

PESO ESPECIFICO RELATIVO O DENSIDAD DE SOLIDOS

INTRODUCCION. EL PESO ESPECIFICO RELATIVO ES UNA PROPIEDAD INDICE QUE DEBE DETERMINARSE A TODOS LOS SUELOS, DEBIDO A QUE ESTE VALOR INTERVIENE EN LA MAYOR PARTE DE LOS CALCULOS RELACIONADOS CON LA MECANICA DE SUELOS, EN FORMA RELATIVA, CON LOS DIVERSOS VALORES DETERMINADOS EN EL LABORATORIO, PUEDEN CLASIFICARSE ALGUNOS MATERIALES.

GENERALMENTE LA VARIACION DE LA DENSIDAD DE SOLIDOS ES DE 2.60 A 2.80, AUNQUE EXISTEN EXCEPCIONES COMO EN EL CASO DE LA TURBA EN LA QUE SE HAN REGISTRADO VALORES DE 1.5 Y AUN MENORES, DEBIDO A LA PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA. EN CAMBIO EN SUELOS CON CIERTA CANTIDAD DE MINERALES DE HIERRO LA DENSIDAD DE SOLIDOS HA LLEGADO A 3.

CON LA DENSIDAD DE SOLIDOS (S_s), EL CONTENIDO DE HUMEDAD (w) Y EL PESO VOLUMETRICO NATURAL (ρ_m) SE PUEDE CALCULAR CUALQUIER RELACION GRAVIMETRICA Y VOLUMETRICA QUE SE DESEE, TOMANDO EN CUENTA EL ESTADO DEL MATERIAL (SECO, PARCIALMENTE SATURADO, SATURADO)

- OBJETIVOS.
- OBTENER UNA CURVA DE CALIBRACION REPRESENTATIVA DE UN MATRAZ AFORADO.
 - DETERMINAR LA DENSIDAD DE SOLIDOS, EN SUELOS FINOS (COHESIVOS Y SIN COHESION).
 - DETERMINAR LA DENSIDAD EN SUELOS GRUESOS (GRAVAS)
 - COMPROBAR LOS RANGOS DE VARIACION EN CADA PROCEDIMIENTO.

DEFINICION:

LA DEHSIDAD DE SOLIDOS SE DEFINE COMO LA RELACION QUE EXISTE ENTRE EL PESO DE DE LOS SOLIDOS Y EL PESO DEL VOLUMEN DEL AGUA DESALOJADO POR LOS MISMOS.

S_s = DEHSIDAD DE SOLIDOS

$$S_s = \frac{W_s}{V_s} = \frac{W_s}{\underbrace{W_s + W_{mwf} - W_{mwf_s}}_{V_s}}$$

W_s : PESO DE LOS SOLIDOS

V_s : VOLUMEN DE LOS SOLIDOS

W_{mwf} : PESO DEL MATRAZ AFORADO

W_{mwf_s} : PESO DEL MATRAZ AFORADO CON SOLIDOS.

SE ENTIENDE POR MATERIAL SOLIDO TODO -
AQUEL QUE HA PASADO ATRAVES DE LA MA-
LLA N° 40.

- EQUIPO :**
- 1.- BALANZA DE TORSION O ELECTRICA
 - 2.- MATRAZ AFORADO, DE 500 cm³ DE CAPACIDAD.
 - 3.- TERMOMETRO DE 0° A 100° C, GRADUADO EN 0.1 DE GRADO.
 - 4.- VASO DE PRECIPITADOS DE 400 cm³.
 - 5.- PROBETA GRADUADA DE 500 cm³
 - 6.- PIPETA O GOTERO

7.- SOLUCION PARA DISOLVER GRASAS (MEZCLA
CROMICA).

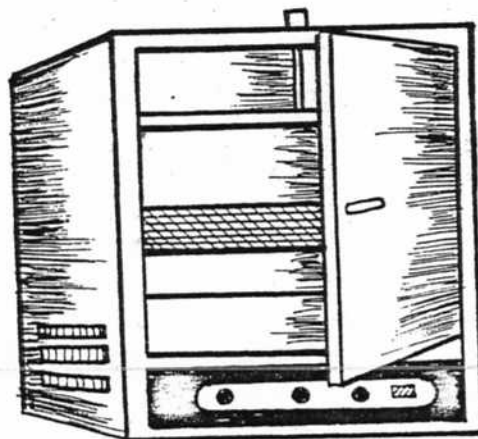
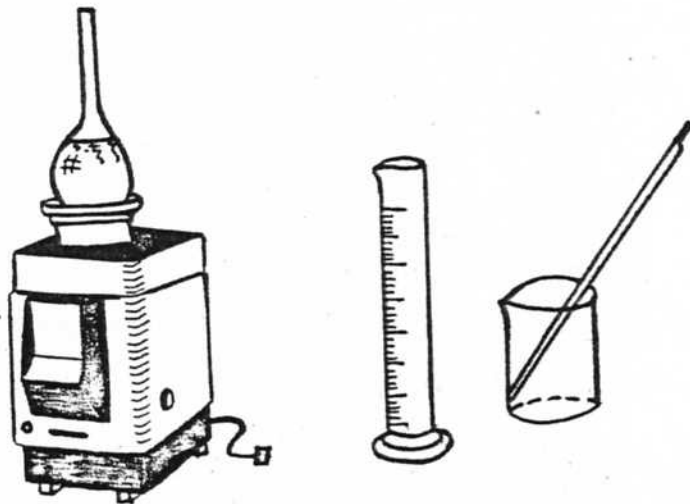
8.- ALCOHOL DE 96°

9.- PARRILLA ELECTRICA

10.- TROMPA DE VACIOS O BOMBA DE VACIOS

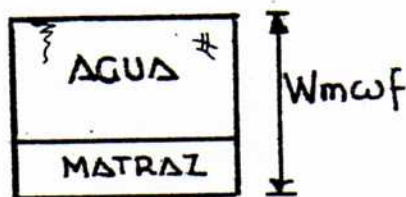
11.- HORNO , TEMPERATURA (105° - 110°C)

12.- AGITADOR MECANICO.



