

DISEÑO Y VALIDACIÓN DE UN DISPOSITIVO PARA EL MONITOREO DE LA EROSIÓN HÍDRICA EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Fernando Oñate-Valdivieso, Yasmany García
Área de Hidrología UCG-SIG, Universidad Técnica Particular de Loja
Campus San Cayetano, Calle Marcelino Champagnat, Loja Ecuador
fronate@utpl.edu.ec
www.fronate.pro.ec

Resumen

La erosión hídrica es una de los factores más importantes a considerar en la pérdida de suelos en cuencas hidrográficas y es la principal fuente de producción del sedimento en suspensión que contribuye en gran medida a reducir el volumen útil en embalses y reservorios, disminuyendo consecuentemente la vida útil de las obras para el aprovechamiento hidráulico. En este estudio se propone un dispositivo sencillo y económico para la medición de la pérdida de suelos, el que fue validado en cinco parcelas experimentales con diferentes combinaciones de tipo de suelo, uso de suelo y condiciones de manejo. Las mediciones se compararon con valores calculados mediante la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Modificada (MUSLE), obteniéndose resultados satisfactorios.

Palabras clave

Pérdida de suelo, erosión hídrica, MUSLE.

Introducción

La erosión hídrica puede definirse como el proceso físico mediante el cual el suelo es desprendido, arrastrado y depositado en otro lugar por la acción mecánica del agua. El impacto de las gotas de lluvia y el escurrimiento superficial son agentes externos que disgregan las partículas de suelo y provocan su transporte. Una vez que la capacidad de infiltración y de almacenamiento superficial del suelo está satisfecha, comienza el escurrimiento, arrastrando las partículas sueltas por la energía cinética de las gotas de lluvia y lo que la fuerza del escurrimiento disgrega. Cuando un suelo está expuesto, la disgregación del suelo por efecto de la lluvia es una acción generalizada; pero la disgregación por el escurrimiento es una acción sobre una pequeña parte del terreno sobre la cual, éste se concentra con velocidades erosivas.

La capacidad de transporte está directamente relacionada a la velocidad y turbulencia del flujo. Cuando la velocidad de escurrimiento disminuye la deposición se inicia; colocándose en forma selectiva, primero se depositan los agregados y la arena y luego, a mayor distancia, el limo y la arcilla; consecuentemente, la medición de la pérdida de suelos puede realizarse interceptando el flujo superficial, antes de que éste aporte un cauce natural, propiciando luego la deposición del material mediante una notable disminución de la velocidad del flujo.

El monitoreo de la pérdida de suelo es una manera directa de verificar la efectividad de una determinada práctica de conservación, por lo que contar con un dispositivo eficiente para el efecto es un apoyo de gran valor para el gestor de cuencas hidrográficas. En el presente estudio se propone un dispositivo sencillo y económico concebido para realizar la medición de la pérdida de suelo, el que fue probado en cinco parcelas experimentales con resultados satisfactorios.

Materiales y métodos

Para realizar una correcta medición de la pérdida de suelos en una zona determinada, es necesario instalar un dispositivo que cumpla con las siguientes condiciones: Debe ser instalado de tal manera que intercepte el flujo superficial del agua que transporta las partículas de suelo, debe disminuir al máximo la velocidad del agua a fin de propiciar la decantación de las partículas y debe facilitar la medición del volumen de material sedimentado.

El dispositivo propuesto para la medición de la pérdida de suelo consta de un contorno de madera de 2 cm de espesor, que tiene la finalidad de retener la escorrentía superficial y disminuir su velocidad, el exceso de agua se evacua por el borde frontal que funciona a manera de un vertedero, el agua retenida en el dispositivo se elimina por evaporación. El espesor del sedimento depositado se mide valiéndose de una matriz conformada por varillas metálicas de 12 mm de diámetro, espaciadas 20 cm y recubiertas con pintura anticorrosivo, las observaciones puntuales del espesor del sedimento depositado alrededor de cada varilla, permiten calcular el volumen total del material erosionado. El dispositivo se instala directamente sobre el suelo, conformando previamente una superficie horizontal. La longitud del dispositivo debe ser tal que permita interceptar la escorrentía superficial en su totalidad. El dispositivo propuesto puede observarse en la figura número 1.

