

# ESTIMACION DE LA CANTIDAD DE SEDIMENTO PARA LA EVALUACIÓN DE EROSIÓN EN UNTRAMO DE CANAL DEL PROYECTO CACHI

## Introducción

En el caso del manejo de sedimentos es necesario contar con metodologías que permitan la evaluación de zonas vulnerables a la erosión hídrica, la que predominantemente origina la pérdida de suelo y la consecuente producción de sedimentos. La propuesta metodológica para la evaluación del riesgo de erosión en zonas áridas se ha desarrollado en base a la ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada (RUSLE).

## 1. Justificación y objetivo

### 1.1. Justificación e importancia

La conducción principal del proyecto de irrigación Río Cachi ubicada en la Provincia de Huamanga principalmente, departamento de Ayacucho, Perú, atraviesa zonas con fuertes pendientes y escasa cobertura vegetal, condiciones que producen una pérdida considerable de suelo que se traduce en transporte de sedimentos en el canal y obstrucciones por deslizamiento, por lo que se desea determinar la erosión hídrica en un tramo específico. Este, como base para implementar planes de manejo y protección que aseguren el total funcionamiento del proyecto.

### 1.2. Marco teórico del estudio propuesto

**Análisis y evaluación de riesgos de erosión**, es una herramienta metodológica que permite estimar el riesgo de que se produzcan determinadas consecuencias en el suelo. Este proceso se puede llevar a cabo utilizando como referencia diferentes métodos y normas. Para el caso de nuestro estudio se utilizará la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos Revisada (RUSLE), que se describe y desarrolla en el capítulo de METODOLOGÍA.

**La erodabilidad** del suelo es un índice que indica la vulnerabilidad o susceptibilidad a la erosión y que depende de las propiedades intrínsecas de cada suelo. Cuanto mayor sea la erodabilidad mayor

porcentaje de erosión. Algunos suelos se erosionan con mayor facilidad que otros, aunque la cantidad de lluvia caída, la pendiente, la cobertura vegetal y las prácticas de manejo sean las mismas.

**La erosividad** de la lluvia trata de reflejar la cantidad de energía cinética que tiene las gotas de lluvia que impactan sobre el suelo. Estas tienen un doble efecto sobre el mismo. Por un lado, producen un desprendimiento de partículas del suelo debido al impacto de las gotas de lluvia, y por otra parte, producen un taponamiento de los poros del suelo que incide en el aumento de la escorrentía y por tanto de la erosión.

### **1.3. Planteamiento del problema**

¿Cómo podemos proteger la conducción principal del proyecto de irrigación del Proyecto Río Cachi, a causa de la erosión y transporte de sedimentos?

### **1.4. Elementos, hipótesis o teorías**

¿Se puede elaborar un plan de riesgo de erosión por el método de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos Revisada (RUSLE) y así proteger la obra en estudio?

### **1.5. Objetivo**

#### **1.5.1. Objetivo general**

Hallar la intensidad de erosión para la elaboración de planes, evaluación de riesgo y protección de la línea de conducción principal del Proyecto Río Cachi.

#### **1.5.2. Objetivo específico**

- Evaluación e identificación de un área o zona vulnerables y/o crítica a la erosión hídrica.
- Aplicación de la metodología para la evaluación de erosión en base a la ecuación RUSLE.

### **1.6. Delimitaciones y limitaciones del estudio**

El tramo de análisis inicia en el kilómetro 33+500 (Chichucancha) hasta 38+400 (allpachca). Los resultados obtenidos en el área o zona de estudio no involucra a todo el tramo de la línea de conducción principal del Proyecto Río Cachi.

## **1.7. Definición de términos**

**RUSLE.** Ecuación que permite predecir las pérdidas de suelo a largo plazo para un sistema específico de manejo pérdida de suelo.

