

# **Tema 4**

## **Evaluación de la erosión hídrica**

## **Objetivos**

Conocer los distintos métodos utilizados para reconocer la erosión de los suelos y destacar los que proporcionan mejores resultados.

# Tema 4.

## Evaluación de la erosión hídrica

### 1. Métodos de campo

Como el proceso erosivo es complejo e intervienen muchos mecanismos es difícil que un sólo método de medida sea capaz de proporcionar resultados globales exactos, por lo que existen muchísimos métodos para cuantificar la erosión del suelo con objetivos, metodologías y con fiabilidad de los resultados diferentes.

Vamos a repasar los diferentes métodos utilizados y los vamos a agrupar en tres modalidades.

# Tema 4.

## Evaluación de la erosión hídrica

1. Métodos de campo
2. Métodos de laboratorio

# Tema 4.

## Evaluación de la erosión hídrica

1. Métodos de campo
2. Métodos de laboratorio
3. Métodos de gabinete
4. Test

Los métodos de gabinete se desarrollan en un despacho.

# 1. Métodos de campo

- **Medida de los signos de erosión**



Parcela con erosión laminar y en surcos. La laminar imposible de cuantificar. La erosión en surcos se puede valorar por la densidad de los surcos.





Por ejemplo, extendiendo una cinta métrica y midiendo la cantidad de centímetros ocupados por los surcos frente al total de centímetros de la cinta métrica.



Foto: E. Ortega

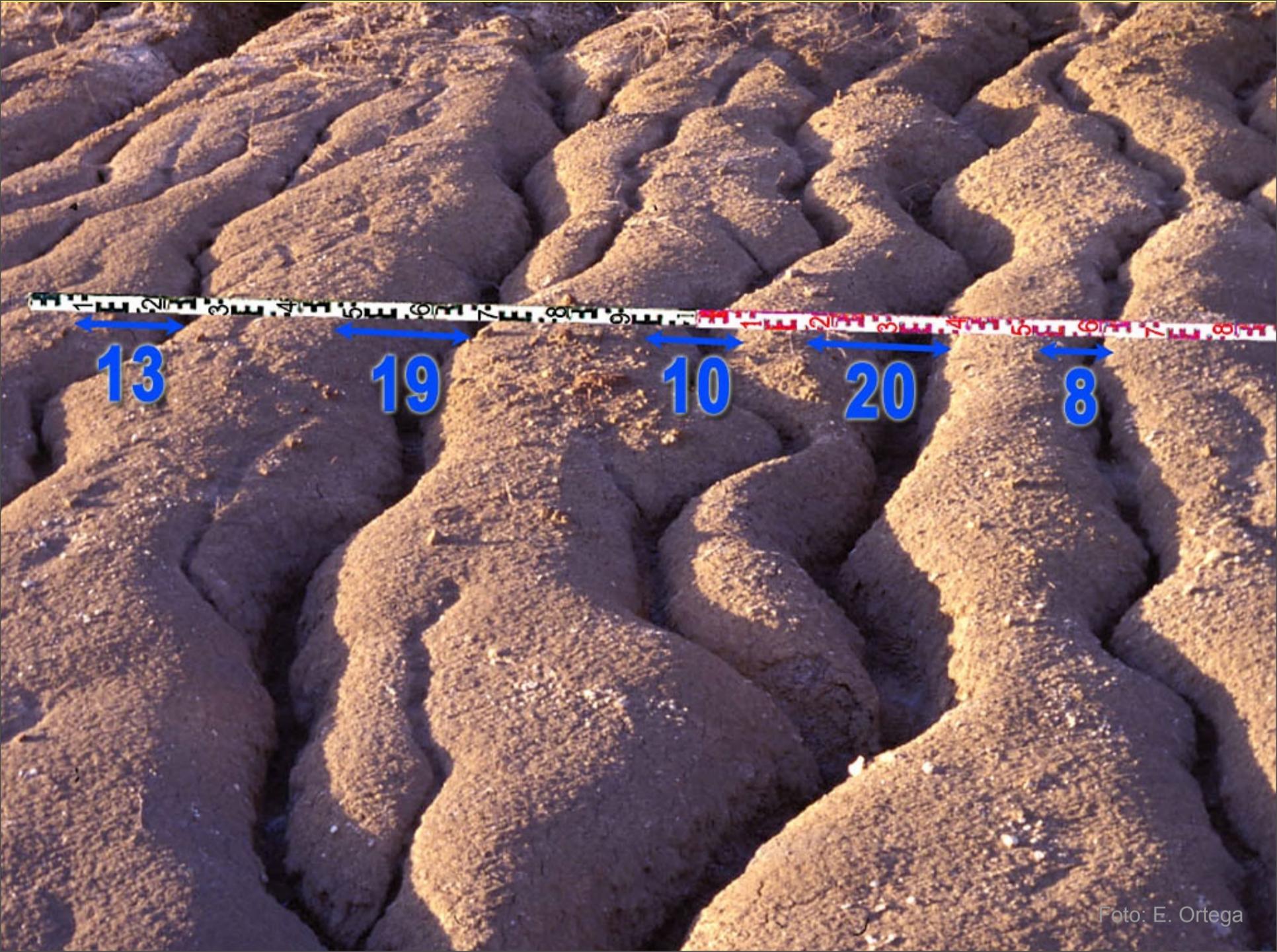
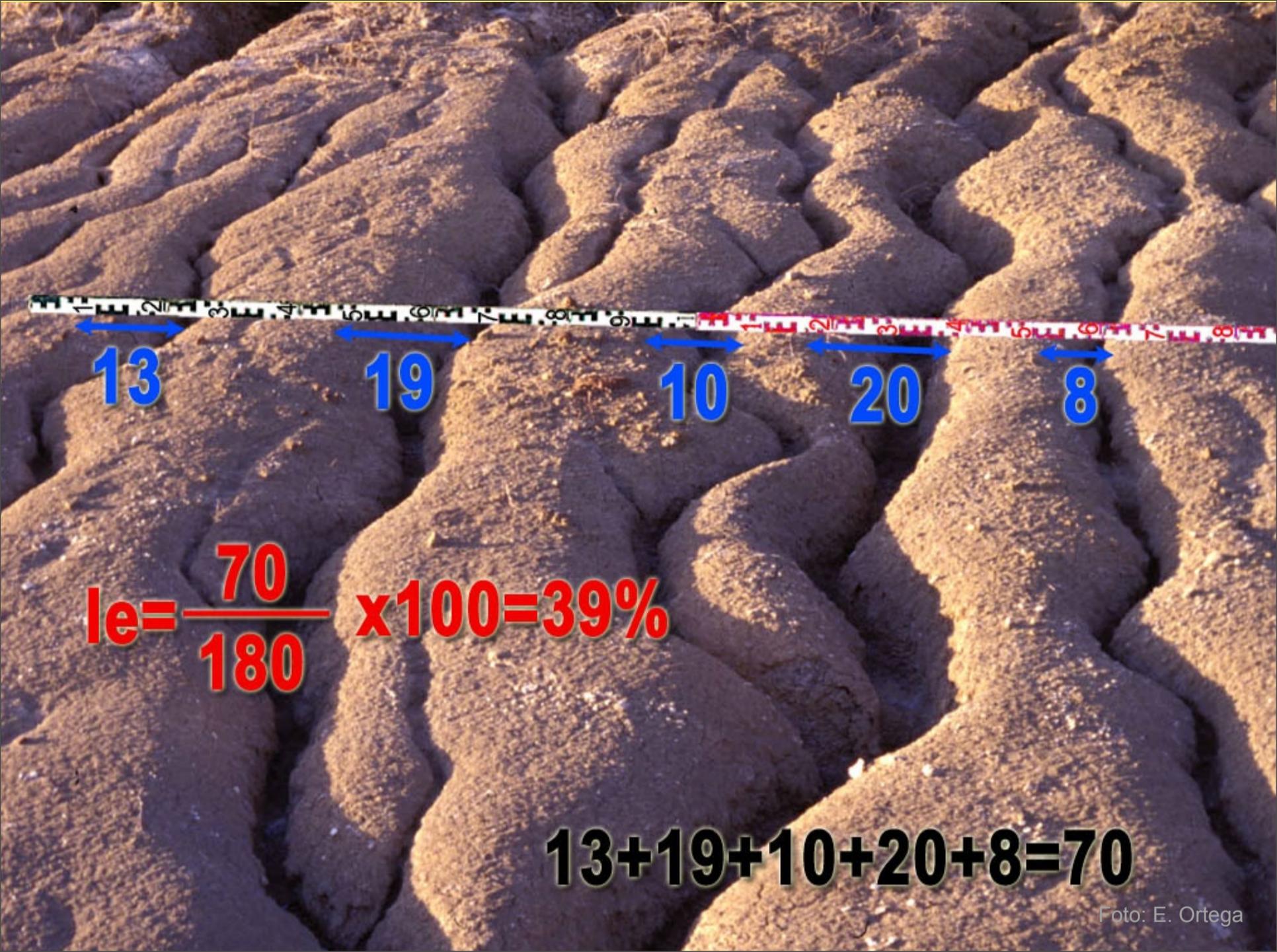


Foto: E. Ortega

Centímetros ocupados por los surcos



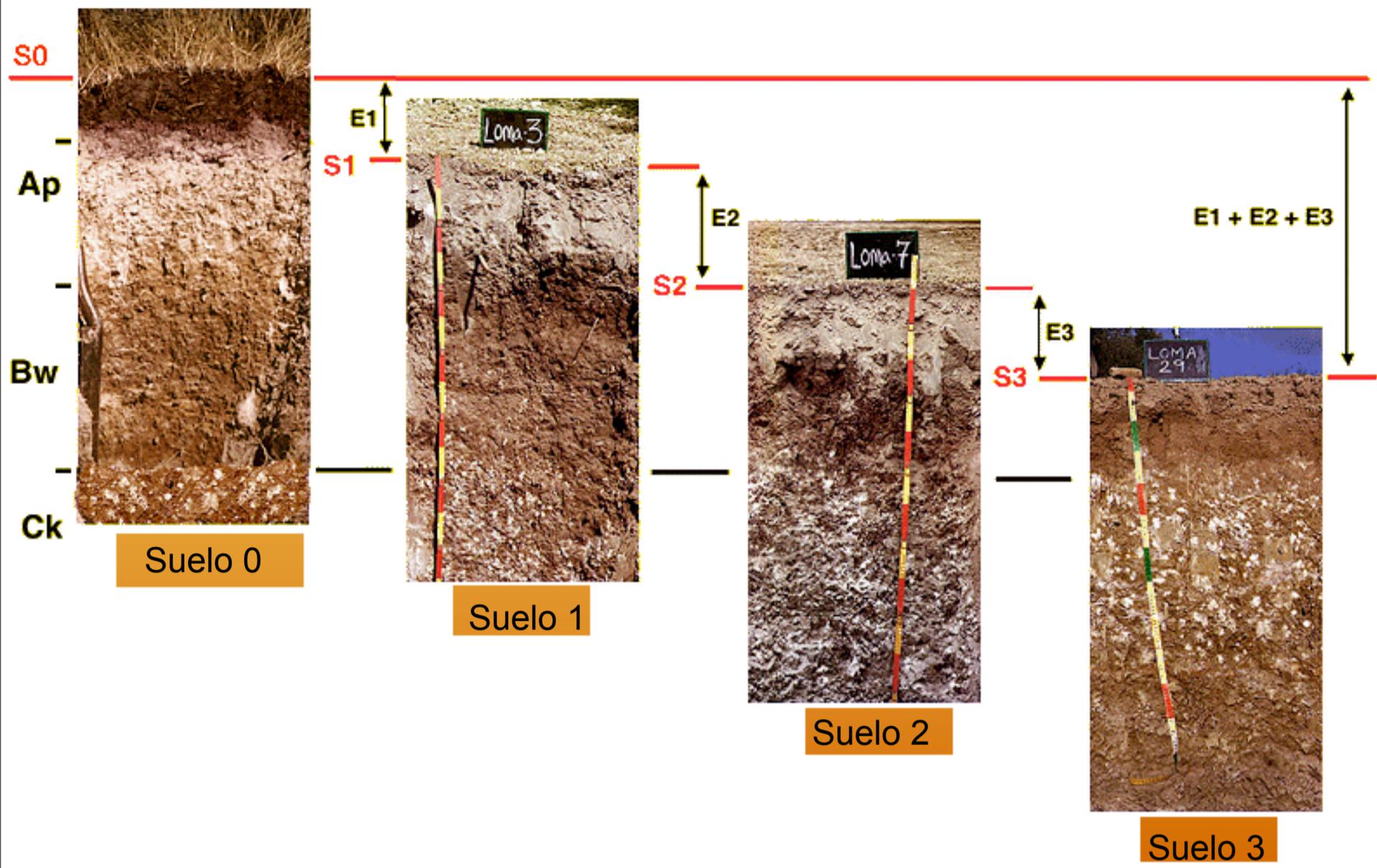
Centímetros ocupados por los surcos, en total 70 cm



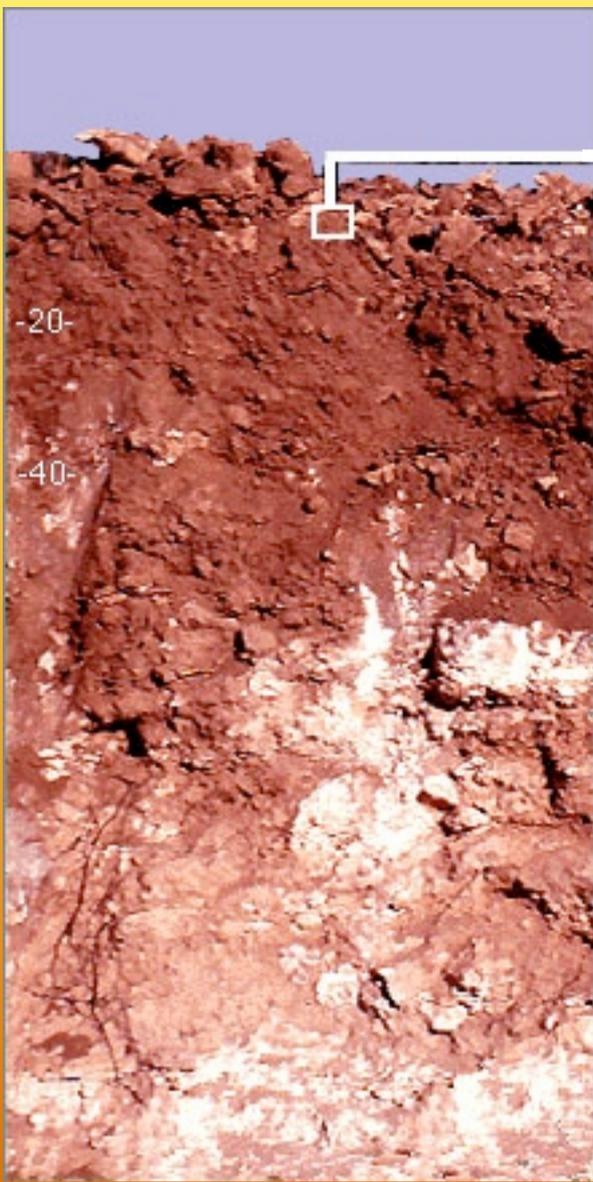
La longitud total de la cinta es de 180 centímetros y como los ocupados por los surcos son 70, la erosión por surcos será del 39%.

## 1. Métodos de campo

- Medida de los signos de erosión
- **Perfiles decapitados**



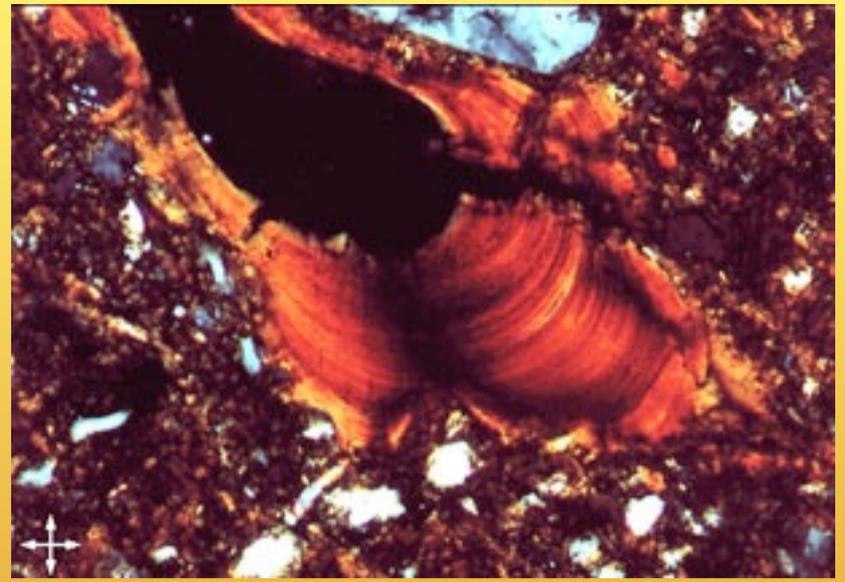
En el tema 1 ya vimos como a partir de la reconstrucción del perfil se puede calcular la cantidad de suelo erosionado.



Ap

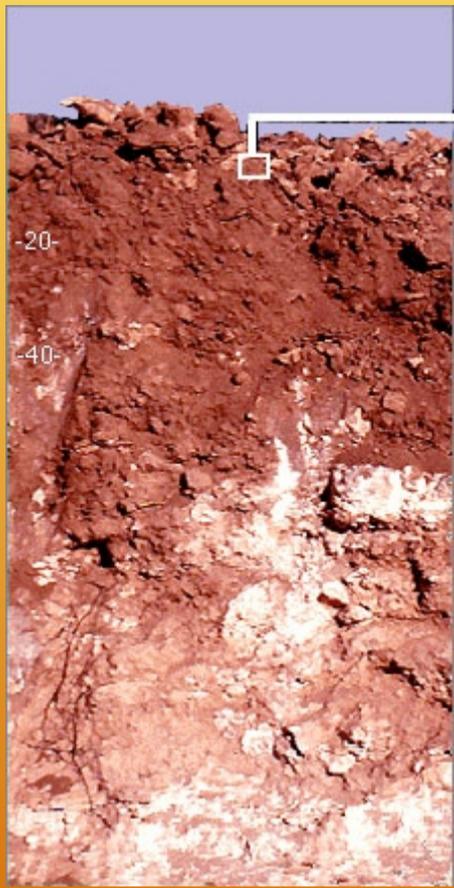
Bt

Ckm



## Calcisol pétrico

También estudiando un suelo con el microscopio petrográfico hemos podido observar signos del desarrollo de procesos de formación del suelo en el horizonte superficial que sólo pueden desarrollarse en un horizonte subsuperficial (en la imagen arcilanes iluviales de la superficie del suelo; la arcilla de estos arcilanes tiene que venir en forma de suspensión de un paquete de suelo situado encima y ahora lo que tenemos es sólo aire).



Ap

Bt

Ckm



Ah

E

Bt

Ckm



erosión

## Calcisol pétrico

A la izquierda se ha reconstruido el perfil no erosionado.



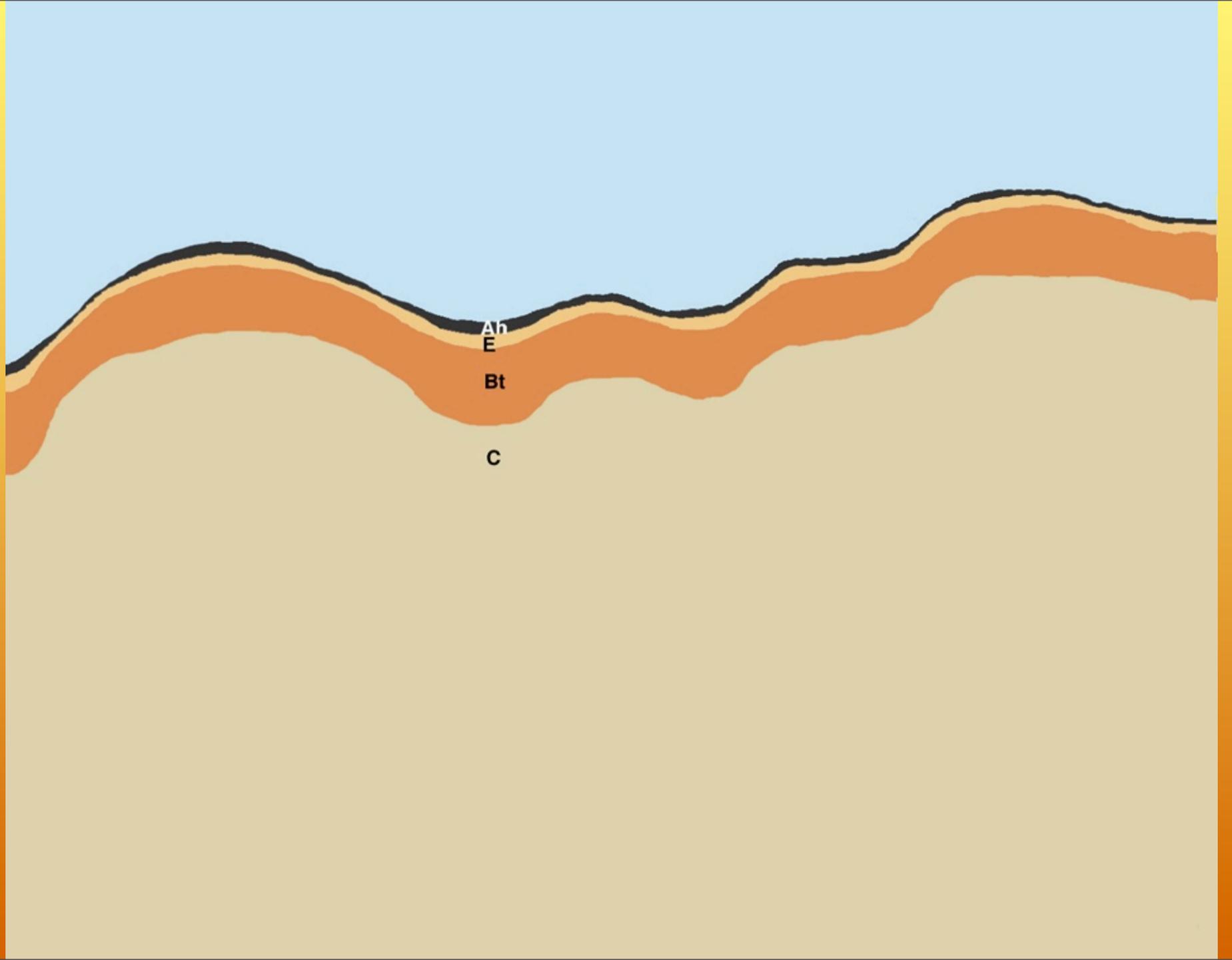
Foto: colección Fullen

¿Y este paisaje a cuento de que viene?

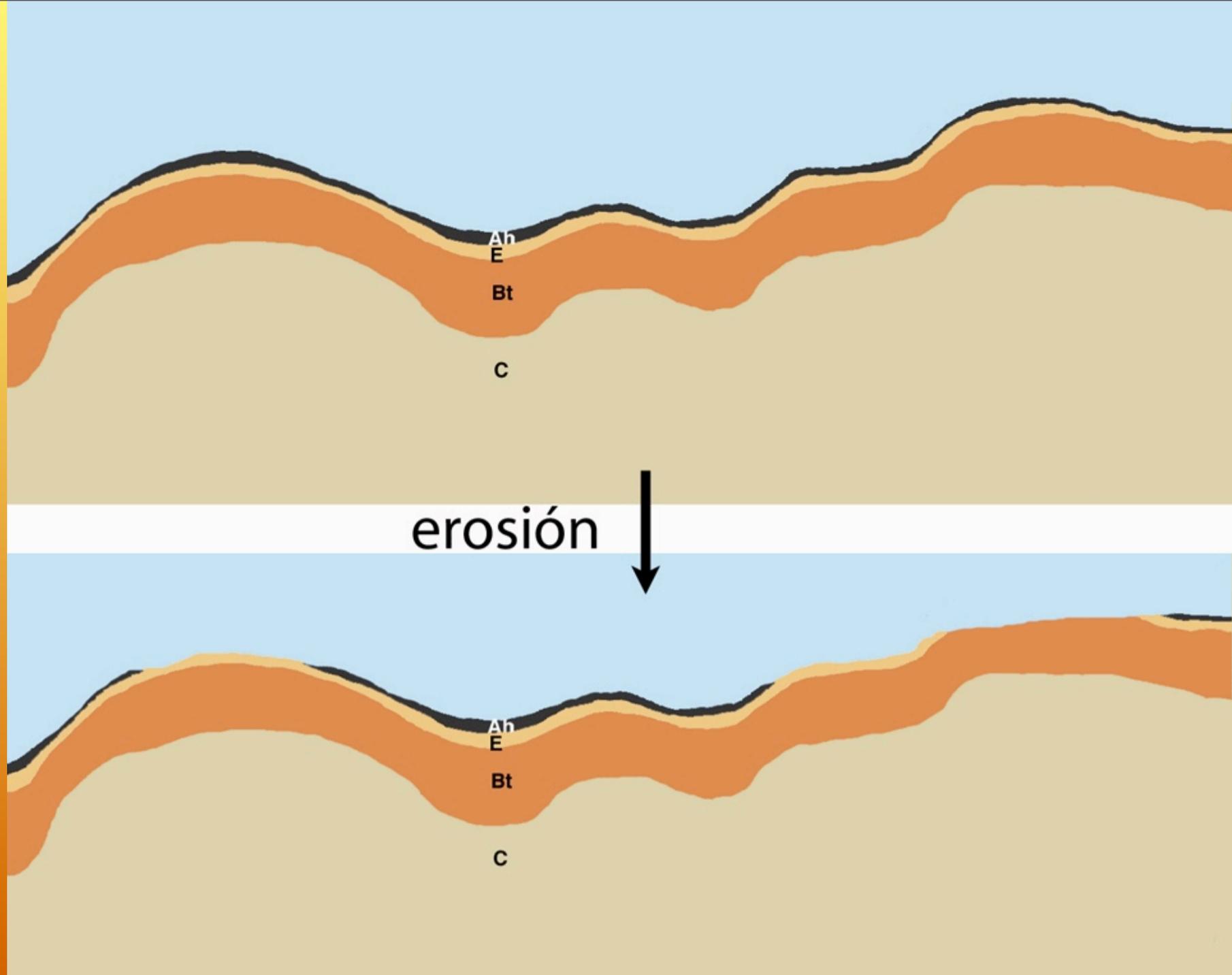


Semejante al anterior, en este paisaje el suelo situado al fondo cambia frecuentemente de coloración (rojo y gris).

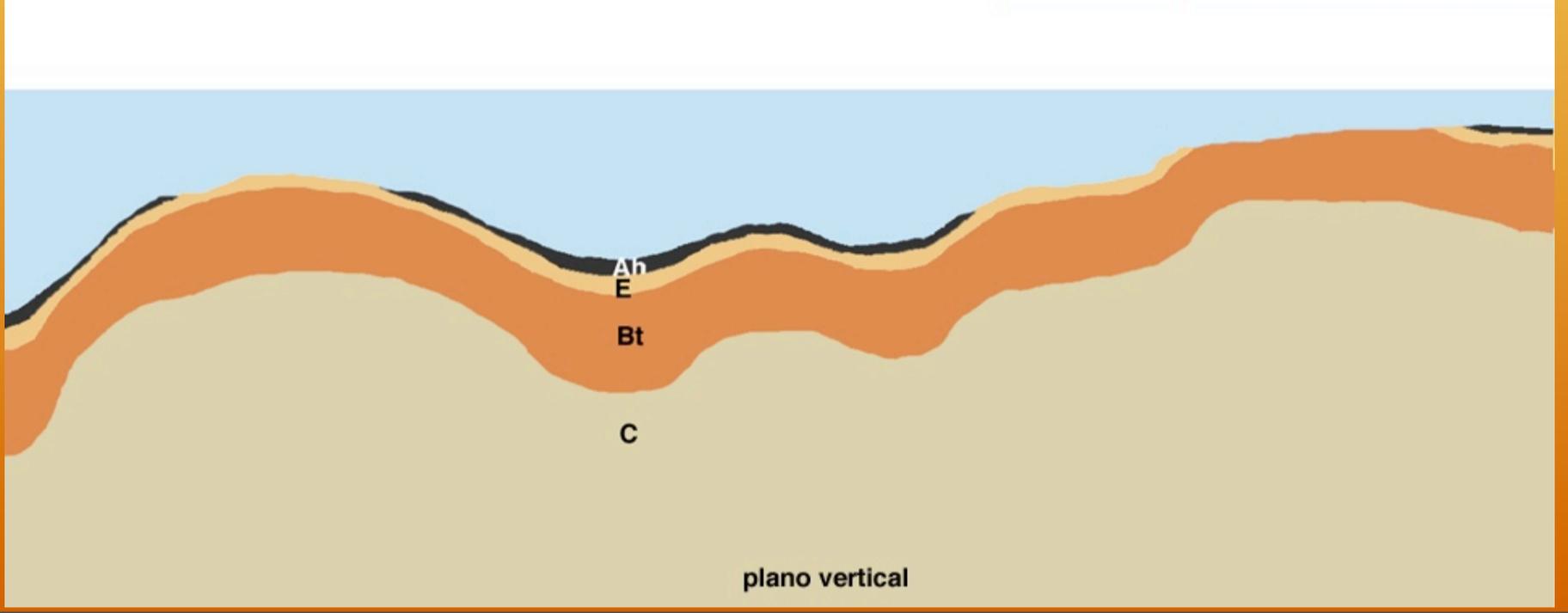
¿Es esto lógico?



