

PERDIDA MÁXIMA DE SUELO

TABLA DE CONTENIDO

1. PERDIDA MÁXIMA DE SUELO	1
1.1 OBJETO DEL ESTUDIO DE LA PERDIDA MÁXIMA DE SUELO	2
1.2 FUENTE Y ESCALA	2
1.3 DEFINICIÓN DE LA PÉRDIDA MÁXIMA DE SUELO	2
1.4 CLASIFICACIÓN	9
1.5 REPRESENTACIÓN GRÁFICA	9
1.6 BIBLIOGRAFÍA	10

1. PERDIDA MÁXIMA DE SUELO

La Pérdida Máxima de Suelo se determina a partir de la aplicación de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (U. S. L. E.) de Wischmeier y Smith (1962)¹. Esta ecuación trata de cuantificar la erosión hídrica a partir de los factores que considera implicados en este proceso los cuales son la erosividad de la lluvia, la erosionabilidad del suelo, la topografía, la cobertura y las prácticas de conservación. Esta ecuación es una fórmula empírica, resultado de 10.000 datos de pérdida de suelo en parcelas experimentales tipo, con lluvia artificial.

¹ Cabildo Insular de la Gran Canaria. Universidad de Valencia. Cartografía del Potencial del Medio Natural Gran Canaria. 1995

PERDIDA MÁXIMA DE SUELO

1.1 OBJETO DEL ESTUDIO DE LA PERDIDA MÁXIMA DE SUELO

El estudio de la Pérdida Máxima de Suelo tiene como objetivo el localizar las áreas que por sus diferentes características de suelo, pendiente, lluviosidad y cobertura son más sensibles de ser erosionadas, con base en esta información establecer los correctivos y plantear las soluciones requeridas.

1.2 FUENTE Y ESCALA

Con el fin de conocer las áreas que por sus características presentan una alta susceptibilidad a la pérdida de suelo y con esto recomendar el manejo adecuado y evitar la degradación, la CVC a través del Grupo de Suelos de la Subdirección de Patrimonio Ambiental, adelantó en los años 90 los Estudios Sobre la Pérdida Máxima de Suelo por cuencas, elaborados a una escala regional de 1:100.000 con la aplicación de sistemas de información geográfica.

1.3 DEFINICIÓN DE LA PÉRDIDA MÁXIMA DE SUELO

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, a pesar de sus limitaciones, sigue siendo el procedimiento más riguroso y práctico para predecir la pérdida de suelo por erosión hídrica superficial.

La ecuación adopta la forma:

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P$$

Donde:

- A:** Pérdida media anual de suelo en Tm/Ha/año.
- R:** Factor erosividad de la lluvia.
- K:** Factor erosionabilidad del suelo.
- LS:** Factor relieve (longitud y ángulo de la pendiente).
- C:** Factor cobertura vegetal y cultivo.
- P:** Factor de prácticas de conservación.

PERDIDA MÁXIMA DE SUELO

FACTOR R: EROSIVIDAD DE LA LLUVIA²

El Factor R, también llamado "índice de erosión" es una medida de la fuerza erosiva de la lluvia. Se calcula como promedio anual de la suma de los productos de la energía cinética de cada tormenta (E (Jm-2)) por la intensidad máxima de la misma en 30 minutos (I30(cm.h-1)):

La obtención del Factor erosividad de la lluvia es muy laboriosa, ya que requiere considerar un período mínimo de 22 años de datos meteorológicos y además es necesario calcularlo para cada tormenta individual.

En 1991, Padrón y col. en las Islas Canarias Occidentales y en 1992 Almorox y col. en el sur de España utilizan el índice de Fournier (1960) modificado por Arnoldus (1980) obteniendo una buena correlación con el Factor R de la U.S.L.E.

Este índice Fournier - Arnoldus utiliza datos pluviométricos más accesibles y abundantes:

$$Fm = \sum_{i=1}^{12} Pi^2 / P$$

Siendo:

Pi: Precipitación media mensual.

P: Precipitación media anual.

