



Universidad de Sucre  
INCLUYENTE, INTEGRADA Y PARTICIPATIVA



# GEOTECNIA I

(20222150062111)

M. Sc. Carlos Medina  
Departamento de Ingeniería Civil  
Universidad de Sucre



ODO-CO-002\_ver 4.0



1



Universidad de Sucre  
INCLUYENTE, INTEGRADA Y PARTICIPATIVA



## DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



ODO-CO-002\_ver 4.0

El rango de los posibles tamaños de partículas en los suelos es muy grande. Desde los cantos rodados (de varios centímetros) hasta los materiales coloidales de granos ultrafinos.



2



## DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA

Con el objeto de clasificar los suelos debemos conocer no solo que tipo de partículas que lo conforman, sino el tamaño de los granos y su distribución.

El análisis de los tamaños de los granos de un suelo se hace con base en la curva de distribución granulométrica

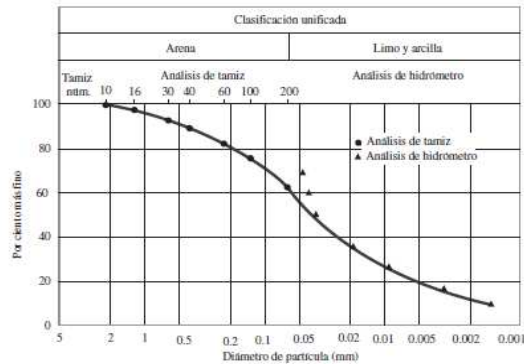


Figura 2.17 Curva de distribución de tamaño de partícula: análisis de tamiz y de hidrómetro

3



## CURVA GRANULOMÉTRICA

Se grafica en las abscisas el tamaño de granos equivalente en escala logarítmica.

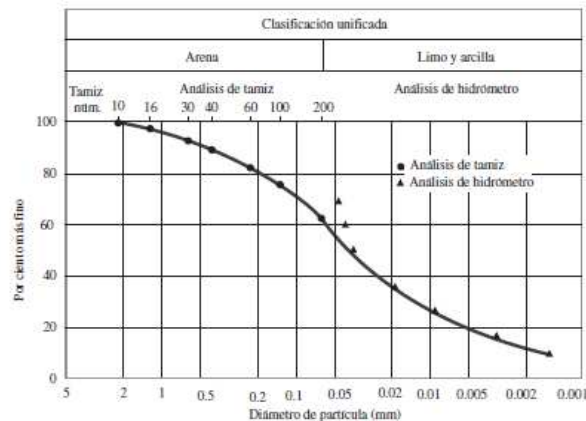


Figura 2.17 Curva de distribución de tamaño de partícula: análisis de tamiz y de hidrómetro

En las ordenadas se grafica el porcentaje por peso (o masa) del total de la muestra que pasa (más fino) en escala aritmética.

La figura bien puede ser construida con los valores de menor tamaño hacia la derecha o hacia la izquierda.

4



## CURVA GRANULOMÉTRICA

Es la gráfica que se usa para representar la distribución de los tamaños de las partículas en una masa de suelo.

Esta se obtiene a través del análisis de gradación del suelo, en el cual se mide la distribución de tamaño de las partículas de una muestra representativa del suelo.

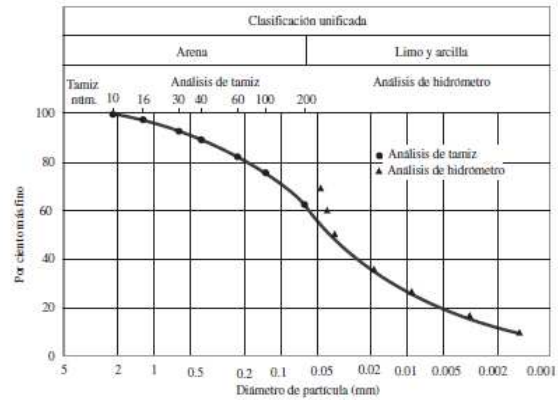


Figura 2.17 Curva de distribución de tamaño de partícula: análisis de tamiz y de hidrómetro



## DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA

Las partículas de suelo raramente son unas esferas perfectas, cuando se habla de diámetro de partículas se refiere a un diámetro de partículas equivalente.





## DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



GRAVA



ARENA



LIMO



ARCILLA



7



## DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA

SUELOS

ROCAS



Tamiz 3"  
76,2 mm

Tamaño  
partículas  
(mm)



8

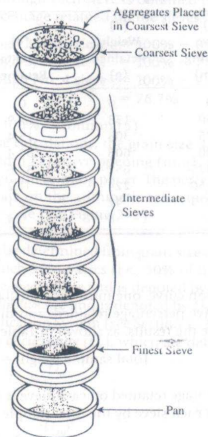






## •Análisis por tamizado

Número de tamiz	Abertura Tamiz (mm)
3"	76.2
2"	50.8
1 1/2"	38.1
1"	25.4
3/4"	19.05
1/2"	12.7
3/8"	9.525
4	4.75
10	2.00
20	0.850
40	0.425
60	0.250
100	0.150
200	0.075



## EJERCICIO 1

MASA INICIAL		2000gr			
TAMIZ	ABERTURA (mm)	MASA RETENIDA	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2"	50,8	0	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,1	100	5,00	5,00	95,00
1"	25,4	200	10,00	15,00	85,00
3/4"	19,05	120	6,00	21,00	79,00
1/2"	12,7	200	10,00	31,00	69,00
3/8"	9,525	150	7,50	38,50	61,50
4	4,75	100	5,00	43,50	56,50
10	2	200	10,00	53,50	46,50
20	0,85	220	11,00	64,50	35,50
40	0,425	300	15,00	79,50	20,50
60	0,25	100	5,00	84,50	15,50
100	0,15	150	7,50	92,00	8,00
200	0,075	100	5,00	97,00	3,00
fondo		60	3,00	100,00	0,00
SUMATORIA		2000	100		

% que pasa = 100 - % retenido acumulado



## EJERCICIO 1

Porcentaje de Partículas Gruesas =	97%
Porcentaje de Gravas =	43,5%
Porcentaje de Arenas=	53,5%
Porcentaje de Partículas Finas=	3%
Porcentaje de Limos=	?
Porcentaje de Arcillas=	?

NOMBRE DEL SUELO

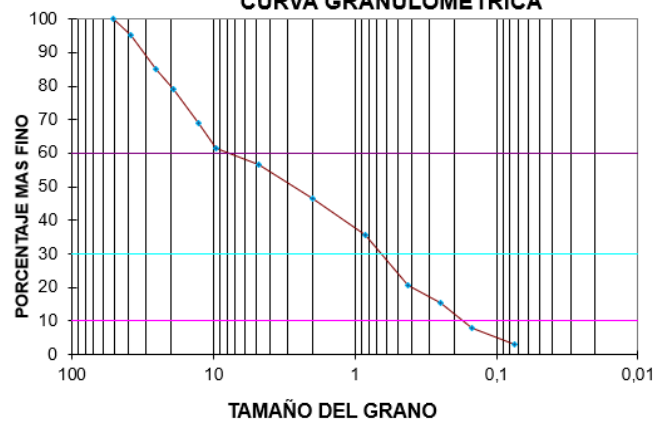
Arena Gravosa

13



## EJERCICIO 1

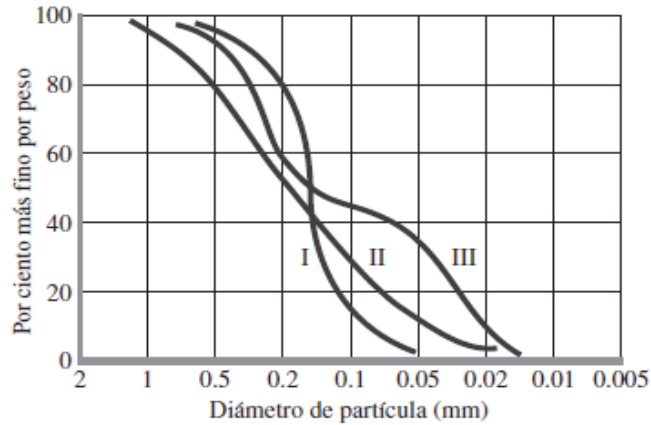
**CURVA GRANULOMÉTRICA**



14



## CURVA GRANULOMÉTRICA



proporciona un medio de clasificación de los suelos y evaluación de sus propiedades ingenieriles.

