

L

EL ANALISIS GRANULOMETRICO Y LA CLASIFICACION TEXTURAL DEL SUELO

El análisis granulométrico se efectúa para conocer la proporción en que están las partículas primarias del suelo: Arcilla (Ar), Limo (L) y Arena (A).

Los métodos más utilizados son el de la pipeta y el del hidrómetro. En ambos casos se hacen dispersiones químicas y físicas antes de la determinación.

Con los porcentajes de arcilla, limo y arena hallados en el análisis granulométrico se define la clasificación de la textura del suelo en el triángulo respectivo (véase Figura 15) p. e.: Suelos Francos, Arcillosos, Arenosos, Limosos, Arenoso-francos, Franco-arcillosos, etc. También se clasifica haciendo la textura al tacto. Esta clasificación orienta para el manejo adecuado de los suelos.

Los métodos utilizados en el laboratorio son:

El del hidrómetro y el de textura al tacto.

L-1 METODO DEL HIDROMETRO PARA LA DETERMINACION GRANULOMETRICA

Principio del método.

El método se basa en la ley de Stokes la cual relaciona la velocidad de sedimentación de las partículas de acuerdo a su tamaño (diámetro) a través de un líquido de densidad y viscosidad conocidas.

Bouyoucos calibró la sedimentación de la arena en 40 segundos y para la sedimentación del limo dos horas. La arcilla permanece en suspensión.

Reactivos:	Procedimiento	Observaciones
<ul style="list-style-type: none"> -- Sodio pirofosfato G. A. ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) solución al 8^o/o. Se toman 400 gramos de pirofosfato de sodio en 5 litros de agua. -- Alcohol amílico (G.A.). 		medo. Cuando se efectúe en húmedo se corrige de acuerdo a la humedad para tomar los 25 gramos en base seca (*).
<p>Materiales y equipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> -- Cápsula de aluminio 2 por muestra (incluye 1 para humedad). -- Balanza Mettler K 7 de 0,05 g de sensibilidad. -- Estufa con control de temperatura 105 ± 5 °C (para humedad). -- Dispensador de 30 ml. -- Beaker de 400 ml. -- Cilindros de Bouyoucos 1 por muestra con aforo 1.130 ml. -- Frasco lavador. -- Hidrómetro de 2 a 60 g de sólidos/litro. -- Termómetro de 0 a 50 °C graduado en 1/10 °C. -- Erlenmeyer de 5 litros. -- Erlenmeyer de 2 litros. -- Batidora de 12.500 r.p.m. Oster Mod 40, con cuchilla de 4 aspas. -- Reloj de control automático (Timer). -- Cronómetro. -- Agitador de pistón en cobre con orificios, especial para el cilindro de Bouyoucos. -- Cuadros de lecturas, tabla y triángulo de clasificación de textura para anotar, calcular y clasificar respectivamente. 	<p>Después de pesado el suelo se hecha al vaso de la batidora.</p> <p>Agregar 450 ml de agua más 30 ml de pirofosfato de sodio al 8^o/o.</p> <p>Batir durante 15 minutos.</p> <p>Pasar luego al cilindro de bouyoucos con ayuda de un frasco lavador.</p> <p>Llevar a volumen con el hidrómetro sumergido hasta 1.130 ml. Así se hace sucesivamente en todos los cilindros.</p> <p>Después de tener todos los cilindros llevados a volumen se procede a iniciar las determinaciones, así:</p>	<p>Usar el reloj de control.</p>
	<p>Procedimiento</p> <p>Pesar 25 g de suelo preparado en una cápsula de aluminio.</p>	<p>Observaciones</p> <p>El análisis en suelos conocidos se puede hacer en seco o en hú-</p>

	<p>Procedimiento</p> <p>Pesar 25 g de suelo preparado en una cápsula de aluminio.</p>	<p>Observaciones</p> <p>El análisis en suelos conocidos se puede hacer en seco o en hú-</p>
--	---	---

