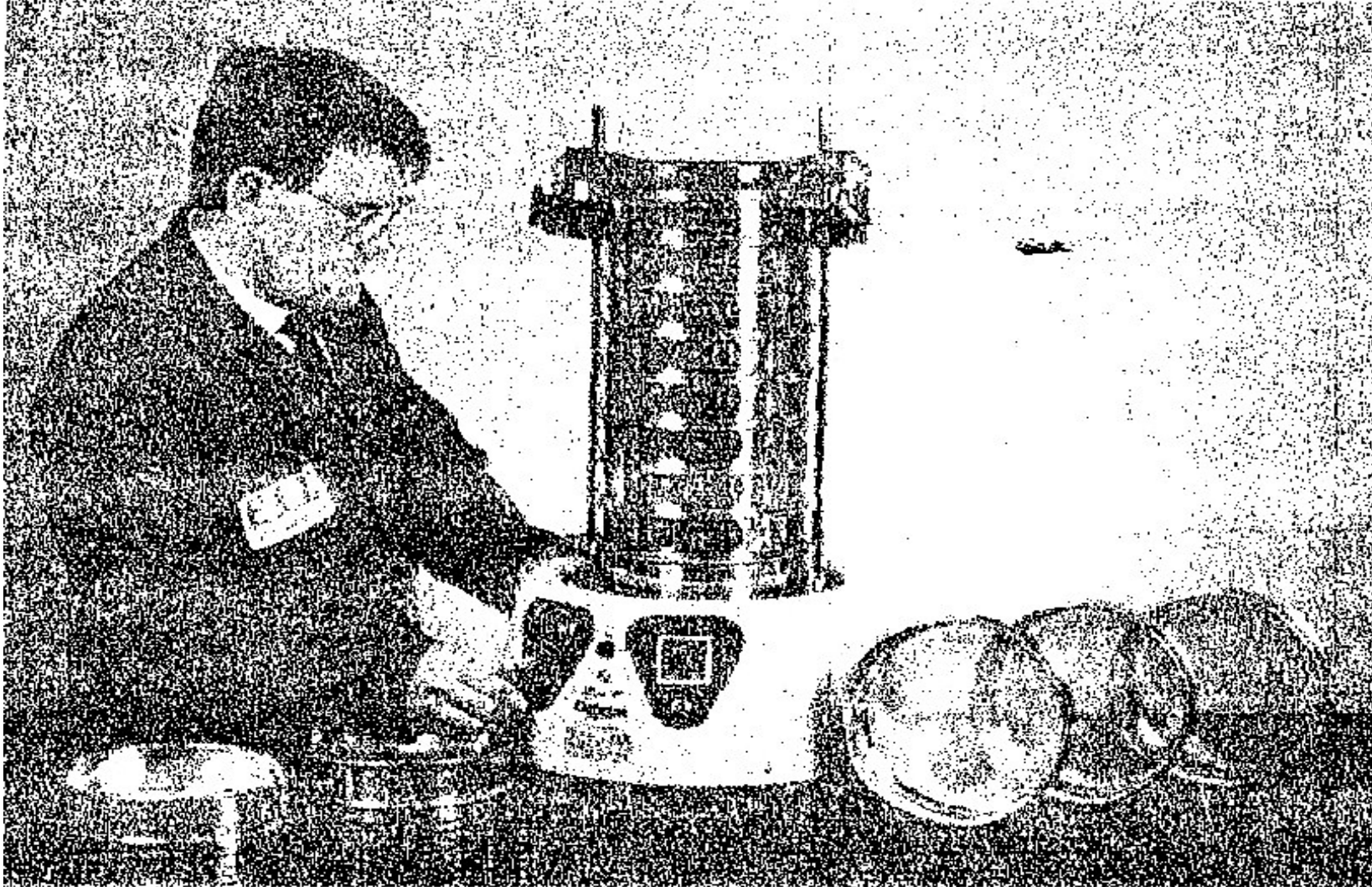


TEMA I: REVISIÓN DE CONTENIDOS BÁSICOS DE GEOTECNIA

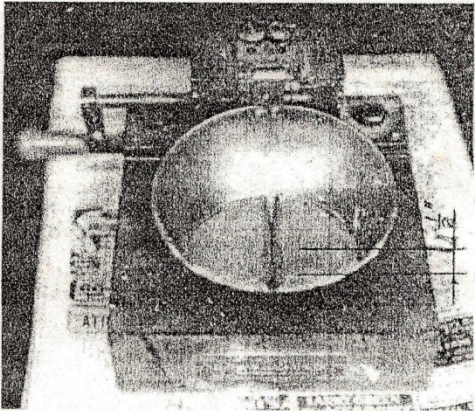
- I.a** Granulometría. Límites de consistencia. Identificación de suelos por el Sistema Unificado.
- I.b** Clasificación de macizos rocosos (método RMR).
- I.c** Resistencia al corte de suelos.
- I.d** Ensayo de penetración normal (SPT).
- I.e** Principios de consolidación de suelos.

- **Trabajo Práctico N°1: Clasificación de Suelos por SUCS.**

IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

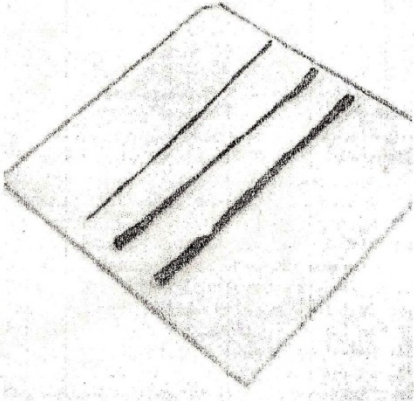
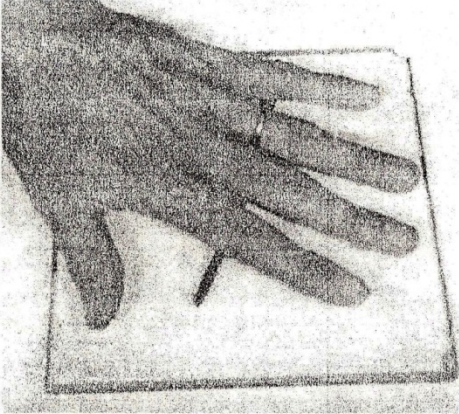


LÍMITES DE CONSISTENCIA

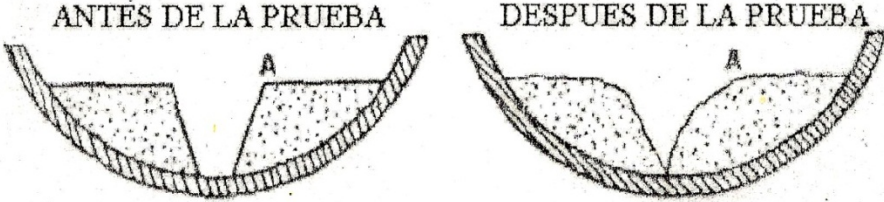


CÁPSULA DE CASAGRANDE

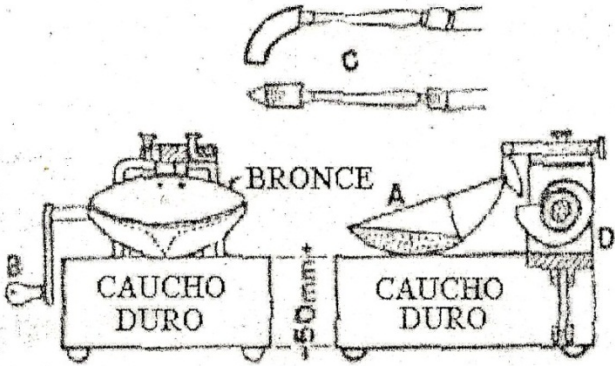
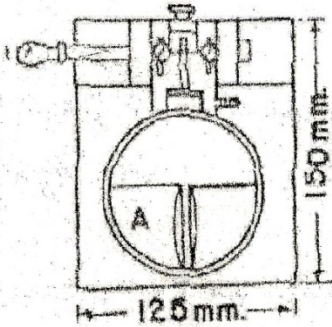
LÍMITE PLÁSTICO



