



POLITÉCNICA



TEMA 5: Infiltración



MARTA GONZÁLEZ DEL TÁNAGO
UNIDAD DOCENTE DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA FORESTAL
E.T.S. DE INGENIEROS DE MONTES
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

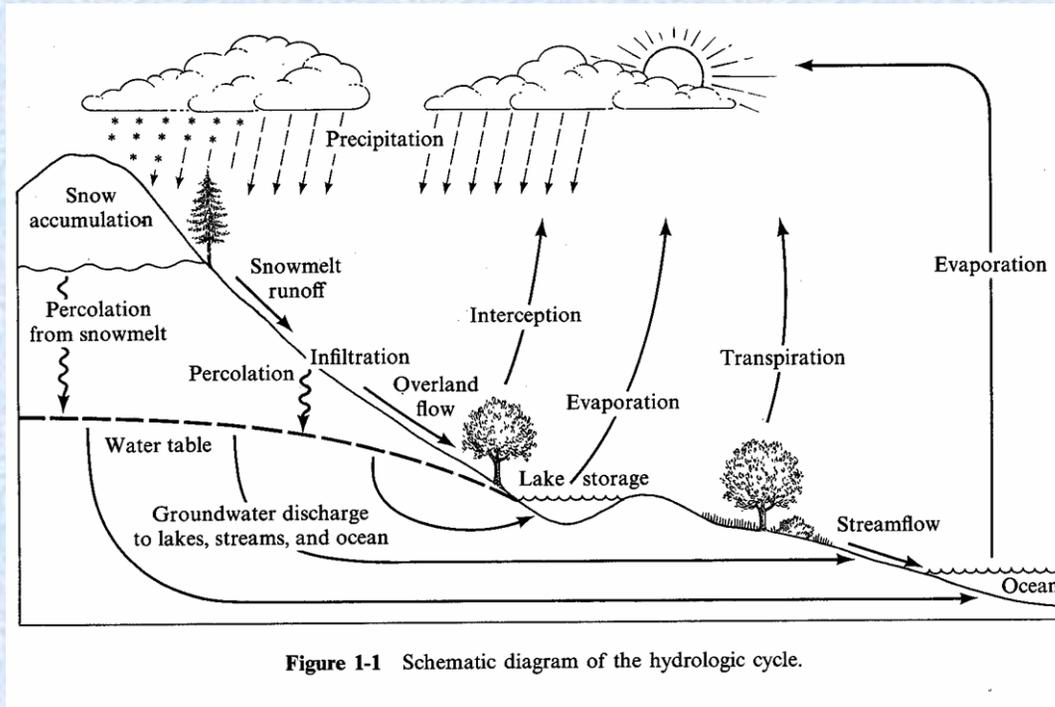


Figure 1-1 Schematic diagram of the hydrologic cycle.

Dunne & Leopold (1978)

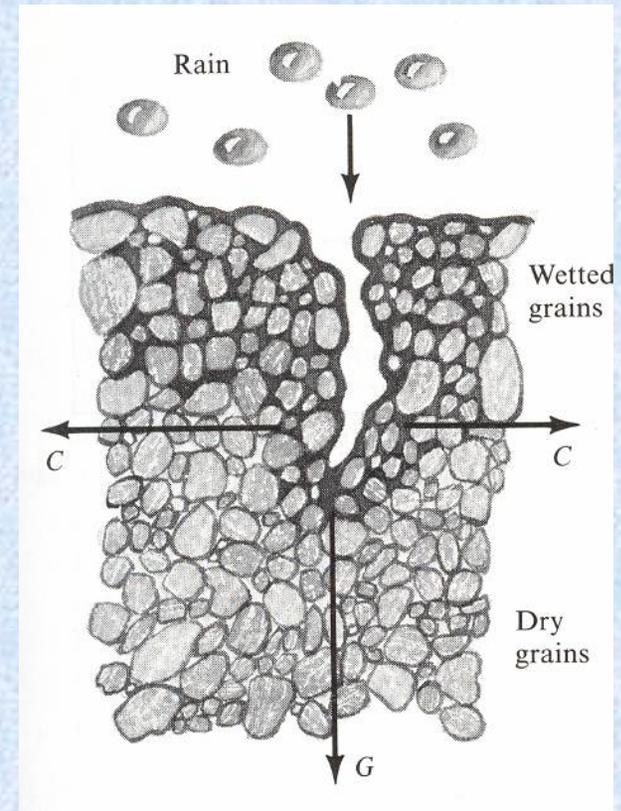
- Infiltración del agua en el suelo. Mecanismos que influyen
- Importancia de la infiltración
- Medición. Infiltrómetros y Simuladores de lluvia
- Curvas de infiltración. Datos de interés. Principales modelos de infiltración
- Factores que influyen en la infiltración

