

DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE EN EL LABORATORIO

GENERALIDADES:

DENTRO DE LOS ENSAYES DE MAYOR IMPORTANCIA QUE SE REALIZAN EN LOS LABORATORIOS DE MECANICA DE SUELOS, ESTAN AQUELLOS DONDE SE PUEDE VALUAR LA RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE. LA INFORMACION OBTENIDA ES NECESARIA DEBIDO A QUE INTERVIENE EN EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DE INGENIERIA CIVIL TALES COMO EDIFICIOS, PUENTES, PRESAS REPRESAS, TERRAPLENES Y ADEMAS EN ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES, TUNELES, Y EMPUJES SOBRE ESTRUCTURAS DE RETENCION. PARA CADA CASO, DEPENDIENDO LAS CONDICIONES A QUE SE ENCUENTRE SUJETO EL SUELO O A LAS QUE SE VAYA A SOMETER, EXISTEN VARIAS PRUEBAS TANTO DE LABORATORIO COMO DE CAMPO LAS CUALES REPRESENTAN EN PARTE LAS CONDICIONES IN-SITU.

LAS PRUEBAS DE LABORATORIO CON QUE SE CUENTA ACTUALMENTE PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE SON:

- 1.- CORTE DIRECTO
- 2.- COMPRESION SIMPLE^a O NO CONFINADA
- 3.- COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA (UU)

4.- COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA CONSOLIDADA (R-CU)

5.- COMPRESION TRIAXIAL CONSOLIDADA NO DRENADA O LENTA (S-CD)

EN EL CAMPO LA RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE SE DETERMINA BORDAMENTE EMPLEANDO

- a) PENETROMETRO DE BOLSILLO
- b) VELETA
- c) PRUEBA PENETRACION ESTANDAR DINAMICO (P.E.D)
- d) TORCOMETRO

LA PRUEBA REALMENTE REPRESENTATIVA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE ES LA DE CARGA, DESAFORTUNADAMENTE RESULTA ANTIECONOMICA.

OBJETIVO:

1.- DETERMINAR LA RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE DE UN SUELO CON EL OBJETO DE VALUAR LA CARGA QUE PUEDE ACTUAR SOBRE EL SIN PROVOCAR LA FALLA DE LA MASA DEL MISMO.

2.- DEFINIR ADECUADAMENTE LOS PARAMETROS DE RESISTENCIA (ϕ , C)
 ϕ = angulo de fricción interna
C = cohesión

3.- INTERPRETAR DEBIDAMENTE EL TIPO DE FALLA QUE SUFRIO EL MATERIAL CONFORME A SUS CARACTERISTICAS.

④ COMPARAR LOS VALORES OBTENIDOS PARA UN MISMO SUELO SUJETO A DIFERENTES ENSAYES DE RESISTENCIA

⑤ CALCULAR LA SENSIBILIDAD DEL SUELO ESTUDIADO

⑥ DETERMINAR EL MODULO DE ELASTICIDAD.

FORMULA :

LA RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE SE EXPRESA POR MEDIO DE LA FORMULA:

$$S = c + \sqrt{n} \operatorname{tg} \phi$$

ESTA EXPRESION NOS REPRESENTA UNA LEY DE RESISTENCIA, LA CUAL SE ENCUENTRA ^{basado} EN LA TEORIA DE COULOMB-MOHR.

EN DONDE :

S = RESISTENCIA AL ESF. CORTANTE

C = COHESION

\sqrt{n} = ESFUERZO NORMAL

ϕ = ANGULO DE FRICCION INTERNA.

EN SUELOS PURAMENTE FRICCIONANTES $S = \sqrt{n} \operatorname{tg} \phi$ Y EN MATERIALES NETAMENTE COHESIVOS $S = C$

PREPARACION DE PROBETAS

LAS MUESTRAS QUE SE EMPLEAN POR LO GENERAL EN LOS ENSAYES SON DE FORMA CILINDRICA CON UNA RELACION DE ESBELTEZ DE 2 A 3 (LA ALTURA DEBE SER 2 A 3 VECES EL DIAMETRO).