Vamos a ver. Como sabemos un suelo se compone de una serie de capas paralelas a la superficie (horizontes). Visto desde arriba el paisaje tendría un color homogéneo (negro gris oscuro).

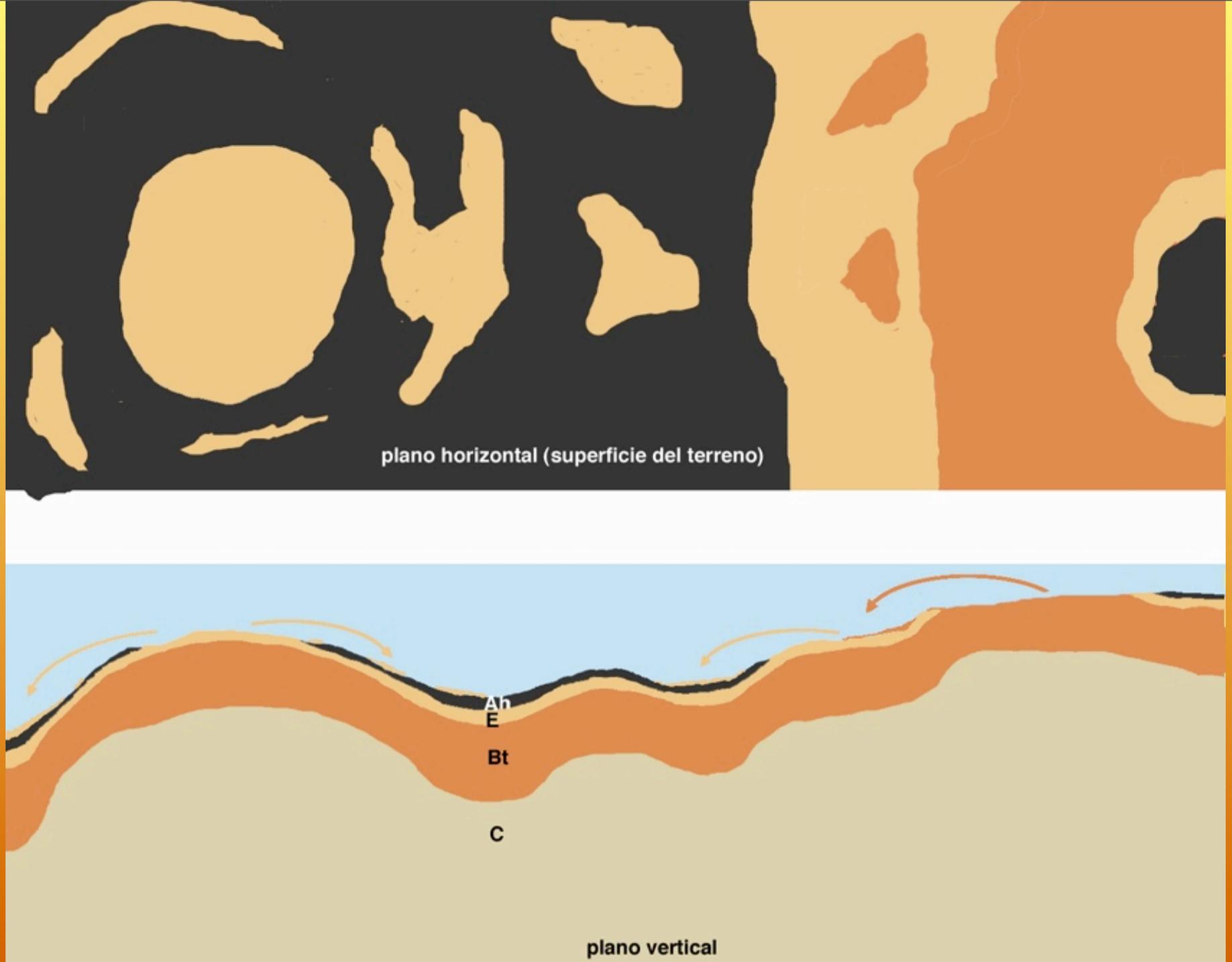


Pero si actúa la erosión como se muestra en la parte inferior del dibujo, el suelo se va perdiendo superficialmente, apareciendo en superficie los horizontes inferiores. Si lo viésemos desde arriba la superficie ...

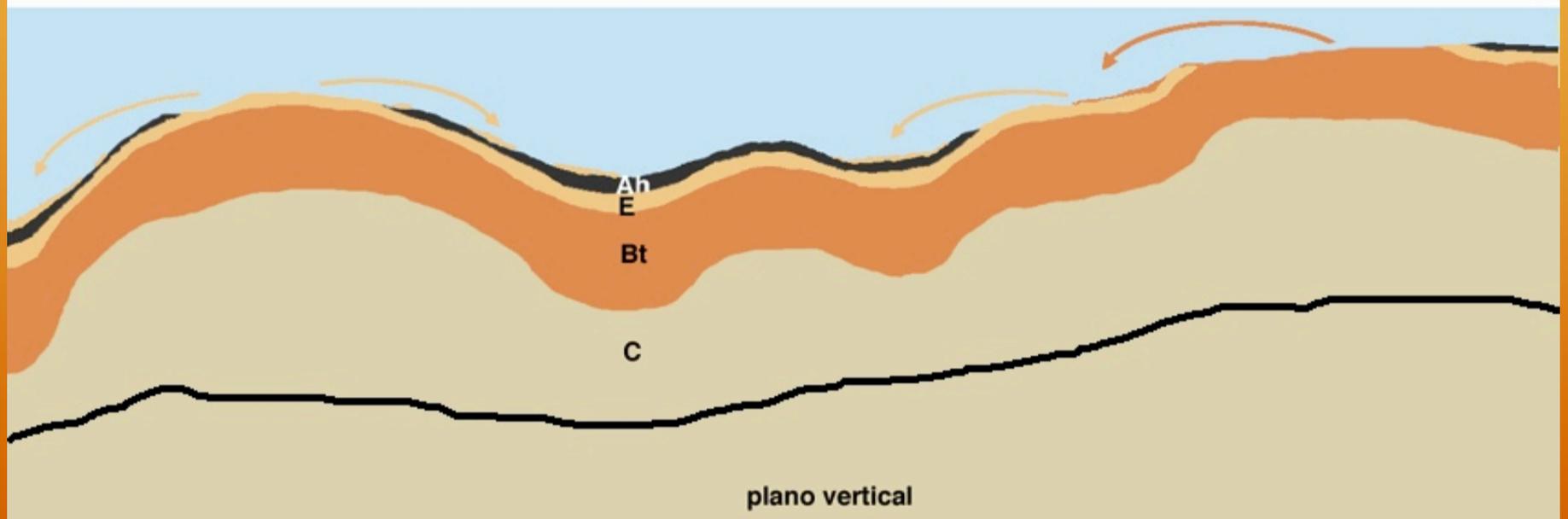
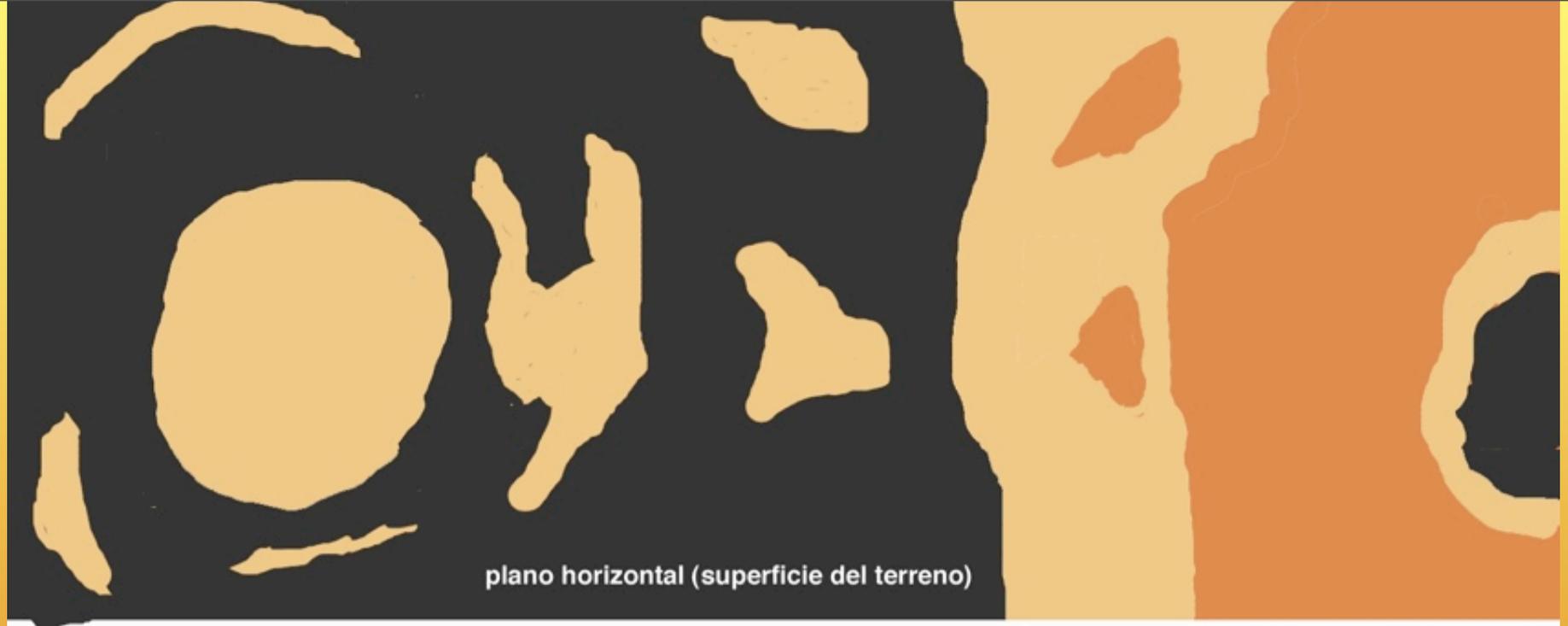


Si lo viésemos desde arriba la superficie ... aparecería con inos cambios de color semejantes al que reproducimos el parte superior del dibujo.





Pero el esquema de coloración se complica porque el suelo que se erosiona de una parte se desplaza hacia las partes más bajas y se deposita enterrando al suelo primitivo. Por lo que un cambio imprevisto de coloración se puede deber tanto a una decapitación como a un enterramiento. Para diferenciarlos habrá que levantar unos perfiles y hacer un estudio comparativo. Pero lo que es incuestionable es que estos cambios de coloraciones de la superficie del suelo son indicativos, por sí mismos, de erosión.



Pero no siempre el proceso erosivo se manifestará en un cambio de coloración, pues como indicamos en la parte inferior del dibujo, si la erosión es máxima el suelo desaparece alcanzándose el material original que presentará un mismo color (no estará horizonado como es el caso del suelo). En este caso la superficie del terreno (ya casi en este caso me repele hablar de suelo) presentará un color uniforme como se muestra en la siguiente pantalla.

plano horizontal (superficie del terreno)

plano vertical



Y este es precisamente el caso más frecuente del paisaje andaluz.



En esta imagen de la carretera de ascenso a la Alhambra de Granada, de abajo a arriba tenemos: un muro artificial de contención, un material rojo, un material pardo en la superficie del terreno y unas chumberas.

El material pardo de la superficie es un suelo actual poco evolucionado (Regosol).

El material rojizo situado debajo es ....

El material rojizo situado debajo es un paleosuelo. ¿Qué puede haber pasado?

Su límite superior es un horizonte Bt. Se encuentra fuertemente erosionado, decapitado, ha perdido los horizontes A y E, y parte del Bt. Su superficie no es paralela a la superficie del terreno. Se debe de tratar de un primitivo Luvisol crómico que en un determinado momento de su historia pasó por un periodo de fuerte erosión, después pudo venir un periodo de fuertes lluvias que depositaron los materiales que lo recubren (en este mismo periodo de lluvias torrenciales pudo producirse en sus primeras fases la erosión del suelo).

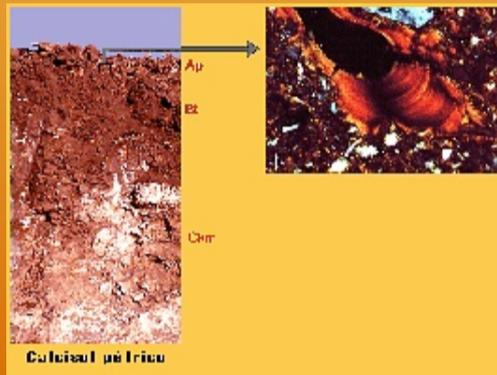
(en el tema 2 se ha descrito a la erosión geológica como una erosión beneficiosa que actúa tan lentamente que el suelo puede regenerarse. Sin embargo la erosión que ha actuado en este suelo es una erosión geológica destructiva. Bueno, pues si bien es cierto que la erosión geológica se ha desarrollado muy lentamente a lo largo de la historia de la Tierra, también lo es que en determinados momentos ha ocurrido fuertes cataclismos (que ha sido utilizado para separar las distintas eras, épocas y periodos geológicos).

# 1. Métodos de campo

- Medida de los signos de erosión
- **Perfiles decapitados**



Secuencia horizontes



Proceso



Cambios color superf.



Enterramiento

## 1. Métodos de campo

- Medida de los signos de erosión
- Perfiles decapitados
- **Control del nivel de la superficie**

### **Referencias naturales**

Si la erosión actúa arrastrando partículas de la superficie del suelo una buena técnica para evaluarla consistirá en medir como se va rebajando la superficie del suelo. Y para ello se pueden utilizar unas referencias situadas en su superficie. Estas referencias pueden ser naturales o artificiales.



Un buen ejemplo de referencias naturales son los árboles, ya que al erosionarse el suelo aparecen en superficie las raíces.





En este olivar hay que fijarse en el pie de los olivos.



Debajo de los olivos el suelo está protegido por las hojas y ramas del impacto de las gotas de lluvia y no se erosiona formándose el típico pedestal.



Los olivos jóvenes no tienen pedestal pero sí los viejos.





Foto Miguel Pastor

A veces los agricultores al labrar vierten suelo sobre el pie del olivo y no se debe confundir con el pedestal de erosión. Haciendo un estudio se puede comprobar si el suelo está removido (remezclado) o no.



Los árboles actúan como represas, reteniendo suelo hacia la parte alta de la ladera y perdiéndolo en su parte baja, dando un relieve escalonado





40

En aquellos casos en que se conoce la edad del árbol (repoblaciones y árboles frutales, olivar, ...) se puede calcular la intensidad de la erosión midiendo la altura de suelo perdido.

En este caso 130 cm en un olivo de 250 años, o sea 52 mm/año.

## 1. Métodos de campo

- Medida de los signos de erosión
- Perfiles decapitados
- **Control del nivel de la superficie**

Referencias naturales

**Referencias artificiales**

Las referencias naturales tienen la ventaja de que pueden ser muy antiguas pero sus medidas pueden ser complejas. El control será mucho más riguroso si utilizamos referencias artificiales para controlar la superficie. Con estas conocemos exactamente el momento de colocación, podemos elegir la situación exacta y el modelo de distribución y si elegimos unas estacas muy finas (varillas de hierros de construcción) la perturbación del flujo natural será mínima.



Se clavan las varillas sobresaliendo una determinada longitud y se va controlando en el tiempo.



Se colocan formando una T, a favor de la pendiente y en horizontal.



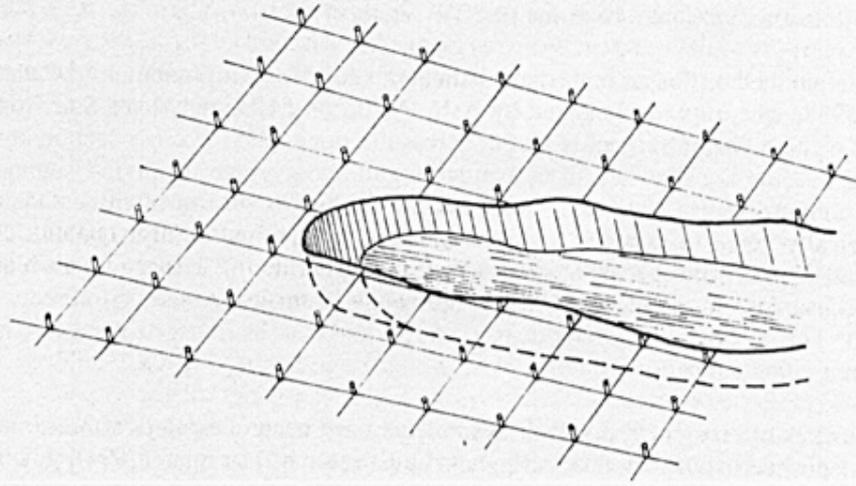
Se colocan varias serie con distintos relieves y distintos usos del suelo (o en zonas quemadas y sin quemar, como es es caso de este estudio de lo efectos de un incendio forestal en la Sierra de Francia, Salamanca).

## 1. Métodos de campo

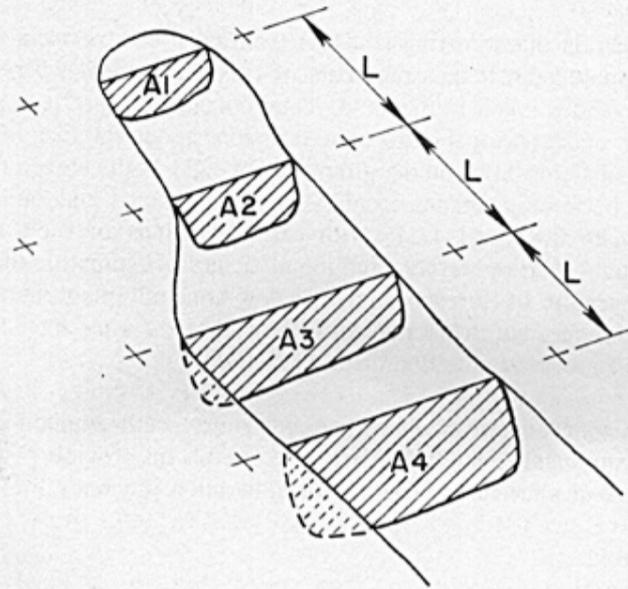
- Medida de los signos de erosión
- Perfiles decapitados
- Control del nivel de la superficie
- **Mediciones volumétricas de surcos y cárcavas**



**FIGURE 10**  
Setting out a network of erosion pins to measure gully erosion



**FIGURE 11**  
Calculation of cross sections in a gully



$$\text{VOLUME} = \sum \left( \frac{A_1 + A_2 \times L}{2} \right) + \left( \frac{A_2 + A_3 \times L}{2} \right) + \dots$$

R.P.C. Morgan

Midiendo secciones seriadas de un surco podemos obtener el volumen total de suelo erosionado.

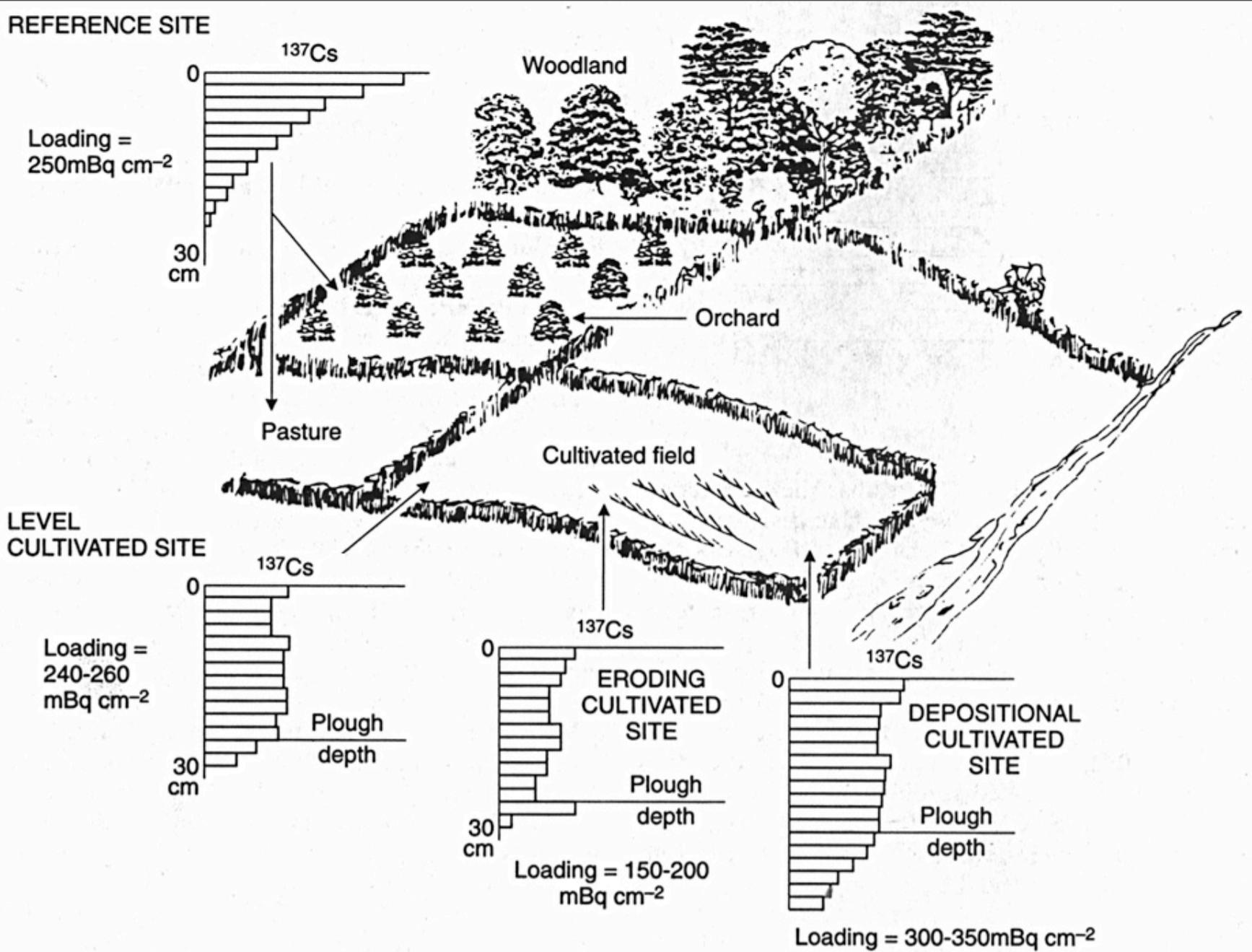
## 1. Métodos de campo

- Medida de los signos de erosión
- Perfiles decapitados
- Control del nivel de la superficie
- Mediciones volumétricas de surcos y cárcavas
- **Seguimiento de la escorrentía**



Foto: colección Fullen

Un procedimiento muy elemental consiste en colocar partículas coloreadas de distintos tamaños y seguir sus desplazamientos con las tormentas.



**Figure 6.6** Schematic representation of the effect of erosion and deposition upon the loading and profile distribution of caesium-137 (after Walling and Quine 1990).

Otro método ya mucho más sofisticado, dando resultados muy extensos y muy fiables, es el desarrollado por Walling y Quine. Estos autores utilizaron la contaminación atmosférica que se produjo con las ensayos de las explosiones atómicas que Francia llevó a cabo en el Océano Pacífico. Como resultado de estas explosiones se originó una nube radiactiva que se dispersó por la atmósfera y luego fue cayendo sobre la superficie de la Tierra. Uno de los isótopos radiactivos creados en esos experimentos fue el cesio-137. Este isótopo cayó, en un principio, regularmente sobre el terreno y luego las lluvias se encargaron de movilizarlo, tanto hacia el interior del suelo como lateralmente por las aguas de escorrentía. Lo que hicieron Walling y Quine, fue medir su concentración, años después, con un contador de radioactividad.

En la zona del dibujo tenemos, en la parte alta un llano con un pastizal y unos árboles frutales, terreno sin labrar. En la ladera se encuentra la zona de cultivo, y por tanto arada. Inmediatamente destaca el diferente comportamiento de las concentraciones de cesio-137 en los suelos según la profundidad. En la zona no arada la concentración va disminuyendo progresivamente con la profundidad del suelo, lo que no ocurre en ninguna de las áreas labradas (el arado mezcla y homogeneiza los 30 cm superficiales). La zona arada de la parte del llano presenta una acumulación total similar a la de la zona de pasto (240-260 mBq cm<sup>-2</sup>) pues aquí por su relieve llano la erosión apenas se deja sentir. En la zona media de la ladera la erosión ha arrastrado gran parte de los suelos (150-200 mBq cm<sup>-2</sup>), mientras que a la caída de la pendiente el suelo erosionado se ha acumulado (300-350 mBq cm<sup>-2</sup>).

# 1. Métodos de campo

- Medida de los signos de erosión
- Perfiles decapitados
- Control del nivel de la superficie
- Mediciones volumétricas de surcos y cárcavas
- Seguimiento de la escorrentía
- **Aforo de colectores**

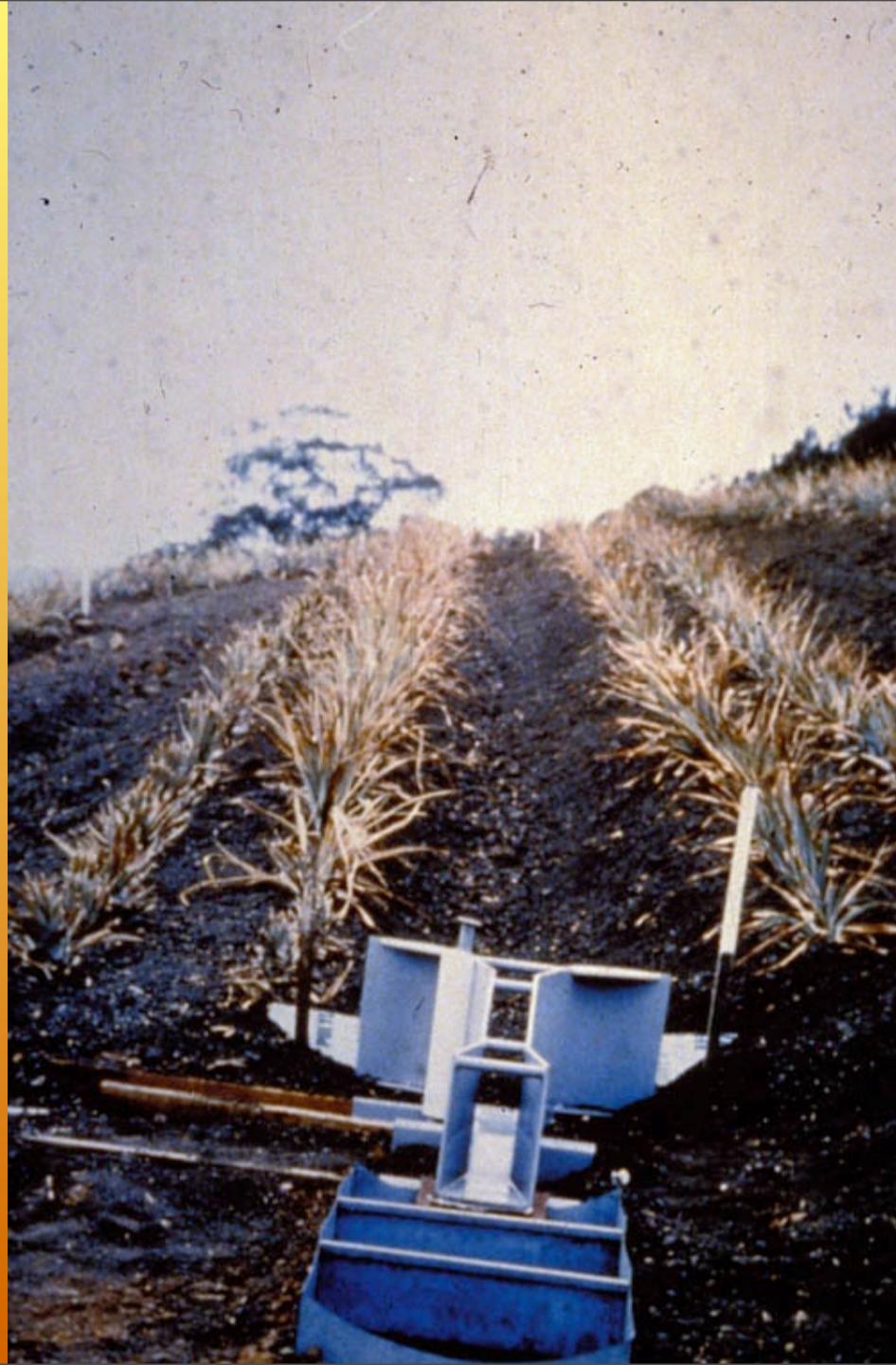


Foto: colección Fullen

Otro método consiste en poner unos colectores y medir el flujo del agua de escorrentía y el sedimento que arrastra (suelo erosionado). En el caso de la imagen se controla sólo una hilera del maíz.