DEDUCCION DE LA FORMULA PARA OBTENER LA DENSIDAD DE SOLIDOS.

LA DENSIDAD DE SOLIDOS SE DETERMINA EN EL LABORATORIO MEDIANTE UN MATRAZ (PREVIAMENTE CALIBRADO), EL CUAL SE LLENA CON AGUA DESTILADA HASTA SU MARCA DE AFORO Y POSTERIORMENTE CON AGUA DESTILADA Y SOLIDOS. CON LA FINALIDAD DE OBTENER UN VALOR REPRESENTATIVO, SE PROCEDE A ELIMINAR EL AIRE ATRAPADO ENTRE LAS PARTICULAS DE SUELO, YA SEA POR EBULLISION O EXPONIENDO LA SUSPENSION AL VACIO. PARA OBTENER LA DENSIDAD DE SOLIDOS SE DEBE TRABAJAR EN AMBOS CASOS CON LA MISMA TEMPERATURA. EN FORMA ESQUEMATICA SE TIENE:



(1)

Matraz con agua destilada hasta su marca de aforo.



(2)

Matraz con agua destilada y solidos hasta su marca de aforo.

W_m = Peso neto del matraz.
 W_s = Peso de los solidos.
 W_w = Peso del agua.

W_{wDS} = Peso del agua desplazada por los solidos
 W_{mwf} = Peso del matraz aforado con agua.
 W_{mwfs} = Peso del matraz aforado con agua y solidos.

RESTANDO (2)-(1)

$$W_{mwfs} - W_{mwf} = W_s - W_{wDS} \quad (3)$$

$$W_{wDS} = V_s$$

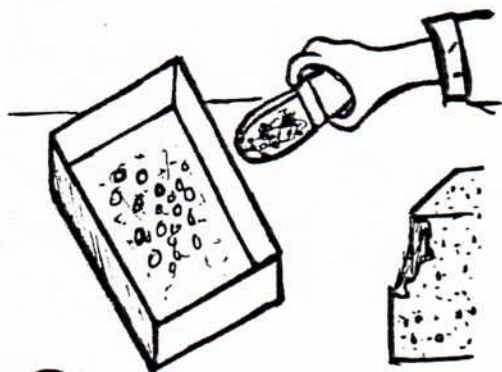
$$S_s = \frac{W_s}{V_s} \cdot 100\% = \frac{W_s}{V_s} = \frac{W_s}{W_{wDS}} \quad (5)$$

Sust. (5) en (3)

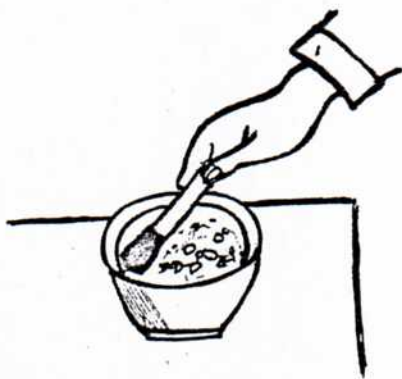
$$W_{mwfs} - W_{mwf} = W_s - \frac{W_s}{S_s}$$

$$S_s = \frac{W_s}{W_{mwf} + W_s - W_{mwfs}}$$

PREPARACION DE LA MUESTRA SUELOS COHESIVOS



① DE LA MUESTRA TRAJIDA - DEL CAMPO, SE TOMA UNA PORCION REPRESENTATIVA, LA CUAL SE VACIA EN UNA CHAROLA O RECIPIENTE DEJANDOSE SECAR A LA INTemperIE O EN UN HORNO ELCTRICO.



② CUANDO EL MATERIAL SE ENCUESTRASCO SE PROCEDE A DISREGARLO EN UN MORTERO



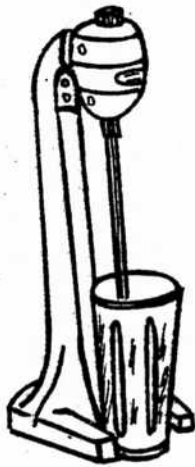
③ LA MUESTRA QUE HA SIDO DISREGADA SE CRIBA POR LA MALLA N° 40.



④ APROXIMADAMENTE SE PESAN 60 gr. DE MATERIAL.



- 5 DEPOSITE EN UNA CAPSULA LA MUESTRA MEZCLANDOLA CON AGUA DESTILADA HASTA FORMAR UNA PASTA UNIFORME.



- 6 EN SEGUIDA LA PASTA SE VACIA EN UN MEZCLADOR MECANICO (BATIDORA) PROCEDIENDO

A INCREMENTAR AGUA DESTILADA, HASTA FORMAR UNA SUSPENSION APROXIMADAMENTE DE 250 CM³ (LA MEZCLA DEBE AGITARSE DURANTE UN TIEMPO DE 15 MINUTOS.

PREPARACION DE LA MUESTRA EN SUELOS FRICCIONANTES.

SE REPITEN LOS PUNTOS DEL 1 AL 4 DE LO ANTERIORMENTE EXPUESTO.

CALIBRACION DEL MATRAZ

SE ENTIENDE POR CALIBRAR UN MATRAZ AL PROCESO DE ELABORAR UNA GRAFICA QUE NOS PERMITA OBTENER EL PESO DEL MATRAZ A DIVERSAS TEMPERATURAS, PARA LA CONSTRUCCION DE LA MISMA SE PROCEDE DE LA SIGUIENTE MANERA.

