



## 3. Erosión hídrica del suelo: factores

### **Punto 3** **Erosión hídrica: FACTORES**



## 3. Erosión hídrica del suelo: factores

# Factores de la erosión hídrica



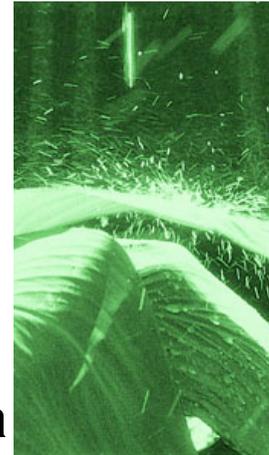
**1. LLuvia**



**2. Suelo**



**3. Topografía**



**4. Vegetación**



**5. Uso**

Los cinco factores responsables de la erosión hídrica de los suelos.



# 3. Erosión hídrica del suelo: factores

3. Topografía

2. Suelo

1. Lluvia

5. Uso

4. Vegetación

## ☐ Factores de la lluvia

- **Volumen:** cantidad y distribución
- **Intensidad y duración**

### ● **Caracteres de las gotas**

tamaño, velocidad y energía

Además del tamaño, en el poder erosivo de una lluvia influirá su velocidad y energía.

La velocidad varía entre 5-9 m/seg y la energía (o su cantidad de movimiento) dependerá de esta velocidad y del tamaño de las gotas.



# 3. Erosión hídrica del suelo: factores

- 1. Lluvia
- 2. Suelo
- 3. Topografía
- 4. Vegetación
- 5. Uso

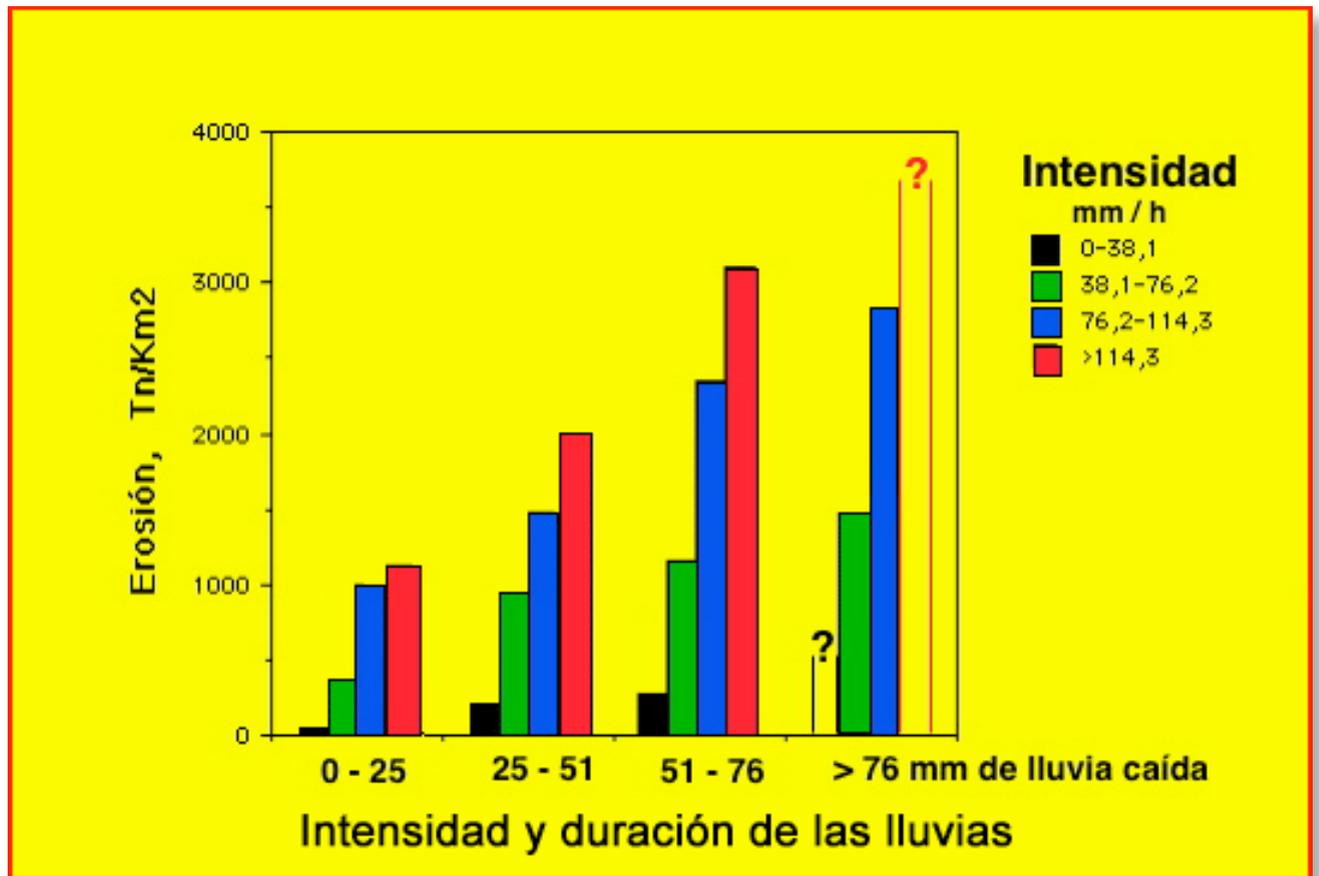


Gráfico de procedencia desconocida

Igualmente los estudios de campo han demostrado buenas correlaciones entre la duración de las lluvias y las erosiones producidas.

