frac{V_m}{V_s} - 1 =$$

$$V_s = \frac{W_s}{S_s} =$$

$$e = \frac{S_s Y_w - Y_s}{Y_s} =$$

$$S_s Y_w - Y_s =$$

$$e = \frac{W_s S_s}{e} =$$



NGTA AREA CORREGIDA =  $\frac{A_m}{1-DEF. UNIT.}$

ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

ESTUDIO  
 03RA  
 SONDEO N°  
 PROFUNDIDAD:  
 OPERO.

ENSAYE  
 LOCALIZACION:  
 MUESTRA N°:  
 FECHA  
 CALCULO:

PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO ( $\gamma_m$  Kg/m<sup>3</sup>) 1302  
 HUMEDAD OPTIMA (w<sup>o</sup>) 35.5  
 HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (w<sub>1</sub>) 28

GRADO DE COMPACTACION %	95			
MOLDE N°	8	EXPANSION		EXPANSION
PESO VOLUMETRICO SECO ( $\gamma_d$ ) Kg/m <sup>3</sup>	1237	LEC.1 0.01		LEC.1
HUMEDAD DE PRUEBA (w <sub>2</sub> ) %	37	LEC F 0.015		LEC F
PESO MATERIAL USADO (P), Gr.	1125			
VOLUMEN DEL MOLDE (V) cm <sup>3</sup>	511			
AGUA POR AGREGAR cm <sup>3</sup> = (w <sub>2</sub> - w <sub>1</sub> ) / (100 - w <sub>1</sub> )	79	DIF= 0.005		DIF=
PESO MATERIAL HUMEDO EN Gr. P <sub>h</sub> = $\frac{\gamma_d}{100-w_2} \cdot V$	866	H 63.000		H
CARGA DE COMPACTACION EN Kg	900	% EXP= 0.007		% EXP=
		CTE=0.737		
HUMEDAD REAL DE PRUEBA		P.E=0.05 ton/m <sup>2</sup>		
PESO VOLUMETRICO SECO CORREGIDO				
GRADO DE COMPACTACION CORREGIDO				

PRESION DE EXPANSION CON 4% DE CAL, 95% COMP. EN MOLDE HVEEM

### PENETRACION

	CARGA		CARGA		CARGA		CARGA	
	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg
1.27 mm (0.05")								
2.54 mm (0.10")								
3.81 mm (0.15")								
5.08 mm (0.20")								
7.62 mm (0.30")								
10.16 mm (0.40")								
12.70 mm (0.50")								
VALOR RELATIVO DE SOPORTE CORREGIDO								

HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL w <sub>1</sub>		COMPROBACION DE LA HUMEDAD DE PRUEBA			
Ws # 3	Wh				
182.55	228.40	+	+	+	+
45.85	59.0 Tara				
37%	123.55				
W = 37%					



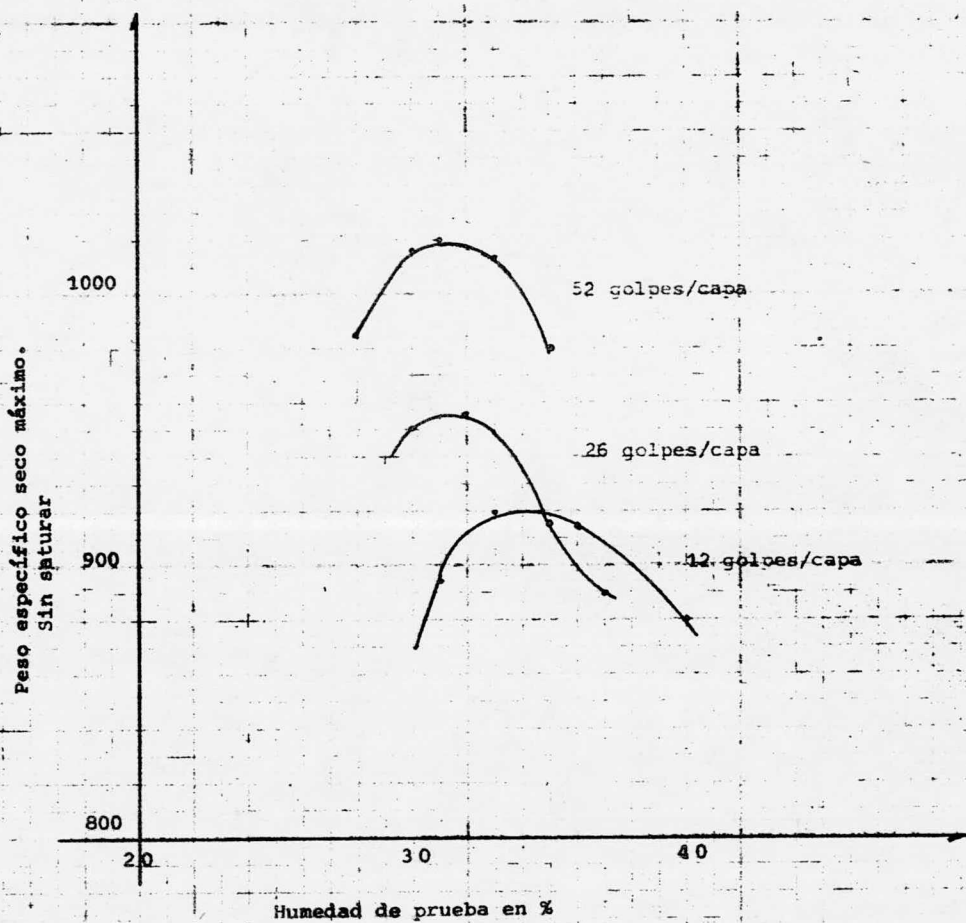


ESTUDIO \_\_\_\_\_ ENSAYE \_\_\_\_\_  
 OBRA \_\_\_\_\_ LOCALIZACION \_\_\_\_\_  
 SONDEO N° \_\_\_\_\_ MUESTRA N° \_\_\_\_\_  
 PROFUNDIDAD: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_  
 OPERO: \_\_\_\_\_ CALCULO: \_\_\_\_\_

ARCILLA EXPANSIVA CON 4% DE CAL.

PRUEBA DEL CUERPO DE INGENIEROS													
No GOLPES/CAPA		52		PESO DEL PISON (Kg)		4.5		VOLUMEN (cm)		3230			
MOLDE		No		25		21		10		13		20	
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO		(gr)		8146		8538		8539		9002		8542	
PESO MOLDE		(gr)		4070		4265		4220		4645		4275	
PESO SUELO HUMEDO		(gr)		4076		4273		4319		4357		4267	
PESO ESPECIFICO HUMEDO		(Kg/m <sup>3</sup> )		1262		1323		1337		1349		1321	
CAPSULA No.				157		145		24		30		78	
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO		(gr)		251.81		267.47		238.07		222.68		220.61	
PESO CAPSULA + SUELO SECO		(gr)		193.1		199.8		172.1		162.4		160.4	
PESO DEL AGUA		(gr)		42.11		47.97		42.47		41.68		42.91	
PESO CAPSULA		(gr)		59.3		59.6		58.6		54.7		55.1	
PESO SUELO SECO		(gr)		150.4		159.9		137.0		126.3		122.6	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)				28		30		31		33		35	
PESO ESPECIFICO SECO (Kg/m <sup>3</sup> )				986.0		1018		1020.7		1014.8		978.6	
PENETRACION SIN SATURAR				CARGA		CARGA		CARGA		CARGA		CARGA	
				ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg
1.27mm		(0.05")		380	510	480	285	105					
2.54mm		(0.10")		490	700	665	435	240					
3.81mm		(0.15")		570	820	805	580	355					
5.08mm		(0.20")		650	920	930	705	435					
7.62mm		(0.30")		800	1080	1050	695	555					
10.16mm		(0.40")		950	1190	1120	730	635					
12.70mm		(0.50")		1100	1285	1230	725	655					
V R S CORREGIDO SIN SATURAR				36.0%		51.5%		48.9%		32.0%		17.6%	
PENETRACION SATURADA				CARGA		CARGA		CARGA		CARGA		CARGA	
				ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg	ANILLO	Kg
1.27mm		(0.05")											
2.54mm		(0.10")											
3.81mm		(0.15")											
5.08mm		(0.20")											
7.62mm		(0.30")											
10.16mm		(0.40")											
12.70mm		(0.50")											
V R S CORREGIDO SATURADO													
EXPANSION													
LECTURA FINAL		(mm)											
LECTURA INICIAL		(mm)											
DIFERENCIA		(mm)											
ALTURA DE LA MUESTRA		(mm)											
% DE EXPANSION													
ABSORCION													
PESO HUMEDO (Wm)		(gr)											
PESO SECO (Ws)		(gr)											
AGUA ABSORBIDA (Wm - Ws x Ww)		(gr)											
% ABSORCION - $\frac{Wm}{Ws} \times 100$													

ARCILLA EXPANSIVA CON 4% DE CAL  
(Cuerpo de Ingenieros)





ARCILLA EXPANSIVA CON 4% DE CAL  
(Cuerpo de Ingenieros)

Valor Relativo de Soporte en %  
(Sin Saturar)

40

30

20

10

20

30

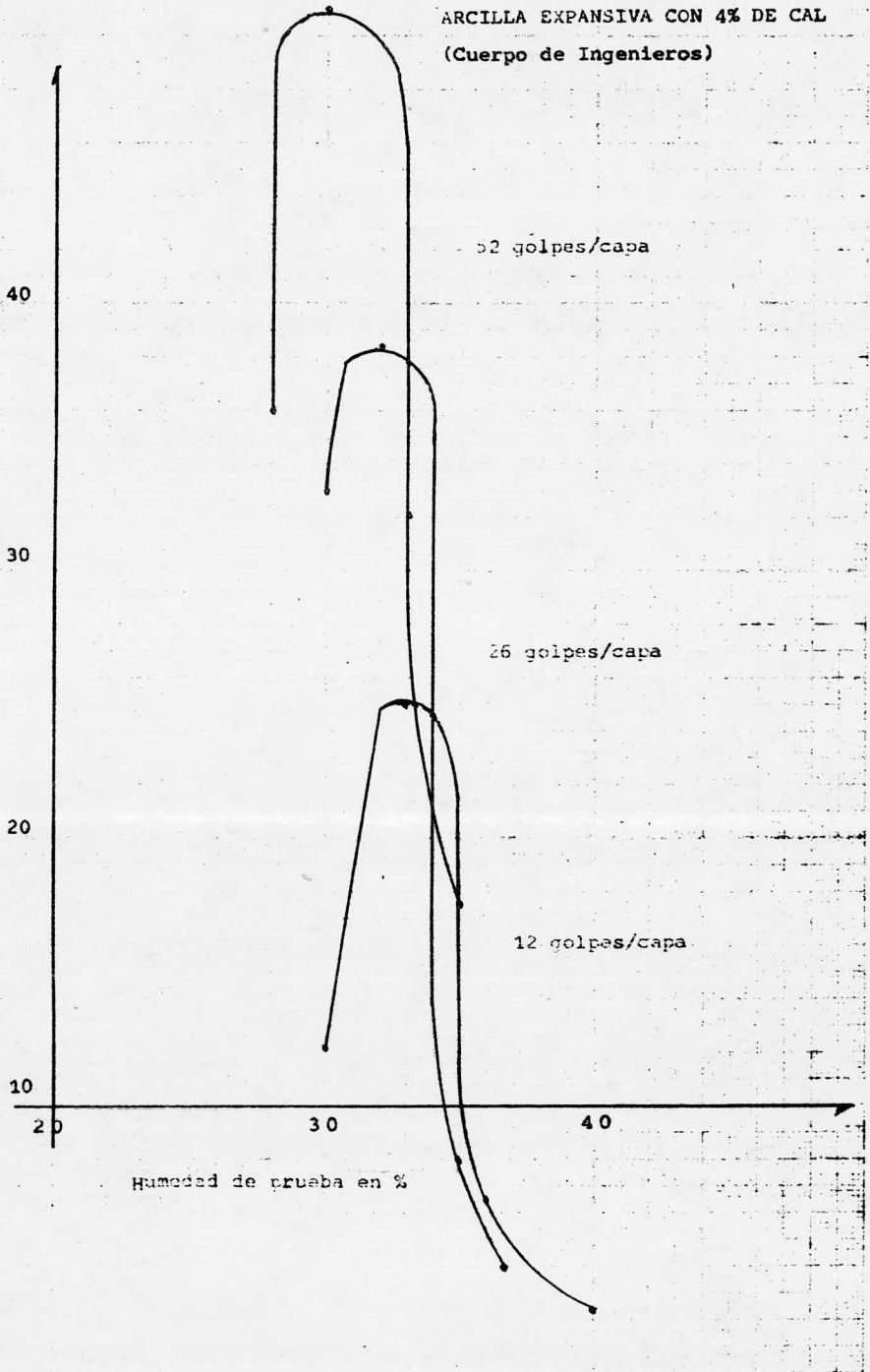
40

Humedad de prueba en %

52 golpes/capa

26 golpes/capa

12 golpes/capa

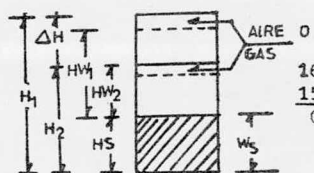


# CONSOLIDACION CONTENIDO DE HUMEDAD Y CALCULOS

OGRA: ING. J. JESUS MIRANDA A.  
 LOCALIZACION: ZONA IND. QUERETARO  
 SONDEO NUM.: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_  
 MUESTRA NUM.: \_\_\_\_\_ PROF: \_\_\_\_\_ OPERADOR: GOMEZ TAGLE  
 DESCRIPCION: 95% COMP. CON CAL 4% CALCULO: J. JESUS MIRANDA AGUIRRE  
(EXPANSION LIBRE)