El dispositivo propuesto se instaló en 5 parcelas experimentales que poseían diferentes tipos de suelo, cobertura y condiciones de manejo, el detalle de cada una de las parcelas consideradas se presenta en la tabla número 1. Las parcelas experimentales se ubicaron en la Estación Agroecológica de la Universidad Técnica Particular de Loja, coordenadas (702173, 9558178). La ubicación del área de estudio puede observarse en la figura número 2.

Las observaciones realizadas en campo se compararon con los resultados obtenidos al aplicar la ecuación Universal de Pérdida de Suelo Modificada (MUSLE) en cada una de ellas; y de esta manera, comprobar la fiabilidad del dispositivo. La expresión general de la MUSLE es la siguiente:

$$Y = 11.8(Q * q_p)^{0.56} * K * C * P * L * S \quad (1)$$

En la que Y es la producción de sedimentos durante una tormenta individual en (t/ha). Q es el volumen de drenaje durante una tormenta en m^3 q_p es el caudal máximo de escorrentía en m^3/s . K es el factor erodabilidad del suelo en $(t*ha*h*ha^{-1}*MJ^{-1}*mm^{-1})$. L es el factor longitud de la pendiente. S es el factor gradiente de la pendiente y C es el factor de manejo de cultivos. Los factores L , S y C son adimensionales.

El monitoreo se realizó semanalmente durante el período comprendido entre octubre 2005 y junio 2006 abarcando la temporada lluviosa en su totalidad.

Se delimitó el área de drenaje correspondiente a cada sitio de instalación del dispositivo de medición, conformándose de esta manera cada una de las parcelas experimentales consideradas. Las características de cada parcela, necesarias para el cálculo de la MUSLE, se determinaron directamente en campo. Los datos de intensidad de precipitación se recolectaron en la estación meteorológica de La Argelia, perteneciente al Instituto Ecuatoriano de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

Resultados obtenidos

Las mediciones realizadas y el resultado de la aplicación de la MUSLE se presentan en la tabla número 2, en la que se puede apreciar que la pérdida de suelo varía entre 0.00 y 0.015 Tn/ha, variando notablemente de una parcela a otra, básicamente por las combinaciones particulares de tipo de suelo, cobertura y condiciones de manejo.

En la figura número 3 se presentan los valores calculados y los valores medidos en la parcela V a lo largo del período de estudio.

Discusión de resultados

Los mayores valores de pérdida de suelo se produjeron en la parcela número VI que es la que presentó una menor cobertura de vegetación, encontrándose en estado natural, sin aplicarse en ella ninguna práctica de conservación. Las menores pérdidas de suelo se presentan en las parcelas I, II y III que cuentan con una práctica de manejo que procura la conservación de suelos.

Los valores observados y calculados poseen un alto nivel de correspondencia observándose un cierta subestimación de la pérdida de suelo al aplicar la MUSLE en las parcelas II, III y IV que posiblemente se haya producido por la variación espacial de la precipitación, que produjo tormentas en la zona de estudio y no en la zona de ubicación de la estación meteorológica considerada. En la parcela V los valores calculados con la RUSLE son mayores a las mediciones realizadas, la subestimación de las mediciones posiblemente se originaron por la pérdida de material a través de los agrietamientos que se produjeron en el fondo del dispositivo al secarse totalmente el suelo y que al producirse una nueva tormenta tardaron un cierto tiempo en cerrarse.

