

Nota Técnica

Aplicación de RUSLE2 en la selección de fajas riparias para control de sedimentos

Using RUSLE2 to select riparian buffer in order to sediment control

Margarita Roldán Soriano¹

¹Departamento de Ingeniería y Gestión Forestal y Ambiental. Escuela Superior de Ingenieros de Montes, Forestal y del Medio Natural. Universidad Politécnica de Madrid. Avda. Ramiro de Maeztu s/n. 28040 Madrid.

Autor para correspondencia: margarita.roldan@upm.es

Resumen

Las áreas urbanizadas y agrícolas así como las áreas forestales degradadas han alterado las cuencas hidrológicas, y, en particular la calidad de las aguas de los ríos. En muchos casos, las escorrentías que vierten a los cursos de agua, procedentes de laderas erosionadas, van cargadas de sedimentos, y, en muchos casos, dependiendo del origen de esos sedimentos pueden ser contaminantes, lo que contribuye negativamente en la calidad de las aguas. Las fajas riparias son prácticas de conservación muy efectivas para favorecer la retención de los sedimentos transportados por las escorrentías, evitando o controlando los posibles impactos negativos que esos sedimentos pudiesen ocasionar en ecosistemas acuáticos. La RUSLE2 es una buena herramienta que permite seleccionar qué anchura y vegetación son las más aconsejables para que una faja riparia, sea efectiva en la retención de sedimentos. Son muchos los factores que influyen en la efectividad de esas fajas y estos factores, característicos del lugar son principalmente, entre otros, los relacionados con clima, pendientes, tipos de suelo, usos del suelo, tipo de vegetación en las laderas vertientes y en la faja. Todos estos factores son considerados en el modelo de la RUSLE2 y las estimas proporcionadas con él, permiten tener criterios objetivos para seleccionar la anchura y vegetación que las fajas deben de tener para cumplir su función de retención de sedimentos. En este trabajo se presenta la aplicación del modelo de la RUSLE2 para el diseño de fajas riparias con ese propósito.

Palabras clave: Control de erosión, Modelo de erosión, Barreras de vegetación, Riberas, Restauración, Eficacia.

Abstract

Urbanization and agricultural development have altered the river watersheds, particularly quality of its water. The runoffs which arrive to the waterbodies are charged with sediments, in many cases pollutants sediments which are the source of damages and contribute to negatively water quality. Riparian buffers are important elements of river watershed due to their protection of surface and ground water quality from impacts related to human land use. RUSLE2 is a good tool to recommend or select filter strips or riparian buffers in function of their effectiveness to trap sediment and so to prevent the sediments arrive to the river or other waterbodies. There are many factors which influence in the effectiveness of the buffer strips. These include slope, rainfall, soil, type of vegetation in the buffer, the amount of impervious surface and other specific characteristics to the site. All of these factors can be considered with RUSLE2 which permits to combine every each of them and to check how different types of riparian buffers reduce the entry of sediments to the channels and so to have criteria to select the better control measure.

Keywords: Erosion control, Erosion model, River banks, Vegetative filter, Restoration, effectiveness.

1. Introducción

Las fajas riparias son franjas lineales de vegetación junto a cursos de agua cuya función es conservar el suelo, agua, flora y fauna (USDA, NRCS, 1999). Son una faja filtro con vegetación permanente que puede ser muy variable, interceptan la escorrentía proveniente de los campos adyacentes, favorecen su infiltración, y propician la retención de sedimentos. En cuanto al mantenimiento de calidad y cantidad de agua, Gilliam (1994) se refirió a estas fajas como “los elementos más importantes para evitar la entrada de contaminantes a los cursos de agua, ya que reducen los sedimentos de las escorrentías”. La efectividad de las fajas depende de su diseño, localización, y área contribuyente, si están bien diseñadas pueden retener más del 70% de sedimentos (USDA, NRCS, 2007).