Foto: colección Fullen

En este otro ensayo se controla todo el drenaje de una parcela.



Aquí se controla la erosión y la escorrentía de una pequeña cuenca (se trata de un centro de investigación que el Consejo Superior de Investigaciones Científicas tiene en Almería).



Los datos se envían continuamente al laboratorio.



Controlador de paso de caudal.



En la parte superior el dosímetro automático de caudal y abajo toma de muestras de suelo arrastrado con la escorrentía (una parte de diez).





una parte se envía al depósito y nueve se tiran.

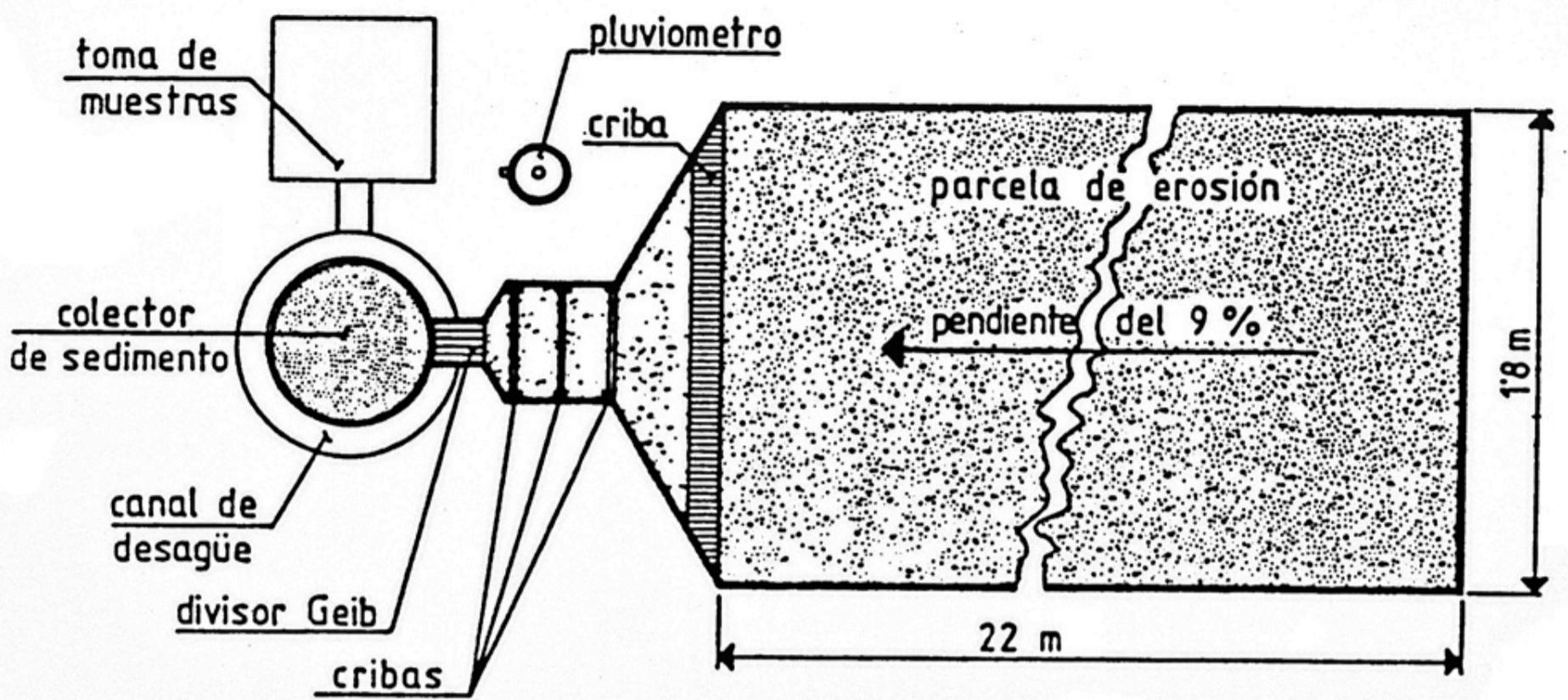
# 1. Métodos de campo

- Medida de los signos de erosión
- Perfiles decapitados
- Control del nivel de la superficie
- Mediciones volumétricas de surcos y cárcavas
- Seguimiento de la escorrentía
- Aforo de colectores
- **Parcelas de erosión**



Foto: J. Albadalejo

Pequeñas parcelas cercadas por obras de mampostería (ladrillos) o laminas metálicas (láminas de hojalata, latón) con un depósito al final de la pendiente.



J. Sánchez

cota  
baja

caída de la pendiente

cota  
alta

Las parcelas estándar tienen unas dimensiones fijadas por el Servicio de Conservación de Suelos de USA: 22 m de largo (a favor de la pendiente), 1,8 de ancho y una inclinación del 9%.



Esta parcela tiene una simple rendija para acceder al depósito, mientras que otras tienen una malla para retener a las piedras.

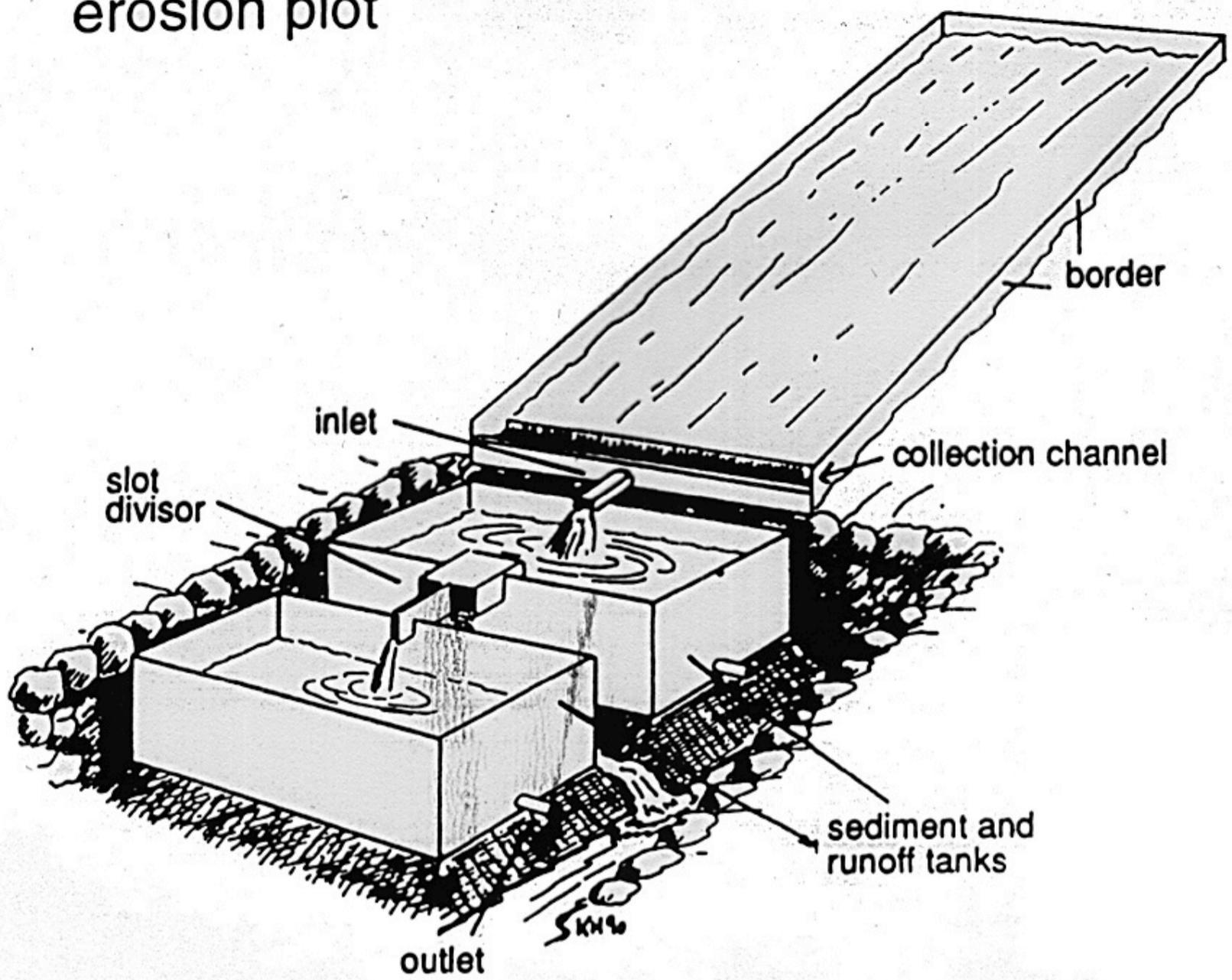


Al principio se colocaban una serie de depósitos conectados. Si la tormenta era pequeña había que evaluar sólo el primer depósito.



Foto: colección Fullen

# erosion plot



Después se ha evolucionado en el sentido que ya no se trabaja para medir toda la escorrentía y suelo erosionado sino que se utilizan unos divisores para controlar sólo una parte del total y de esta manera no se necesitan depósitos de gran capacidad. En la imagen, para lluvias débiles se recoge todo el caudal, pero el segundo depósito tiene un divisor de tres salidas iguales y sólo una cae en el depósito (las medidas hay luego que multiplicarlas por tres).

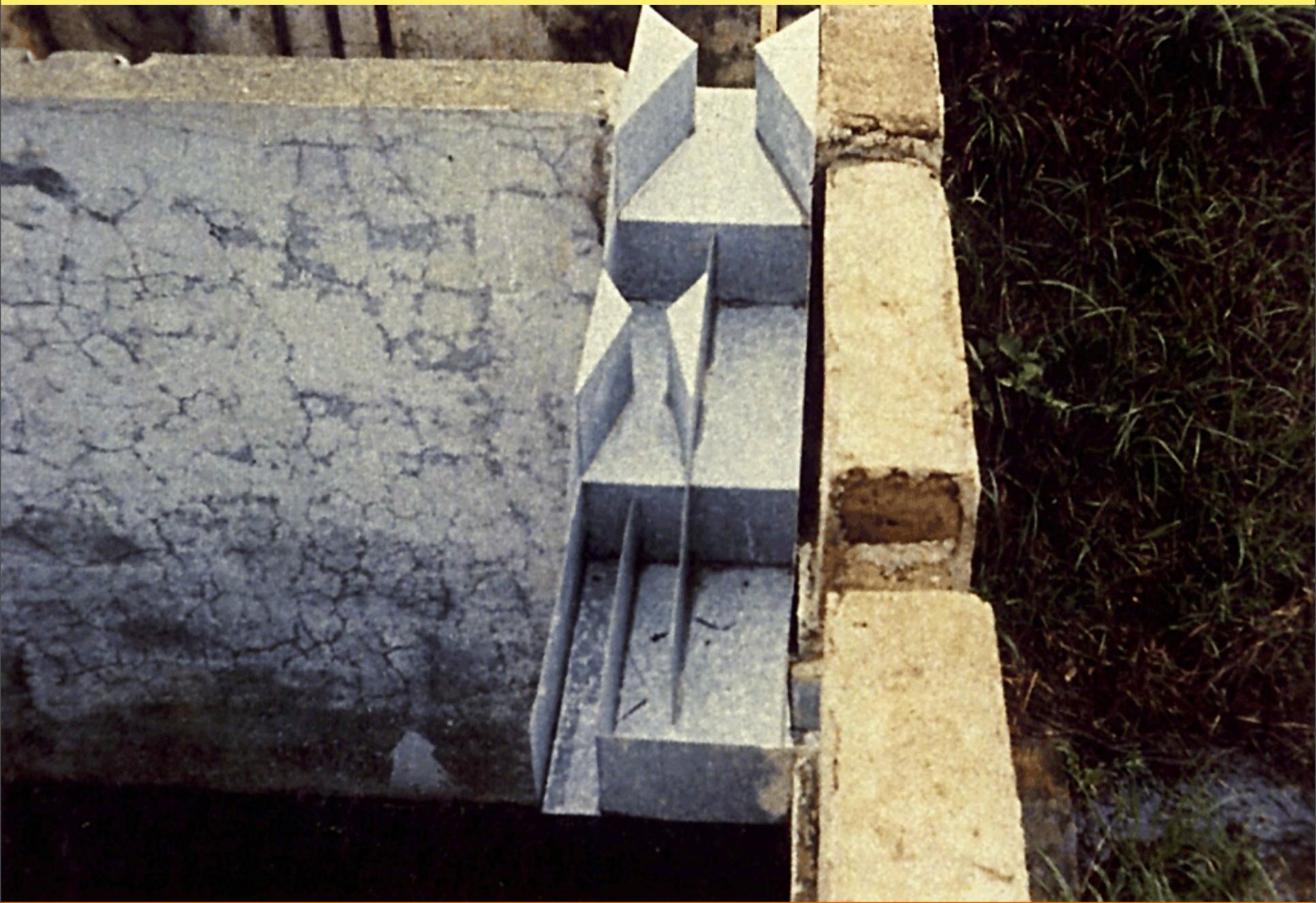


Foto: colección Fullen

En este depósito se recogerá sólo  $\frac{1}{8}$  del total.



Foto: colección Fullen

Aquí al segundo depósito sólo pasará  $1/8$  del total.



Foto: colección Fullen

Y en este caso, para lluvias extremas, al segundo depósito sólo se recoge  $1/25$  del total.



Foto: colección Fullen

Finca experimental con parcelas de erosión situadas con distintas inclinaciones (parejas de parcelas para promediar resultados).  
En lo alto de la colina hay una estación metereológica para correlacionar la erosión recogida en las parcelas con las lluvias caídas.

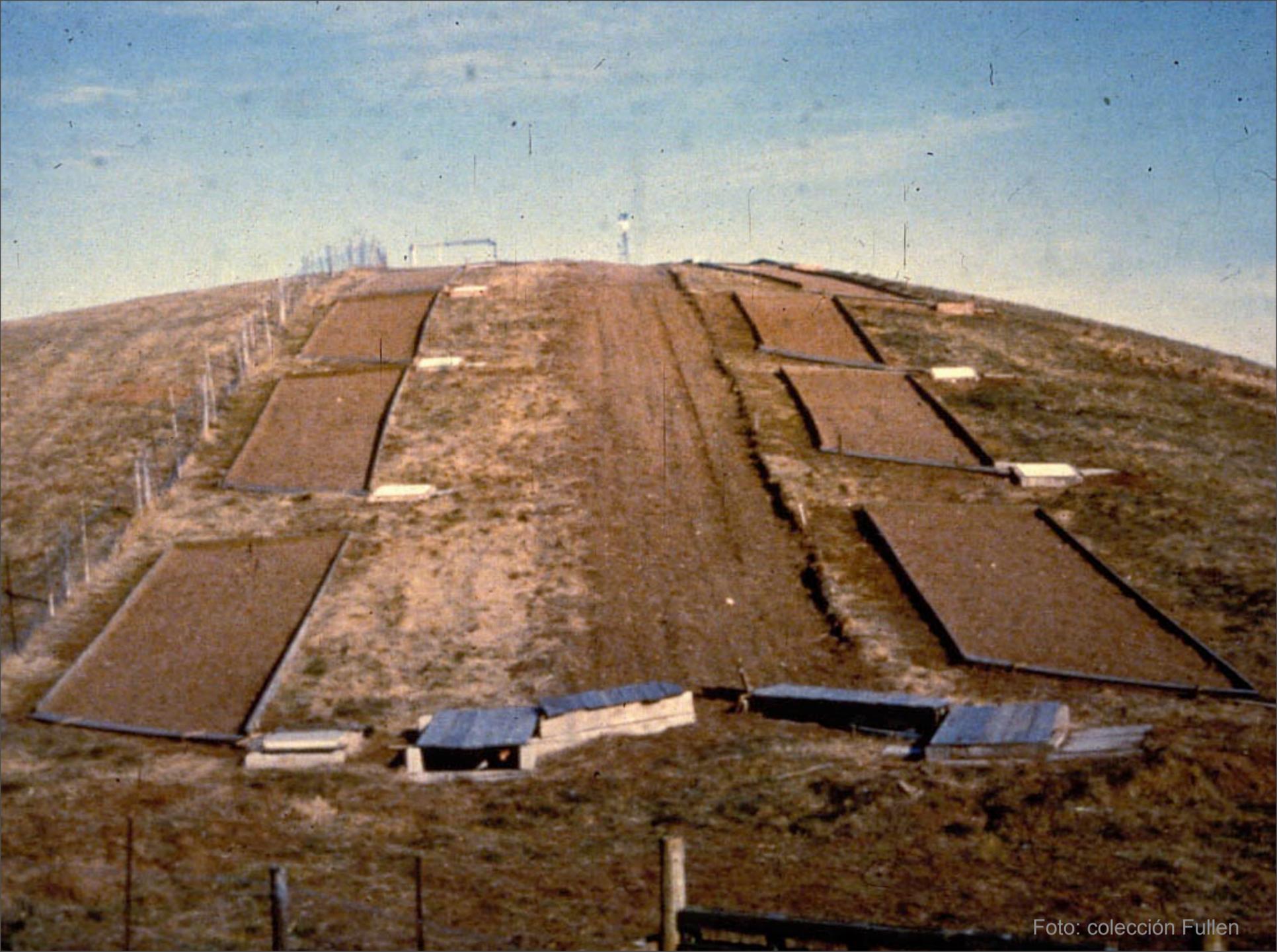


Foto: colección Fullen

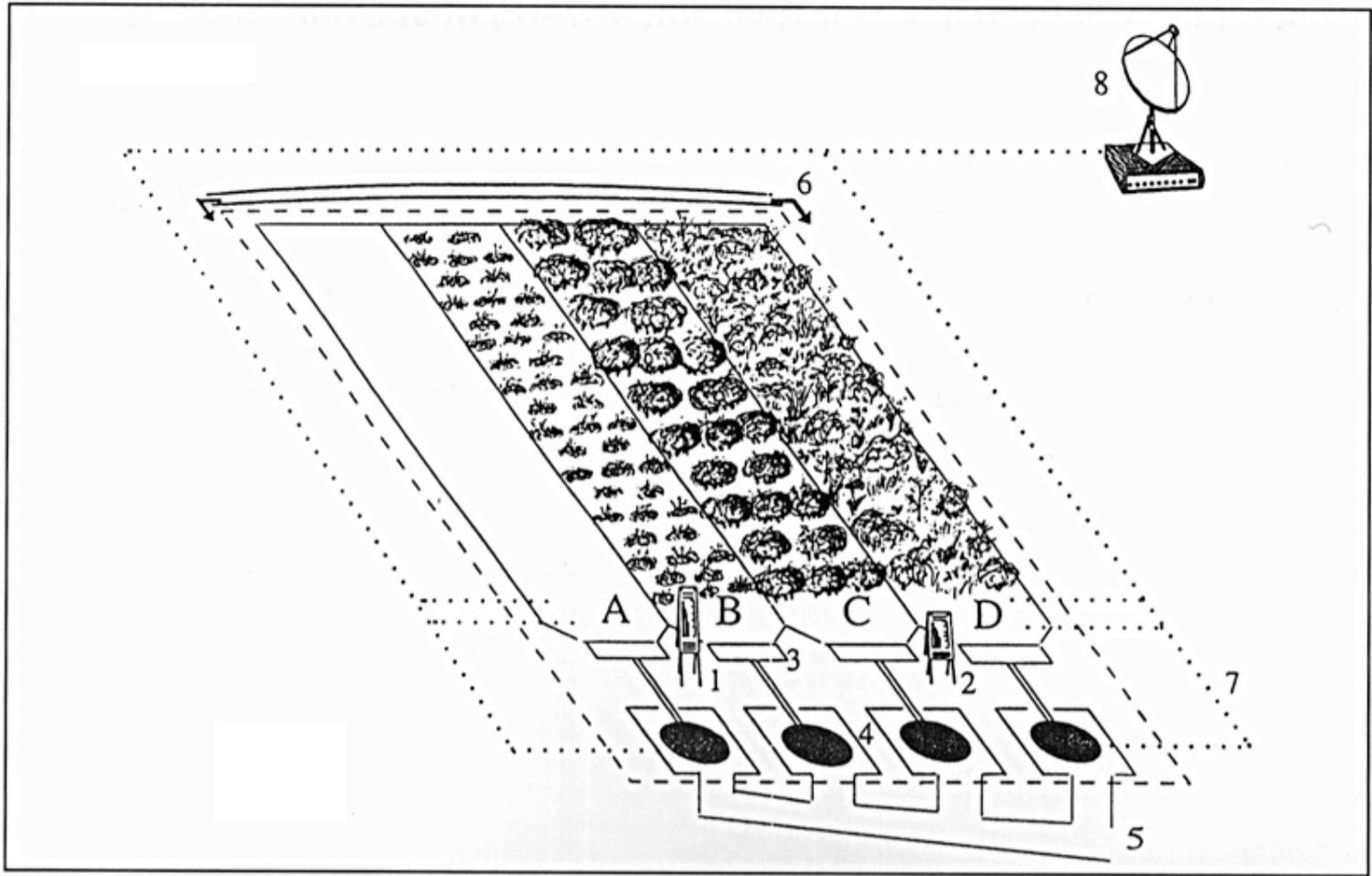


Fig. 20. Instalaciones: 1. Pluviógrafo. 2. Termohigrografo. 3. Colector. 4. Depósito. 5. Canal de drenaje. 6. Canal de divisores de flujos externos. 7-8. Sistema de Sensores y Transmisión de datos.

dibujo de origen desconocido

En las parcelas se planta distintos cultivos



Foto: J. Albadalejo

Y cada cultivo se repite en varias parcelas para obtener resultados representativos.



Incluso en las parcelas se pueden desarrollar cultivos arbóreos.



75

Proyecto SOWAP. Proyecto UE: Inglaterra, Francia, Bélgica, Hungría, República Checa.

Se trata de una gran parcela de erosión (cultivada en ese momento con maíz) de una finca experimental cercana a Budapest.

El canal de recogida de muestras (suelo y escorrentía) se encuentra parcialmente levantado (parte del fondo) para demostración.



El canal de recogida consta de dos recipientes uno de poca capacidad (canal gris de la izquierda) y otro grande (amarillo) para las grandes tormentas.



El canal de pequeña capacidad



El canal de pequeña capacidad se recoge en su totalidad (tubería gris gruesa) mientras que el canal de gran capacidad termina en un divisor de 9 partes; se recoge sólo una y se conduce por la tubería delgada.



Los depósitos de almacenamiento del agua de escorrentía con el suelo erosionado.





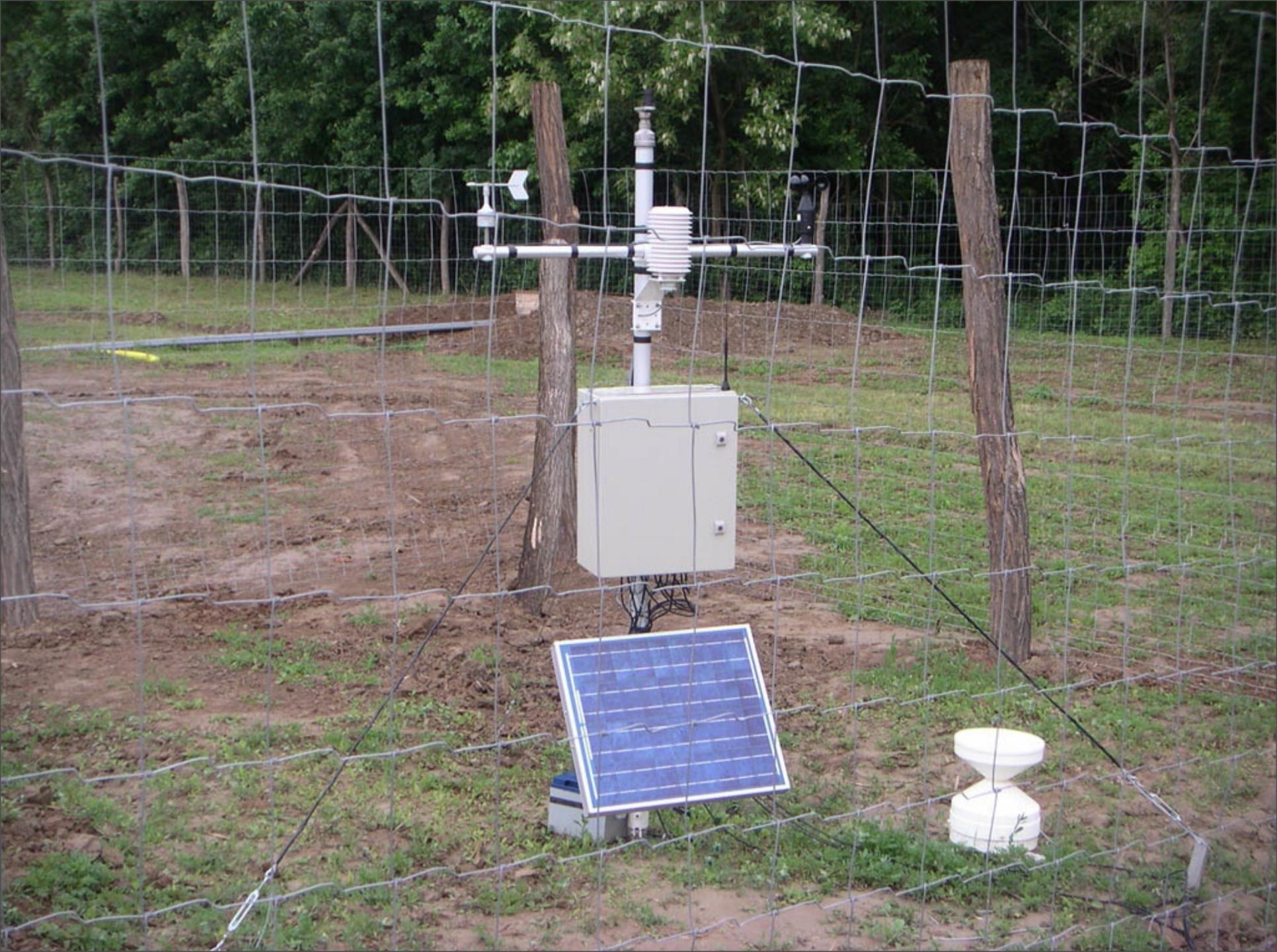
Los diferentes depósitos después de una tormenta.



Sediment in the tank (Szentgyörgyvár- August 2005)



Suelo erosionado.



los resultados son enviados automáticamente al laboratorio central.