DETERMINACION DE W	AL PRINCIPIO DE LA PRUEBA			AL FINAL DE LA PRUEBA		
ANILLO Y VIDRIO	IZQ.-	14	118	175		
PESO TARA + SUELO HUMEDO		678.10	117.10	113.85		686.66
PESO TARA + SUELO SECO		639.53	93.26	90.83		639.53
PESO DEL AGUA		38.57	23.84	23.02		47.13
PESO TARA		524.17	21.10	21.50		524.17
PESO SUELO SECO $W_s$		115.36	72.16	69.33		115.36
CONTENIDO DE AGUA $W\%$	$W_1$	33%	$W_1$	33%	$W_2$	41% $W_2$
W% PROMEDIO						

ANILLO N° 14 DIAMETRO DEL ANILLO 7.97 cm AREA DEL ANILLO A 50 cm<sup>2</sup>  
 ALTURA DEL ANILLO ALTURA DE LA MUESTRA AL PRINCIPIO DE LA PRUEBA  $H_1$  20 mm



PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS  $S_s$  2.29  
 16.080 ALTURA SOLIDOS  $H_s = \frac{10W_s}{A_s} = \frac{1153.6}{114.50} = 10.08$  mm  
 15.982  
 0.098 VARIACION EN LA ALTURA DE LA MUESTRA DEL PRINCIPIO  
 AL FINAL DE LA PRUEBA =  $\Delta H = 0.098$  mm

ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:  $H_2 = H_1 - \Delta H = 20 - 0.098 = 19.902$  mm  
 ALTURA INICIAL DEL AGUA:  $HW_1 = W_1 H_s S_s = 0.33 \times 10.08 \times 2.29 = 7.62$   
 ALTURA FINAL DEL AGUA:  $HW_2 = W_2 H_s S_s = 0.41 \times 10.08 \times 2.29 = 9.46$   
 RELACION DE VACIOS INICIAL:  $e_1 = \frac{H_1 - H_s}{H_s} = \frac{20 - 10.08}{10.08} = 0.984$   
 RELACION DE VACIOS FINAL:  $e_2 = \frac{H_2 - H_s}{H_s} = \frac{(20 - 0.098) - 10.08}{10.08} = 0.994$   
 GRADO DE SATURACION INICIAL:  $G_1 = \frac{HW_1}{H_1 - H_s} = \frac{7.62}{20.0 - 10.08} = 77\%$   
 GRADO DE SATURACION FINAL:  $G_2 = \frac{HW_2}{H_2 - H_s} = \frac{9.46}{20.098 - 10.08} = 100\%$

EN EL CALCULO DE RELACIONES DE VACIOS USENSE LOS VALORES SIGUIENTES:  
 $H_s = 10.08$  mm.  $H_1 = 20$  mm.

**CONSOLIDACION  
(REGISTRO DE CARGA)**

OBRA: J. JESUS MIRANDA A.  
 LOCALIZACION: ZONA IND. QUERETARO  
 SONDEO N°: \_\_\_\_\_ ENSAYE N°: \_\_\_\_\_  
 MUESTRA N°: \_\_\_\_\_ PROF.: \_\_\_\_\_  
 DESCRIPCION: 95% COMP. CON CAL. 4%  
 (EXPANSION LIBRE)

CONSOLIDOMETRO N° IZQUIERDO  
 FECHA: 15-VIII-95  
 OPERADOR: GOMEZ TABLA  
 CALCULO: \_\_\_\_\_

FECHA	TIEMPO	TEMP.	CARGA	TIEMPO TRANS- CURRIDO	LECTURA MICRO- METRO
	Hrs min.	°C	Kg.	min.	mm.
150885	13:55			0 SEG.	15.982
				5	15.982
				10	15.982
				15	15.982
				30	15.982
	13:56			1 MIN.	15.982
	13:57			2	15.982
	13:59			4	15.982
	14:03			8	15.982
	14:10			15	15.982
	14:35			30	15.983
	14:55			60	15.984
160885	9:00			1155	15.992
	12:00			1335	15.983
	15:00			1515	15.978
190885	9:00			5475	15.993
	12:00			5655	16.010
	15:00			5835	16.002
200885	9:00			6215	16.038
	12:00			7095	16.022
	15:00			7275	16.013
210885	9:00			8355	16.047
	12:00			8535	16.032
	15:00			8715	16.029

FECHA	TIEMPO	TEMP.	CARGA	TIEMPO TRANS- CURRIDO	LECTURA MICRO- METRO
	Hrs min.	°C	Kg.	min.	mm.
220885	9:00			9795	16.048
"	12:00			9975	16.040
"	15:00			10155	16.035
230885	9:00			11235	16.058
"	12:00			11415	16.052
"	15:00			11595	16.048
260885	9:00			15555	16.072
"	12:00			15735	16.067
"	15:00			15915	16.064
270885	9:00			16995	16.078
"	12:00			17175	16.072
"	15:00			17355	16.072
280885	9:00			18435	16.082
"	12:00			18615	16.082
"	15:00			18795	16.078
290885	9:00			19875	16.081
"	12:00			20055	16.078
"	15:00			20235	16.068
300885	9:00			21315	16.080
	12:00			21495	16.080
	15:00			21675	16.070
020935	12:00			24375	16.080

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

**CONSOLIDACION**  
(RESUMEN DE DATOS Y CALCULOS)

<b>OBRA:</b> J. JESUS MIRANDA AGUIRRE <b>LOCALIZACION:</b> ZONA IND. QUERETARO <b>SONDEO N°:</b> _____ <b>MUESTRA N°:</b> _____ <b>PROF.:</b> _____ <b>DESCRIPCION:</b> _____	<b>DURACION DE LA PRUEBA:</b> _____ <b>INTERVALO DE TIEMPO ENTRE INCREMENTOS DE CARGA USADO EN LOS CALCULOS:</b> _____ $H_1 =$ _____ mm. $H_2 =$ _____ mm. <b>FECHA:</b> _____ <b>OPERADOR:</b> _____ <b>CALCULO:</b> _____
---	--

FECHA EN QUE SE APLICO EL INCREMENTO DE CARGA	TIEMPO TRANSCURRIDO PARA CADA INCREMENTO DE CARGA	CARGA P	PRESION P	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION $\delta'$	CORRECCION POR COMPRESION DEL APARATO	DEFORMACION CORREGIDA $\delta$	$\frac{\delta}{H_1}$	RELACION DE VACIOS e	CONTENIDO DE AGUA
										$w = \frac{e}{s_1}$
	Hs.	Kg.	Kg/cm <sup>2</sup>	mm.	mm.	mm.	mm.			%
150885	0 SEG.	0	0	15.982	0	0	0	0	0.984	43
	5	0	0	15.982	0	0	0	0	0.984	43
	10	0	0	15.982	0	0	0	0	0.984	43
	15	0	0	15.982	0	0	0	0	0.984	43
	30	0	0	15.982	0	0	0	0	0.984	43
	1 MIN.	0	0	15.982	0	0	0	0	0.984	43
	2	0	0	15.982	0	0	0	0	0.984	43
	4	0	0	15.982	0	0	0	0	0.984	43
	8	0	0	15.982	0	0	0	0	0.984	43
	15	0	0	15.982	0	0	0	0	0.984	43
	30	0	0	15.982	0	0	0	0	0.984	43
	60	0	0	15.984	0.002	0	0.002	0.0002	0.984	43
160885	1155	0	0	15.992	0.010	0	0.010	0.001	0.985	43
	1335	0	0	15.983	0.001	0	0.001	0.0001	0.984	43
	1515	0	0	15.978	0.004	0	0.004	0.0004	0.984	43
190885	5475	0	0	15.993	1.014	0	1.014	0.0014	0.985	43
	5655	0	0	16.010	0.028	0	0.028	0.0028	0.987	43
	5835	0	0	16.002	0.020	0	0.020	0.0020	0.984	43
200885	6915	0	0	16.038	0.056	0	0.056	0.0056	0.990	43
	7095	0	0	16.022	0.040	0	0.040	0.0040	0.988	43
	7275	0	0	16.013	0.031	0	0.031	0.0031	0.987	43
210885	8355	0	0	16.065	0.065	0	0.065	0.0064	0.990	43
	8535	0	0	16.032	0.050	0	0.050	0.0005	0.985	43
	8715	0	0	16.029	0.047	0	0.047	0.0047	0.989	43
220885	9795	0	0	16.048	0.066	0	0.066	0.0065	0.991	43
	9975	0	0	16.040	0.058	0	0.058	0.0058	0.990	43
	10155	0	0	16.035	0.053	0	0.053	0.0053	0.989	43
230885	11235	0	0	16.058	0.076	0	0.076	0.0075	0.992	43
	11415	0	0	16.052	0.070	0	0.070	0.0069	0.991	43
	11595	0	0	16.048	0.066	0	0.066	0.0066	0.985	43

**OBSERVACIONES:** \_\_\_\_\_

## CONSOLIDACION

(RESUMEN DE DATOS Y CALCULOS)

OBRA: J. JESUS MIRANDA AGUIRRE	DURACION DE LA PRUEBA: _____
LOCALIZACION: ZONA IND. QUERETARO	INTERVALO DE TIEMPO ENTRE INCREMENTOS DE CARGA USADO EN LOS CALCULOS: _____
SONDEO N°: _____	H <sub>s</sub> = _____ mm. H <sub>j</sub> = _____ mm.
MUESTRA N°: _____ PROF.: _____	FECHA: _____
DESCRIPCION: _____	OPERADOR: _____
	CALCULO: _____

FECHA EN QUE SE APLICO EL INCREMENTO DE CARGA	TIEMPO TRANSCURRIDO PARA CADA INCREMENTO DE CARGA	CARGA P	PRESION P	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION δ'	CORRECCION POR COMPRESION DEL APARATO	DEFORMACION CORREGIDA δ	δ / H <sub>s</sub>	RELACION DE VACIOS e	CONTENIDO DE AGUA w = $\frac{w}{s_s}$
_____	Hs.	Kg.	Kg/cm <sup>2</sup>	mm.	mm.	mm.	mm.	_____	_____	%
260885	15555	0	0	16.072	0.090	0	0.090	0.0089	0.993	43
	15735	0	0	16.067	0.085	0	0.085	0.0084	0.992	43
	15915	0	0	16.064	0.082	0	0.082	0.0081	0.992	43
270885	16995	0	0	16.078	0.096	0	0.096	0.0095	0.994	43
	17175	0	0	16.072	0.090	0	0.090	0.0089	0.993	43
	17355	0	0	16.072	0.090	0	0.090	0.0089	0.993	43
280885	18435	0	0	16.082	0.100	0	0.100	0.0099	0.994	43
	18615	0	0	16.082	0.100	0	0.100	0.0099	0.994	43
	18795	0	0	16.078	0.096	0	0.096	0.0095	0.994	43
290885	19875	0	0	16.081	0.099	0	0.099	0.0098	0.994	43
	20055	0	0	16.078	0.096	0	0.096	0.0095	0.994	43
	20235	0	0	16.068	0.086	0	0.086	0.0085	0.993	43
300885	21315	0	0	16.080	0.098	0	0.098	0.0097	0.994	43
	21495	0	0	16.080	0.098	0	0.098	0.0097	0.994	43
	21675	0	0	16.070	0.088	0	0.088	0.0089	0.985	43
020985	24375	0	0	16.080	0.098	0	0.098	0.0097	0.994	43

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

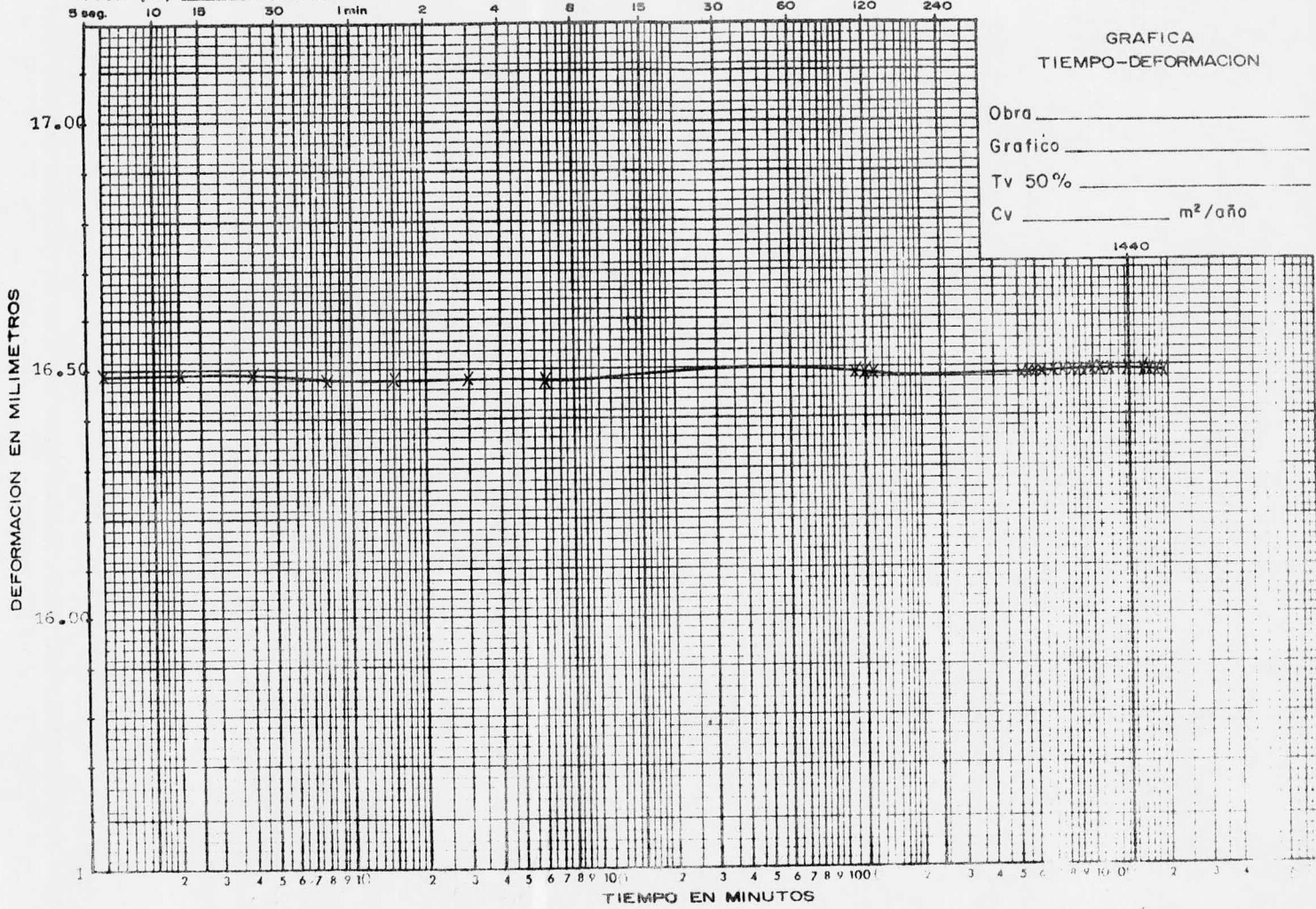
Sondeo N° \_\_\_\_\_

Muestra N° \_\_\_\_\_

Prof. (m) \_\_\_\_\_

GRAFICA  
TIEMPO-DEFORMACION

Obra \_\_\_\_\_  
Grafico \_\_\_\_\_  
Tv 50% \_\_\_\_\_  
Cv \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>/año