El Factor R se calcula a partir del índice Fournier – Arnoldus con la siguiente expresión:

$$R = \exp(3.11 + 0.01.Fm)$$

Con las series de datos de precipitación media mensual multianual de las estaciones climáticas y pluviométricas localizadas en el área de estudio y sus alrededores, se calcula el índice de Fournier - Arnoldus Fm, y el Factor R.

Los valores obtenidos del Factor R se le asignan a la respectiva estación localizada en el área de estudio, con estos puntos se realiza la interpolación y rasterización y se trazan las líneas de igual valor de R

² Cabildo Insular de la Gran Canaria. Universidad de Valencia. Cartografía del Potencial del Medio Natural Gran Canaria. 1995

PERDIDA MÁXIMA DE SUELO

FACTOR K: EROSIONABILIDAD DEL SUELO

El Factor³ erosionabilidad del suelo K, representa la pérdida de suelo por unidad de índice de erosión pluvial, cuando todos los demás factores toman valor de 1, e indica la susceptibilidad del suelo a la erosión.

En principio se determinaba experimentalmente (Wischmeier y Smith, 1962), pero en 1969, Wischmeier y Mannering obtienen una ecuación empírica basándose en las características del suelo obtenidas en el campo y en el laboratorio; en 1971, Wischmeier, Johnson y Cross proponen la utilización de un sencillo nomograma para calcular el Factor K en función de cinco parámetros del suelo: porcentaje de limo + arena muy fina (0.002 - 0.1 mm), porcentaje de arena (0.1 - 0.2 mm), porcentaje de materia orgánica, estructura y permeabilidad.

Para el cálculo del Factor K del suelo se ha utilizado la ecuación de regresión, en función de las variables representativas de sus propiedades físicas.

La regresión establecida viene expresada por la ecuación:

$$100K = 10^{-4} * 2.71 * M^{1.14} * (12 - a) + 4.20 (b - 2) + 3.23(c - 3)$$

Siendo:

M: (100 - %arcilla) (%limo + arena fina)

a: % materia orgánica

b: Número correspondiente a la estructura del suelo según:

1: Gránulo muy fino y grumo muy fino (< 1 mm)

2: Gránulo fino y grumo fino (1 - 2 mm)

3: Gránulo y grumo medio (2 -5 mm) y gránulo grueso (5 - 10 mm)

4: Gránulo liso, prismático, columnar y muy grueso (> 10 mm)

c: Clase de permeabilidad del perfil, según la siguiente codificación del USDA Soil Survey Manual:

1: Rápida a muy rápida

4: Moderadamente lenta

2: Medianamente rápida

5: Lenta

3: Moderada

6: Muy lenta

³ Cabildo Insular de la Gran Canaria. Universidad de Valencia. Cartografía del Potencial del Medio Natural Gran Canaria. 1995

Guía rápida temática para el usuario SIG

PERDIDA MÁXIMA DE SUELO

Los valores de textura, materia orgánica y estructura se refieren a los 15 - 20 cm. superiores del suelo, y los de permeabilidad a todo su perfil.

Los valores del código USDA para la estructura del suelo y la permeabilidad del perfil se han establecido cualitativamente a partir de la descripción de campo y de los valores de la granulometría según los siguientes criterios:

ESTRUCTURA			
GRADO	FORMA	TAMAÑO	CÓDIGO
Sin Estructura		Muy Fina	4
Débil	Granular	Media	3
	Bloqueangulares	Media	3
Moderada	Granular	Muy Fina	1
		Fina	2
		Media	2
	Bloquesubangulares	Muy Fina	2
		Media	2
Bloqueangulares		2	
Fuerte	Granular		2
	Bloqueangulares		2

Valores del código USDA para la estructura del suelo.

PERMEABILIDAD	
Textura	Clase de Permeabilidad
Franco – arenosa	Medianamente rápida
Franca	Moderada
Franco – limosa	
Franco – arcillo – limosa	
Franco – arcillo – arenosa	
Franco – arcillosa	Moderadamente lenta
Arcillosa	Lenta

Valores del código USDA para la permeabilidad del perfil.