**Erodabilidad.** Mide la fuerza erosiva de una lluvia determinada.

**Erosividad.** Representa la susceptibilidad del suelo a la erosión hídrica.

## **2. Revisión de la literatura.**

### **2.1. Literatura teórica y de investigación específica.**

- Fernando Oñate-Valdivieso. 2004 **Metodología para la evaluación del riesgo de erosión hídrica en zonas áridas y su aplicación en el manejo y protección de proyectos hidráulicos**
- Escalante y Sandoval ,2005. **Efecto en la estimación del factor erosivo de la lluvia en el aporte de sedimentos.** link:
- Ares, MG; M Varni y I Entraigas. 2010. **Determinación de la erosividad de las precipitaciones para la localidad de Azul, provincia de Buenos Aires, Argentina.**
- Elena Lianes, Miguel Marchamalo y Margarita Roldán. 2009 **Evaluación del factor c de la rusle para el manejo de coberturas vegetales en el control de la erosión en la cuenca del río birrís, costa rica**

### **2.2. Crítica de la validez de la literatura existente.**

Los artículos usados fueron de muy confiables , puesto que fueron tomadas de revistas digitales publicadas en la red.

### **2.3. Resumen de lo que se sabe y se desconoce sobre el tema de la tesis**

El grupo desconocía como abordar el estudio sobre un canal; puesto que los artículos consultados fueron realizados en ríos y/o cuencas grandes y no sobre una estructura hidráulica; a la cual buscábamos hallar la erosión alrededor de él y predecir el riesgo de obstrucción debido a la erosión.

## **2.4. El aporte que éste estudio hará a la literatura.**

El aporte que se hará con este estudio sera ver la aplicación de la ecuación de RUSLE obre un tipo de estructura hidráulica (canal del proyecto CACHI),y observar el peligro potencial a la cual estaria expuesto este tipo de estructuras que atraviezan taludes muy pronunciadas.

## **3. METODOLOGIA**

### **3.1. INSTRUMENTACIÓN**

El instrumento utilizado para esta evaluación es : Arcgis. Esta potente herramienta permite la realización de análisis geo estadístico, partiendo del análisis exploratorio de los datos hasta su representación espacial. Para la estimación de la erosión hidria se empleó la Ecuación Universal de Perdida de Suelo Revisado (RUSLE).Esta ecuación matemática nos permite predecir la perdida de suelo a largo plazo y para tal efecto esta la perdida del suelo, factores de erosividad,factor topográfico ,erodabilidad del suelo factor de cultivos y factor de conservación.

$$A=R*K*LS*C*P$$

Donde:

A: Es la perdida de suelo promedio anual.

R: Factor de erosividad de las lluvias (mj/ha\*mm/hr).

K: Es factor de erodabilidad del terreno(t/ha.mj\*ha/mm\*hr).

LS: Factor topográfico (función longitud-inclinación forma de la pendiente).

C: Factor de la cubierta vegetal (adimensional).

P=Factor de prácticas de conservación de la estructura del suelo.

### **3.2. RECOPIACIÓN DE DATOS**

Los datos recopilados para usar el Argis son datos de precipitación (meses),datos otorgados por entidades que registran estos datos como es el ANA(Autoridad Nacional del Agua) y el SENAM-HI(Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología).

### 3.3. TRATAMIENTO DE LOS DATOS

Estos datos otorgados por las instituciones nos otorgan datos incompletos por las cuales el equipo de investigación ah realizado el completado de datos y para ello se utilizó método de la multivariantes y razón normal e interpolación comprobándose los rangos de errores y usándose el más próximo al valor estándar de la precipitación mensual.

### 3.4. ESTUDIO PILOTO

No se hizo estudios o evaluaciones a escala, lo que si motivó a realizar este trabajo de investigación fue la preocupación del personal encargado de las limpiezas de dichas infraestructura de la de este proyecto, el estado construyo los canales y la represa de cuchoquesera, pero mas no proyecto la protección de estas infraestructuras a futuro. incluso el fondo de dicha represa contiene muchos sedimentos estancados producto de la erosividad de los suelos y reduciéndose así el volumen proyectado de dicha represa.

