



Universidad de Sucre
INCLUYENTE, INTEGRADA Y PARTICIPATIVA







CURSO DE GEOTECNIA I

(Código: 236161)

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



Universidad de Sucre
INCLUYENTE, INTEGRADA Y PARTICIPATIVA



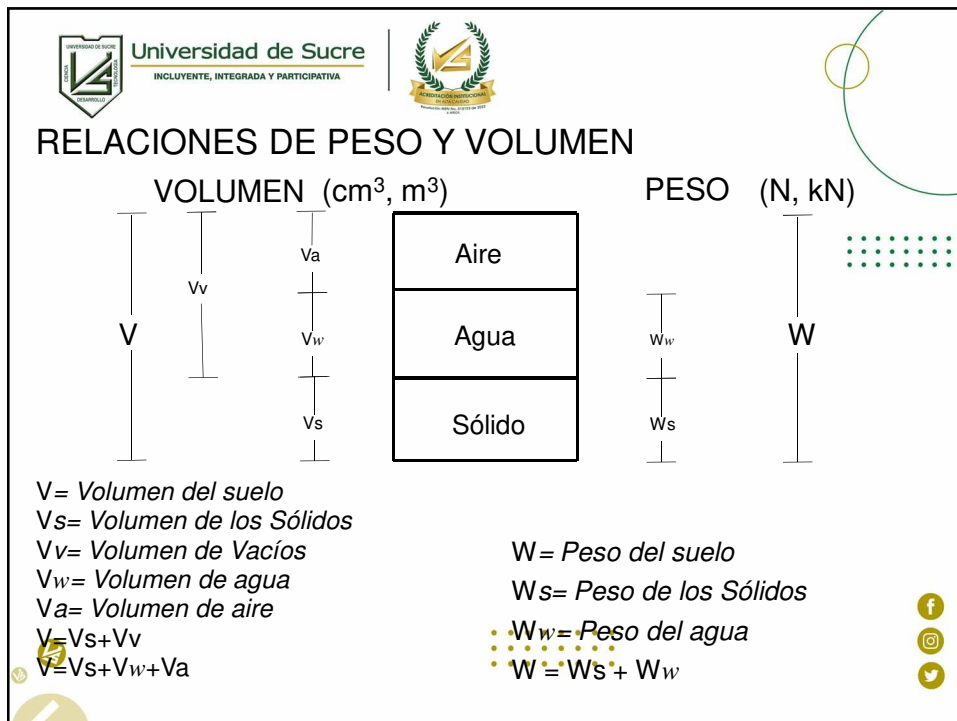
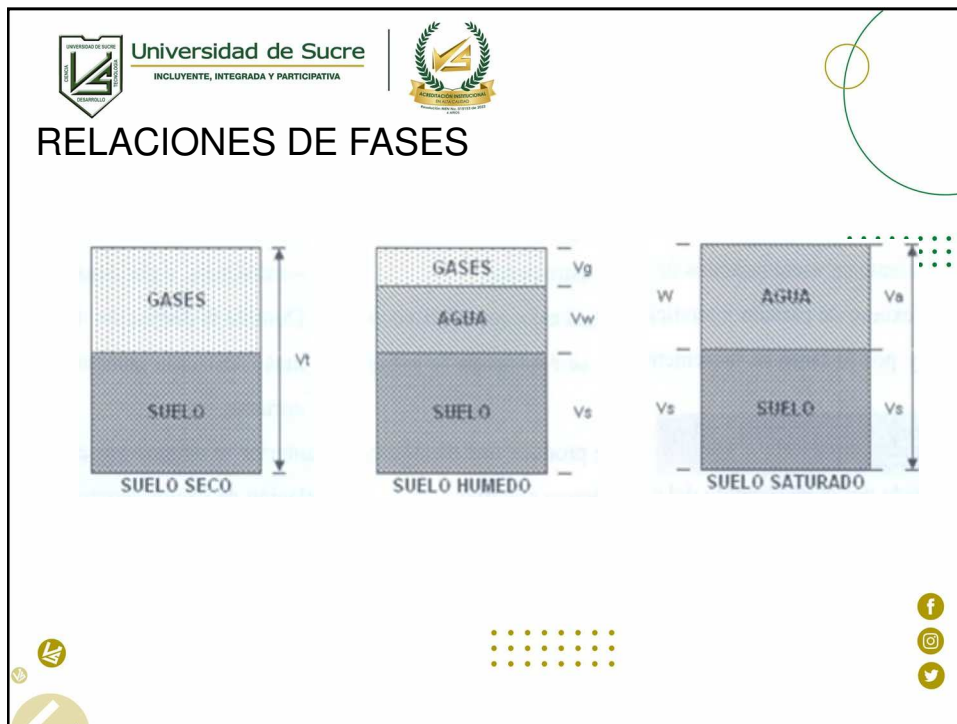



