

PROPIEDADES FISICAS DE LOS SUELOS (1)



Densidad aparente

Símbolo D_b o ρ_b

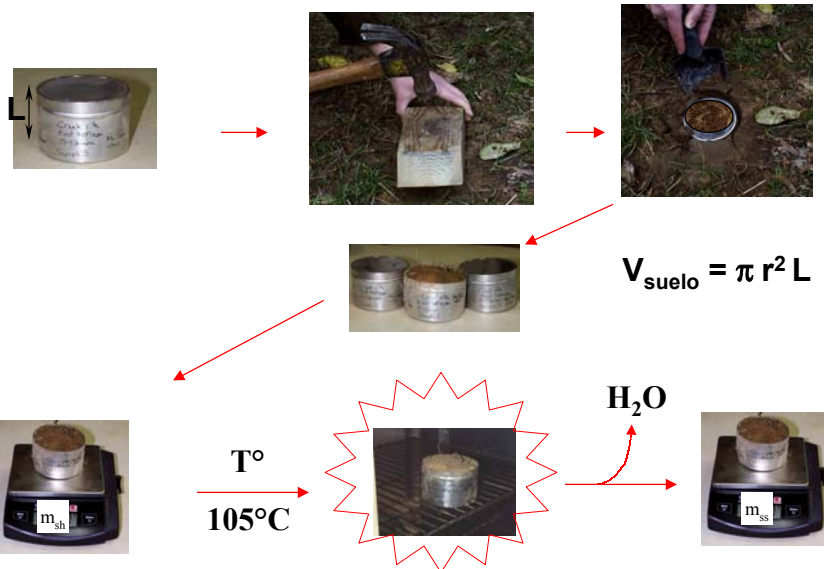
$$D_b = \frac{\text{masa de suelo seco}}{\text{volumen total de suelo}}$$

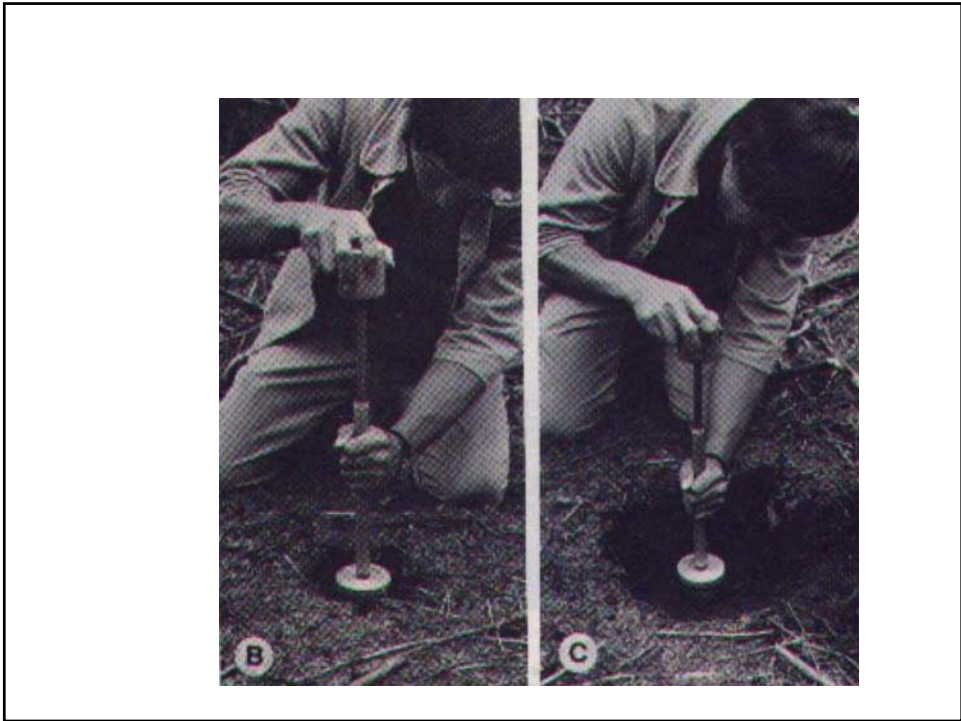
Unidades: g cm^{-3} o Mg m^{-3}

Métodos de medición

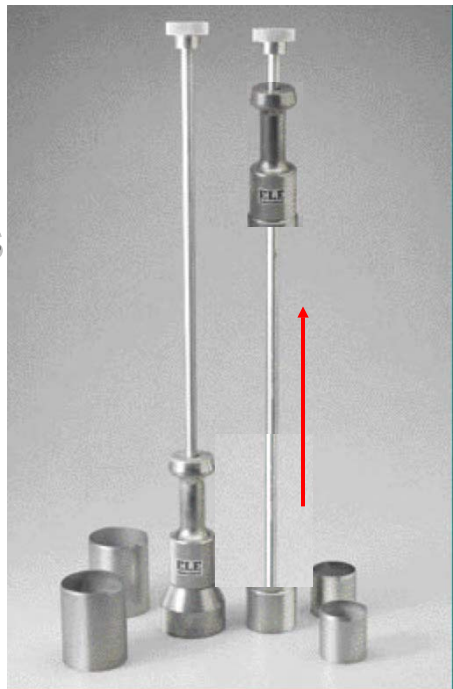
- Cilindro
- Excavación
- Aspersor de rayos gamma
- Terrón?

Método del cilindro

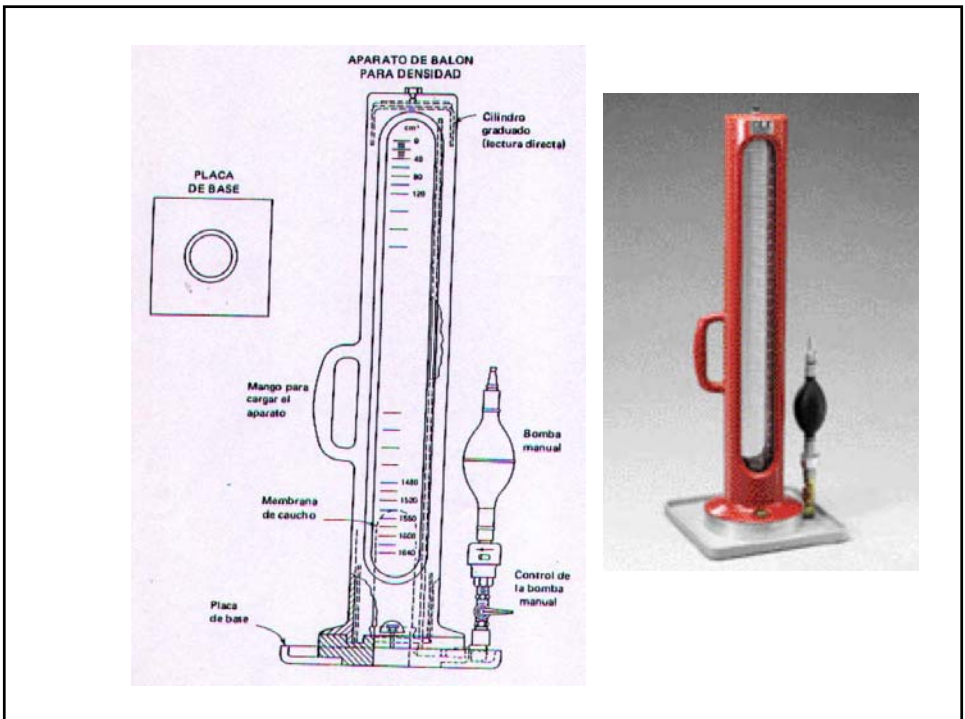
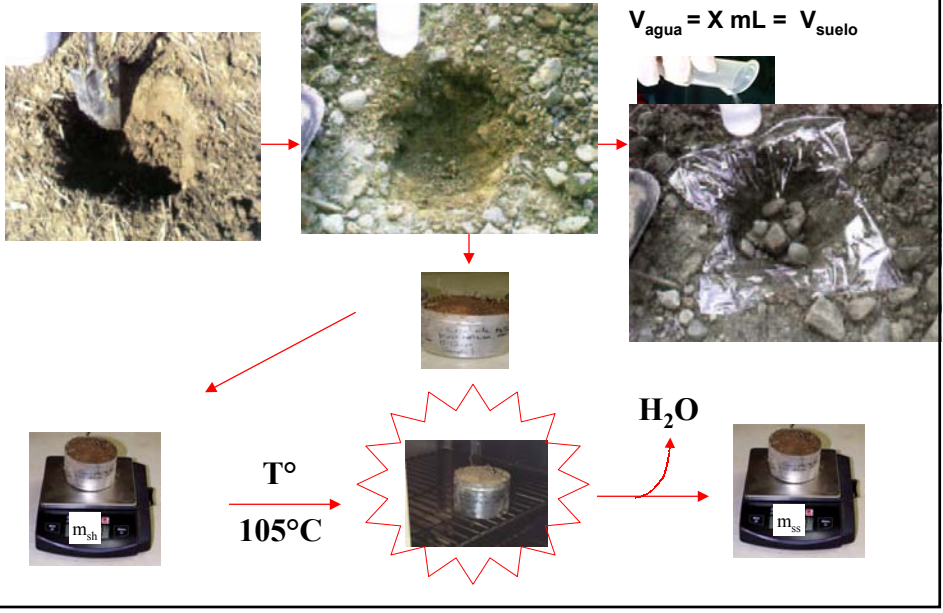