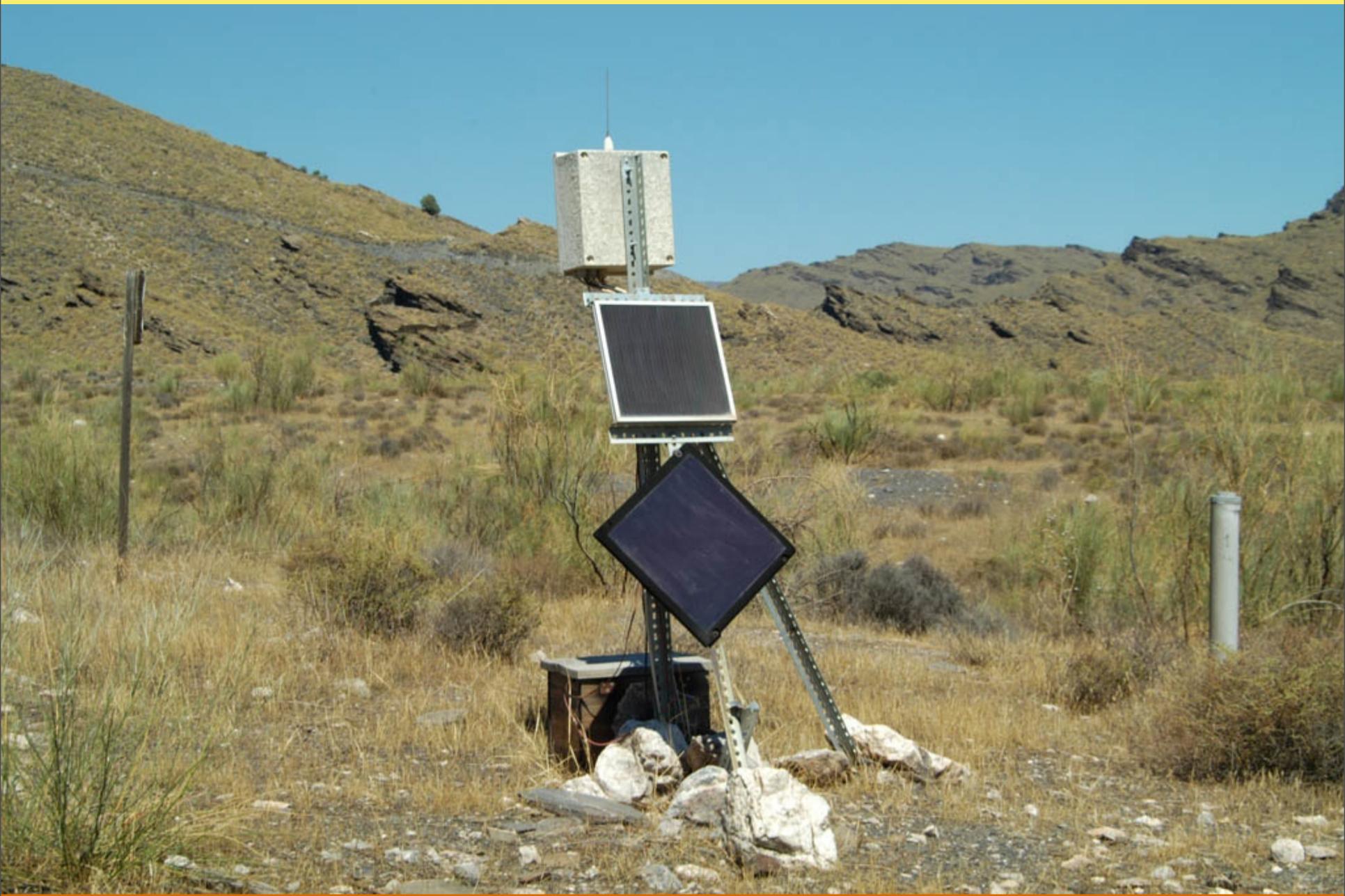
Parcelas de erosión de un centro de investigación que el Consejo Superior de Investigaciones Científicas tiene en Almería



Canal de recogida de muestras y tubería de desagüe protegida por una rejilla.



Depósito de almacenamiento de la parcela situada al fondo.



los resultados son enviados automáticamente al laboratorio central.



Junto a las parcelas de erosión hay instalada una completa estación metereológica.



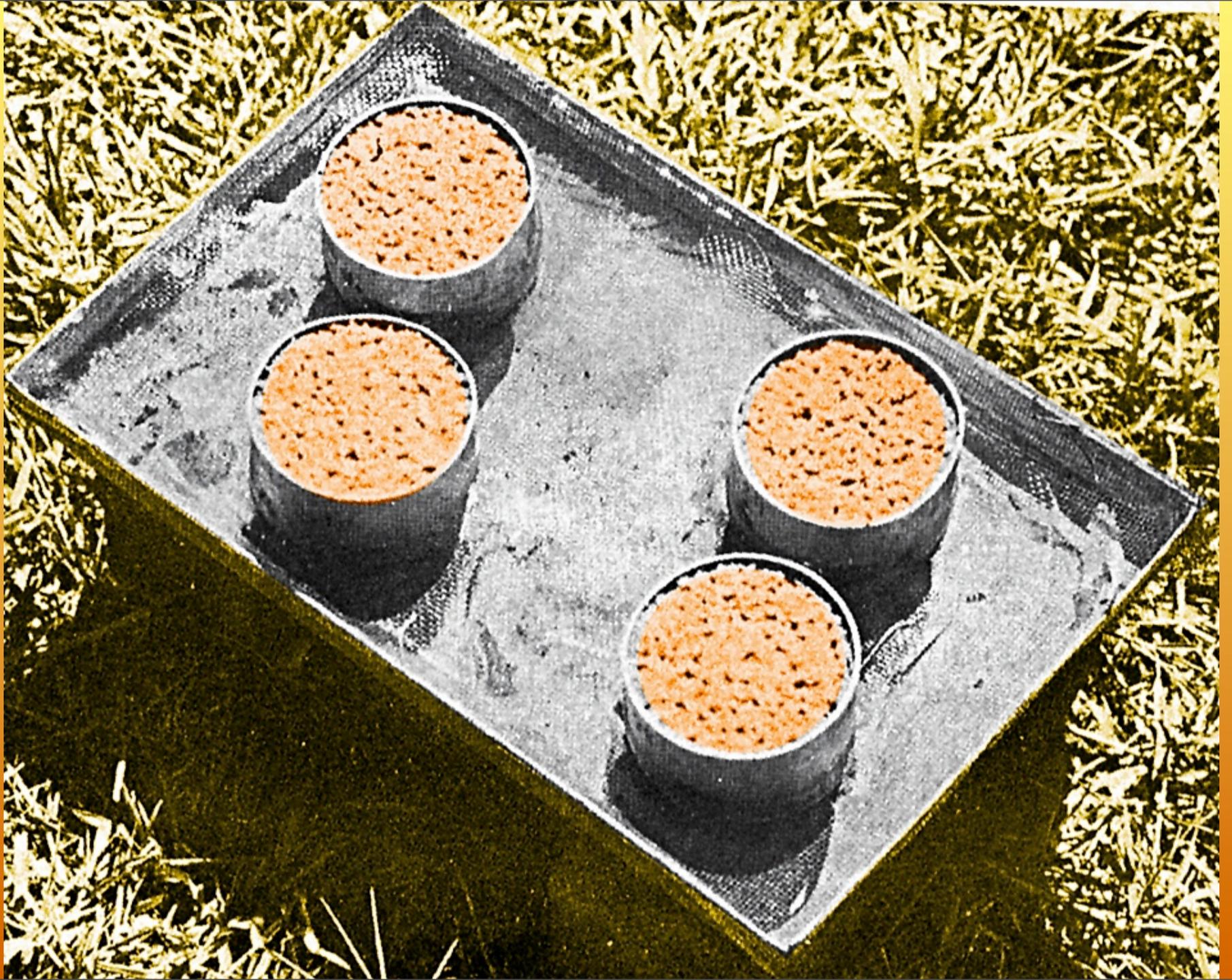
Foto: colección Fullen

En esta parcela de erosión se observan los signos de la erosión laminar (superficie muy lisa en la que sobresalen las gravas y la estaca).



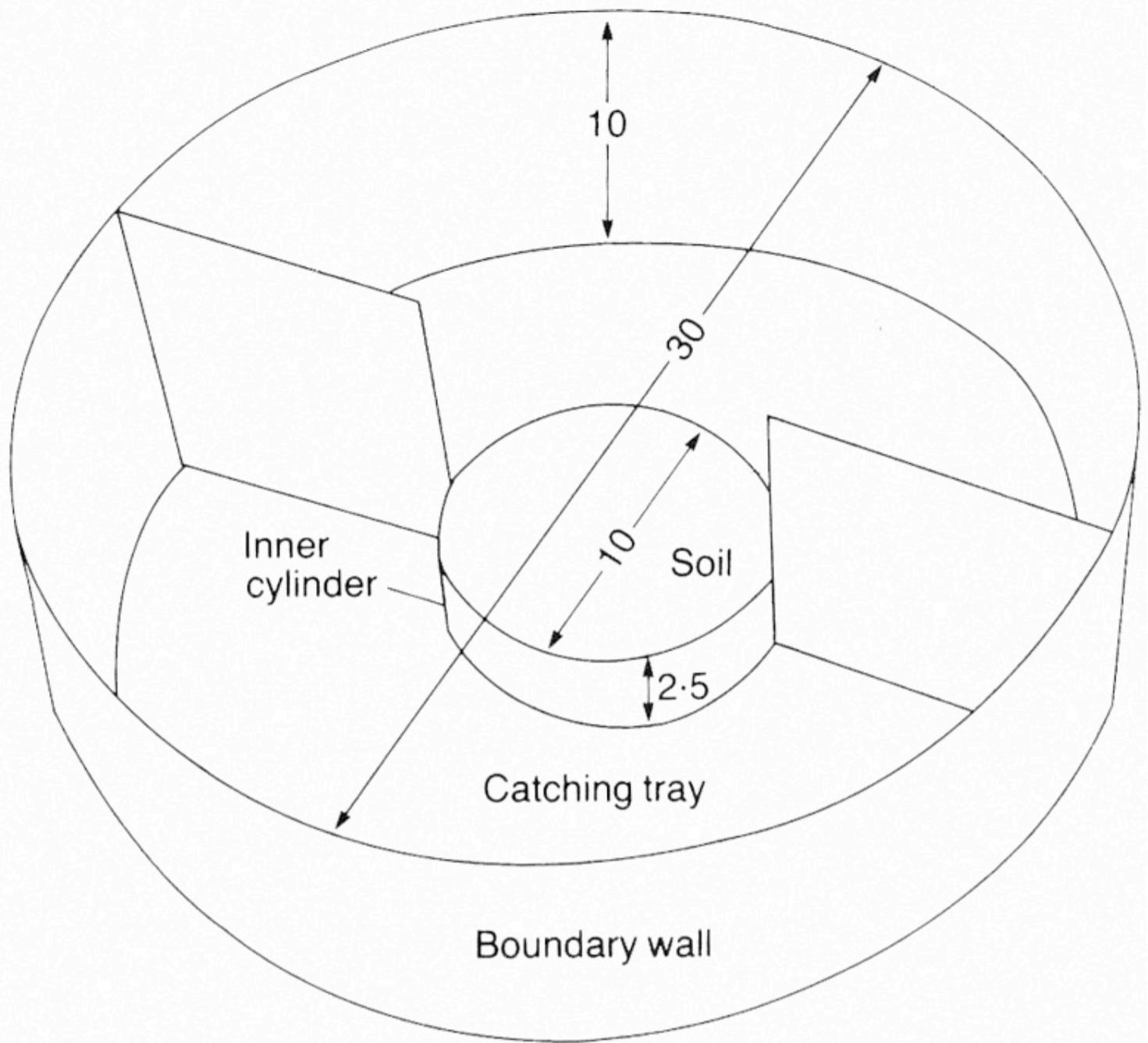
Foto: colección Fullen

En esta otra parcela se observa la formación de surcos de erosión.

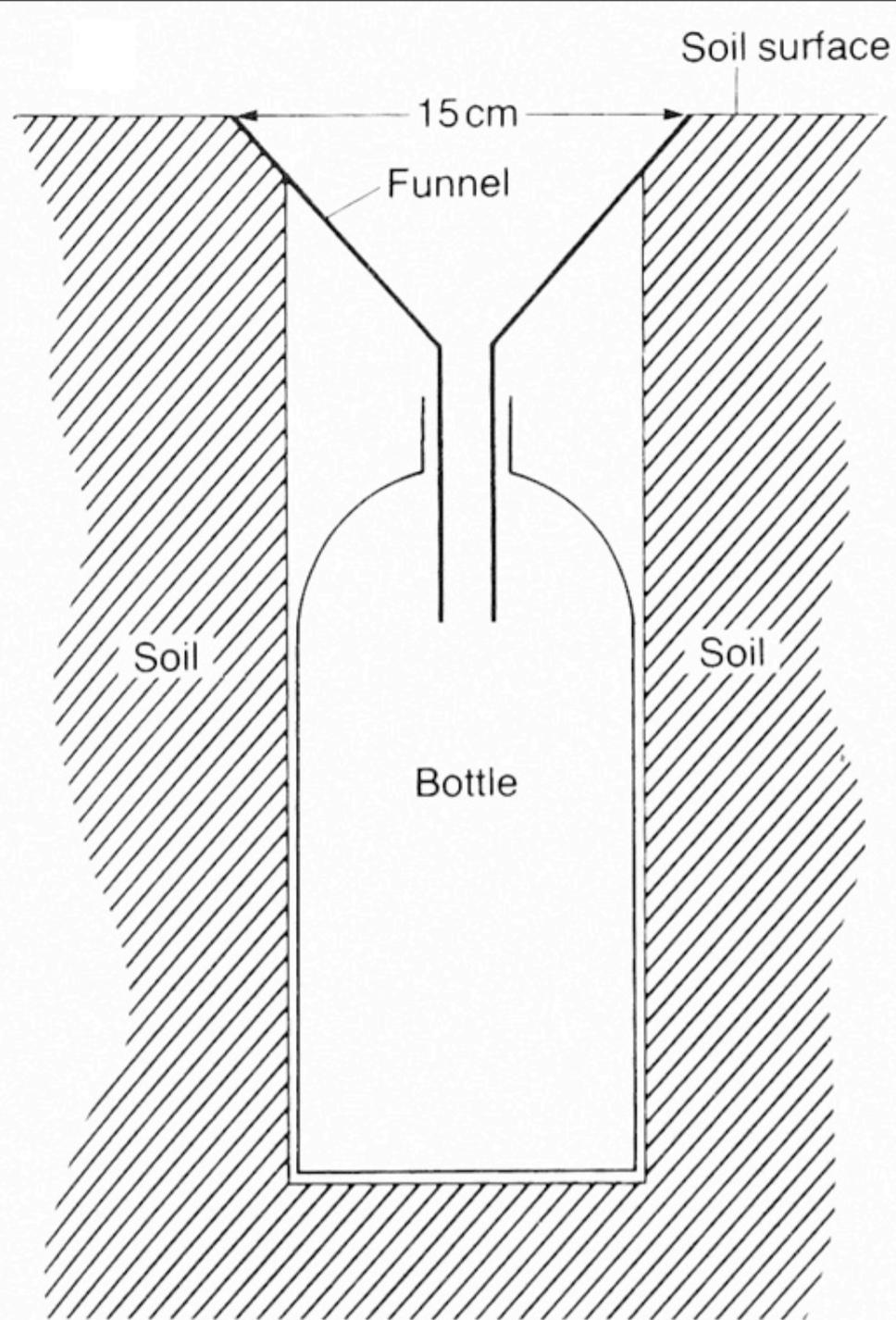


En el caso de no disponer de equipos ni presupuesto también se puede medir la erosión del suelo de una manera muy sencilla (y con resultados relativos).

Se rellenan unos anillos metálicos con muestras de los suelos más representativos de una zona; se pesan y se colocan en el exterior (jardines, terrazas, tejados, ...); cuando se produce una tormenta (o transcurrido un año) se secan y se pesan. Las diferencias de peso serán un índice muy válido del distinto grado de sensibilidad frente a la erosión de estos suelos (evidentemente en este experimento sólo se evalúa la erosión por impacto de las gotas de lluvia y no tiene cabida la escorrentía).



Otro sistema similar al anterior pero ahora la erosión se mide por partida doble; lo que se pierde de la cápsula y lo que se recoge de suelo salpicado.



R.P.C. Morgan

Otro sistema consiste en colocar trampas para recoger la escorrentía y el suelo colocadas en diferentes puntos de una ladera.

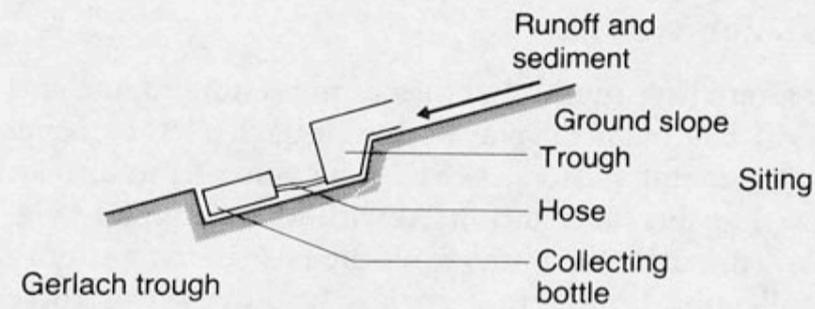
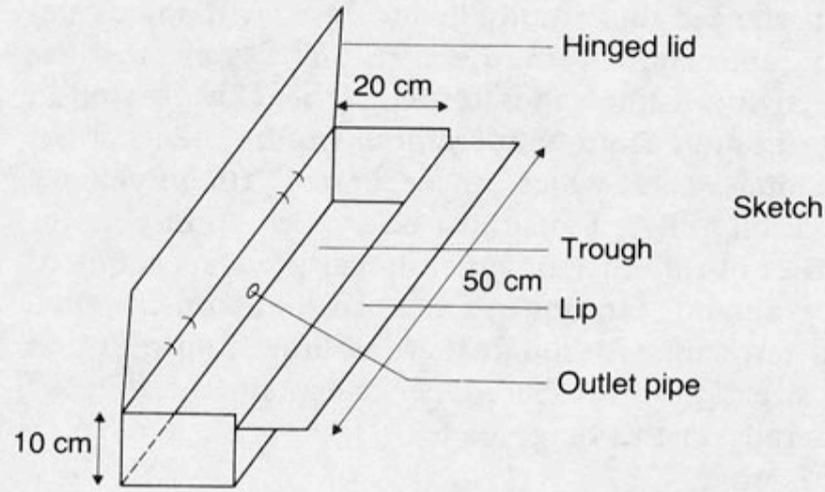
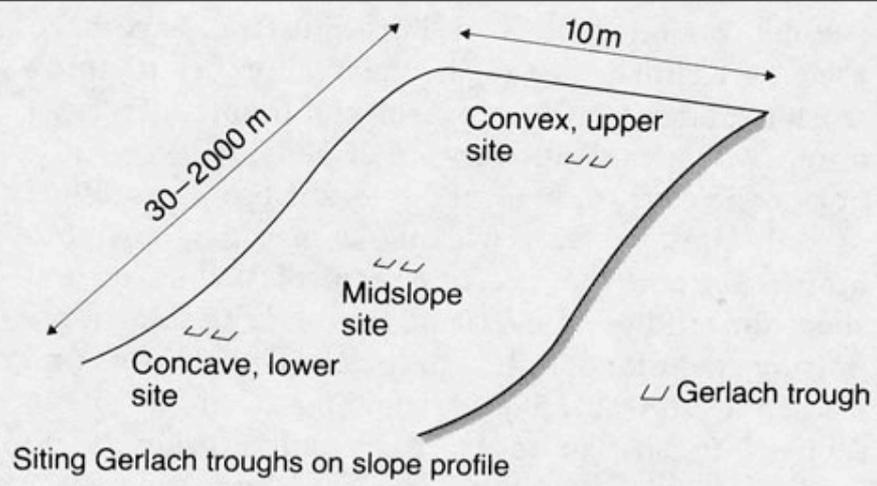


Figure 6.3 Gerlach troughs.

R.P.C. Morgan

Otro tipo de depósitos de recogida.

# 1. Métodos de campo

- Medida de los signos de erosión
- Perfiles decapitados
- Control del nivel de la superficie
- Mediciones volumétricas de surcos y cárcavas
- Seguimiento de la escorrentía
- Aforo de colectores
- Parcelas de erosión
- **Simuladores de lluvia**



Cómo su nombre indica, son equipos que tratan de simular la lluvia (con mayor o menor acierto). Las gotas de lluvia artificial caen sobre una determinada área de terreno y se recoge la escorrentía producida y el suelo arrastrado.



Foto: A. Iriarte

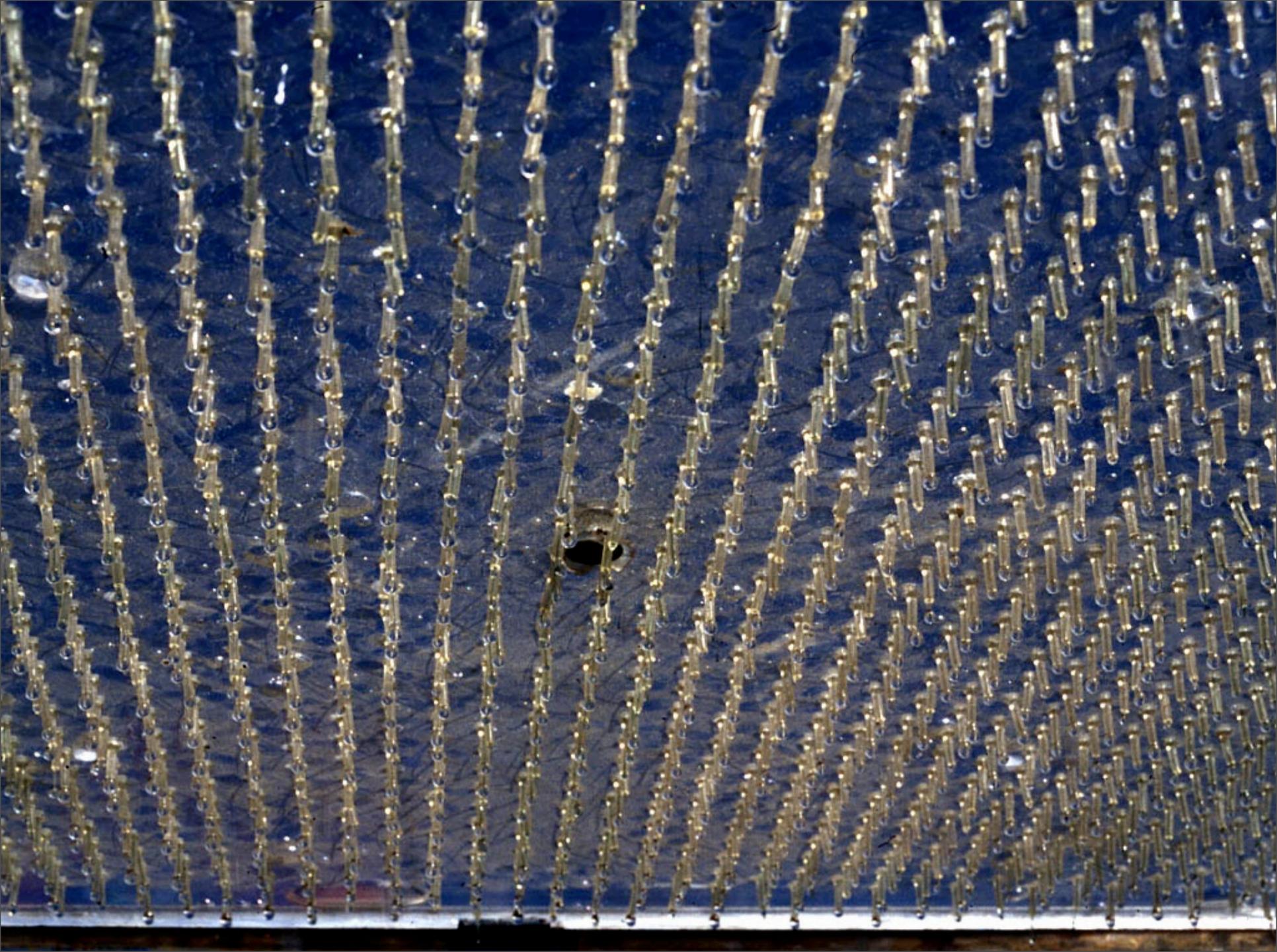
Simulador fabricado y puesto apunto por Barahona, Iriarte y Simón, de la estación experimental del C.S.I.C. y Dpto de Edafología de la Universidad de Granada.

Una bomba peristáltica envía agua de un depósito a la lámina superior del simulador



Foto: A. Iriarte

La lámina superior se encuentra perforada por miles de goteros que dejan caer gotas sobre el suelo elegido. Se puede regular la intensidad de la lluvia.





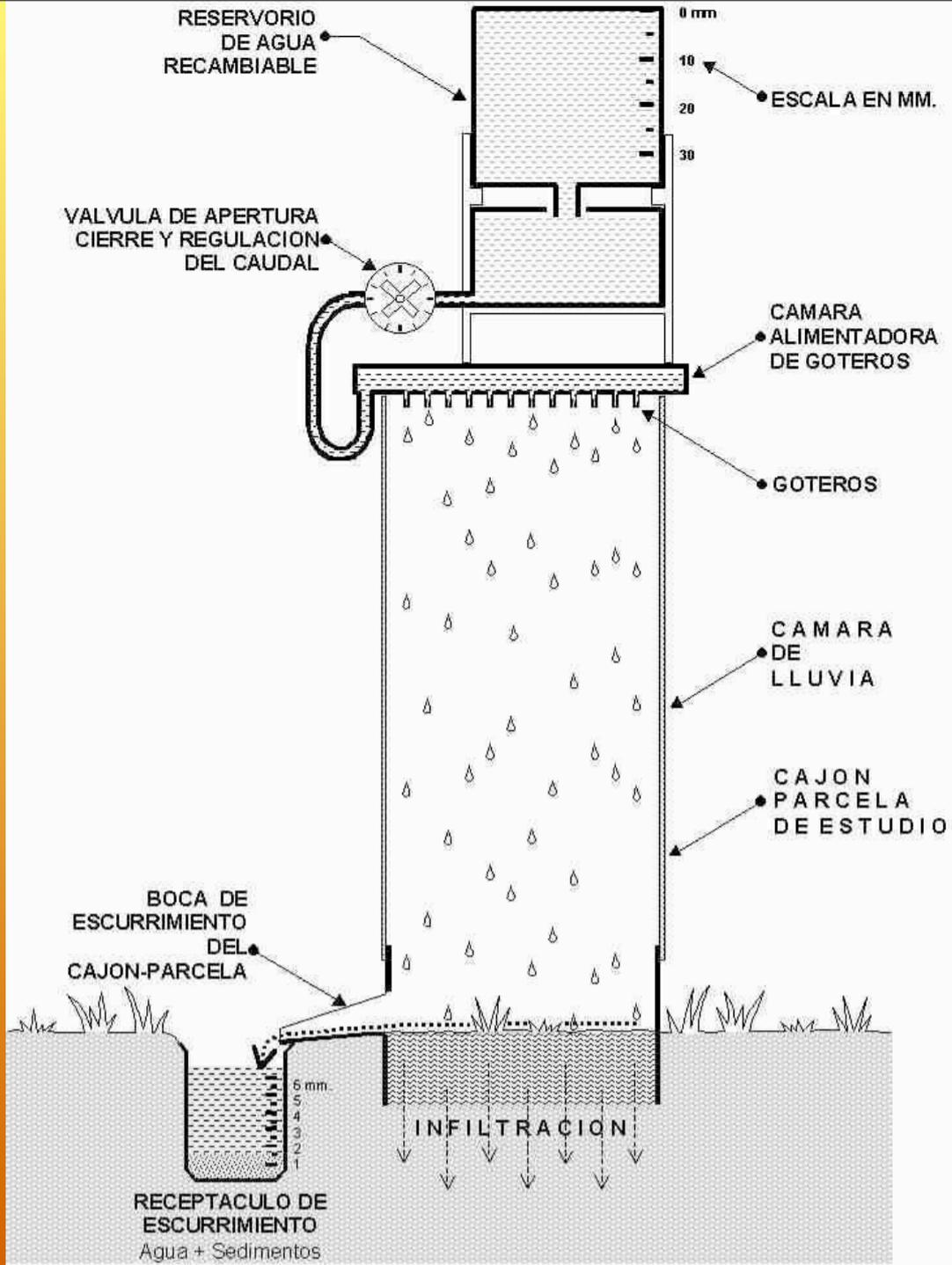
Recogida de agua y suelo. La intensidad del agua de escorrentía se calcula a partir del tiempo en que tarda en llenarse un frasco de una determinada capacidad y el suelo erosionado se mide secando (hasta la evaporación total del agua) y pesando el frasco.



Superficie de un suelo antes de la simulación de lluvia.



