

Mapeo de Erosión del Suelo a Nivel Nacional empleando la Metodología de RUSLE y rgee

Antony Barja
Revizado por: Ing.Carlos Carbajal
Afilación: INIA-LABSAF

2023-08-02

Tabla de contenidos

!Bienvenid@s!	3
1 Aspectos generales e instalación de software	4
1.1 ¿Qué es R?	4
1.2 ¿Qué es Rtools?	5
1.3 ¿Qué es Rstudio?	5
1.4 Instalación de R, Rtools y Rstudio	6
1.5 ¿Cuál es el concepto de un paquete en R?	6
1.6 Instalación de paquetes en R	6
2 Registro de usuario en la plataforma de Google Earth Engine	8
2.1 Registro de GMAIL	8
2.2 Confirmación de Earth Engine	8
2.3 Configuración de GCloudCLI	9
2.4 Registro de credenciales	9
2.5 Configuración de rgee	9
2.6 Hola mundo en rgee	9
3 ¿Qué es RUSLE?	10
3.1 Definición de parámetros	10
3.1.1 Factor R	10
3.1.2 Factor K	11
3.1.3 Factor LS	11
3.1.4 Factor C	12
3.1.5 Factor P	12
4 RUSLE con rgee	13
5 Resultados	14
6 Graficos comparativos	15
7 Mapas	16
8 Animación	17
Referencias	18

!Bienvenid@s!

Este manual lleva por título “*Mapeo de Erosión del Suelo a Nivel Nacional empleando la Metodología RUSLE y rgee*”. **El objetivo, de esta guía dar a conocer a los usuarios y nuevos usuarios un flujo de trabajo reproducible y replicable para cualquier área de estudio que desea estimar y analizar los patrones espaciales y temporales de la erosión de suelo.**

Bajo el conexto de la ciencia datos y el apogeo de la minería de datos (**big data** o **data mining**), esta guía dará a conocer el fácil acceso y procesamientos automatico de datos geográficos (**geocomputación o geografía computacional**) que permitan su manipulación para el cálculo de la erosión del suelo sin tener la necesidad de contar con elevadas capacidades computacionales.

Finalmente, para poder reproducir y replicar satisfactoriamente este manual se debe tener cierto acercamiento a cualquier lenguaje de programación orientado a objetos (**R,python, JavaScript, etc**), asimismo se dará ciertas requerimientos que deberá presentar tu laptop o pc para la instalación de software con el fin de cumplir los objetivos mostrados inicialmente, es necesario recalcar que todo los procesos que se darán a conocer en los próximos capítulos serán desarrollado sólo bajo el lenguaje de programación de **R**.

1 Aspectos generales e instalación de software

En esta sección se mostrarán los conceptos básicos del software R, Rtools y Rstudio como también la definición de los paquetes que se utilizarán en el flujo de trabajo.

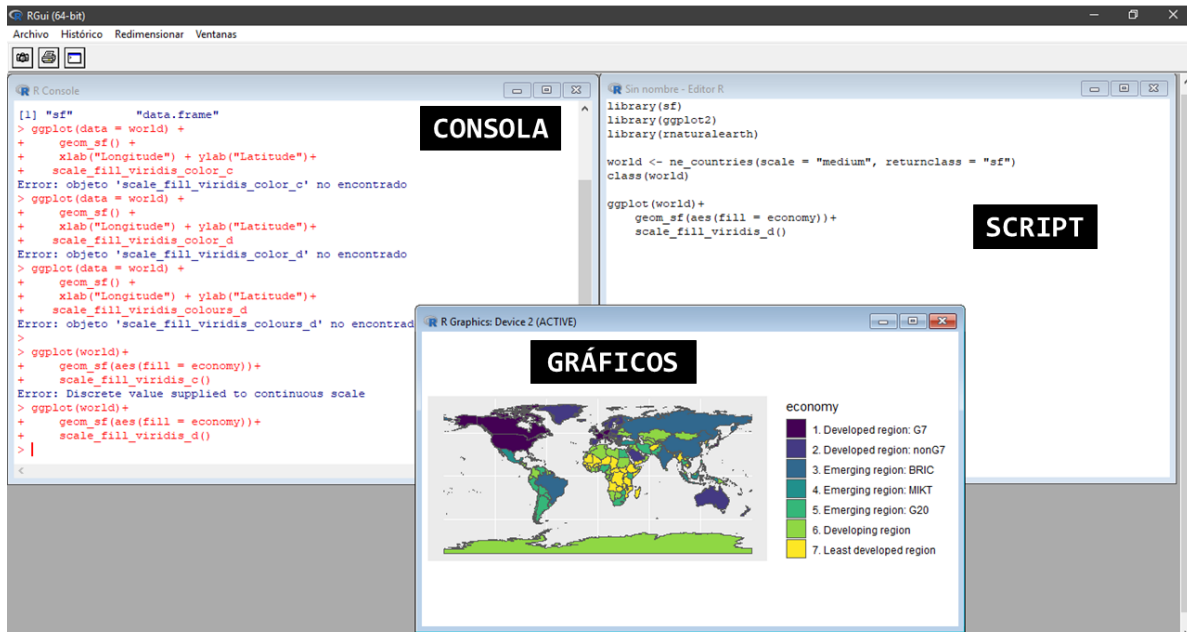
Atención:

Para poder replicar y reproducir este manual sin ningún problema es necesario tener como mínimo las siguientes características computacionales:

- Memoria RAM : 4-8 GB
- Capacidad de almacenamiento: 255GB
- Procesador como mínimo: i7 con CPU de 2.40 GHz

1.1 ¿Qué es R?

Es un lenguaje de programación interpretado de código abierto multi-plataforma que permite hacer diferentes tipos de análisis estadísticos, desde importar datos, ordenarlos, modelar y visualizar mediante gráficos de alta calidad, e incluir en informes académicos de manera científica (**Hadley Wickham y Garrett Grolemund, 2017**).



Características:

- Es un software libre y de código abierto.
- Corre en múltiples sistemas operativos (GNU/Linux, MacOSX y Windows).
- Posee una variedad de paquetes para temas específicos.
- Comunidad científica muy dinámica.

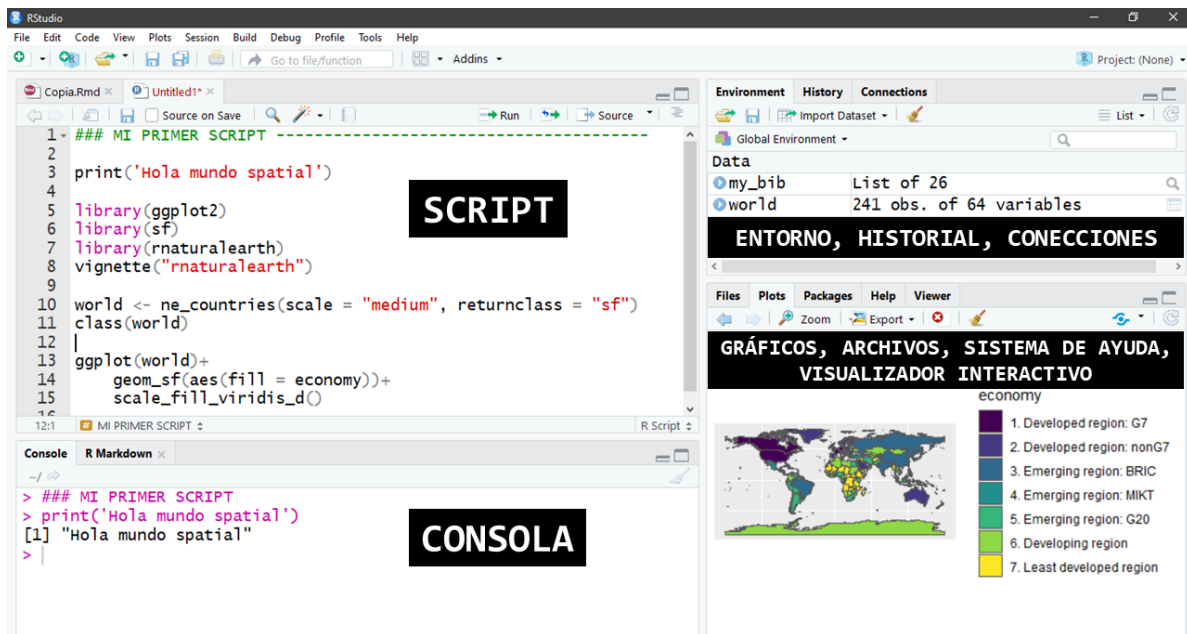
1.2 ¿Qué es Rtools?