PROCESO DE LA INFILTRACIÓN: Entrada de agua al suelo

- Un suelo en condiciones naturales presenta una porosidad en superficie relativamente elevada.
- El agua entra en el suelo por las grietas y poros de mayor tamaño, por gravedad.
- De los poros de mayor tamaño pasa a los de menor tamaño, por capilaridad.
- La infiltración es un proceso que implica entrada y movimiento del agua en el suelo, y se expresa en unidades de velocidad de paso: mm/h, cm/h

En dicho proceso intervienen tres subprocesos:

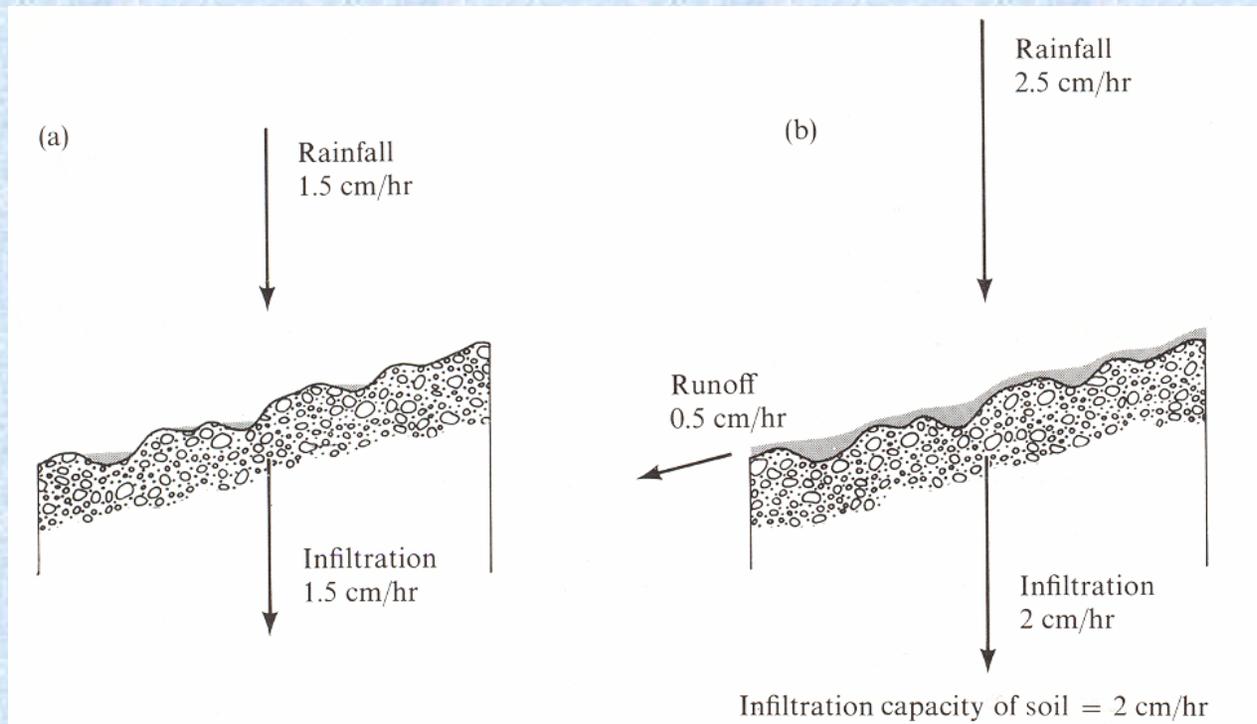
- Entrada de agua al suelo
- Retención de agua en el suelo
- Movimiento del agua a través del suelo



Dunne & Leopold (1978)

IMPORTANCIA DE LA INFILTRACIÓN

- Determina la cantidad de agua que entra en el suelo por las precipitaciones, y con ello su humedad a lo largo del año.
- El agua no infiltrada escurre superficialmente, y puede llegar a incorporarse a los cauces muy rápidamente, contribuyendo a la formación de avenidas.