(*) Peso a tomar =
$$\frac{2.500 \text{ g}}{(100 - \% \text{ humedad})}$$

Procedimiento	Observaciones	Procedimiento
<p>alcohol amílico y se lee a los 40 segundos (h 40). Anótela en la columna 3, tome la temperatura de la suspensión (t. 40) y anótela en la columna 5. Dejar en reposo hasta la lectura siguiente.</p>	<p>El alcohol actúa como antiespumante.</p> <p>La lectura del hidrómetro a los 40 s sirve para determinar el limo y la arcilla que están en suspensión.</p>	<p>con el hidrómetro sumergido. Se efectúan las lecturas de hidrómetro y temperatura, tanto a los 40 s y 2 h.</p> <p>Anotar en las columnas 3 y 4 correspondientes al blanco. Para cada temperatura se busca la corrección del hidrómetro correspondiente en la tabla No. 1.</p>
<p>A las 2 horas se inicia nuevamente las lecturas de hidrómetro (h 2) y termómetro (t 2) en cada uno de los cilindros.</p>	<p>En este tiempo se sedimenta el limo y las lecturas corresponden a la Ar (arcilla) que está en suspensión. h2 y t2 son las lecturas a las dos horas de hidrómetro y temperatura respectivamente.</p>	<p>Anótelo en las columnas 9 y 10 del blanco.</p>
<p>Anótelas en las columnas 4 y 6 respectivamente.</p>		<p>Cálculos:</p> <p>Corrección del hidrómetro del blanco a los 40 s.</p> <p>Al valor de la columna 9 se le suma la lectura de hidrómetro del blanco, se anota en la columna 7, con el signo contrario. Esta corrección será la del blanco y la de los problemas. En el ejemplo es el valor - 1.95.</p>
<p>Para cada temperatura se busca la corrección del hidrómetro correspondiente en la tabla No 1. Anótelas en las columnas 9 y 10 de muestra.</p>		<p>Corrección de las lecturas del blanco a 2 horas así:</p> <p>Al valor de la columna 10 del blanco se le suma la lectura de la columna 4. El total se anota en la columna 8 con signo contrario. Esta corrección aparecerá en el blanco y los problemas. En el ejemplo es - 2.18.</p>
<p>Paralelamente se lleva un blanco, así:</p>		<p>Corrección de las lecturas de hidrómetro en el problema.</p>
<p>30 ml de pirofosfato de sodio, se lleva a volumen de 1.130 ml</p>		<p>A la lectura h 40 (columna 3) se le adiciona el</p>

valor de las columnas 7 y 9 y se anotan en la columna 11. En el ejemplo da 15,05.

Se multiplica por el factor A y se anota en la columna 14.

Cálculo del o/o de Ar.:

A la lectura h 2 (columna 4) se le suman las columnas 8 y 10; este resultado se anota en la columna 12, se multiplica por el factor 4(*) de la columna 13 y se anota en la columna 15. Este ya es dato definitivo o/o de Arcilla (Ar).

Cálculo del o/o de limo: El valor de o/o de Ar se resta de la columna 14 (L + Ar). Se anota en la columna 16. El ejemplo dió 36,84.

El cálculo de o/o de arena se hace:

$$100 - (L + Ar) = \text{o}/\text{o} \text{ de A.}$$

$$100 - \text{columna 14} = \text{o}/\text{o} \text{ de A.}$$

$$\text{En el ejemplo } 100 - 60,20 = 39,80.$$

Programa para calculadora PC-1001.

Primer paso para empezar:

Para cada tanda cargar las memorias, así:

(-2,18 X → M,0) Corrección de hidrómetro a 2 horas.

(-1,95 X → M,1) Corrección del hidrómetro a 40 segundos.

Para entrar el valor negativo se escribe la cantidad absoluta y luego se oprime la tecla +/-

H (6,2) lectura hidrómetro a 2 horas.

F

S

+

(*) El factor 4 sale de pesar 25 g de suelo seco y se expresa en 100 g de suelo. En caso de tomar peso diferente, el factor será otro.

MR Corrección del hidrómetro a 2 horas (-2,18).