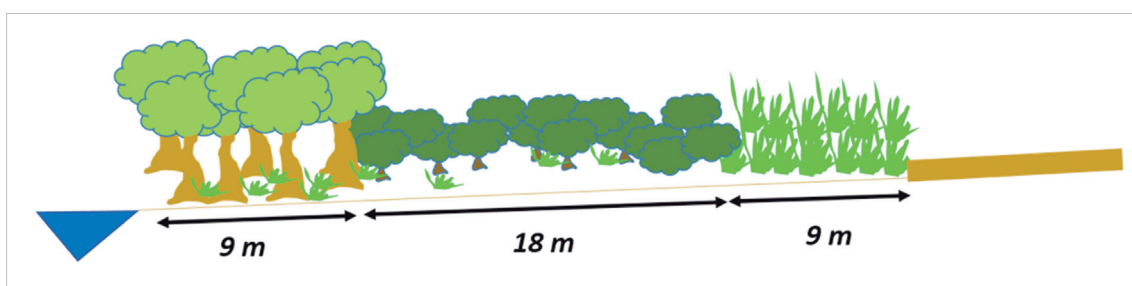


Figura 1. Esquema de diseño de fajas.

Las fajas riparias pueden tener distintos diseños dependiendo de las condiciones del lugar y del objetivo que persigan. En diferentes estudios se recogen rangos de anchura de fajas que oscilan entre 3 y 200m (Castelle *et al.*, 1994), estableciendo esa anchura, en muchos casos, sin tener en cuenta los condicionantes del medio. La solución más empleada es el de anchura fija en función del recurso que se quiera proteger. Normalmente, se consideran tres zonas de anchura fija, con diferente vegetación. La más próxima al agua, con vegetación permanente de arbolado y matorral, sin aprovechamiento; intermedia, más ancha, con cubierta similar y aprovechamiento; y la más alejada, con anchura inferior y de herbáceas (Hawes & Markelle 2005). Las anchuras varían mucho en la bibliografía, y no es fácil encontrar una solución objetiva, y óptima para su diseño (Spicer Group, 2011).

Las fajas cuya función es la retención de sedimentos, pierden funcionalidad con el tiempo (USDA, NRCS, 2007). Esta pérdida depende de la erosión en el área contribuyente, de la relación entre esta área y el de la faja, y de la eficacia de esta. Se desarrolló un procedimiento para estimar su vida útil (Dillaha *et al.*, 1989).

2. Metodología

Se aplica en el diseño de fajas la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada, versión 2 (RUSLE2) (www.ars.usda.gov/.rusle2/revised-universal-soil-loss;

Foster, 2004, 2005), considerando las características del lugar. Estima pérdida de suelo y emisión de sedimentos, por erosión en regueros y entre-regueros. Es una revisión de la USLE, y de la RUSLE1, con factores actualizados. Requiere de datos de clima, suelo, topografía, vegetación y prácticas. Está desarrollada en “interfa-ce Windows”, que se adapta a las condiciones de un determinado lugar. Hace cál-culos diarios y obtiene mediante integración la erosión media anual.

Su expresión es:

$$A=S*\sum_{j=1}^{j=n} r_j * k_j * l_j * c_j * P_j;$$

donde A , es pérdida de suelo media anual (t/ha y año); “ r ”, erosividad (MJ*mm/hora*ha); “ k ”, erodibilidad del suelo (t*ha*h/ha*Mj*mm); “ l ”, topográfico; “ c ”, vegetación; “ p ”, prácticas de conservación, en el día “ j ”.

En su aplicación se han hecho distintas suposiciones y diseños de fajas para valorar la eficacia en el control de sedimentos. Los estudios habituales de las fajas sugieren distintas zonas de vegetación, con distintas anchuras (Schultz *et al.*, 1995; USDA Forest Service, 1997; Clermont County, 2006), dependiendo del objetivo. Se parte de ladera en barbecho continuo, con pendientes (s), y longitudes de ladera (l) distintas, suelo con distintas texturas y sin faja riparia. Se considera barbecho porque es el manejo más desfavorable en erosión. Se comparan los resultados en esta situación con los de otras laderas iguales, pero con fajas, de distinta anchura y cubierta. La variable climática se considera igual en todas las situaciones para poder excluirla como influyente en los resultados. La ladera por encima de las fajas se considera también en barbecho continuo. Se consideran tres posibles diseños:

- 1).– 9 m arbolado, 18 m arbolado y matorral y 9 m pastizal.
- 2).– Anchura fija de 15 m de arbolado, arbolado, matorral y pastizal.
- 3).– 9 m de pastizal. En la Figura 1 se presenta un esquema del diseño 2.