Con la información del documento “Estudio General de Suelos, Zona Andina, (Descripción de Perfiles)” y las tablas de estructura y permeabilidad; se calcula el Factor K. Este valor se agrega a la capa temática de suelos y se realiza el proceso para obtener el Factor K en formato raster.

PERDIDA MÁXIMA DE SUELO

FACTOR LS: RELIEVE

El Factor relieve (longitud y ángulo de la pendiente) respecto a la erosión, se define como la distancia desde el punto origen de escorrentía hasta el punto en que la pendiente decrece lo suficiente para que puedan formarse depósitos o hasta que aquélla encuentre un canal definido de desagüe.

La pendiente es uno de los factores que más intervienen en la pérdida de suelos.

Los factores longitud de ladera (L) y pendiente (S), se calculan en conjunto como factor relieve. Representan la relación entre la pérdida de suelo en un área con una longitud y pendiente determinadas y la pérdida de suelo en parcelas tipo (22.1 m de longitud de ladera y 9 % de pendiente).

Foster y Wischmeier (1974) introducen algunas mejoras en el cálculo de este factor proponiendo una metodología para evaluar el factor topografía en el caso de pendientes irregulares.

Esta técnica es también una forma de evaluar las diferencias en la erosionabilidad del suelo que en ocasiones se encuentran asociadas con cambios en la pendiente.

Dada la topografía accidentada de las áreas de estudio, se ha utilizado otra fórmula válida para pendientes acusadas o longitudes grandes⁴.

$$LS = \left(\frac{\lambda}{22.6} \right)^{0.6} * \left(\frac{S}{9} \right)^{1.4}$$

Donde λ es la longitud de ladera medida en el campo con un telémetro y **S** la pendiente expresada en tanto por ciento.

La longitud y el grado de pendiente se generan a partir del modelo de elevación digital de la Nasa luego con algebra de mapas y aplicando la ecuación anterior se calcula el Factor LS en formato raster.

⁴ Cabildo Insular de la Gran Canaria. Universidad de Valencia. Cartografía del Potencial del Medio Natural Gran Canaria. 1995

Guía rápida temática para el usuario SIG

PERDIDA MÁXIMA DE SUELO

FACTOR C: COBERTURA VEGETAL

En el modelo original el Factor C⁵ se define como factor de "Manejo de cultivos". Su importancia es tal que en la mayoría de los casos es el de más cuidado ya que repercute muy directamente en la tasa total.

Los valores del Factor C se obtienen de las siguientes tablas.

SISTEMA DE USO DE LA TIERRA	VALOR C ANUAL REPRESENTATIVO
Cultivo limpio	1.0
Bosque o sistema de cultivo con alta paja de mulch	0.001
Pasto sin uso	0.01
Cubierta cultivo (planta crecimiento lento)	
- Primer año	0.3 - 0.8
- Segundo año	0.1
Cubierta cultivos (crecimiento rápido)	0.1
Maíz, Sorgo, Millo	0.3 - 0.9
Arroz (cultivo intensivo, segundo período de cultivo)	0.1 - 0.2
Algodón, Tabaco (segundo período de cultivo)	0.5
Groundnut (nuez de tierra)	0.4 - 0.8
Yuca (primer año)	0.2 - 0.8
Palma, Café, Cacao (con cubierta cultivo)	0.1 - 0.3

(Fuente: ROOSE 1977)

Tomada de: Ludger Reining, 1992.

TIPO DE COBERTURA	FACTOR C	REDUCCIÓN DE PERDIDA DE SUELOS %
Desnudo (barbecho)	1.00	0
Vegetación nativa (sin disturbar)	0.01	99
CULTIVOS TEMPORALES:		
- 90 % cobertura, pastos anuales, sin mulch	0.10	90
- Mulch con fibra de madera, 3/4 ton/acre (1.7 ton/ha), con semilla*	0.50	50
Colchón sobresaliente, proyección*	0.30	70
MULCH DE PAJA		
- 1.5 ton/acre (3.4 ton/ha), unida abajo	0.20	80
- 4 ton/acre (9 ton/ha), unida abajo	0.05	95

*Para pendientes mayores a 2:1 (25%). Publicado por la USDA.