En esta gráfica la duración de las lluvias se representa por el volumen total caído (corta duración, lluvia caída con un volumen de 0-25 mm; moderada duración, lluvias de 25-75mm caídos, etc). Las distintas intensidades están representadas por diferentes coloraciones (baja intensidad, de 0-38,1 mm/h, en color negro; etc).

Para una determinada intensidad (por ejemplo, barra verde o azul) la erosión producida en el suelo aumenta al incrementarse la duración de la tormenta.

Los signos de interrogación indican que, en la experiencia estudiada, para esas intensidades no se presentaron lluvias con esas duraciones.



### 3. Erosión hídrica del suelo: factores

- 1. Lluvia
- 2. Suelo
- 3. Topografía
- 4. Vegetación
- 5. Uso

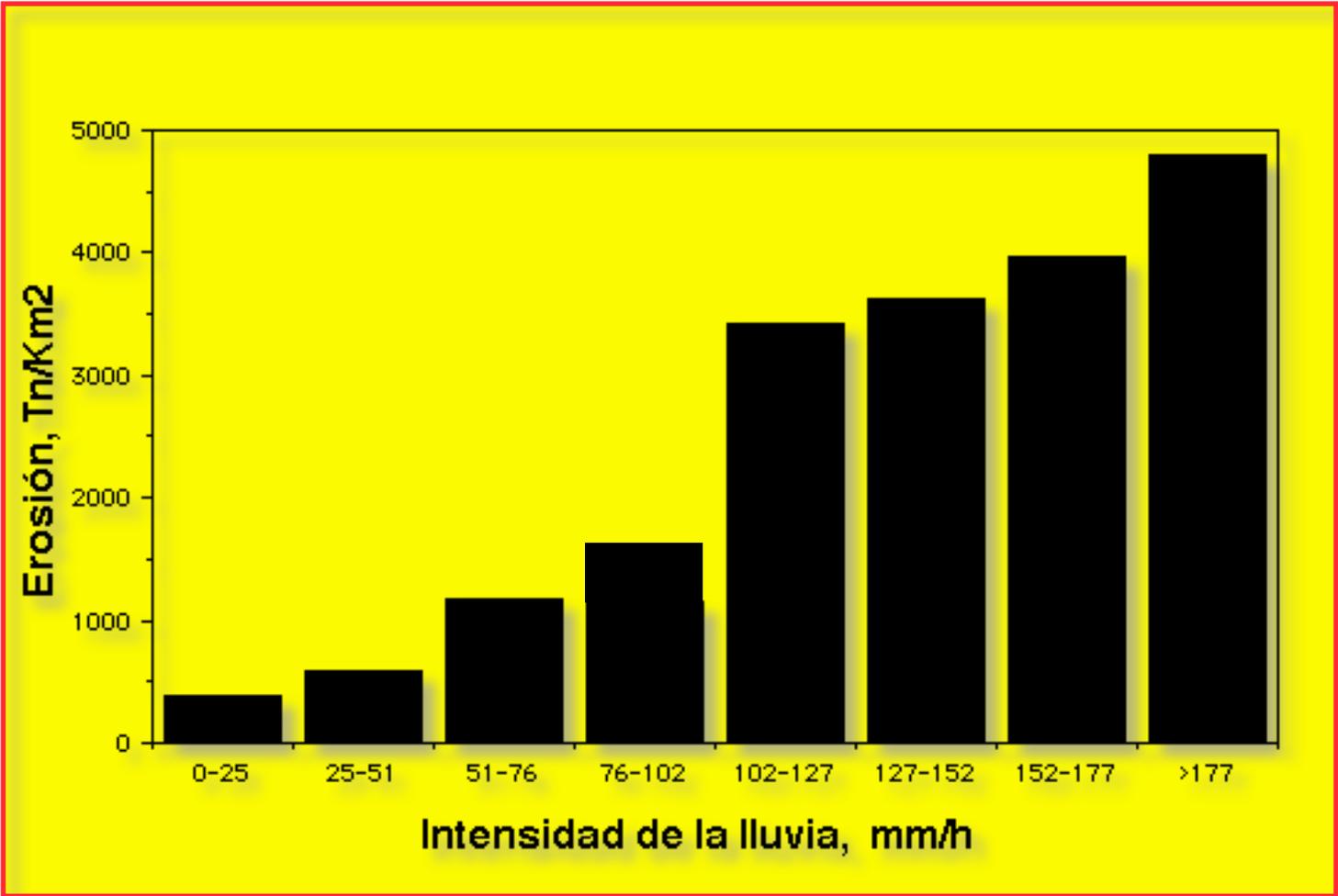


Gráfico de procedencia desconocida

Como era de esperar, los estudios experimentales con lluvias naturales han mostrado unas muy buenas correlaciones entre la intensidad de las lluvias y las erosiones producidas en los suelos (a mayor intensidad, siempre se produce una mayor erosión en el suelo).