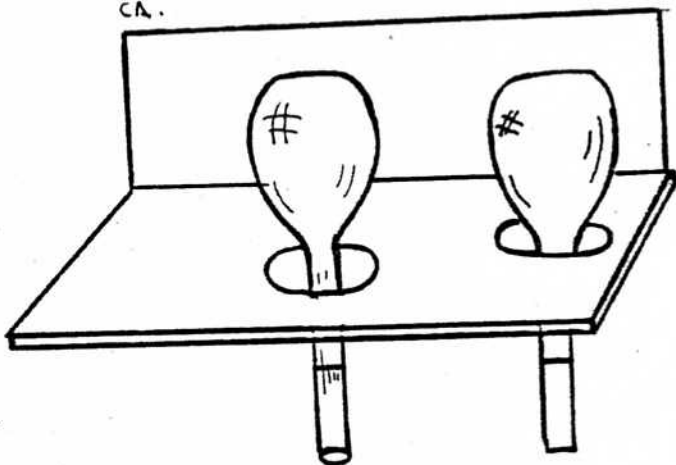
- (a) LIMPIEZA DEL MATRAZ, LAVE EL MATRAZ CON AGUA Y DETERGENTE.



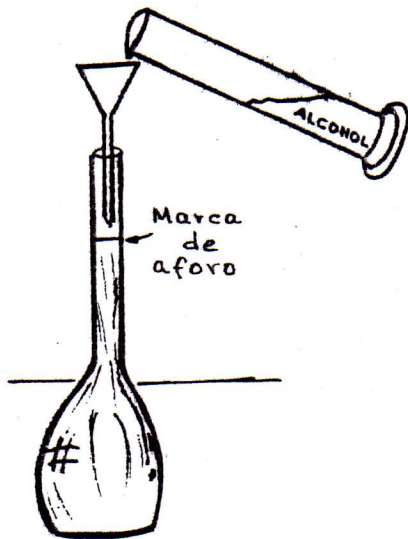
- (b) AGREGUE CIERTA CANTIDAD DE SOLUCION CROMICA (MEZCLA FORMADA CON DICROMATO DE POTASIO 60 gr), ACIDO SULFURICO 460 cm³ y 300 cm³ DE AGUA DESTILADA.

PUEDEN EMPLEARSE OTROS SOLVENTES TALES COMO ALCOHOL, ACETONA, ACIDO CLORHIDRICO DILUIDO, EL TIEMPO QUE SEAN NECESARIO CON EL OBJETO DE DISOLVER TODAS LAS GRASAS E IMPUREZAS ADHERIDAS EN SU

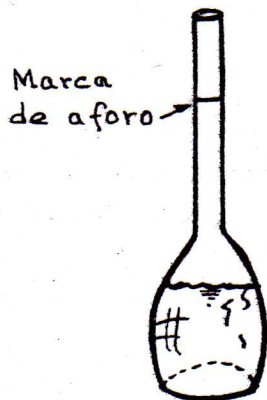
- (c) ENJUAGUE EL MATRAZ CON AGUA DESTILADA HASTA ELIMINAR LA SOLUCION CROMICA.



- (d) ESCURRA EL MATRAZ BOCA ABAJO.

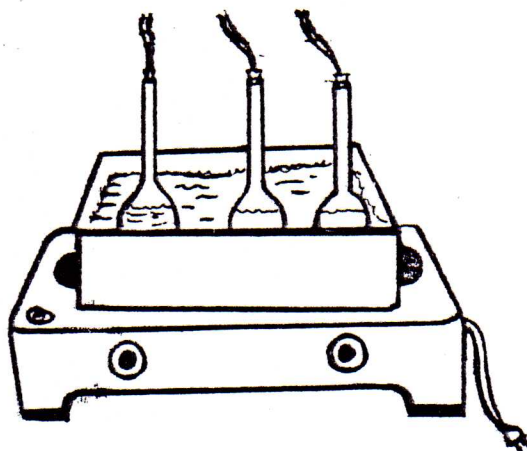


e VOLTEE EL MATRAZ Y LAVESE SU INTERIOR CON ALCOHOL INDUSTRIAL O ETER LOGRANDO ASI ELIMINAR EN FORMA RAPIDA EL AGUA ADHERIDA EN LAS PAREDES DEL MISMO.

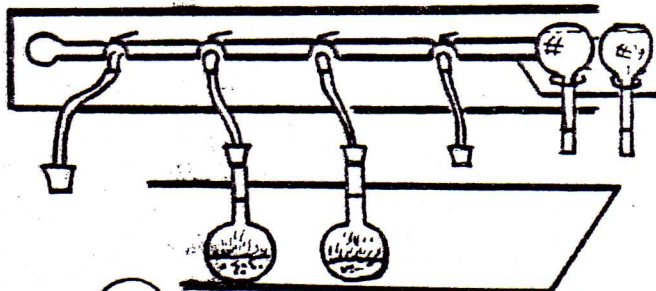


f AGREGUE 400 ML. DE AGUA DESTILADA AL MATRAZ.

A.E.M.C



g POR BAÑO MARIA (EN GLICERINA REBAJADA) SE ELIMINA EL AIRE CONTENIDO EN EL MATRAZ, DURANTE 10 MINUTOS.



h SI SE CUENTA CON UNA BOMBA DE VACIOS SE REALIZA LA OPERACION DE DESAERADO, LOGRANDO TRABAJAR A TEMPERATURAS MENORES Y EN UNA FORMA MAS RAPIDA.