Las opciones consideradas en topografía son $s=2\%$, con $l=198$ m y $l=390$ m, y $s=10\%$ y $l=198$ m y $l=390$ m. Las texturas son, arenosa (Ar), arcillosa (Ac), franco-arenosa (Fr-Ar), franco-arcillo-arenosa (Fr-Ac-Ar) y limosa (L). La RUSLE2 se aplica en las combinaciones posibles. La RUSLE2 estima, cantidad de sedimentos que llegan a la faja, cantidad de sedimentos que salen y cantidad de sedimentos retenidos en ella. La eficiencia es el cociente entre sedimentos retenidos y la cantidad de sedimentos que llegan.

Para saber el tiempo de funcionalidad, es necesario, también, conocer la relación entre superficie de área contribuyente y tamaño de las fajas (Dillaha *et al.*, 1989). Las fajas filtro deben diseñarse para que funcionen un mínimo de años, que se ha fijado en 10. Los sedimentos no deben superar 15 mm/año (Dillaha *et al.*, 1989). Superada esta cifra, dejan de cumplir su función (USDA, NRCS, 2007). La RUSLE2 ayuda a estimar el tiempo, ya que conociendo el sedimento retenido y la textura se puede estimar la altura de sedimentos.

3. Resultados y discusión

Los datos de clima utilizados son los considerados “por defecto” por el modelo. La *Figura 2* recoge el resultado de la aplicación en textura franco-arenosa, $s=2\%$, $l=198$ m y en barbecho continuo.