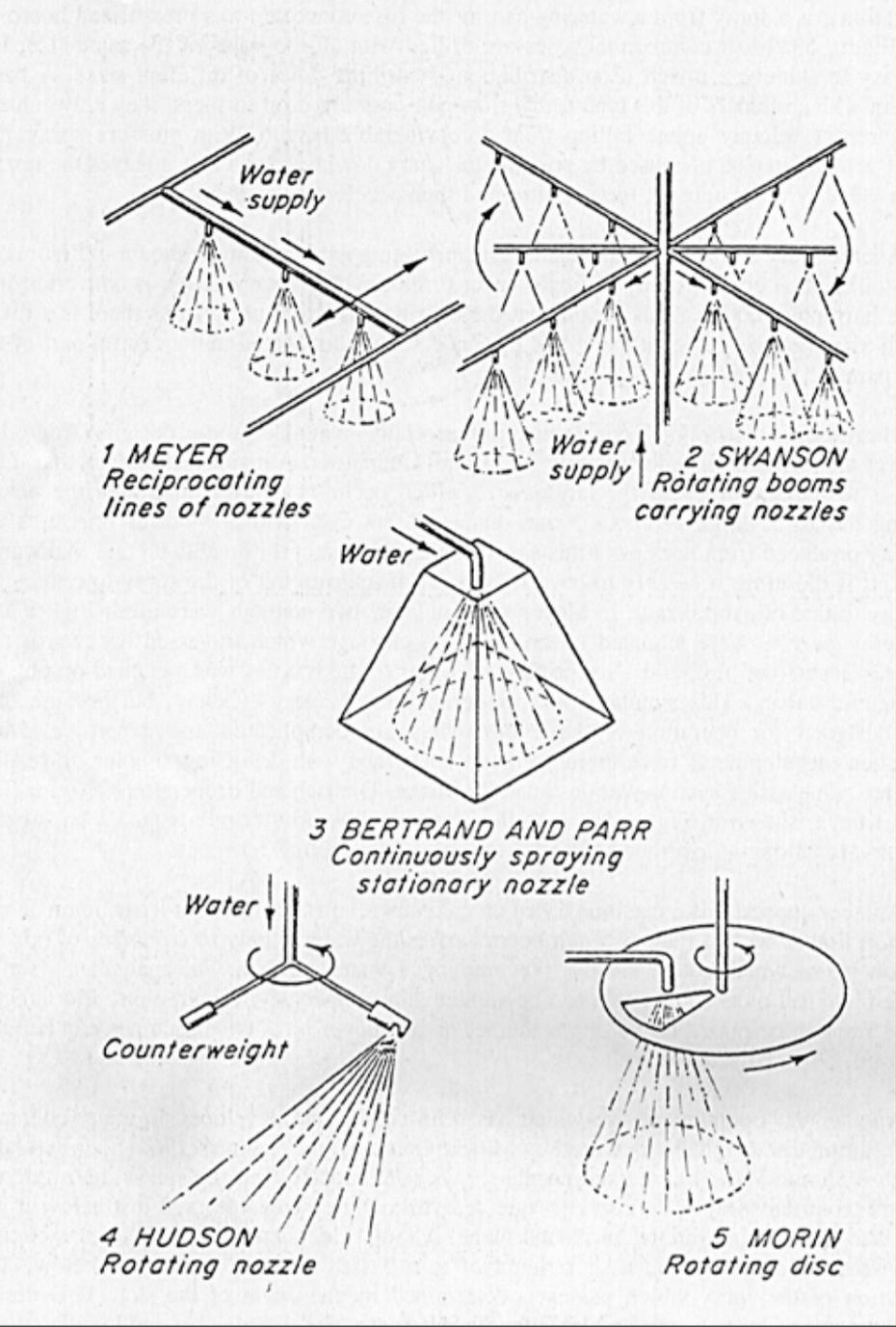
La misma superficie después de la simulación de lluvia.



dibujo de origen desconocido

Otro equipo simulador de lluvia.

FIGURE 55  
The working principle of some rainfall simulators



N. Hudson, 1982

Los equipos menos sofisticados están dotados de simples aspersores.



Equipo simulador de lluvia dotado de un sistema de aspersores.

Todos estos equipos de simulación de lluvia tienen el inconveniente de que los datos no son producidos por una lluvia real (son como su propio nombre indica lluvias simuladas). Para que estas lluvias simuladas fuesen lo más similares posibles a las lluvias reales las gotas tendrían que caer desde una altura de nueve metros (que representa la trayectoria a la cual la velocidad de caída se estabiliza) y si se hiciesen de esta altura se transformarían en unas torres muy inestables y sobre todo perdería la portabilidad que es un parámetro fundamental de estos equipos (trasladarse y montarse fácilmente). Para evitar este inconveniente, al ser el camino de caída más corto se pueden obtener impactos similares de las gotas si aumentamos el tamaño de estas.

De cualquier manera si se cometen errores en las medidas con los simuladores de lluvia estos serán siempre los mismos por lo que los resultados entre los suelos serán perfectamente comparables. Los simuladores tienen la gran ventaja de que proporcionan gran cantidad de datos, pues son fáciles de montar en casi cualquier sitio y no hay que esperar a que llueva para obtener resultados.

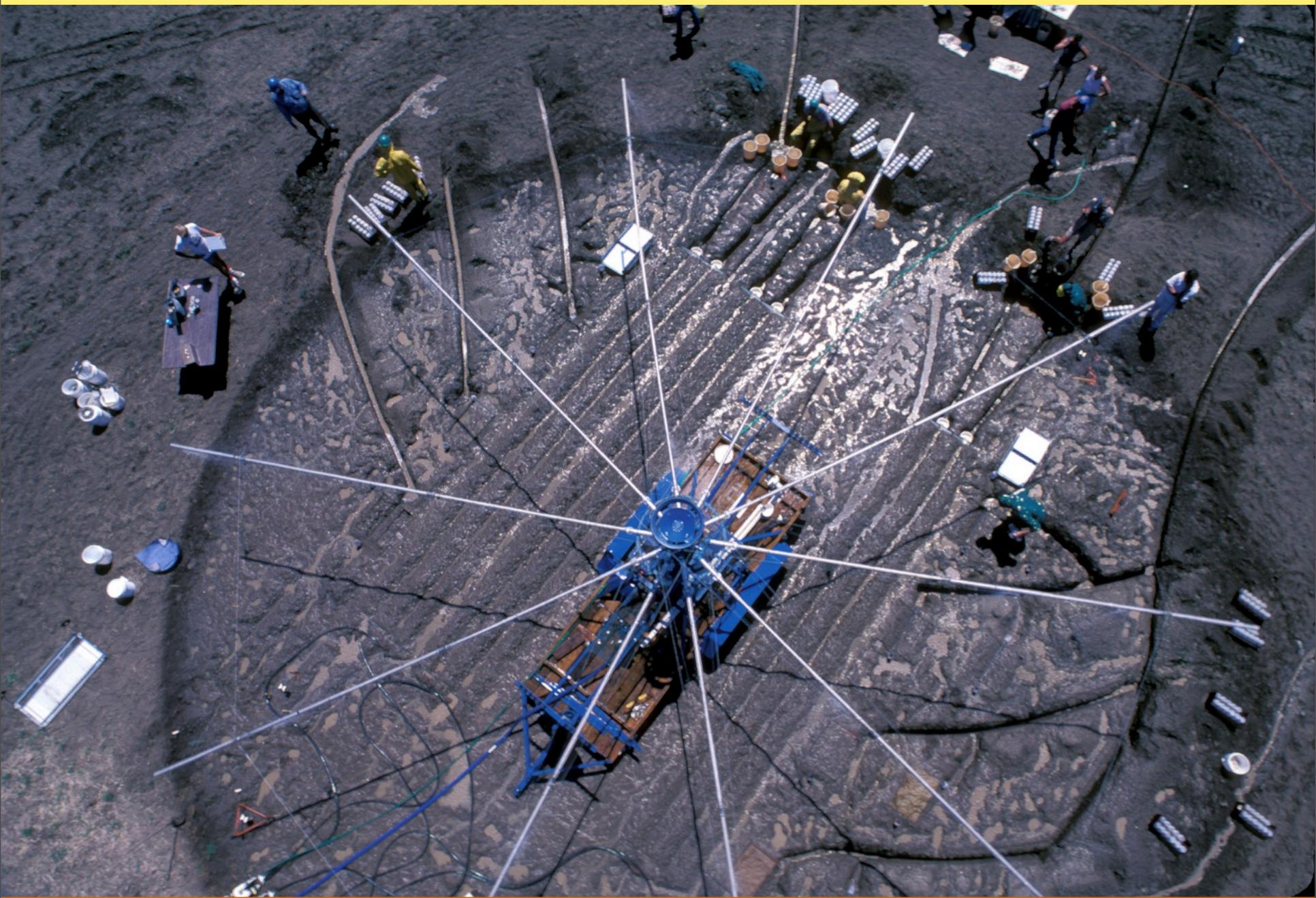


Foto: USDA, ARS

Equipo simulador de lluvia, anormalmente grande del Servicio de Conservación de Suelos del Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos.



Foto: colección Fullen

Las parcelas de erosión proporcionan resultados muy reales pero sin embargo “funcionan” muy pocos días al año (cuando caen tormentas intensas). Es por ello que en algunas fincas experimentales se les acoplan a las parcela de erosión los simuladores de lluvia.

## 1. Métodos de campo

## 2. Métodos de laboratorio

- **Medidas analíticas de propiedades de los suelos**

Medidas analíticas de propiedades del suelo que tienen una repercusión directa en su sensibilidad a la erosión (no mide erosión sino debilidad del suelo). Esta medidas sería: textura (granulometría), contenido en materia orgánica, estructura y estabilidad de la estructura, permeabilidad, densidad aparente, etc.

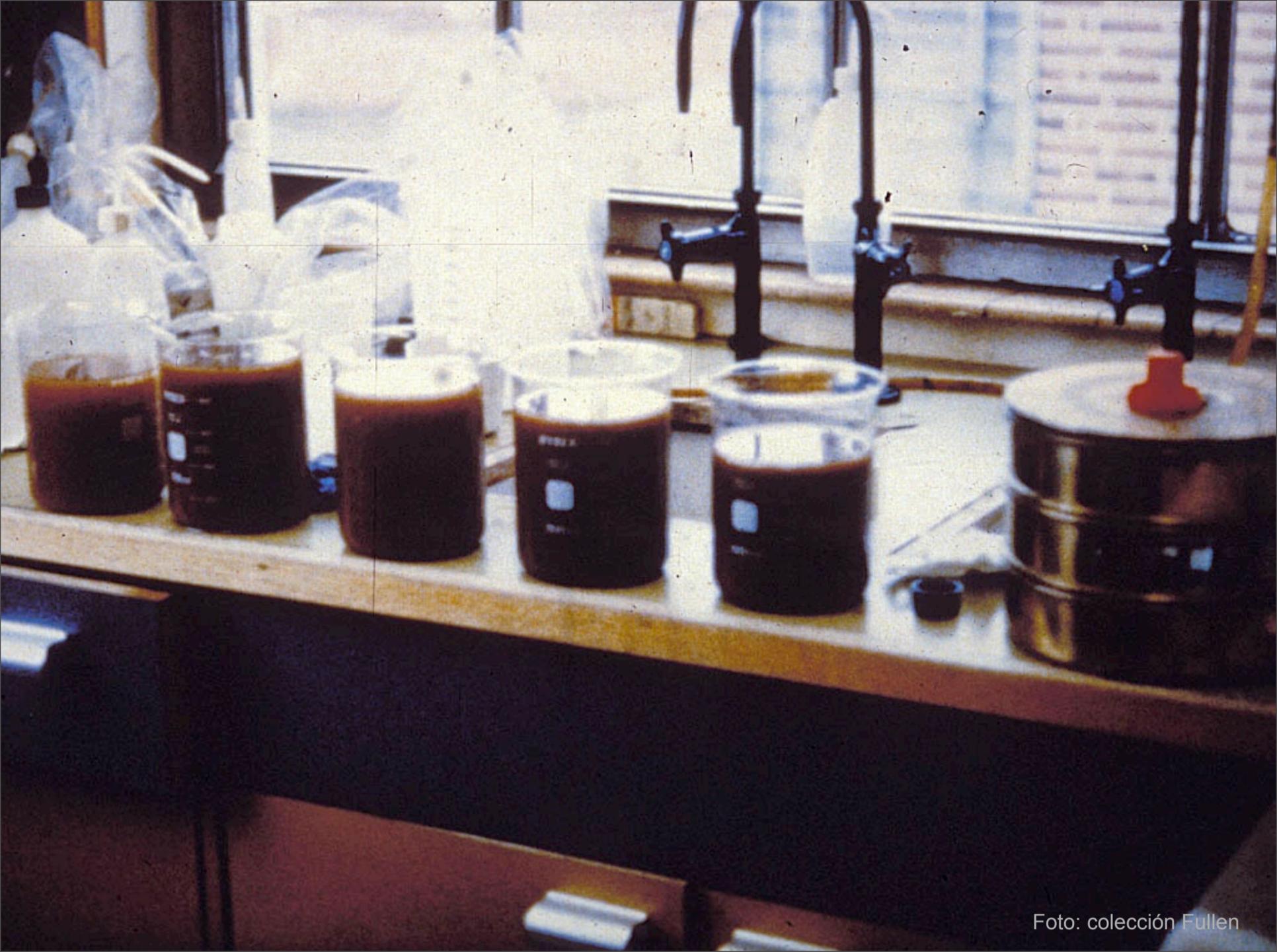


Foto: colección Fullen

## 1. Métodos de campo

## 2. Métodos de laboratorio

- Medidas analíticas de propiedades de los suelos
- **Monolitos de suelos y simuladores de lluvia**

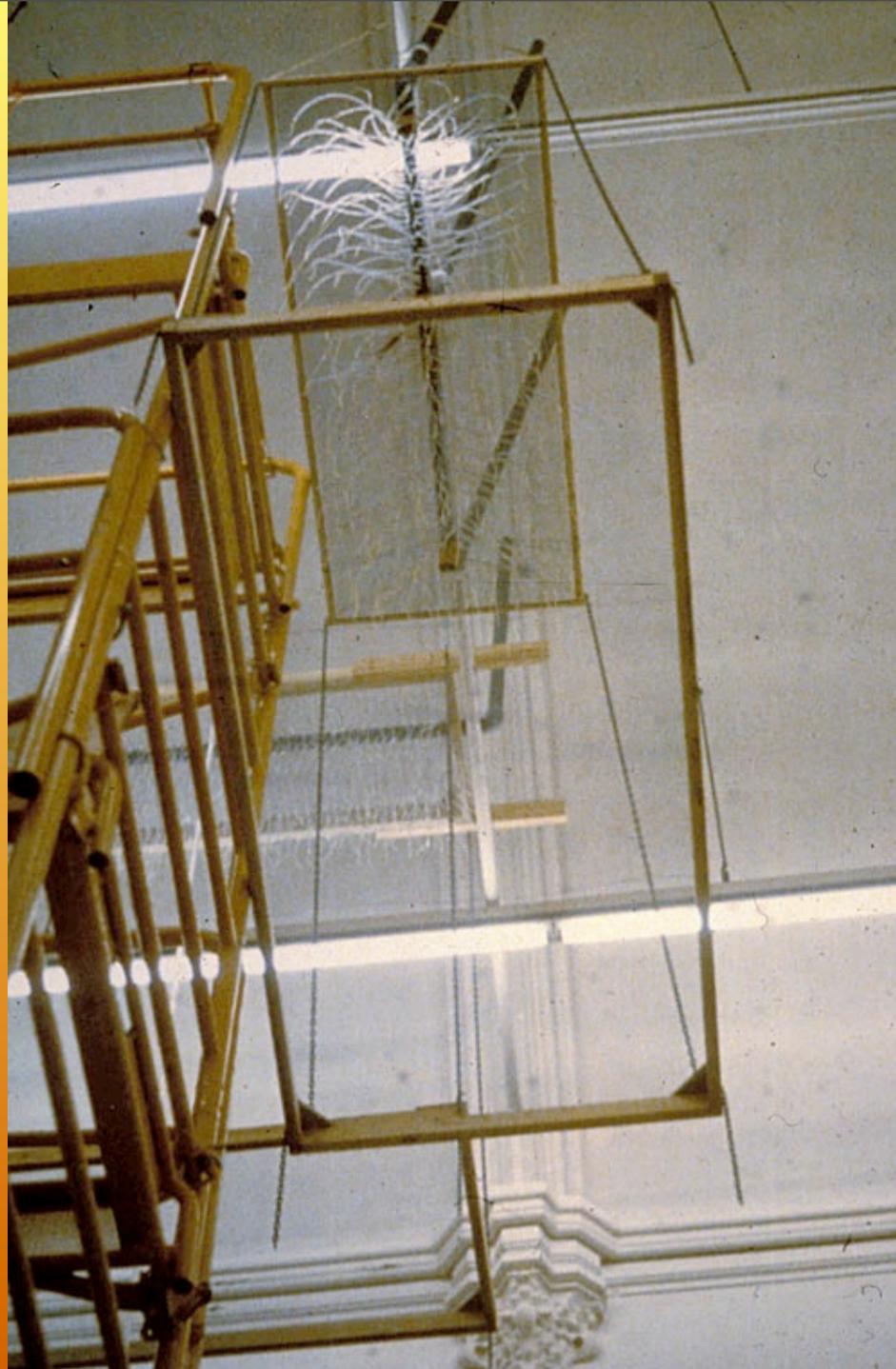


Foto: colección Fullen

En el laboratorio se puede trabajar con simuladores de lluvia sobre muestras de suelos (monolitos), aunque ahora los resultados serán mucho menos reales que cuando se utiliza el simulador en el campo sobre suelo indisturbado.



Foto: colección Fullen

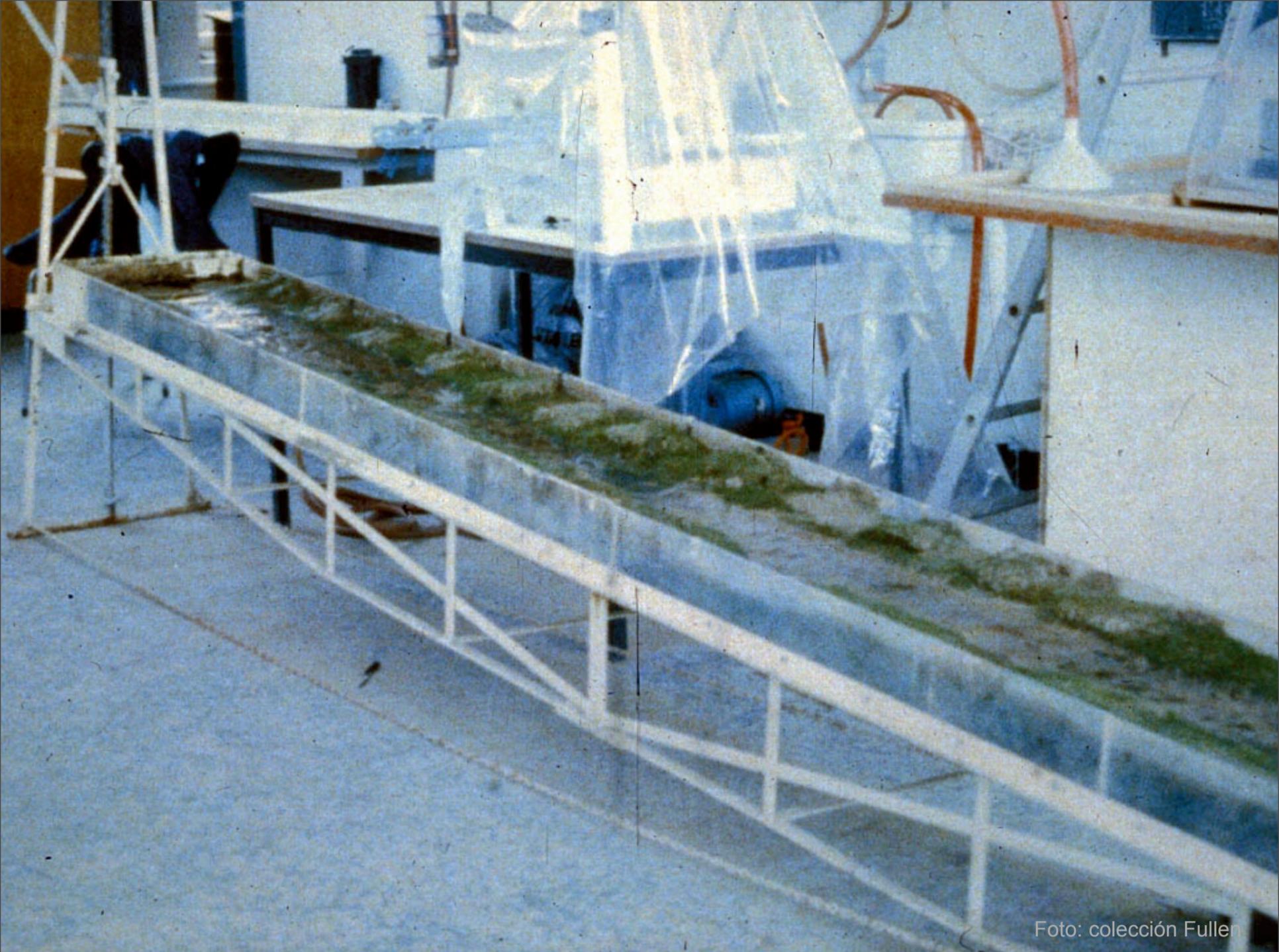


Foto: colección Fullen

Los monolitos de suelo se pueden colocar con distintas inclinaciones (y por supuesto con distintas intensidades de lluvia).



Foto: origen desconocido

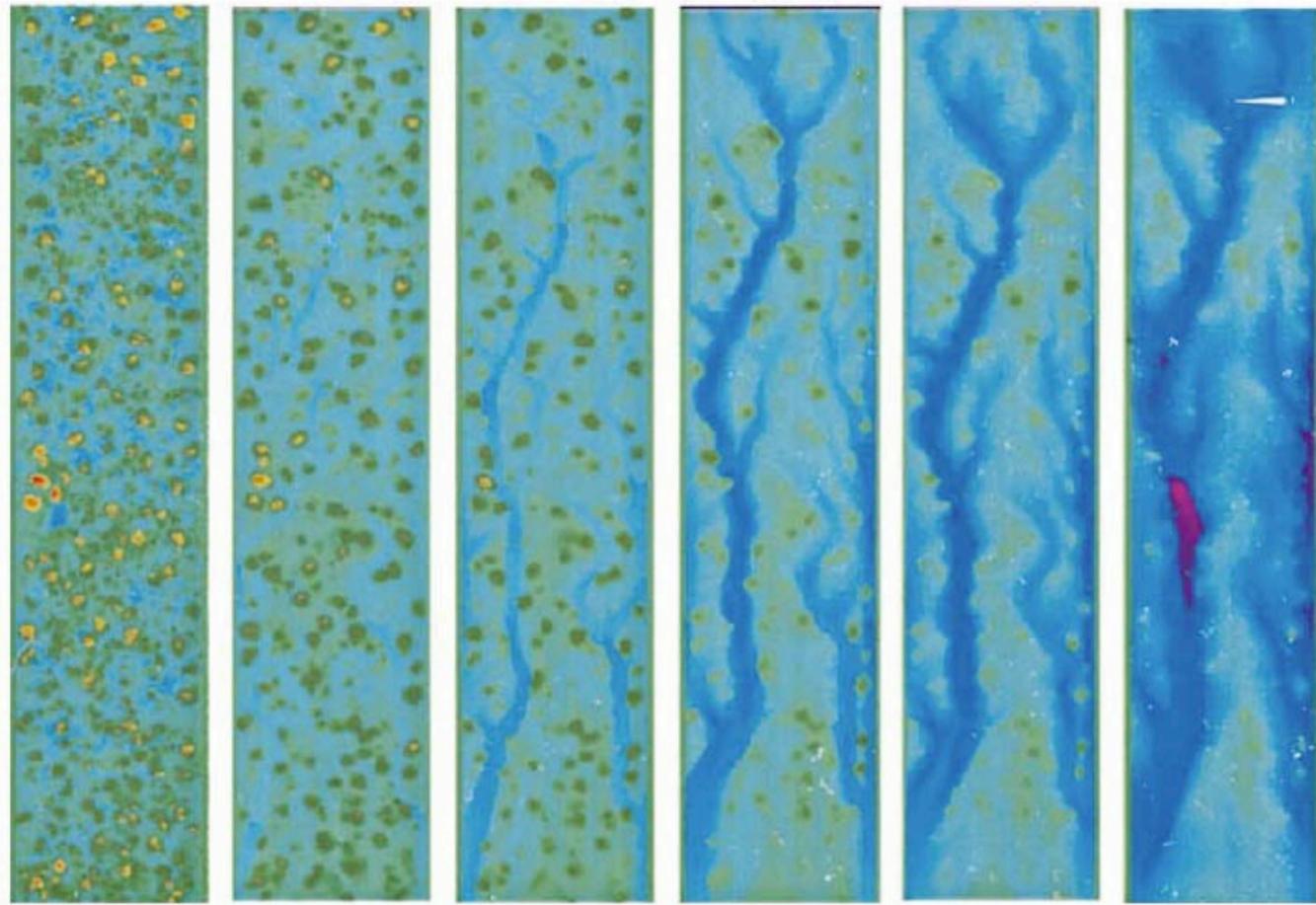
USDA,  
ARS



Foto: USDA, ARS

El seguimiento de la escorrentía se puede seguir con líquidos fluorescentes.

## Surface Topography Map



0 mm

50 mm

100 mm

200 mm

300 mm

500 mm

Rainfall Amount

Fig. 5. The surface topography map and local topographic gradient map following each of a series of 50-mm rainstorms of  $66 \text{ mm h}^{-1}$  intensity and 8% slope steepness.

Se puede realizar un seguimiento de la evolución de la superficie del monolito tras un periodo de lluvias mediante un sistema de rayos láser.

En la imagen después de 50 mm de lluvia los agregados superficiales que sobresalen de la superficie (de color verde-amarillento) van disminuyendo. A los 100 mm empiezan a formarse surcos (color azul intenso). Y a partir de los 200 mm se profundizan y se generalizan.



Foto: colección Fullen

Cómo ocurría con los métodos de campo, si no se dispone de equipos profesionales también se puede trabajar en erosión de suelos con algo tan sencillo como un simple tanque de agua que deja caer una gota sobre un agregado de suelo.



Foto: colección Fullen

Antes del experimento, el terrón se pesa.