0

+

H (1,82) corrección de temperatura a 2 horas.

X

4

=

X → M Aparece en pantalla el o/o de Arcilla (23,36).

2

H (15) lectura hidrómetro a 40 segundos.

+

MR Corrección hidrómetro a 40 segundos (-1,95).

1

+

H (2,0) corrección temperatura a 40 segundos.

X

4

-

MR

2

= Aparece en pantalla el o/o de Limo (36,84)

H Valor Limo (que está en pantalla 36,84).

+

MR

2

+

+/-

+

100

= Aparece en pantalla el o/o de Arena (39,80)

F

H Final del programa.

Las respuestas se hallan así:

h 2, S,
 T 2, S, Aparece en pantalla 0/o de Arcilla.
 h 40, S,
 T 40, S Aparece en pantalla 0/o de Limo.
 S (entra el 0/o de Limo como variable), y aparece el 0/o de arena.

Debe efectuarse el ciclo completo, en caso de equivocarse borrar CE, C e iniciar con h 2, S, etc.

Expresión de los resultados.

Se reportarán en cifras enteras para Ar, L y A.

P (0,05) para Ar: $\pm 6^{\circ}/o$.
 P (0,05) para L: $\pm 6^{\circ}/o$.
 P (0,05) para A: $\pm 5^{\circ}/o$.
 Clasificación de textura.

Se busca el punto en el triángulo de clasificación de la Figura 15.

Se escribe:

F Franco
 Ar Arcilloso
 L Limoso
 A Arenoso

El ejemplo da Franco.

TABLA Nº 1.- CORRECCIONES PARA EL HIDROMETRO A DIFERENTES TEMPERATURAS

°C	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
15	-1,60	-1,56	-1,53	-1,49	-1,46	-1,42	-1,38	-1,35	-1,31	-1,28
16	-1,24	-1,20	-1,17	-1,13	-1,10	-1,06	-1,02	-0,99	-0,95	-0,92
17	-0,88	-0,84	-0,81	-0,77	-0,74	-0,70	-0,66	-0,63	-0,59	-0,56
18	-0,52	-0,48	-0,45	-0,41	-0,38	-0,34	-0,30	-0,27	-0,23	-0,20
19	-0,16	-0,12	-0,09	-0,05	-0,02	+0,02	0,06	0,09	0,13	0,16
20	0,20	0,24	0,27	0,31	0,34	0,38	0,42	0,45	0,49	0,52
21	0,56	0,60	0,63	0,67	0,70	0,74	0,78	0,81	0,85	0,88
22	0,92	0,96	0,99	1,03	1,06	1,10	1,14	1,17	1,21	1,24
23	1,28	1,32	1,35	1,39	1,42	1,46	1,50	1,53	1,57	1,60
24	1,64	1,68	1,71	1,75	1,78	1,82	1,86	1,89	1,93	1,96
25	2,00	2,04	2,07	2,11	2,14	2,18	2,22	2,25	2,29	2,32
26	2,36	2,40	2,43	2,47	2,50	2,54	2,58	2,61	2,65	2,68
27	2,72	2,76	2,79	2,83	2,86	2,90	2,94	2,97	3,01	3,04
28	3,08	3,12	3,15	3,19	3,22	3,26	3,30	3,33	3,37	3,40
29	3,44	3,48	3,51	3,55	3,58	3,62	3,66	3,69	3,73	3,76
30	3,80	3,84	3,87	3,91	3,94	3,98	4,02	4,05	4,09	4,12
31	4,16	4,20	4,23	4,27	4,30	4,34	4,38	4,41	4,45	4,48
32	4,52	4,56	4,59	4,63	4,66	4,70	4,74	4,77	4,81	4,84
33	4,88	4,92	4,95	4,99	5,02	5,06	5,10	5,13	5,17	5,20

