



Universidad de Sucre
INCLUYENTE, INTEGRADA Y PARTICIPATIVA



Acreditación Institucional
Resolución MEC No. 0013 del 2012

CURSO DE GEOTECNIA I

(Código: 236161)

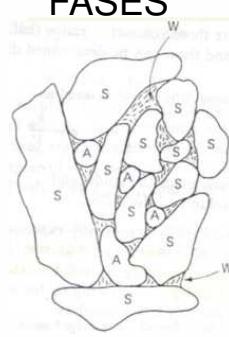
M. Sc. Carlos Medina
Departamento de Ingeniería Civil
Universidad de Sucre



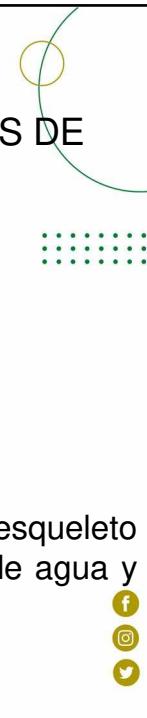
Universidad de Sucre
INCLUYENTE, INTEGRADA Y PARTICIPATIVA



COMPOSICIÓN 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.



The image contains three side-by-side diagrams illustrating soil phase relationships:

- Suelo Seco:** Shows a vertical column divided into two layers. The top layer is labeled "GASES" and the bottom layer is labeled "SUELO". A double-headed arrow between them is labeled V_t .
- Suelo Húmedo:** Shows a vertical column divided into three layers. The top layer is labeled "GASES", the middle layer is labeled "AGUA", and the bottom layer is labeled "SUELO". Double-headed arrows between the layers are labeled V_g , V_w , and V_s respectively.
- Suelo Saturado:** Shows a vertical column divided into two layers. The top layer is labeled "AGUA" and the bottom layer is labeled "SUELO". Double-headed arrows between the layers are labeled W and V_s respectively.

At the bottom of the page, there are decorative icons: a green circle with a white arrow pointing right, a yellow circle with a green checkmark, a blue circle with a white question mark, and social media icons for Facebook, Instagram, and Twitter.

RELACIONES DE PESO Y VOLUMEN

VOLUMEN (cm³, m³)

PESO (N, kN)

$V = \text{Volumen del suelo}$
 $V_s = \text{Volumen de los Sólidos}$
 $V_v = \text{Volumen de Vacíos}$
 $V_w = \text{Volumen de agua}$
 $V_a = \text{Volumen de aire}$
 $V = V_s + V_v$
 $V = V_s + V_w + V_a$

$W = \text{Peso del suelo}$
 $W_s = \text{Peso de los Sólidos}$
 $W_w = \text{Peso del agua}$
 $W = W_s + W_w$

 Universidad de Sucre
INCLUYENTE, INTEGRADA Y PARTICIPATIVA 

RELACIONES DE VOLUMEN

- Relación de vacíos del suelo []
- Porosidad del suelo [%]

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

$$n = \frac{V_v}{V} \times 100\%$$

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

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


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

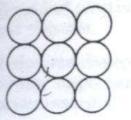



 Universidad de Sucre
INCLUYENTE, INTEGRADA Y PARTICIPATIVA 

RELACIONES DE VOLUMEN

- Relación de vacíos del suelo

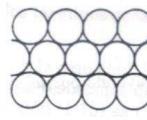
$$e = \frac{V_v}{V_s}$$



Alzada

Planta

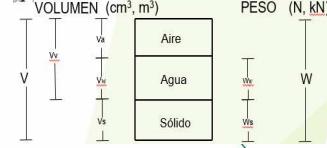
Estado más suelto



Alzada

Planta

Estado más denso



Para suelos granulares:
 Estado más suelto:
 $e_{max} = 0.91$ $n_{max} = 47.6\%$

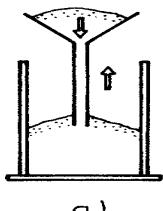
Estado más denso:
 $e_{min} = 0.35$ $n_{min} = 26\%$



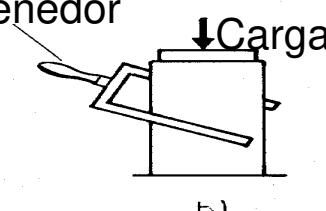
 Universidad de Sucre
INCLUYENTE, INTEGRADA Y PARTICIPATIVA | 