## Factores de la lluvia

### ❑ Escorrentía

- Intensidad y volumen de las lluvias
- Infiltración del suelo
- Pendiente del terreno
- Cobertura vegetal
- Rugosidad de la superficie

Directamente relacionado con la lluvia tenemos la escorrentía. Que dependerá de una serie de factores.

La escorrentía (y su poder erosivo) aumentará al:

- aumentar la intensidad y duración de las lluvias
- disminuir la capacidad de infiltración del suelo
- aumentar la pendiente del terreno
- disminuir la cobertura vegetal
- disminuir la rugosidad de la superficie



# 3. Erosión hídrica del suelo: factores

- 1. Lluvia
- 2. Suelo
- 3. Topografía
- 4. Vegetación
- 5. Uso

## Permeabilidad

## Cubierta vegetal

## Pendiente

<5%	5-10%	>10%
-----	-------	------

**Suelo muy permeable**  
(<20% arcilla)

Suelo cubierto  
Tierra cultivada

0,30	0,35	0,40
0,40	0,45	0,50

**Suelo de permeabilidad media**  
(20-30 % arcilla)

Suelo cubierto  
Tierra cultivada

0,50	0,55	0,60
0,60	0,65	0,70

**Suelo impermeable**  
(>30% arcilla)

Suelo cubierto  
Tierra cultivada

0,60	0,65	0,70
0,70	0,75	0,80

## Coeficiente de escorrentía

$C = \text{volumen de agua escurrida} / \text{volumen de agua caída}$

7

En los estudios de erosión es muy interesante conocer que porcentaje del agua de lluvia se convierte en agua de escorrentía.

El coeficiente de escorrentía se puede calcular de una manera aproximada en función de los parámetros del suelo que mas influyen en la escorrentía producida, como son: permeabilidad, cubierta vegetal y pendiente de la superficie.

El coeficiente de escorrentía será mayor al aumentar la impermeabilidad del suelo, disminuir la cubierta vegetal y aumentar la pendiente.

Así las regiones de suelos sensibles a la erosión por escorrentía serán aquellos que presente suelos arcillosos (baja permeabilidad), con escaso desarrollo de la cobertura vegetal (suelos agrícolas) y con relieves moderados a fuertes (colinas y montañas).

En líneas generales podemos recordar que el coeficiente de escorrentía varía entre el 0,30 (para las peores condiciones) y el 0,80 (para suelos muy permeables, recubiertos de vegetación y en relieves llanos).

Un valor medio representativo puede ser 0,5 a 0,7 que representa que del 50% al 70% del agua de lluvia caída pasa a ser agua de escorrentía.



# 3. Erosión hídrica del suelo: factores

- 1. Lluvia
- 2. Suelo
- 3. Topografía
- 4. Vegetación
- 5. Uso

## Factor suelo

Evidentemente un factor a tener en cuenta será el propio suelo, que dependiendo de sus características va a presentar muy distinto grado de sensibilidad frente a la erosión.



## 3. Erosión hídrica del suelo: factores

3. Topografía

5. Uso

2. Suelo

4. Vegetación

1. Lluvia

- **adhesión**
- **infiltración**

La erodibilidad de los suelos frente a la erosión estará marcada por el poder de adhesión de sus partículas constituyentes y por su capacidad de infiltración.

Los suelos sensibles a la erosión serán aquellos que tengan sus partículas débilmente unidas y con una permeabilidad muy baja.



