

TEMA 2. ORIGEN Y PROPIEDADES ELEMENTALES.

Origen de los suelos (I)

▶ Todos los suelos se originan a partir de los distintos tipos de rocas existentes en la naturaleza (ígneas, sedimentarias y metamórficas), mediante procesos de alteración.

❶ Meteorización: se produce cuando la roca es fragmentada mecánicamente y/o descompuesta químicamente.

Meteorización mecánica: fragmentos más pequeños

→ *Cambios térmicos* ⇔ *dilataciones diferenciales de los minerales constituyentes.*

→ *Acción del agua: hielo-deshielo con apertura de grietas crecientes.*

Meteorización química: transformación química de los minerales constituyentes.

→ *Disolución* ($\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$)

→ *Hidrólisis*

→ *Oxidación*

Meteorización biológica: actividad bacteriana. Actúa de elemento catalizador, facilitando los otros tipos de meteorización.



TEMA 2. ORIGEN Y PROPIEDADES ELEMENTALES.

Origen de los suelos (II)

- ▶ Como consecuencia de los procesos de meteorización se obtiene roca alterada y/o **SUELO RESIDUAL**. La diferencia entre ambos viene dada por el tamaño de las partículas originadas.
- ▶ Los siguientes procesos de alteración son: transporte y sedimentación.
- ② Transporte: es producido por la gravedad, el agua y el viento. En estos desplazamientos las partículas sufren choques, desmenuzamiento y erosión.
- ③ Sedimentación: las partículas son depositadas por la pérdida de energía del agente de transporte.
- ▶ Como consecuencia de los procesos de transporte y sedimentación se obtienen **SUELOS SEDIMENTARIOS**, que a su vez se clasifican en:
 - ▶ **Suelos coluviales**: formados por materiales transportados por gravedad y por el agua, a distancias muy cortas (por ejemplo, a lo largo de un talud).
 - ▶ **Suelos aluviales**: formados por materiales transportados y depositados a distancias mayores. Se distribuyen formando estratos.

Fundamentos de Mecánica del Suelo

Dpto. de Ingeniería Mecánica

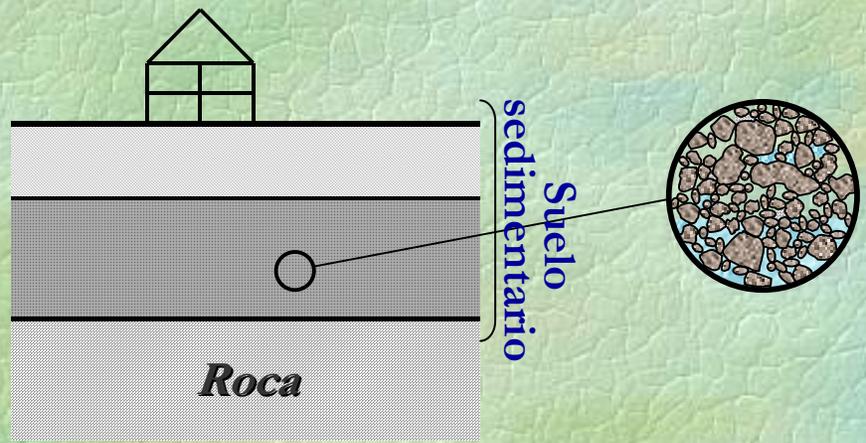


TEMA 2. ORIGEN Y PROPIEDADES ELEMENTALES.

Fundamentos de Mecánica del Suelo

Dpto. de Ingeniería Mecánica

Elementos constitutivos (I)



El suelo es un sistema trifásico:

- ➔ Fase sólida: partículas sólidas.
- ➔ Fase líquida: agua.
- ➔ Fase gaseosa: aire.