DEFORMACION EN MILIMETROS

TIEMPO EN MINUTOS

# CONSOLIDACION CONTENIDO DE HUMEDAD Y CALCULOS

OBRA: ING. J. JESUS MIRANDA AGUIRRE

LOCALIZACION: CIENA IND. OPERARIA

SONDEO NUM.: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

MUESTRA NUM.: \_\_\_\_\_ PROF: \_\_\_\_\_

OPERADOR: \_\_\_\_\_

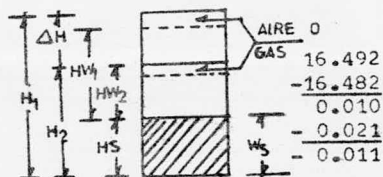
DESCRIPCION: 95% COMP. CON CAL 4%

CALCULO: J. JESUS MIRANDA AGUIRRE

SATURACION BAJO CARGA CON 1 TON/M2

DETERMINACION DE W	AL PRINCIPIO DE LA PRUEBA		AL FINAL DE LA PRUEBA	
ANILLO Y VIDRIO	4 - 4	65	157	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	360.32	112.75	122.03	365.19
PESO TARA + SUELO SECO	330.00	95.30	101.25	330.00
PESO DEL AGUA	30.32	24.45	20.77	35.19
PESO TARA	242.53	20.72	20.67	242.53
PESO SUELO SECO $W_s$	87.47	74.58	80.59	87.47
CONTENIDO DE AGUA $W\%$	$W_1$ 35%	$W_1$ 33%	34%	$W_2$ 40%
W% PROMEDIO				

ANILLO N° 4 DIAMETRO DEL ANILLO 7.97 cm AREA DEL ANILLO  $A$  50 cm<sup>2</sup>  
 ALTURA DEL ANILLO ALTURA DE LA MUESTRA AL PRINCIPIO DE LA PRUEBA  $H_1$  15 mm



PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS  $S_s$  2.29  
 ALTURA SOLIDOS  $H_s = \frac{10W_s}{A_s} = \frac{874.7}{115} = 7.61$  mm  
 VARIACION EN LA ALTURA DE LA MUESTRA DEL PRINCIPIO AL FINAL DE LA PRUEBA  $= \Delta H = 0.011$  mm

ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:  $H_2 = H_1 - \Delta H = 15 - 0.011 = 14.989$  mm  
 ALTURA INICIAL DEL AGUA:  $HW_1 = W_1 H_s S_s = 0.35 \times 7.61 \times 2.29 = 6.10$   
 ALTURA FINAL DEL AGUA:  $HW_2 = W_2 H_s S_s = 0.40 \times 7.61 \times 2.29 = 6.97$   
 RELACION DE VACIOS INICIAL:  $e_1 = \frac{H_1 - H_s}{H_s} = \frac{15.00 - 7.61}{7.61} = 0.971$   
 RELACION DE VACIOS FINAL:  $e_2 = \frac{H_2 - H_s}{H_s} = \frac{14.989 - 7.61}{7.61} = 0.970$   
 GRADO DE SATURACION INICIAL:  $G_1 = \frac{HW_1}{H_1 - H_s} = \frac{6.10}{15.00 - 7.61} = 83$   
 GRADO DE SATURACION FINAL:  $G_2 = \frac{HW_2}{H_2 - H_s} = \frac{6.97}{14.989 - 7.61} = 100\%$

EN EL CALCULO DE RELACIONES DE VACIOS USENSE LOS VALORES SIGUIENTES:

$H_s = 7.610$  mm,  $H_1 = 15$  mm.

**CONSOLIDACION  
(REGISTRO DE CARGA)**

**OBRA:**  
**LOCALIZACION:** ZONA IND. QUERETARO  
**SONDEO N°:** ENSAJE N°  
**MUESTRA N°:** PROF.  
**DESCRIPCION:** 95% COM. CON CAL. 4%  
**SATURACION BAJO CARGA 1 TON/42**

**CONSOLIDOMETRO N°:** 4  
**FECHA:** 15 DE AGOSTO DE 1985  
**OPERADOR:**  
**CALCULO:**

FECHA	TIEMPO	TEMP.	CARGA	TIEMPO TRANS-CURRIDO	LECTURA MICRO-METRO
	Hrs. min.	°C	Kg.	min.	mm.
150885	13:40			0 SEG.	16.492
				5	16.492
				10	16.492
				15	16.492
				30	16.492
	11:41			1 MIN.	16.492
	11:42			2	16.492
	11:44			4	16.492
	13:48			8	16.492
	13:55			15	16.492
14:10			30	16.492	

FECHA	TIEMPO	TEMP.	CARGA	TIEMPO TRANS-CURRIDO	LECTURA MICRO-METRO
	Hrs. min.	°C	Kg.	min.	mm.
150885	14:10			0 SEG.	16.492
				5	.490
				10	.490
				15	.490
				30	.491
	14:11			1 MIN.	.491
	14:12			2	.491
	14:14			4	.491
	14:18			8	.491
	14:25			15	.491
160885	9:00				1134
					1314
					1494
190885	9:00				5454
					5634
					5814
200885	9:00				6894
					7074
					7254
210885	9:00				8334
					8514
					8694

**OBSERVACIONES:**



CONSOLIDACION  
(REGISTRO DE CARGA)

OBRA: _____ LOCALIZACION: ZONA IND. SUERETAP _____ SONDEO N° _____ ENSAYE N° _____ MUESTRA N° _____ PROF.: _____ DESCRIPCION: 95% COMP. 4% CAL _____ SATURACION BAJA CARGO DE 1 TON/M2 _____						CONSOLIDOMETRO N° _____ 4 _____ FECHA: _____ OPERADOR: _____ CALCULO: _____					
FECHA	TIEMPO	TEMP.	CARGA	TIEMPO TRANS- CURRIDO	LECTURA MICRO- METRO	FECHA	TIEMPO	TEMP.	CARGA	TIEMPO TRANS- CURRIDO	LECTURA MICRO- METRO
	Hrs. min.	°C	Kg.	min.	mm.		Hrs min.	°C	Kg.	min.	mm.
220885	9:00			9774	16.490						
	12:00			9954	16.484						
	15:00			10134	16.480						
230885	9:00			11214	16.489						
	12:00			11394	16.489						
	15:00			11574	16.487						
260885	9:00			15534	16.492						
	12:00			15714	16.490						
	15:00			15894	16.490						
270885	9:00			16974	16.497						
	12:00			17154	16.491						
	15:00			17334	16.491						
280885	9:00			18414	.499						
	12:00			18594	.497						
	15:00			18774	.493						
290885	9:00			19854	.494						
	12:00			20034	.492						
	15:00			20214	.484						
300885	9:00			21294	.498						
	12:00			21474	.491						
	15:00			21654	.482						

OBSERVACIONES : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**CONSOLIDACION**  
(RESUMEN DE DATOS Y CALCULOS)

OBRA: <u>ING. J. JESUS MIRANDA AGUIRRE</u> LOCALIZACION: <u>ZONA IND. QUERETARO</u> SONDEO N°: _____ MUESTRA N°: _____ PROF.: _____ DESCRIPCION: <u>ARC. EXP. CON 95% DE COMP. Y 4% DE CAL.</u>	DURACION DE LA PRUEBA: _____ INTERVALO DE TIEMPO ENTRE INCREMENTOS DE CARGA USADO EN LOS CALCULOS: _____ H <sub>i</sub> = _____ mm. H <sub>j</sub> = _____ mm. FECHA: <u>30 DE AGOSTO DE 1985</u> OPERADOR: <u>C. GONZALEZ TAGLE</u> CALCULO: <u>J. JESUS MIRANDA AGUIRRE</u>
---	--

FECHA EN QUE SE APLICO EL INCREMENTO DE CARGA	TIEMPO TRANSCURRIDO PARA CADA INCREMENTO DE CARGA	CARGA P	PRESION P	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION δ'	CORRECCION POR COMPRESION DEL APARATO	DEFORMACION CORREGIDA δ	δ / H <sub>i</sub>	RELACION DE VACIOS e	CONTENIDO DE AGUA
										w = $\frac{a}{s_1}$
	H <sub>i</sub>	Kg.	Kg/cm <sup>2</sup>	mm.	mm.	mm.	mm.			%
150885	0 SEG.	1	0.02	16.492	0					
	5	1	0.02	16.490	-0.002	0.021	-0.002	0.0002	0.971	42
	10	1	0.02	16.490	-0.002	0.021	-0.002	0.0002	0.971	42
	15	1	0.02	16.490	-0.002	0.021	-0.002	0.0002	0.971	42
	30	1	0.02	16.491	-0.001	0.021	-0.001	0.0001	0.971	42
	1 MIN.	1	0.02	16.491	-0.001	0.021	-0.001	0.0001	0.971	42
	2	1	0.02	16.491	-0.001	0.021	-0.001	0.0001	0.971	42
	4	1	0.02	16.491	-0.001	0.021	-0.001	0.0001	0.971	42
	8	1	0.02	16.491	-0.001	0.021	-0.001	0.0001	0.971	42
	15	1	0.02	16.491	-0.001	0.021	-0.001	0.0001	0.971	42
	30	1	0.02	16.491	-0.001	0.021	-0.001	0.0001	0.971	42
	60	1	0.02	16.491	-0.001	0.021	-0.001	0.0001	0.971	42
160885	1134	1	0.02	16.495	0.003	0.021	0.003	0.0004	0.971	42
	1314	1	0.02	16.486	-0.006	0.021	-0.006	0.0007	0.970	42
	1499	1	0.02	16.483	-0.009	0.021	-0.009	0.0012	0.970	42
190885	5454	1	0.02	16.488	-0.004	0.021	-0.004	0.0005	0.971	42
	5634	1	0.02	16.485	-0.007	0.021	-0.007	0.0009	0.970	42
	5814	1	0.02	16.483	-0.009	0.021	-0.009	0.0012	0.970	42
200885	6894	1	0.02	16.493	0.001	0.021	0.001	0.0001	0.971	42
	7074	1	0.02	16.488	-0.004	0.021	-0.004	0.0005	0.971	42
	7254	1	0.02	16.482	-0.010	0.021	-0.010	0.0013	0.970	42
210885	8334	1	0.02	16.497	0.005	0.021	0.005	0.0007	0.972	42
	8514	1	0.02	16.492	0.000	0.021	0.000	0.0000	0.971	42
	8694	1	0.02	16.486	-0.006	0.021	-0.006	0.0008	0.970	42
220885	9774	1	0.02	16.490	-0.002	0.021	-0.002	0.0003	0.971	42
	9954	1	0.02	16.484	-0.008	0.021	-0.008	0.0011	0.970	42
	10134	1	0.02	16.482	-0.010	0.021	-0.010	0.0013	0.970	42

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

## CONSOLIDACION (RESUMEN DE DATOS Y CALCULOS)

OBRA: _____ LOCALIZACION: ZONA IND. QUERETARO _____ SONDEO N°: _____ MUESTRA N°: _____ PROF.: _____ DESCRIPCION: ARC. EXP. CON 95% DE COMP. Y 4% DE CAL. _____	DURACION DE LA PRUEBA: _____ INTERVALO DE TIEMPO ENTRE INCREMENTOS DE CARGA USADO EN LOS CALCULOS: _____ $H_s = \text{_____ mm. } H_j = \text{_____ mm.}$ FECHA: 30 DE AGOSTO DE 1985 OPERADOR: C. GOMEZ TAGLE CALCULO: J. JESUS MIRANDA AGUIRRE.
--	--

FECHA EN QUE SE APLICO EL INCREMENTO DE CARGA	TIEMPO TRANSCURRIDO PARA CADA INCREMENTO DE CARGA	CARGA P	PRESION P	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION δ'	CORRECCION POR COMPRESION DEL APARATO	DEFORMACION CORREGIDA δ	$\frac{\delta}{H_s}$	RELACION DE VACIOS e	CONTENIDO DE AGUA
										$W = \frac{w}{S_s}$
	Hs.	Kg.	Kg/cm <sup>2</sup>	mm.	mm.	mm.	mm.			%
230885	11214	1	0.02	16.499	0.007	0.021	0.007	0.0009	0.972	42
	11394	1	0.02	16.489	-0.003	0.021	-0.003	0.0004	0.971	42
	11574	1	0.02	16.487	-0.005	0.021	-0.005	0.0006	0.970	42
260885	15534	1	0.02	16.492	0.000	0.021	0.000	0.0000	0.971	42
	15714	1	0.02	16.490	-0.002	0.021	-0.002	0.0003	0.971	42
	15894	1	0.02	16.490	-0.002	0.021	-0.002	0.0003	0.971	42
270885	16974	1	0.02	16.497	0.005	0.021	0.005	0.0006	0.972	42
	17154	1	0.02	16.491	-0.001	0.021	-0.001	0.0001	0.971	42
	17334	1	0.02	16.491	-0.001	0.021	-0.001	0.0001	0.971	42
280885	18414	1	0.02	16.499	0.007	0.021	0.007	0.0009	0.972	42
	18594	1	0.02	16.497	0.007	0.021	0.007	0.0009	0.972	42
	18774	1	0.02	16.493	0.001	0.021	0.001	0.0001	0.971	42
290885	19854	1	0.02	16.494	0.002	0.021	0.002	0.0003	0.971	42
	20034	1	0.02	16.492	0.000	0.021	0.000	0.0000	0.971	42
	20214	1	0.02	16.484	-0.008	0.021	-0.008	0.0011	0.970	42
300885	21294	1	0.02	16.498	0.006	0.021	0.006	0.0008	0.972	42
	21474	1	0.02	16.491	-0.001	0.021	-0.001	0.0001	0.971	42
	21654	1	0.02	16.483	-0.009	0.021	-0.009	0.0012	0.970	42

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

Muestra N° 007 4 3 CAL.