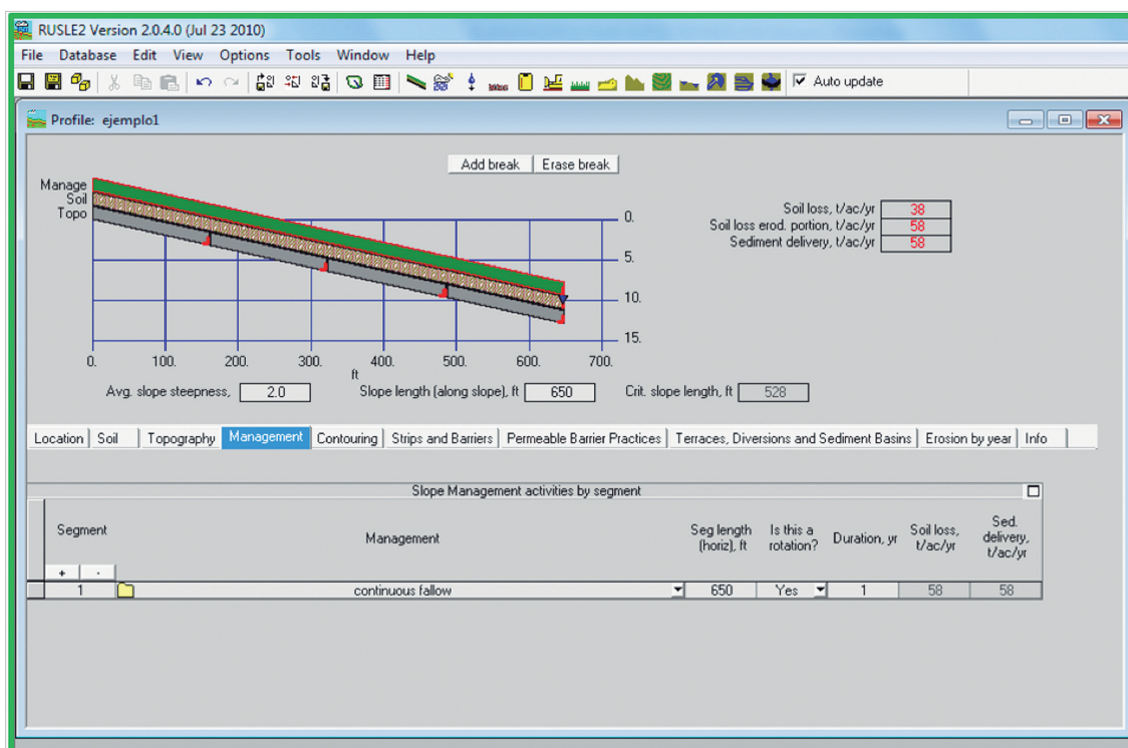


Figura 2. Pantalla RUSLE2 de perfil de ladera en suelo franco-arenoso, $s=2\%$, $l=198$ m y barbecho continuo.

La *figura 3* recoge el resultado en el mismo caso anterior, pero con faja de herbáceas de anchura de 9 m. La *figura 4* recoge la comparativa de eficiencia en fajas de diferente anchura y cubierta, tipo de suelo, $s=2\%$ y $l=198$ m.

Los resultados reflejaron que la longitud de la ladera en pendientes suaves tiene menor influencia en la pérdida y emisión de sedimentos que cuando la pendiente es más elevada. La influencia de la pendiente es más importante en la erosión hídrica que la longitud. Por otro lado, en condiciones de pendiente baja se aprecia una gran influencia de la textura. En pendiente del 10% las pérdidas de suelo son elevadas, y aunque las fajas tienen también, una eficiencia elevada la cantidad de sedimentos que pasa puede llegar a ser alta cuando las texturas son muy vulnerables.

Los suelos arcillosos y los arenosos dan los valores de pérdida y emisión de sedimentos más bajos en condiciones idénticas del resto de variables, mientras que las texturas limosa y franco-arenosa dan los valores más elevados. En todos los casos, la menor eficiencia de las fajas se obtiene en terrenos con textura limosa.