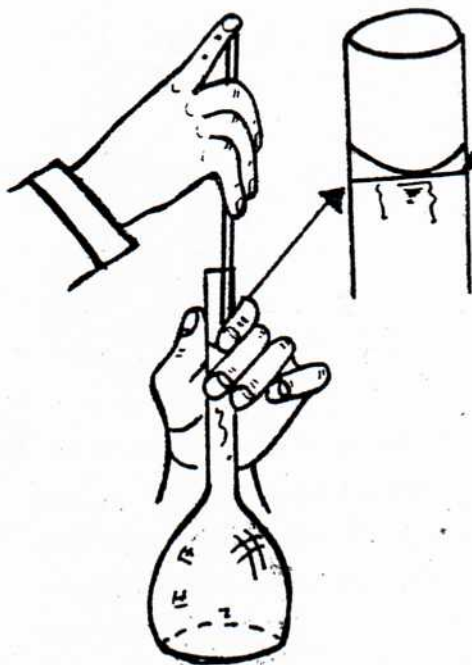


AYUDA DE UNA PIPETA O GOTERO.
LOGRANDO QUE EL MENISCO DES-
CANSE SOBRE LA MARCA DE
AFORO.

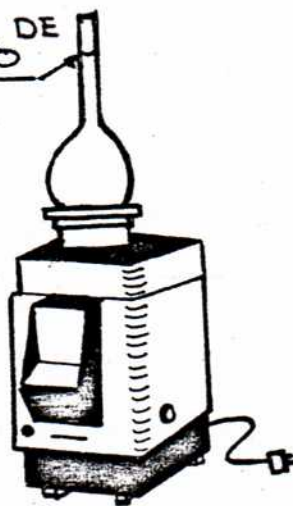


i EL MATRAZ SE SACA DEL
BAÑO "MARIA" Y SU PAR-
TE EXTERIOR SE LIMPIA
PERFECTAMENTE.

R SEQUE CON UN PAPEL AB-
SORBENTE EL INTERIOR
DEL CUELLO HASTA LA SUPERFICIE
DEL AGUA SIN TOCARLA.



MARCA DE
AFORO

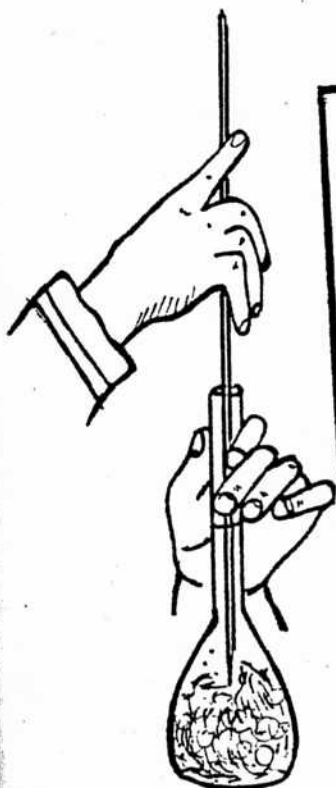


j ENRASE EL MATRAZ HASTA
SU MARCA DE AFORO CON
AGUA DESTILADA, MEDIANTE LA

l PESE EL MATRAZ AFO-
RADO (CON APROXIMA-
CION DE 0.01 GR.).

DATOS DE CALIBRACION DE MATRAZ						
TEMPERATURA PROM.	18°	26°	30°	36°	39°	44°
PESO MATRAZAFORADO	624,55	623,87	623,05	622,40	621,70	620,78
	6	5	4	3	2	1°

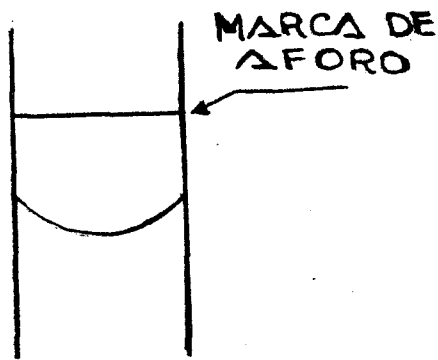
(m) EL PESO DEL MATRAZ AFORADO SE ANOTA EN EL REGISTRO QUE SE INDICA.



PESO MA TRAZ AFO RADO	TEMP. INFERIOR	TEMP. MEDIA	TEMP. SUP.	TEMP. PROM.
624.55	18.2	17.9	17.8	18°C
623.87				26°C
623.05				30°C
622.40				36°C
621.70				39°

(o) EL VALOR DE LA TEMPERATURA PROMEDIO (°C) SE ANOTA EN EL REGISTRO DE CALIBRACION DE MATRAZ.

(n) TOMÉ 3 TEMPERATURAS;
EN LA PARTE INFERIOR, ME-
DIA Y SUPERIOR (LA TEMPE-
RATURA FINAL SERA EL PRO-
MEDIO DE LAS 3.