Suelos secos, semisaturados y saturados

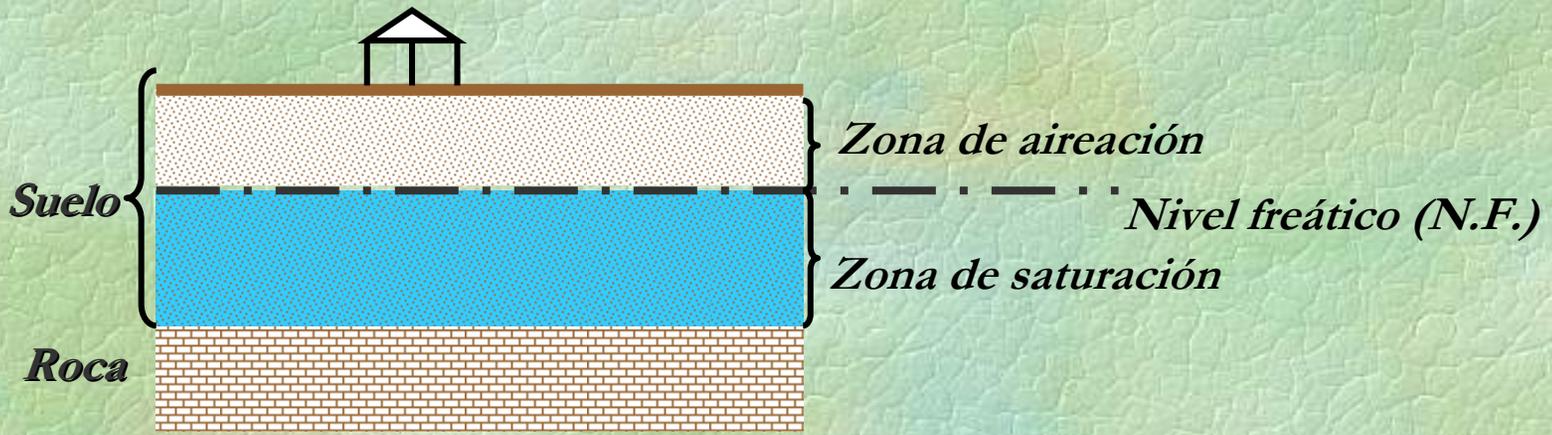
No existe agua en los huecos

Los huecos han sido parcialmente ocupados por agua

Los huecos se encuentran completamente llenos de agua

TEMA 2. ORIGEN Y PROPIEDADES ELEMENTALES.

Elementos constitutivos (II). El agua en el suelo (I).



- ▶ Nivel freático: lugar geométrico de los puntos del terreno en donde la presión del agua es la atmosférica. Varía estacionalmente.
- ▶ Zona de saturación: situada por debajo del nivel freático. El terreno se encuentra saturado y el agua puede circular.
- ▶ Zona de aireación: situada por encima del nivel freático. A su vez se divide en las siguientes subzonas: evapotranspiración, intermedia y capilar.
 - ❶ Subzona capilar. Es la parte del terreno situada inmediatamente por encima del nivel freático. El agua puede ascender por capilaridad.

Fundamentos de Mecánica del Suelo

Dpto. de Ingeniería Mecánica



TEMA 2. ORIGEN Y PROPIEDADES ELEMENTALES.

Elementos constitutivos (III). El agua en el suelo (II).

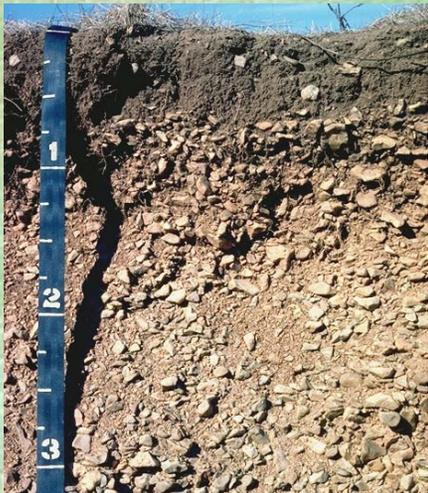
▶ Zona de aireación: situada por encima del nivel freático. A su vez se divide en las siguientes subzonas: evapotranspiración, intermedia y capilar.

② Subzona sometida a evapotranspiración. Comprendida entre la superficie del terreno y los extremos radiculares de la vegetación que descansa sobre él.

③ Subzona intermedia. Sus características son totalmente similares a la subzona anterior y está situada debajo de ella. No está afectada por las raíces de las plantas, y por ello su compacidad es mayor. El agua se encuentra retenida por fuerzas electroquímicas y por fuerzas capilares.