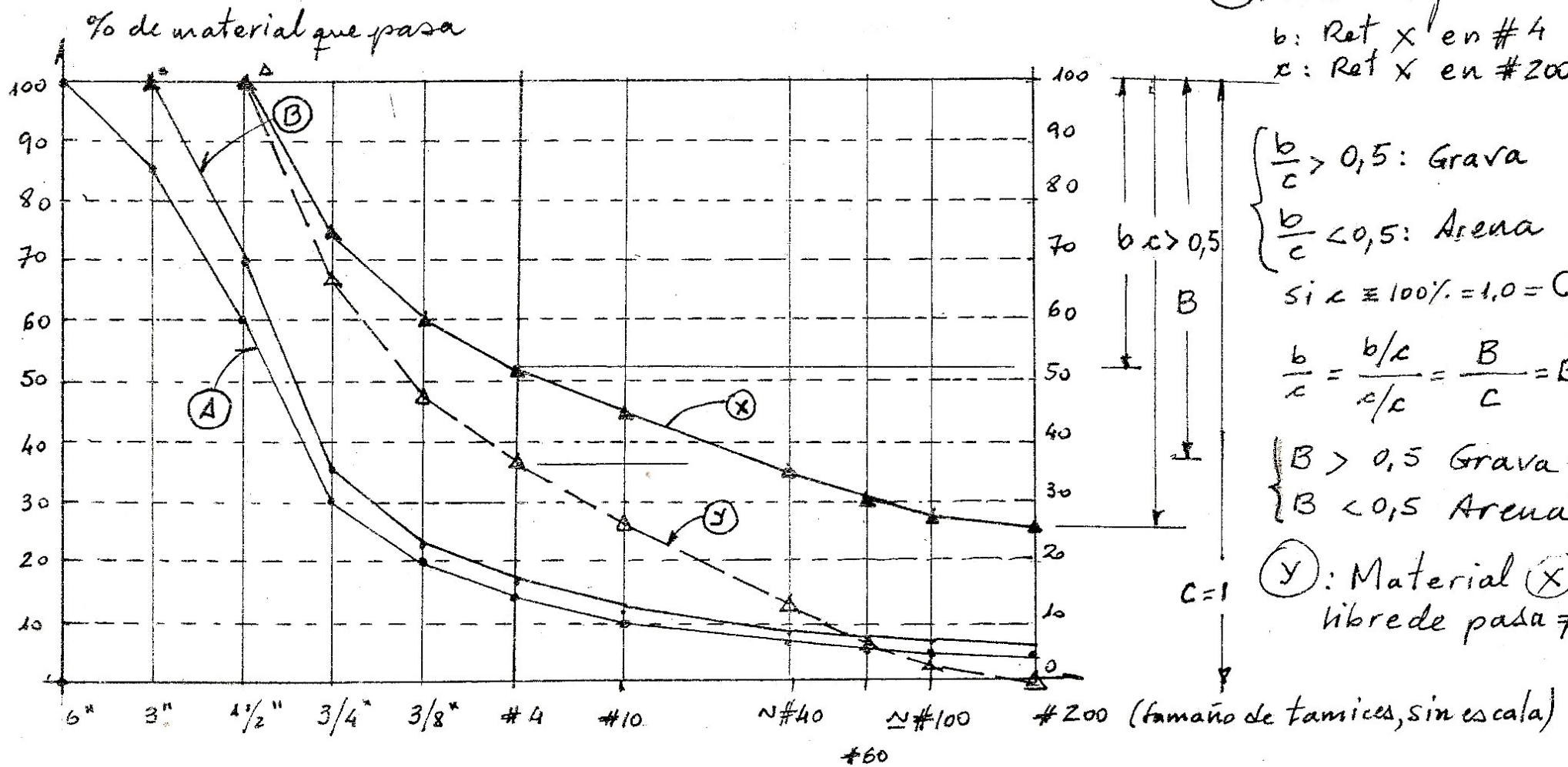
MUESTRAS DEL SUELO



$2 \frac{7}{8}$



GRANULOMETRÍA MATERIALES GRUESOS



(A) "Material suelto" original ($D_{MÁX} > 75\text{mm} \cong 3"$)

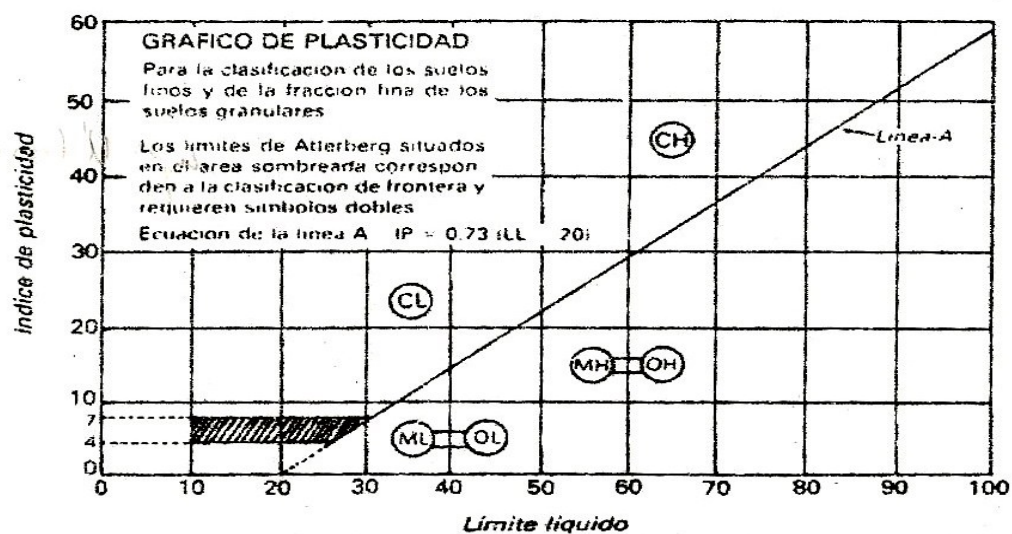
(B) "Fracción suelo" del material (A) (pasa 3"): Clasificar por SVCS.

Tabla 1.6. Sistema de clasificación unificado (ASTMD-2487-69). Copyright ASTM. Reimpresa con autorización

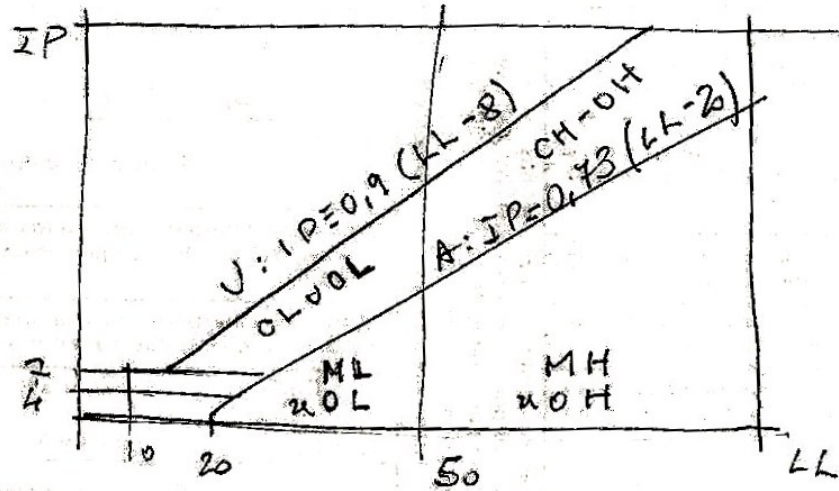
DIVISION PRINCIPAL		SIMBOLO DEL GRUPO	NOMBRES TIPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACION			
SUELOS DE GRANOS GRUESOS 50% o más es retenido en el tamiz No. 200	GRAVAS 50% o más de la fracción gruesa es retenido en el tamiz No. 4	GW	Gravas bien gradadas y mezclas de arena y grava con pocos finos o sin finos	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ Mayor que 4 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Entre 1 y 3 Si los criterios para GW no se cumplen			
		GP	Gravas y mezclas de gravas y arenas mal gradadas con pocos finos o sin finos				
		GRAVAS CON FINOS	GM		Gravas limosas, mezclas de grava - arena y limo		
			GC		Gravas arcillosas, mezclas de grava - arena y arcilla		
		ARENAS Más del 50% de la fracción gruesa pasa por el tamiz	ARENAS LIMPIAS		SW	Arenas y arenas gravosas bien gradadas con pocos finos o sin finos	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ Superior a 6 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Entre 1 y 3 Si no se cumplen los criterios para SW
					SP	Arenas y arenas gravosas mal gradadas con pocos finos o sin finos	
	ARENAS CON FINOS		SM	Arenas limosas, mezclas de arena limo			
			SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla			
			Límites de Atterberg localizados bajo la línea "A" o índice de plasticidad inferior a 4.		Si los límites de Atterberg se localizan en el área sombreada se debe clasificar utilizando símbolos dobles		
			Límites de Atterberg sobre la línea "A" e índice de plasticidad superior a 7.				
	Límites de Atterberg localizados bajo la línea "A" o índice de plasticidad inferior a 4.						
	Límites de Atterberg sobre la línea "A" e índice de plasticidad superior a 7.						

SUELOS DE GRANOS FINOS 50% o más pasa por el tamiz No. 200		SIMBOLO DEL GRUPO	NOMBRES TIPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACION
LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido 50% o inferior	LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido superior a 50%	ML	Limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas	GRAFICO DE PLASTICIDAD Para la clasificación de los suelos finos y de la fracción fina de los suelos granulares Los límites de Atterberg situados en el área sombreada corresponden a la clasificación de frontera y requieren símbolos dobles Ecuación de la línea A $IP = 0.73 (LL - 20)$
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, suelos sin mucha arcilla	
		OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad	
	LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido superior a 50%	MH	Limos inorgánicos, arenas finas o limos micáceos o de diatomeas limos elásticos	
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas	
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad alta o media	
Suelos altamente orgánicos	PT	Turba, estiércol y otros suelos altamente orgánicos	Para la identificación visual y manual, véase ASTM norma D 2488	

Clasificación basada en el porcentaje de finos
 Menos del 5% pasa por el tamiz No. 200 GW, GP, SW, SP
 Más del 5% pasa por el tamiz No. 200 GM, GC, SM, SC
 Más del 12% pasa por el tamiz No. 200 GM, GC, SM, SC
 (5% a 12% pasa por el tamiz No. 200)
 Para clasificación de frontera se necesitan símbolos dobles



ASEM 2487



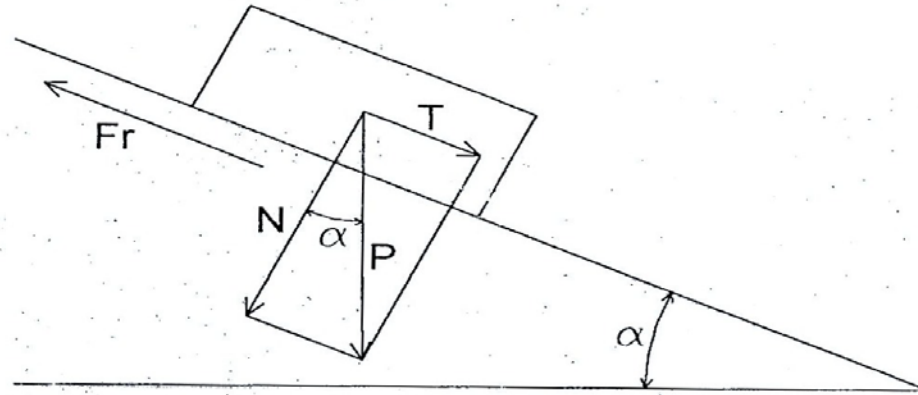
$$\frac{LL_{\text{hornu}}}{LL_{\text{aire}}}$$

$< 0,75$ organika OH & OL
 $\geq 0,75$ no organika CH & CL
 MH & ML

up U line: unreal

RESISTENCIA AL CORTE DE LOS SUELOS

La resistencia al corte de un suelo viene dada por la ecuación Coulomb.



$$\tau_f = \sigma \cdot \tan \alpha \rightarrow \tau_f = c + \sigma \cdot \tan \varphi$$

Donde:

τ_f : Resistencia al corte máxima en el plano de deslizamiento.