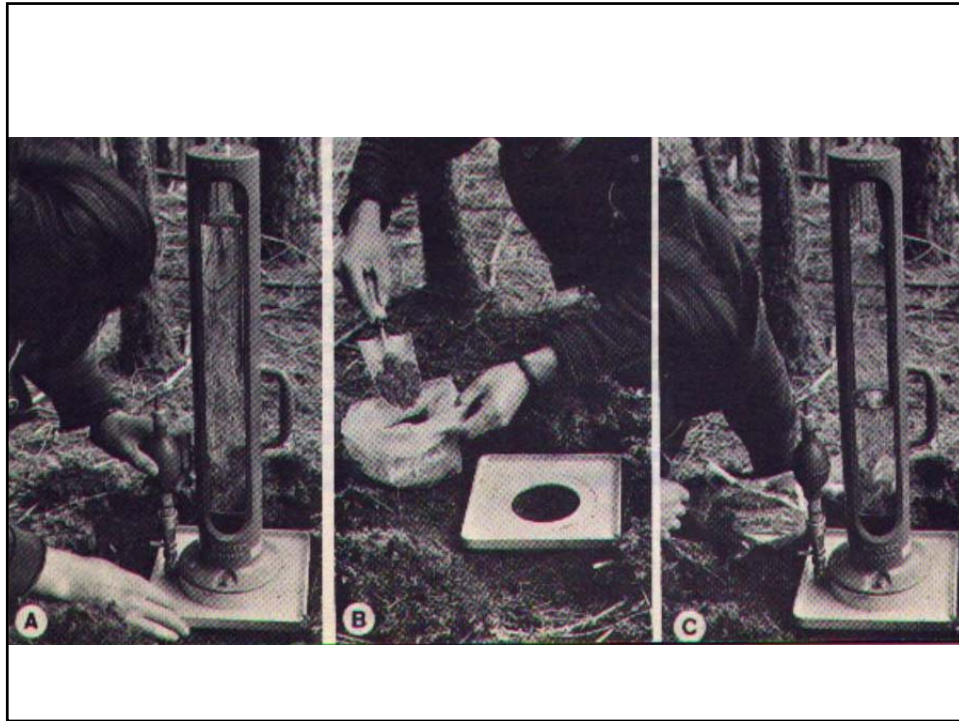


Muestreadores
para cilindro



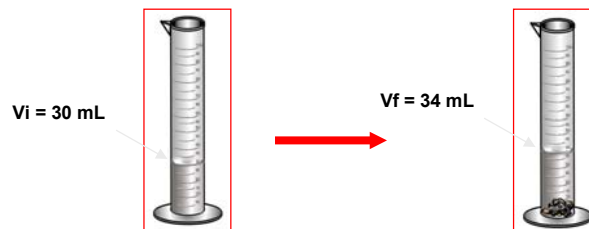
Método de la excavación





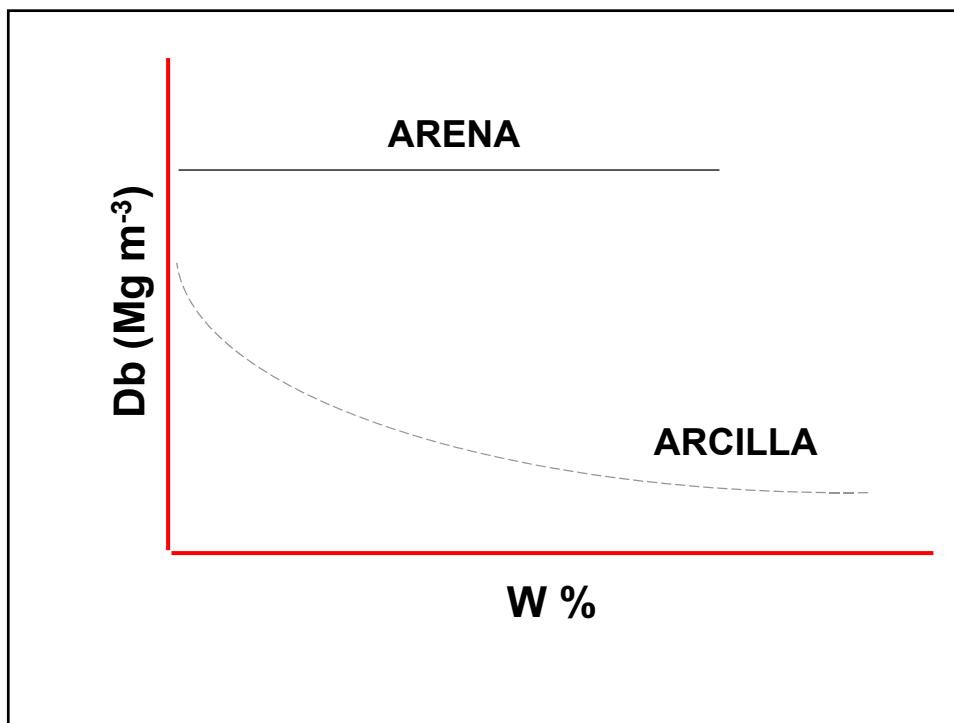
Efecto fragmentos gruesos

$$D_b = \frac{\text{Masa suelo seco} - \text{Masa de Fg}}{\text{Volumen suelo} - \text{Volumen Fg (Vf-Vi)}}$$



Valores típicos

Clase Textural	Db (Mgm⁻³)
Arenosa	1,55
Franco arenosa	1,40
Franco arenosa fina	1,30
Franca	1,20
Franco limoso	1,15
Franca arcillosa	1,10
Arcillosa	1,05
Arcillosa agregada	1,00
Panes compactados	1,7-1,8



Densidad real

Densidad de partículas en sí mismo (particle density)

No toma en consideración el espacio poroso

Símbolo D_p or ρ_p

$$D_p = \frac{\text{masa de partículas}}{\text{volumen de partículas}}$$

Unidades: g cm^{-3} o Mg m^{-3}

Densidad real

Aumenta el valor promedio señalado:

- óxidos de hierro $D_p > 4 \text{ Mg m}^{-3}$
- minerales ferromagnesianos $D_p = 2,9 - 3,5 \text{ Mg m}^{-3}$

Disminuye el valor promedio señalado:

- materia orgánica $D_p \approx 1,4 \text{ Mg m}^{-3}$

Método de medición: Picnómetro

Utilidad de la densidad

- **Db y Dr permiten calcular la porosidad de un suelo**
- **Db permite determinar:**
 - ✓ **la masa de un horizonte de suelo**
 - ✓ **convertir contenidos de agua en los suelos**

Porosidad (S)

- **Expresada como un %**

$$S = \left(1 - \frac{Db}{Dp}\right) \times 100$$

- **También llamado espacio poroso**

Valores típicos

<u>Clase Textural</u>	<u>Db</u> (Mgm ⁻³)	<u>S</u> (%)
Arenosa	1,55	42
Franco arenosa	1,40	48
Franco arenosa fina	1,30	51
Franca	1,20	55
Franco limoso	1,15	56
Franca arcillosa	1,10	59
Arcillosa	1,05	60
Arcillosa agregada	1,00	62
Panes compactados	1,7-1,8	32-36
Suelos Orgánicos	0,15-0,30	
Suelos volcánicos	<0,9 (0,3)	

Los suelos son pesados!