Dunne & Leopold (1978)



MEDICIÓN DE LA INFILTRACIÓN

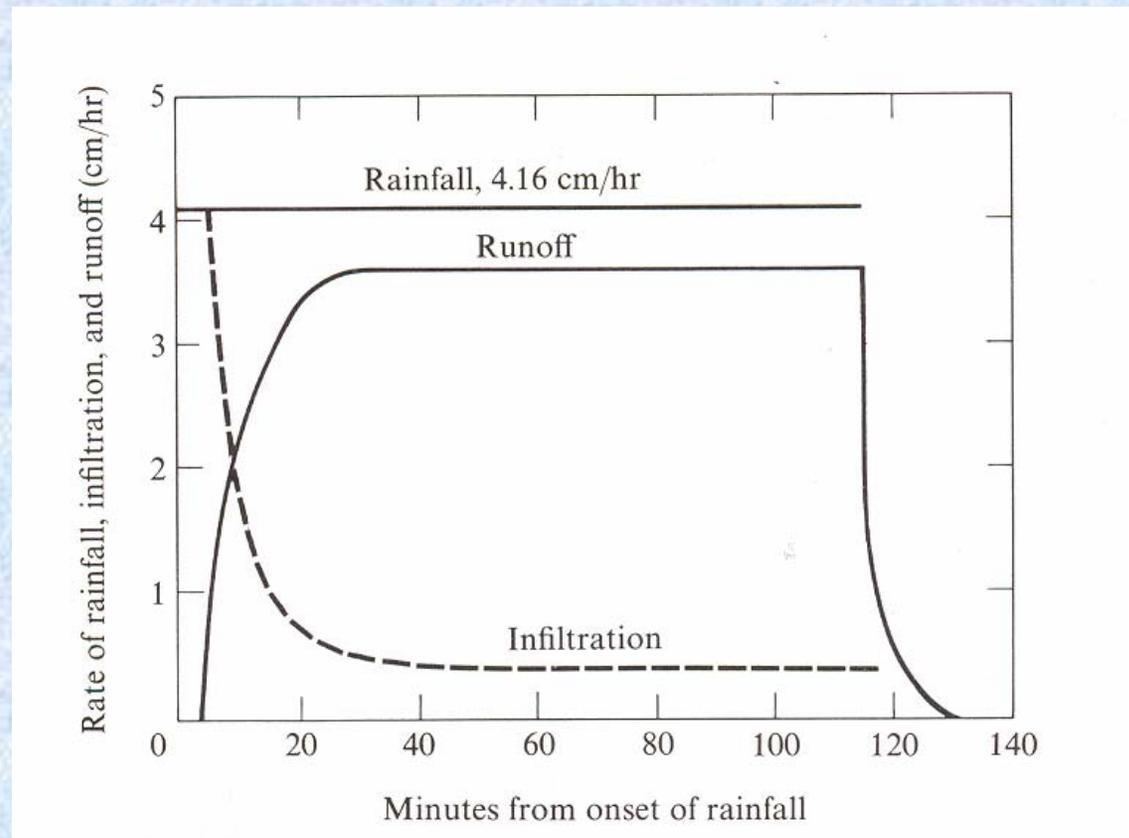
- **Infiltrómetros de anillo o de doble anillo:**

Con ellos se mide directamente la velocidad con la que entra el agua en el suelo. Miden una infiltración forzada.

- **Simuladores de lluvia:**

Con ellos se mide la escorrentía generada por una lluvia artificial y, por diferencia, el agua infiltrada en cada caso.