Es una colección de herramientas necesarias en R para compilar y construir paquetes desde el código fuente en solo los sistemas operativos de **Windows**, si no se tiene instalado, no se podrían instalar ni utilizar muchos paquetes que requieren esta compilación basadas en C o C++.

1.3 ¿Qué es Rstudio?

Es un entorno de desarrollo integrado (IDE) para R. Incluye una consola, un editor de código, una consola, un gestor para la administración del espacio de trabajo, entre otros.

CONCLUSIÓN: “RSTUDIO ES EL ROSTRO BONITO DE R”



1.4 Instalación de R, Rtools y Rstudio

<https://www.youtube.com/embed/h2IPWVXaUuU>

1.5 ¿Cuál es el concepto de un paquete en R?

Un paquete en R es una colección organizada de funciones, datos y documentación que se agrupa para resolver un conjunto particular de problemas (**Hadley Wickham, 2021**).

Estos son los paquetes que se utilizará durante todo flujo de trabajo

1.6 Instalación de paquetes en R

Una vez instalada los software de R y Rstudio procederemos a instalar y configurar todos los paquetes mencionados en la sección de **requerimientos**.

Este proceso solo se realizar una única vez, cuando ya tienes instalado y configurado todos los paquetes solo es necesario activarlos en tu sistema.

```
# Lista de paquetes a instalar
pkgs <- c("tidyverse", "tidyterra", "rgee", "tmap", "gifski", "cloudml", "sf")
# install.packages(pkgs = pkgs, dependencies = TRUE)
# Se recomienda instalar la versión de GitHub de rgee
```

Para verificar que todo los paquetes fueron instalados, corremos el siguiente script:

```
# Verificar la instalación de los paquetes
for (pkg in pkgs) {
  if (!requireNamespace(pkg, quietly = TRUE)) {
    message(paste("El paquete", pkg, "no está instalado."))
  } else {
    message(paste("El paquete", pkg, "está instalado y cargado correctamente."))
  }
}
```

```
El paquete tidyverse está instalado y cargado correctamente.
El paquete tidyterra está instalado y cargado correctamente.
El paquete rgee está instalado y cargado correctamente.
El paquete tmap está instalado y cargado correctamente.
El paquete gifski está instalado y cargado correctamente.
El paquete cloudml está instalado y cargado correctamente.
El paquete sf está instalado y cargado correctamente
```

2 Registro de usuario en la plataforma de Google Earth Engine

2.1 Registro de GMAIL

Para poder acceder a todos los beneficios que nos ofrece la plataforma de Earth Engine es necesario contar con una cuenta de GMAIL activo.

Para registrarnos nos dirigimos a : <https://code.earthengine.google.com/register>

Earth Engine te ofrece dos alternativas para poder registrarte:

- **Usuario comercial:** Desarrollo de productos comerciales, monetization de servicios, etc.
- **Usuario no comercial:** Investigación, docencia, etc.

Para nuestro interés procedemos a elegir la segunda opción.

Este nos llevará a una nueva pantalla en donde nos solicitará llenar nuestros datos personales y algunas preguntas adicionales como la afiliación y cuales son las intenciones de usar Earth Engine.

Finalizado el registro Earth Engine, solo nos queda esperar el correo de confirmación para poder acceder sin ninguna restricción a la plataforma. Es necesario tener en cuenta que la habilitación puede tomar un lapso de tiempo, hoy en día es casi de forma automática, pero esto podría tomar en algunos casos entre 1 a 2 días.

2.2 Confirmación de Earth Engine

Con este correo de bienvenida de Earth Engine, podemos estar al 100% seguro de tener acceso a :

- Earth Engine Code Editor
- Earth Engine Developer Docs
- Earth Engine Explore

Observación:

La vinculación de GMAIL hasta el correo de configuración por parte de Earth Engine, es la base fundamental para posteriormente trabajar en cualquier lenguaje de programación que consume la API de Earth Engine (R, python, Js, Julia).

2.3 Configuración de GCloudCLI

Para poder vincular Google Earth Engine con R, es necesario contar con la instalación de GCloud CLI, para instalar este software desde R solo necesitamos cargar la librería `cloudml` y utilizar el siguiente comando `gcloud_install()`.

```
# Activación o llamado de los paquetes instalados
library(cloudml)
# Instalación de GCloud CLI
gcloud_install()
```

2.4 Registro de credenciales

2.5 Configuración de rgee

2.6 Hola mundo en rgee

3 ¿Qué es RUSLE?