- **Calcule la masa de un horizonte arenoso y otro arcilloso de un suelo seco:**

seco:

Espesor = 15 cm

Superficie = 1 ha

Contenido de agua del suelo (~~humedad~~)

$$\theta = W (D_b/D_{\text{agua}})$$

$$W = \theta (D_{\text{agua}}/D_b)$$

Contenido de agua

1. Método gravimétrico



Msh

T°
105°C



H₂O



Mss

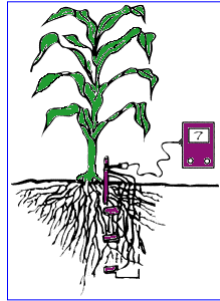
$$M_{sh} - M_{ss} = M_{\text{agua}}$$

M_{agua}

$$W = \frac{\text{M}_{\text{agua}}}{M_{ss}} \times 100$$

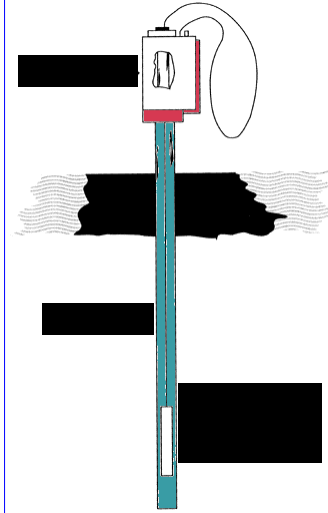
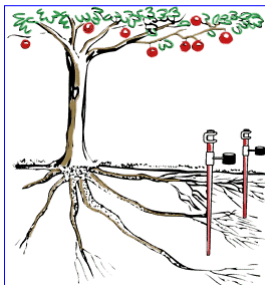
Contenido de agua

2. Otros métodos indirectos



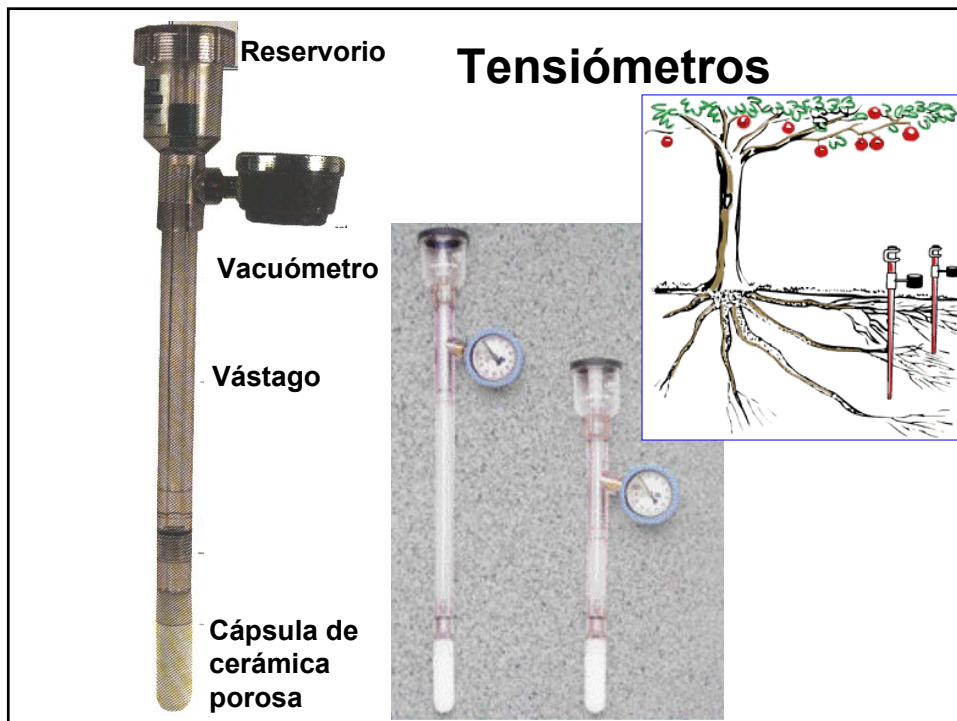
Bloques

Tensiómetros



Técnicas nucleares

Tensiómetros

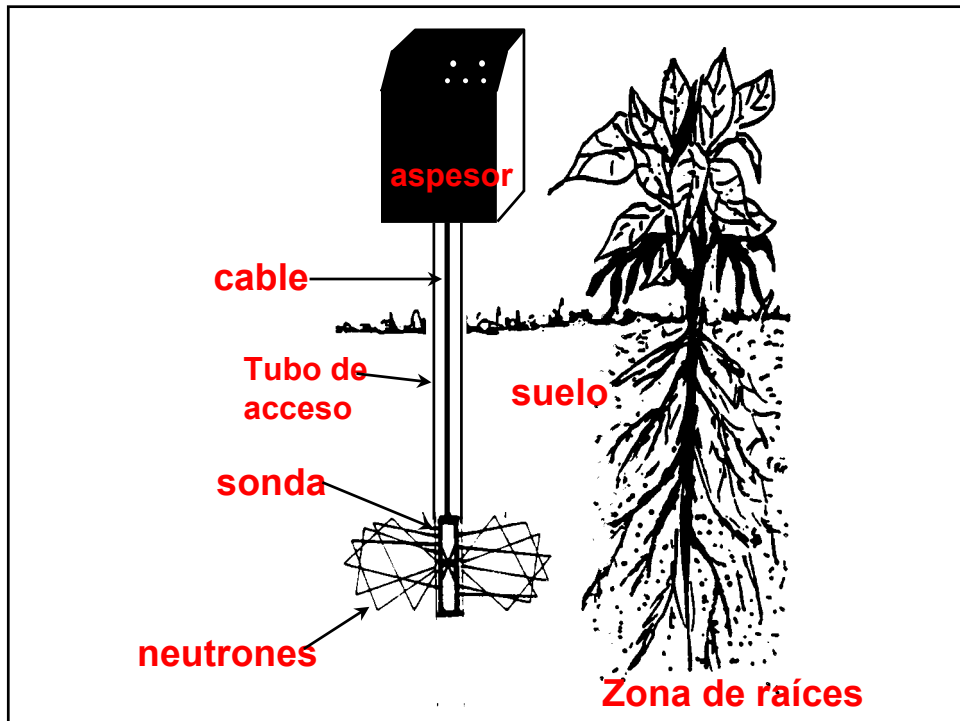
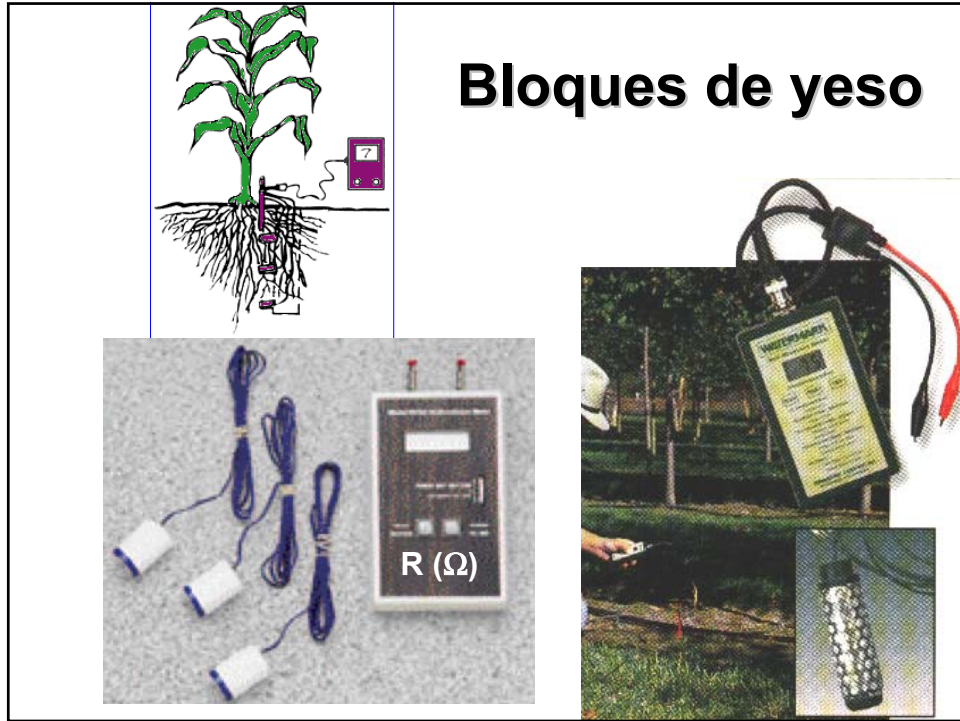