Conclusiones

La medición de la pérdida de suelo con el dispositivo propuesto fue satisfactoria en todas las parcelas estudiadas, si bien existieron ciertas diferencias entre los valores medidos y calculados, pero su orden de magnitud hace poco significativas dichas diferencias.

El dispositivo propuesto debe ser mejorado, recomendándose la colocación de una lámina de geomembrana en el fondo del mismo a fin de prevenir subestimaciones originadas por el agrietamiento del suelo. Incluso podría pensarse en determinar la pérdida de suelo mediante el pesaje del material recogido sobre la geomembrana, pudiendo obviarse en este caso, la colocación de las varillas de medición.

Bibliografía

Foster, G. R. Y Wischmeier, W. H., *Evaluating Irregular Slopes for Soil loss Prediction.* Transaction of the ASAE, 17

Morgan, R. 1996. *Erosión y conservación del suelo.* Ediciones Mundi-Prensa, España.

Nearing, M. A., Foster, G. R., Lane L. J. 1989. *A Process-based soil erosion model for USDA Water Erosion Prediction Project Technology.* American Society of Agricultural Engineers, USA

Oñate-Valdivieso, F. 2004. *Metodología para la evaluación del riesgo de erosión hídrica en zonas áridas y su aplicación en el manejo y protección de proyectos hidráulicos,* Revista electrónica de la REDLACH, Número 1, Año 1.

Renard, K. G. y Foster G. R. 1995. *Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning With the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)* USDA, USA

USDA. *Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Soil Loss Equation (RUSLE),* United States Department of Agriculture, Handbook number 703, USDA, USA

Wischmeier, W. H. y Smith, D.D. 1978. *Predicting Rainfall Erosion Losses – A Guide to Conservation Planning,* USDA, USA.