COMPOSICION DEL SUELO Y RELACIONES DE FASES




El suelo es un material trifásico, constituido por un esqueleto de partículas sólidas rodeado por espacios llenos de agua y aire.



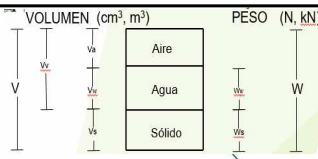


Universidad de Sucre
INCLUYENTE, INTEGRADA Y PARTICIPATIVA



VOLUMEN (cm³, m³)

PESO (N, kN)




RELACIONES DE VOLUMEN


- Relación de vacíos del suelo [] $e = \frac{V_v}{V_s}$
- Porosidad del suelo [%] $n = \frac{V_v}{V} \times 100\%$

Los rangos de e y n varían de acuerdo a la disposición de las partículas.


$$e = \frac{n}{1 - n}$$

$$n = \frac{e}{1 + e}$$



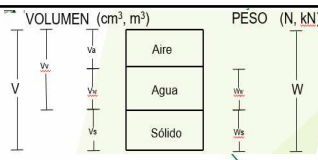


Universidad de Sucre
INCLUYENTE, INTEGRADA Y PARTICIPATIVA



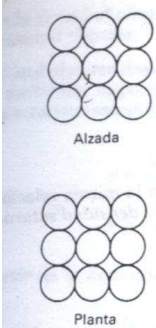
VOLUMEN (cm³, m³)

PESO (N, kN)



RELACIONES DE VOLUMEN

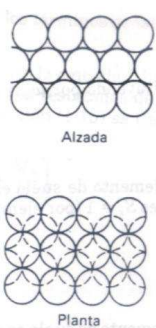
- Relación de vacíos del suelo $e = \frac{V_v}{V_s}$



Alzada

Planta

Estado más suelto



Alzada

Planta

Estado más denso


Para suelos granulares:

Estado más suelto:

$e_{max} = 0.91$ $n_{max} = 47.6\%$

Estado más denso:

$e_{min} = 0.35$ $n_{min} = 26\%$



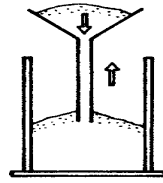


Universidad de Sucre
INCLUYENTE, INTEGRADA Y PARTICIPATIVA

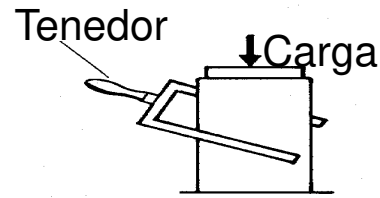


RELACIONES DE VOLUMEN

- e_{max} : Relación de vacíos máxima
Mínima cantidad de suelo granular con la que se puede llenar un recipiente



a)



b)

- e_{min} : Relación de vacíos mínima
Máxima cantidad de suelo granular con la que se puede llenar un recipiente



Universidad de Sucre
INCLUYENTE, INTEGRADA Y PARTICIPATIVA




Compacidad Relativa


$$C_r := \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}}$$

- $C_r = 0$: Bien suelto
- $C_r = 1$: Bien denso
- $C_r < 1/3$: Material granular suelto
- $1/3 < C_r < 2/3$: Densidad media
- $C_r > 2/3$: Material granular denso

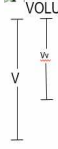




Universidad de Sucre
INCLUYENTE, INTEGRADA Y PARTICIPATIVA




VOLUMEN (cm³, m³)