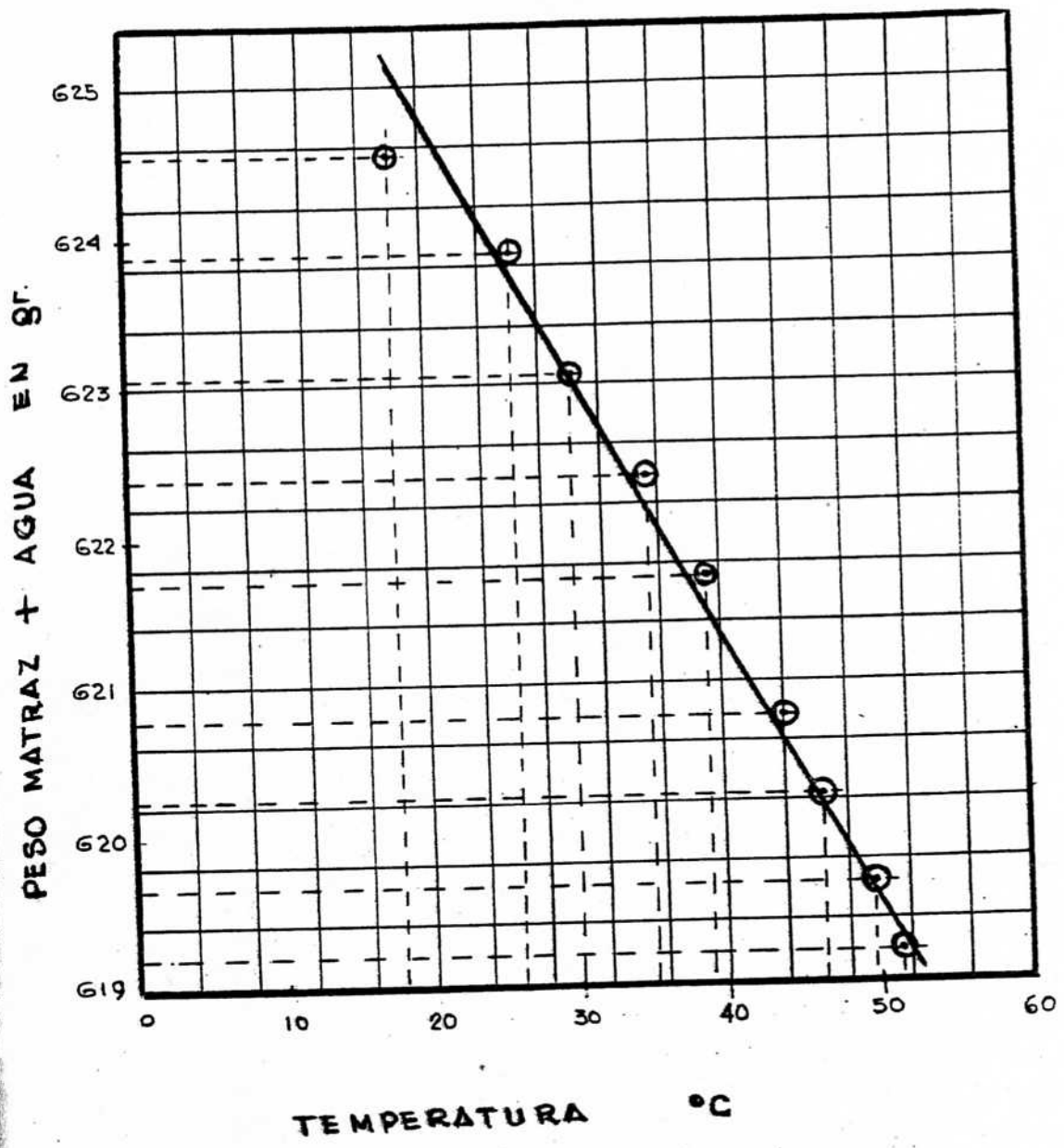


(r) EN FORMA SUCE-SI-VA TOMA DIFEREN- TES TEMPERATURAS HASTA BAJAR A 15°C O 30°C. ESTA ÚLTIMA TEMPE- RATURA DEBIDA AL MEDIO AMBIENTE.

(p) SE DEJA ENFRIAR EL MATRAZ HASTA QUE SU TEMPERATURA DISMINUYA APROXIMA- DAMENTE 5°C, TRAYEN- DO COMO CONSECUEN- CIA UN NIVEL INFERIOR AL DE LA MARCA DE AFORO; ESTO SE DE- BE AL INDICE DE CON- TRACCION DEL AGUA.

(s) CON LOS VALORES REGISTRADOS SE CONSTRUYE LA CURVA DE CALIBRA- CION DEL MATRAZ, PROCURANDO ES- COGER UNA ES- CALA ADECUADA QUE PERMITA IDEN- TIFICAR CON PRECISION PESOS Y TEMPERATU- RAS.

(q) NUEVAMENTE SE AFORA EL MATRAZ REPITIENDO LOS PASOS: j, k, l, m, n, o, p



METODO PRACTICO PARA CALIBRAR EL MATRAZ

ESTE PROCEDIMIENTO, SE LLEVA A CABO EN FORMA INVERSA AL METODO TRADICIONAL O SEA, SE PARTE DE LA TEMPERATURA AMBIENTE A LA QUE SE ENCUENTRA EL AGUA DESTILADA Y SE VA INCREMENTANDO LA TEMPERATURA

NOTA: SI SE DESEA PUEDE INICIAR SE EL ENSAYE A UNA TEMPERATURA MAYOR A LA AMBIENTE.



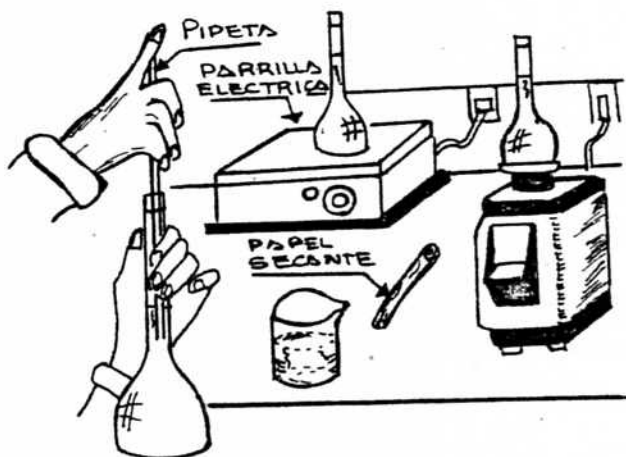
1º SE LAVA PERFECTAMENTE EL MATRAZ Y SE LLENA CON AGUA DESTILADA HASTA SU MARCA DE AFORO. SE SECA LA PARTE INTERIOR DEL CUELLO Y SE DETERMINA SU PESO. (Wmwf).



2º DETERMINE SU TEMPERATURA. SE PUEDE PASAR CON

UNA LECTURA, YA QUE SE PARTIO DE LA TEMPERATURA AMBIENTE A LA QUE SE ENCUENTRA EL AGUA DESTILADA.

CON LOS VALORES OBTENIDOS SE TIENE UN PUNTO EN LA CURVA DE CALIBRACION.