Esta clasificación se aplica a arenas y gravas

Figura 2.19 Diferentes tipos de curva de distribución de tamaño de grano de partícula



## CLASIFICACIÓN DE GRAVAS Y ARENAS

La curva de distribución de tamaños de los granos permite que las arenas y las gravas puedan ser clasificadas en tres tipos principales:

- uniforme
- bien gradado
- Pobremente gradado



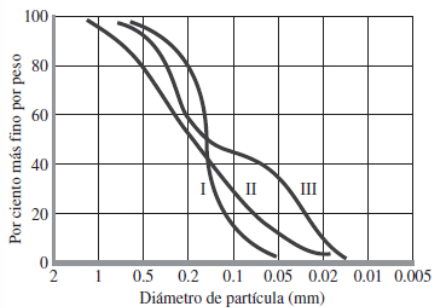


## CLASIFICACIÓN DE GRAVAS Y ARENAS

### •Suelos uniformes:

En los suelos uniformes, la mayoría de los granos son casi del mismo tamaño. La curva de distribución de tamaños de los granos es bastante empinada, como la mostrada en la curva I,

Esta curva representa una arena fina uniforme.



17

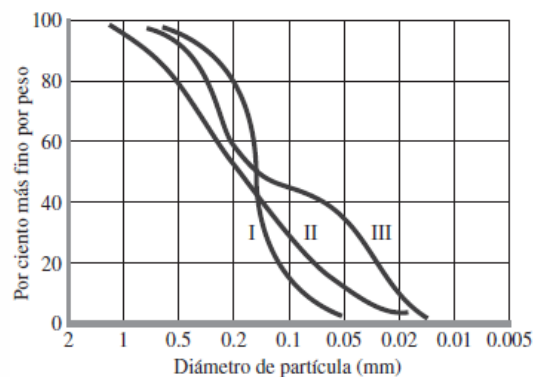


## CLASIFICACIÓN DE GRAVAS Y ARENAS

### •Suelo bien gradado:

Presentan una amplia y constante distribución de tamaño de partículas.

Una arena limosa bien gradada es mostrada por la curva II.



18

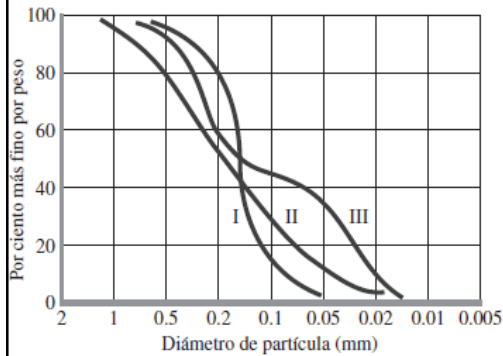


## CLASIFICACIÓN DE GRAVAS Y ARENAS

### •Suelo mal gradado:

Suelos que presentan exceso o deficiencia de tamaño de partículas, o si las partículas presentan tamaño semejante (tamaño uniforme). Presentan una curva bastante inclinada.

Curva I



Gradación discontinua: suelos que carecen de partículas de cierto tamaño. Presentan una curva que en ciertos tramos se hace horizontal. Curva III



19



## CLASIFICACIÓN DE GRAVAS Y ARENAS

La uniformidad en los suelos es caracterizada por el coeficiente de Uniformidad  $C_u$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Donde:

$D_{10}$ : Diámetro de la partícula correspondiente al 10% de las partículas más pequeñas. (Diámetro efectivo)

$D_{60}$ : Corresponde al Diámetro de la partícula correspondiente al 60% de las partículas más pequeñas.