# 3. Erosión hídrica del suelo: factores

3. Topografía

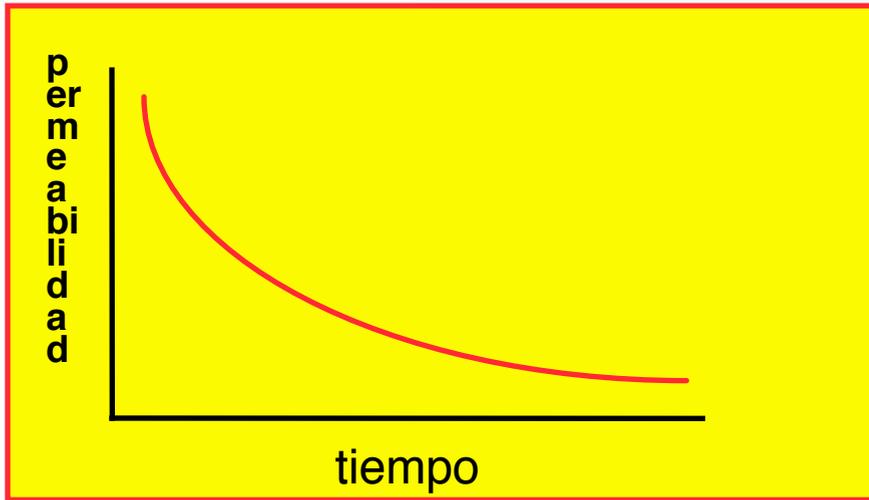
2. Suelo

1. Lluvia

5. Uso

4. Vegetación

Permeabilidad  
condicionada por el sistema poroso



**mm / hora = suelos poco permeables**  
**cm / hora = suelos medianamente permeables**  
**dm / hora = suelos muy permeables**

**permeabilidad de los horizontes subsuperficiales**

Aunque la permeabilidad del horizonte superficial es decisiva, también es importante la de los horizontes subsuperficiales.

Como es sabido los suelos pueden presentar cambios texturales y estructurales en su perfil lo que influirá en la permeabilidad.

Por ejemplo, podemos tener un horizonte superficial arenoso, de alta permeabilidad; si el suelo es un Regosol, los horizontes subsuperficiales muy posiblemente sean también arenosos y tendremos un caso de alta permeabilidad; pero si se trata de un Luvisol los horizontes subsuperficiales serán horizontes Bt, ricos en arcilla y por tanto poco permeables, con lo que la permeabilidad de este suelo será en su conjunto mucho menor que la del suelo anterior.

En general, un cambio textural/estructural representa una discontinuidad para la circulación del agua que provoca una disminución del valor de permeabilidad.



## 3. Erosión hídrica del suelo: factores

3. Topografía

5. Uso

2. Suelo

4. Vegetación

1. Lluvia

- Permeabilidad / porosidad**
- Estructura**
- Textura**
- Materia orgánica**
- Pedregosidad superficial**
- Rugosidad superficial**

11

Otros factores que influyen son:

- Estructura. Al formarse los pedos estructurales aparecen poros (los terrones están separados entre sí por huecos) que facilitan la infiltración del agua.
  - Textura. Las diferentes fracciones granulométricas del suelo presentan distintas tendencias frente a su arrastre por el agua, según su volumen (superficie de choque frente al deslizamiento del agua de escorrentía) y peso (resistencia al movimiento) y su grado de agregación (protección por la unión a agregados de gran tamaño). Así los suelos más erosionables serán los de textura limosa.  
Menos erosionables: arenas, especialmente las gruesas.  
Además, las gravas y las arenas presentan un tamaño de grano grande y al acoplarse dejan huecos grandes por lo que resultan suelos permeables. Por el contrario las arcillas con un tamaño de partícula muy pequeño forman suelos impermeables.
  - Materia orgánica. Ejerce un importante papel de protección debido a ser un agente de agregación.
  - Pedregosidad superficial. Las piedras y gravas no son afectadas por el impacto de las gotas de lluvia ni son arrastrables por la escorrentía. Además protegen al suelo que tienen debajo.
  - Rugosidad de la superficie. Representa un freno al deslizamiento de la escorrentía quitándole poder erosivo.
- Resumiendo, podemos preguntarnos cuáles serán los suelos más sensibles a la erosión hídrica. Pues por lo expuesto anteriormente podemos decir que serán los que presenten: texturas limosas, poco estructurados, con bajos contenidos en materia orgánica, baja permeabilidad, sin piedras ni gravas y con la superficie del terreno lisa.