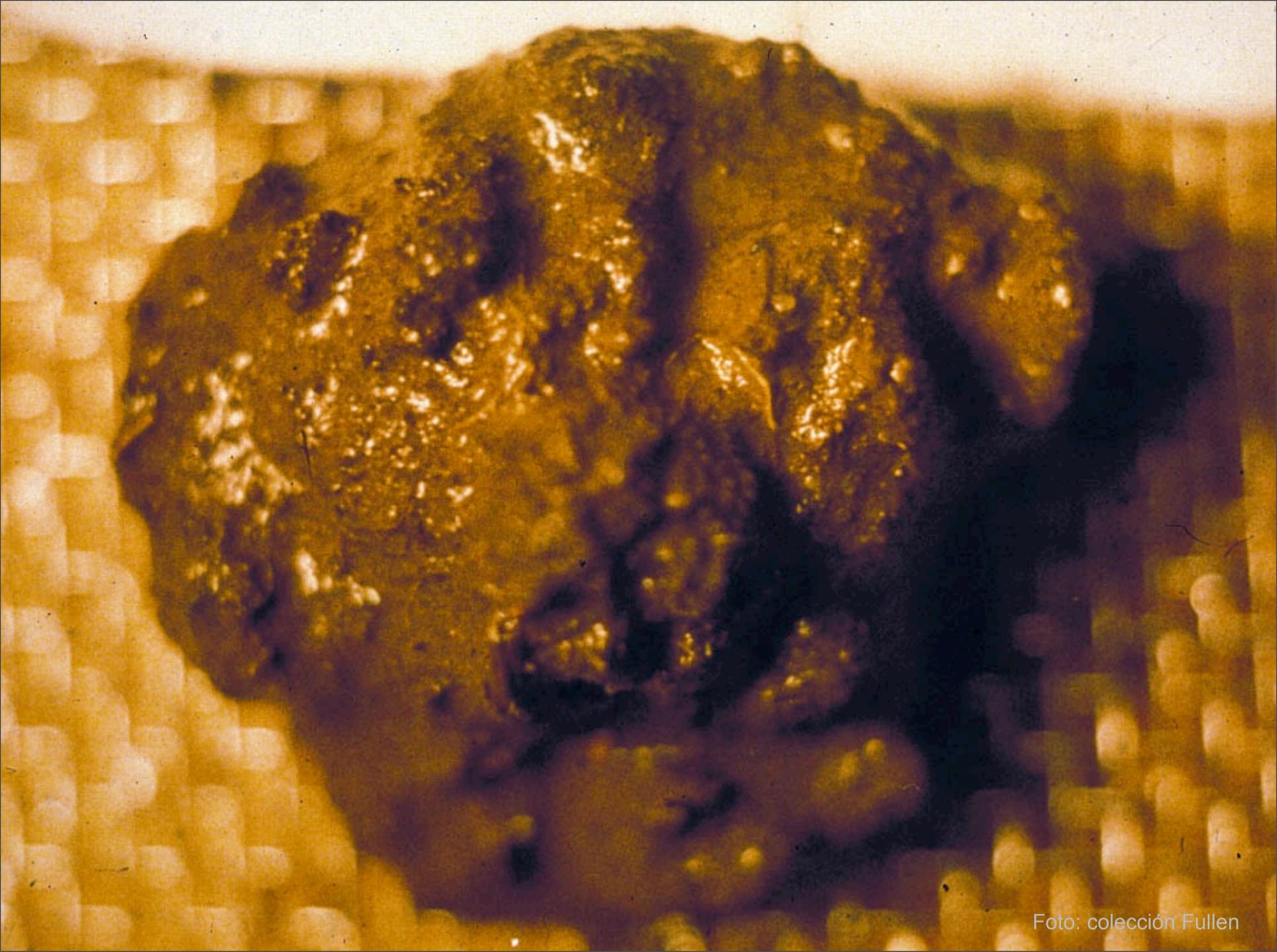
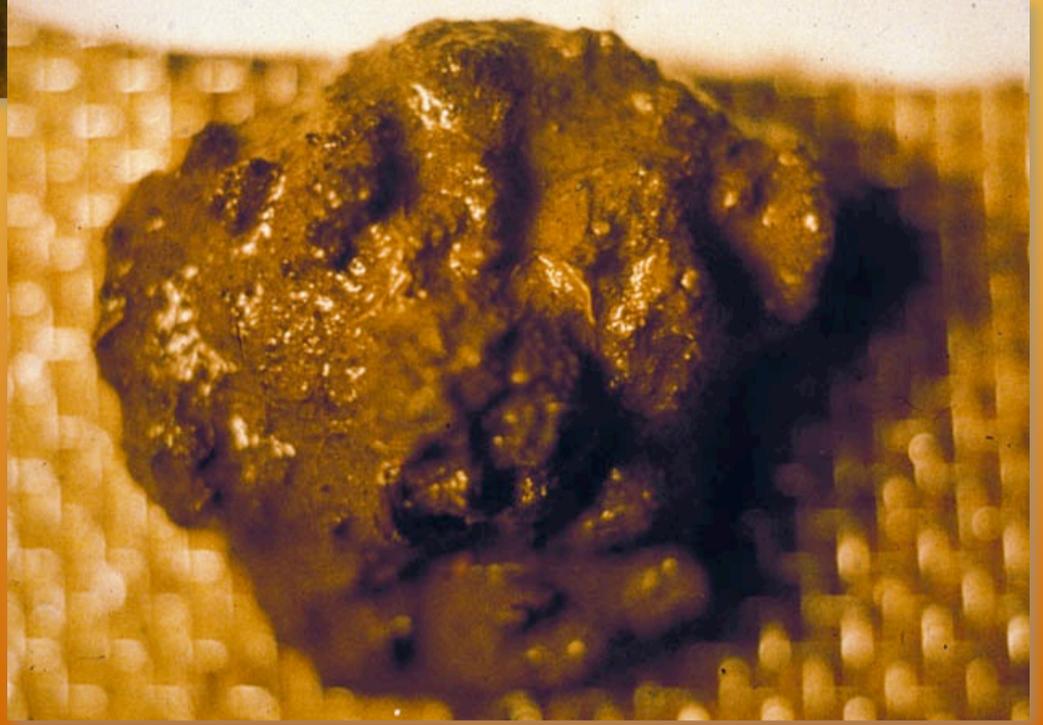


Foto: colección Fullen

Después del ataque de la gota de lluvia ... se seca y se pesa.



Antes y después.

Si colocamos unos agregados de suelos de una determinada región geográfica y los sometemos al mismo tratamiento (tiempo de lluvia y altura del tanque) podremos obtener de esta manera tan simple una valoración de la debilidad de los distintos suelos.

1. Métodos de campo
2. Métodos de laboratorio
- 3. Métodos de gabinete**
  - Teledetección

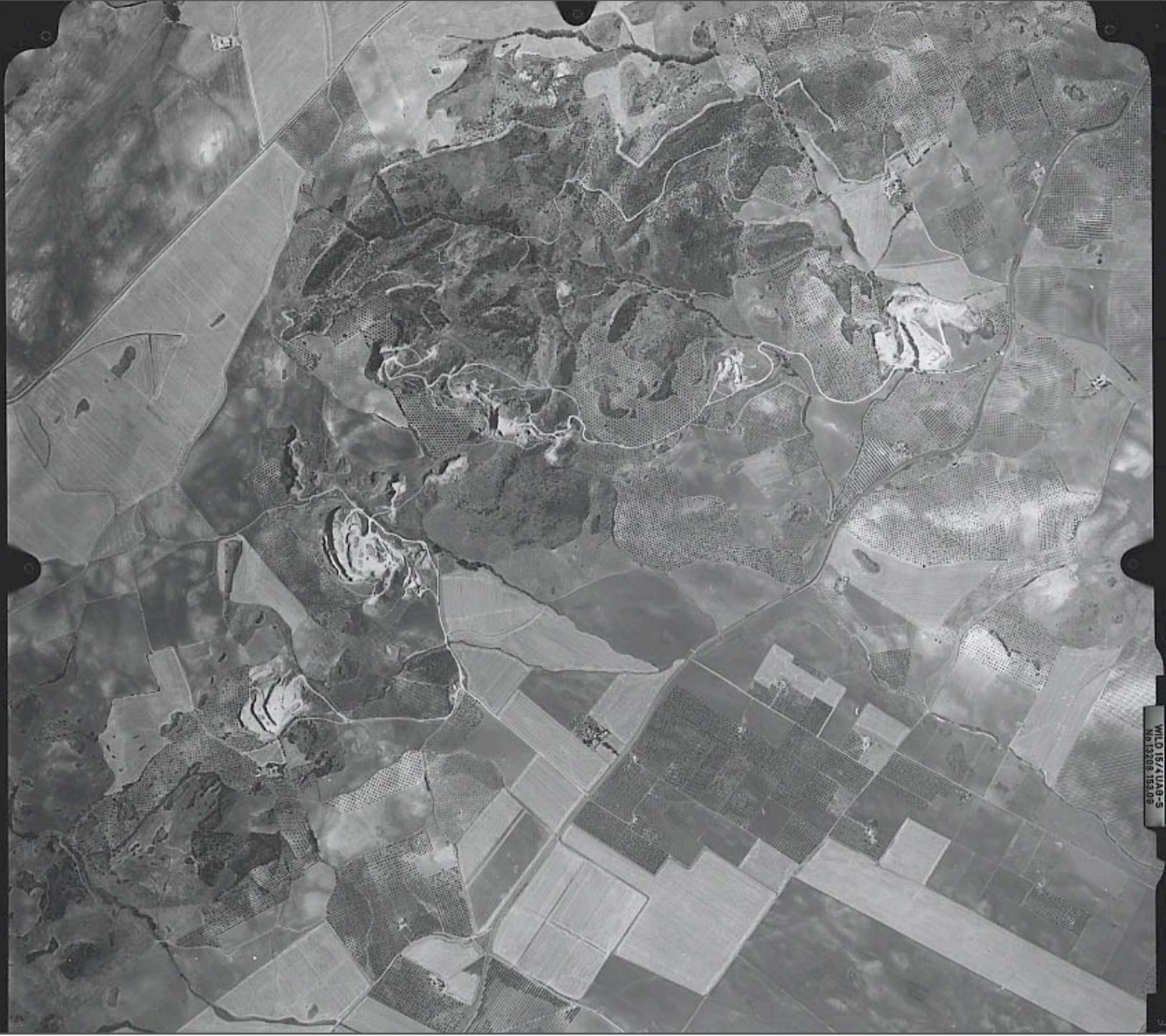
Los métodos de gabinete trabajan con imágenes de satélite o con modelos de simulación.



Foto: colección Fullen

En una imagen aérea se pueden medir los surcos de erosión.

1021 P.1 6



WILD 15/11/83-5  
No 15205 15205

En las fotografías aéreas profesionales para su análisis en esteróscopo se pueden medir los signos de erosión (áreas brillantes) y si se disponen de vuelos realizados en diferentes épocas se puede hacer un seguimiento.



VUELO NACIONAL

E 1:30.000

HMN 1045

SEPT. 1984

P-K

Nº 007210



UAGI 8079 152.12

7 2 1



También se puede medir la erosión con imágenes de satélite.

1. Métodos de campo
2. Métodos de laboratorio
- 3. Métodos de gabinete**

- Teledetección
- **Modelos de simulación**  
**= Modelos físicos teóricos**

- 1. Definir el proceso por sus conceptos físicos**
- 2. Simplificar procesos**
- 3. Representar procesos por sus ecuaciones matemáticas**
- 4. Compilar**
- 5. Validar**

Pero los métodos más utilizados en el gabinete son los que trabajan con modelos de simulación. Los modelos de simulación tienen un gran futuro aunque en el presente sus prestaciones son limitadas. Sería ideal obtener un modelo en el cual introducir unos parámetros de la zona y obtener los resultados de la erosión soportada por los suelos.

Existen dos tipos de modelos con filosofías totalmente distintas.

Modelos de CAJA BLANCA (son teóricos, tratan de explicar lo que ocurre utilizando razonamientos científicos y de CAJA NEGRA (empíricos, es decir basados en la experiencia, estadísticos).

MODELOS DE CAJA BLANCA.

Dada la complejidad de los procesos erosivos estos modelos son sólo simplificaciones.

Su complejidad depende de: 1 objetivos (precisión, de evaluación, de exploración), 2 usuarios (científicos, técnicos o asesores agrícolas, o agricultores), 3 Rango de predicción corto o largo (tormenta -más fáciles-, estación año -mas difíciles- o 20 años), 4 Área abarcada (parcela, finca, cuenca).

Muchos de los resultados obtenidos con estos modelos resultan erróneos no por modelo en sí sino por su aplicación (se aplican para unas condiciones para las que no fueron desarrollados).

De cualquier forma al usar estos modelos hay siempre validar resultados con datos reales como los obtenidos en parcelas de erosión.

Los pasos a seguir para la elaboración de uno de estos modelos son:

1 Definir el proceso por sus conceptos físicos (capacidad de desprendimiento del suelo por las gotas de lluvia; desprendimiento del suelo por la escorrentía, capacidad de transporte y deposición del flujo de escorrentía).

2 Simplificar. Elegir los procesos fundamentales y prescindir de los menos importantes (por ejemplo el trabajar con la capacidad de transporte local por las gotas de la lluvia complicaría mucho el modelo y no cambiarían demasiado los resultados).

3 Representar el proceso por ecuaciones matemáticas (utilizando las teorías de la hidrología, mecánica de fluidos, trabajo y energía, ecuación del efecto cortante, ecuación de fricción de Darcy, ecuación de la velocidad del flujo de Manning ...).

# 1. Métodos de campo

# 2. Métodos de laboratorio

# 3. Métodos de gabinete

- Teledetección

- **Modelos de simulación**

= **Modelos físicos teóricos**

- **WEPP (Water Erosion Prediction Project)**

- **EUROSEM (European Soil Erosion Model)**

## MODELOS DE CAJA BLANCA DISPONIBLES.

- WEPP Modelo simulación del Servicio de Conservación de Suelos de USA que pretende ser el método oficial para medida de la erosión de los suelos en USA. Se trata de un potente programa de ordenador orientado sobre los múltiples procesos que intervienen en la erosión. Su programación es muy compleja, en base a conceptos teóricos de climatología, hidrología, física de suelos y agronomía.

Al no ser un modelo estadístico (caja negra; únicamente basado en las observaciones), WEPP es muy poderoso, no está limitado a sitios concretos, trabaja en cualquier localidad pues WEPP emula los conocimientos científicos sobre la erosión hídrica.

- EUROSEM. Respuesta europea al WEPP.

## **WEPP (Water Erosion Prediction Project)**

**USDA: United States Department of  
Agriculture, Forest Service**

**ARS: Agriculture Research Service**

**Natural Resources Conservation Service U.S.**

**Department of the Interior's Bureau of Land  
Management.**

**Purdue University**

**1987-1997**

***"A nation that destroys its soils destroys itself."  
Franklin D. Roosevelt***

Proyecto común de cuatro organismos USA: Servicio de Montes del Departamento de Agricultura, Servicio de Investigación Agrícola, Servicio de Conservación de Recursos Naturales, Agencia de Manejo de Tierras del Departamento del Interior

Coordinado por la Universidad de PURDUE

WEPP es el resultado de 10 años de investigaciones por docenas de científicos USDA, junto a profesores de universidades USA y otros países.

Los resultados han sido validados con más de 1.000 datos de parcelas de erosión en 12 localidades de USA.

## **WEPP (Water Erosion Prediction Project)**

Calcula la erosión laminar y en surcos (de manera independiente) a lo largo de una ladera (en cada punto y al final el total de suelo perdido) y en una cuenca. Mide también la deposición en las pequeñas depresiones de las laderas.

Maneja conceptos teóricos de gran número de procesos:

- ⊙ desprendimiento por las gotas de lluvia entrerregueros
- ⊙ transporte en regueros y entrerregueros
- ⊙ deposición en regueros y entrerregueros
- ⊙ balance hídrico (precipitación, evaporación, transpiración, infiltración, ...)
- ⊙ recubrimiento vegetal, variación en el tiempo (simulaciones del crecimiento, abandono de residuos, ...)
- ⊙ variaciones temporales de la topografía
- ⊙ rugosidad superficial
- ⊙ sellado superficial
- ⊙ cultivos
- ⊙ manejo (laboreo, fitosanitarios, ...)

## **Prestaciones:**

capacidad para evaluar la distribución de las pérdidas (y deposiciones) del suelo con carácter temporal y espacial.

✓ los datos pueden ser obtenidos:

- ⊙ diarios, mensuales y anuales
- ⊙ simple tormenta
- ⊙ continuo
- ⊙ simple cultivo
- ⊙ rotaciones
- ⊙ regadío
- ⊙ laboreo
- ⊙ manejo

## **WEPP (Water Erosion Prediction Project)**

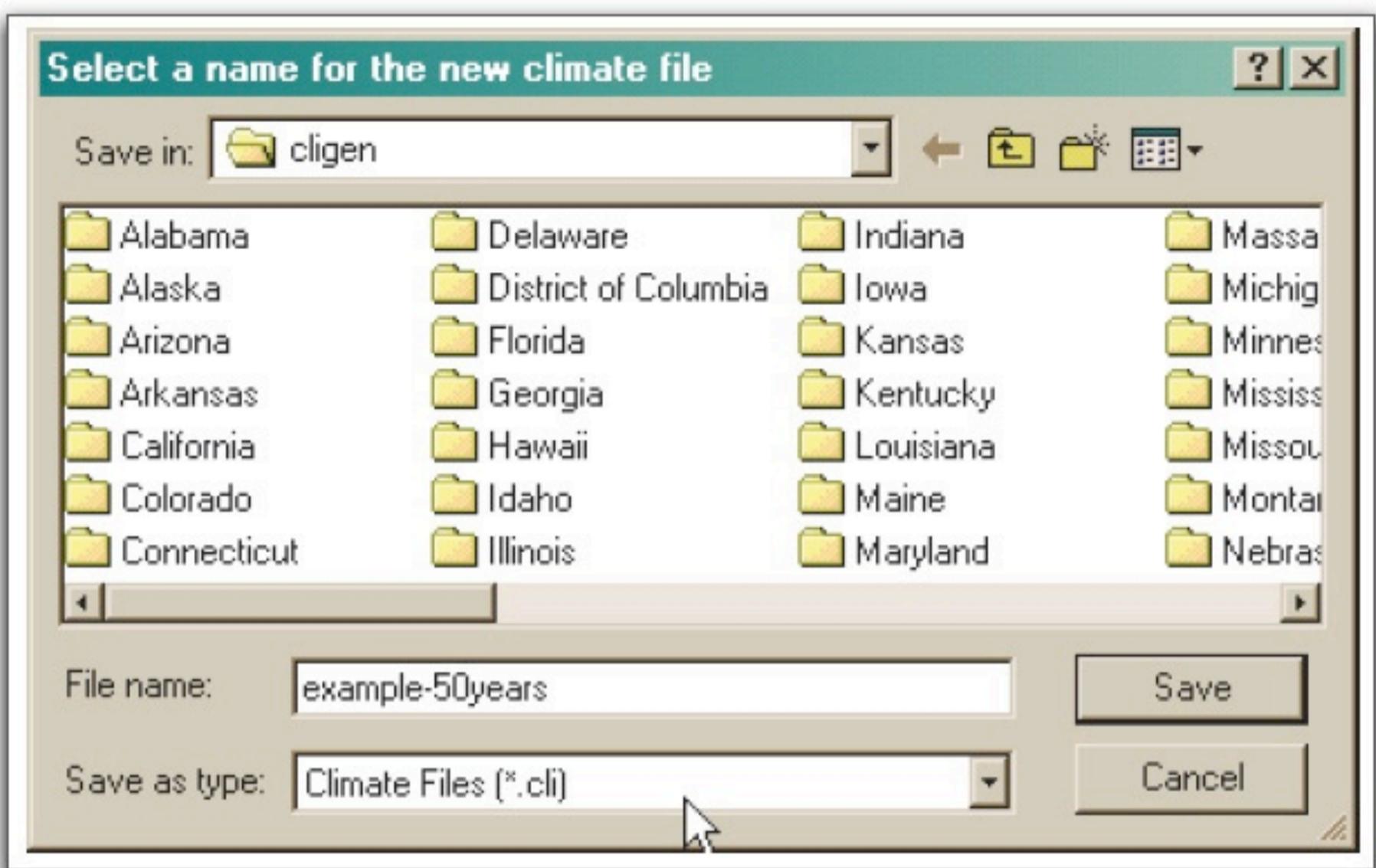
Cuatro paquetes:

- ⊙ Clima
- ⊙ Relieve
- ⊙ Suelo
- ⊙ Manejo

WEPP ha sido desarrollado como herramienta para los planificadores ambientales más que para ayudar a los agricultores, aunque en un futuro, cuando su uso sea más sencillo y sus resultados absolutos más fiables si se piensa ampliar al uso de los no especialistas.

Trabaja con cuatro bases de datos muy completas, por ejemplo, con más de 2.600 estaciones climatológicas y mas de 10.000 tipos de suelos USA.

## CLIMA



133

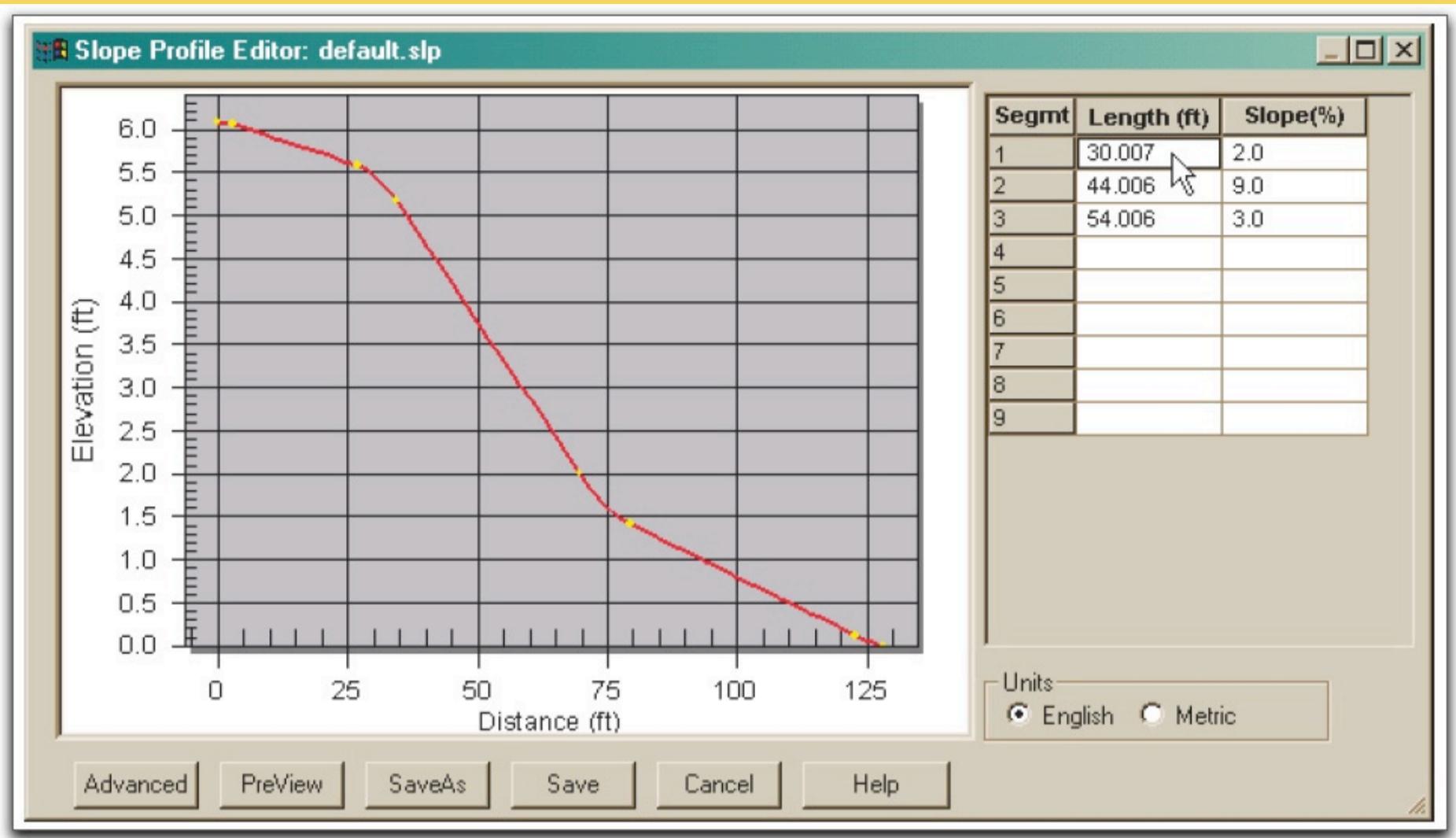
### Clima

Se puede introducir directamente los datos eligiendo una estación climatológica de USA u obtener los datos con un programa específico: CLIGEN.

CLIGEN. Calcula los parámetros necesarios para evaluar la capacidad erosiva de las lluvias según WEPP. Obtiene datos de tormentas (intensidades, duraciones a partir de datos mensuales y anuales, precipitaciones, temperaturas medias, mínimas y máximas, radiaciones, heladas) en función de la historia climática de la zona, mediante cálculos estadísticos de probabilidades.

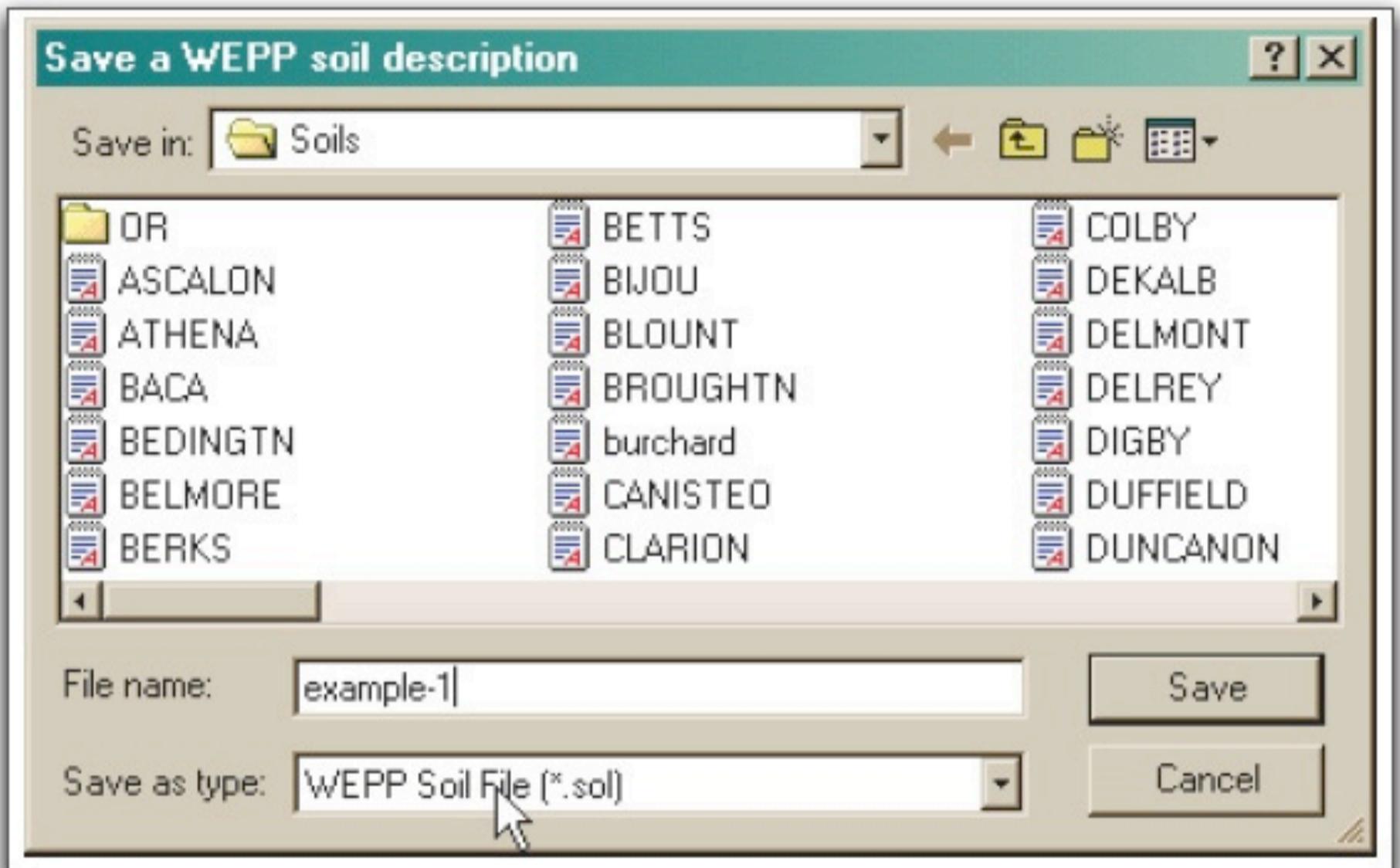
Se pueden obtener los datos climáticos directamente de la estaciones climatológicas para los Estados Unidos y también se proporciona un software para calcular los parámetros climáticos necesarios para estaciones fuera del territorio USA.