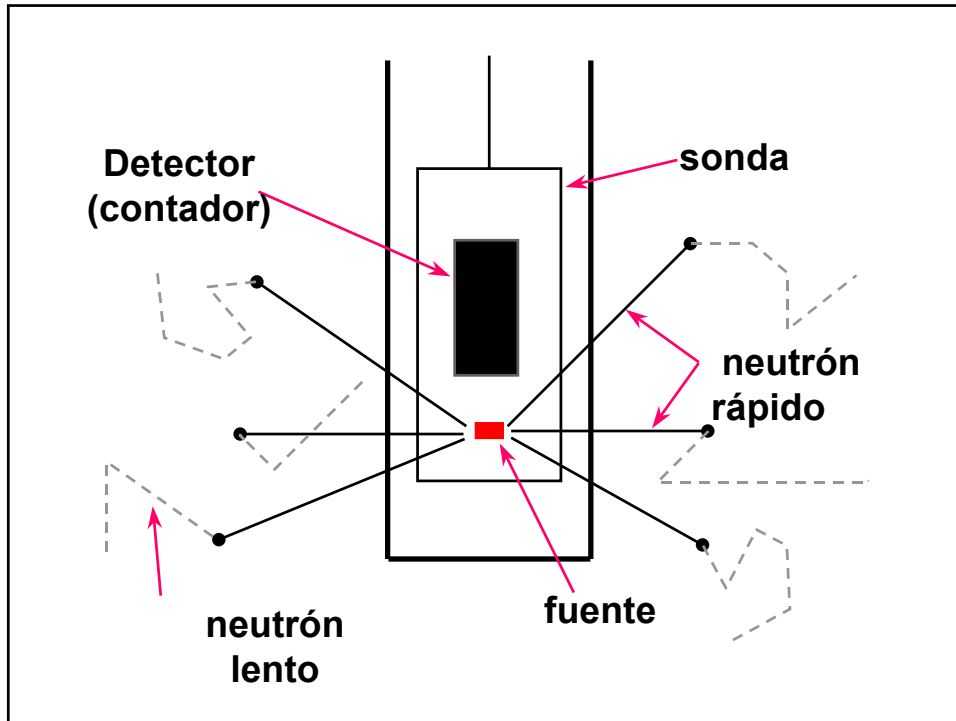
Reservorio

Vacuómetro

Vástago

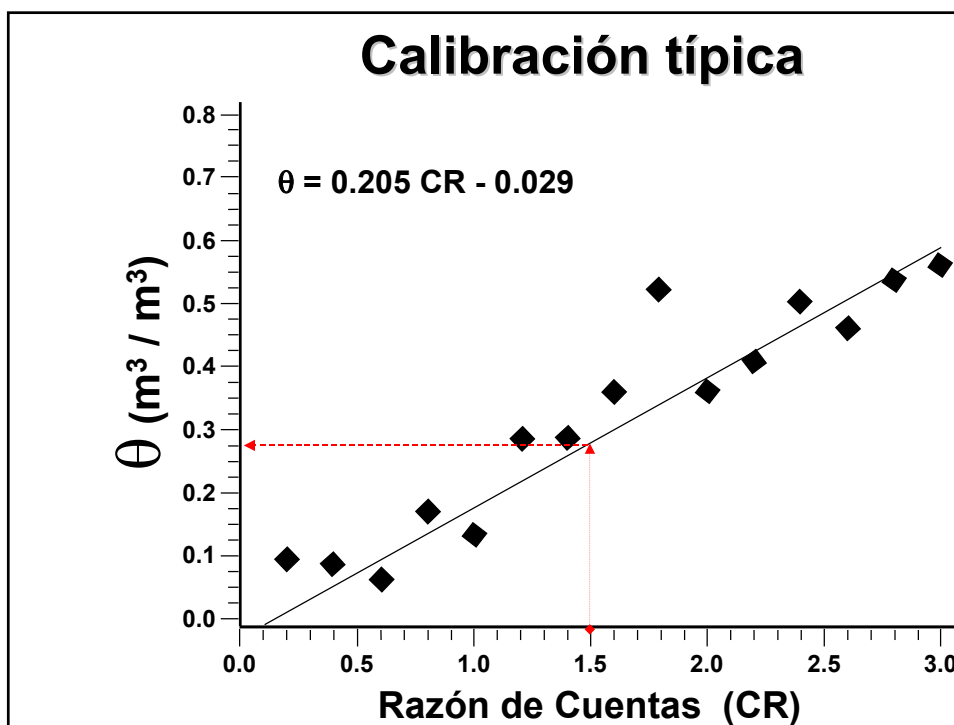
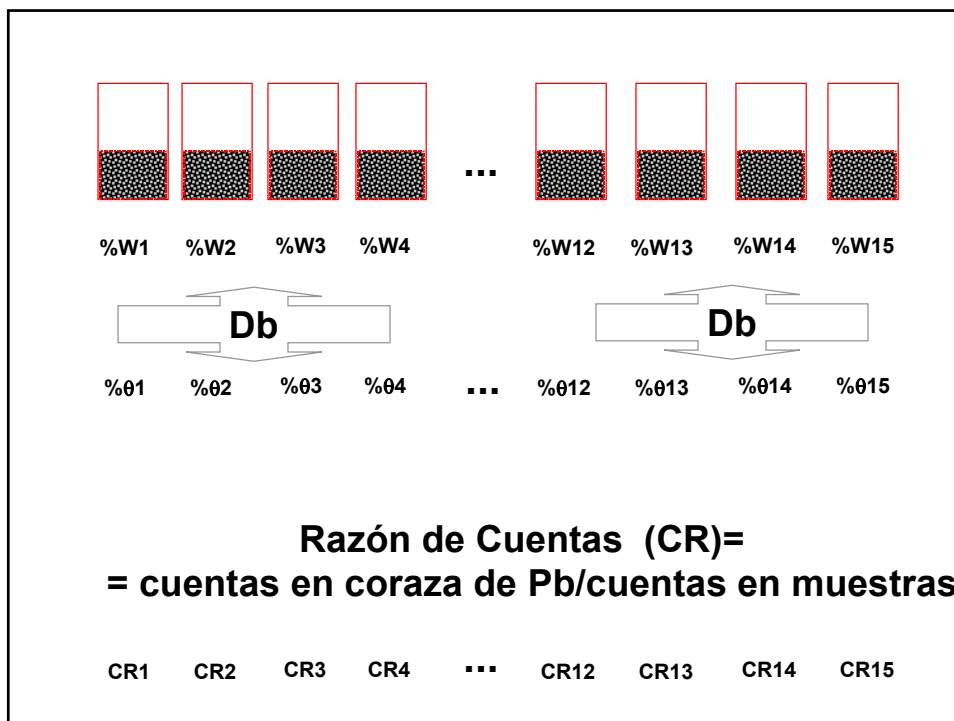
Cápsula de cerámica porosa