# 3. Erosión hídrica del suelo: factores

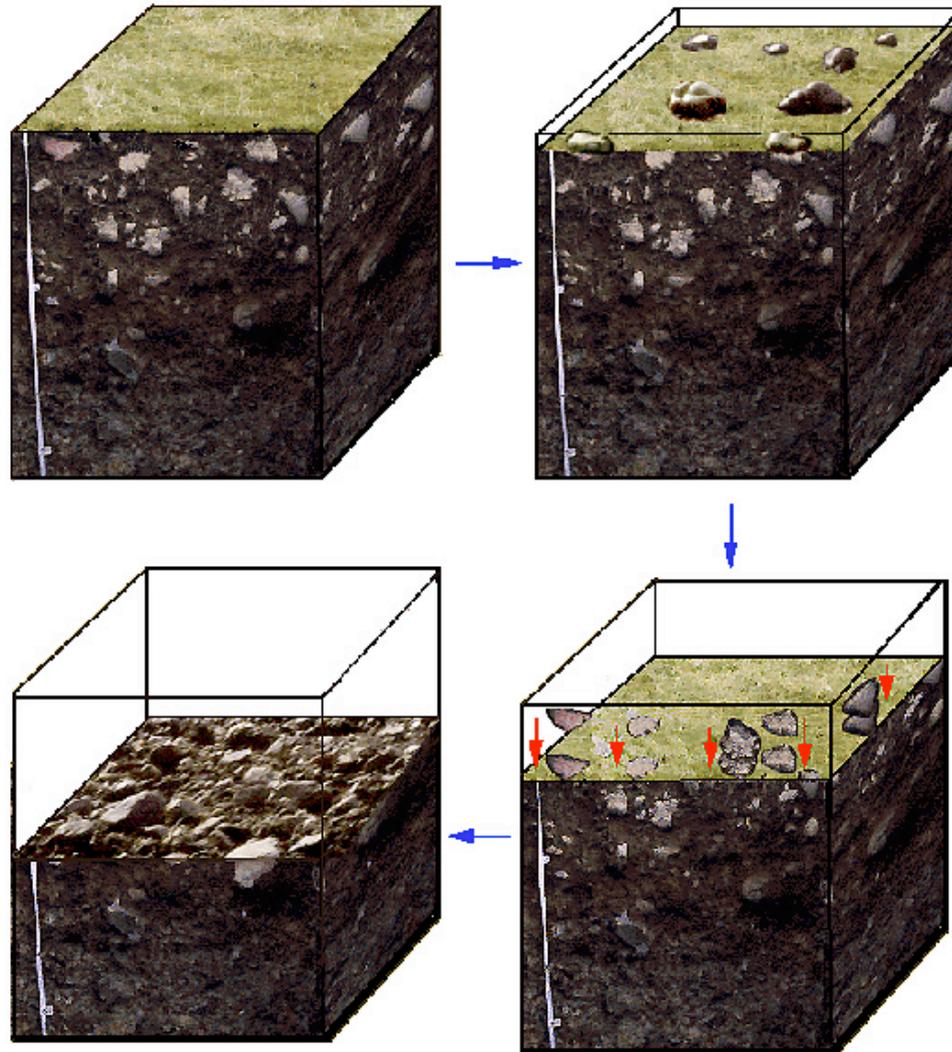
3. Topografía

2. Suelo

1. Lluvia

5. Uso

4. Vegetación



Al erosionarse las fracciones finas, las gravas y las piedras van concentrándose sobre la superficie del terreno.

Las gravas y piedras están dentro del suelo y no tienen porqué sobresalir de la superficie. Pero si el material que las rodea se va, si quedan resaltadas en la superficie. Al desaparecer la capa superficial del suelo en un determinado espesor todas las gravas y piedras que estaban en esa capa "caen" a la nueva superficie del suelo. Esto explica el hecho frecuente, observable en los perfiles de suelos, de que la concentración de gravas en los distintos horizontes del perfil es mucho menor que su porcentaje en la superficie del terreno (la razón entre estas concentraciones podría representar un buen índice para medir la erosión soportada por un suelo).

Una vez que el suelo se ha erosionado hasta formar una capa de gravas en la superficie (dibujo inferior izquierda) ya no se sigue erosionando pues las gravas protegen al suelo de la erosión. Se ha pasado espontáneamente de una situación de extrema erosión a unas condiciones de total estabilidad.



## 3. Erosión hídrica del suelo: factores

3. Topografía

5. Uso

2. Suelo

4. Vegetación

1. Lluvia

# Factor topográfico



### 3. Erosión hídrica del suelo: factores

## □ **Inclinación de la pendiente**

3. Topografía

5. Uso

2. Suelo

4. Vegetación

1. Lluvia

TEXTURA SUELO	lluvia media anual	long. pend. m	incli. pend. %	cultivo	erosión media t/ha	escorr. media %
limo arcilloso 1	526	30	0	algodón	5	6,4
			1		13	15,1
			2		17	15,5
limoso fino 2	1.041	22	9	algodón	70	20,9
			16		178	14,6
arcilloso 3	889	22	2 4	maíz	26 75	13,4 16,6
limoso fino 4	926	22	8 12	maíz	148 181	30,4 42,0

Tabla de procedencia desconocida

La influencia de la inclinación sobre la erosión producida en el suelo ha sido demostrada por numerosas experiencias en el campo (la Edafología no es una ciencia exacta como las matemáticas y hay que contrastar las deducciones teóricas con lo que realmente ocurre en el campo).

En esta experiencia se ha trabajado con cuatro parcelas. En cada una de ellas era constante la textura del suelo, el cultivo, la lluvia y la longitud de la pendiente, variando sólo la inclinación.

En la parcela 1 se estudian en tres zonas con inclinaciones del 0, 1 y 2%. A pesar de estas pequeñas diferencias de pendiente los resultados marcan claramente como al aumentar la inclinación aumenta la erosión y la escorrentía producidas.