20



## CLASIFICACIÓN DE GRAVAS Y ARENAS

La distribución del tamaño de las partículas puede ser caracterizada por su curvatura, y más específicamente por el *coeficiente de curvatura*  $C_c$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{10})(D_{60})}$$

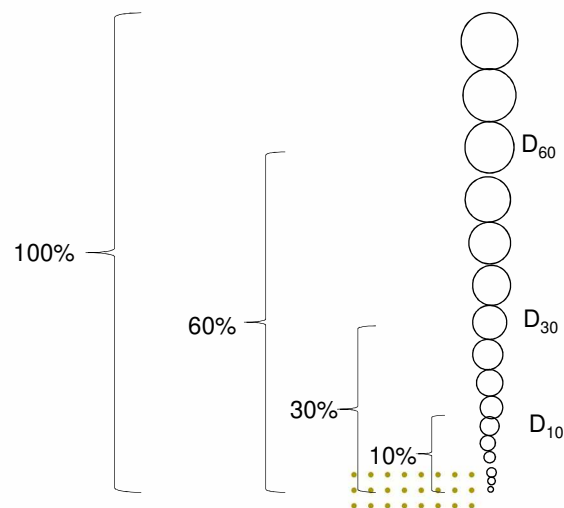
Donde:

$D_{30}$ : Corresponde al diámetro de la partícula correspondiente al 30% de las partículas más pequeñas.

21



## CLASIFICACIÓN DE GRAVAS Y ARENAS





## CLASIFICACIÓN DE GRAVAS Y ARENAS

Las gravas se consideran bien gradadas cuando:

$$Cu \geq 4 \quad \text{y} \quad 1 < Cc < 3$$

Las arenas se consideran bien gradadas cuando:

$$Cu \geq 6 \quad \text{y} \quad 1 < Cc < 3$$

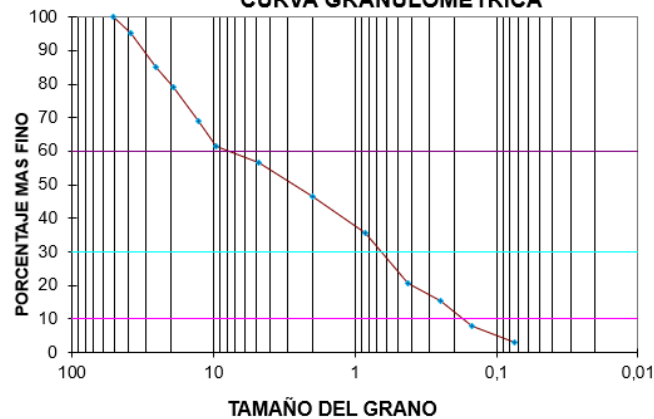


23



## EJERCICIO 1

### CURVA GRANULOMÉTRICA



$$D_{10}=0,1837 \text{ mm}$$

$$D_{30}=0,7197 \text{ mm}$$

$$D_{60}=8,1345 \text{ mm}$$

$$Cu=44,272$$

$$Cu \geq 6$$

$$Cc=0,3466$$

$$1 < Cc < 3$$

El suelo es: Arena Gravosa

Mal Gradada



24



## DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA

- Suelos de grano Fino (Limos y arcillas): Método del hidrómetro.

Tamaños por debajo de los límites prácticos para los análisis por tamizado.

Basado en la Ley de Stokes para la velocidad de caída de esferas en un fluido viscoso.



25



## DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA

- Suelos de grano Fino (Limos y arcillas): Método del hidrómetro.



Detalle: hidrómetro y termómetro



Detalle: Separación de partículas durante el ensayo.

La velocidad de caída depende del diámetro del grano, de la densidad del fluido y de las partículas en suspensión.