EFFECTIVIDAD DE ELEMENTOS A LA TERMALIZACION

ELEMENTO	Nº DE COLISIONES
H	18
C	115
N	134
O	152
Mg	227
Al	251
Si	262
Fe	514

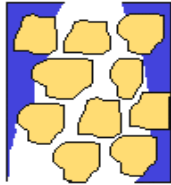

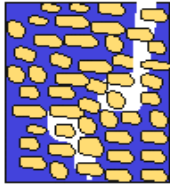





Cantidad de agua almacenada por el suelo

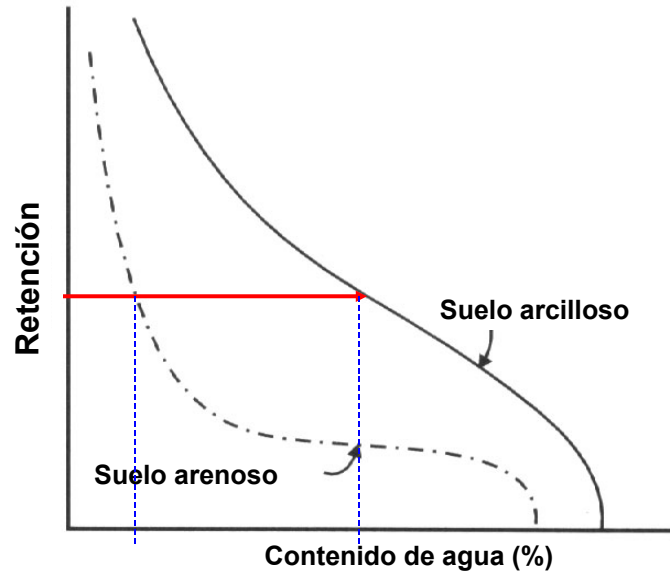
Entradas de agua (lluvias, riego, capilaridad)

- Textura
- Estructura
- Profundidad
- Capas limitantes
- M.O

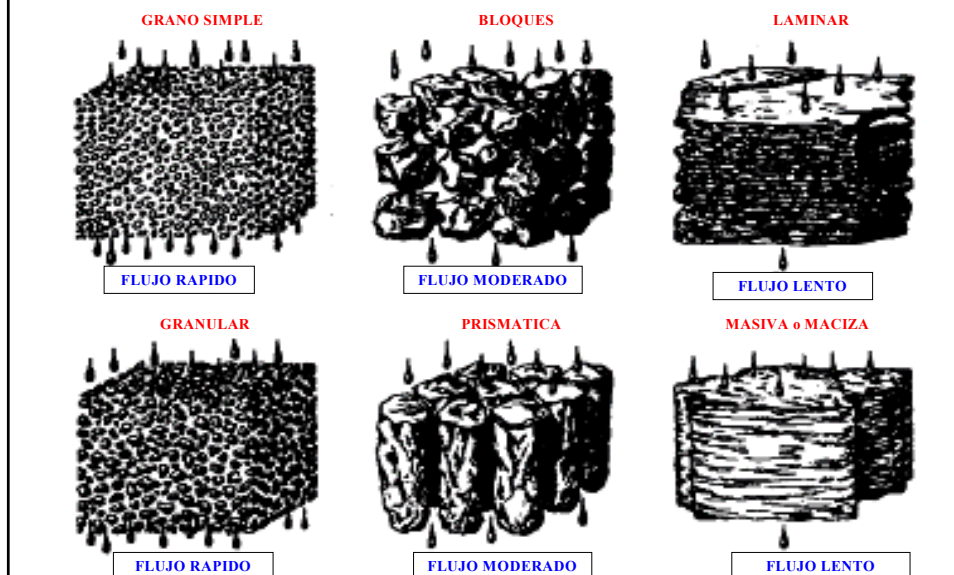
Textura y retención de agua

	Arena 0.05 - 2	Limo 0.002 - 0.05	Arcilla < 0.002
			
Macroporos	+++	++	(+)
Mesoporos	++	++	++
Microporos	(+)	++	+++
Percolación			
Lavado			

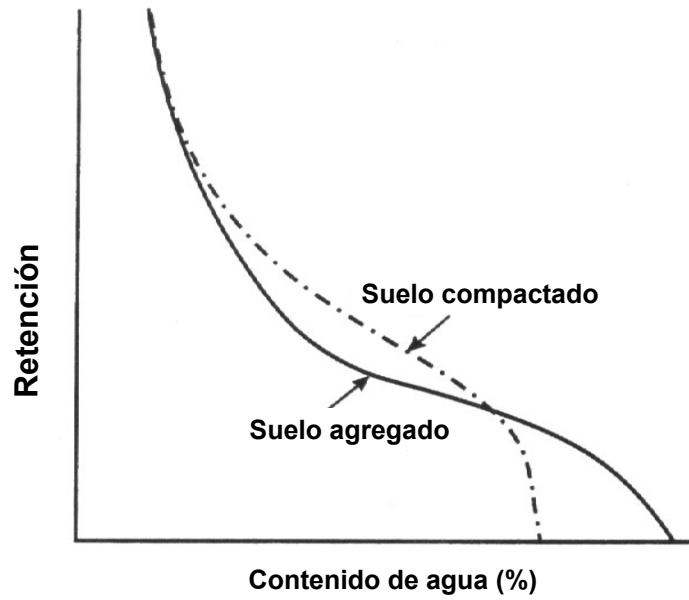
Efecto de la textura en la retención



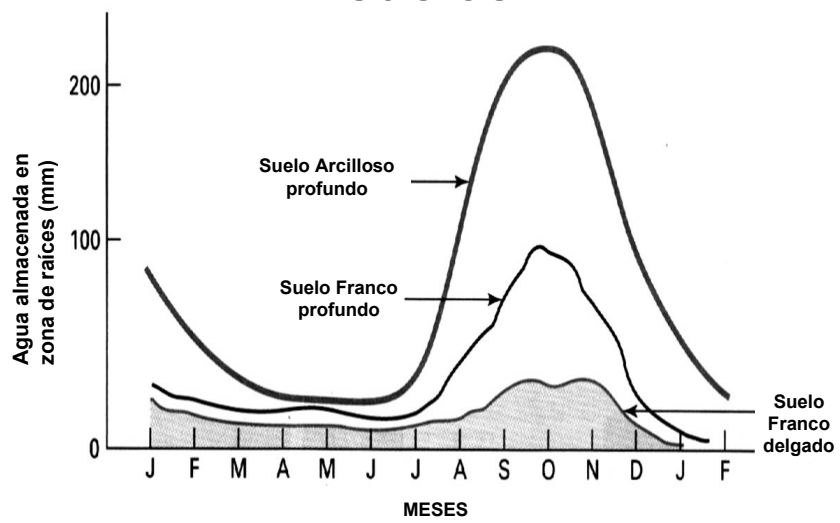
Estructura y retención de agua



Efecto de la estructura

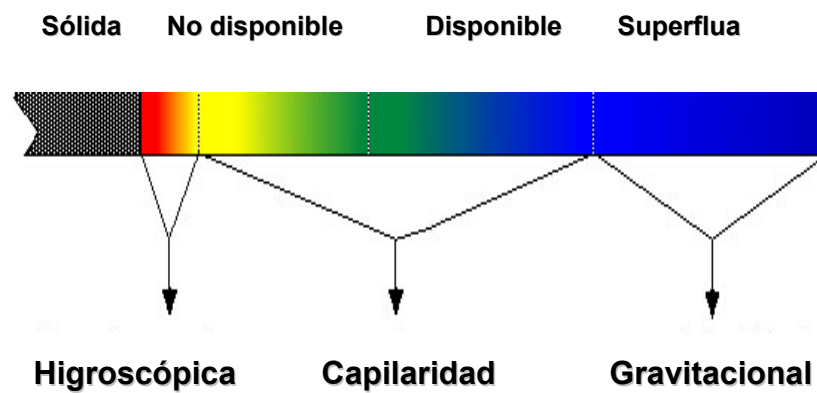


Efecto tipo y profundidad de suelos



Tipos de agua en suelos

- **Gravitacional :**
- **Capilaridad:**
- **Higroscópica:**



Estado energético del agua

- retención por el suelo,
- movimiento en el suelo,
- absorción por las plantas,
- translocación en las plantas
- pérdidas a la atmósfera

**FENOMENOS
ENERGETICOS
RELACIONADOS**

Formas de energía:

potencial

cinética

eléctrica

Se habla entonces simplemente
de **ENERGÍA LIBRE** para
caracterizar el estado energético

**ENERGÍA LIBRE = Σ Todas las energía posibles
para realizar trabajo**

**El nivel de energía libre de una
sustancia es una medida general a
que esta sustancia cambie**



TODA SUSTANCIA TIENDE A MOVERSE O A CAMBIAR DE UN ESTADO DE:

**Mayor
Energía
libre**



**Menor
Energía
libre**



**Más importante que los niveles de
Energía libre son:**

**LAS
DIFERENCIAS
DE ENERGIA
LIBRE DE UNA
CONDICION A
OTRA**



Potencial del agua del suelo

Ψ

Tipos de potencial

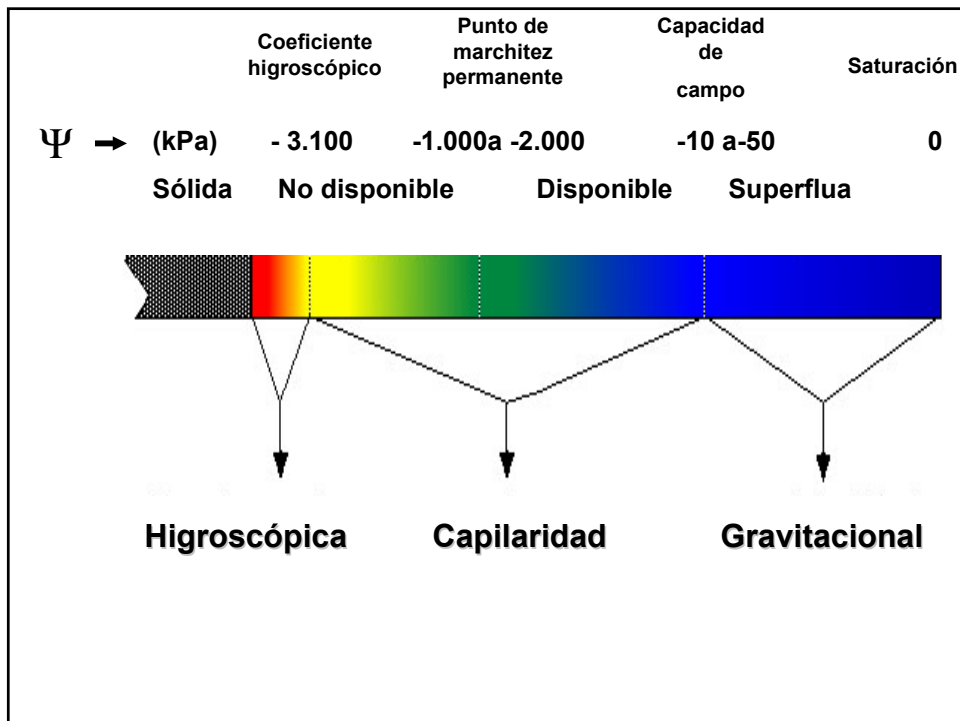
- Presión: Clave en suelos saturados (+)
- Osmótico: Debido a solutos (sales) (-) z. áridas
- Mátrico: Debido a atracción de la superficie de partículas. Clave en suelos insaturados (-)
- Gravitacional: Debido a la posición (+) o (-)

Ψ

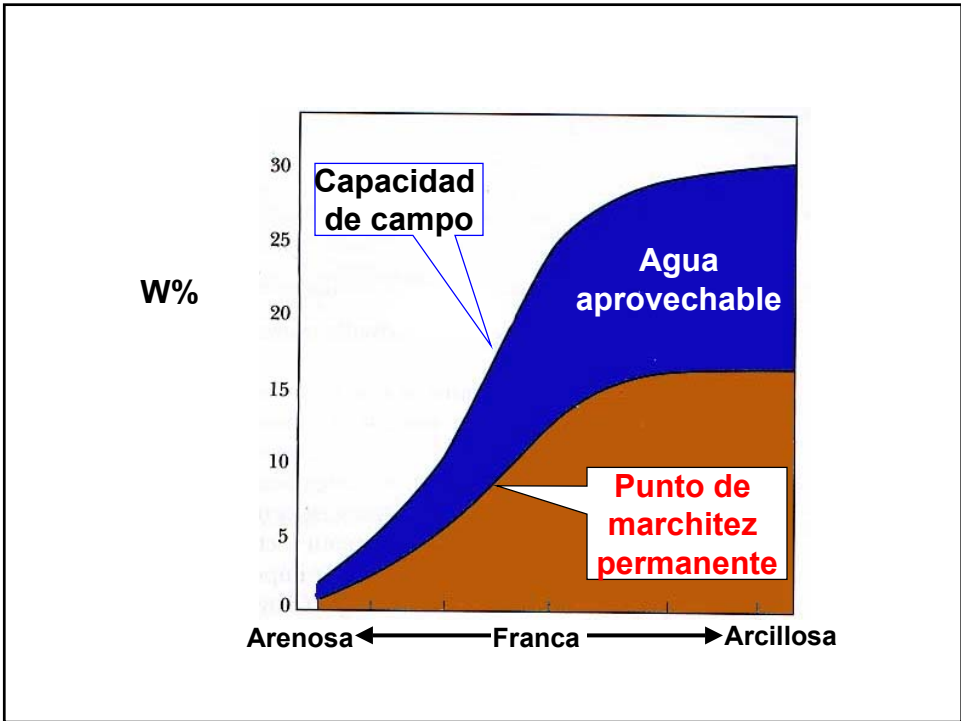
Unidades de expresión:

1	atmósfera
1	bar
14,7	lb pg ⁻² (psi)
760	mm de Hg
1.033	cm de H ₂ O
100	kPa

1.500 kPa = 15 veces la presión atmosférica

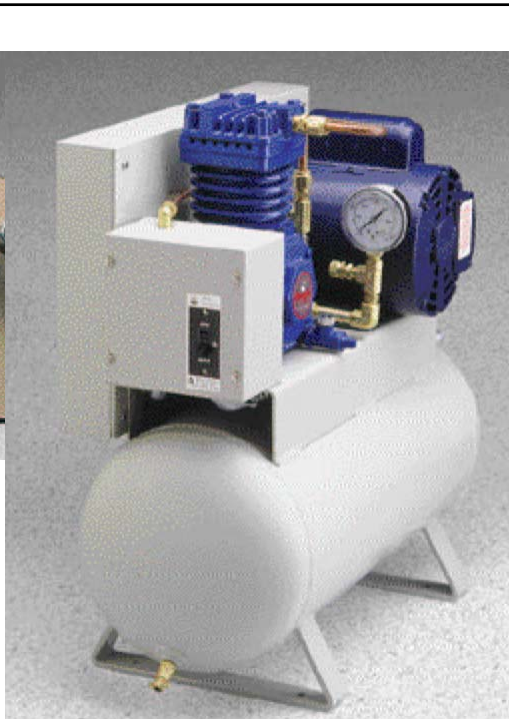
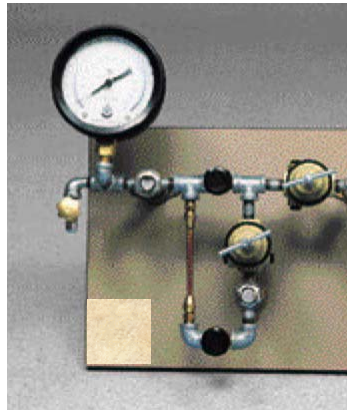
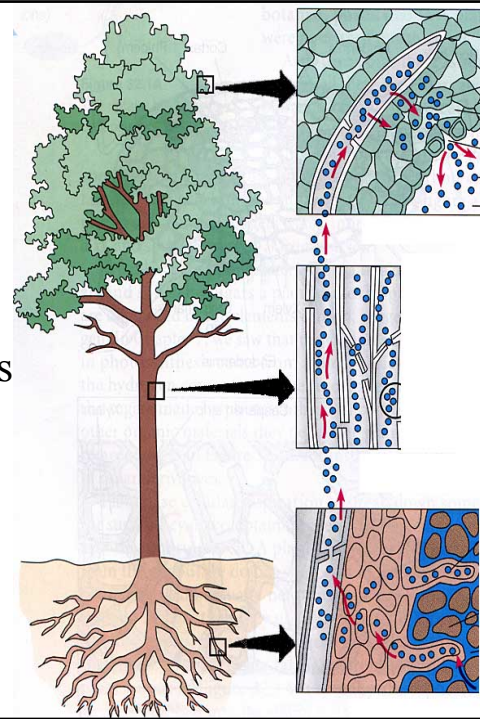