σ : Tensión normal total en el plano de falla.

φ : Angulo de fricción interno del suelo.

c : La cohesión del suelo.

$$\tau_f = \frac{T}{A} \quad \sigma = \frac{N}{A}$$

Introduciendo el concepto de esfuerzos efectivos

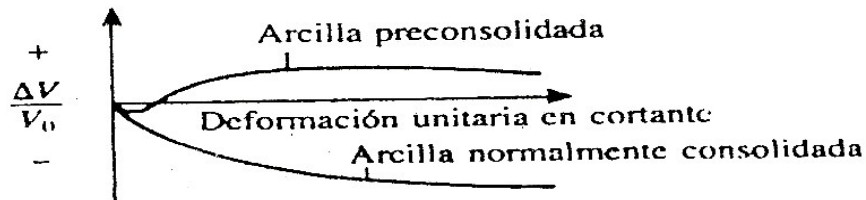
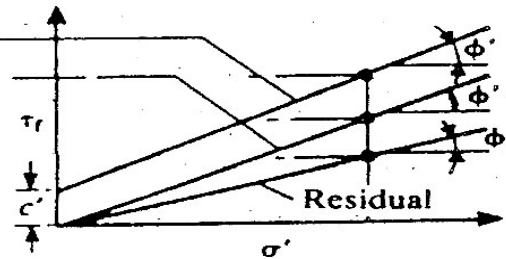
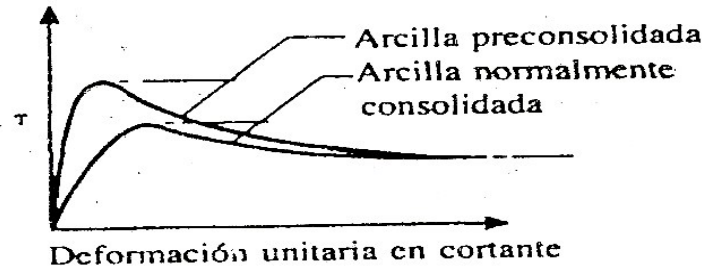
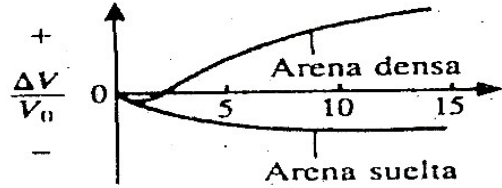
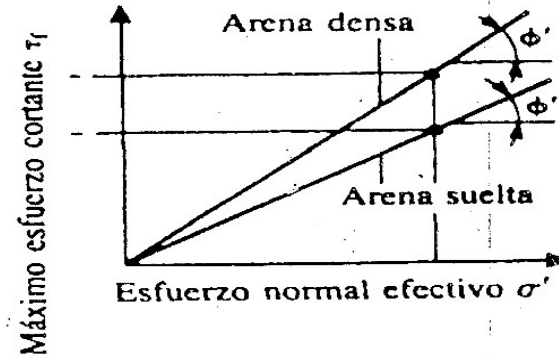
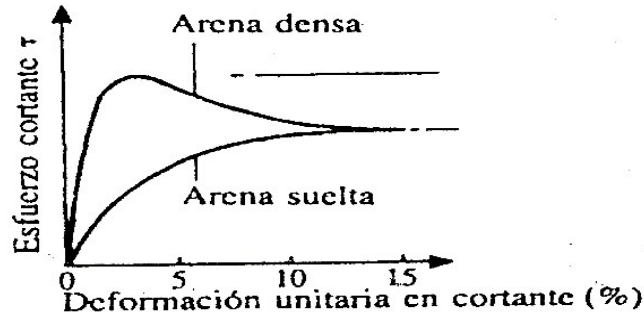
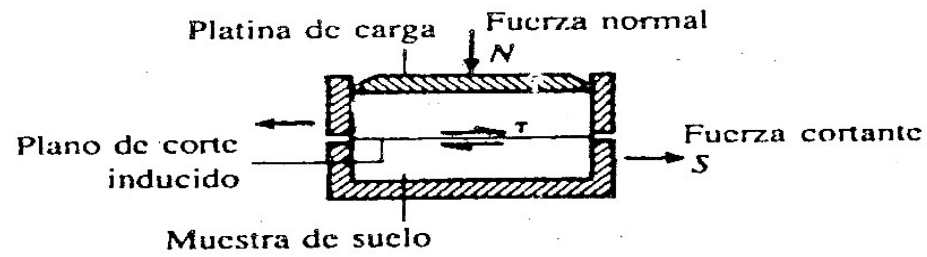
$$\tau_f = c' + \sigma' \cdot \tan \varphi'$$

$$\sigma' = \sigma - u \quad (\text{donde "u" es la presión de poros})$$

$$\frac{\tau_f}{\sigma} = \frac{T}{N} = \tan \alpha$$

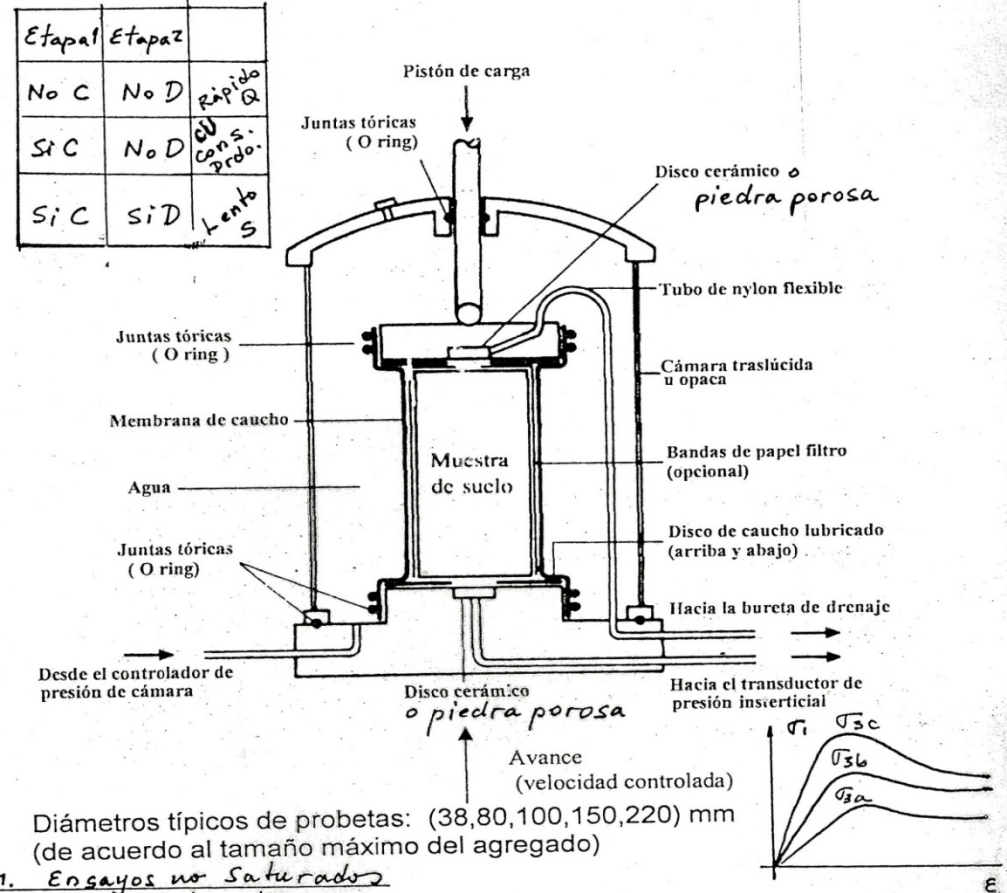
Ensayo de Corte Directo

- La muestra es sometida a una fuerza normal N .
- Se produce la rotura de la probeta mediante la aplicación de una fuerza cortante S .
- Se miden las deformaciones verticales, horizontales; y la fuerza de corte.
- El molde no permite el control del drenaje.
- La envolvente de falla se obtiene mediante la realización de ensayos con distintos valores de N .



Ensayo de Compresión Triaxial

- Bajo las condiciones del ensayo triaxial, el esfuerzo principal mayor σ_1 es el esfuerzo axial, y los esfuerzos principales σ_2 y σ_3 son iguales a la presión de cámara.
- Se denomina desviador de esfuerzo D a: $D = \frac{P}{A} = \sigma_1 - \sigma_3$, donde P es la carga del pistón y A es la sección transversal de la muestra.
- Deben romperse al menos tres probetas idénticas, para tres presiones de cámara diferentes



1. Ensayos no saturados
2. Ensayos saturados

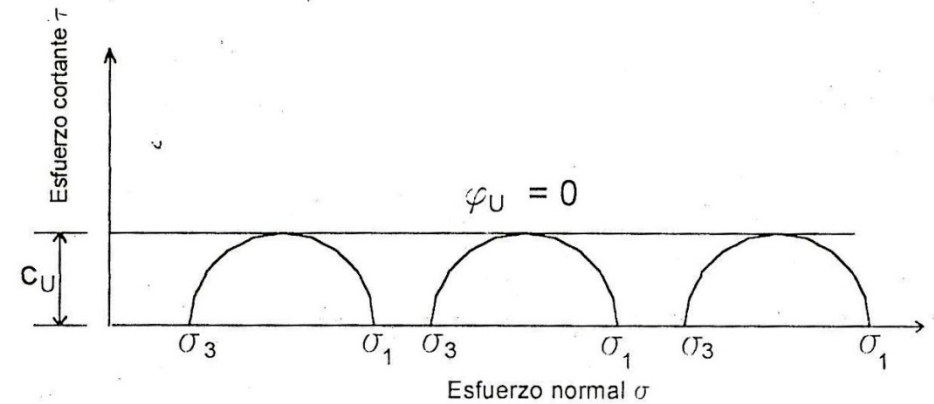
2.1 ENSAYO NO CONSOLIDADO - NO DRENADO (RÁPIDO)