Prof. (m) \_\_\_\_\_

5 seg. 10 15 30 1 min 2 4 8 15 30 60 120 240

GRAFICA  
TIEMPO-DEFORMACION

Obra \_\_\_\_\_  
Grafico \_\_\_\_\_  
Tv 50% \_\_\_\_\_  
Cv \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>/año

DEFORMACION EN MILIMETROS

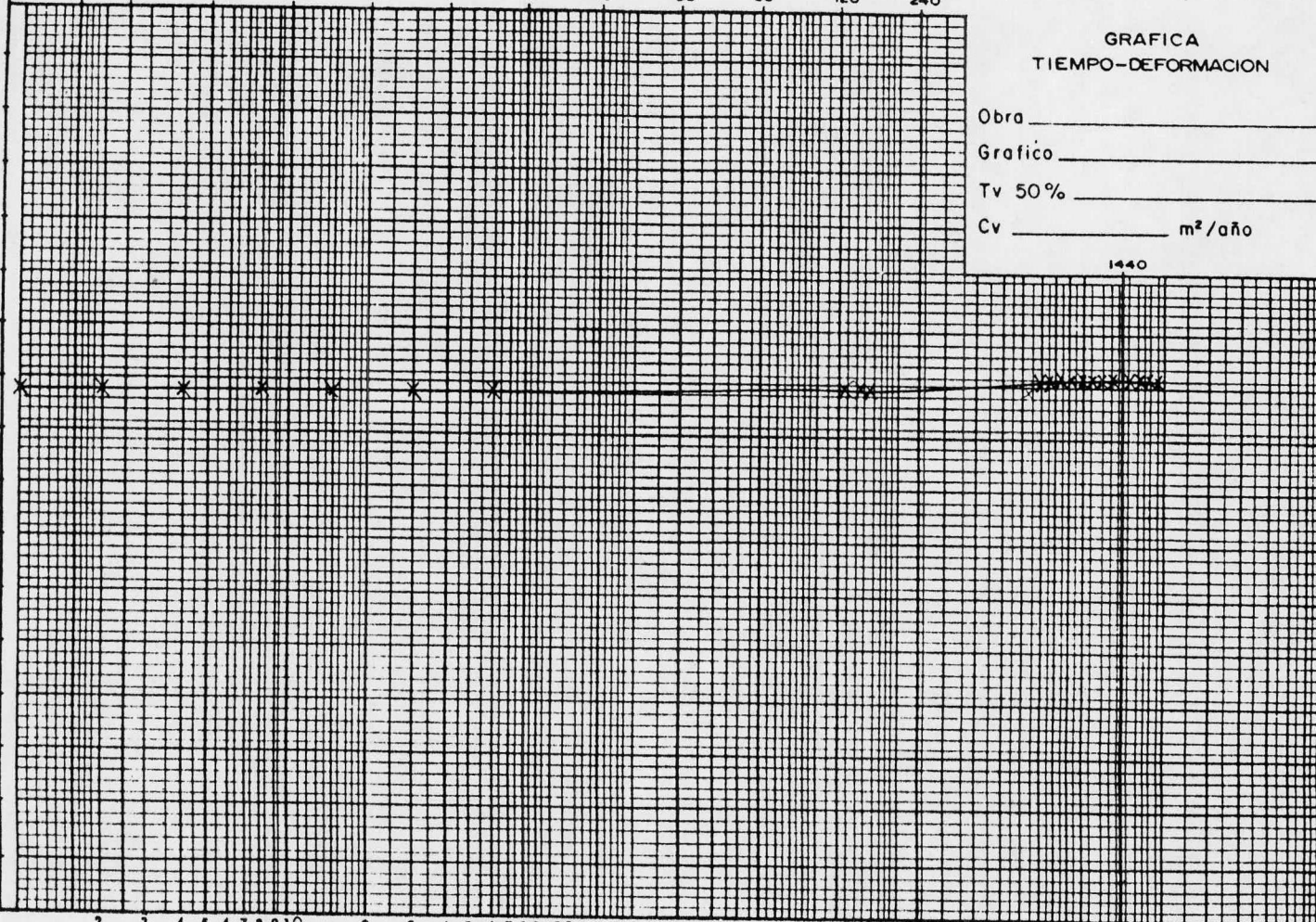
16.00

15.00

1440

TIEMPO EN MINUTOS

2 3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8



# COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA

OBRA:	FECHA: 20/VIII/85
LOCALIZACION: ZONA IND. QUERETARO	OPERADOR: PEDRO Y RAYMUNDO
SONDEO N°:	ENSAYE N°:
MUESTRA N°:	PROF:
DESCRIPCION: ARCILLA EXP. CON 4% CAL Y	CALCULO: J. JESUS MIRANDA A.
95% COMP.	

MEDIDAS DE LA MUESTRA:

$D_c$ 3.58 cm	$A_s$ 10.07 cm <sup>2</sup>	$W_i$ 140.50 gr
$D_c$ 3.58 cm	$A_c$ 10.07 cm <sup>2</sup>	$V_t$ 89.62 cm <sup>3</sup>
$D_i$ 3.58 cm	$A_i$ 10.07 cm <sup>2</sup>	$\gamma_m$ 1569 Ton/m <sup>3</sup>
$H_m$ 8.90 cm	$A_m$ $A_s + 4A_c + A_i = 60.42$	$\gamma_m$ 10.07 cm <sup>2</sup>

VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA:  $\sqrt[3]{\frac{0.5}{6}} = 0.5$  Kg/cm<sup>2</sup>

TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO DESVIADOR	CONTENIDO DE AGUA	
MIN	Kg	mm	mm			cm <sup>2</sup>	Kg		
	5.0		0.5	0.0056	0.9944	10.127	0.494	CAPSULA N°	138
	8.8		1.0	0.0112	0.9888	10.184	0.864	PESO CAP+S.H	149.11
	12.2		1.5	0.0169	0.9831	10.243	1.191	PESO CAP+S.S.	112.95
	15.6		2.0	0.0225	0.9775	10.302	1.514	PESO AGUA	36.13
	18.9		2.5	0.0281	0.9719	10.361	1.824	PESO CAPSULA	20.60
	17.6		3.0	0.0337	0.9663	10.421	1.689	PESO SURO SECC	92.35
	17.6		3.5	0.0393	0.9607	10.482	1.679	W %	39%

$$e = \frac{V_1 - V_5}{V_5} - 1$$

$$V_5 = W_5 \cdot \frac{1}{\gamma_5} = \frac{92.35}{1.73} = 53.49$$

$$e = \frac{36.13}{53.49} - 1 = 0.68$$

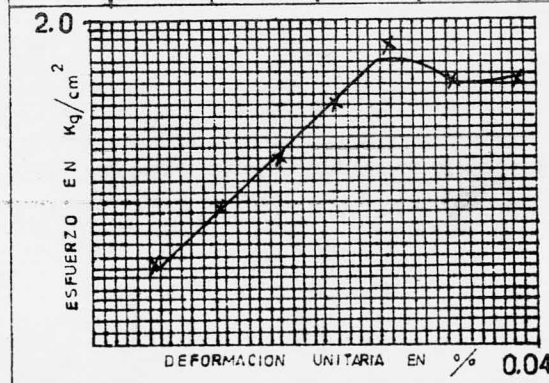
$$e_i = \frac{S_5 \cdot \gamma_w \cdot \gamma_s}{\gamma_s}$$

$$S_5 \cdot \gamma_w = 9.68 \cdot \gamma_s =$$

$$e_i = \frac{9.68 \cdot \gamma_s}{\gamma_s} = 9.68$$

$$G_w = \frac{W \cdot S_5}{e}$$

$$G_w = \frac{11 \cdot 9.68}{0.68} = 156.9$$



NOTA: AREA CORREG. =  $\frac{A_m}{1 - DEF. UNIT.}$   
 ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES: NO SE RECUPERO TODO EL MATERIAL

# COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA

OBRA: \_\_\_\_\_ FECHA: 10/VIII/85  
 LOCALIZACION: ZONA IND. QUERETARO OPERADOR: PEDRO Y RAYMUNDO  
 SONDEO N°: \_\_\_\_\_ ENSAYE N°: \_\_\_\_\_  
 MUESTRA N°: \_\_\_\_\_ PROF: \_\_\_\_\_  
 DESCRIPCION: ARCILLA EXP. CON 4% CAL Y CALCULO: J. JESUS MIRANDA A.  
 95% COMP.

**MEDIDAS DE LA MUESTRA:**  
 $D_s$  3.53 cm       $A_s$  9.79 cm<sup>2</sup>  
 $D_c$  3.53 cm       $A_c$  9.79 cm<sup>2</sup>  
 $D_i$  3.53 cm       $A_i$  9.79 cm<sup>2</sup>  
 $H_m$  8.88 cm       $A_m$   $A_s + 4A_c + A_i = 58.74$  cm<sup>2</sup>  
 $\bar{V}_p = 1.0$  Kg/cm<sup>2</sup>

VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA: 0.5

TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO DESVIADOR	CONTENIDO DE AGUA	
MIN	Kg	mm	mm			cm <sup>2</sup>	Kg		
			0.5	0.0056	0.9944	9.845	1.402	CAPSULA N°	183
	13.8		1.0	0.0113	0.9887	9.902	2.303	PESO CAP+S.H.	157.94
	22.8		1.5	0.0169	0.983	9.959	2.55	PESO CAP+S.S.	119.04
	25.4		2.0	0.0225	0.977	10.016	2.416	PESO AGUA	38.90
	24.2		2.5	0.0282	0.9718	10.074	2.402	PESO CAPSULA	19.35
	24.2							PESO SUELO SECC	99.19
								W %	39%

$$e = \frac{V_1}{V_s} - 1$$

$$V_s = \frac{W_s}{S_s} = \dots$$

$$e_i = \dots - 1 = \dots$$

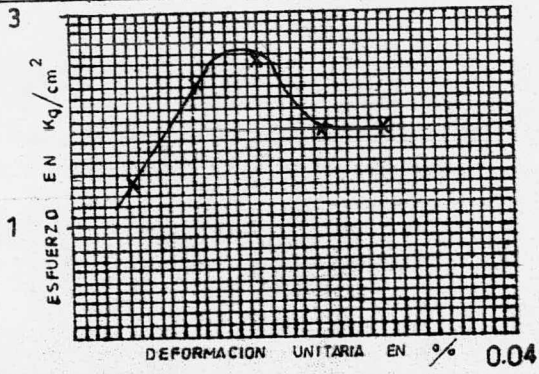
$$e_i = \frac{S_s \Delta W}{\Delta W_s}$$

$$S_s \Delta W = \dots \Delta W_s = \dots$$

$$e_i = \dots = \dots$$

$$G_{wi} = \frac{W \times S_s}{e}$$

$$G_{wi} = \dots = \%$$



NOTA: AREA CORREG. =  $\frac{A_m}{1 - DEF UNIT.}$   
 ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

# COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA

OBRA: _____	FECHA: 20/VIII/85
LOCALIZACION: ZONA IND. QUERETARO	OPERADOR: PEDRO Y RAYMUNDO
SONDEO N°: _____ ENSAYE N°: _____	
MUESTRA N°: _____ PROF: _____	
DESCRIPCION: ARCILLA EMP. CON 4% CAL Y 95% COMP.	CALCULO: J. JESUS MIRANDA A...