Ecuación con que se calcula la corrección (c):

$$(c) = t \times 0,36 - 7$$

CUADRO DE LECTURAS, CORRECCIONES Y CALCULOS

Dispersante usado: Pirofosfato de sodio al 80/o

Peso de la muestra seca: 25 gramos

Muestra No	Ref.	LECTURAS		CORRECCIONES						CALCULOS				PORCENTAJES						
		Hidrómetro	Temperatura	Hidrómetro	Temperatura	Hidrómetro	Temperatura	Hidrómetro	Temperatura	L+Ar	Ar	Factor	L+Ar	Ar	L	A				
		h 40	t 40	h 2	t 2	H 40	H 2	T 40	T 2	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10											
15.475	Lote A	15,0	6,2	25,0	24,5	-1,95	-2,18	2,00*	1,82*					15,05	5,84	4,	60,20	23,36	36,84	39,80
Blanco	B	0,2	0,5	24,3	24,1	-1,95	-2,18	1,75*	1,68*											

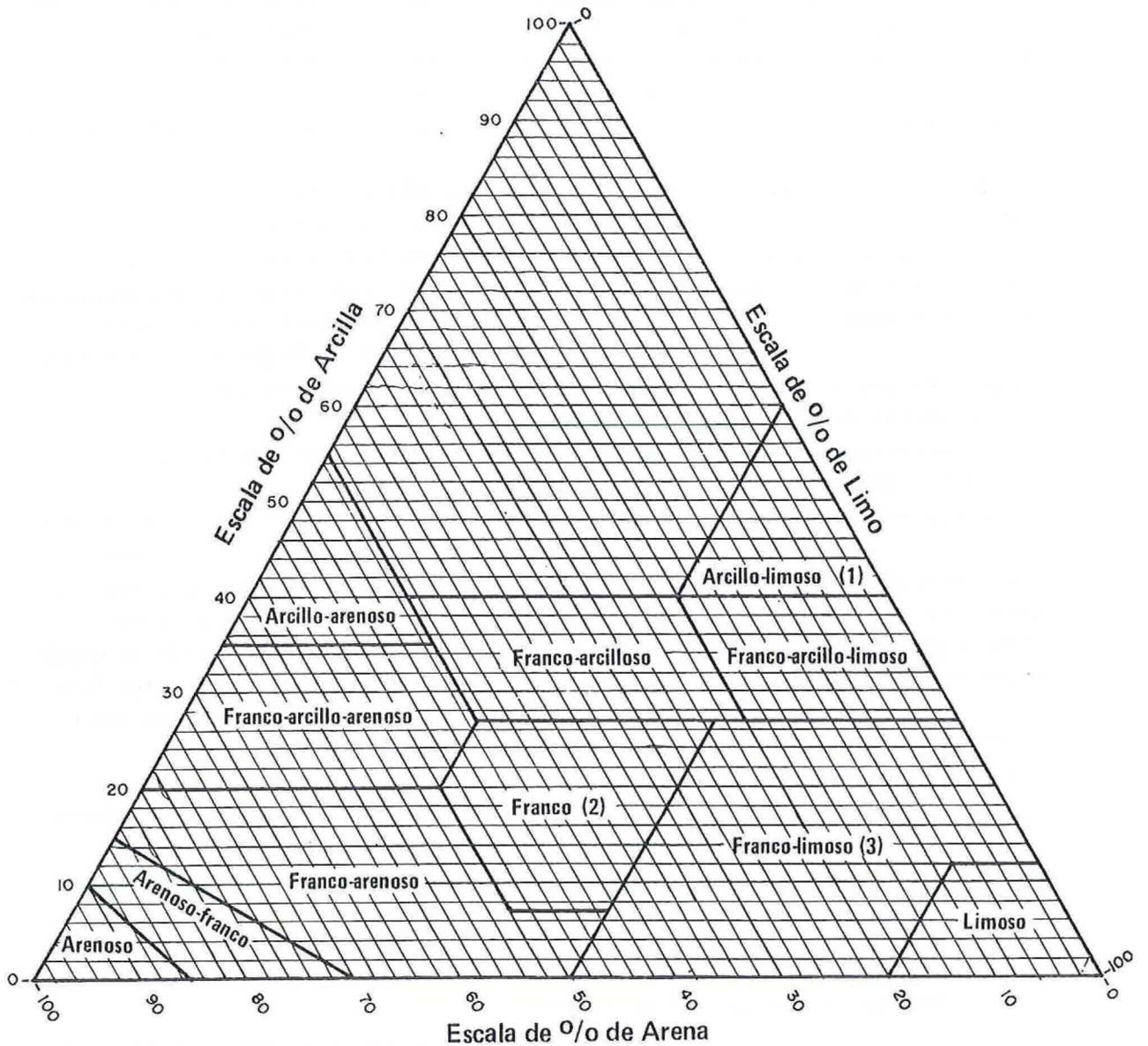
Fórmulas y cálculos del ejemplo:

$$\% \text{ Ar} = (h_2 - H_2 + T_2) \times 4$$

$$\% \text{ L} = (h_{40} - H_{40} + T_{40}) \times 4 - \% \text{ Ar}$$

$$\% \text{ A} = 100 - \% \text{ L} - \% \text{ Ar}$$

* Estas correcciones por temperaturas se hallan en la tabla No. 1.



- (1) Suelos Arcillo-limosos: Tienen un contenido de limo mayor del 40^o/o.
- (2) Suelos Francos: Tienen un contenido de limo entre el 38 y el 50^o/o.
- (3) Suelos Franco-limosos: Tienen un contenido de limo mayor del 50^o/o.

NOTA: En caso de tener un punto que cae exactamente en las líneas divisorias, la clasificación se da con prioridad hacia la partícula más fina.

FIGURA 15. TRIANGULO PARA CLASIFICACION DE TEXTURAS.

L - 2 CLASIFICACION DE LA TEXTURA DEL SUELO AL TACTO.

La forma más sencilla de clasificar los suelos en el campo es por su apreciación al tacto, observando su comportamiento al moldearlo, su estabilidad al humedecerse, la velocidad para absorber el agua y su poder manchador; todo ésto hace posible a la persona que clasifica, dar un concepto de la textura del suelo que está analizando.

También se ha llevado este procedimiento al laboratorio ya que es representativo y suficiente para el posterior tratamiento que el técnico o el agricultor le quiera dar al suelo según sus planes de manejo.

La persona que va a efectuar las clasificaciones de textura al tacto, necesita un entrenamiento previo para distinguir unos parámetros de clasificación y ésto se hace con patrones de textura ya definida.

Las formas de manipular las muestras pueden variar pero la clasificación está sujeta o determinada por unos parámetros entre los cuales se destacan los siguientes:

- ASPERO: Es cuando el suelo contiene arena. Entre más arena y más gruesa, más áspero.
- PEGAJOSO: El suelo pegajoso se resiste a desprenderse de la mano y de los dedos. Si al sacudir la mano no se desprende, será un suelo muy pegajoso, si se desprende con alguna facilidad, su pegajosidad será menor.
- CONSISTENCIA DE BOLAS: Con el suelo húmedo se pueden formar bolas que adquieren distintos grados de firmeza. Las que se desmenuzan fácilmente son sueltas y su contenido de arena es alto; las que no se desmenuzan tan fácilmente, son firmes y contienen menos arena y por lo tanto, o más

limo o más arcilla; y las que no se desmenuzan ni se desarmen son firmes y su contenido de arcilla es considerablemente alto.

- ANILLOS: Cuando se hacen especies de palitos o bastones éstos nos ayudan en la determinación así: al doblarlos y formar anillos, éstos pueden partirse o no; si lo hacen, es que su contenido de arena es alto; si no se parten y se puede formar el anillo, es que su contenido de arcilla es alto o muy alto.
- ABSORCION DEL AGUA: Cuando se agrega el agua a la muestra de suelo que se va a clasificar se observa: 1) que se puede absorber rápidamente (suelos arenosos y francos); 2) lentamente (suelos limosos o con algo de arcilla); y 3) que es absorbida con dificultad (suelos arcillosos).