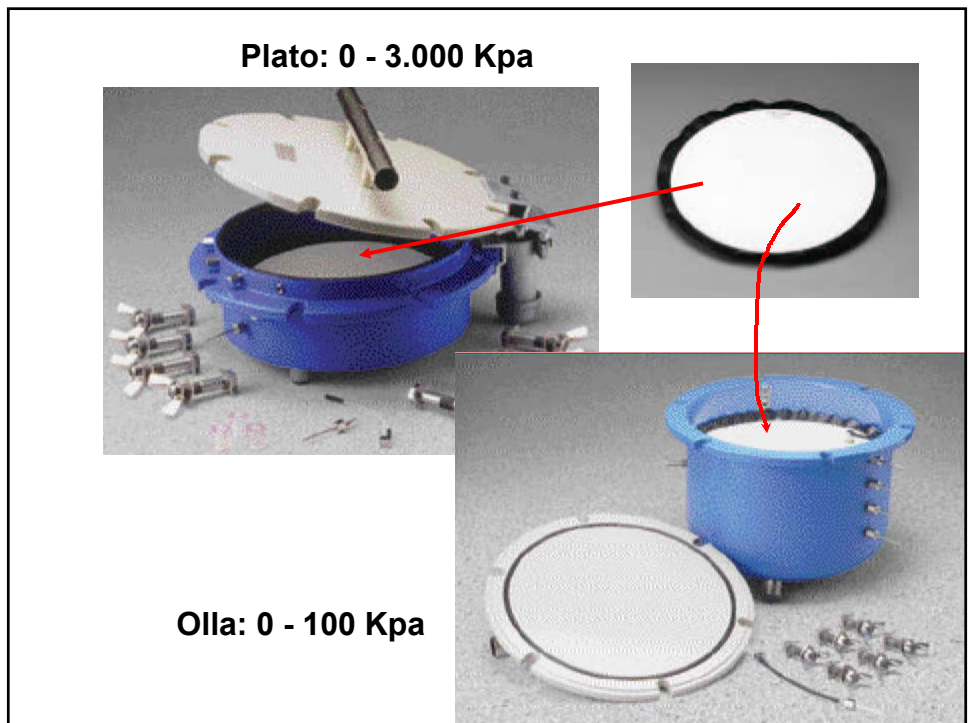
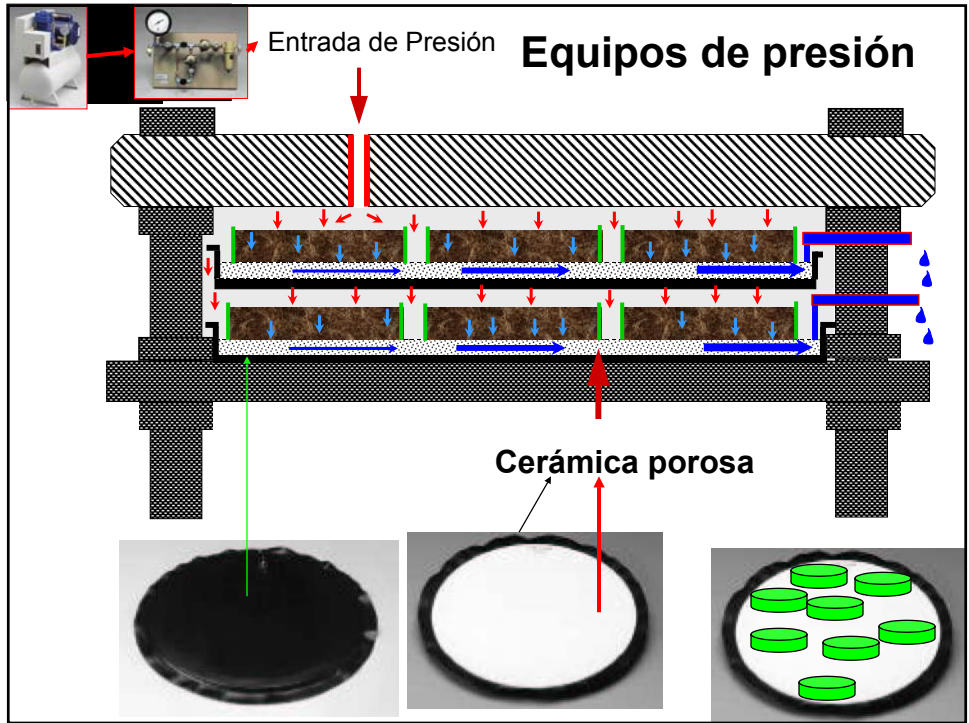
SOLIDO	ESPACIO POROSO	SUELO
Suelo 100 g	Agua 40 mL	Saturado
Suelo 100 g	Agua 20 mL	A cdc
Suelo 100 g	Agua 10 mL	A pmp
Suelo 100 g	8 mL	

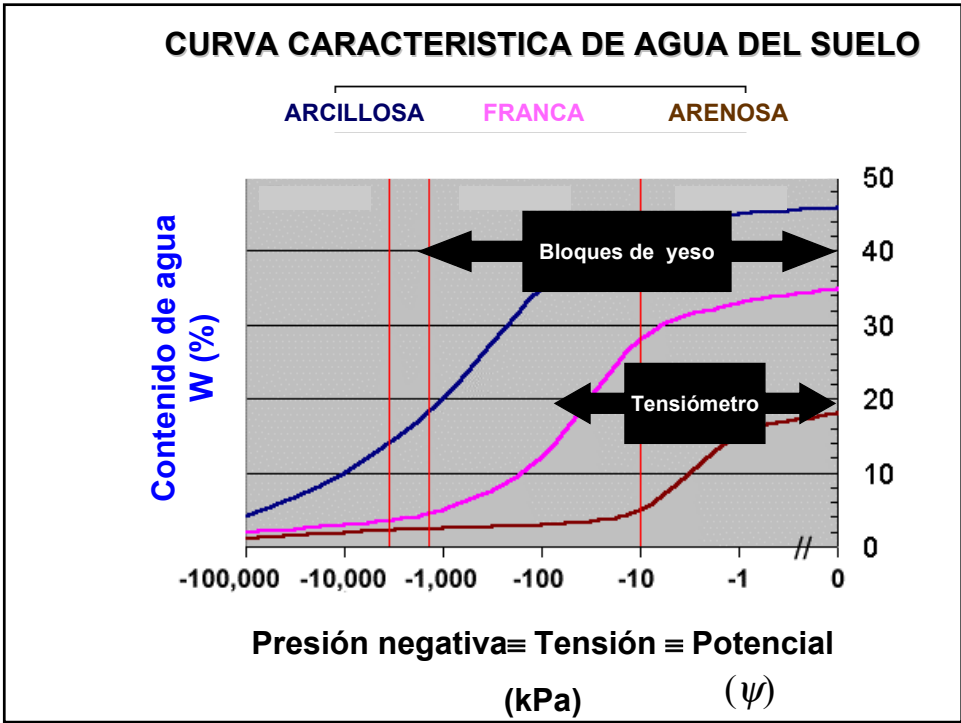
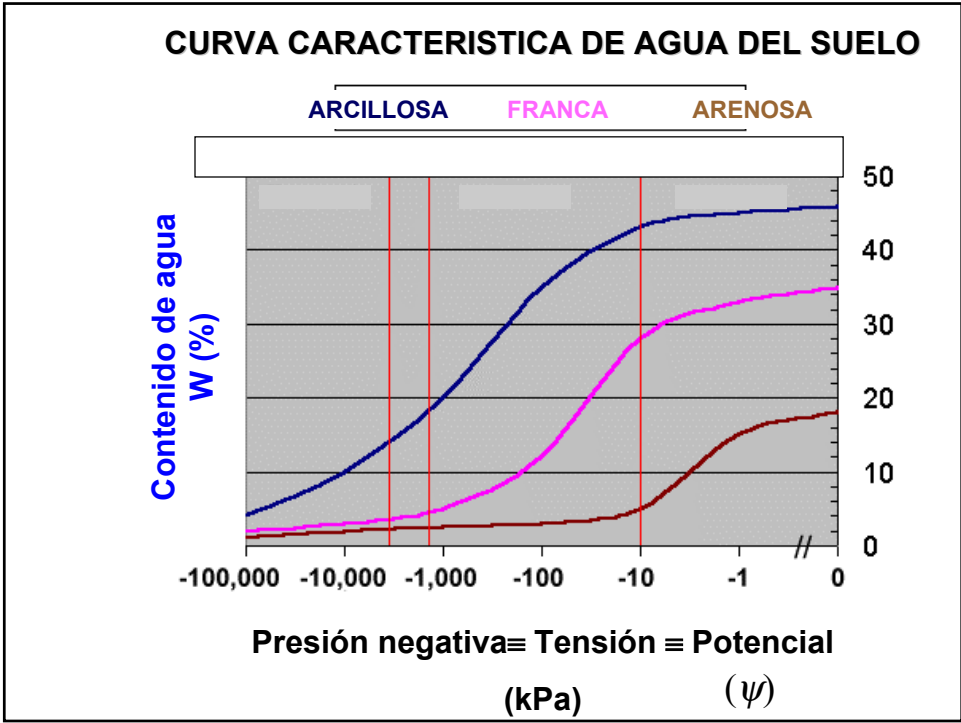