MEDIDAS DE LA MUESTRA:			
$D_s$	3.52 cm	$A_s$	9.73 cm <sup>2</sup>
$D_c$	3.52 cm	$A_c$	9.73 cm <sup>2</sup>
$D_i$	3.52 cm	$A_i$	9.73 cm <sup>2</sup>
$H_m$	9.00 cm	$A_m$	$\frac{A_s + 4A_c + A_i}{6} = 9.73$ cm <sup>2</sup>
			$\sqrt{3} = 1.5$ Kg/cm <sup>2</sup>
			$W_i = 140.05$ gr
			$V_t = 37.57$ cm
			$\gamma_m = 1.599$ Ton/m <sup>3</sup>
			$\gamma = 9.73$ cm <sup>2</sup>

VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA: 0.5 $\sqrt{3} = 1.5$ Kg/cm <sup>2</sup>									
TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO DESVIADOR	CONTENIDO DE AGUA	
MIN	Kg	mm	mm			cm <sup>2</sup>	Kg		
	12.0		0.5	0.0056	0.9944	9.784	1.226	CAPSULA N°	5
	22.0		1.0	0.0111	0.9888	9.839	2.236	PESO CAP+S. h.	160.92
	31.6		1.5	0.0167	0.9833	9.895	3.194	PESO CAP+S. S.	122.04
	34.4		2.0	0.0222	0.9777	9.951	3.457	PESO AGUA	38.88
	33.8		2.5	0.0277	0.9722	10.008	3.377	PESO CAPSULA	21.50
	33.0		3.0	0.0333	0.9667	10.066	3.278	PESO SUELO SECC	100.54
								W %	39%
							1.728		

$$e_i = \frac{V_i}{V_s} - 1$$

$$V_s = \frac{W_s}{S_s} = \dots$$

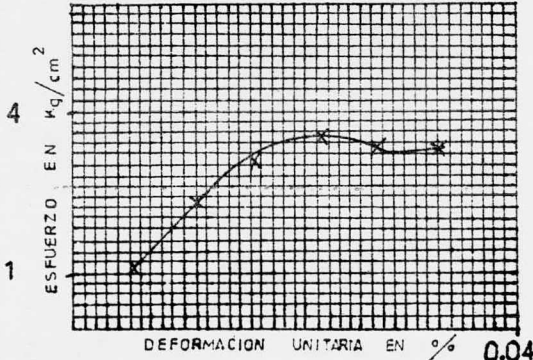
$$e_i = \frac{S_s \gamma_w \gamma_s}{\gamma_s} - 1 = \dots$$

$$S_s \gamma_w = \dots \gamma_s = \dots$$

$$e_i = \dots = \dots$$

$$G_w i = \frac{W \times S_s}{e} = \dots$$

$$G_w i = \dots = \dots \%$$



NOTA: AREA CORREG. =  $\frac{A_m}{1 - DEF. UNIT.}$   
 ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

# COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA

OBRA: \_\_\_\_\_ FECHA: 20/VIII/85  
 LOCALIZACION: ZONA IND. QUERETARO OPERADOR: PEDRO Y RAYMUNDO  
 SONDEO N°: \_\_\_\_\_ ENSAYE N°: \_\_\_\_\_  
 MUESTRA N°: \_\_\_\_\_ PROF: \_\_\_\_\_  
 DESCRIPCION: ARCILLA EXP. CON 4% CAL Y CALCULO: J. JESUS MIRANDA A.  
 95% CMB.

**MEDIDAS DE LA MUESTRA:**  
 $D_s$  3.57 cm      $A_s$  10.01 cm<sup>2</sup>  
 $D_c$  3.57 cm      $A_c$  10.01 cm<sup>2</sup>  
 $D_i$  3.57 cm      $A_i$  10.01 cm<sup>2</sup>  
 $H_m$  8.85 cm      $A_m$   $\frac{A_s + 4A_c + A_i}{6} = 60.06$  cm<sup>2</sup>  
 $W_i$  142.55 gr  
 $V_t$  88.59 cm<sup>3</sup>  
 $Z_m$  1.609 Ton/m<sup>3</sup>  
 $\sqrt{3}$  = 2.0 Kg/cm<sup>2</sup>

VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA: 0.5 6

TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO DESVIADOR	CONTENIDO DE AGUA	
MIN	Kg	mm	mm			cm <sup>2</sup>	Kg		
10.3			0.5	0.0056	0.9944	10.067	1.023	CAPSULA N°	163
23.2			1.0	0.0113	0.9887	10.124	2.291	PESO CAP+S. H.	160.48
36.0			1.5	0.0169	0.9831	10.183	3.535	PESO CAP+S.S.	120.70
46.2			2.0	0.0226	0.9774	10.241	4.511	PESO AGUA	39.78
51.8			2.5	0.0282	0.9718	10.301	5.029	PESO CAPSULA	18.15
52.4			3.0	0.0339	0.9661	10.361	5.057	PESO SUELO SECO	102.55
52.4			3.5	0.0395	0.9605	10.422	5.028	W %	39%
51.0			4.0	0.0452	0.9548	10.484	4.865		
							2.529		

$$e_i = \frac{V_i - V_s}{V_s} - 1$$

$$V_s = \frac{W_s}{S_s} = \dots$$

$$e_i = \dots - 1 = \dots$$

$$e_i = \frac{S_s \Delta W_s}{W_s} = \dots$$

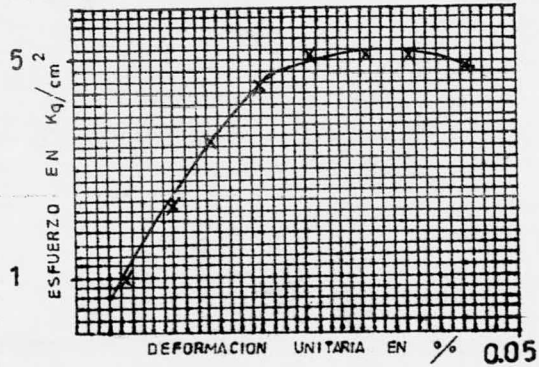
$$S_s \Delta W_s = \dots \Delta S_s = \dots$$

$$e_i = \dots = \dots$$

$$G_{wi} = \frac{W \times S_s}{e} = \dots$$

$$G_{wi} = \dots = \%$$

NOTA: AREA CORREG. =  $\frac{A_m}{1 - DEF. UNIT.}$   
 ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

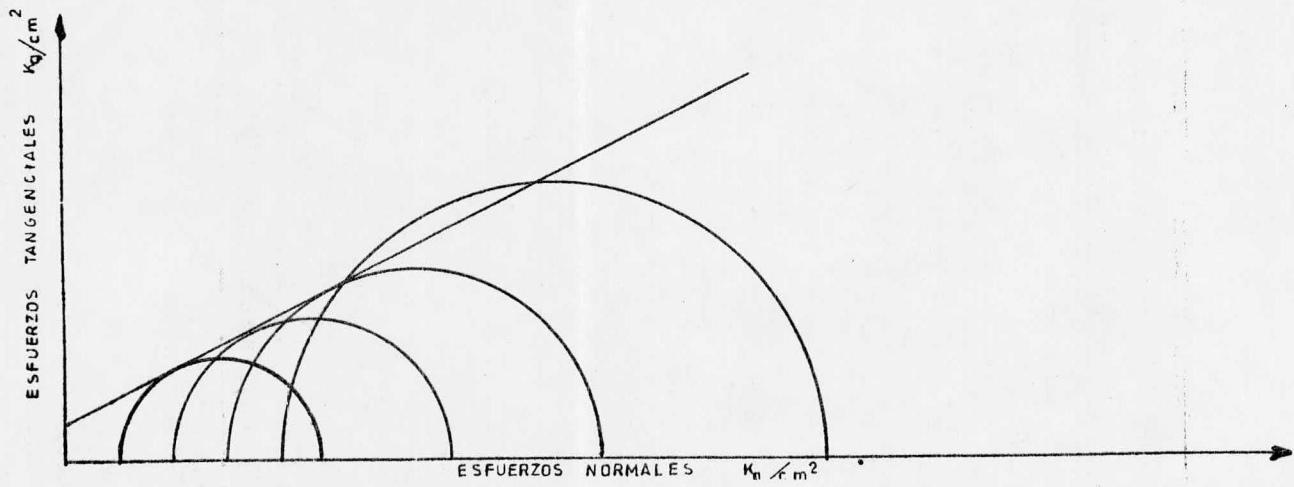


# CIRCULOS DE MOHR COMPRESION TRIAXIAL

DESCRIPCION DE LA MUESTRA <u>ARCILLA EXP. CON 4% CAL Y 95% COMP.</u>	ENSAYE N° _____
ESTUDIO POR EFECTUAR _____	FECHA DE INICIACION <u>28/SEP/85</u>
PROCEDENCIA <u>ZONA INDUSTRIAL QUERETARO.</u>	FECHA DE TERMINACION <u>28/SEP/85</u>
_____	LABORATORISTA <u>C. PEDRO Y RAYMONDO</u>

SONDEO N° _____	MUESTRA N° _____	PROFUNDIDAD _____ m
TIPO DE PRUEBA: RAPIDA (R) <input checked="" type="checkbox"/> CONSOLIDADA RAPIDA (R <sub>c</sub> ) <input type="checkbox"/> LENTA (L) <input type="checkbox"/> OPERADOR: _____		CALCULO: <u>J. JESUS MIRANDA</u>

PRUEBA N°	W <sub>i</sub> %	W <sub>f</sub> %	e <sub>i</sub> %	e <sub>f</sub> %	G <sub>i</sub> %	G <sub>f</sub> %	$\sqrt{3}$ Kg/cm <sup>2</sup>	$\sqrt{1-\sqrt{3}}$ Kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma$ Kg/cm <sup>2</sup>	PARAMETROS DE RESISTENCIA	ESCALA: 1cm = 0.50 Kg/cm <sup>2</sup>	S <sub>s</sub> = 2.29
1	39									$\phi = 26^\circ$  $c = 3.5 \text{ T/m}^2$		
2	39											
3	39											
4	39											
5												
6												



# COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA

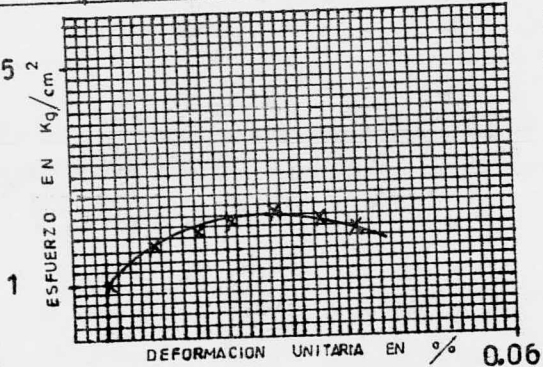
FECHA: 28/XI/85  
 CALZACION: ZONA IND. QUERETARO OPERADOR: REYNALDO Y PEDRO  
 ENSAYE N°: PROF.:  
 MUESTRA N°: CALCULO: J. JESUS MIRANDA A.  
 DESCRIPCION: 95% COMP. 6% CAL.

DIMENSIONES DE LA MUESTRA:  
 3.61 cm  $A_s = 10.24 \text{ cm}^2$   $W_i = 145.00 \text{ gr}$   
 3.54 cm  $A_c = 9.84 \text{ cm}^2$   $V_t = 88.75 \text{ cm}^3$   
 3.55 cm  $A_i = 9.90 \text{ cm}^2$   $\gamma_m = 1.63 \text{ Ton/m}^3$   
 8.95 cm  $A_m = A_s + 4A_c + A_i = 59.50$   $= 9.92 \text{ cm}^2$   
 $\sigma = 0.5$   $\sqrt{3} = 0.5 \text{ Kg/cm}^2$

VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA:		LECTURA MICROMETRO		DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO DESVIADOR	CONTENIDO DE AGUA	
TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA						cm <sup>2</sup>	Kg		
MIN	Kg	mm	mm							
									CAPSULA N°	116
	10.0		0.5	0.0056	0.9944	9.9758	1.00		PESO CAP+S. h.	166.20
	16.6		1.0	0.0112	0.9888	10.0321	1.65		PESO CAP+S. S.	131.51
	20.0		1.5	0.0168	0.9832	10.0891	1.98		PESO AGUA	34.69
	22.0		2.0	0.0223	0.9777	10.1468	2.17		PESO CAPSULA	23.10
	23.2		2.5	0.0279	0.9721	10.2050	2.27		PESO SUELO SECO	108.41
	22.0		3.0	0.0335	0.9665	10.2641	2.14		W %	32%
	22.0		3.5	0.0391	0.9609	10.3238	2.13			

$e_i = \frac{V_i - 1}{V_s}$   
 $V_s = \frac{W_s}{S_s} = \dots$   
 $e_i = \dots = \dots$   
 $S_s \gamma_w = \dots = \dots$   
 $e_i = \dots = \dots$   
 $G_w = \frac{H \times S_s}{e}$   
 $G_{wi} = \dots = \dots \%$

NOTA: AREA CORREG. =  $\frac{A_m}{1 - DEF. UNIT.}$   
 ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES:

# COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA

OBRA: \_\_\_\_\_ FECHA: 19/VIII/85  
 LOCALIZACION: ZONA IND. QUERETARO OPERADOR: PEDRO Y RAYMUNDO  
 SONDEO N°: \_\_\_\_\_ ENSAYE N°: \_\_\_\_\_  
 MUESTRA N°: \_\_\_\_\_ PROF: \_\_\_\_\_  
 DESCRIPCION: ARCILLA EXP. CON 6% CAL Y CALCULO: J. JESUS MIRANDA A.  
 95% COMP.