- CINTAS: Se obtienen de la siguiente manera:

Se forma con el suelo una bola que luego se coloca en la yema de un dedo y con un dedo de la otra mano se presiona y se lleva a través de la palma de la mano. En el recorrido que hace el suelo va quedando una "carreterita" que es la cinta. Esta cinta puede quedar completamente lisa o rizada, o se puede romper.

La lisa no presenta irregularidades. Es firme.

La rizada forma hacia los lados como unos crespos o rizos. La cinta que se rompe es la que al abrir un poco la palma de la mano se le forma unas grietas de lado a lado.

NOTA: Los suelos arenosos, franco-arenosos, arenoso-francos y los francos no forman cintas.

- PLASTICIDAD: En el caso de la textura al tacto puede llamarse plasticidad de un suelo a la propiedad que tenga para dejarse moldear.

- PROPIEDAD DE MANCHAR: Los suelos dejan en las manos algo de color, cuya intensidad varía de acuerdo y sobre todo a la cantidad de arcilla que contengan; de ahí que un suelo arenoso no deje color y si lo deja es muy leve su intensidad; y que un suelo arcilloso deje bastante coloreados los dedos y/o las manos. Esa intensidad poca o mucha de color es lo que en textura denominamos "manchar los dedos".
- JABONOSO: Un suelo es jabonoso cuando la bola que se forma con él resbala fácilmente en la mano y no se pega de ella.

PROCEDIMIENTO

Se toman unos 10 gramos de suelo preparado, se humedecen hasta que se dejen manejar, sin demasiada humedad; se van manipulando y moldeando con los dedos tratando de darle diferentes formas como: cilindros; bolas, anillos, bastones o cintas y de acuerdo a su comportamiento, la persona que analiza da la clasificación.

Las clasificaciones de suelo son:

A: ARENOSO: Absorbe rápidamente el agua. Al manipular la muestra se siente demasiado áspera. No forma ni bolas ni anillos.

AF: ARENOSO-FRANCO: Absorbe fácilmente el agua, menos áspero que el arenoso; forma bolas que se desmenuzan fácilmente; mancha ligeramente los dedos. No forma anillos ni bastones.

FA: FRANCO-ARENOSO: Absorbe fácilmente el agua, forma bolas poco resistentes, mancha ligeramente

te los dedos. Al tratar de hacer anillos o bastones se rompe.

En estado seco se desmorona al presionarse. En húmedo resiste la manipulación cuidadosa.

F: FRANCO: Es suave al tacto. Forma bolas resistentes, mancha los dedos, no forma cintas, se deja moldear con facilidad; es un poco pegajoso. Absorbe fácilmente el agua. Los anillos se agrietan y se parten.

En seco puede manipularse con cuidado sin desmoronarse. En húmedo resiste la manipulación.

FAr: FRANCO-ARCILLOSO: Absorbe el agua lentamente, forma bolas resistentes, forma cintas que se rompen fácilmente, mancha bastante los dedos, es pegajoso.

Cuando está seco forma terrones duros.

F-Ar-A: FRANCO-ARCILLOSO-ARENOSO: Absorbe el agua con dificultad; es algo pegajoso, plástico; mancha los dedos; es un poco áspero.

Ar-A: ARCILLO-ARENOSO: Muy pegajoso, áspero, mancha los dedos; es plástico.

Ar-L: ARCILLO-LIMOSO: Suave, liso, jabonoso, mancha los dedos.

Ar.: ARCILLOSO: Absorbe difícilmente el agua, forma bolas muy firmes, forma cintas delgadas y firmes, mancha los dedos; forma anillos estables.

L: LIMOSO: Absorbe lentamente el agua, es jabonoso, no es pegajoso, mancha ligeramente los dedos, es suave.

F-L: FRANCO-LIMOSO: Poco común. Predomina el limo. Forma bolas que no se rompen y cinta rizada.

F-Ar-L: FRANCO-ARCILLO-LIMOSO: Poco común. Algo plástico. Forma cinta rizada. Contiene más arcilla que el Franco-limoso.