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

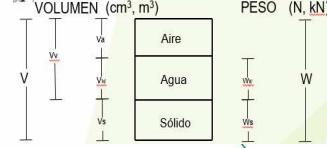
$$C_r := \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}}$$

- $C_r = 0$: 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 | 

RELACIONES DE VOLUMEN



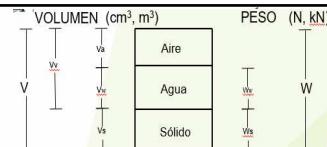
- Grado de saturación[%] $S_r = \frac{V_w}{V_v} \times 100\%$
- Contenido de aire [%] $A_r = \frac{V_a}{V_v} \times 100\%$





 Universidad de Sucre
INCLUYENTE, INTEGRADA Y PARTICIPATIVA | 

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] $\gamma_d = \frac{W_s}{V}$



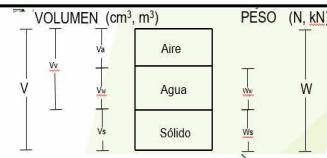


 Universidad de Sucre
INCLUYENTE, INTEGRADA Y PARTICIPATIVA



RELACIONES DE PESO Y VOLUMEN

- Peso unitario del suelo saturado [kN/m³] $\gamma_{sat} = \frac{W_{sat}}{V}$
- Peso unitario de las partículas sólidas [kN/m³] $\gamma_s = \frac{W_s}{V_s}$
- Gravedad específica de los sólidos [-] $G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \frac{W_s/V_s}{\gamma_w} = \frac{W_s}{V_s \gamma_w}$
- Peso unitario del agua [kN/m³] $\gamma_w = \frac{W_w}{V_w}$ $\gamma_w = 9,81 kN / m^3$





 Universidad de Sucre
INCLUYENTE, INTEGRADA Y PARTICIPATIVA



RELACIONES DE PESO Y VOLUMEN

Descripción	Porosidad n (%)	Relación de vacíos e	Contenido de humedad S _r = 1 w (%)	Densidad (Mg/m ³) ρ _d	Densidad (Mg/m ³) 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 amorfia	91	10	500	0.18	1.09
Turba fibrosa	94	15	1.000	0.09	1.03





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

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

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

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



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 sólidas 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	Sólido	109.458		

$$\gamma = 17,825 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_d = 14,492 \text{ kN/m}^3$$

$$e = 0.793$$

$$n = 0.4425$$

$$Sr = 76,779\%$$

$$\gamma_{sat} = 18,833 \text{ kN/m}^3$$



Universidad de Sucre
INCLUYENTE, INTEGRADA Y PARTICIPATIVA

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

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

VOLUMEN (cm ³)	PESO (N)
3731,9	120
7571,336	101,695
1865,95	18,305
3839,43	

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

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 1m³ de terraplén compactado en forma aceptable?

VOLUMEN (m ³)	PESO (kN)
1,0	19,0
0,7316	

 Universidad de Sucre
INCLUSIVA, 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?

VOLUMEN (m^3)	PESO (kN)
$e = \frac{V_v}{V_s}$ $V_s = 1,1706$ $V_v = 0,439$ $V_w = 0,7316$	Se requiere traer un volumen de 1.1706m^3 de la cantera para compactar 1m^3 del material en el terraplén
	

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:

a. The moist density of the soil in the field (kg/m^3) $\rho_m = 1678.3 \text{ kg/m}^3$
 b. The dry density of the soil in the field (kg/m^3) $\rho_d = 1464.48 \text{ kg/m}^3$
 c. The mass of water, in kilograms, to be added per cubic meter of soil in the field for saturation $M_w = 239.74 \text{ kg/m}^3$

VOLUMEN (m^3)	MASA (gr)
$\rho_w = \frac{M_w}{V_w}$ $G_s = \frac{M_s}{V_s \rho_w}$ $e = \frac{V_v}{V_s}$	$M_w = 465$ $M_s = 405.76$ $\rho_w = 66,424$ $G_s = 277,06$ $V_v = 125,66$ $V_s = 151,403$ $V_w = 59,24$
	