- Este ensayo tiene aplicación en los análisis de estabilidad a corto plazo en suelos finos (no se da el tiempo suficiente para que se disipen las presiones internas)
- Durante todo el ensayo no se permite a la muestra que drene.
- Si la muestra de suelo está saturada la presión intersticial toma el incremento en la presión de cámara sin modificación en el esfuerzo efectivo. En consecuencia la envolvente de falla es horizontal $\phi_u = 0$

$$\tau_{uf} = c_u \text{ cohesión no drenada}$$

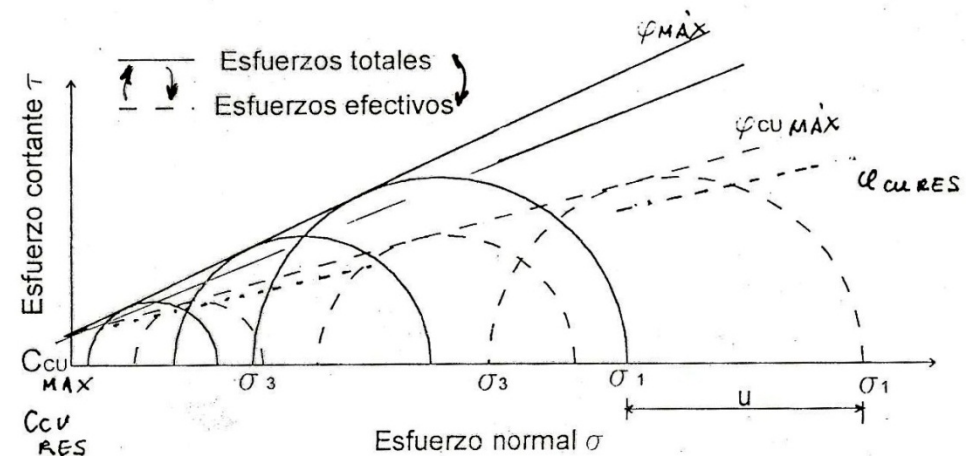
ENSAYO CONSOLIDADO Y DRENADO

- Este ensayo tiene aplicación en el análisis de estabilidad de suelos con alta permeabilidad o en el análisis de suelos finos a largo plazo.
- La muestra se consolida completamente con la presión de cámara.
- Luego se ensaya bajo condiciones drenadas a una velocidad adecuada para impedir que se generen presiones de poros. Es $u = 0$, a lo largo de la etapa de corte (la velocidad debe ser muy baja para estar seguro de que es consolidado drenado).
- Los esfuerzos efectivos y totales son iguales, ($c' = c_d$ y $\phi' = \phi_d$)

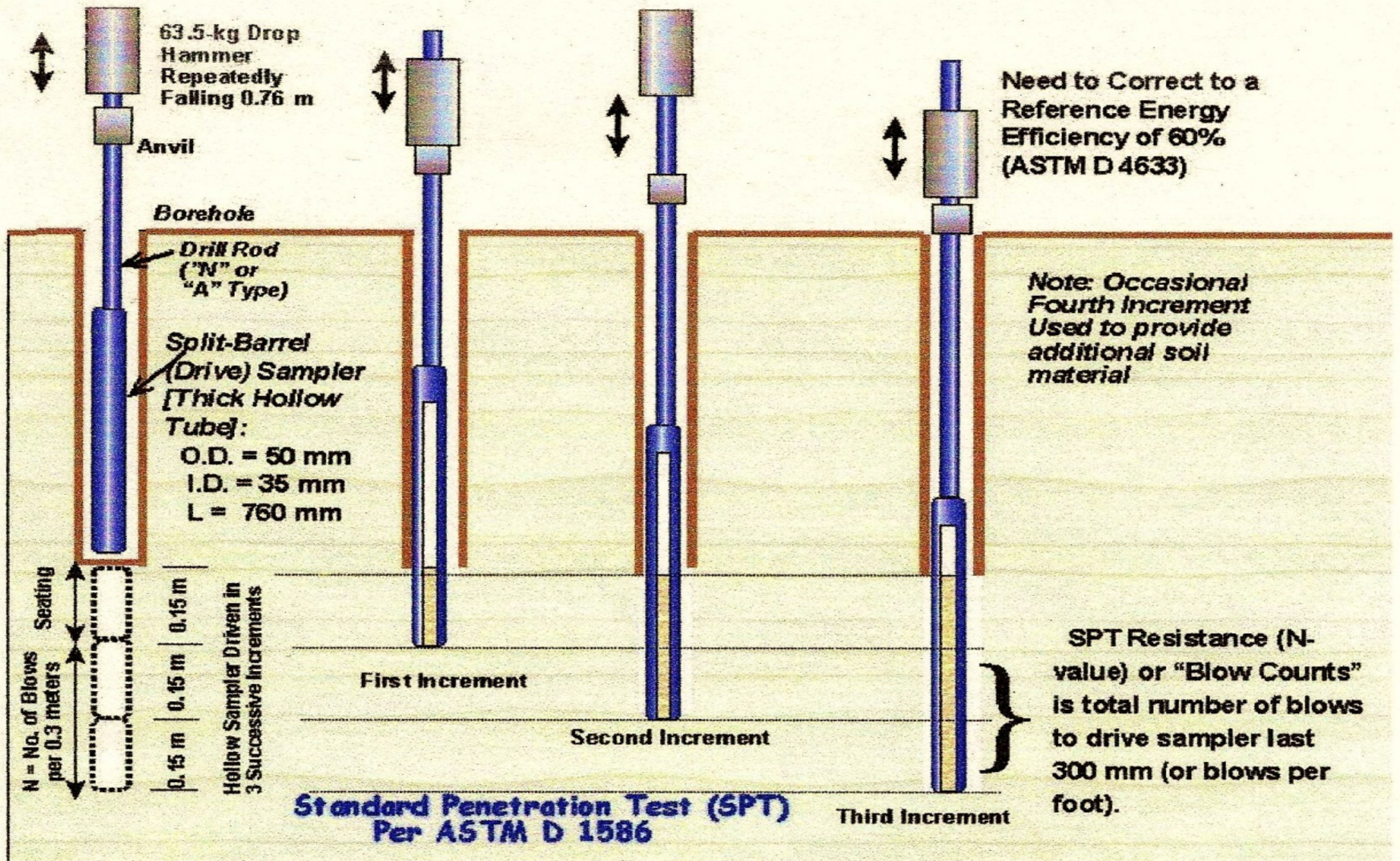


2.2. ENSAYO CONSOLIDADO - NO DRENADO

- Durante la aplicación de la presión de cámara se deja drenar la muestra de modo de disipar las presiones de poros.
- Pero durante la aplicación del desviador no se permite el drenaje hasta la falla de la probeta.
- Cuanto mayor sea la presión a la cual se consolida la muestra, mayor será el esfuerzo desviador necesario para producir la falla. Obteniéndose de la envolvente de falla c_{cu} y ϕ_{cu} .
- Si durante el ensayo se mide la presión intersticial, se puede dibujar la envolvente expresada en esfuerzos efectivos c' y ϕ' .



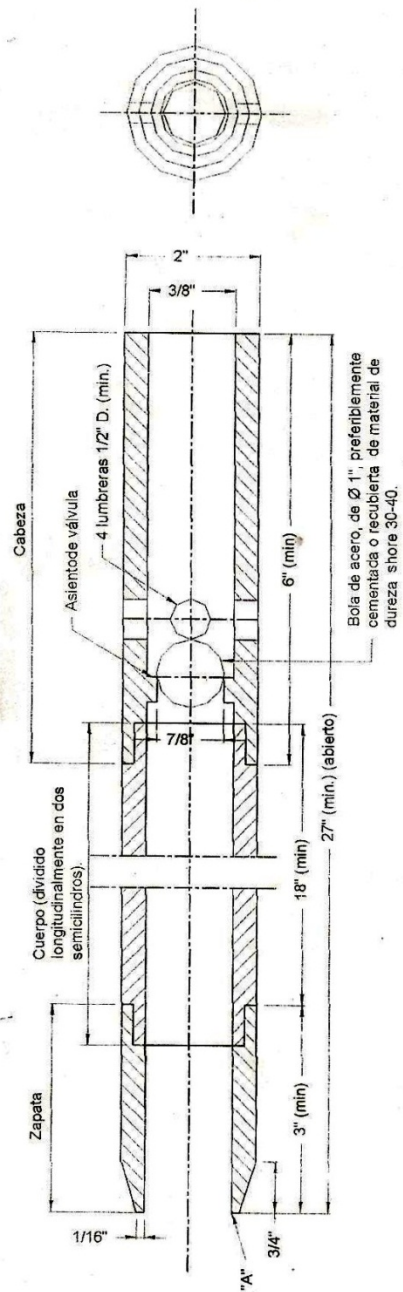
ENSAYO DE PENETRACIÓN NORMAL (STANDARD PENETRATION TEST – SPT)



ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (S.P.T.)

- Es un ensayo de penetración in-situ del tipo dinámico para estimar la capacidad de carga.
- Desarrollado por Terzaghi.
- Obligatorio en la Provincia de Mendoza, usado casi con exclusividad en toda América, Japón y Oceanía. Es también muy usado en Europa y Asia.
- Consiste en hincar una herramienta estandarizada, mediante el uso de una masa de 63Kg (140 libras) que se deja caer desde 75cm (30 pulgadas).
- Se realiza una excavación hasta la profundidad requerida para el ensayo.
- Para poder llegar con la cuchara a la cota de ensayo se usan barras, las cuales se van acoplando a medida que se necesita llegar más profundo. También se trabaja en el fondo del pozo si es a cielo abierto.
- La pesa golpea en el extremo superior de la última barra acoplada.
- El ensayo consiste, en hincar la cuchara 15 cm, contando los golpes efectuados, luego se hace penetrar la herramienta en dos etapas de 15 cm cada una, registrando el número de golpes efectuados en cada una de ellas.
- El resultado se expresa como la suma de los golpes efectuados en las dos últimas etapas. Conviene indicar el número de golpes efectuados en cada una de las tres etapas, y el resultado final como la suma de las dos últimas.
Ej: 12/15/23(38)
- Da una idea de la resistencia relativa de los distintos estratos.
- Permite la extracción de muestras en el caso de suelos finos.
- *En suelos gruesos (dura: > 5mm) es usual el empleo de herramienta manizada.*
- *Hay numerosas correcciones (citar)*

Esquema del sacamuestra de Terzaghi, para el ensayo SPT



Cuchara del ensayo normal de penetración, S.P.T.