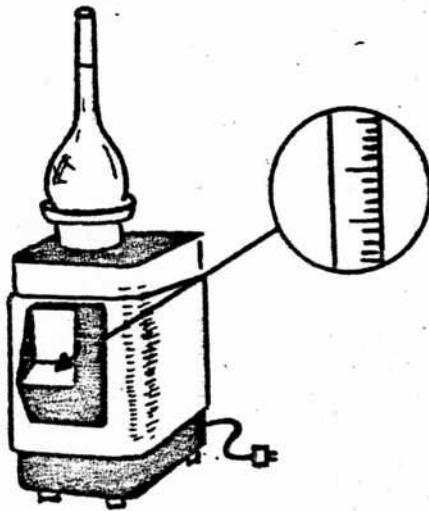


3.- PARA DETERMINAR MAS PUNTOS SE EXTRAEN DEL MATRAZ 0.5 ml DE AGUA (MEDIANTE UNA PIPETA GRADUADA) Y SE COLOCA EN UNA PARRILLA ELECTRICA HASTA QUE EL NIVEL DEL AGUA LLEGUE A LA MARCA DE AFORO. ENSEGUIDA SE QUITA EL MATRAZ DE LA PARRILLA E INSTANTANEAMENTE SE SECA EL CUELLO, SE PESA Y SE TOMAN LAS 3 TEMPERATURAS (EN LA PARTE INFERIOR, CENTRAL Y SUPERIOR) CON LA TEMPERATURA PROMEDIO Y EL PESO DEL MATRAZ AFORADO SE OBTIENE EL 2º PUNTO EN LA CURVA DE CALIBRACION.

SE REPITE LA MISMA SECUENCIA HASTA LLEGAR A UNA TEMPERATURA DE 50°C

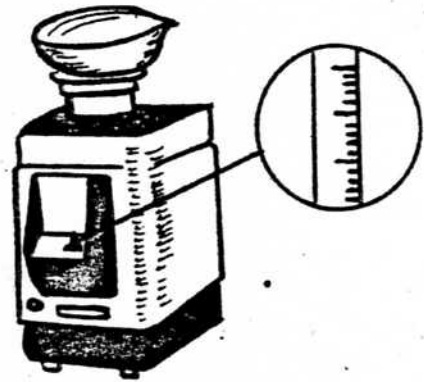
DETERMINACION DE LA DENSIDAD DE SOLIDOS EN SUELOS FINOS SIN COHESION

- ① LIMPIEZA DEL MATRAZ
(SE REPITEN LOS PASOS a, b,
c, d, e)



- ② DETERMINE EL PESO DEL MATRAZ PERFECTAMENTE LIMPIO

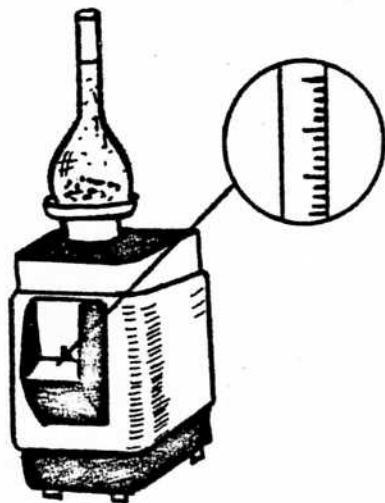
- ③ PREPARACION DEL MATERIAL (SE REPITEN LOS PUNTOS DEL 1 AL 4)



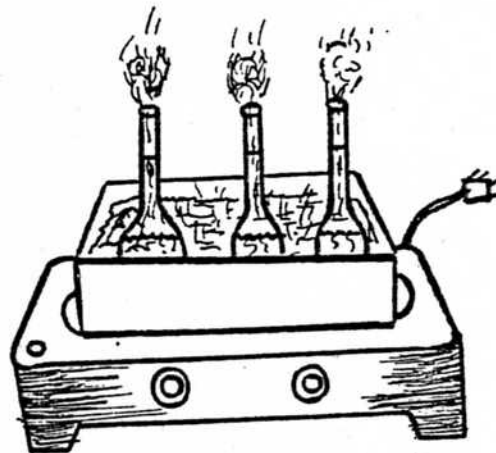
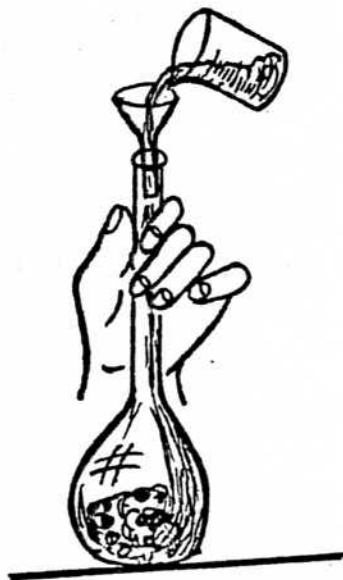
- ④ PESE APROXIMADAMENTE 60gr DE MATERIAL.



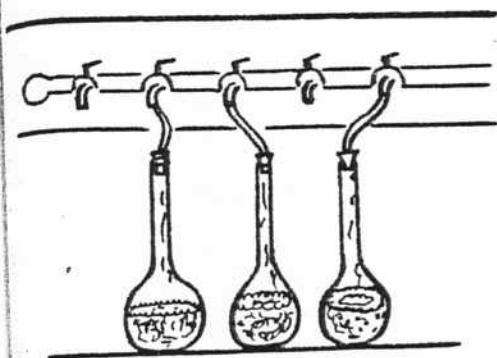
- ⑤ MEDIANTE UN EMBUDO DEPOSITE EL MATERIAL EN EL MATRAZ.



- ⑥ PROCEDA A DETERMINAR SU PESO
- ⑦ LA DIFERENCIA DE ⑥ - ② DA EL PESO DEL MATERIAL SOLIDO (W_s).
- ⑧ EL VALOR OBTENIDO SE ANOTA EN EL REGISTRO.
- ⑨ AGREGUE AL MATRAZ APROXIMADAMENTE DE 150 A 300 cm^3 DE AGUA DESTILADA PROCURANDO QUE LAS PARTICULAS QUE HAYAN QUEDADO ADHERIDAS AL CUELLO SEAN DEPOSITADAS EN LA SUSPENSION.