MUESTRAS INALTERADAS

LAS MUESTRAS SE LABRAN CONFORME AL PROCEDIMIENTO N° 2 EMPLEADO PARA DETERMINAR EL PESO VOLUMETRICO, VISTO EN EL ENSAYE N° 3

EN ALGUNOS SUELOS RESULTA DIFICIL DAR UN ACABADO UNIFORME EN LAS CARAS DEL ESPECIMEN. CUANDO ESTO SE PRESENTE, PROCEDA A CABECEAR LA MUESTRA

CON YESO. ESTO TIENE COMO FINALIDAD PROPORCIONAR UNA SUPERFICIE DE CONTACTO LO MAS PLANA POSIBLE.

MUESTRAS REMOLDEADAS

CON EL OBJETO DE CONOCER LA SENSIBILIDAD DE LOS SUELOS ES CONVENIENTE FABRICAR ESPECIMENES, LOS CUALES, SON SOMETIDOS UNICAMENTE A ENSAYES DE COMPRESION SIMPLE O NO CONFINADA. CON LOS VALORES OBTENIDOS DE RESISTENCIA ULTIMA A LA COMPRESION SIMPLE EN MUESTRAS INALTERADAS Y REMOLDEADAS SE CALCULA LA SENSIBILIDAD MEDIANTE LA EXPRESION:

$$St = \frac{q_{ui}}{q_{ur}}$$

AMBAS MUESTRAS DEBEN TENER LAS MISMAS CARACTERISTICAS, EN CUANTO A DIMENSIONES Y CONTENIDO DE HUMEDAD. DE PREFERENCIA LA PROBETA REMOLDEADA DEBE DE FABRICARSE CON EL MISMO MATERIAL DE LA INALTERADA

LA SENSIBILIDAD PARA ARCILLAS NORMALES ESTA COMPRENDIDA ENTRE 2 Y 8, VALORES MAYORES PRESENTAN CARACTERISTICAS EXTRA SENSITIVAS (TERZAGHI)

NOTA: TODOS LOS ESPECIMENES TANTO DE MUESTRAS INALTERADAS COMO REMOLDEADAS DEBEN LABRARSE EN EL CUARTO HUMEDO.

ENSAYE

9

COMPRESION SIMPLE

EQUIPO :

- 1.- EXTRACTOR DE MUESTRAS
- 2.- LABRADOR DE PROBETAS
- 3.- CUCHILLOS
- 4.- SIERRA DE ALAMBRE
- 5.- ESPATULA
- 6.- VERNIER
- 7.- CAPSULAS DE ALUMINIO O VIDRIOS DE RELOJ.
- 8.- BALANZA DE TORSION DE 0.01gr DE APROXIMACION.
- 9.- HORNO DE TEMPERATURA CONSTANTE (110°C)
- 10.- MICROMETRO APROX. 0.0001"
- 11.- EXTENSOMETRO APROX. 0.01 mm
- 12.- APARATO DE COMPRESION SIMPLE, CON ANILLO DE CARGA CALIBRADO Y ACCION HIDRAULICA

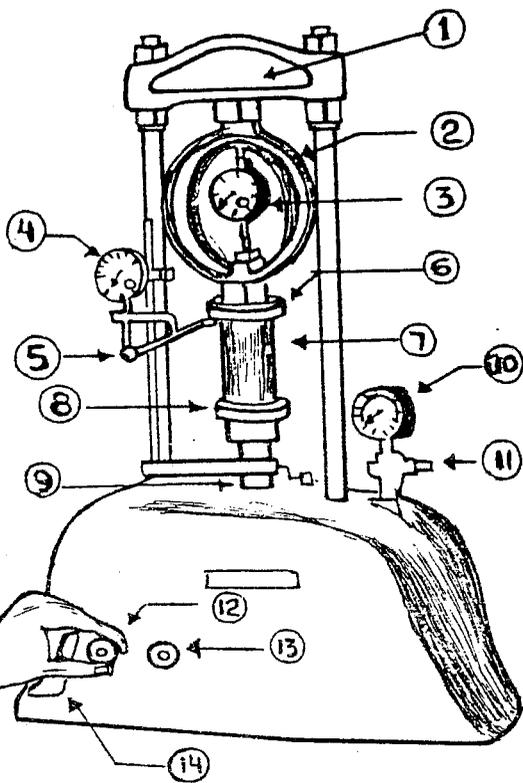
PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA

- 1.- DESPUES DE QUE HA LABRADO EL ESPECIMEN DETERMINE MEDIANTE UN VERNIER SUS DIAMETROS Y ALTURA.
- ②.- CALCULE LAS MAGNITUDES DE LAS DEFORMACIONES TOTALES QUE CORRESPONDAN AL 5%, 10%, 15% y 20% DE LA ALTURA NETA DEL ESPECIMEN. LAS LECTURAS DEL EXTENSOMETRO CORRESPONDIENTES A ESTAS DEFORMACIONES SIRVEN DE GUIA CON RESPECTO AL PROGRESO DE LA PRUEBA.

EL ENSAYE DE COMPRESION SIMPLE O NO CONFINADO ES SEMEJANTE A LA PRUEBA QUE SE REALIZA CON CILINDROS DE CONCRETO, EL CUAL SE LLEVA A CABO APLICANDO CARGAS AXIALES A UN ESPECIMEN DE SUELO, MIDRIENDO LAS DEFORMACIONES CORRESPONDIENTES A LA CARGA APLICADA.

LA MUESTRA SE PUEDE HACER FALLAR MEDIANTE 2 PROCEDIMIENTOS.

- ①- ESFUERZO CONTROLADO O
 - ②- DEFORMACION CONTROLADA
- CUANDO SON SUELOS BLANDOS EL PROCEDIMIENTO QUE SE EMPLEA ES EL 2º, DEBIDO A QUE A UNA CARGA MINIMA, CORRESPONDEN DEFORMACIONES CONSIDERABLES. EN CAMBIO, CUANDO SE TIENEN MATERIALES RIGIDOS (SUELOS CEMENTADOS EN ESTADO SECO, CONCRETO, ROCA) DEBE APLICARSE EL 1º)
- ③.- LIMPIAR Y REVISAR EL APARATO DE COMPRESION SIMPLE MODELO U-130, VERIFICANDO QUE FUNCIONE DEBIDAMENTE.
 - ④.- NIVELAR EL CABEZAL DE CARGA Y COLOCARLO A UNA DISTANCIA LIGERAMENTE MAYOR A LA ALTURA DE LA MUESTRA.



- ①.- CABEZAL DE CARGA
- ②.- DINAMOMETRO
- ③.- MICROMETRO APROX. 0.0001"
- ④.- EXTENSOMETRO
- ⑤.- APOYO DEL BRAZO DEL EXTENSOMETRO
- ⑥.- PLATO SUPERIOR
- ⑦.- ESPECIMEN
- ⑧.- PLATO INFERIOR
- ⑨.- VASTAGO DE CARGA
- ⑩.- MANOMETRO
- ⑪.- VALVULA DE ADMISION DE AIRE A PRESION.
- ⑫ y ⑬.- VALVULAS DE CONTROL DE VELOCIDADES, DE ASCENSO Y DESCANSO DEL VASTAGO DE CARGA
- ⑭ PEDAL

APARATO CON FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO PARA ENSAYES DE COMPRESION NO CONFINADA MODELO U-130. SU CAPACIDAD DE CARGA ES DE 500 lb (226.8 Kg) PUDIENDO TRANSMITIR UNA PRESION EN BASE A SU PLACA DE APOYO DE 125 Psi (8.79) Kg/cm²

VALVULA ⑫ HASTA QUE LA PLACA SUPERIOR HAGA CONTACTO LIGERAMENTE CON LA MUESTRA (SIN APLICAR NINGUNA CARGA)

⑩ TOMA LAS LECTURAS INICIALES EN EL MICROMETRO, EXTENSOMETRO Y CRONOMETRO ANOTANDOLAS EN LAS COLUMNAS ①, ② Y ④ DEL REGISTRO