VOLUMEN (cm ³ , m ³)	
Va	Aire
Vv	Agua
Vs	Sólido
V	

PESO (N, kN)




RELACIONES DE VOLUMEN

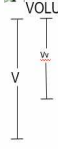
- Grado de saturación[%]
$$S_r = \frac{V_w}{V_v} \times 100\%$$
- Contenido de aire [%]
$$A_r = \frac{V_a}{V_v} \times 100\%$$



Universidad de Sucre
INCLUYENTE, INTEGRADA Y PARTICIPATIVA




VOLUMEN (cm³, m³)




VOLUMEN (cm ³ , m ³)	
Va	Aire
Vv	Agua
Vs	Sólido
V	

PESO (N, kN)




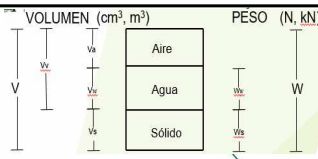
RELACIONES DE PESO Y VOLUMEN

- Humedad [%]
$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$
- Peso unitario del suelo [kN/m³]
$$\gamma = \frac{W}{V}$$
- Peso unitario del suelo seco [kN/m³]
$$\gamma_d = \frac{W_s}{V}$$



Universidad de Sucre
INCLUYENTE, INTEGRADA Y PARTICIPATIVA





RELACIONES DE PESO Y VOLUMEN

- Peso unitario del suelo saturado [kN/m³]

$$\gamma_{sat} = \frac{W_{sat}}{V}$$
- Peso unitario de las partículas solidas [kN/m³]

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s}$$
- Gravedad específica de los sólidos[-]

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \quad G_s = \frac{W_s/V_s}{\gamma_w} = \frac{W_s}{V_s \gamma_w}$$
- Peso unitario del agua [kN/m³]

$$\gamma_w = \frac{W_w}{V_w} \quad \gamma_w = 9,81 \text{ kN/m}^3$$




Universidad de Sucre
INCLUYENTE, INTEGRADA Y PARTICIPATIVA




RELACIONES DE PESO Y VOLUMEN

Descripción	Porosidad	Relación de vacíos	Contenido de humedad	Densidad (Mg/m³)	
	n (%)	e	w (%)	ρ_d	ρ_s
Arena uniforme suelta	46	0.85	32	1.44	1.89
Arena uniforme densa	34	0.51	19	1.75	2.08
Arena bien gradada suelta	40	0.67	25	1.59	1.98
Arena bien gradada densa	30	0.43	16	1.86	2.16
Tilita bien gradada	20	0.25	9	2.11	2.32
Arcilla glacial blanda	55	1.20	45	1.21	1.76
Arcilla glacial dura	37	0.60	22	1.69	2.06
Arcilla ligeramente orgánica blanda	66	1.90	70	0.92	1.57
Arcilla muy orgánica blanda	75	3.00	110	0.68	1.43
Arcilla montmorillonita blanda	84	5.20	194	0.44	1.28
Turba amorfa	91	10	500	0.18	1.09
Turba fibrosa	94	15	1.000	0.09	1.03



Universidad de Sucre
INCLUYENTE, INTEGRADA Y PARTICIPATIVA






$$W_s = \frac{w}{1+w}$$

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1+w}$$

$$\gamma_d = \frac{G_s \gamma_w}{1+e}$$

$$\gamma = \frac{(1+w)G_s \gamma_w}{1+e}$$




Una probeta de suelo tiene un diámetro de 5 cm y una altura de 10 cm. Pesa en condiciones iniciales 3.5 N y tiene una humedad del 23%. Si su Gravedad específica de las partículas solidas es 2.65:


CALCULAR:


- Peso unitario Húmedo
- Peso Unitario seco
- Relación de vacíos
- Porosidad
- Grado de saturación
- Peso unitario saturado

PESO (KN)			VOLUMEN (m³)		
3.5		Aire	20.177	86.891	196.350
	0.654	Agua	66.715		
	2.846	Solido	109.458		

$\gamma = 17,825 \text{ kN/m}^3$
 $\gamma_d = 14,492 \text{ kN/m}^3$
 $e = 0,793$
 $n = 0,4425$
 $S_r = 76,779\%$
 $\gamma_{\text{sat}} = 18,833 \text{ kN/m}^3$


Universidad de Sucre
 INCLUYENTE, INTEGRADA Y PARTICIPATIVA


 $G_s = \frac{W_s}{V_s \gamma_w}$ $\gamma_w = \frac{W_w}{V_w}$ $S_r = \frac{V_w}{V_v} \times 100 \%$

Una muestra de suelo pesa 0,12 KN, tiene el 50% de saturación. La gravedad específica de los sólidos es de 2,70 y la humedad es del 18%.