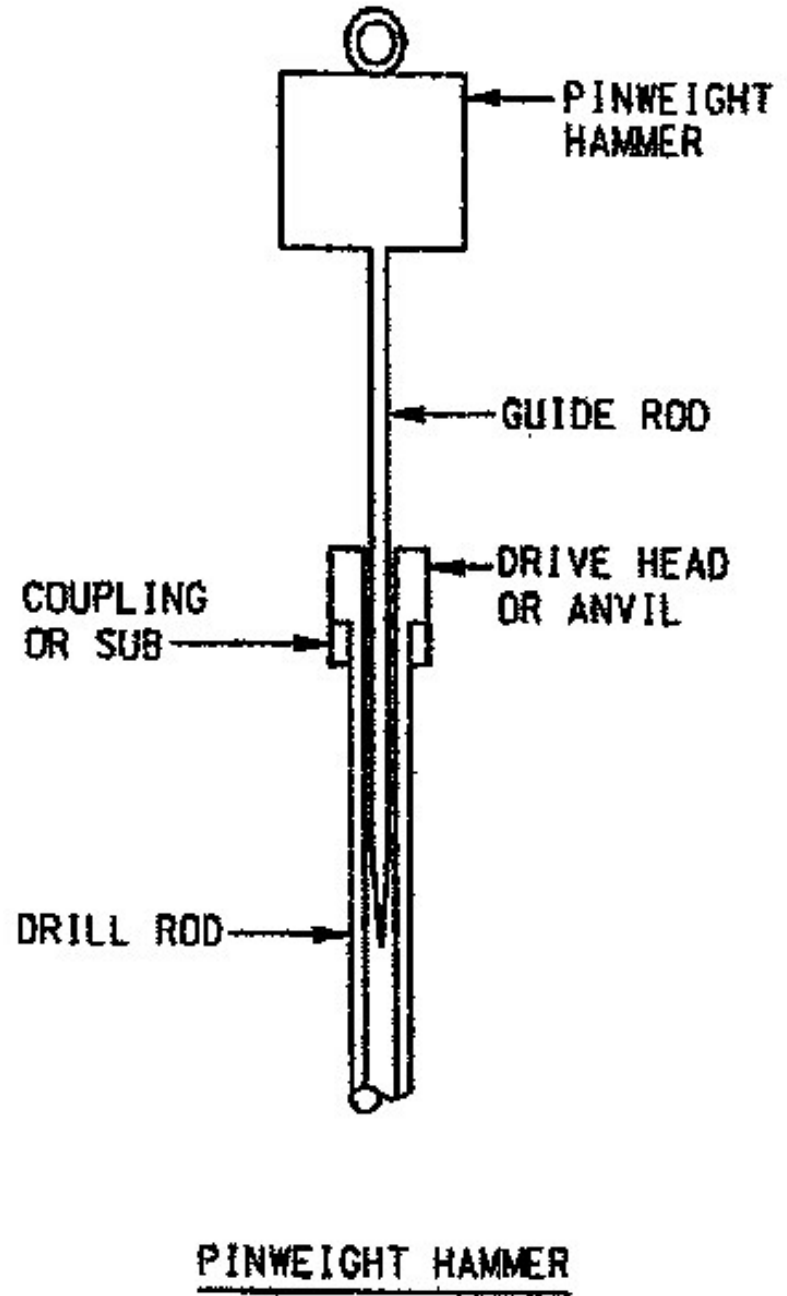
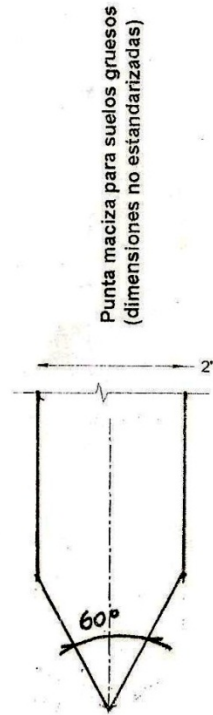
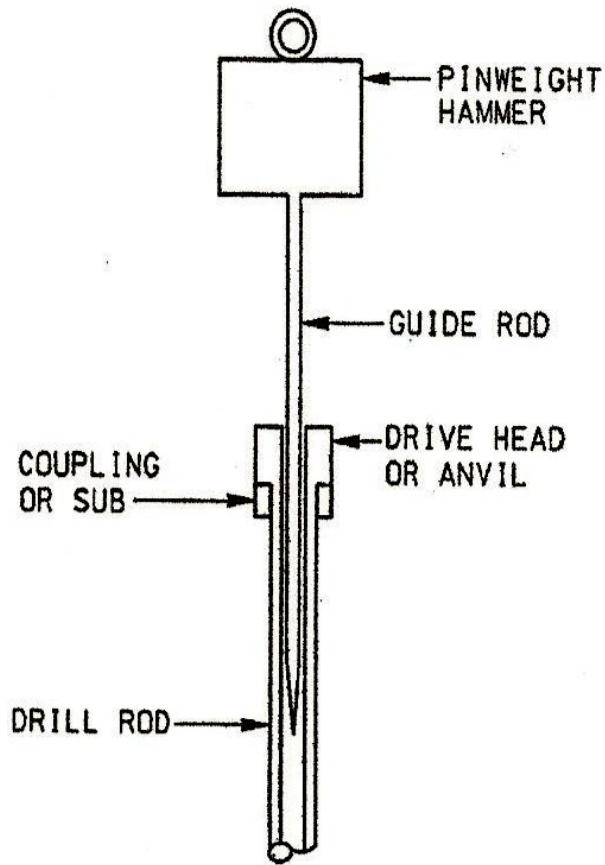
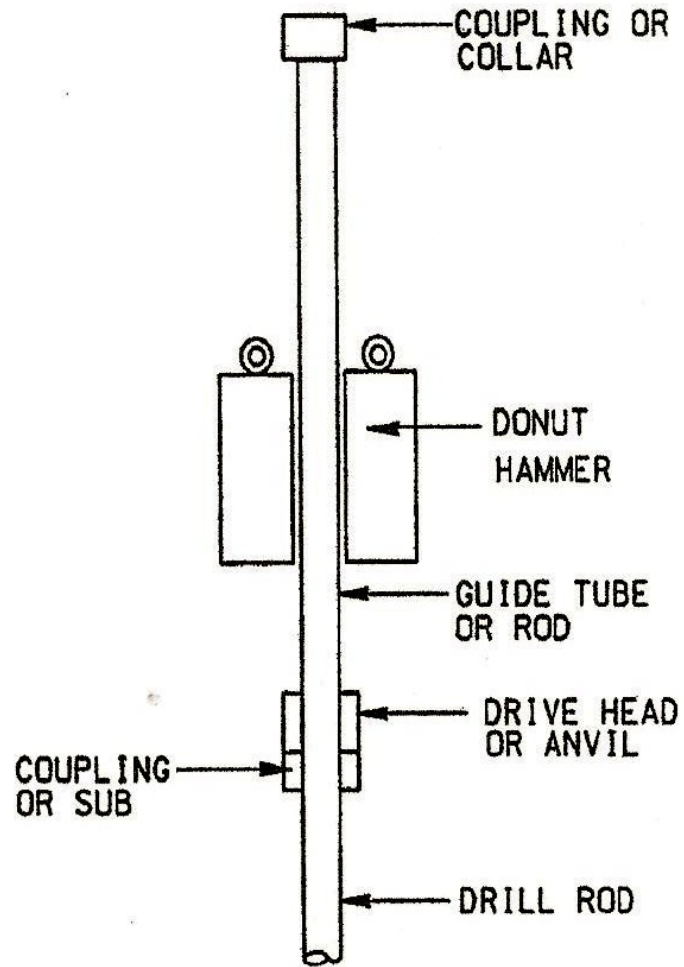


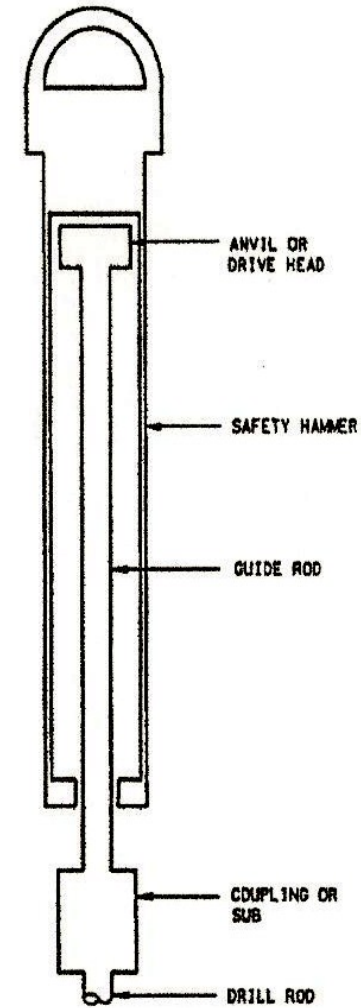
Figure G-1. Schematic drawing of the pinweight hammer, the donut hammer, and the safety