En las otras tres parcelas las diferencias de inclinación son marcadas y así se refleja en los resultados (en la parcela 2 se produce un desajuste en los valores de la escorrentía que con los datos proporcionados por los autores de la experiencia no se pueden justificar).



# 3. Erosión hídrica del suelo: factores

3. Topografía

5. Uso

2. Suelo

4. Vegetación

1. Lluvia

## Inclinación crítica

Máximo valor de inclinación de la pendiente para que no se produzca erosión en una determinada región geográfica (con iguales lluvias, suelo, vegetación y uso)

## Intensidad máxima de lluvia no erosiva

TEXTURA

PENDIENTE

	6%	8%	12%
arena gruesa	38	25	13
arenosa franca	20	15	10
limosa franca	10	7	5
arcillosa fuerte	2,5	2	1,5

**TORMENTA EXCESIVA:** intensidad máxima de lluvia no erosiva para distintas pendientes y tipos de suelos.

VALORES MEDIOS: 10-20 mm / h ó 20 - 30 mm / 24 h

tabla de procedencia desconocida

Para los estudios de campo de una determinada región geográfica es útil definir los conceptos de inclinación crítica y de intensidad máxima de lluvia no erosiva.



## 3. Erosión hídrica del suelo: factores

3. Topografía

5. Uso

2. Suelo

4. Vegetación

1. Lluvia

- ☐ **Inclinación de la pendiente**
- ☐ **Longitud de la pendiente**

### Longitud de la pendiente

LONGITUD m	ESCORRENTIA %	EROSION t/ha
48	11	21
96	18	45
192	20	81

Tabla de procedencia desconocida



# 3. Erosión hídrica del suelo: factores

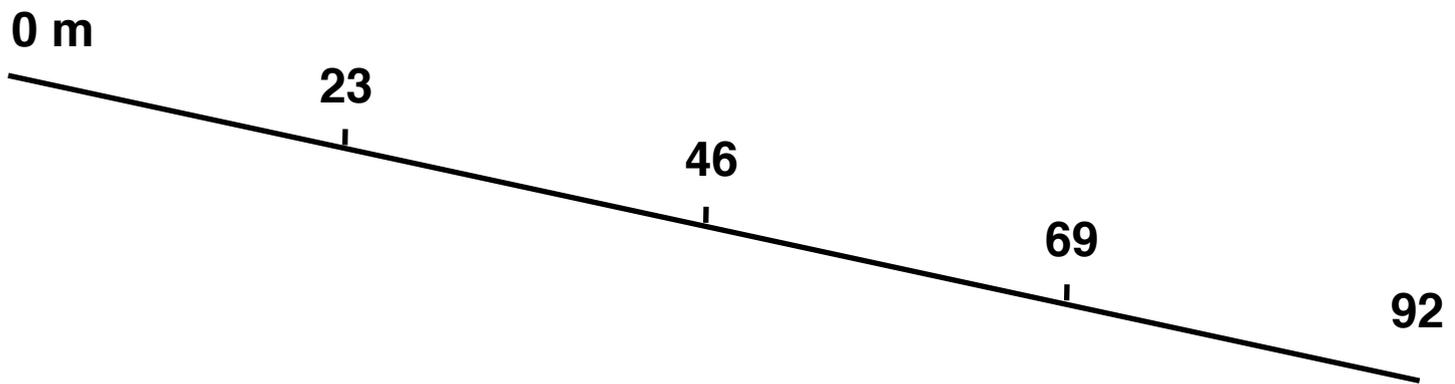
3. Topografía

5. Uso

2. Suelo

4. Vegetación

1. Lluvia



<b>POSICION DEL SEGMENTO en metros</b>	<b>EROSION pérdida relativa de suelo por unidad de superficie</b>
<b>0 - 23</b>	<b>1,00</b>
<b>23 - 46</b>	<b>1,81</b>
<b>46 - 69</b>	<b>2,34</b>
<b>69 - 92</b>	<b>2,77</b>

**Erosión de segmentos iguales según la posición que ocupan en una colina**

Tabla de procedencia desconocida

En una ladera, la erosión del suelo no es la misma en toda su longitud, sino que dependiendo de donde se encuentre el suelo (en la parte alta, media o baja) su erosión será distinta (en la parte alta el caudal y velocidad de la escorrentía serán mínimos, mientras que estos se volverán máximos al pie de la ladera).