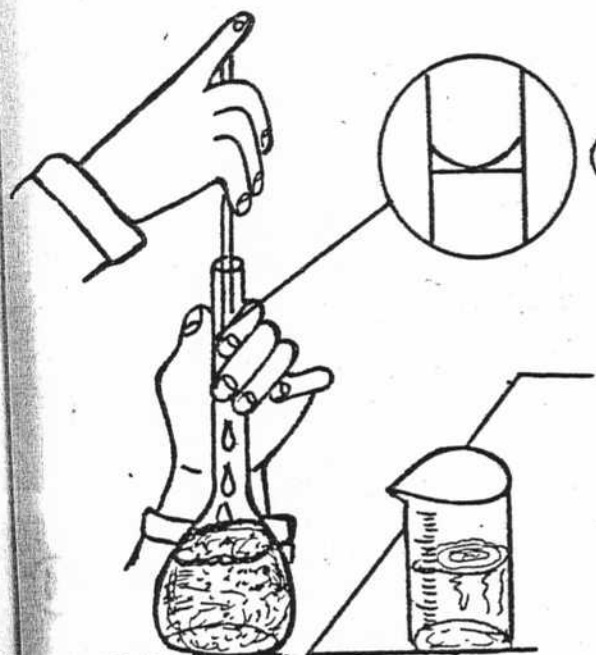
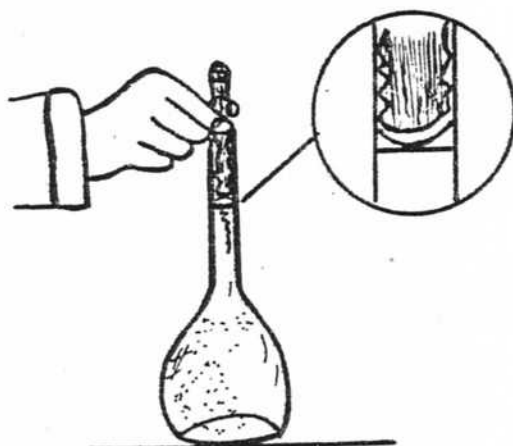


- ⑩ EL AIRE RETENIDO QUEDA ELIMINADO INTRODUCIENDO EL MATRAZ EN BAÑO MARIA (CON GLICERINA REBAJADA)



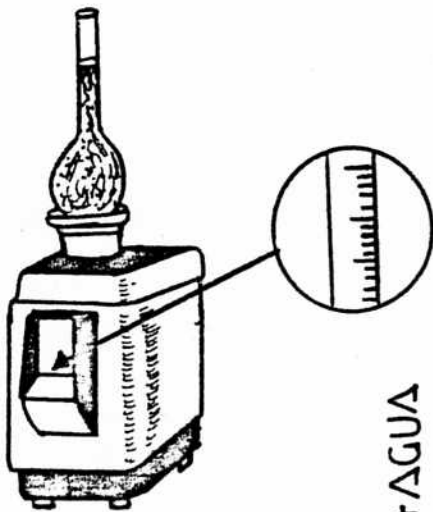
MARCA DE AFORO CON AGUA DESTILADA USANDO UNA PIPETA O GOTERO, LOGRANDO QUE EL MENISCO DESCANSE SOBRE LA MARCA DE AFORO

SI SE CUENTA CON UNA BOMBA DE VACIOS EL PROCESO SE EFECTUA EN MENOS TIEMPO (EL DESAIRADO SE REALIZA DURANTE UN TIEMPO DE 20 MINUTOS).

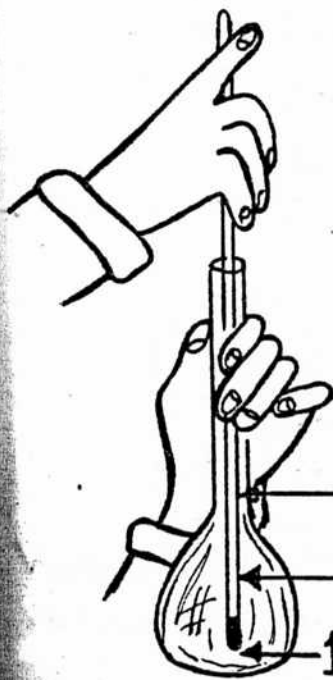


12 SEQUE CON UN PAPEL ABSORVENTE EL INTERIOR DEL CUELLO HASTA LA SUPERFICIE DEL AGUA (PROCURANDO NO TOCARLA).

11 ENRASE EL MATRAZ HASTA SU

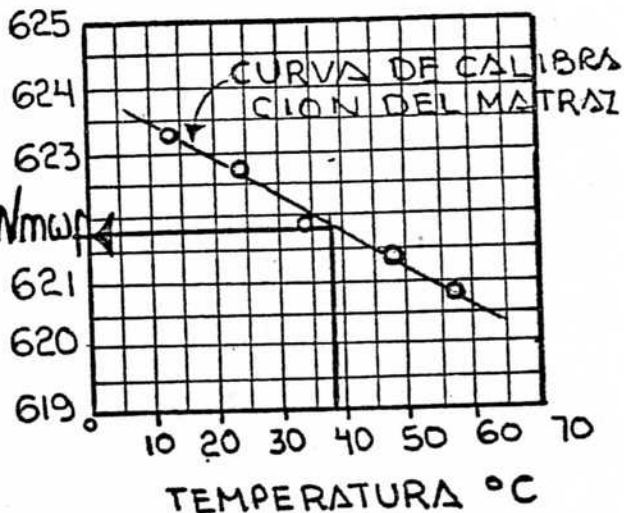


- ⑬ PESE EL MATRAZ AFORADO CON SOLIDOS (W_{mwf})



- ⑭ TOME 3 TEMPERATURAS, EN LA PARTE INFERIOR, MEDIA Y SUPERIOR (LA TEMPE

PESO MATRAZ AFORADO + AGUA



RATURA FINAL SERA EL PROMEDIO DE LAS 3).