PINWEIGHT HAMMER

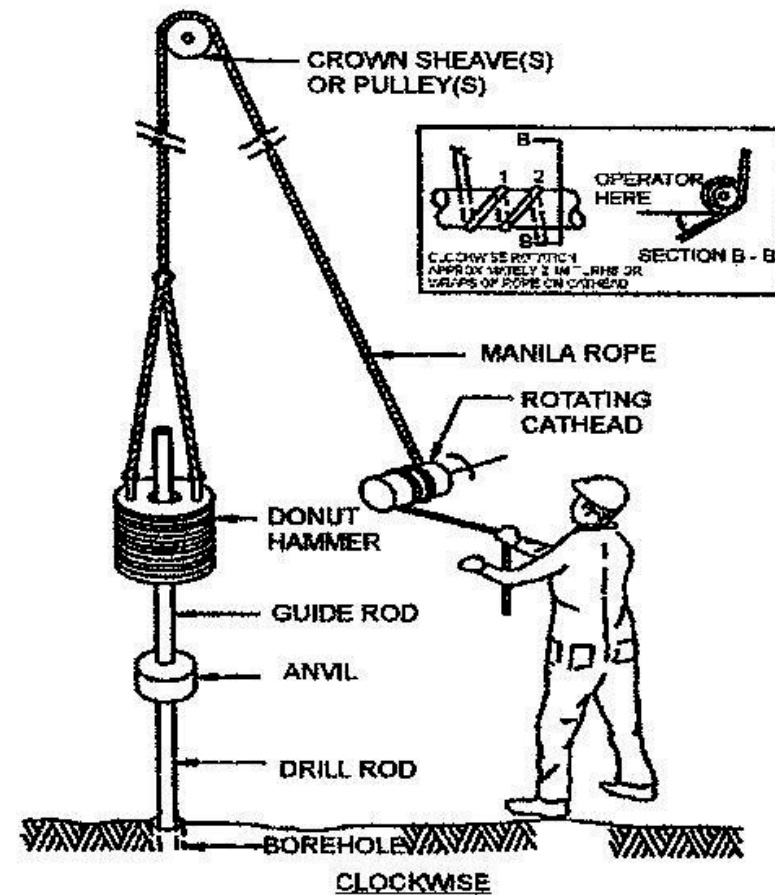
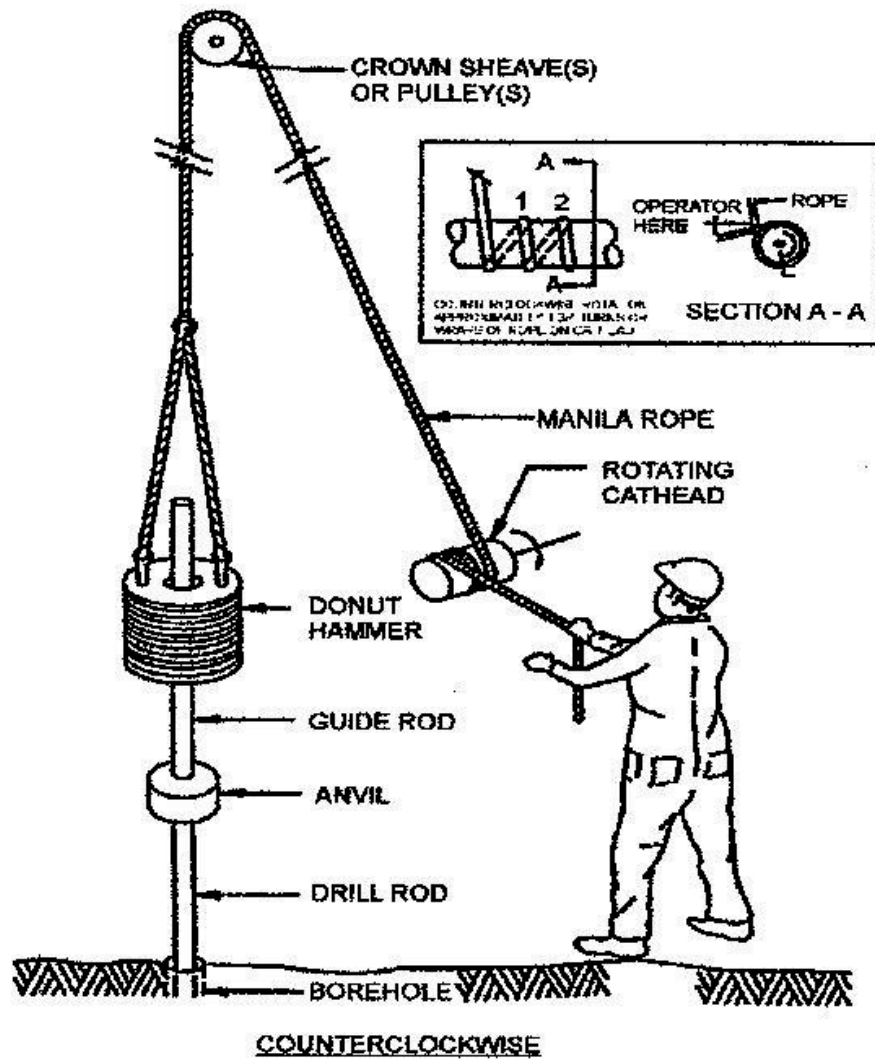


DONUT HAMMER



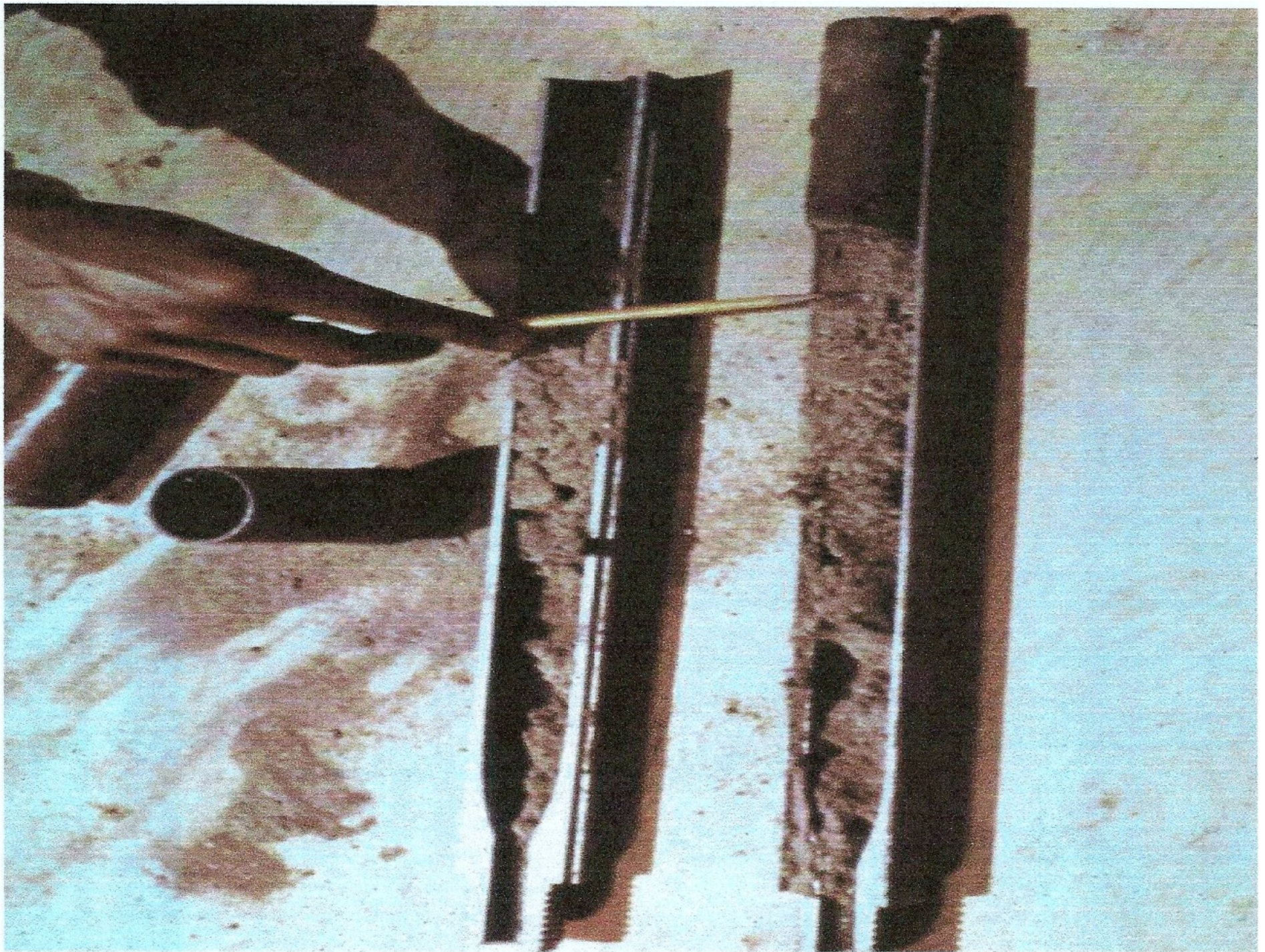
SAFETY HAMMER

**hammer (after
Riggs 1986).**



Schematic drawing of the number of turns of rope on the cathead; 1-3/4 for counterclockwise rotation of the cathead, and 2-1/4 turns for clockwise rotation of the cathead