Dunne & Leopold (1978)

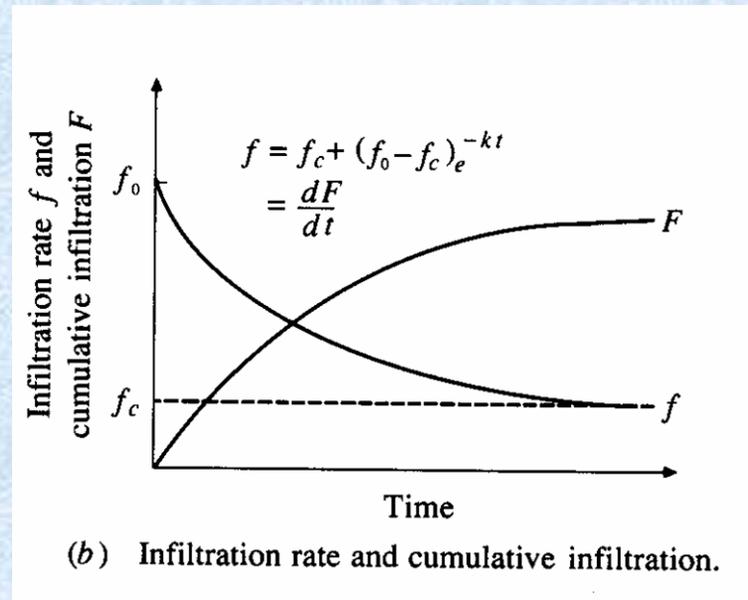


CURVAS DE INFILTRACIÓN

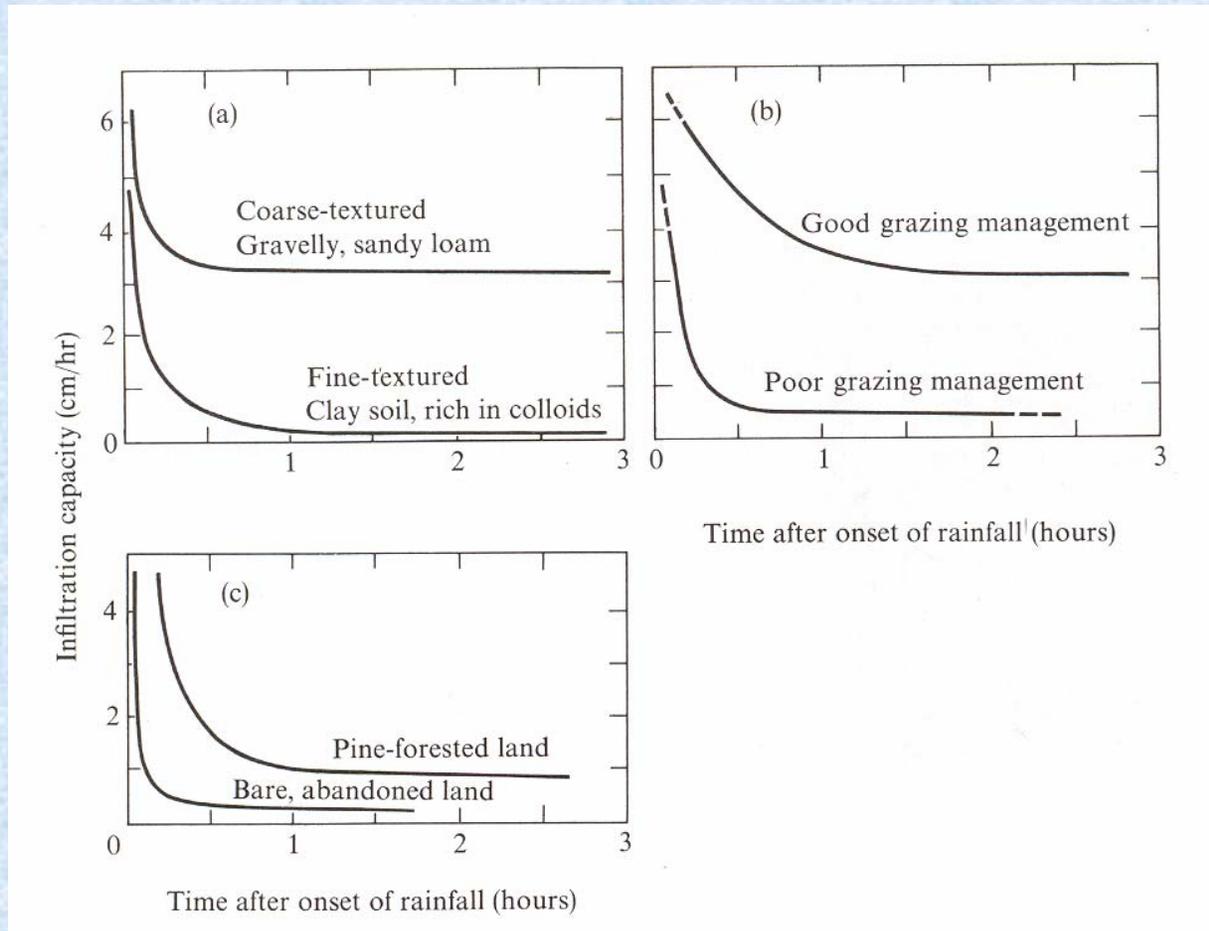
- Expresan la variación de la velocidad de infiltración con el tiempo, durante la lluvia