- ⑮ ASIENTE LA TEMPERATURA PROMEDIO ($^{\circ}C$) EN EL REGISTRO DE LA DENSIDAD DE SOLIDOS.

- ⑯ CON LA TEMPERATURA PROMEDIO, SE LOCALIZA EN LA CURVA DE CALIBRACION DEL MATRAZ SU CORRESPONDIENTE PESO AFORADO SIN SOLIDOS.

(W_{mwf}).

⑪ EL VALOR OBTENIDO SE ANOTA EN EL REGISTRO DE DENSIDAD DE SOLIDOS.

⑫ CON LOS VALORES DETERMINADOS CALCULE LA DENSIDAD DE SOLIDOS EMPLEANDO LA FORMULA.

$$S_s = \frac{W_s}{W_s + W_{mwf} - W_{mwf_s}}$$

PRUEBA N°				
MATRAZ N°				
W_m				
W_{ms}				
W_s				
W_{mwf_s}				
TEMPERATURA				
W_{mwf}				
S_s				

W_m = PESO NETO DEL MATRAZ

W_{ms} = PESO DEL MATRAZ + SOLIDOS

W_s = PESO SECO O PESO DE LOS SOLIDOS

W_{mwf_s} = PESO DEL MATRAZ AFORADO CON AGUA Y SOLIDOS

W_{mwf} = PESO DEL MATRAZ AFORADO CON AGUA

S_s = DENSIDAD DE SOLIDOS.

DETERMINACION DE LA DENSIDAD DE SOLIDOS (SUELOS COHESIVOS)

① LIMPIEZA DEL MATRAZ (SE REPITEN LOS PUNTOS a, b, c, d, e)

② PREPARACION DEL MATERIAL (SUELOS COHESIVOS) PUNTOS (1, 2, 3, 4, 5, 6)



③ MEDIANTE UN EMBUDO SE VIERTE

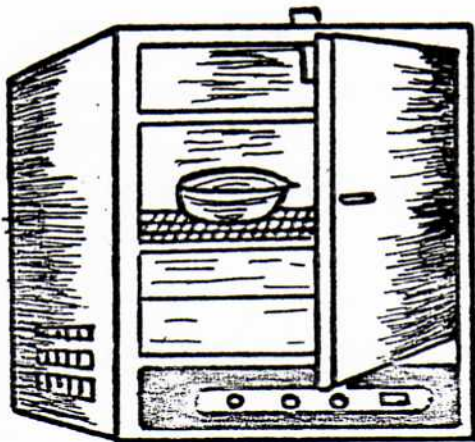
LA SUSPENSION EN UN MATRAZ CALIBRADO PROCURANDO NO PERDER MATERIAL.

④ SE REPITEN LOS PUNTOS 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 DEL ENSAYE ANTERIOR (SUELOS FRICCIONANTES)



⑤ EN UNA CAPSULA SE VACIA TODO EL MATERIAL.

⑥ CON AGUA DESTILADA SE ENJUAGA EL MATRAZ DE MANERA QUE NO QUEDEN PARTICULAS ADHERIDAS A EL



⑦ SE INTRODUCE LA CAPSULA EN UN HORNO ELECTRICO (TEMPERATURA CONSTANTE 105°C A 110°C)

⑧ DESPUES DE QUE SE HA EVAPORADO EL AGUA, SE OBTIENE EL PESO SECO DEL MATERIAL (Ws)

PREVIAMENTE DEBE PESARSE LA CAPSULA)

⑨ CON LOS VALORES OBTENIDOS SE CALCULA LA DENSIDAD DE SOLIDOS EMPLEANDO LA FORMULA.

$$S_s = \frac{W_s}{W_s + W_{maf} - W_{mof}}$$

VALORES TIPICOS DE DENSIDADES

ARENAS Y GRAVAS	2.65-2.67
CENIZAS VOLCANICAS	2.30-2.50
LIMOS INORGANICOS Y ARCILLOSOS	2.67-2.72
ARCILLAS PLASTICAS	2.78-2.84
ARCILLAS BENTONITICAS DE LA C. DE MEXICO	2.84-2.88
SUELOS ORGANICOS	2.4-2.65
TURBA	1.7 - 1.9
SUELOS CON CIERTA CANTIDAD DE HIERRO	3.

OBSERVACIONES Y POSIBLES ERRORES QUE PUEDEN COMETERSE EN EL ENSAYE

- 1.- QUE EL MENISCO NO SE ENCUENTRE DESCANSANDO LIBREMENTE SOBRE LA MARCA DE AFORO.
- 2.- LECTURAS MAL REGISTRADOS EN EL TERMOMETRO
- 3.- BALANZA MAL NIVELADA E INDEBIDAMENTE INSTRUMENTADA
- 4.- LECTURAS MAL REGISTRADOS EN LA BALANZA ELECTRICA.
- 5.- QUE EL AGUA EMPLEADA EN EL ENSAYE NO SEA DESTILADA
- 6.- TEMPERATURA NO UNIFORME EN EL MATRAZ.
- 7.- IMPUREZAS EN EL MATRAZ O EN LOS SOLIDOS.

CONFORME A LA SECUENCIA ESTABLECIDA, SE HA COMPROBADO QUE EL PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DE SOLIDOS EN SUELOS ARENOSOS ES MAS PRACTICO Y EXPERDITO QUE PARA SUELOS COHESIVOS. EN COMPARACION CON LOS VALORES OBTENIDOS, SE OBSERVA UNA DIFERENCIA ACEPTABLE, EN CAMBIO, EL TIEMPO REQUERIDO DEMORA 24 hr.

A.S.H.C