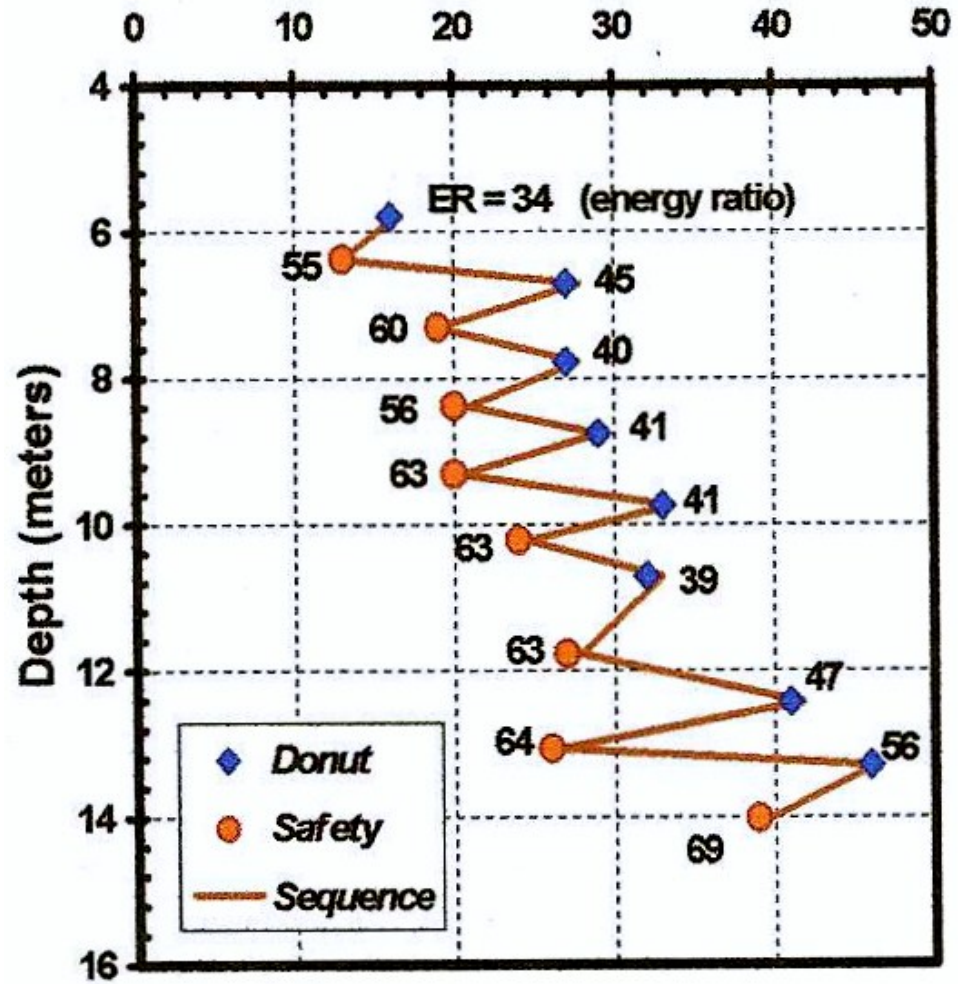




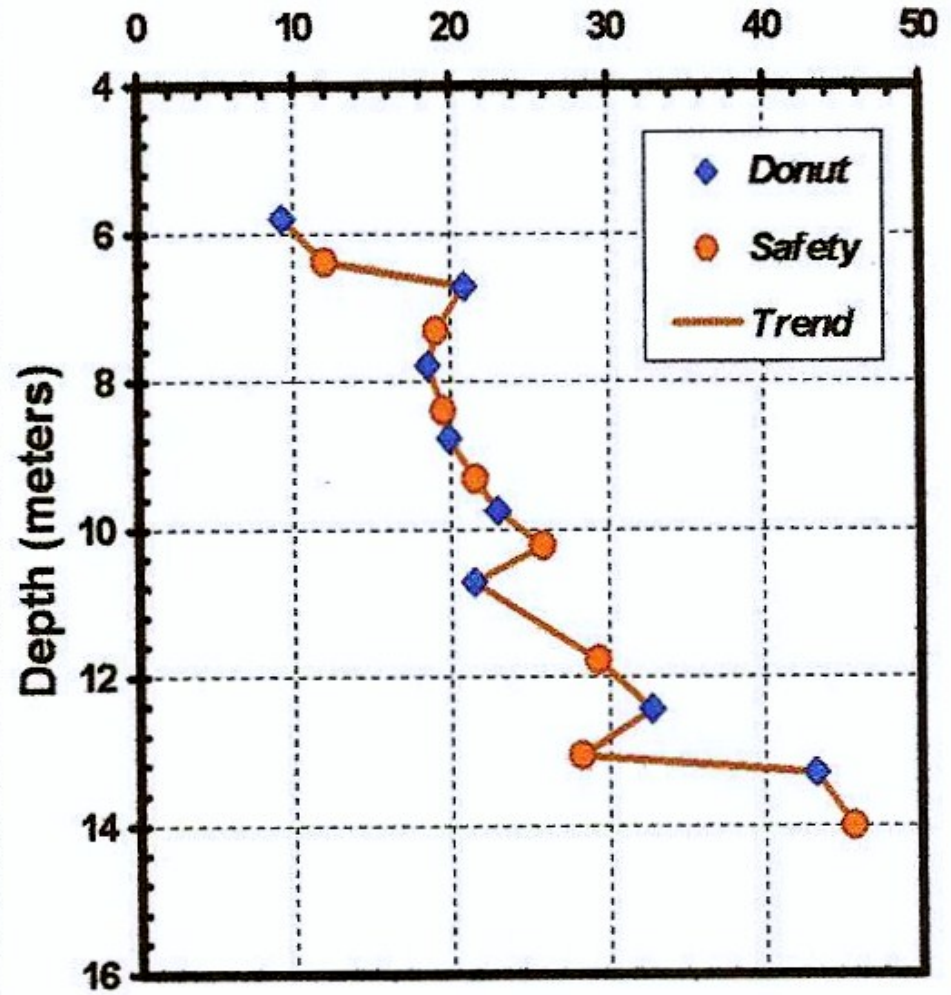




Measured N-values



Corrected N_{60}



Data from Robertson, et al. (1983)

$$N_{1;70} = C_N \times N \times \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 \times \eta_4$$

$$N_{1;60} = 70/60 \times N_{1;70}$$

TABLE 3-3
Factors η_i For Eq. (3-3)*

Hammer for η_1					Remarks
Country	Average energy ratio E_r				
	Donut		Safety		
	R-P	Trip	R-P	Trip/Auto	
United States/ North America	45	—	70-80	80-100	R-P = Rope-pulley or cathead $\eta_1 = E_r/E_{rb} = E_r/70$ For U.S. trip/auto w/ $E_r = 80$ $\eta_1 = 80/70 = 1.14$
Japan	67	78	—	—	
United Kingdom	—	—	50	60	
China	50	60	—	—	
Rod length correction η_2					
	Length	> 10 m	$\eta_2 = 1.00$		N is too high for $L < 10$ m
		6-10	= 0.95		
		4-5	= 0.85		
		0-4	= 0.75		
Sampler correction η_3					
		Without liner	$\eta_3 = 1.00$		Base value
	With liner:	Dense sand, clay	= 0.80		N is too high with liner
		Loose sand	= 0.90		
Borehole diameter correction η_4					
	Hole diameter:†	60-120 mm	$\eta_4 = 1.00$		Base value; N is too small when there is an oversize hole
		150 mm	= 1.05		
		200 mm	= 1.15		

* Data synthesized from Riggs (1986), Skempton (1986), Schmertmann (1978a) and Seed et al. (1985).

† $\eta_4 = 1.00$ for all diameter hollow-stem augers where SPT is taken through the stem.

Note that larger values of E_r decrease the blow count N nearly linearly, that is, E_{r45} gives $N = 20$ and E_{r90} gives $N = 10$; however, using the "standard" value of E_{r70} gives an N value for use in Eq. (3-3) of $N = 13$ for either drilling rig. We obtain this by noting that the energy ratio \times blow count should be a constant for any soil, so

$$E_{r1} \times N_1 = E_{r2} \times N_2 \quad (e)$$

or

$$N_2 = \frac{E_{r1}}{E_{r2}} \times N_1 \quad (3-4)$$

For the arbitrarily chosen $E_{r1} = 70$, this gives, in general,

$$N_2 = \frac{70}{E_{r2}} \times N_1$$

For the previous example of N_2 for $E_{r45} = 20 = E_{r2}$ we obtain

$$20 = \frac{70}{45} \times N_1 \quad \text{giving} \quad N_1 = \frac{45}{70}(20) = 13 \quad (\text{use integers})$$