**MEDIDAS DE LA MUESTRA:**  
 $D_s$  3.55 cm  $A_s$  9.90 cm<sup>2</sup>  
 $D_c$  \_\_\_\_\_ cm  $A_c$  9.90 cm<sup>2</sup>  
 $D_i$  \_\_\_\_\_ cm  $A_i$  9.90 cm<sup>2</sup>  
 $H_m$  \_\_\_\_\_ cm  $A_m$   $A_s + 4A_c + A_i = 59.39$   
 $W_i$  145.70 gr  
 $V_t$  88.70 cm  
 $\rho_m$  1643 Ton/m<sup>3</sup>  
 $\sigma_3$  9.90 cm<sup>2</sup>  
**VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA:** 0.5  $\sqrt{J_3} = 1.0$  Kg/cm<sup>2</sup>

TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO DESVIADOR	CONTENIDO DE AGUA	
MIN	Kg	mm	mm			cm <sup>2</sup>	Kg		
12.4			0.5	0.0056	0.9944	9.956	1.246	CAPSULA N°	181
24.6			1.0	0.0112	0.9888	10.012	2.457	PESO CAP+S. h	170.30
33.0			1.5	0.0167	0.9833	10.069	3.278	PESOCAP+S.S.	131.24
37.4			2.0	0.0223	0.9777	10.126	3.694	PESO AGUA	39.06
37.2			2.5	0.0279	0.9721	10.184	3.653	PESO CAPSULA	28.45
37.2			3.0	0.0335	0.9665	10.243	3.632	PESO SURO SECC	102.79
								W %	38%
							1.847		

$$e = \frac{V_i - V_s}{V_s} - 1$$

$$V_s = \frac{W_s}{S_s} = \dots$$

$$e_i = \dots - 1 = \dots$$

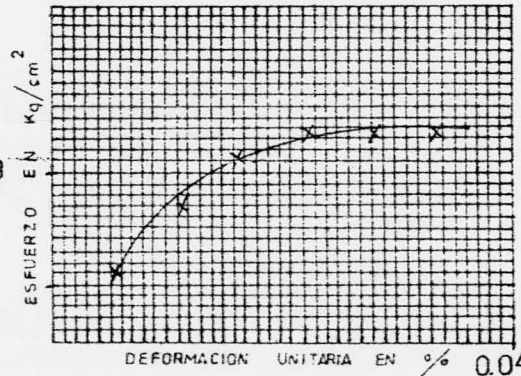
$$e_i = \frac{S_s \rho_w \rho_s}{\rho_s} - 1 = \dots$$

$$S_s \rho_w = \dots - \rho_s = \dots$$

$$e_i = \dots = \dots$$

$$G_w = \frac{W \times S_s}{e}$$

$$G_{wi} = \dots = \%$$



NOTA: AREA CORREG. =  $\frac{A_m}{1 - DEF UNIT.}$   
 ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

# COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA

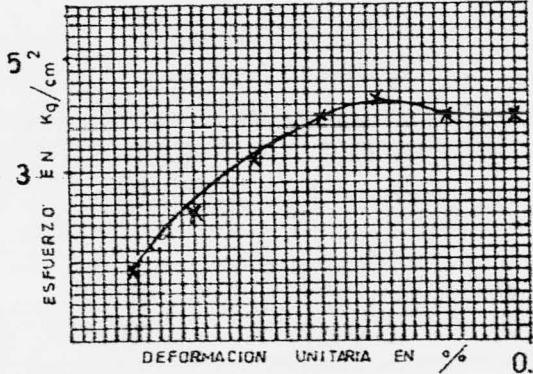
**OBRA:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** 19/VIII/85  
**LOCALIZACIÓN:** ZONA IND. QUERETARO **OPERADOR:** PEDRO Y RAYMUNDO  
**SONDEO N°:** \_\_\_\_\_ **ENSAYE N°:** \_\_\_\_\_  
**MUESTRA N°:** \_\_\_\_\_ **PROF:** \_\_\_\_\_  
**DESCRIPCIÓN:** ARCILLA EXP. CON 95% COMP. **CALCULO:** J. JESUS HERRERA A.  
**6% CAL.**

**MEDIDAS DE LA MUESTRA:**  
 $D_s$  3.53 cm  $A_s$  9.79 cm<sup>2</sup>  $W_i$  144.30 gr  
 $D_c$  3.53 cm  $A_c$  9.79 cm<sup>2</sup>  $V_s$  87.82 cm<sup>3</sup>  
 $D_i$  3.53 cm  $A_i$  9.79 cm<sup>2</sup>  $\rho_m$  1643 ton/m<sup>3</sup>  
 $H_m$  8.97 cm  $A_m$   $A_s + 4A_c + A_i = 58.72$  cm<sup>2</sup>  
 $\bar{V}_3 = 1.5$  kg/cm<sup>2</sup>

VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA: 0.5  $\bar{V}_3 = 1.5$  kg/cm<sup>2</sup>

TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO DESVIADOR	CONTENIDO DE AGUA	
MIN	Kg	mm	mm			cm <sup>2</sup>	Kg		
	12.0		0.5	0.0056	0.9944	9.845	1.219	CAPSULA N°	48
	21.8		1.0	0.0111	0.9889	9.900	2.202	PESO CAP+S.	164.32
	32.2		1.5	0.0167	0.9833	9.956	3.234	PESO CAP+S.	26.19
	40.2		2.0	0.0223	0.9777	10.013	4.015	PESO AGUA	38.39
	43.4		2.5	0.0278	0.9721	10.071	4.310	PESO CAPSULA	25.13
	41.8		3.0	0.0334	0.9666	10.129	4.127	PESO SUELO SECO	01.03
	41.8		3.5	0.0390	0.9610	10.188	4.103	W %	36%

$e = \frac{V_i}{V_s} - 1$   
 $V_s = \frac{W_s}{S_s} = \dots$   
 $e_i = \dots = \dots$   
 $e_i = \frac{S_s \rho_m \rho_s}{\rho_s}$   
 $S_s \rho_m \rho_s = \rho_s$   
 $e_i = \dots = \dots$   
 $G_w = \frac{W}{e} \times S_s$   
 $G_w = \dots = \dots$



NOTA: AREA CORREG. =  $\frac{A_m}{1 - DEF UNIT.}$   
 ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



**OBSERVACIONES:** \_\_\_\_\_

# COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA

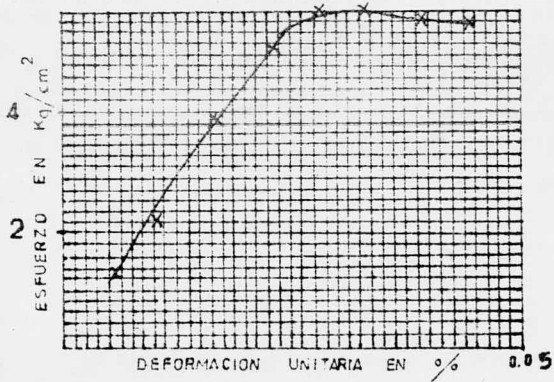
OBRA:	FECHA: 19/VIII/85
LOCALIZACIÓN: ZONA. IND. QUERDIARO	OPERADOR: PEDRO Y RAYRUNDO
SONDEO Nº: _____ ENSAYE Nº: _____	_____
MUESTRA Nº: _____ PROF: _____	_____
DESCRIPCIÓN: MUECIDA XI. COR 6% CAL Y	CALCULO: P. PESO. AREA COR.
95% COFE.	

MEDIDAS DE LA MUESTRA:

D <sub>s</sub> 3.52 cm	A <sub>s</sub> 9.73 cm <sup>2</sup>	W <sub>i</sub> 145.02 gr
D <sub>c</sub> 3.52 cm	A <sub>c</sub> 9.73 cm <sup>2</sup>	V <sub>t</sub> 86.89 cm <sup>3</sup>
D <sub>i</sub> 3.52 cm	A <sub>i</sub> 9.73 cm <sup>2</sup>	γ <sub>m</sub> 1.669 Ton/m <sup>3</sup>
D <sub>m</sub> 8.93 cm	A <sub>m</sub> A <sub>s</sub> + 4A <sub>c</sub> + A <sub>i</sub> = 58.39	= 9.73 cm <sup>2</sup>
	6	2.0 Kg/cm <sup>2</sup>

VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA: 0.5		V <sub>3</sub> = 2.0							
TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA	LECTURA MICRÓMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO DESVIADOR	CONTENIDO DE AGUA	
MIN	Kg	mm	mm			cm <sup>2</sup>	Kg		
13.2		0.5	0.0156	0.9844	9.785	1.349	CAPSULA Nº 74		
27.6		1.0	0.0112	0.9888	9.840	2.905	PESO CAP+S. h 166.68		
41.4		1.5	0.0158	0.9832	9.896	4.183	PESO CAP+S.S. 127.85		
53.6		2.0	0.0224	0.9776	9.953	5.385	PESO AGUA 38.83		
61.8		2.5	0.0280	0.9720	10.010	6.174	PESO CAPSULA 25.67		
82.8		3.0	0.0336	0.9664	10.070	6.237	PESO SUELO SECO 102.18		
60.0		3.5	0.0372	0.9608	10.127	5.925	W % 38%		
60.0		4.0	0.0448	0.9552	10.186	5.890			

$e = \frac{V_1}{V_5} - 1$
$V_5 = \frac{W_5}{S_5} = \dots$
$e_i = \dots - 1 = \dots$
$e_i = \frac{S_5 \gamma_w \gamma_s}{\gamma_s} \dots$
$S_5 \gamma_w = \dots \gamma_s = \dots$
$e_i = \dots = \dots$
$G_{wi} = \frac{H \times S_5}{e} \dots$
$G_{wi} = \dots = \%$



NOTA: AREA CORREG. = A<sub>m</sub>  
 1- DEF UNIT.  
 ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



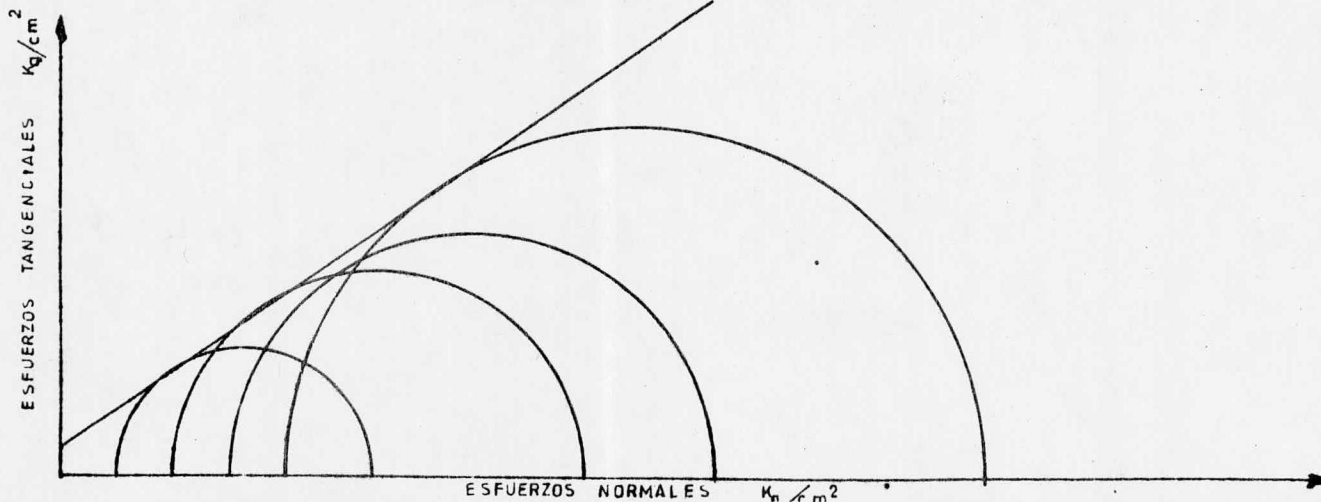
OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

# CIRCULOS DE MOHR COMPRESION TRIAXIAL

DESCRIPCION DE LA MUESTRA <u>ARCILLA EXP. CON 6% CAL y 95% COMP.</u>	ENSAYE N° _____
ESTUDIO POR EFECTUAR _____	FECHA DE INICIACION <u>28/SEPT./85</u>
PROCEDENCIA <u>ZONA INDUSTRIAL QUERETARO</u>	FECHA DE TERMINACION <u>28/SEPT./85</u>
_____	LABORATORISTA <u>PEDRO Y RAYMUNDO</u>

SONDEO N° _____	MUESTRA N° _____	PROFUNDIDAD _____ m
TIPO DE PRUEBA: RAPIDA (R) <input checked="" type="checkbox"/> CONSOLIDADA RAPIDA (R <sub>c</sub> ) <input type="checkbox"/> LENTA (L) <input type="checkbox"/> OPERADOR: _____		CALCULO: <u>J. JESUS MIRANDA</u>

PRUEBA N°	W <sub>i</sub> %	W <sub>f</sub> %	e <sub>i</sub> %	e <sub>f</sub> %	G <sub>i</sub> %	G <sub>f</sub> %	$\sqrt{3}$ Kg/cm <sup>2</sup>	$\sqrt{1-\sqrt{3}}$ Kg/cm <sup>2</sup>	$\frac{\sigma}{\sqrt{3}}$ Kg/cm <sup>2</sup>	PARAMETROS DE RESISTENCIA
1										ESCALA: 1 cm = 0.50 Kg/cm <sup>2</sup> s <sub>s</sub> = 2.29  $\phi = 29^\circ$  $c = 2.5 \text{ T/m}^2$
2										
3										
4										
5										
6										



# COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA

OBRA: \_\_\_\_\_ FECHA: 27/XI/85  
 LOCALIZACION: ZONA IND. QUERETARO OPERADOR: PEDRO Y RAYMUNDO  
 SONDEO N.º: \_\_\_\_\_ ENSAYE N.º: \_\_\_\_\_  
 MUESTRA N.º: \_\_\_\_\_ PROF.: \_\_\_\_\_  
 DESCRIPCION: ARCILLA EXP. CON 4% CAL Y 95% DE COMP. Y 2 MESES DE SATURACION CALCULO: J. JESUS MIRANDA A.