TIEMPO TRANSCURRIDO	DEFORMACIONES MICROMETRO	CARGA Kg	LECTURA EXTENSOMETRO
min.	0.0001"		0.01 mm
(1)	(2)	(3)	(4)
0	0.00		0.00
			1.00
			2.00
			3.00
			4.00

- ⑤ COLOQUE EL MICROMETRO Y EL EXTENSOMETRO, PARA TOMAR LAS LECTURAS DE LA CARGA Y DEFORMACION RESPECTIVAMENTE
- ⑥ CHEQUE QUE LAS VALVULAS ⑫ Y ⑬ SE ENCUENTREN CERRADAS
- ⑦ LLENE EL TANQUE DE AIRE A PRESION HASTA REGISTRAR UNA LECTURA EN EL MANOMETRO DE 80 A 120 lbs.
- ⑧ BAJE EL PEDAL (⑭) MANTENIENDO FIJA ESTA POSICION HASTA QUE LA PROBETA HAYA FALLADO
- ⑨ MONTE EL ESPECIMEN POR EN-

11) SI SE VA A SEGUIR EL PROCEDIMIENTO CONTROLANDO LAS DEFORMACIONES, PUEDE FIJARSE LA VARIACION EN EL EXTENSOMETRO YA SEA A CADA .10, 20, 50, 100 CENTESIMAS DE MILIMETRO. POR LO TANTO UNA VEZ ESTABLECIDOS ESTOS VALORES, HABRA QUE CORRELACIONARLOS SIMULTANEAMENTE CON LAS LECTURAS PROPORCIONADAS POR EL MICROMETRO AL IR TRANSCURRIENDO EL ENSAYE.

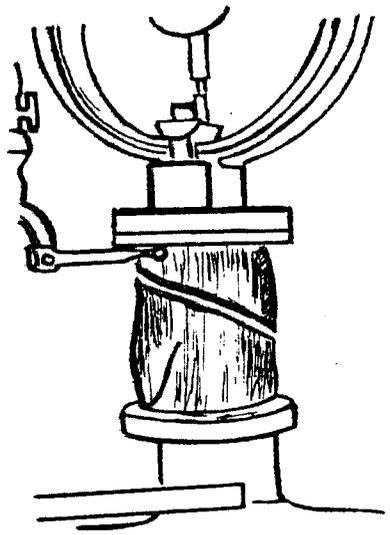
NOTA:
LA VELOCIDAD DE DEFORMACION A QUE DEBERA SOMETERSE EL ESPECIMEN SERA DE 0.5 a 2% DE SU ALTURA POR MINUTO.
GENERALMENTE SE ADOPTA (1 mm/min.)

12) SE ABRE LA VALVULA (12) SOMETIENDO LA PROBETA A LA VELOCIDAD DE DEFORMACION ESPECIFICADA HASTA QUE LA CARGA, DESPUES DE HABER LLEGADO A UN MAXIMO EMPIECE A DECRECER (MATERIALES ARENOSOS). ES CONVENIENTE TOMAR VARIAS LECTURAS DESPUES DE QUE HA FALLADO LA MUESTRA.

EN EL CASO DE SUELOS PLASTICOS EL ENSAYE DEBE DE SUSPENDERSE CUANDO LA DEFORMACION CORRESPONDA A UN 20% CON RESPECTO A LA ALTURA INICIAL.

13) DESPUES DE QUE HA FALLADO LA MUESTRA LEVANTE EL PEDAL (14) Y ABRA TOTALMENTE LA VALVULA (12). ESTO HARA QUE BAJE EL VASTAGO DE CARGA (9)

14) HAGA UN CROQUIS MOSTRANDO LA FALLA (5) Y MIDA SU ANGULO CON RESPECTO A UN PLANO HORIZONTAL



15) CALCULE LOS ESFUERZOS REPRESENTANDO SUS VALORES GRAFICAMENTE.