Datos de interés:

- Infiltración inicial (f_0)
- Infiltración final: “Capacidad de infiltración del suelo” (f_c)
- Tiempo de equilibrio (tiempo a f_c)
- Infiltración acumulada en t (F)
- Tasa de infiltración media



V. M. Ponce (1989)

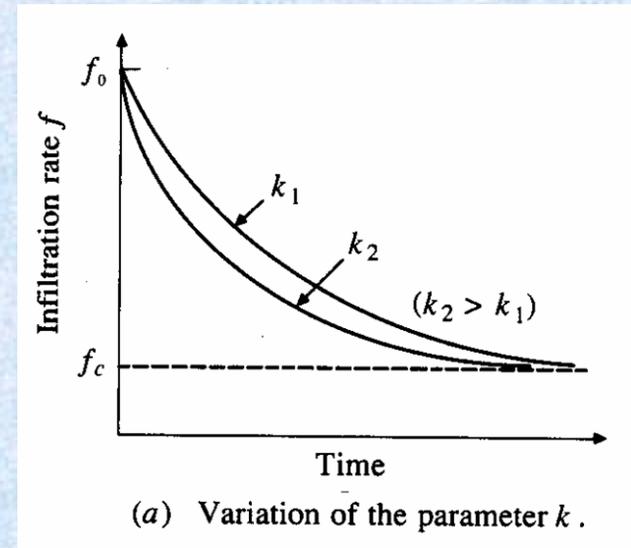
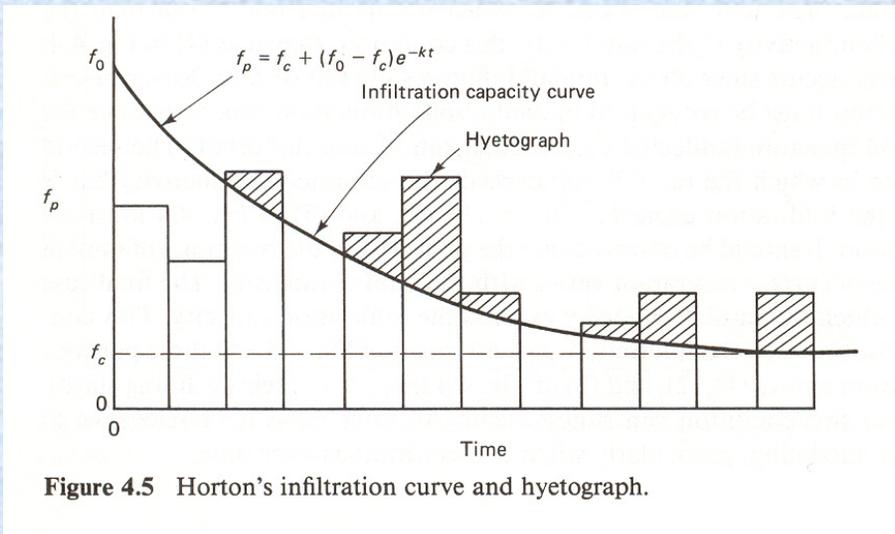