Calcular:


- Peso unitario, Relación de vacíos, Porosidad


$\gamma = 15,849 \text{ KN/m}^3$
 $e = 0,976$
 $n = 49,29\%$

VOLUMEN (cm³) **PESO (N)**

VOLUMEN (cm ³)	Componente	PESO (N)
3731,9	Aire	18,305
1865,95	Agua	120
3839,43	Sólido	101,695

Total Volumen: 7571,336 cm³
 Total Peso: 120 N


Universidad de Sucre
 INCLUYENTE, INTEGRADA Y PARTICIPATIVA


Ejemplo 2 :

Se requiere compactar el material a usar en la construcción de un terraplén a un $\gamma_d = 19 \text{ KN/m}^3$ y a una humedad del 12%. El material usado es de una cantera y tiene $G_s = 2,65$ y una $e = 0,60$.

¿Cuál es el volumen mínimo del material de la cantera necesario para hacer 1 m³ de terraplén compactado en forma aceptable?

VOLUMEN (m³) **PESO (kN)**

Terraplén

$\gamma_d = \frac{W_s}{V}$
 $G_s = \frac{W_s}{V_s \gamma_w}$

VOLUMEN (m ³)	Componente	PESO (kN)
1,0	Aire	19,0
0,7316	Agua	
	Sólido	



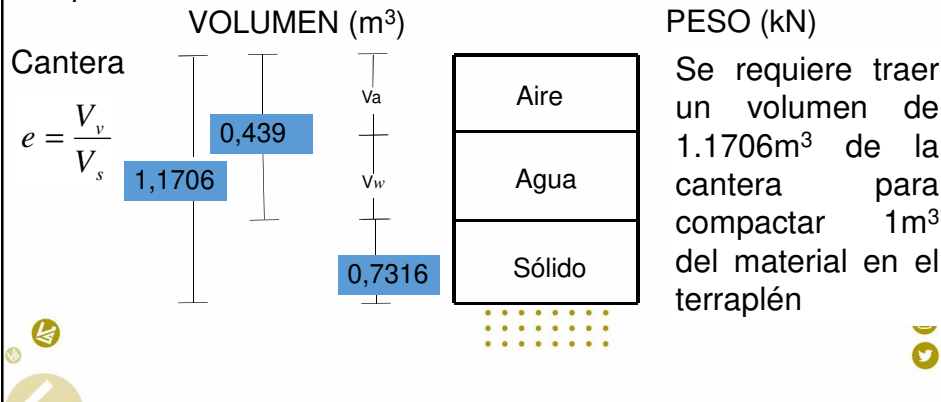
Universidad de Sucre
INCLUYENTE, INTEGRADA Y PARTICIPATIVA



Ejemplo 2 :

Se requiere compactar el material a usar en la construcción de un terraplén a un $\gamma_d=19\text{KN/m}^3$ y a una humedad del 12%. El material usado es de una cantera y tiene $G_s=2,65$ y una $e=0,60$.

¿Cuál es el volumen mínimo del material de la cantera necesario para hacer 1m^3 de terraplén compactado en forma aceptable?



The mass of a moist soil sample collected from the field is 465 grams, and its oven-dry mass is 405.76 grams. The specific gravity of the soil solids was determined in the laboratory to be 2.68. If the void ratio of the soil in the natural state is 0.83, find the following:

- The moist density of the soil in the field (kg/m^3)
- The dry density of the soil in the field (kg/m^3)
- The mass of water, in kilograms, to be added per cubic meter of soil in the field for saturation

$$\rho = 1678.3 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_d = 1464.48 \text{ kg/m}^3$$

$$M_w = 239.74 \text{ kg/m}^3$$