Metodología desarrollada por Renard et al (1991) que permite estimar la pérdida media anual de suelo en función a un modelo matemático.

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P \quad (3.1)$$

Donde los cinco parámetros de entrada están relacionados con la precipitación, las características del suelo, la topografía, el manejo de la cubierta y los cultivos y las prácticas de conservación.

3.1 Definición de parámetros

3.1.1 Factor R

Es el factor de erosividad de esorrentía de lluvia ($MJ \cdot mm \cdot ha^{-1} \cdot h^{-1} \cdot Año^{-1}$), índice numérico que expresa la capacidad de la lluvia para erosionar el suelo. Para su cálculo existen diferentes modelos; sin embargo para este manual se consideró usar la formula de Wischmeier y Smith (1978) presentada el paper de Zubairul Isla la cual la base de referencia.

$$R = 1.73 \times 10^{(1.5 \times \log(Pm^2/Pa) - 0.08188)} \quad (3.2)$$

Donde:

- R es la erosividad de lluvia en $(MJ \text{ en } mm)/(ha^{-1}h^{-1}ao^{-1})$ (mega julios por milímetro por hectárea por hora por año)
- Pm es la precipitación mensual
- Pa es la precipitación en un año

3.1.2 Factor K

Es el factor de erodibilidad del suelo ($Mg \cdot h \cdot MJ^{-1} \cdot mm^{-1}$), una descripción numérica de la susceptibilidad de las partículas del suelo a la erosión hídrica. Estos valores van de 0 a 1, donde 0 es menos susceptible y 1 es altamente susceptible a la erosión hídrica.

Para su cálculo se tomo como referencia la formula de Sharpley and Williams (1990).

$$K = [0.2 + 0.3 \times \exp(-0.0256 \times SAN \times (1 - \frac{SIL}{100}))] \times [1 - \frac{0.25 \times CLA}{CLA + \exp(3.72 - 2.95 \times CLA)}] \quad (3.3)$$

Donde:

- SAN: Porcentaje de arena
- SIL: Porcentaje de limo
- CLA: Porcentaje de arcilla
- SN: $1 - SAN/100$

3.1.3 Factor LS

Es el factor de longitud de pendiente (L) y el factor de inclinación (S), ambas variables combinadas expresan el efecto de la topografía local sobre la tasa de erosión del suelo. Para su cálculo se tomo en cuenta la formula establecida por Moore (1985).

$$LS = (0.4 + 1) \times (Flowacc \times CellSize / 22.13)^{0.4} \times (\sin(\theta) / 0.0896)^{1.3} \quad (3.4)$$

Donde:

- Flowacc : Acumulación de flujo
- CellSize: Tamaño de pixel
- θ : Mapa de pendientes en grados

3.1.4 Factor C

Determina la eficacia relativa de los sistemas de manejo del suelo y de los cultivos en terminos de prevencion o reduccion de la perdida de suelo. Los valores oscila entre 0, para una superficie no erosible, y 1, parcela desnuda (sin vegetación). Por temas prácticos muchos autores adoptan enfoques simplificados: por ejemplo, utilizar el mapas de cobertura del suelo y asignando un factor C a cada clase, o por ultima emplear los valores de NDVI y las condiciones climáticas.

Para su cálculo se tomo como referencia la formula de Almagro et al (2019).

$$C = 0.1 \times \left(\frac{-NDVI + 1}{2} \right) \quad (3.5)$$

Donde:

- Flowacc : Acumulación de flujo
- CellSize: Tamaño de pixel
- θ : Mapa de pendientes en grados

3.1.5 Factor P

Recoge la influencia que tienen las prácticas de conservación de suelos sobre las tasas de erosión, en otras palabras el factor P tiene como objetivo reducir la escorrentía del agua y, en consecuencia, la pérdida de suelo.

Para su cálculo se tomo en consideración la tabla de valores propuestos por , donde se establece lo siguiente:

Clasificación de Usos de Suelo	P
Bosque	0.8
Tierras de cultivo	0.5
Construcción	1.0
Vegetación esparcida	1.0
Cuerpos de agua	1.0
Matorral	1.0
Humedales	1.0

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2023.1136243/full>

4 RUSLE con rgee

5 Resultados

6 Graficos comparativos

7 Mapas

8 Animación

Referencias