Reverse strike = dip direction - 90°

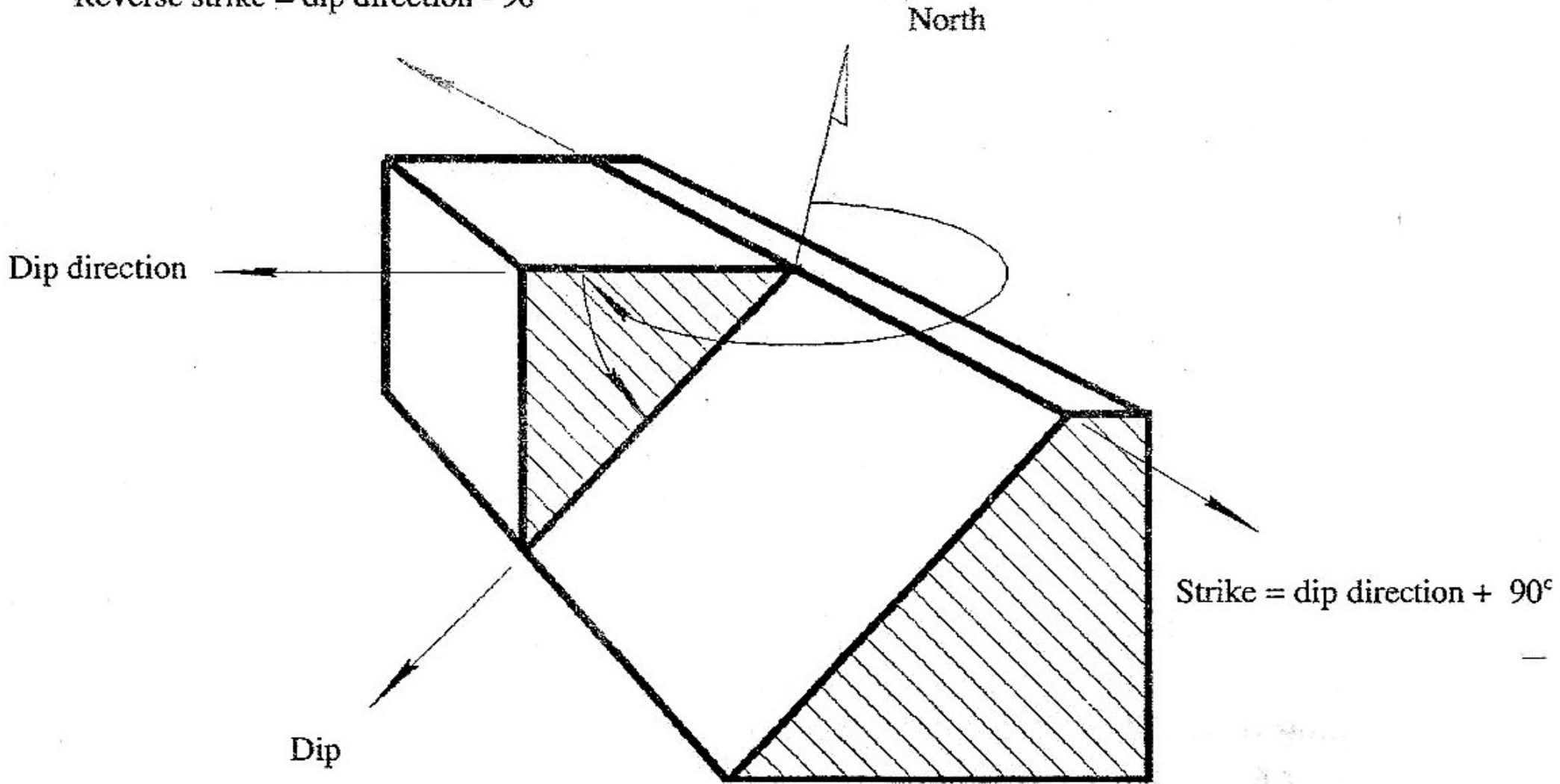


Figure 3.1: Definition of strike, dip and dip direction.

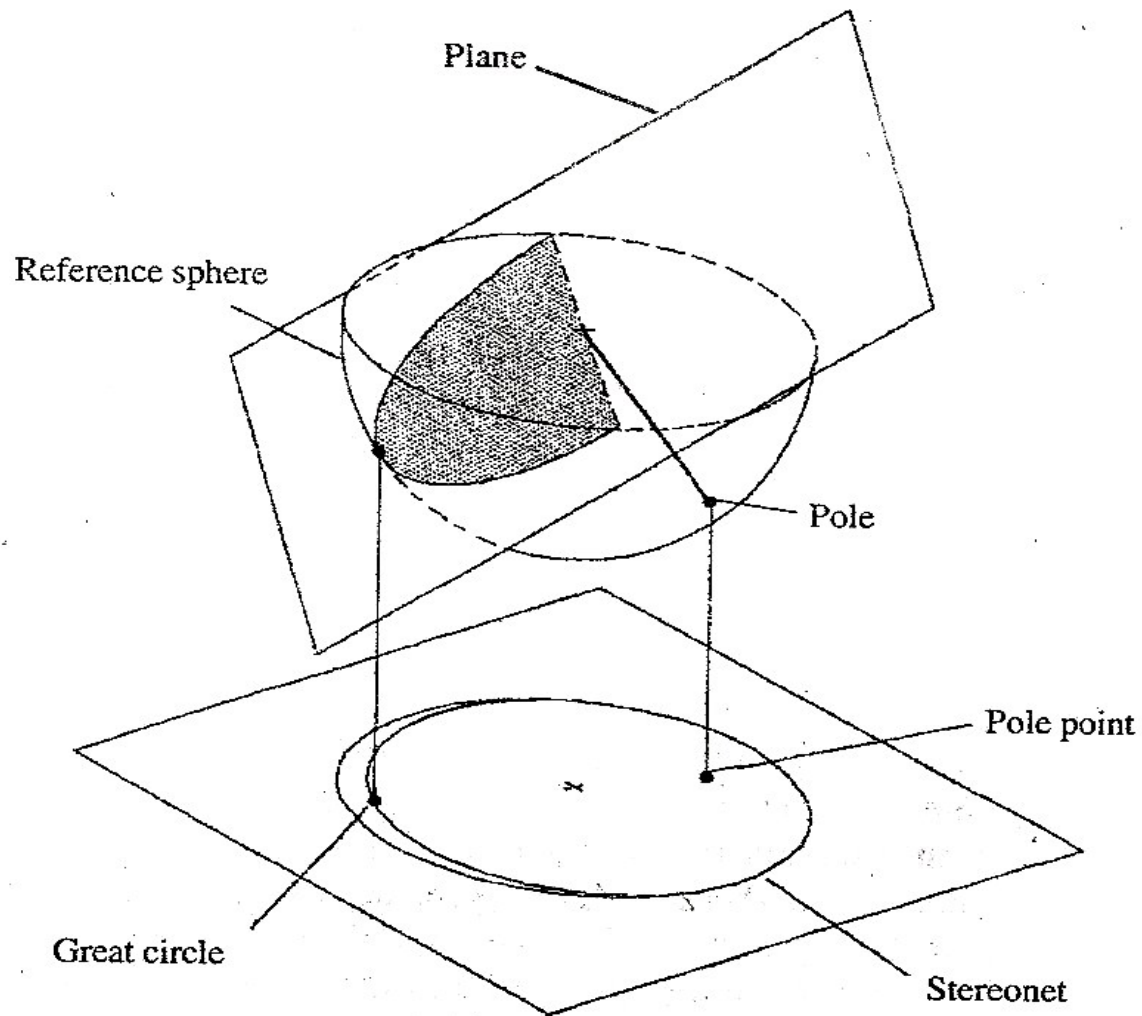
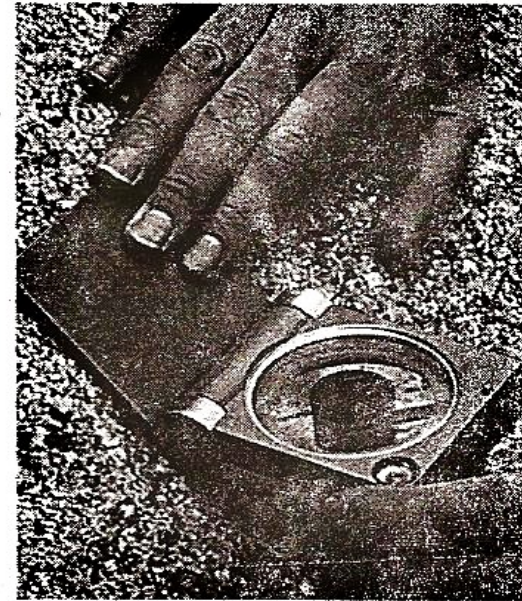
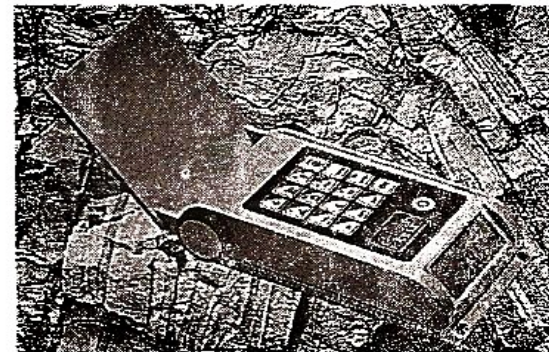


Figure 3.2: Definition of a great circle and pole.



Clar compass manufactured by F.W. Breithaupt & Sohn, Kassel, Germany.



Tectronic 4000 compass for electronic measurement and storage of structural data. Manufactured by F.W. Breithaupt & Sohn, Kassel, Germany.

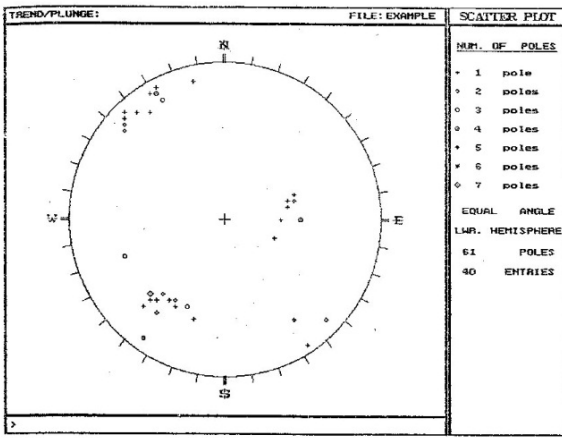


Figure 3.3: Scatter plot of 61 poles on an equal area lower hemisphere projection.

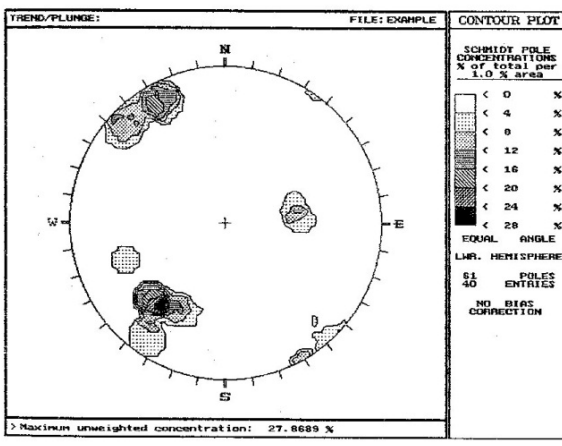


Figure 3.4: Pole density contour plot for the scatter plot illustrated in Figure 3.3.

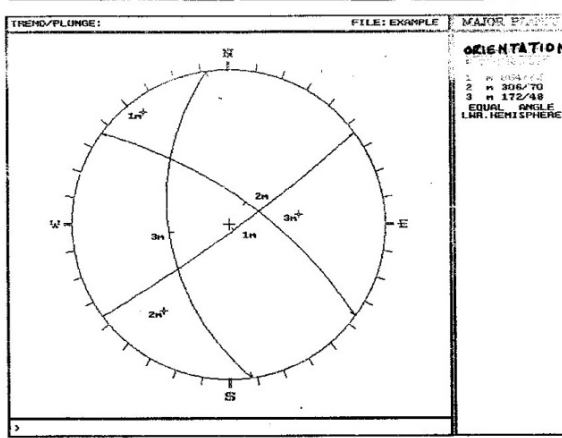


Figure 3.5: Poles and corresponding great circles for the average dip and dip direction of 3 discontinuity sets represented by the contour plot shown in Figure 3.4.