⁵ Cabildo Insular de la Gran Canaria. Universidad de Valencia. Cartografía del Potencial del Medio Natural Gran Canaria. 1995

PERDIDA MÁXIMA DE SUELO

COBERTURA	FACTOR C * CUBIERTA Y MANEJO	REDUCCIÓN DE PERDIDA DE SUELOS %
Suelo desnudo	1.0	0
Cultivo de frijol	0.3 - 0.9	50
Césped natural	0.01	90
Bosque de pino	0.001	99

*De acuerdo con las tablas anteriores: Roose en 1977, citado por Ludger, R., 1992

El valor del Factor C para cada cobertura se agrega a la capa temática de cobertura de suelo y se realiza el proceso para obtener el Factor C en formato raster.

FACTOR P: PRACTICAS DE CONSERVACIÓN

El Factor P, prácticas de conservación⁶, evalúa la eficacia en el control de la erosión de distintas medidas de conservación (terrazas, cultivo a nivel). Al Factor P se le asigna el valor 1 cuando no se observa ninguna práctica de conservación.

En la actualidad no se tiene reporte del manejo de las coberturas ni de las prácticas de conservación que se realizan, por esto el Factor P es igual a 1 con lo cual se calcula el mayor valor de la pérdida.

Con la información de las capas raster generada para cada uno de los factores de la ecuación (Factor R, Factor K, Factor LS, Factor C) y aplicando la ecuación de pérdida máxima, se calcula el valor de la pérdida de suelo por píxel en una capa raster provisional denominada A. Esta capa raster se depura, se agrupa por rangos y se pasa a un modelo vectorial (polígonos).

El resultado de aplicar la ecuación universal de pérdida de suelo se denomina pérdida máxima estimada de suelos.

⁶ Cabildo Insular de la Gran Canaria. Universidad de Valencia. Cartografía del Potencial del Medio Natural Gran Canaria. 1995

Guía rápida temática para el usuario SIG

PERDIDA MÁXIMA DE SUELO

1.4 CLASIFICACIÓN

Los valores obtenidos de pérdida máxima estimada de suelo se agrupan dentro de los siguientes rangos:

Rango A (Ton/Ha/año)	Grado
0 - 10	Muy Bajo
10 - 20	Bajo
20 - 50	Moderado
50 - 100	Alto
100 - 300	Muy Alto
> 300	Irreversible (fase lítica)

Rangos de Pérdida de suelo.

1.5 REPRESENTACIÓN GRÁFICA

La representación gráfica que se propone para esta capa está tomada del documento “Cabildo Insular de la Gran Canaria. Universidad de Valencia. Cartografía del Potencial del Medio Natural Gran Canaria. 1995. La propuesta se muestra en la siguiente tabla:

Rango	Grado	Color
0 - 10	Muy Bajo	
10 - 20	Bajo	
20 - 50	Moderado	
50 - 100	Alto	
100 - 300	Muy Alto	
> 300	Irreversible	
SE	Sin evaluar	
ZU	Zona urbana	

1.6 BIBLIOGRAFÍA

Cabildo Insular de Gran Canaria; Universidad de Valencia, Universidad de las Palmas de Gran Canaria. 1995. Cartografía del Potencial del Medio Natural Gran Canaria. Memorias. Gran Canaria.

Casanova L. R. 1995. Calibración de la Ecuación Universal USLE en la Cuenca Superior del Río Cali. Universidad del Valle, Universidad Nacional, EMCALI. Cali, Valle del Cauca

Comité para el Reconocimiento de Suelos. 1994 "Claves de Taxonomía de Suelos". 6 ed. Departamento de Agricultura de los EEUU. Bogotá.

Federación Nacional de Cafeteros. 1975. Manual de Conservación de Suelos de Ladera. Cenicafé. Chinchiná, Caldas.