26



## DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA

- Suelos de grano Fino (Limos y arcillas): Método del hidrómetro.



$$v = \frac{\rho_s - \rho_w}{18\eta} D^2$$

donde

$v$  = velocidad

$\rho_s$  = densidad de las partículas del suelo

$\rho_w$  = densidad del agua

$\eta$  = viscosidad del fluido

$D$  = diámetro de las partículas de suelo

27



## DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA

- Suelos de grano Fino (Limos y arcillas): Método del hidrómetro.

$$D = \sqrt{\frac{18\eta v}{\rho_s - \rho_w}} = \sqrt{\frac{18\eta}{\rho_s - \rho_w}} \sqrt{\frac{L}{t}}$$

$$D = \sqrt{\frac{18\eta}{(G_s - 1)\rho_w}} \sqrt{\frac{L}{t}}$$

$$\frac{D \text{ (mm)}}{10} = \sqrt{\frac{18\eta [(g \cdot s)/cm^2]}{(G_s - 1)\rho_w (g/cm^3)}} \sqrt{\frac{L \text{ (cm)}}{t \text{ (min)} \times 60}}$$

$$D = \sqrt{\frac{30\eta}{(G_s - 1)\rho_w}} \sqrt{\frac{L}{t}}$$

$$K = \sqrt{\frac{30\eta}{(G_s - 1)}}$$

$$D \text{ (mm)} = K \sqrt{\frac{L \text{ (cm)}}{t \text{ (min)}}}$$

28





Adicionalmente a los diámetros de las partículas debemos hallar su correspondiente porcentaje más finos

$$\% \text{ más fino} = \frac{R_c * a}{M_s} \times 100$$

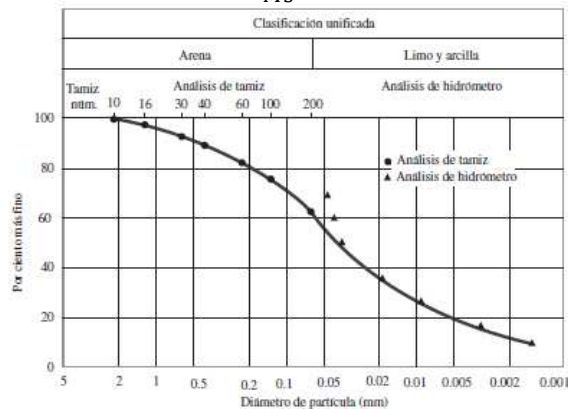


Figura 2.17 Curva de distribución de tamaño de partícula: análisis de tamiz y de hidrómetro

29



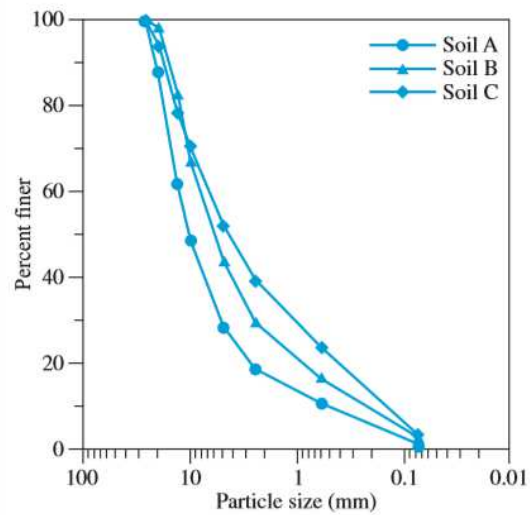
2.C.1 Three groups of students from the Geotechnical Engineering class collected soil-aggregate samples for laboratory testing from a recycled aggregate processing plant in Palm Beach County, Florida. Three samples, denoted by Soil A, Soil B, and Soil C, were collected from three locations of the aggregate stockpile, and sieve analyses were conducted (see Figure 2.37 on the next page).

- Determine the coefficient of uniformity and the coefficient of gradation for Soils A, B, and C.
- Which one is coarser: Soil A or Soil C? Justify your answer.
- Although the soils are obtained from the same stockpile, why are the curves so different? (*Hint: Comment on particle segregation and the importance of representative field sampling.*)
- Determine the percentages of gravel, sand, and fines according to Unified Soil Classification System.

30



## EJERCICIO





## EJERCICIO

c. Although the soils are obtained from the same stockpile, why are the curves so different?