# RELIEVE



Para el factor relieve se introducen directamente los datos obtenidos en el campo.-

## SUELO



Para el factor suelo se puede introducir directamente el nombre de tipo de suelo si se está en USA

## SUELO

**Soil Database Editor: DUNCANON**

Soil File Name:  Soil Texture:  Albedo:  Initial Sat. Level: (%)

Interrill Erodibility:  (Kg\*s/m\*\*4)  Have Model Calculate

Rill Erodibility:  (s/m)  Have Model Calculate

Critical Shear:  (Pa)  Have Model Calculate

Eff. Hydr. Conductivity:  (mm/h)  Have Model Calculate

Layer	Depth(mm)	Sand(%)	Clay(%)	Organic(%)	CEC(meq/10)	Rock(%)
1	254	27.4	11.5	3.000	9.9	2.5
2	1143	34.7	17.0	1.000	6.8	2.9
3	1727	39.8	17.0	0.330	6.8	34.1
4						
5						
6						
7						
8						
9						

English Units

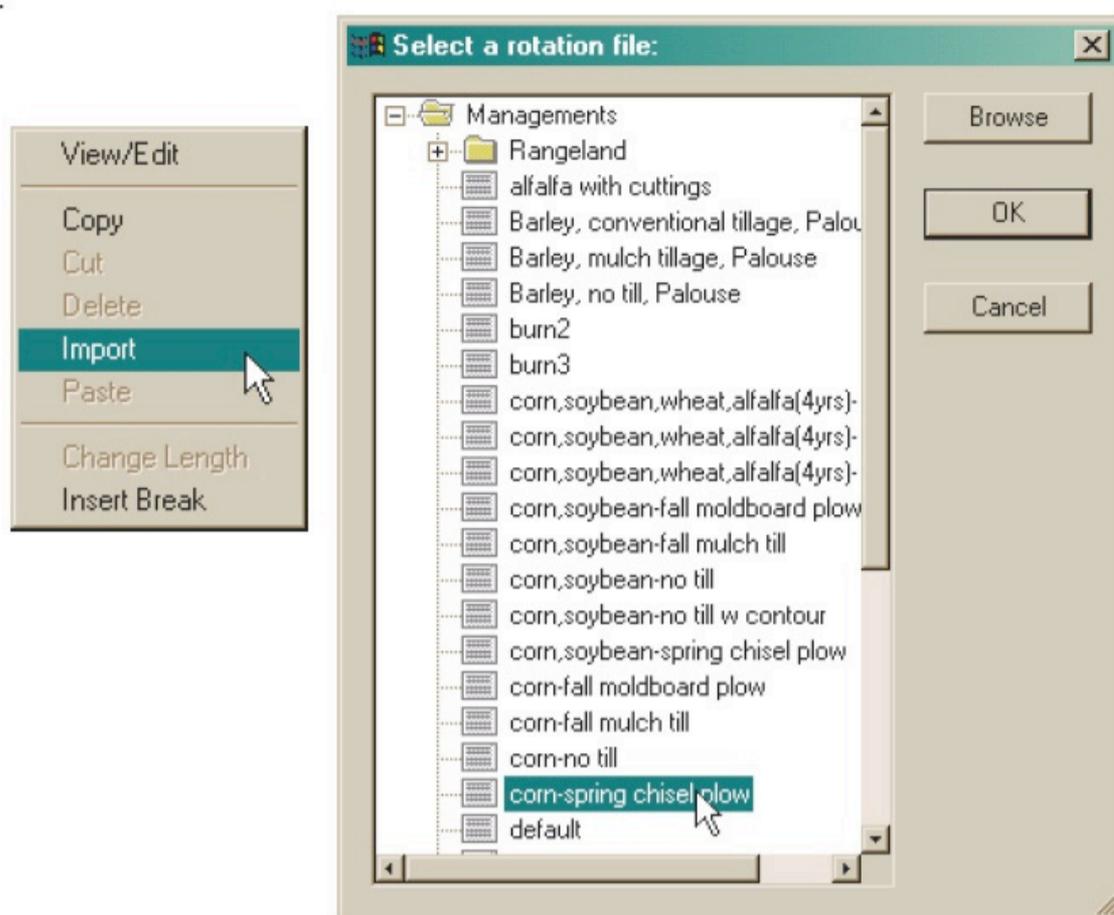
Print Save As Save Cancel Delete Help

o se pueden introducir los datos concretos de nuestro suelo

## MANEJO

### D. Management Inputs

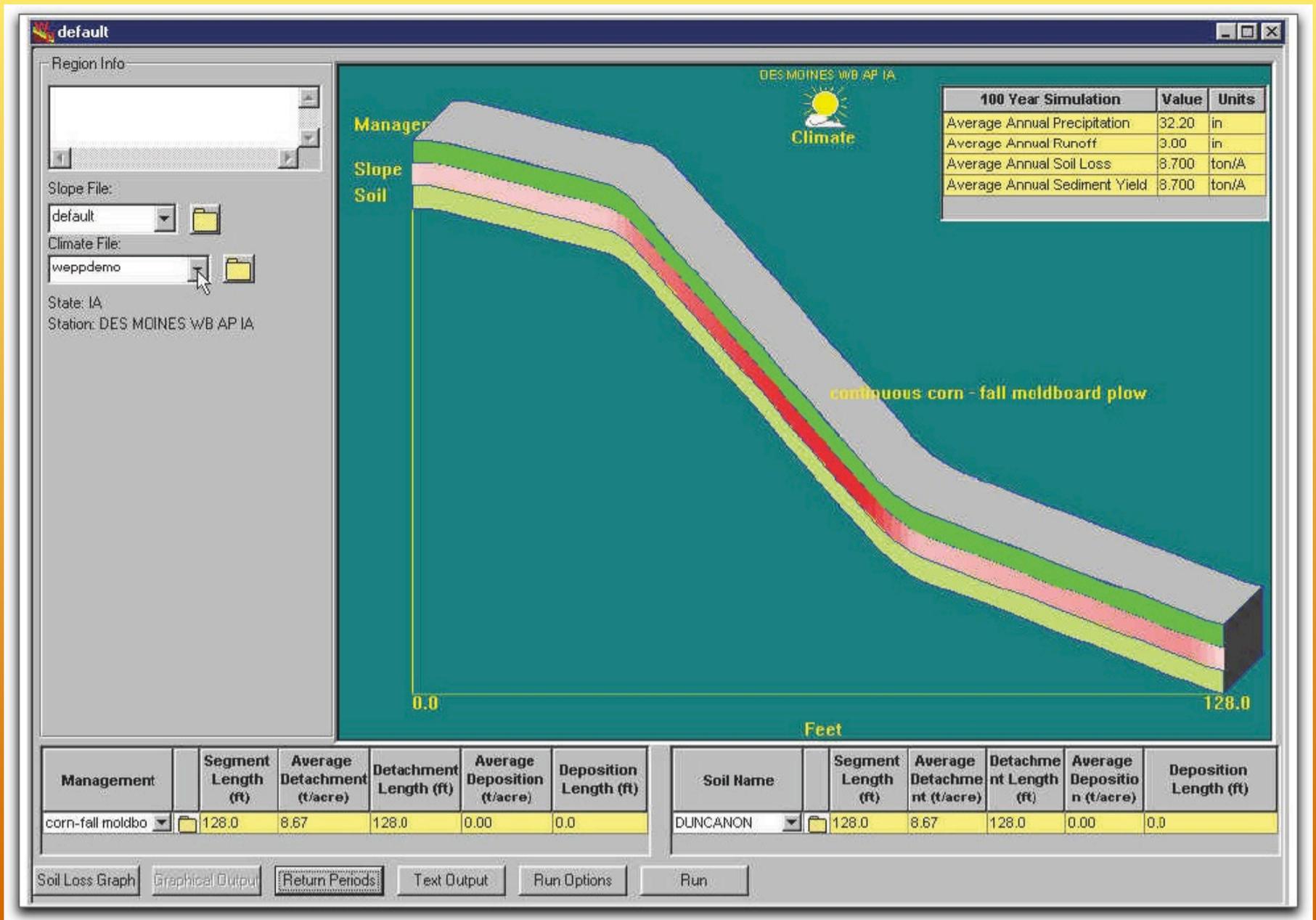
In the current example click on the management layer to select it and then right click and choose the Import menu item. From the list of available managements choose “corn-spring chisel plow” and click OK



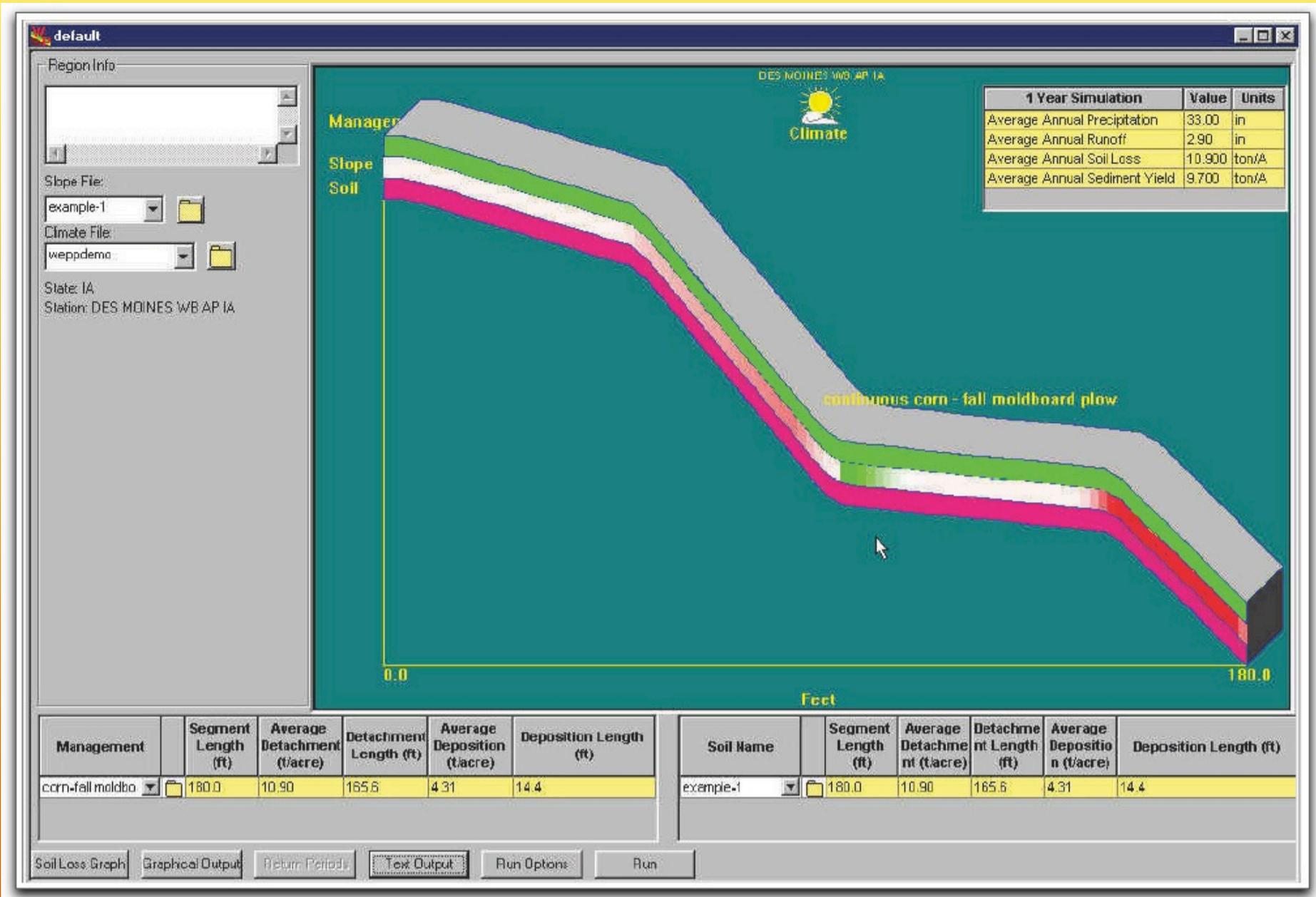
Para el manejo existe una base de datos muy completa con tipos de cultivos, laboreo y fitosanitarios.

## MANEJO

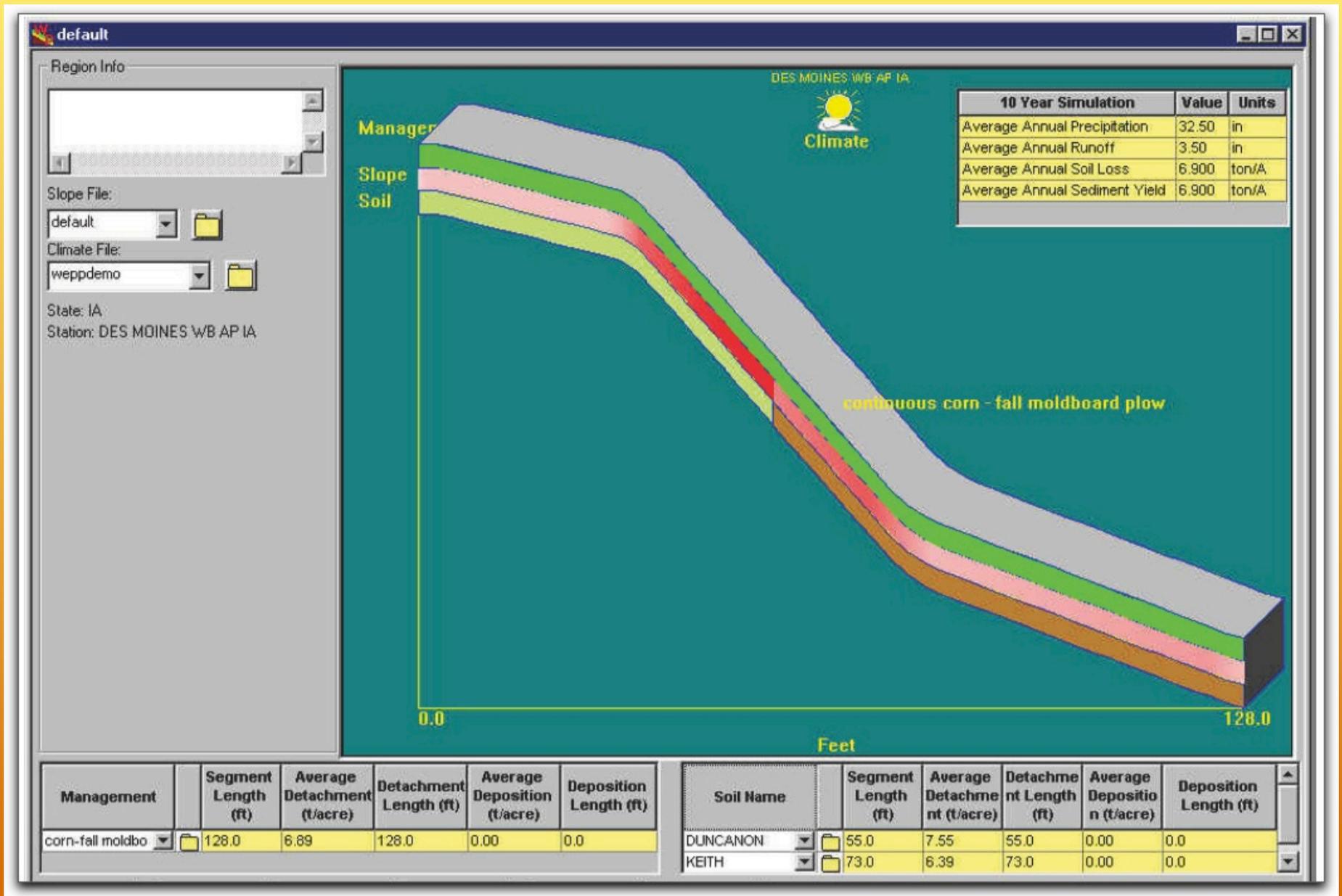
Num	Date	Operation Type	Name	Comments
1	1/1/1	Initial Conditions	Initial conditions for crop following no-till soybeans - example-1	
2	4/15/1	Tillage	Chisel Plow	Depth: 8.00 in; Type: Pri
3	4/25/1	Tillage	Field cultivator, secondary tillage, after duckfoot points	Depth: 4.00 in; Type: Sec
4	5/1/1	Tillage	Tandem Disk	Depth: 4.00 in; Type: Sec
5	5/10/1	Tillage	Planter, double disk openers	Depth: 2.00 in; Type: Sec
6	5/10/1	Plant - Annual	Corn, Jefferson IA, High production 125 bu/acre	Row Width: 30.00 in
7	6/5/1	Tillage	Cultivator, row, multiple sweeps per row	Depth: 3.00 in; Type: Sec
8	10/15/1	Harvest - Annual	Corn, Jefferson IA, High production 125 bu/acre	
9	5/22/2	Tillage	Drill, no-till in standing stubble-fluted coulters	Depth: 1.97 in; Type: Sec
10	5/22/2	Plant - Annual	Soybeans - Medium Fertilization Level	Row Width: 10.00 in
11	9/30/2	Harvest - Annual	Soybeans - Medium Fertilization Level	
12				
13				
14				



Los resultados son muy completos.



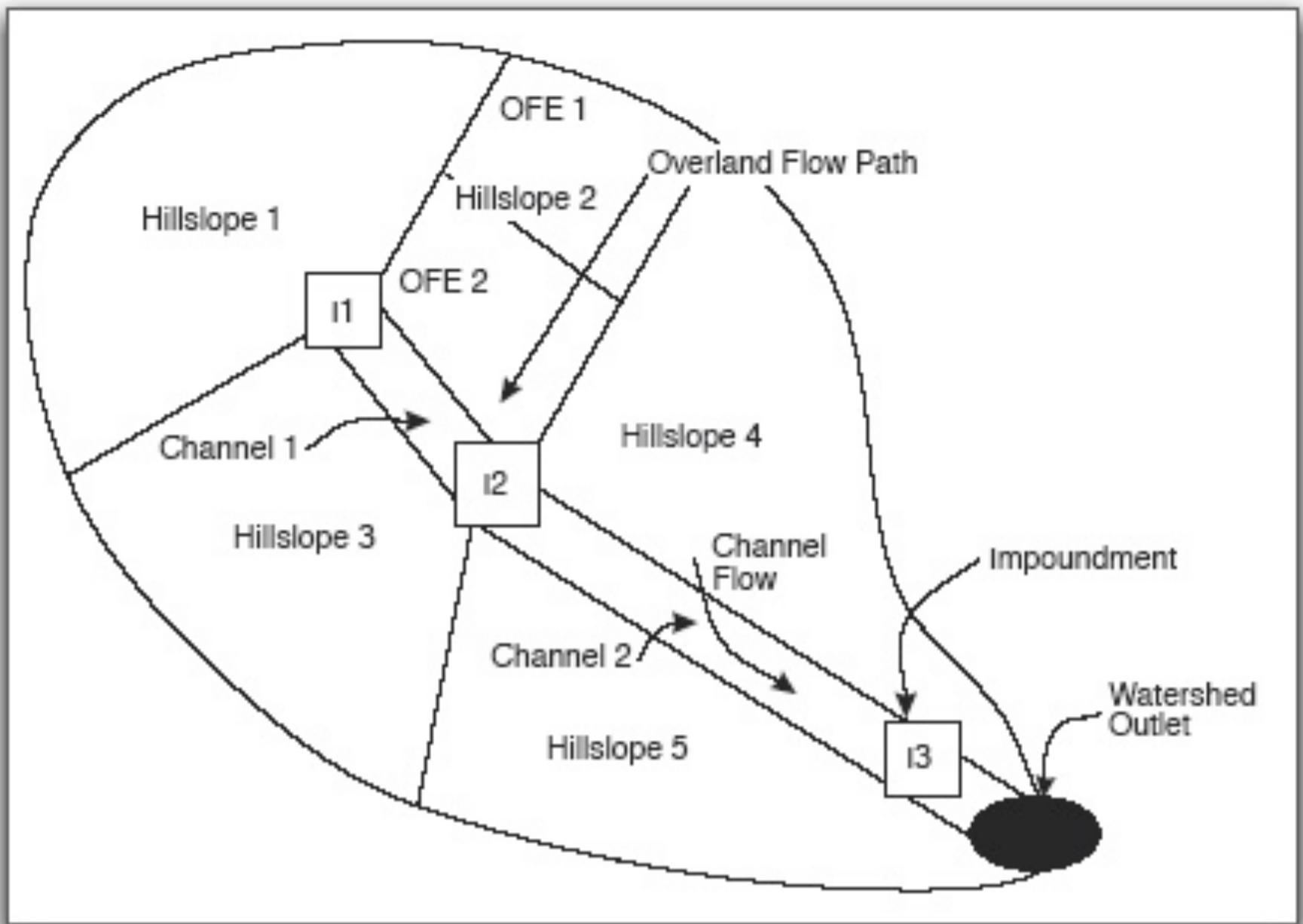
El modelo trabaja con relieves compuestos.



E incluso con cambios de suelo o manejo a mitad de la pendiente.



También trabaja con minicuecnas.



The screenshot shows a web browser window titled "@ WEPP Software". The address bar displays "http://topsoil.nserl.purdue.edu/nserlweb/weppmain/". The page content includes a header "WEPP Software" and "Water Erosion Prediction Project". A paragraph describes the WEPP model as a process-based, distributed parameter, continuous simulation, erosion prediction model for use on personal computers running Windows 95/98/NT/2000/XP. The current model version (v2004.700) is available for download. Below this is a table with four rows and two columns. The first row contains "Documentation" and "Downloads". The second row contains "Soil Data" and "Climate Data". The third row contains "Management Data" and "Upcoming WEPP Workshops". At the bottom, there is a "Related Software" section with a link to a web browser interface to the WEPP model.

<b>Documentation</b> <a href="#">Overview of Soil Erosion</a> <a href="#">WEPP Model v2004.700 Release Notes</a> <a href="#">WEPP Model Documentation</a> <a href="#">WEPP Publications Bibliography List</a> <a href="#">Agricultural Research magazine article on WEPP</a> <a href="#">WEPP Windows Frequently Asked Questions</a> <a href="#">WEPP Windows Interface Tutorial</a>	<b>Downloads</b> <a href="#">Download WEPP for Windows (April 2005)</a>  <a href="#">September 14, 2004 WEPP Model (2004.700)</a> This is only the FORTRAN model, no user interface or data is included.
<b>Soil Data</b> Soil parameter inputs for WEPP are based on 1992 SOILS-5 data. The install package includes soil archive files for each state. These archives can be used with the WEPP Windows Interface by selecting the <b>Tools</b> menu and then <b>Soil Archive Program</b> .	<b>Climate Data</b> <a href="#">Example CLIGEN breakpoint data file</a> <a href="#">Breakpoint Climate Generator</a> <a href="#">CLIGEN Information</a>  Cligen parameter files for about 2600 stations in the US are included in the install package.
<b>Management Data</b> Example managements for agriculture, rangeland and forest are included in the install package.	<b>Upcoming WEPP Workshops</b>

**Related Software**  
[A Web browser interface to WEPP model](#). Run WEPP simulations without having to download the software, simulations are run on servers at the

WEPP Online

http://milford.nserl.purdue.edu/

Un Universo ...005 Entries yourDictionary.com • Diccionario de Sinónimos Amazon Yahoo! Apple España (144) ▾

## Water Erosion Prediction Project (WEPP)



[Web Browser Version](#)

This is a prototype version of an interface for the WEPP model that allows simulations to be setup and run using a standard web browser. The WEPP simulations are run on servers at the [National Soil Erosion Research Laboratory](#) and results displayed on web pages.

The main WEPP model, Windows interface program and documentation can be found at <http://topsoil.nserl.purdue.edu/nsertweb/weppmain>

Existe también una versión Web para trabajar directamente on line.

WEPP Model Interface

http://milford.nserl.purdue.edu/wepp/projects.php

Un Universo ...005 Entries yourDictionary.com • Diccionario de Sinónimos Amazon Yahoo! Apple España (144)

# Water Erosion Prediction Project

Databases Help

WEPP Hillslope WEPP Worksheet

State: Alabama

## WEPP Simulation

Climate Station: ALABAMA STATE FARM

Field Length (ft): 100

Field Width (ft): 100

Slope Shape: Uniform

Steepness: 5% View

[View Standard Slope Shapes](#)

Soil: ADATON(SIL)

Management: alfalfa with cuttings

[View Management](#)

Simulation Years (1 to 30) : 1

Detailed Graphics

Calculate Soil Loss

To setup a WEPP simulation select the inputs from the area on the left. The slope length and width are applied to the general slope shape selected. Click on the Calculate Soil Loss button to run the WEPP model. When the simulation is complete this area will contain a brief summary of the results. The soil loss graph displayed shows the soil loss along the slope profile. To view more detailed outputs from the model click on the links for graphics and the main WEPP output file at the bottom of the results page.

### Additional WEPP Tools

[Filter Strip \(using WEPP Hillslope\)](#)  
Places a variable length buffer strip at the bottom of the hillslope. Runs can be made with or without the buffer strip in place.

[Strip Cropping \(using WEPP Hillslope\)](#)  
Alternating sections of crops on a hillslope. Runs can be made varying the type, size and number of strips present on the hillslope.

Página Web para introducir los datos.

WEPP Model Interface

http://milford.nserl.purdue.edu/wepp/projects.php

Un Universo ...005 Entries yourDictionary.com • Diccionario de Sinónimos Amazon Yahoo! Apple España (144) ▾ Noticias (314) ▾ .Mac Yahoo!

# Water Erosion Prediction Project

**WEPP Hillslope** **WEPP Worksheet** **Databases** **Help**

State: Alabama

Climate Station: ALABAMA STATE FARM

Field Length (ft): 100  
Field Width (ft): 100  
Slope Shape: Uniform  
Steepness: 5% View

[View Standard Slope Shapes](#)

Soil: ADATON(SIL)

Management: alfalfa with cuttings  
[View Management](#)

Simulation Years (1 to 30): 1  
 Detailed Graphics

**Calculate Soil Loss**

## WEPP Simulation Results (1Year)

State:	Alabama
Climate Station:	ALABAMA STATE FARM
Management:	alfalfa with cuttings
Soil:	ADATON(SIL)
Slope Shape:	Uniform(5%)
Slope Length (ft):	100
Slope Width (ft):	100

Average Annual Precipitation (in/yr)	51
Average Annual Runoff (in/yr)	8.4
Average Annual Soil Loss (ton/A/yr)	0.9
Average Annual Sediment Yield (ton/A/yr)	0.9

Version Run on: March 7, 2006, 8:44 am

**Slope Profile Shape**

Elevation(ft) vs Length(ft)

**Soil Loss**

Soil Loss(ton/A) vs Length(ft)

Resultado  
s.

WEPP Model Interface

http://milford.nserl.purdue.edu/wepp/projects.php

Un Universo ...005 Entries yourDictionary.com • Diccionario de Sinónimos Amazon Yahoo! Apple España (144) ▾ Noticias (314) ▾ .Mac Yahoo!

## Water Erosion Prediction Project

[Databases](#) [Help](#)

**WEPP Hillslope**      **WEPP Worksheet**

September 7, 2004

State:

Climate Station:

Field Length (ft):

Field Width (ft):

Slope Shape:

Steepness:

[View Standard Slope Shapes](#)

Soil:

Management:

Simulation Years (1 to 30):

Detailed Graphics

MANAGEMENT: p0.man  
MAN. PRACTICE: description 1  
description 2  
description 3

SLOPE: p0.slp  
CLIMATE: p0.cli  
Station: ALABAMA STATE FARM AL      CLIGEN VERSION

4.30      SOIL: p0.sol  
PLANE 1 ADATON      SIL

ANNUAL AVERAGE SUMMARIES  
-----

I. RAINFALL AND RUNOFF SUMMARY  
-----

total summary: years 1 - 1

100 storms produced	51.0	in. of precipitation
15 rain storm runoff events produced	4.5	in. of runoff
5 snow melts and/or events during winter produced	3.9	in. of runoff

annual averages  
-----

Number of years	1	
Mean annual precipitation	51.0	in/yr
Mean annual runoff from rainfall	4.5	in/yr
Mean annual runoff from snow melt and/or rain storm during winter	3.9	in/yr

II. ON SITE EFFECTS    ON SITE EFFECTS    ON SITE EFFECTS  
-----

WEPP Model Interface  
 http://milford.nserl.purdue.edu/wepp/projects.php

Un Universo ...005 Entries yourDictionary.com • Diccionario de Sinónimos Amazon Yahoo! Apple España (144) Noticias (314) .Mac Yahoo!

## Water Erosion Prediction Project

Databases Help

WEPP Hillslope WEPP Worksheet

State: Alabama

Climate Station: ALABAMA STATE FARM

Field Length (ft): 100  
 Field Width (ft): 100  
 Slope Shape: Uniform  
 Steepness: 5% View

[View Standard Slope Shapes](#)

Soil: ADATON(SIL)

Management: alfalfa with cuttings  
[View Management](#)

Simulation Years (1 to 30): 1  
 Detailed Graphics

II. ON SITE EFFECTS ON SITE EFFECTS ON SITE EFFECTS

A. AREA OF NET SOIL LOSS

\*\* Soil Loss (Avg. of Net Detachment Areas) = 0.9 t/a \*\*  
 \*\* Maximum Soil Loss = 1.1 t/a at 100.0 ft. \*\*

Area of Net Loss ft.	Soil Loss MEAN t/a	Soil Loss STDEV t/a	MAX Loss t/a	MAX Loss Point ft.	MIN Loss t/a	MIN Loss Point ft.
0.0- 100.0	0.9	0.0	1.1	100.0	0.9	42.0

C. SOIL LOSS/DEPOSITION ALONG SLOPE PROFILE

Profile distances are from top to bottom of hillslope

distance ft.	soil loss t/a	flow elem	distance ft.	soil loss t/a	flow elem	distance ft.	soil loss t/a	flow elem
1.0	0.9	1	35.0	0.9	1	69.0	0.9	1
2.0	0.9	1	36.0	0.9	1	70.0	0.9	1
3.0	0.9	1	37.0	0.9	1	71.0	0.9	1
4.0	0.9	1	38.0	0.9	1	72.0	0.9	1
5.0	0.9	1	39.0	0.9	1	73.0	0.9	1
6.0	0.9	1	40.0	0.9	1	74.0	0.9	1
7.0	0.9	1	41.0	0.9	1	75.0	0.9	1
8.0	0.9	1	42.0	0.9	1	76.0	0.9	1
9.0	0.9	1	43.0	0.9	1	77.0	0.9	1
10.0	0.9	1	44.0	0.9	1	78.0	0.9	1
11.0	0.9	1	45.0	0.9	1	79.0	0.9	1
12.0	0.9	1	46.0	0.9	1	80.0	0.9	1

# Water Erosion Prediction Project

Databases Help

WEPP Hillslope

WEPP Worksheet

State:

Climate Station:

Field Length (ft):

Field Width (ft):

Slope Shape:

Steepness:

25.0	0.9	1	55.0	0.9	1	93.0	1.0	1
26.0	0.9	1	60.0	0.9	1	94.0	1.0	1
27.0	0.9	1	61.0	0.9	1	95.0	1.0	1
28.0	0.9	1	62.0	0.9	1	96.0	1.0	1
29.0	0.9	1	63.0	0.9	1	97.0	1.0	1
30.0	0.9	1	64.0	0.9	1	98.0	1.1	1
31.0	0.9	1	65.0	0.9	1	99.0	1.1	1
32.0	0.9	1	66.0	0.9	1	100.0	1.1	1
33.0	0.9	1	67.0	0.9	1			
34.0	0.9	1	68.0	0.9	1			

note: (+) soil loss - detachment (-) soil loss - deposition

[View Standard Slope Shapes](#)

Soil:

Management:

[View Management](#)

Simulation Years (1 to 30):

Detailed Graphics

III. OFF SITE EFFECTS OFF SITE EFFECTS OFF SITE EFFECTS

A. AVERAGE ANNUAL SEDIMENT LEAVING PROFILE

4.2 lbs/ft of width  
 421.9 lbs (based on profile width of 100.0 ft.)  
 0.9 t/a (assuming contributions from 0.2 acres)

B. SEDIMENT CHARACTERISTICS AND ENRICHMENT

Sediment particle information leaving profile

Class	Diameter (mm)	Specific Gravity	Particle Composition				Detached Fraction	
			% Sand	% Silt	% Clay	% O.M.	Sediment Fraction	In Flow Exiting
1	0.002	2.60	0.0	0.0	100.0	10.4	0.042	0.042
2	0.010	2.65	0.0	100.0	0.0	0.0	0.272	0.272
3	0.030	1.80	0.0	77.7	22.3	2.3	0.291	0.291
4	0.324	1.60	57.4	23.1	19.5	2.0	0.281	0.281
5	0.200	2.65	100.0	0.0	0.0	0.0	0.114	0.114

Average annual SSA enrichment ratio leaving profile = 1.00

Aunque el modelo WEPP ha sido desarrollado para los Estados Unidos ha sido utilizado, con buenos resultados fuera de USA, concretamente en países tan dispares como:

Australia, Austria, Bélgica, Brasil, Canada, China, Costa Rica, India, Italia, Mexico, Portugal, Rusia, Uganda y Ucrania.