Principales factores que determinan la forma de las curvas de infiltración (Dunne y Leopold, 1978)

PRINCIPALES MODELOS DE INFILTRACIÓN

- Modelo de Horton: $f = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt}$

$t = 0, f \rightarrow f_0$
 $t \rightarrow \infty, f \rightarrow f_c$



V. M. Ponce (1989)

f_0 depende de la humedad precedente del suelo

f_c depende de las características permanentes del suelo

K es una constante que refleja el comportamiento del suelo durante la lluvia (disminución de su infiltración según aumenta su humedad)

PRINCIPALES MODELOS DE INFILTRACIÓN

- Modelo de Philip:

$$F = at^{0,5} + bt$$

$$f = 0,5 * at^{-0,5} + b$$

$$t = 0, f \rightarrow \infty$$

$$t \rightarrow \infty, f \rightarrow b$$

F es el volumen de agua infiltrada, acumulada en t

a : constante que representa la tasa de penetración del frente húmedo

b : constante próxima al valor de la conductividad hidráulica en saturación



FACTORES QUE INFLUYEN EN LA INFILTRACIÓN

1. Características de las precipitaciones

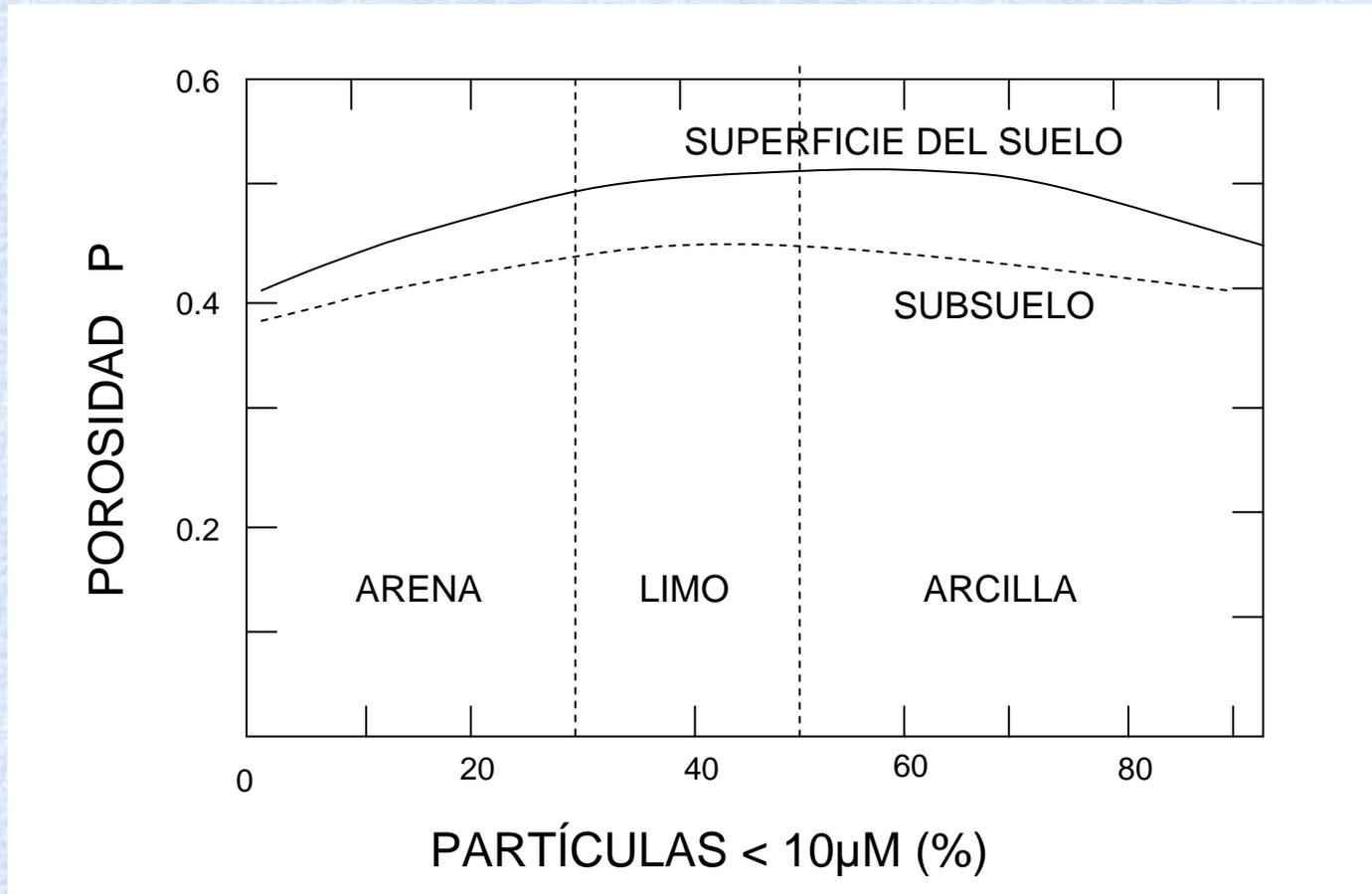
- *Altura:* Lluvias muy prolongadas, aumentan la humedad del suelo y disminuyen su velocidad de infiltración
- *Intensidad:* Lluvias muy intensas pueden llegar a destruir la porosidad superficial del suelo e inducir el sellado del suelo y la formación de costra