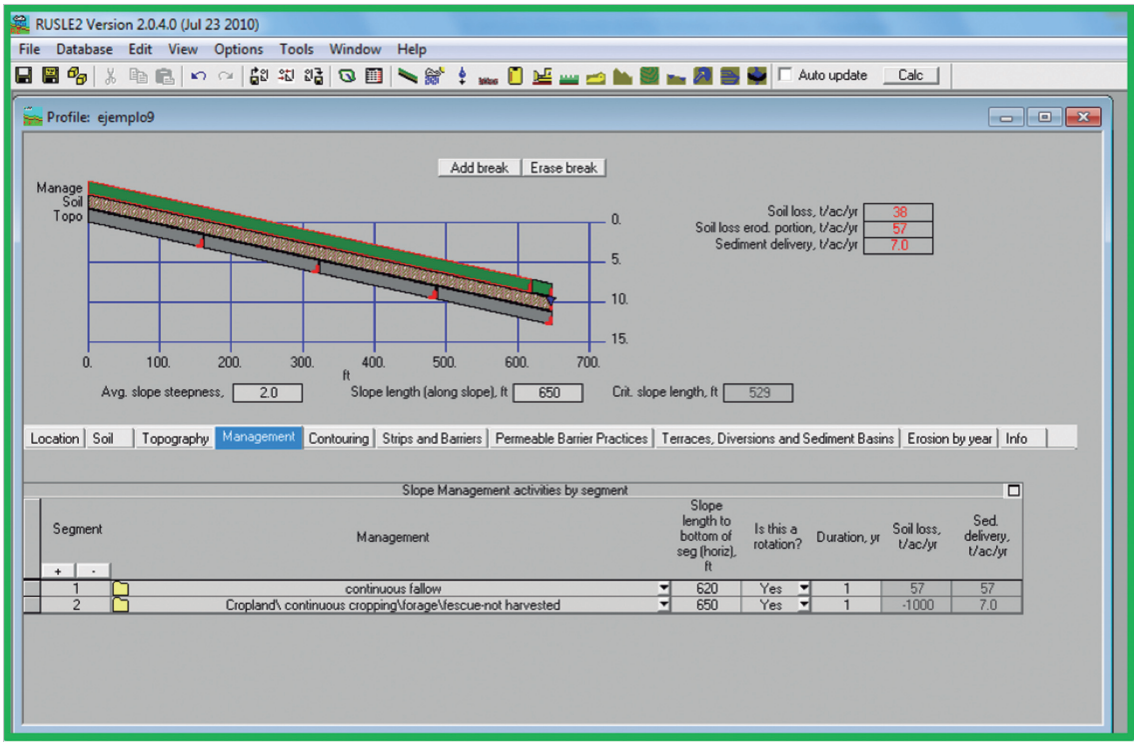


Figura 3. Pantalla RUSLE2 de ladera en suelo franco-arenoso, s=2%, l=198m, area contribuyente en barbecho continuo y una única faja de herbáceas de 9m de anchura.

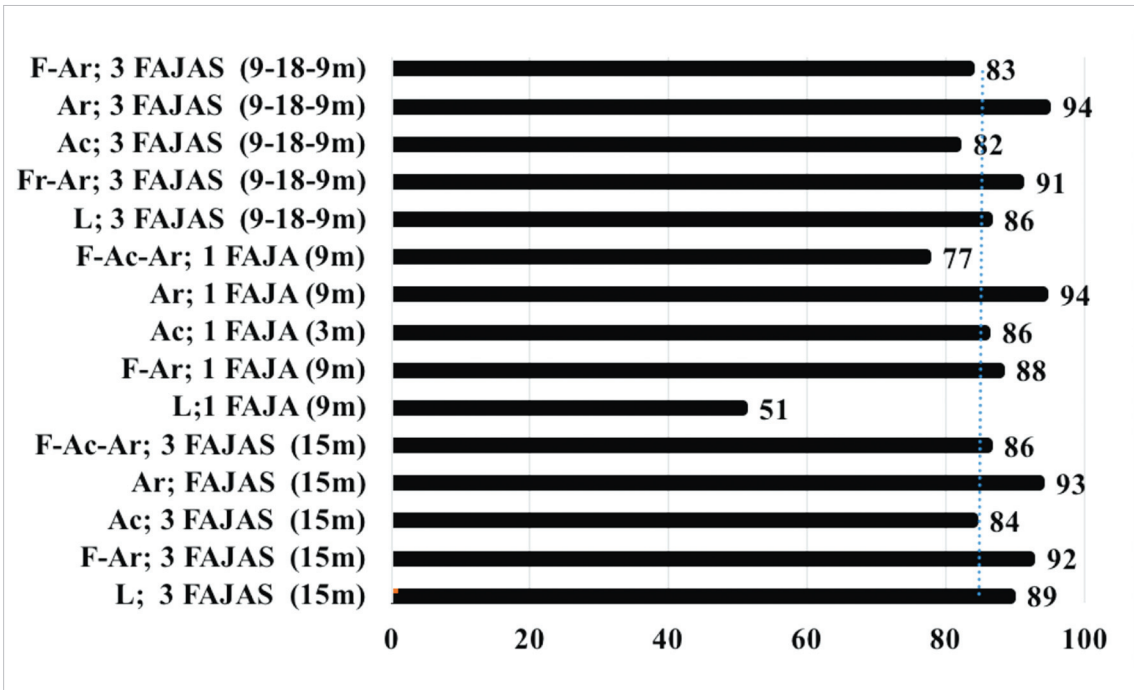


Figura 4. % de la eficiencia de las fajas con diferente cubierta, anchura y tipo de suelo para s= 2% y l=198m.

De los resultados se observa que la eficiencia aumenta con la anchura pero ese incremento no es proporcional. En la mayoría de los casos, las eficiencias superan el 80%, incluso, para fajas de anchura 9 m, superándose en este caso el 85% para cualquier pendiente y longitud excepto en suelo limosos. En este último caso, las eficiencias están entre el 40% y el 50% en función de la pendiente. Para anchuras mayores se superan en todos los casos el 77%.

En la mayoría de los casos, la anchura de faja y el tipo de cubierta considerado no influyen de manera determinante en la retención de sedimentos, ya que la mayor cantidad de sedimentos se retienen en los primeros metros de las fajas. En suelos limosos, que producen muchos sedimentos, la eficiencia es mayor en fajas de más anchura.