© NSRI - European Soil Erosion Model (EUROSEM)

Dirección: <http://www.silsoe.cranfield.ac.uk/nsri/research/erosion/eurosem.htm>



National Soil Resources Institute  
*down to earth science*



Home  
Information for ...  
Information on ...  
Research  
Education and training  
Products and services  
Search  
School home  
University

### European Soil Erosion Model (EUROSEM)

The European Soil Erosion Model (EUROSEM) is the result of European Commission funded research involving **scientists from Europe and the USA**. The model simulates erosion on an event basis for fields and small catchments. It uses physical descriptions to describe the process of soil erosion and is fully dynamic.

The current version of the model incorporates a graphical user interface with full help support and has been developed with funds from the **MWISED project**. For users with limited computing power the previous version of the model is still available as a DOS program.

Additional information is available on:

- [People involved](#)
- [Downloading EUROSEM and the EUROSEM documentation](#)
- [Project summary](#) (PDF file 2.3Mb)
- [Publications](#)



Published by Marketing and Communications © **Cranfield University**  
[Website contact](#)

Internet zone

© NSRI - European Soil Erosion Model (EUROSEM) ...

Dirección: [http://www.silsoe.cranfield.ac.uk/nsri/research/erosion/eurosem\\_download.htm](http://www.silsoe.cranfield.ac.uk/nsri/research/erosion/eurosem_download.htm)



National Soil Resources Institute  
*down to earth science*



Cranfield UNIVERSITY

- Home
- Information for ...
- Information on ...
- Research
- Education and training
- Products and services
- Search
- School home
- University

### European Soil Erosion Model (EUROSEM)

**Downloading EUROSEM**

You can download the latest versions of EUROSEM and its user guide from this page.

**EUROSEM for DOS**

**EUROSEM for Windows**

By downloading this software you are agreeing to the terms and conditions set out in the [licence agreement](#).

**Important information about EUROSEM for DOS.**

**System requirements for EUROSEM for Windows**

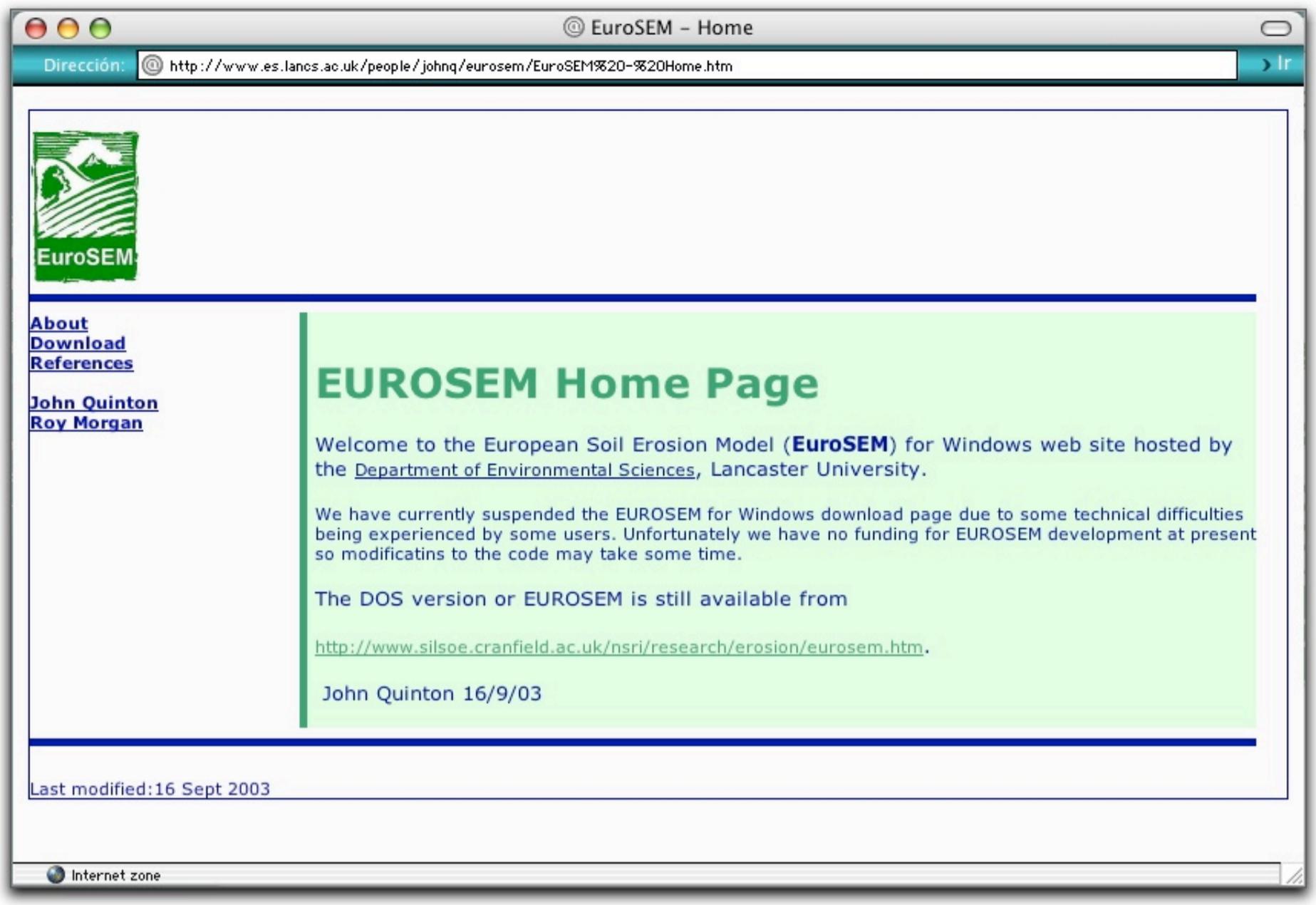


EuroSEM

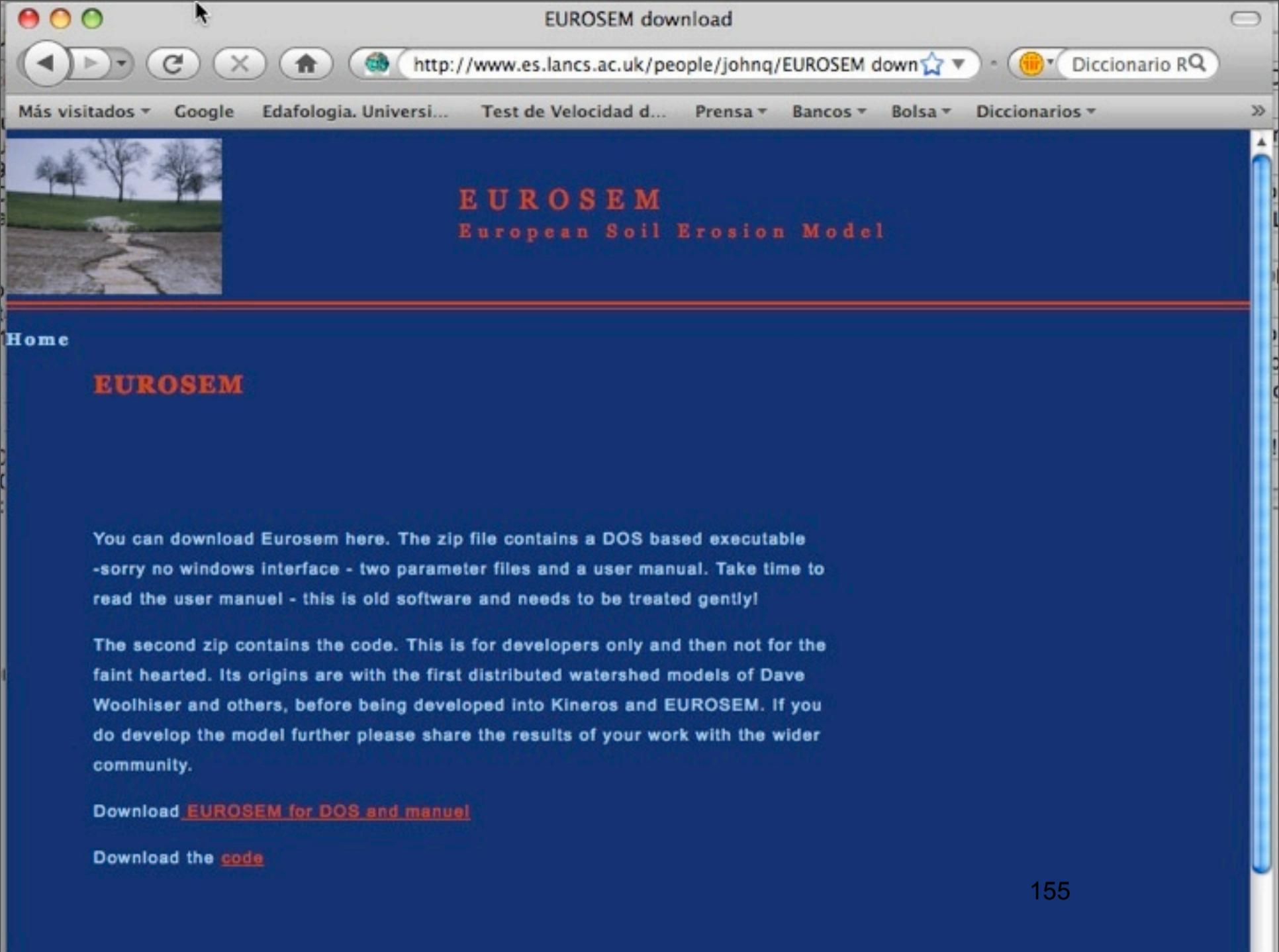
Published by Marketing and Communications © Cranfield University  
[Website contact](#)

Menu ready for use

Página de  
descarga.



Pero si intentamos descargarnos las versión Windows nos sale esto



Nos ofrecen una versión en código DOS ¡en el siglo XXI! (página consultada en 2/7/2009)

# 1. Métodos de campo

# 2. Métodos de laboratorio

# 3. Métodos de gabinete

- Teledetección

- **Modelos de simulación**

- = **Modelos físicos teóricos**

- = **Modelos paramétricos**

- **USLE (Universal Soil Loss Equation)**

- Ecuación Universal de Pérdida de Suelo**

Los modelos paramétricos son modelos de caja negra. No pretenden representar los procesos teóricos que controlan la erosión del suelo. Son métodos experimentales que enfrentan los resultados con los parámetros que los condicionan sin tratar de justificar el porqué. Típicamente se trata de modelos estadísticos. De entre ellos hay uno que se puede catalogar como de uso universal y es la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos o USLE (Universal Soil Loss Equation). Se trata de un método extraordinariamente utilizado, especialmente en la década de lo 80 y 90 del siglo pasado, y aunque hoy día todavía es ampliamente utilizado se tiende a reemplazarlo por otros métodos.

# USLE

USLE = Universal Soil Loss Equation (Wischmeier y Smith, 1978)

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

A = pérdida de suelo (t / ha / año)

R = erosividad de la lluvia

K = erodibilidad del suelo

L = longitud de la pendiente

S = inclinación de la pendiente

C = cultivos y vegetación

P = prácticas de conservación

Se trata de una ecuación paramétrica desarrollada por Wischmeier y Smith (que por cierto no eran edafólogos sino matemáticos) en 1978. Se calculó a partir de más de 10.000 datos procedentes de parcelas de erosión de USA (fundamentalmente del este).

El método de trabajo de estos métodos paramétricos es relativamente sencillo se enfrenta los datos de la erosión real de los suelos frente a un gran número de características de los suelos y de su medio ambiente. Se hace un análisis factorial y se desechan aquellos que no muestren correspondencias con la erosión. Con los demás se definen ecuaciones de regresión individuales y los que resultan con unos coeficientes de correlación mas altos se combinan en una ecuación de regresión múltiple.

La USLE es una ecuación sencilla y elegante en la que todos los factores tienen el mismo peso (no hay logaritmos, ni raíces cuadradas, ni potencias,...) aunque engañosa pues la complejidad subyace en el cálculo de cada parámetro (en el próximo tema se desarrollará paso a paso como se trabaja con un caso práctico con la USLE).

La USLE está diseñada para trabajar en fincas cultivadas y con datos climáticos de al menos 20 años.

# Aplicaciones de la USLE

**1 Predecir las pérdidas de suelo** debidas a la erosión en un determinada área o parcela (en zonas agrícolas y también naturales)

**2 Elegir las prácticas agrícolas** que más se adecuan a la explotación del suelo

2.1. Selección de los posibles sistemas de cultivo.

Predecir el comportamiento del suelo frente a la erosión al cambiar el tipo de utilización actual

2.2. Selección de las prácticas de conservación más adecuadas

158

La USLE se ha utilizado tanto y en tantos lugares que como es lógico han surgido muchas críticas. Pero las críticas más frecuentes resultan ser por un uso inadecuado.

Las críticas principales son:

- Se ha construido con datos sólo de USA, y aunque se trata de un territorio muy extenso apenas está representados datos del oeste.

- No es adecuada para:

- estudios de cuencas (sólo parcelas)

- una sola tormenta (medias de al menos 20 años)

- Si se buscan datos fiables (no basta con valores aproximados) los datos obtenidos con la USLE deben ser validados en cada territorio mediante datos reales locales que permitan definir coeficientes correctores (por ejemplo de parcelas de erosión).

# Modificaciones de la USLE

**RUSLE** = Revised Universal Soil Loss Equation  
(Renard et al. 1991)

- Aplicación informática de la USLE
- Nuevos ajustes de todos los parámetros de la USLE

**MUSLE** = Modified Universal Soil Loss Equation  
(Williams, 1995)

- Adaptación de la USLE a cuencas hidrográficas

La USLE ha sido frecuentemente modificada por los usuarios para adaptarla a su región y a sus necesidades. Fundamentalmente se han definido dos modificaciones: la RUSLE y la MUSLE.

La RUSLE representa la actualización de la USLE para correr en ordenadores personales. RUSLE1 en sistema DOS; RUSLE2 en Windows.

Como principales modificaciones,

R, se ha ampliado con datos del oeste USA;

K, carácter estacional, según humedad;

LS, se le da mayor importancia al L;

C, con mucha mayor precisión, muchos subfactores y además se tiene en cuenta el factor de recubrimiento por gravas.

MUSLE, actualización USLE para:

- cuencas

- una sola tormenta

Sustituye valores impacto por escorrentía

# RUSLE2

## REVISED UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION-Version 2

### Predicting Soil Erosion By Water: A Guide to Conservation Planning

Pretende sustituir a la USLE, por tanto de uso universal, pero está diseñada exclusivamente para usar con unas bases de datos, exclusivas del territorio de los Estados Unidos,, y por ejemplo para el clima no hay manera de introducir datos de otras estaciones.

Desarrollado por



**University of Tennessee**

**University of Purdue**



Patrocinadores



**Soil and Water Conservation Society**



**USDA**

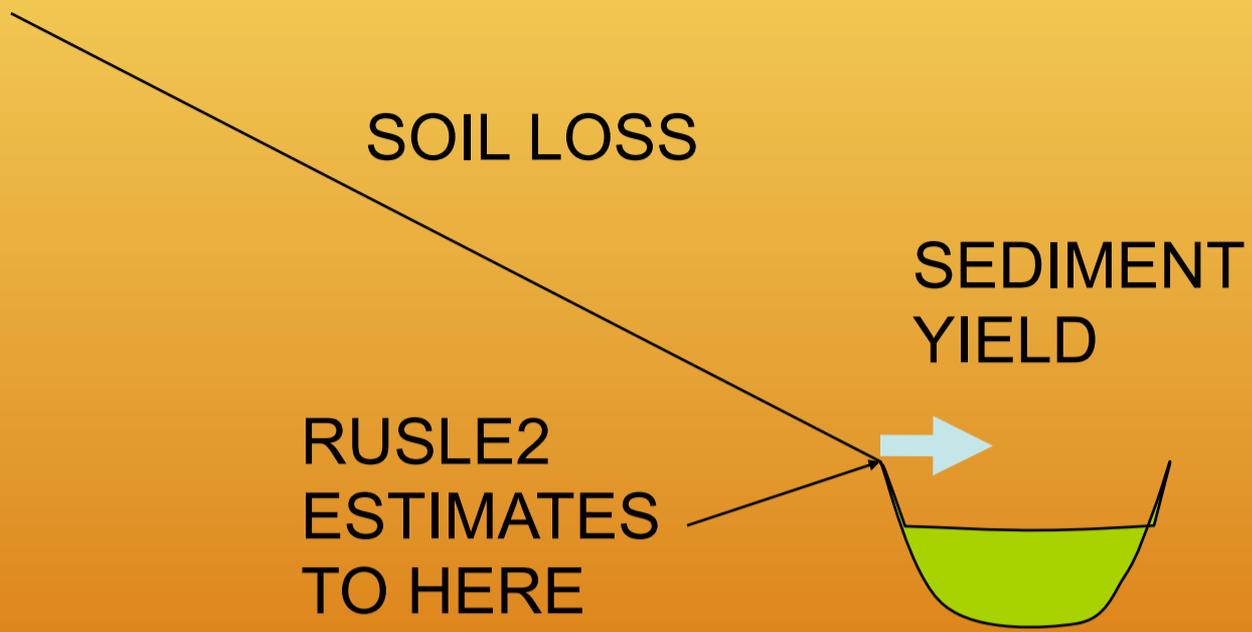
**Natural Resources Conservation Service**

**Agricultural Research Service**

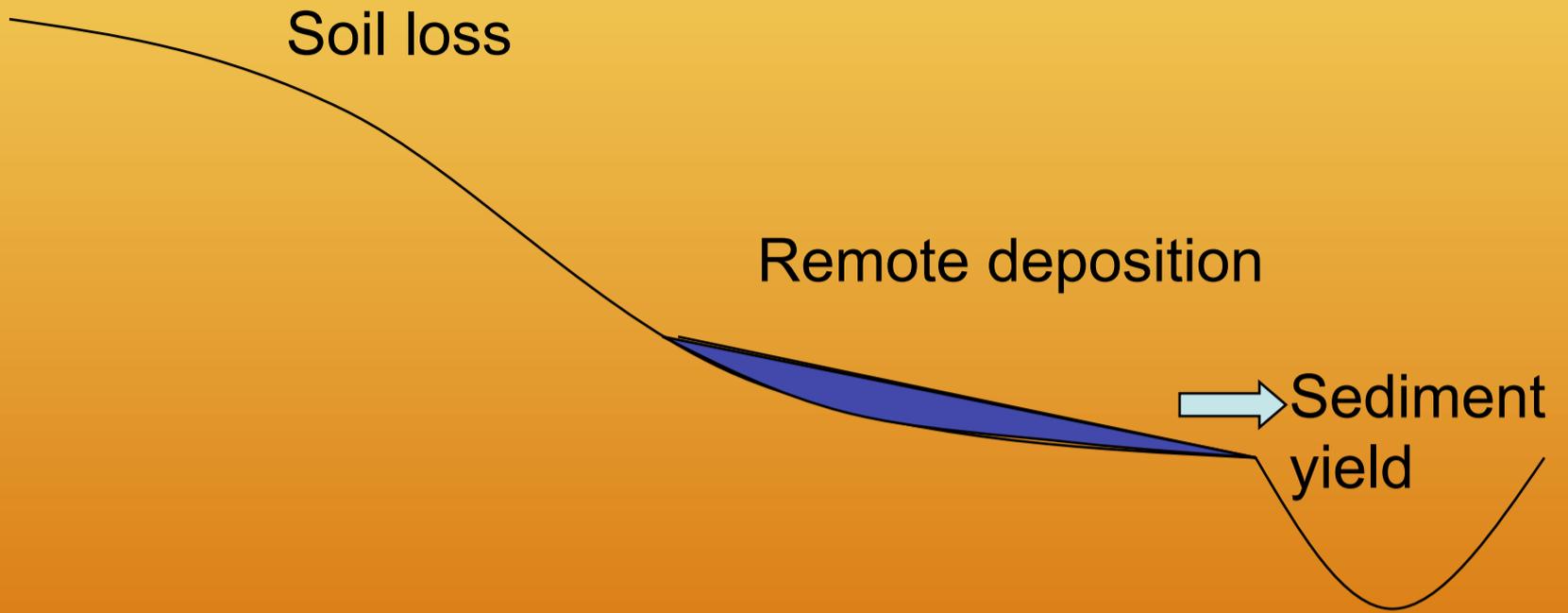


September, 2002

# Simple Uniform Slope



# Complex Slope



# FACTORES RUSLE2

Pérdida diaria de suelo

$$a = r k l s c p$$

Factores diarios

r - lluvias/escorrentías

k - suelo

l - longitud de la pendiente

s - inclinación de la pendiente

c - vegetación y uso

P - prácticas de conservación

**Pérdida anual de suelos = suma de las pérdidas diarias**

***Aplicación informática***

Se trabaja con datos diarios (que pueden ir modificándose en el tiempo); los parámetros se representan en minúscula para diferenciarlos de los de la USLE que son anuales.

Se tiene en cuenta la interdependencia de los factores a lo largo del año.

Más que la búsqueda del valor exacto de pérdida de suelo, representa un herramienta para los estudios de conservación y planificación ambiental.

Revised Universal Soil Loss Equation, Version 2 - Opera 8.51

Página nueva Revised Universal Soil L...

http://fargo.nserl.purdue.edu/rusle2\_dataweb/RUSLE2\_Index.htm?action=Go+to+the+official+NRCS+RUSI

Buscar Google

Marcadores

Notas

Descargas

Historial

Enlaces

[Home](#)

[About RUSLE2 Technology](#)

**RUSLE2 Program File**  
[Installation Instructions](#)  
[Download File](#)

**Base Database & Misc Files**  
[Instructions](#)  
[Download File](#)

**Climate Data**  
[Instructions](#)  
[Data Files](#)

**Crop Management Templates**  
[Instructions](#)  
[Crop Management Zone Maps](#)  
[Data Files](#)

**Soils Data**  
[Instructions](#)  
[Data Files](#)

**Training Materials**  
 User's Guides  
[RUSLE2 Technology](#)  
[RUSLE2 Program](#)  
 Slide Sets  
[Training](#)  
[Implementation](#)  
[Tutorial](#)





Agricultural Research Service




**Revised Universal Soil Loss Equation, Version 2 (RUSLE2)**

**Official NRCS RUSLE2 Program**

**Official NRCS Database**

This site contains the official NRCS version of RUSLE2. It is the only version of RUSLE2 to be used for official purposes by NRCS field offices. The NRCS developed and maintains the database components on this site. These components comprise the Official NRCS RUSLE2 Database. The official NRCS RUSLE2 database is the only database to be used for official purposes by NRCS field office employees.

RUSLE2 is an upgrade of the text-based RUSLE DOS version 1. It is a computer model containing both empirical and process-based science in a Windows environment that predicts rill and interrill erosion by rainfall and runoff. The USDA-Agricultural Research Service (ARS) is the lead agency for developing the RUSLE2 model. The ARS, through university and private contractors, is responsible for developing the science in the model and the model interface.

For further information, contact Dave Lightle at [Dave.Lightle@nsscnt.nssc.nrcs.usda.gov](mailto:Dave.Lightle@nsscnt.nssc.nrcs.usda.gov).

Note: This site is optimized for use with Internet Explorer 6.0. To install IE 6.0 see you local computer Administrator or visit the Microsoft website at [www.microsoft.com](http://www.microsoft.com).

This site is maintained at the USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, Purdue University, West Lafayette, IN.

t24.htm

file:///ClasesEda/\_GestionOnLine/2\_Erosion/5\_USLE/RUSLE2/NRCS\_tutorial\_2002\_10\_03.ε Google

Un Universo ...005 Entries yourDictionary.com • Diccionario de Sinónimos Amazon Yahoo! Apple España (151) ▾ Noticias (383) ▾ .Mac Yahoo!

Simple calculation module:  
**Get the Results**

Each time we've changed a value, RUSLE2 has updated our answers. The template we are using provides two answers, described on the following screens.

**Profile: tutorial**

STEP 1: Choose location to set climate: Location

STEP 2: Choose soil type: Soil

STEP 3: Set slope topography: Slope length (horiz), ft   
Avg. slope steepness, %

STEP 4: Select base management: Base management

STEP 5: Set Supporting practices: Contouring   
Strips/barriers   
Diversion/terrace, sediment basin   
Subsurface drainage

**RESULTS**

Soil loss for cons. plan, t/ac/yr	6.39
Sediment delivery, t/ac/yr	6.39

Info

Navigation buttons: back, refresh, forward

## 4. Test

### TEST 1

La erosión hídrica se puede medir en el campo con una serie de métodos. indique cuatro de ellos que no sean las parcelas de erosión, ni los simuladores de lluvia

a.

b.

c.

d.

las soluciones en la última pantalla

## 4. Test

### TEST 2

La erosión hídrica también se puede evaluar de una manera indirecta en el laboratorio. Indíquense cuatro métodos

- a.
- b.
- c.
- d.

las soluciones en la última pantalla

## 4. Test

### TEST 3

Las parcelas de erosión miden,

- a. sólo la erosión laminar
- b. sólo la erosión en surcos
- c. la erosión laminar y en surcos
- d. sólo la erosión en surcos y en cárcavas d.

las soluciones en la última pantalla

## 4. Test

### TEST 4

Indíquese la opción correcta

- a. la USLE permite evaluar la erosión del suelo en un sola tormenta
- b. la USLE trabaja con datos anuales
- c. la USLE permite evaluar la erosión de los suelos de una cuenca
- d. con la USLE puede trabajar online en Internet.

las soluciones en la última pantalla

## 4. Test

### TEST 5

Indíquese la opción equivocada

- a. WEPP permite evaluar la erosión del suelo en un sola tormenta
- b. WEPP es un modelo de caja blanca
- c. WEPP sólo permite trabajar con suelos de USA
- d. WEPP permite trabajar online en Internet.

las soluciones en la última pantalla

## 4. Test

### TEST 6

Indíquese la opción equivocada

- a. USLE no maneja el contenido en gravas para sus cálculos
- b. USLE es un modelo de caja blanca
- c. WEPP puede trabajar con datos diarios
- d. WEPP permite obtener datos separados de erosión laminar y en surcos

las soluciones en la última pantalla

## 4. Test

### SOLUCIONES A LOS TEST

TEST 1. Medida de los signos de erosión. Perfiles decapitados. Control del nivel de la superficie. Mediciones volumétricas de surcos y cárcavas. Seguimiento de la escorrentía. Aforo de colectores. Simuladores de lluvia

TEST 2. Monolitos y simuladores de lluvia. Determinaciones de materia orgánica. Textura. Permeabilidad.

TEST 3. c

TEST 4. a

TEST 5. c

TEST 6. b