**MEDIDAS DE LA MUESTRA:**  
 $D_s = 3.32 \text{ cm}$        $A_s = 8.92 \text{ cm}^2$        $W_i = 128.93 \text{ gr}$   
 $D_c = 3.35 \text{ cm}$        $A_c = 8.81 \text{ cm}^2$        $V_t = 78.59 \text{ cm}^3$   
 $D_i = 3.35 \text{ cm}$        $A_i = 8.81 \text{ cm}^2$        $\gamma_m = 1.64 \text{ Ton/m}^3$   
 $H_m = 8.90 \text{ cm}$        $A_m = A_s + 4A_c + A_i = 52.97 \text{ cm}^2$        $\gamma = 8.83 \text{ cm}^2$   
 VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA:  $\dot{\sigma} = 0.5$        $\dot{\gamma} = 0.5 \text{ Kg/cm}^2$

TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO DESVIADOR	CONTENIDO DE AGUA	
MIN	Kg	mm	mm			cm <sup>2</sup>	Kg		
	13.6		0.5	0.0056	0.9944	8.8799	1.53	CAPSULA N.º	8
	26.2		1.0	0.0112	0.9888	8.9304	2.93	PESO CAP+S, h	146.29
	15.8		1.5	0.0169	0.9831	8.9813	1.76	PESO CAP+S, S.	105.11
	15.8		2.0	0.0225	0.9775	9.0330	1.75	PESO AGUA	41.18
								PESO CAPSULA	18.00
								PESO SUELO SECO	87.11
								W %	47%

$$e_i = \frac{V_i - V_s}{V_s} - 1$$

$$V_s = \frac{W_s}{S_s} = \dots$$

$$e_i = \dots - 1 = \dots$$

$$e_i = \frac{S_s \gamma_w \gamma_s}{\gamma_s}$$

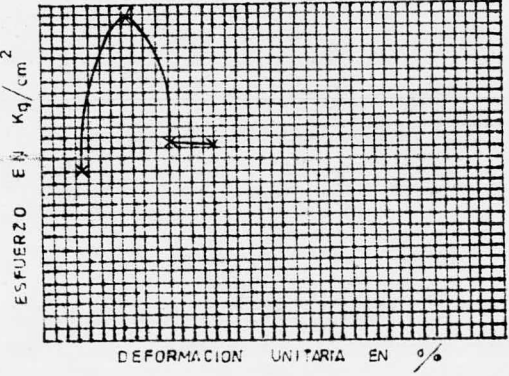
$$S_s \gamma_w = \dots \gamma_s = \dots$$

$$e_i = \dots = \dots$$

$$G_w = \frac{W}{e} \times S_s$$

$$G_w = \dots = \dots \%$$

NOTA: AREA CORREG. =  $\frac{A_m}{1 - \text{DEF UNIT.}}$   
 ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

# COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA

OBRERA: \_\_\_\_\_ FECHA: 27/XI/85  
 LOCALIZACION: ZONA IND. QUERETARO OPERADOR: PEDRO Y RAYMUNDO  
 SONDEO N°: \_\_\_\_\_ ENSAYE N°: \_\_\_\_\_  
 MUESTRA N°: \_\_\_\_\_ PROF: \_\_\_\_\_  
 DESCRIPCION: ARCILLA EXP. CON 4% CAL. Y 95% CALCULO J. JESUS MIRANDA A.  
 COMP. Y 2 MESES DE SATURACION

**MEDIDAS DE LA MUESTRA:**  
 $D_s = 3.53$  cm       $A_s = 9.79$  cm<sup>2</sup>  
 $D_c = 3.56$  cm       $A_c = 9.95$  cm<sup>2</sup>  
 $D_i = 3.57$  cm       $A_i = 10.00$  cm<sup>2</sup>  
 $H_m = 9.01$  cm       $A_m = \frac{A_s + 4A_c + A_i}{6} = 59.59$  cm<sup>2</sup>  
 $W_i = 153.30$  gr  
 $V_t = 89.47$  cm<sup>3</sup>  
 $\gamma_m = 1.71$  Ton/m<sup>3</sup>  
 $\gamma = 9.93$  cm<sup>2</sup>  
 $\sqrt{\gamma} = 1.0$  Kg/cm<sup>2</sup>

VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA: \_\_\_\_\_

TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO DESVIADOR	CONTENIDO DE AGUA	
								MIN	Kg
	14.2		0.5	0.0055	0.9945	9.9854	1.42	CAPSULA N°	131
	29.0		1.0	0.0111	0.9889	10.0415	2.89	PESO CAP+S. h	175.20
	35.0		1.5	0.0166	0.9834	10.0981	3.47	PESO CAP+S. S.	121.95
	30.0		2.0	0.0222	0.9778	10.1555	2.95	PESO AGUA	53.25
								PESO CAPSULA	22.29
								PESO SUELO SECO	99.66
								W %	53%

$$e = \frac{V_i - V_s}{V_s} - 1$$

$$V_s = \frac{W_s}{S_s} = \dots$$

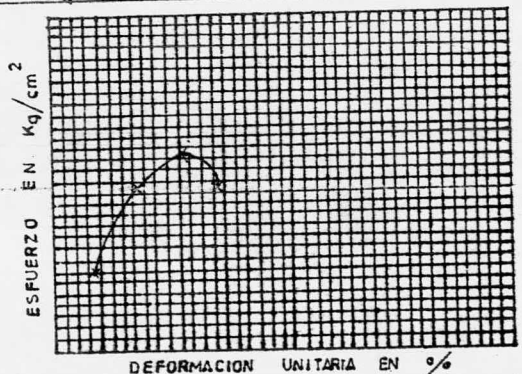
$$e_i = \frac{S_s \gamma_w \gamma_s}{\gamma_s} - 1 = \dots$$

$$S_s \gamma_w = \dots \gamma_s = \dots$$

$$e_i = \dots = \dots$$

$$G_w = \frac{W \times S_s}{e} = \dots$$

$$G_{wi} = \dots = \%$$



NOTA: AREA CORREG. =  $\frac{A_m}{1 - DEF. UNIT.}$   
 ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



# COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA

OBRA: \_\_\_\_\_ FECHA: 27/XI/85  
 LOCALIZACION: ZONA IND. QUERETARO OPERADOR: PEDRO Y RAYMUNDO  
 SONDEO N°: \_\_\_\_\_ ENSAYE N°: \_\_\_\_\_  
 MUESTRA N°: \_\_\_\_\_ PROF: \_\_\_\_\_  
 DESCRIPCION: ARCILLA EXP. CON 4% CAL 95% COMP. Y 2 MESES DE SATURACION CALCULO: J. JESUS MIRANDA A.

MEDIDAS DE LA MUESTRA:  
 $D_s$  3.62 cm  $A_s$  10.29 cm<sup>2</sup>  $w_i$  154.20 gr  
 $D_c$  3.63 cm  $A_c$  10.35 cm<sup>2</sup>  $V_t$  92.62 cm  
 $D_i$  3.65 cm  $A_i$  10.46 cm<sup>2</sup>  $\gamma_m$  1665 Ton/m<sup>3</sup>  
 $H_m$  8.94 cm  $A_m$   $\frac{A_s + 4A_c + A_i}{6}$  62.15  $\gamma_3$  1.5 cm<sup>2</sup> Kg/cm<sup>2</sup>

TIEMPO TRANSCURRIDO		CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO DESVIADOR	CONTENIDO DE AGUA	
MIN	Kg	mm	mm				cm <sup>2</sup>	Kg		
	13.0		0.5	0.0056	0.9944		10.4183	1.25	CAPSULA N°	22
	24.6		1.0	0.0112	0.9888		10.4772	2.35	PESO CAP+S. H.	175.49
	41.0		1.5	0.0168	0.9832		10.5368	3.89	PESO CAP+S.S.	128.50
	56.8		2.0	0.0224	0.9776		10.5971	5.36	PESO AGUA	46.99
	51.0		2.5	0.0280	0.9720		10.6580	4.79	PESO CAPSULA	21.50
	51.0		3.0	0.0336	0.9664		10.7198	4.76	PESO SUELO SEC	107.0
									W %	44%

$$e_i = \frac{V_i}{V_s} - 1$$

$$V_s = \frac{W_s}{S_s} = \dots$$

$$e_i = \dots - 1 = \dots$$

$$e_i = \frac{S_s \gamma_w \gamma_s}{\gamma_s}$$

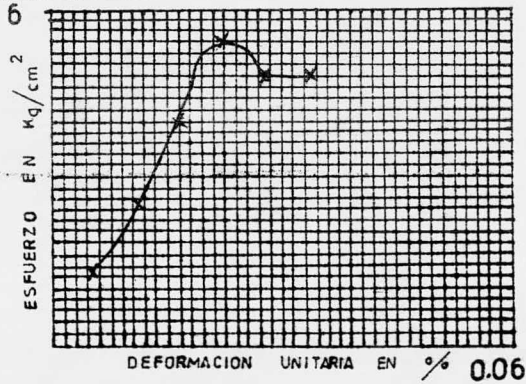
$$S_s \gamma_w = \dots - \gamma_s = \dots$$

$$e_i = \dots = \dots$$

$$G_w = \frac{W \times S_s}{e}$$

$$G_{wi} = \dots = \dots \%$$

NOTA: AREA CORREG. =  $\frac{A_m}{1 - DEF. UNIT.}$   
 ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

# COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA

OBRA:	FECHA: 27/XI/85
LOCALIZACION: ZONA IND. QUERETARO	OPERADOR: PEDRO Y RAYMUNDO
SONDEO N°: _____ ENSAYE N°: _____	
MUESTRA N°: _____ PROF: _____	CALCULO: J. JESUS MIRANDA A.
DESCRIPCION: ARCILLA EXP. CON 4% CAL 95% COMP. Y DOS MESES DE SATURACION	

MEDIDAS DE LA MUESTRA:

$D_s$ 3.54 cm	$A_s$ 9.84 cm <sup>2</sup>	$W_i$ 144.67 gr
$D_c$ 3.55 cm	$A_c$ 9.90 cm <sup>2</sup>	$V_i$ 87.14 cm <sup>3</sup>
$D_i$ 3.54 cm	$A_i$ 9.84 cm <sup>2</sup>	$\gamma_m$ 1661 Ton/m <sup>3</sup>
$H_m$ 8.82 cm	$A_m$ $A_s + 4A_c + A_i$ 59.28 cm <sup>2</sup>	$\sigma_3$ 2.0 kg/cm <sup>2</sup>

TIEMPO TRANSCURRIDO		CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO DESVIADOR	CONTENIDO DE AGUA	
MIN		Kg	mm	mm			cm <sup>2</sup>	Kg		
		14.8		0.5	0.0057	0.9943	9.9366	1.49	CAPSULA N°	186
		31.6		1.0	0.0113	0.9887	9.9933	3.16	PESO CAP+S.H.	166.81
		73.0		1.5	0.0170	0.9830	10.0510	4.28	PESO CAP+S.S.	122.70
		51.6		2.0	0.0227	0.9773	10.1093	5.10	PESO AGUA	44.11
		59.0		2.5	0.0283	0.9717	10.1682	5.80	PESO CAPSULA	22.38
		64.0		3.0	0.0340	0.9660	10.2278	6.26	PESO SUELO SECO	100.32
		63.8		3.5	0.0397	0.9603	10.2882	6.20	W %	44%
		63.8		4.0	0.0454	0.9546	10.3493	6.16		

$$e = \frac{V_i - V_s}{V_s} - 1$$

$$V_s = \frac{W_s}{S_s} = \dots$$

$$e_i = \dots - 1 = \dots$$

$$e_i = \frac{S_s \gamma_w \gamma_s}{\gamma_s} - 1 = \dots$$

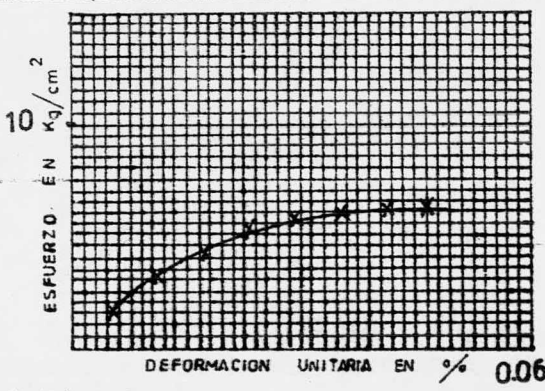
$$S_s \gamma_w = \dots \gamma_s = \dots$$

$$e_i = \dots = \dots$$

$$G_w = \frac{W}{e} \times S_s = \dots$$

$$G_{wi} = \dots = \% \dots$$

NOTA: AREA CORREG. =  $\frac{A_m}{1 - DEF. UNIT.}$   
 ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

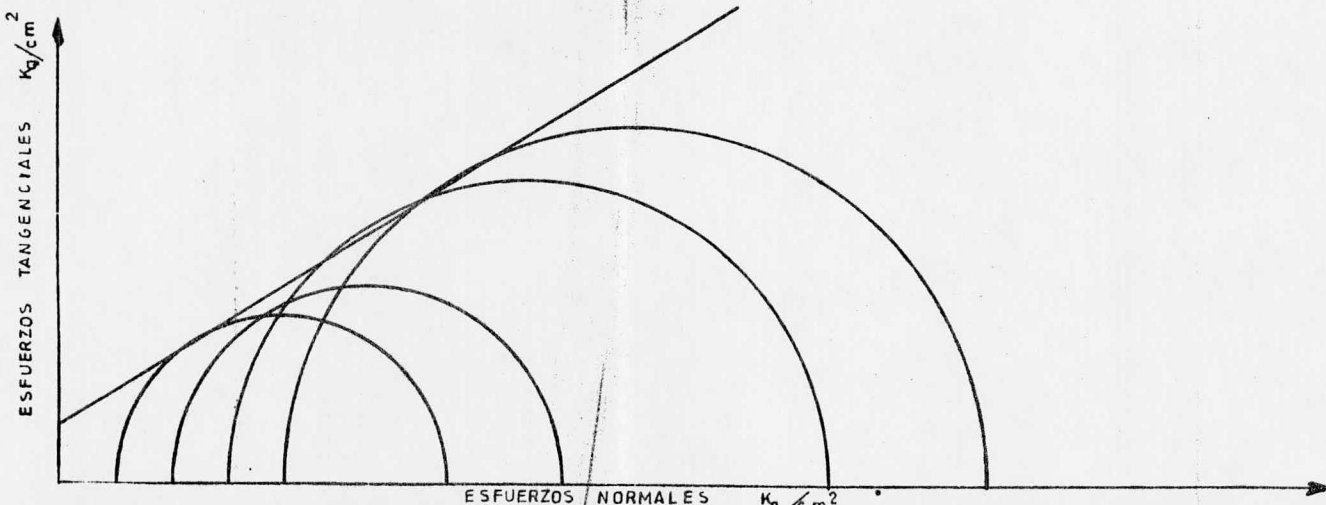
# CIRCULOS DE MOHR COMPRESION TRIAXIAL

DESCRIPCION DE LA MUESTRA <u>95% DE COMPACTACION X 4% DE CAL</u>	ENSAYE N° _____
ESTUDIO POR EFECTUAR _____	FECHA DE INICIACION <u>27/XI/85</u>
PROCEDENCIA <u>ZONA INDUSTRIAL DE QUERETARO</u>	FECHA DE TERMINACION <u>27/XI/85</u>
<u>DESPUES DE 60 DIAS DE ESTAR SUMERGIDA LA MUESTRA.</u>	LABORATORISTA <u>PEDRO Y RAYMUNDO</u>