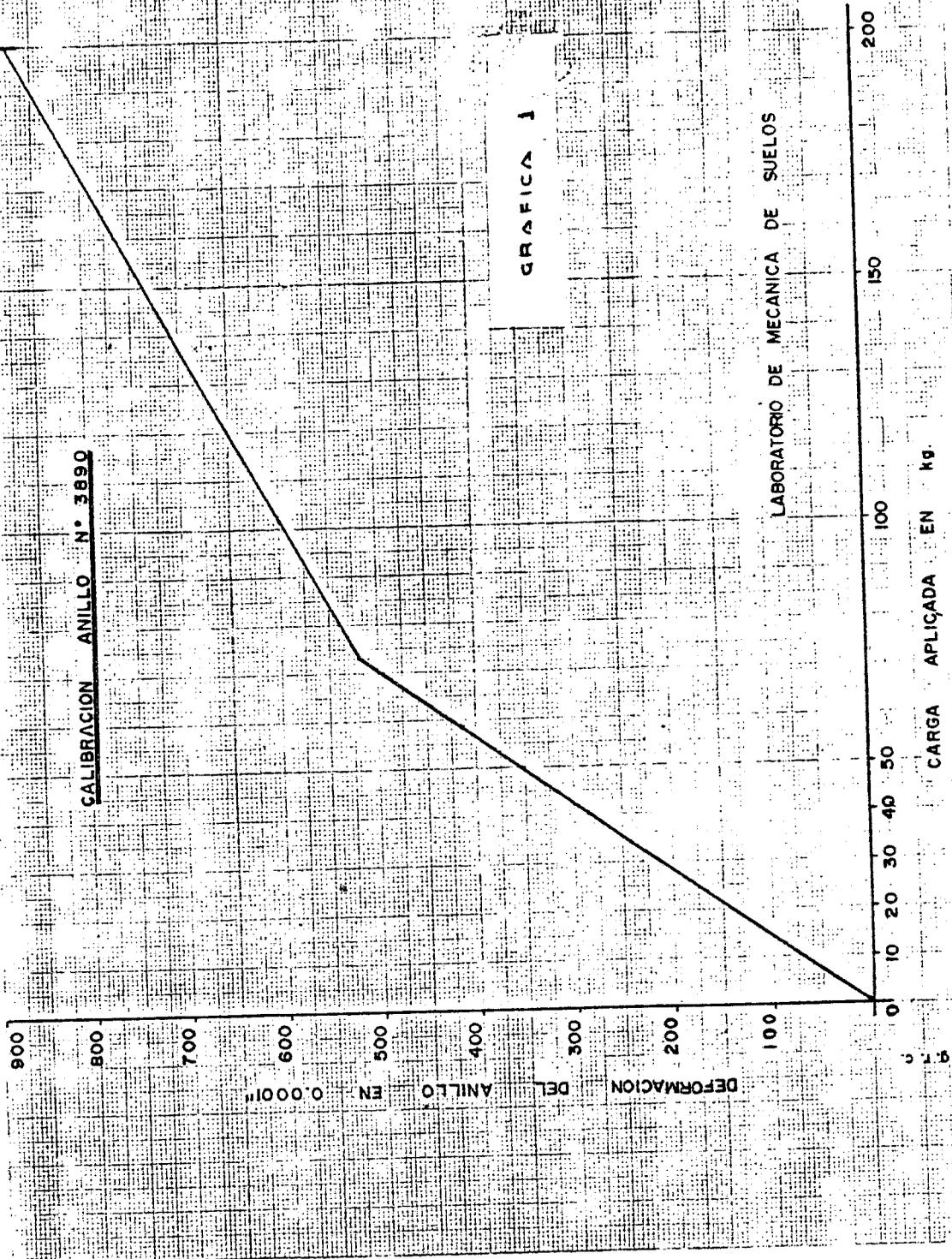
CALCULOS

- a) DETERMINE EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA EN ESTUDIO.
- b) CALCULE EL AREA INICIAL Y EL VOLUMEN DEL ESPECIMEN.
- c) EMPLEANDO LA CURVA DE CALIBRACION DEL ANILLO (GRAFICA 1) DETERMINE SU CONSTANTE Y CALCULE LA CARGA CORRESPONDIENTE A CADA DEFORMACION FIJADA. LOS VALORES OBTENIDOS ANOTELOS EN LA COLUMNA N°3.
- d) DETERMINE LA DEFORMACION TOTAL QUE SUFRIO EL ESPECIMEN CORRESPONDIENTE A CADA PUNTO, RESTANDO LA LECTURA INICIAL EN EL EXTENSOMETRO DE LA FINAL. LOS VALORES OBTENIDOS ANOTELOS EN LA COLUMNA 5. PUEDE OBSERVARSE QUE SON LOS MISMOS REGISTRADOS EN LA COLUMNA 4. ESTO SE DEBE A QUE SE PARTIO DE 0.00