FACTORES QUE INFLUYEN EN LA INFILTRACIÓN

2. Características del suelo

- **Porosidad:** Tamaño del poro, Forma, disposición, etc. Historia de uso del suelo



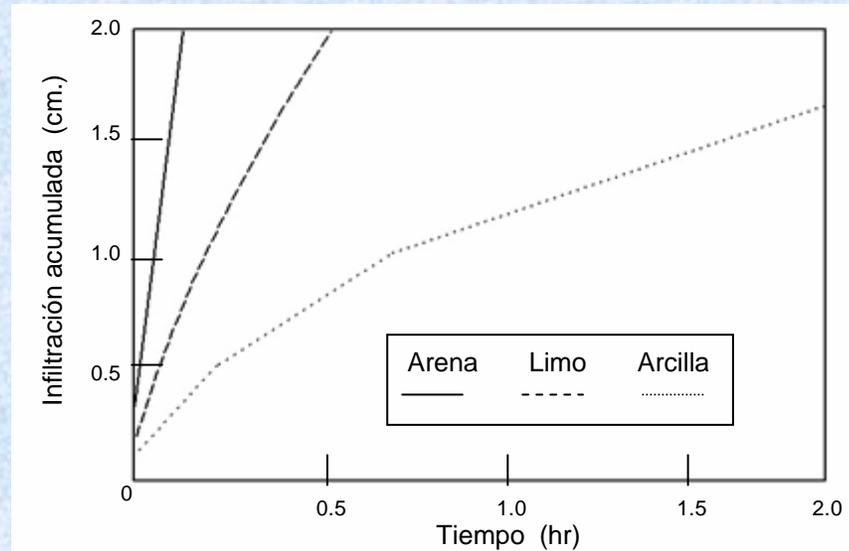
Modificado de Tindall y Kunkel (1999)



FACTORES QUE INFLUYEN EN LA INFILTRACIÓN

2. Características del suelo

- Textura
- Estructura
- Materia orgánica



Modificado de Tindall y Kunkel (1999)