SONDEO N° _____	MUESTRA N° _____	PROFUNDIDAD _____ m
TIPO DE PRUEBA: RAPIDA (R) <input checked="" type="checkbox"/> CONSOLIDADA RAPIDA (R <sub>c</sub> ) <input type="checkbox"/> LENTA (L) <input type="checkbox"/>		OPERADOR: _____ CALCULO: <u>J. JESUS MIRANDA</u>

PRUEBA N°	W <sub>i</sub> %	W <sub>f</sub> %	e <sub>i</sub> %	e <sub>f</sub> %	G <sub>i</sub> %	G <sub>f</sub> %	$\sqrt{3}$ Kg/cm <sup>2</sup>	$\sqrt{1-\sqrt{3}}$ Kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma$ Kg/cm <sup>2</sup>	PARAMETROS DE RESISTENCIA
1	53						1.0	2.5	1700	$\phi = 31^\circ$  $c = 5 \text{ t/m}^2$
2	44						1.5	5.4	1670	
3	44						2.0	6.3	1660	
4										
5										
6										

ESCALA: 1 cm = 0.50 Kg/cm<sup>2</sup>    S<sub>s</sub> = 2.29



# COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA

OBRA: _____	FECHA: 27/XI/85
LOCALIZACION: ZONA IND. QUERETARO	OPERADOR: PEDRO Y RAYMUNDO
SONDEO N°: _____	ENSAYE N°: _____
MUESTRA N°: _____	PROF: _____
DESCRIPCION: ARCILLA EXP. CON 6% CAL. 95% COMP. Y 2 MESES DE SATURACION	CALCULO: J. JESUS MIRANDA A.

**MEDIDAS DE LA MUESTRA:**

D <sub>s</sub> 3.38 cm	A <sub>s</sub> 8.97 cm <sup>2</sup>	W <sub>i</sub> 132.00 gr
D <sub>c</sub> 3.22 cm	A <sub>c</sub> 8.45 cm <sup>2</sup>	V <sub>t</sub> 77.16 cm
D <sub>i</sub> 3.43 cm	A <sub>i</sub> 9.24 cm <sup>2</sup>	ρ <sub>m</sub> 1.71 Ton/m <sup>3</sup>
H <sub>m</sub> 8.90 cm	A <sub>m</sub> $\frac{A_s + 4A_c + A_i}{6}$ 52.01	σ <sub>3</sub> 8.67 cm <sup>2</sup>

VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA: 0.5  $\sqrt{g}$  = 0.5 Kg/cm<sup>2</sup>

TIEMPO TRANSCURRIDO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO DESVIADOR	CONTENIDO DE AGUA	
MIN	Kg	mm	mm			cm <sup>2</sup>	Kg		
	20.0		0.5	0.0056	0.9944	8.7188	2.29	CAPSULA N°	192
	47.0		1.0	0.0112	0.9888	8.7686	5.36	PESO CAP+S. h	154.05
	69.8		1.5	0.0169	0.9831	8.8186	7.92	PESO CAP+S. S.	116.59
	27.0		2.0	0.0225	0.9775	8.8693	9.81	PESO AGUA	37.46
	21.4		2.5	0.0281	0.9719	8.9206	2.40	PESO CAPSULA	22.40
	21.4		3.0	0.0337	0.9663	8.9725	2.39	PESO SUELO SEC	94.19
								W %	40.5

$$e_j = \frac{V_j - V_s}{V_s} - 1$$

$$V_s = \frac{W_s}{S_s} = \dots$$

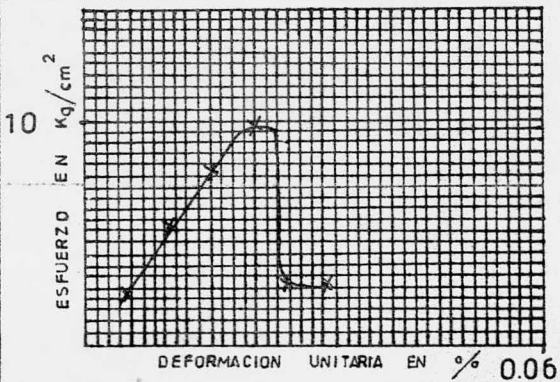
$$e_i = \frac{S_s \rho_w \rho_s}{\rho_s} - 1 = \dots$$

$$S_s \rho_w = \dots - \rho_s = \dots$$

$$e_i = \dots = \dots$$

$$G_w = \frac{W \times S_s}{e} = \dots$$

$$G_{wi} = \dots = \%$$



NOTA: AREA CORREG. =  $\frac{A_m}{1 - DEF. UNIT.}$   
 ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



# COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA

OBRA: _____	FECHA: <u>27/XI/85</u>
LOCALIZACION: <u>ZONA IND. QUERETARO</u>	OPERADOR: <u>PEDRO Y RAYMUNDO</u>
SONDEO N°: _____	ENSAYE N°: _____
MUESTRA N°: _____	PROF.: _____
DESCRIPCION: <u>ARCILLA EXP. CON 6% CAL 95%</u>	CALCULO: <u>J. JESUS MIRANDA A.</u>
<u>COMP. Y 2 MESES DE SATURACION</u>	

MEDIDAS DE LA MUESTRA:			
D <sub>s</sub>	3.54	cm	
D <sub>c</sub>	3.55	cm	
D <sub>i</sub>	3.55	cm	
H <sub>m</sub>	8.90	cm	
A <sub>s</sub>	9.84	cm <sup>2</sup>	
A <sub>c</sub>	9.90	cm <sup>2</sup>	
A <sub>i</sub>	9.90	cm <sup>2</sup>	
A <sub>m</sub>	$A_s + 4A_c + A_i$		59.34
	0	0.5	0
			$\sqrt{3} = 1.5$
			Kg/cm <sup>2</sup>

TIEMPO TRANSCURRIDO		CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO DESVIADOR	CONTENIDO DE AGUA	
MIN	Kg	mm	mm				cm <sup>2</sup>	Kg		
	18.0			0.5	0.0056	0.9944	9.9459	1.81	CAPSULA N°	200
	44.0			1.0	0.0112	0.9888	10.0024	4.40	PESO CAP+S. h.	169.50
	72.0			1.5	0.0169	0.9831	10.0595	7.16	PESO CAP+S. S.	127.38
	57.6			2.0	0.0225	0.9775	10.1173	9.65	PESO AGUA	42.12
	123.0			2.5	0.0281	0.9719	10.1758	12.09	PESO CAPSULA	21.77
	143.6			3.0	0.0337	0.9663	10.2350	14.03	PESO SUELO SECO	105.61
	69.0			3.5	0.0393	0.9607	10.2949	6.70	W %	40%
	69.0			4.0	0.0449	0.9551	10.3554	6.66		

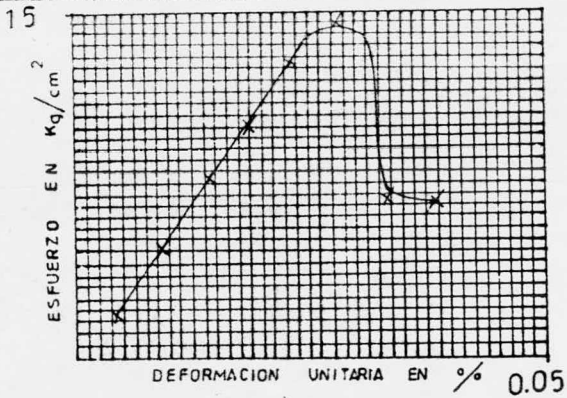
$$e_i = \frac{V_i - V_s}{V_s} - 1$$

$$V_s = \frac{W_s}{S_s} = \dots$$

$$e_i = \frac{S_s \delta' w_i - \delta' s}{S_s} = \dots$$

$$G_{wi} = \frac{W \times S_s}{e} = \dots$$

$$G_{wi} = \dots = \%$$



NOTA: AREA CORREG. =  $\frac{A_m}{1 - DEF. UNIT.}$   
 ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

# COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA

FECHA: 27/X1/85  
 LOCALIZACION: ZONA IND. QUERETARO  
 OPERADOR: PEDRO Y RAYMUNDO  
 MONDEO N°: ENSAYE N°:  
 MUESTRA N°: PROF.:  
 DESCRIPCION: ARCILLA EXP. CON 6% CAL 95%  
 CALCULO: J. JESUS MIRANDA AGUIRRE,  
 COMP. Y 2 REELS DE SATURACION

MEDIDAS DE LA MUESTRA:  
 3.53 cm       $A_s = 9.80 \text{ cm}^2$   
 3.53 cm       $A_c = 9.80 \text{ cm}^2$   
 3.52 cm       $A_i = 9.74 \text{ cm}^2$   
 8.87 cm       $A_m = A_s + 4A_c + A_i = 6$   
 $V_i = 147.38 \text{ cm}^3$   
 $V_t = 86.84 \text{ cm}^3$   
 $\rho_m = 1.70 \text{ Ton/m}^3$   
 $\rho = 9.79 \text{ cm}^2$   
 VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA:  $\dot{\sigma}_3 = 2.0 \text{ Kg/cm}^2$

TIEMPO TRANSCURRIDO (MIN)	CARGA (Kg)	LECTURA MICROMETRO (mm)	DEFORMACION TOTAL (mm)	DEFORMACION UNITARIA	1-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO DESVIADOR (Kg)	CONTENIDO DE AGUA	
10.2	10.2	0.5	0.0056	0.9944	9.8451	1.04	CAPSULA N°	98	
30.0	30.0	1.0	0.0113	0.9887	9.9019	3.03	PESO CAP+S. h	167.85	
57.8	57.8	1.5	0.0169	0.9831	9.9583	5.80	PESO CAP+S.S.	125.89	
87.0	87.0	2.0	0.0225	0.9775	10.0153	8.69	PESO AGUA	41.96	
116.0	116.0	2.5	0.0282	0.9718	10.0741	11.51	PESO CAPSULA	20.67	
144.0	144.0	3.0	0.0338	0.9662	10.1325	14.21	PESO SUELO seco	105.22	
165.0	165.0	3.5	0.0395	0.9605	10.1926	16.19	W %	40%	
169.90	169.90	4.0	0.0451	0.9549	10.2524	16.57			
90.0	90.0	4.5	0.0507	0.9493	10.3132	8.73			
90.0	90.0	5.0	0.0564	0.9436	10.3748	8.67			

$$e_i = \frac{V_i - V_s}{V_s} - 1$$

$$V_s = \frac{W_s}{S_s} = \dots$$

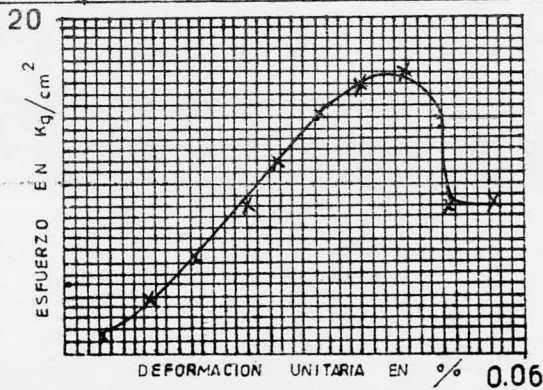
$$e_i = \frac{S_s \Delta V_i}{\gamma_s} - 1 = \dots$$

$$S_s \Delta V_i = \dots$$

$$e_i = \dots = \dots$$

$$G_{wi} = \frac{W \times S_s}{e} = \dots$$

$$G_{wi} = \dots = \dots \%$$



NOTA: AREA CORREG. =  $\frac{A_m}{1 - \text{DEF UNIT.}}$   
 ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA:



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

# CIRCULOS DE MOHR COMPRESION TRIAXIAL

DESCRIPCION DE LA MUESTRA <u>95% DE COMPACTACION Y 6% DE CAL</u>	ENSAYE N° _____
ESTUDIO POR EFECTUAR _____	FECHA DE INICIACION <u>27/XI/85</u>
PROCEDENCIA <u>ZONA INDUSTRIAL QUERETARO</u>	FECHA DE TERMINACION <u>27/XI/85</u>
DESPUES DE 60 DIAS DE ESTAR SUMERGIDA LA MUESTRA _____	LABORATORISTA <u>PEDRO Y RAYMUNDO</u>

SONDEO N° _____	MUESTRA N° _____	PROFUNDIDAD _____ m
TIPO DE PRUEBA: RAPIDA (R) X CONSOLIDADA RAPIDA (R) <input type="checkbox"/> LENTA (L) <input type="checkbox"/>		OPERADOR: <u>RAYMUNDO</u> CALCULO: <u>J. JESUS MIRANDA</u>

PRUEBA N°	W <sub>i</sub> %	W <sub>f</sub> %	e <sub>i</sub> %	e <sub>f</sub> %	G <sub>i</sub> %	G <sub>f</sub> %	$\sqrt{3}$ / $K_0$ / $cm^2$	$\sqrt{1 - \sqrt{3}}$ / $K_0$ / $cm^2$	$\sigma_1$ / $K_0$ / $cm^2$	PARAMETROS DE RESISTENCIA	ESCALA: 1 cm = 1.0 $Kg/cm^2$ $s_s = 2.29$
1	38						1.0	12.8	1740	$\phi = 42.5^\circ$  $c = 18 T/m^2$	
2	40						1.5	14.0	1680		
3	40						2.0	16.6	1700		
4											
5											
6											