- retención por el suelo,
- movimiento en el suelo,
- absorción por las plantas,
- translocación en las plantas
- pérdidas a la atmósfera

$$\Psi_{mayor} \longrightarrow \Psi_{menor}$$







Flujo de agua en el suelo

LEY DE DARCY

(saturación)

$$q = -K \Delta \psi / \Delta x$$

q = cantidad de agua transmitida por unidad de tiempo y de área en la dirección x

K = conductividad hidráulica : capacidad del suelo para conducir agua

Darcy

- Saturado
- Máxima
- Mínima
- Todos los poros
- Grandes

$$\Delta(\Psi_p + \Psi_g)$$

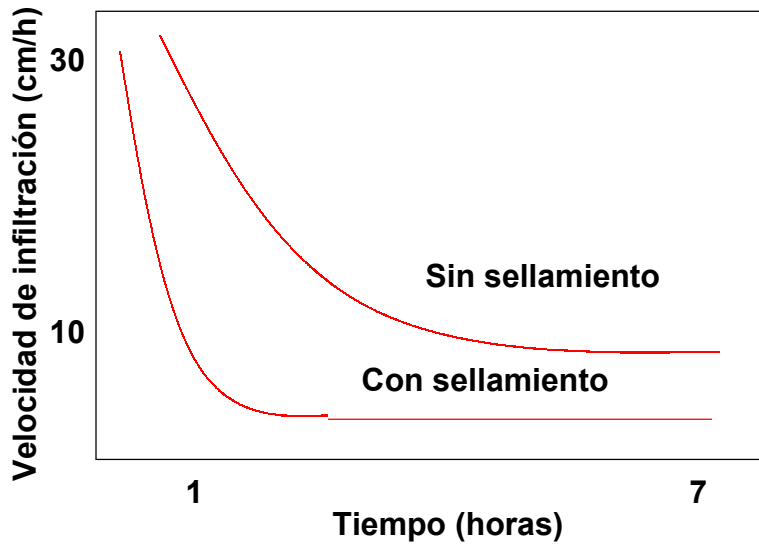
Ley Combinada

Flujo
K
Tortuosidad
Flujo
Poros
conductores
Fuerza
impulsora

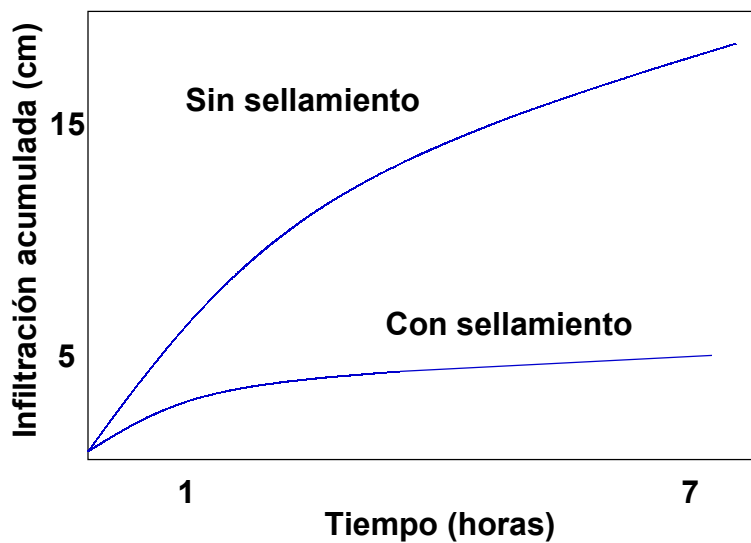
- No saturado
- Mínima
- Máxima
- Poros + chicos
- Pequeños

$$\Delta(\Psi_m + \Psi_g)$$

Infiltración de agua en el suelo



Infiltración de agua en el suelo



Guía de calidad de agua para riego

	Grado de Restricción de uso		
	Sin	Creciente	Severo
SALINIDAD			
CE (dS m ⁻¹)	< 0,70	0,70 - 3,0	> 3,0
*TSD (mg L ⁻¹)	< 490	490 - 2100	> 2100
PERMEABILIDAD			
0-3	> 0,7	0,7 - 0,2	< 0,2
3-6	>1,2	1,2 - 0,3	< 0,3
6-12	>1,9	1,9 - 0,5	< 0,5
12-20	> 2,9	2,9 - 1,3	< 1,3
20-40	> 5,0	5,9 - 2,9	< 2,9
	} RAS & CE }		
IONES ESPECIFICOS			
Na * riego superficial	< 3	3 - 9	> 9
* riego aspersión	< 3	> 3	
	RAS		
	meq L ⁻¹		
Cl * riego superficial	< 4	4 - 10	> 10
* riego aspersión	< 3	> 3	
	meq L ⁻¹		
Boro (mg L ⁻¹)	< 0,70	0,70 - 2,0	> 2

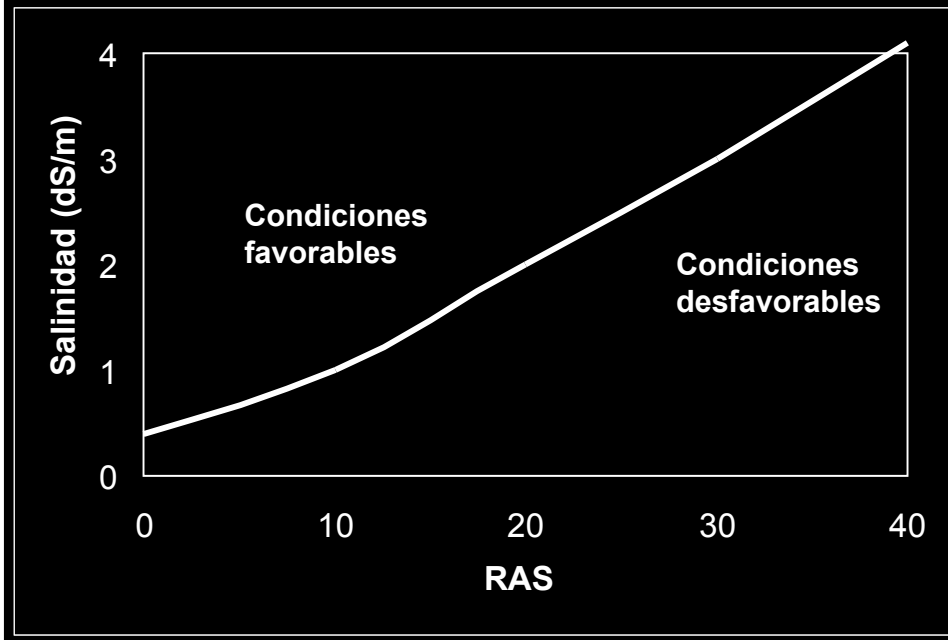
	Grado de Restricción de uso		
	Sin	Creciente	Severo
VARIOS			
N-NO ₃ (mg L ⁻¹)	< 5	5 - 30	> 30
HCO ₃ (mg L ⁻¹)	< 1,5	1,5 - 8,5	> 8,5
pH	←	6,5 - 8,4	→

$$1 \text{ dS m}^{-1} = 1 \text{ mmho cm}^{-1}$$

$$\approx 640 \text{ mg L}^{-1}$$

$$\approx 640 \text{ ppm}$$

Salinidad y RAS



Requerimientos de lavado

$$RL = CEa / (5CEe - CEa)$$

Lámina de agua de riego para lavar las sales del suelo y satisfacer necesidades del cultivo

$$LA = ETc / (1 - RL)$$

ETc: evapotranspiración del cultivo (mm año⁻¹)