- Profundidad
- Humedad precedente

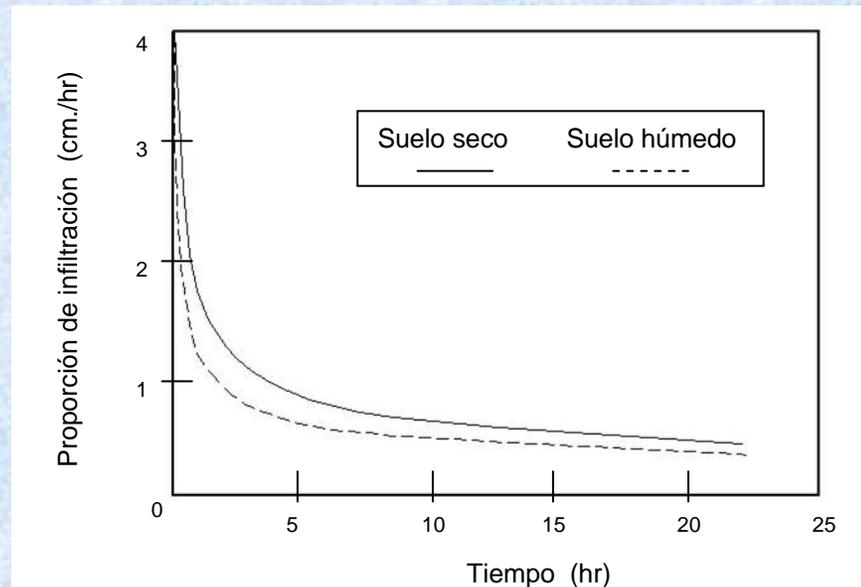


Tabla 5.4.- Grupos de suelo según su capacidad de infiltración (Musgrave y Holtan, 1964)

Grupo de suelo	Capacidad de infiltración (mm/h)	Características del suelo
A	8 a 12	Arenas profundas, Loes profundos, suelos con buena estructura
B	4 a 8	Loes poco profundos y suelos franco-arenosos
C	1 a 4	Suelos franco-arcillosos, limos arenosos poco profundos, suelos pobres en materia orgánica, suelos arcillosos
D	0 a 1	Suelos con elevado porcentaje de arcillas hinchables, suelos arcillosos pesados, ciertos suelos salinos



FACTORES QUE INFLUYEN EN LA INFILTRACIÓN

3. Características de la cubierta vegetal

La parte aérea de la vegetación intercepta la lluvia y disminuye su intensidad, evitando el sellado de la superficie del suelo y la formación de costra

La capa de residuos sobre el suelo aumenta la rugosidad del suelo y disminuye la velocidad de la escorrentía superficial

La materia orgánica incorporada al suelo mejora la estabilidad de los agregados

Las raíces crean vías favorables para la entrada de agua, y cuando mueren y se descomponen, dejan macroporos y pequeñas galerías

4. Fauna del suelo

Las lombrices, topos y otra fauna edáfica también contribuyen notablemente a la formación de galerías, macroporos, por donde puede circular con facilidad el agua dentro del suelo.



FACTORES QUE INFLUYEN EN LA INFILTRACIÓN

5. Usos del suelo

Los usos del suelo determinan el grado de compactación del suelo, lo que disminuye su porosidad (poros de mayor tamaño) (ej. sobrepastoreo, paso de maquinaria agrícola, de vehículos, etc.)

En ocasiones, determinan el sellado del suelo, o su impermeabilización (ej. urbanización, centros comerciales, vías de transporte, etc.)

6. Comportamiento del suelo

- Sellado de la superficie (*sealing*) y formación de costra (*crusting*)
- Formación de grietas y expansión de arcillas (*swelling*)
- Hidrofobia



Tabla .- Características de los suelos y tasas de infiltración (medidas con infiltrómetros de doble anillo) en tres tipos de uso del suelo, en el norte de Marruecos (Berglund *et al.* (1981), adaptado por Brooks *et al.*, 1991).

	Intensamente pastoreado (palmitos)ç	Moderadamente pastoreado (matorral)	No pastoreado, revegetado (<i>Pinus halepensis</i>)
Textura	Gruesa	Media	Fina
Materia orgánica (%)	1,47	1,77	2,7
Densidad aparente (g/cm ³)	1,44	1,42	1,22
Cobertura de vegetación (%)	12,5	41,3	99
Pendiente (%)	0-10	5-25	5-40
Infiltración inicial (mm/h)	179	194	439
Infiltración a las 2 h (mm/h)	43	65	226