## 3. Erosión hídrica del suelo: factores

3. Topografía

5. Uso

2. Suelo

4. Vegetación

1. Lluvia

- Inclinación de la pendiente**
- Longitud de la pendiente**
- Forma de la pendiente**



### 3. Erosión hídrica del suelo: factores

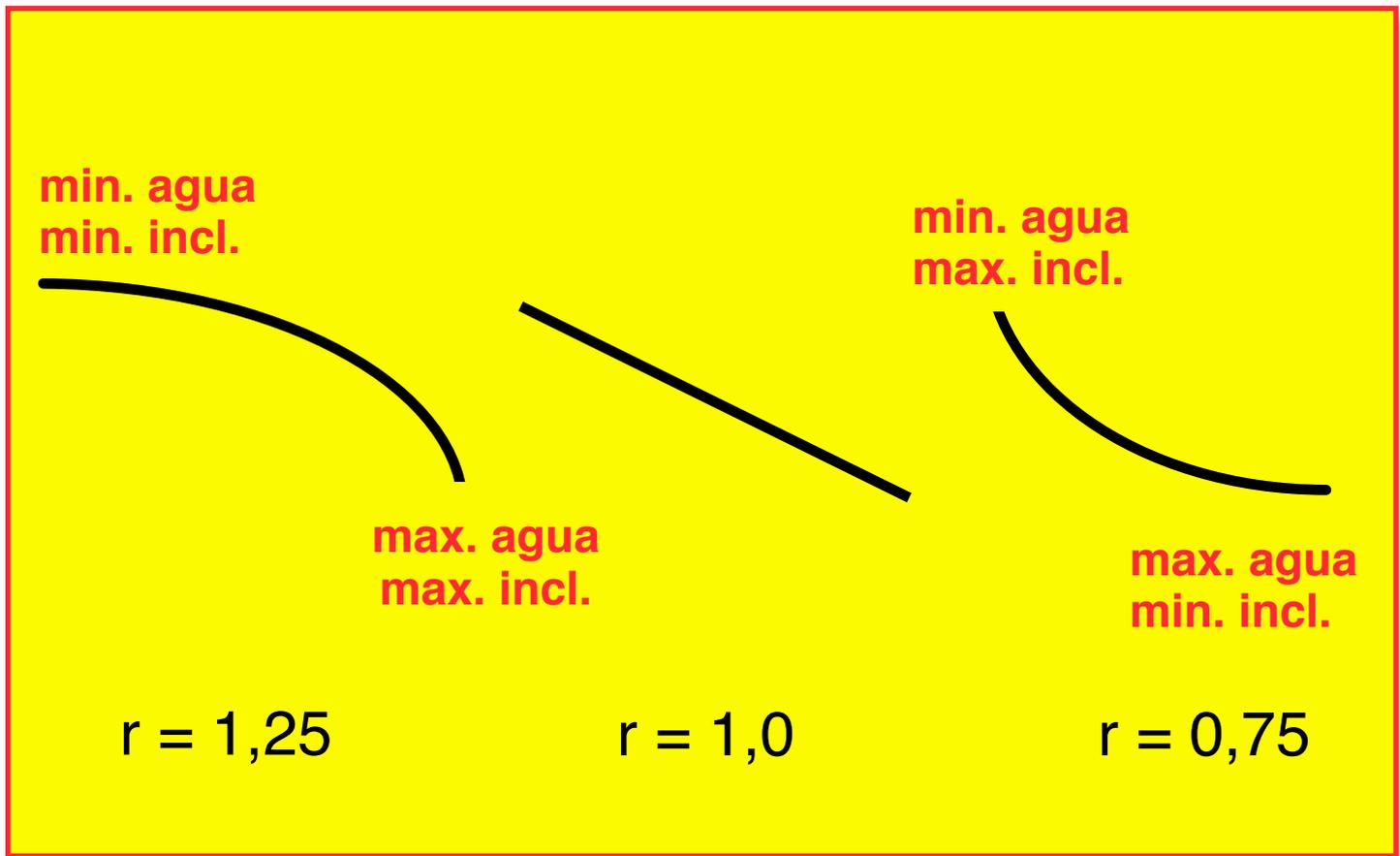
3. Topografía

5. Uso

2. Suelo

4. Vegetación

1. Lluvia



A la forma cóncava de la derecha le corresponderá un valor de erosión bajo (por ejemplo, 0,75), ya que el máximo caudal discurre por la zona de menor inclinación.



# 3. Erosión hídrica del suelo: factores

- 1. Lluvia
- 2. Suelo
- 3. Topografía
- 4. Vegetación
- 5. Uso

## Factor vegetación



### 3. Erosión hídrica del suelo: factores

- 1. Lluvia
- 2. Suelo
- 3. Topografía
- 4. Vegetación
- 5. Uso



¿Que nos quiere mostrar esta fotografía?



## Cuatro acciones principales

- Protección impacto gotas
- Agregación por sus residuos
- Facilita infiltración
- Frena la escorrentía

- Barrera física frente al impacto directo de las gotas de lluvia. Las hojas reciben el impacto, absorben la energía y dejan caer suavemente las gotas
- La materia orgánica tiene un fuerte poder agregante para las partículas del suelo dando suelos con estructuras bien desarrolladas y muy estables.
- Las hojas recogen parte del agua de lluvia y la conducen a las ramas para finalmente pasar a los troncos y llegan así canalizada a infiltrarse en el suelo. Además de entrar el agua en las discontinuidades que aparecen en el contacto suelo-tronco/tallo, la materia orgánica produce porosidad al agregar a las partículas del suelo.
- Los troncos y los tallos representan un obstáculo para la circulación del agua de escorrentía.