Subzona sometida a evapotranspiración

Subzona intermedia



Fundamentos de Mecánica del Suelo

Dpto. de Ingeniería Mecánica

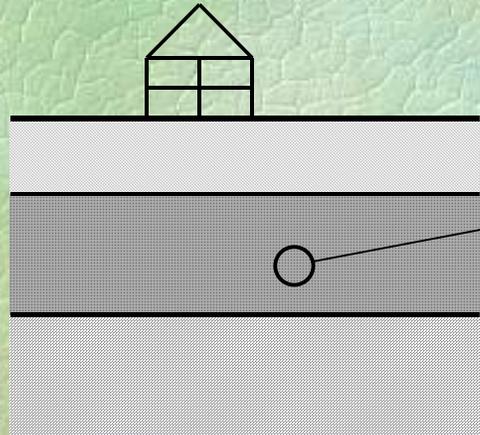


TEMA 2. ORIGEN Y PROPIEDADES ELEMENTALES.

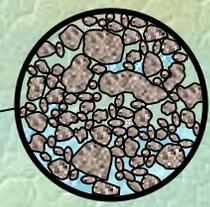
Fundamentos de Mecánica del Suelo

Dpto. de Ingeniería Mecánica

Elementos constitutivos (IV)

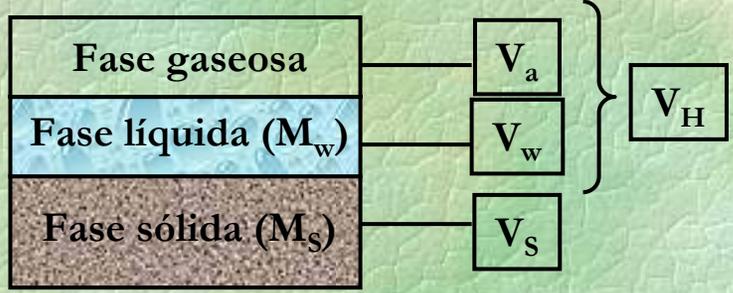


Muestra de suelo



Relaciones entre masas y volúmenes de las fases de un suelo

- ✓ $M = M_s + M_w$
- ✓ $V = V_s + V_w + V_a = V_s + V_H$
- ✓ $V_H = V_w + V_a$



Fases de un suelo agrupadas de forma ficticia

TEMA 2. ORIGEN Y PROPIEDADES ELEMENTALES.

Fundamentos de Mecánica del Suelo

Dpto. de Ingeniería Mecánica

Propiedades elementales (I). Pesos específicos (kN/m³)

➤ **Peso específico aparente:** $\gamma = \frac{W}{V}$

❖ Valores típicos: 15 ÷ 22 kN/m³. Determinación mediante la norma UNE 103301:1994.

➤ **Peso específico de las partículas sólidas:** $\gamma_s = \frac{W_s}{V_s}$

❖ Se obtiene a partir de G, densidad relativa de las partículas sólidas, y presenta valores entre 2'5 y 2'8. Determinación mediante la Norma UNE 103302:1994.

$$G = \frac{\rho_s}{\rho_w} = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \Rightarrow \gamma_s = G \cdot \gamma_w$$

9'8 ó 10 kN/m³

➤ **Peso específico del suelo seco:** $\gamma_d = \frac{W_s}{V}$

TEMA 2. ORIGEN Y PROPIEDADES ELEMENTALES.

Fundamentos de Mecánica del Suelo

Dpto. de Ingeniería Mecánica

Propiedades elementales (II). Pesos específicos (kN/m³)

➤ Peso específico del suelo saturado: $\gamma_{sat} = \frac{W_{sat}}{V}$

➤ Peso específico del suelo sumergido: $\gamma' = \frac{W_{sat} - V \cdot \gamma_w}{V} = \gamma_{sat} - \gamma_w$

CTE. DB-SE-Cimientos

Tabla D.26. Valores orientativos de densidades de suelos

Tipo de suelo	γ_{sat} (kN/m ³)	γ_d (kN/m ³)
Grava	20 – 22	15 – 17
Arena	18 – 20	13 – 16
Limo	18 – 20	14 – 18
Arcilla	16 – 22	14 – 21

Tabla D.27. Propiedades básicas de los suelos

Clase de suelo		Peso específico aparente (kN/m ³)	Ángulo de rozamiento interno
Terreno natural	Grava	19 – 22	34° - 45°
	Arena	17 – 20	30° - 36°
	Limo	17 – 20	25 – 32°
	Arcilla	15 – 22	16° – 28°
Rellenos	Tierra vegetal	17	25°
	Terraplén	17	30°
	Pedraplén	18	40°

TEMA 2. ORIGEN Y PROPIEDADES ELEMENTALES.