Figuras



Figura No.1 Dispositivo de medición

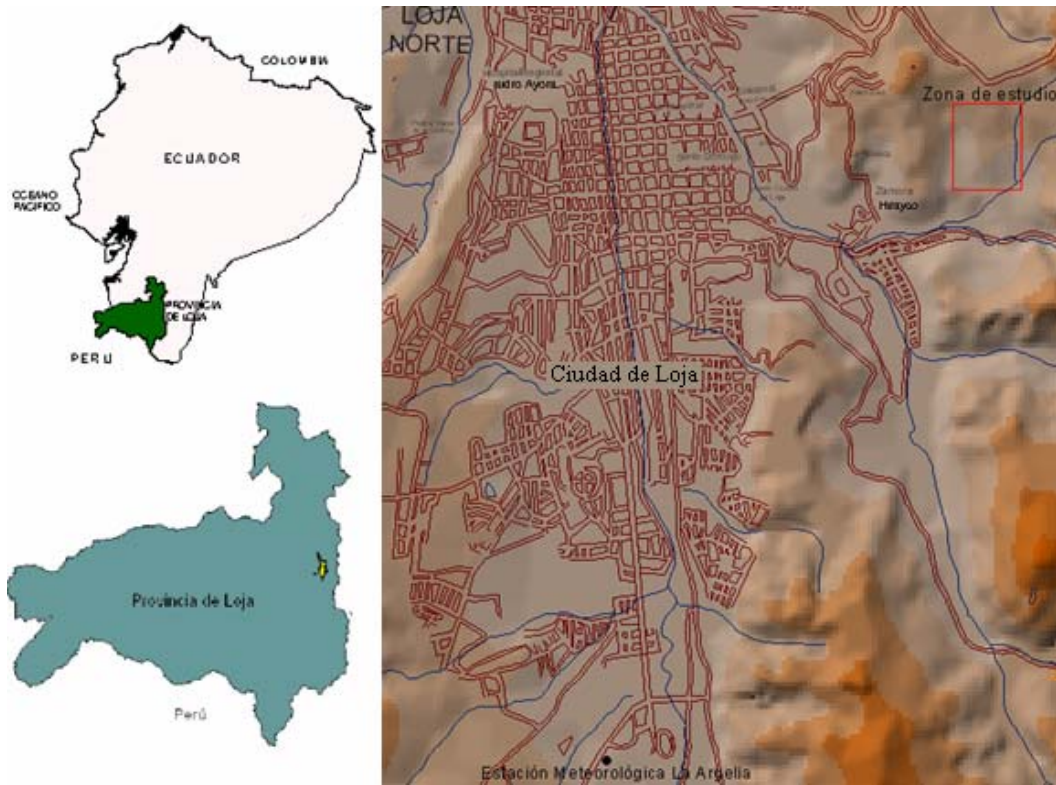


Figura No. 2 Ubicación del área de estudio

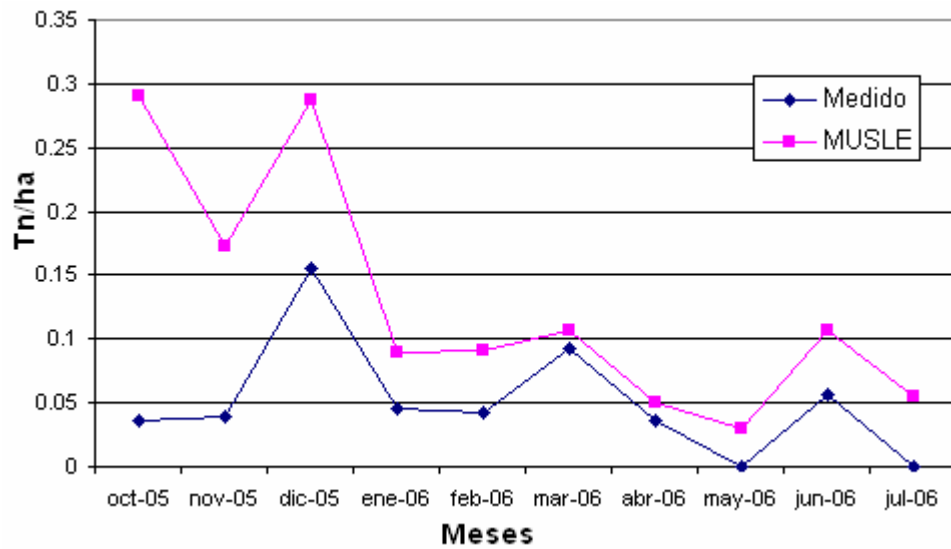


Figura No.3 Valores medidos y calculados correspondientes a la parcela V.

Tablas

Tabla No.1 Características de las parcelas experimentales consideradas

Estación	Uso del suelo	Práctica de conservación	Tipo de suelo
Estación I	Cultivo de alfalfa	Curvas de nivel	Franco _ Arcilloso
Estación II	Cultivo de col	Curvas de nivel	Franco _ Arcilloso
Estación III	Vegetación	Contorneado	Franco _ Arcilloso
Estación IV	Poca vegetación	Ninguna	Franco _ arcilloso _ arenoso
Estación V	Poca vegetación	Ninguna	Arcilloso _ limoso

Tabla No.2 Resumen mensual de los valores de producción de sedimentos: Medidos (m), calculados (c) en Tn/ha

Est.	Oct-05	Nov-05	Dic-05	Ene-06	Feb-06	Mar-06	Abr-06	May-06	Jun-06	Jul-06	TOTAL
I m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II m	0	0.023	0	0.018	0.004	0	0	0	0	0	0.045
II c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
III m	0	0.002	0.003	0	0	0	0	0	0	0	0.005
III c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IV m	0	0	0.019	0.007	0.004	0	0	0	0	0	0.03
IV c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V m	0.036	0.039	0.156	0.046	0.043	0.092	0.036	0	0.056	0	0.503
V c	0.291	0.172	0.288	0.09	0.091	0.106	0.05	0.03	0.107	0.055	1.28