### 3. Erosión hídrica del suelo: factores

- 1. Lluvia
- 2. Suelo
- 3. Topografía
- 4. Vegetación
- 5. Uso



Este efecto también se puede observar en los cortafuegos. La ausencia de vegetación en la banda protectora frente a la propagación de un posible fuego representa una zona de fuerte inestabilidad del suelo, produciéndose una intensa erosión, puesta de manifiesto en esta imagen por la presencia de abundantes surcos.



# 3. Erosión hídrica del suelo: factores

3. Topografía

5. Uso

2. Suelo

4. Vegetación

1. Lluvia

## Factor explotación y uso



# 3. Erosión hídrica del suelo: factores

3. Topografía

5. Uso

1. Lluvia

2. Suelo

4. Vegetación

- Cultivos**
- Manejo del suelo**

Los cultivos, según especie, densidad, necesidades, rotaciones, etc y el manejo del suelo, fitosanitarios, laboreo (tipo, intensidad, maquinaria, aperos, ...) ejercen un papel primordial en la erosión de los suelos hasta el punto de que podemos señalar al uso del suelo como la única causa responsables de la erosión de nuestros suelos.

Los suelos vírgenes nunca (o prácticamente nunca) presenta erosión, mientras que esta degradación es omnipresente en las tierras cultivadas.



## 3. Erosión hídrica del suelo: factores

### Test

#### TEST 1

Los siguientes factores de la lluvia influyen en la escorrentía producida. Indíquese la respuesta no correcta

- A la permeabilidad del suelo
- B el volumen
- C la intensidad
- D la distribución anual

la solución en la última pantalla

3. Topografía

2. Suelo

1. Lluvia

5. Uso

4. Vegetación



## 3. Erosión hídrica del suelo: factores

### Test

#### TEST 2

Las acciones de la materia orgánica frente a la erosión del suelo son varias. Indíquese la opción no correcta.

- A protección mecánica de las gotas de lluvia
- B obstáculo para la escorrentía
- C facilita la infiltración
- D aumenta la evaporación

la solución en la última pantalla

3. Topografía

2. Suelo

1. Lluvia

5. Uso

4. Vegetación



## 3. Erosión hídrica del suelo: factores

### Test

#### TEST 3

Si puede modificar un sólo factor para proteger a un suelo frente a la erosión hídrica, cuál elegiría

- A contenido en arcillas
- B inclinación de la pendiente
- C contenidos en arenas
- D longitud de la pendiente

la solución en la última pantalla

3. Topografía

2. Suelo

1. Lluvia

5. Uso

4. Vegetación



## 3. Erosión hídrica del suelo: factores

### Test

#### TEST 4

Los siguientes factores de la lluvia influyen en la escorrentía producida. Indíquese la respuesta no correcta

- A la permeabilidad del suelo
- B el volumen
- C la intensidad
- D la distribución anual

la solución en la última pantalla

3. Topografía

2. Suelo

1. Lluvia

5. Uso

4. Vegetación



## 3. Erosión hídrica del suelo: factores

### Test

#### TEST 5

Indique que suelo es más sensible a la erosión hídrica

- a materia orgánica 3%; limo 20%, arcilla 30%, pendiente 12%
- b materia orgánica 3%; limo 5%; arcilla 35%, pendiente 20%
- c materia orgánica 1%; limo 35%; arcilla 15%, pendiente 5%
- d materia orgánica 1%; limo 30%; arcilla 25%, pendiente 22%

la solución en la última pantalla

3. Topografía

2. Suelo

1. Lluvia

5. Uso

4. Vegetación



## 3. Erosión hídrica del suelo: factores

### Test

#### TEST 6

Qué factor cree que es más importante para la erosión del suelo

- a propiedades intrínsecas del suelo
- b inclinación de la ladera
- c longitud de la ladera
- d vegetación

la solución en la última pantalla



# 3. Erosión hídrica del suelo: factores

## Test

### SOLUCIONES AL TEST

Test 1, C

Test 2, D

Test 3, B

Test 4, A

Test 5, D

Test 6, D

1. Lluvia  
2. Suelo  
3. Topografía  
4. Vegetación  
5. Uso



## 3. Erosión hídrica del suelo: factores

### Resumen

¿Donde la erosión será un problema?

- Suelos cultivados
- Agricultura tradicional
- Climas contrastados, con lluvias torrenciales
- Suelos limosos y pobres en materia orgánica
- Relieves moderados a fuertes
- Moderada a escasa recubierta vegetal

3. Topografía

5. Uso

2. Suelo

4. Vegetación

1. Lluvia