Propiedades elementales (III). Porosidad (n). Índice de huecos (e).

Constituyen medidas de la importancia del conjunto de las fases líquida y gaseosa frente a la fase sólida en un suelo.

$$n = \frac{V_H}{V} \quad (\text{UNE 7045:1952})$$

$$n < 1$$

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

Valores típicos:
 $0.3 < e < 1.3$

Fundamentos de Mecánica del Suelo

Dpto. de Ingeniería Mecánica



TEMA 2. ORIGEN Y PROPIEDADES ELEMENTALES.

Propiedades elementales (IV)

Densidad relativa (D_r). Índice de densidad (I_D)

Relacionadas con la “compacidad” o cantidad de huecos de un suelo.

$$D_r = \frac{e_{\text{máx}} - e}{e_{\text{máx}} - e_{\text{mín}}} \quad I_D = \frac{\rho_d - \rho_{d\text{mín}}}{\rho_{d\text{máx}} - \rho_{d\text{mín}}}$$

$\rho_{d\text{máx}}$ (UNE 103105:1993) y $\rho_{d\text{mín}}$ (UNE 103106:1993)

$\rho_d \approx \rho_{d\text{máx}} \Rightarrow I_D \approx 1 \Rightarrow$ Suelo menos deformable y más resistente.

$\rho_d \approx \rho_{d\text{mín}} \Rightarrow I_D \approx 0 \Rightarrow$ Suelo más deformable y menos resistente.

I_D	Estado del suelo	γ (kN/m ³)
0 – 15	Muy flojo	
15 – 35	Flojo o suelto	< 14
35 – 65	Medio	14 – 17
65 – 85	Denso o compacto	17 – 20
85 – 100	Muy denso	> 20

TEMA 2. ORIGEN Y PROPIEDADES ELEMENTALES.

Propiedades elementales (V)

Humedad natural (w). Grado de saturación (S_r)

Se trata de medidas de la importancia relativa de la fase líquida en un suelo.

$$w = \frac{M_w}{M_s} = \frac{W_w}{W_s} \qquad S_r = \frac{V_w}{V_H}$$

(UNE 103300:1993)



TEMA 2. ORIGEN Y PROPIEDADES ELEMENTALES.

Tabla de relaciones entre propiedades elementales

	Incógnita	
Datos de entrada	n	e
e	$\frac{e}{1+e}$	
n		$\frac{n}{1-n}$
γ_s, γ_d	$\frac{\gamma_s - \gamma_d}{\gamma_s}$	$\frac{\gamma_s - \gamma_d}{\gamma_d}$
Datos de entrada	γ_d	
γ_s, n	$\gamma_s \cdot (1-n)$	
γ_s, e	$\frac{\gamma_s}{1+e}$	

	Incógnita	
Datos de entrada	γ_{sat}	γ'
γ_d, n	$\gamma_d + n \cdot \gamma_w$	$\gamma_d - \gamma_w \cdot (1-n)$
γ_d, e	$\gamma_d + \frac{e}{1+e} \cdot \gamma_w$	$\gamma_d - \frac{1}{1+e} \cdot \gamma_w$
Datos de entrada	γ	
γ_d, w	$\gamma_d \cdot (1+w)$	
γ_d, S_r, n	$\gamma_d + S_r \cdot n \cdot \gamma_w$	
Datos de entrada	S_r	
γ_d, w, n	$\frac{w \cdot \gamma_d}{n \cdot \gamma_w}$	
γ_s, w, e	$\frac{w \cdot \gamma_s}{e \cdot \gamma_w}$	