CALIBRACION ANILLO N° 3890

GRAFICA 1

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

NUM _____

ALUMNO _____ BOL _____

CURSO _____ GRUPO _____ CARRERA _____

COMPRESION SIMPLE

tiempo transcurrido	deformaciones 0.0001"	carga	lectura micrometra 0.01	deformacion total	deformacion unitaria	l - deformacion unitaria	area corregida	esfuerzo
min	(2)	kg	mm	mm	%	—	cm ²	kg/cm ²
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)				
0		0.00	0.00	0.00	0.0		9.95	0
7		0.994	1.00	1.00	1.23		10.08	0.098
24		3.408	2.00	2.00	2.46		10.20	0.334
45		6.390	3.00	3.00	3.69		10.33	0.618
63		8.946	4.00	4.00	4.92		10.47	0.854
78		11.076	5.00	5.00	6.15		10.61	1.043
94		13.348	6.00	6.00	7.38		10.75	1.241
101		14.342	7.00	7.00	8.61		10.89	1.316
103		14.626	8.00	8.00	9.84		11.04	1.324
103		14.626	9.00	9.00	11.07		11.19	1.324
105		14.91	10.00	10.00	12.30		11.35	1.313
3 min		15.052	11.00	11.00	13.55		11.51	1.307

MEDIDAS DE LA MUESTRA

$D_1 = 3.51$ cm $A = 10.00$ cm²
 $D_2 = 3.56$ cm $A_2 = 9.953$ cm²
 $D_3 = 3.55$ cm $A_3 = 9.89$ cm²
 $H_m = 8.13$ cm

$W_1 = 125.65$ gr.

$V_1 = 80.92$ cm³

$\theta = 1.55$ Ton/m³

$A_m = \frac{A_2 + 4A_3 + A_1}{6}$

$= \frac{10.08 + 4(10.33) + 9.95}{6} = 10.33$ cm²

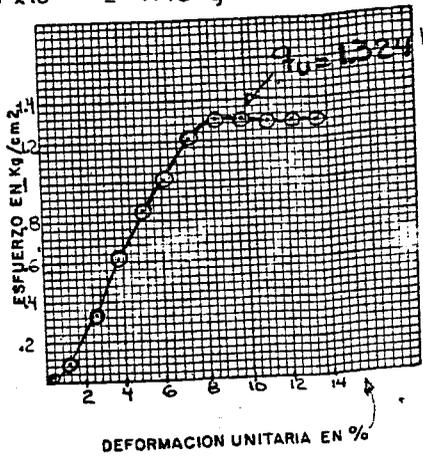
Velocidad de aplicación de la carga = 1 mm/minuto

$\sqrt{S} = \dots$ Kg

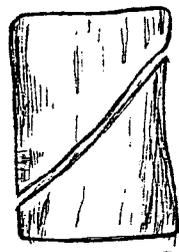
$\frac{A_m}{1-Def. unit.}$

1×10^{-4} " = 0.142 Kg ANILLO Nº 3890

NOTA: "Area corregida = $\frac{A_m}{1-Def. unit.}$



ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA



Angulo de falla $\alpha = 50^\circ$

CONTENIDO DE AGUA

CAP. Nº	X
P.CAP+5-H	30.11
P.CAP+5-S	27.33
PESO AGUA	2.76
PESO CAP.	9.01
PESO S. SECO	18.32
ω %	15.17

RESULTADO

FIRMA DEL ALUMNO _____

FECHA _____

OBSERVACIONES DEL PROFESION

CALIFICACION _____

FIRMA DEL PROFESOR _____