4. Conclusiones

- Cuando no hay fajas riparias y la topografía es uniforme la cantidad de suelo que se pierde llega al cauce.
- La mayor efectividad se obtiene en terrenos arenosos, ya que la escorrentía cuando llega a las fajas pierde capacidad de transporte, sedimentándose los elementos más gruesos.
- Para la misma pendiente y tipo de faja, pero distinta longitud, las eficiencias son similares, lo que demuestra la menor influencia que tiene la longitud en el proceso erosivo frente a otras variables.
- La vegetación más eficiente es la herbácea y pueden ser más estrechas que las fajas multizona, reduciéndose la superficie ocupada y por tanto, el impacto económico.
- Las diferentes zonas de vegetación con diferentes tipos de cubierta y anchura pueden tener poca influencia en la eficacia, dependiendo de la textura. Cuando las texturas son arenosas o arcillosas la anchura de las fajas no tienen mucha influencia en la retención de sedimentos, teniendo importancia la anchura cuando la textura es limosa y franco-arenosa. Por lo que, cuando se diseñen fajas la textura va a ser un factor determinante. Excepto en suelos con erosionabilidad alta, no sería necesario instalar fajas muy anchas. Estaría justificada una mayor anchura en suelos muy erosionables.

La RUSLE2 puede ser una herramienta útil para:

- 1 Recomendar qué anchura y vegetación son las más aconsejables para una faja riparia, basándose en características del medio, área contribuyente, caracte-

rísticas de faja, y de la eficacia que se requiera. Por tanto, permite tener criterios objetivos para su diseño.

2 Predecir su vida útil.

5. Bibliografía

- Castelle, A.J.; JOHNSON, A.W.; CONOLLY, C.; Wetland and stream Buffer Size requirements. A Review. *Journal of Environmental Quality* 23(5): 878-882. <https://doi.org/10.2134/jeq1994.00472425002300050004x>
- Clermont County, Ohio - Storm Water Management Department. 2006. *Construction Best Management Practices for Clermont County*. Retrieved from <http://www.clermontstorm.net/>
- Dillaha, T.A.; Reneau, R.B.; Mostaghimi, S.; 1989. Vegetative filter strips for agricultural nonpoint source pollution control. *Transactions of the ASAE*, 32(2): 513-519. <https://doi.org/10.13031/2013.31033>
- Foster, G.R; 2004. *Revised Universal Soil Loss Equation, version 2 (RUSLE2). User's reference Guide*. USDA-Agricultural Research Service.
- Foster, G.R; 2005. *Revised Universal Soil Loss Equation, version 2 (RUSLE2)*. Science Documentation. USDA-Agricultural Research Service.
- Gilliam, J.W.; (1994). Riparian wetlands and water quality. *Journal of Environmental Quality* 23(5): 896-900. <https://doi.org/10.2134/jeq1994.00472425002300050007x>
- Hawes, E.; Markelle, S.; 2005. *Riparian Buffer Zones: Functions and Recommended widths*. Yale School of Forestry and Environmental Studies. For the Eightmile River Wild and Scenic study Committee.
- Schultz, R.C.; Isenhardt, T.M.; Colletti, J.P.; 1995. Riparian buffer systems in crop and rangelands. *Agroforestry and sustainable systems symposium proceedings*. Fort Collins, Colorado. U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station: 13-27.
- Spicer Group, Inc. 2011. *Kawkawlin River Watershed Filter Strip Study*. 230 S. Washington Saginaw, Michigan 48607-1286 (989) 754-4717
- USDA Forest Service. 1997. A Riparian Buffer Design for Cropland. *Agroforestry Notes*, AF Note - 5.
- USDA, NRCS. 1999. Conservation Corridor Planning at the landscape level. *Managing for wildlife habitat*. Part 614.4
- USDA, NRCS. 2007. Using RUSLE2 for design and predicted effectiveness of vegetative filter strips (VFS) for sediment. *Agronomy technical Note No. 2*. www.ars.usda.gov/.rusle2/revised-universal-soil-loss-