### 3.5. PROCEDIMIENTOS ESPECIFICOS

#### Factores de erosividad de la lluvia(R)

Wischmeier y Smith, obtuvieron una ecuación de regresión que describe la energía cinética de una lluvia tempestuosa y que está expresada de la siguiente manera:

$$E = 1,213 + 0,890 \log 10 * I$$

Donde:

E = Energía Cinética de la lluvia [Kg m/m<sup>2</sup> mm]

I = Intensidad de la Precipitación Pluvial [mm/hora]

El factor de erosividad de la lluvia, R, se define como el producto EI dividido por 173,6. El cálculo del factor de erosividad de la precipitación pluvial, R, para una tormenta, se define de la siguiente manera:

$$R = \frac{(\sum_{j=1}^n (1,213 + 0,890 \log 10 * I_j)(I_j * T_j)) * I_{30}}{173,6}$$

Donde

- $R$  = factor de erosividad de la lluvia  $[(\text{Kgf.m} \cdot \text{m}^{-2})(\text{mm h}^{-1})]^2$
- $I_i$  = intensidad de la precipitación pluvial para un incremento específico de la intensidad  $[\text{mm/h}]$
- $T_j$  = periodo de incremento de tempestad específica  $[\text{h}]$
- $I_{30}$  = la intensidad máxima de precipitación pluvial durante 30 minutos para la tormenta  $[\text{mm/h}]$
- $j$  = incremento de la tempestad específica;  $n$  = el número de incrementos de la tempestad.

Para determinar el factor de erosividad en el area de influencia del canal se usaron las precipitaciones cercanas a esta. Primero se calcularon las  $R$  mensuales de las estaciones. Procesando en el ArcGis, se interpolaron los valores de  $R$ .

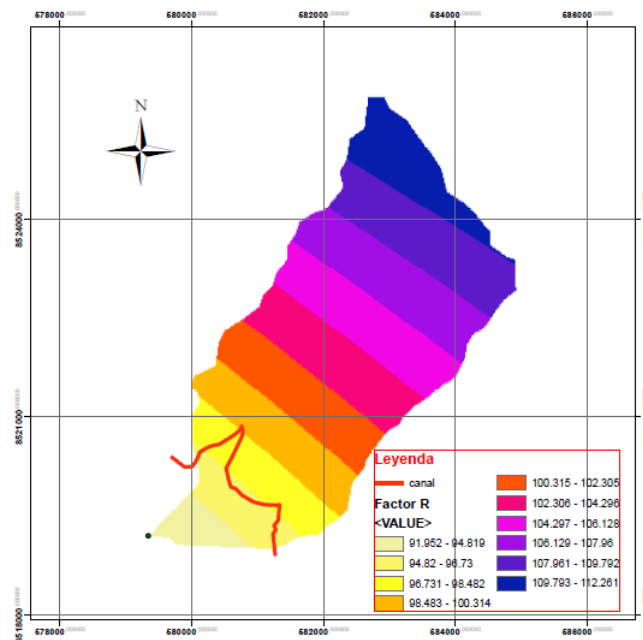


Figura 1: Erosividad de la lluvia

## Factor de erodabilidad del suelo

En el presente caso de estudio, se usara el Mapa digital de suelos del mundo de la FAO. En la zona de estudio solo se pudo identificar un solo tipo de suelo: Tv cuyas características necesarias para hallar  $K$  se muestran a continuación:

Soil unit symbol	sand % topsoil	silt % topsoil	clay % topsoil	OC % topsoil
TV	64.5	26.2	9.3	1.4

Para determinar K se utilizando la siguiente formulas:

$$k = 0,1317 f_{csand} \cdot f_{cl-ci} \cdot f_{orgc} \cdot f_{isand}$$

$$f_{csand} = \left( 0,2 + 0,3 \exp \left[ -0,0256 m_s \left( 1 - \frac{m_{silt}}{100} \right) \right] \right)$$

$$f_{cl-ci} = \left( \frac{m_{silt}}{m_c + m_{silt}} \right)^{0,3}$$

$$f_{orgc} = \left[ 1 - \frac{0,25 orgC}{orgC + \exp[3,72 - 2,95 orgC]} \right]$$

$$f_{isand} = \left[ 1 - \frac{0,70 \left( 1 - \frac{m_s}{100} \right)}{\left( 1 - \frac{m_s}{100} \right) + \exp[-5,51 + 22,9 \left( 1 + \frac{m_s}{100} \right)]} \right]$$

Donde:  $m_s$ : porcentaje de arena.  $m_c$ : porcentaje de arcilla.  $m_{silt}$ : porcentaje de lima.  $orgC$ : porcentaje de carbono.

Reemplazando tenemos  $k=0.0288$ .

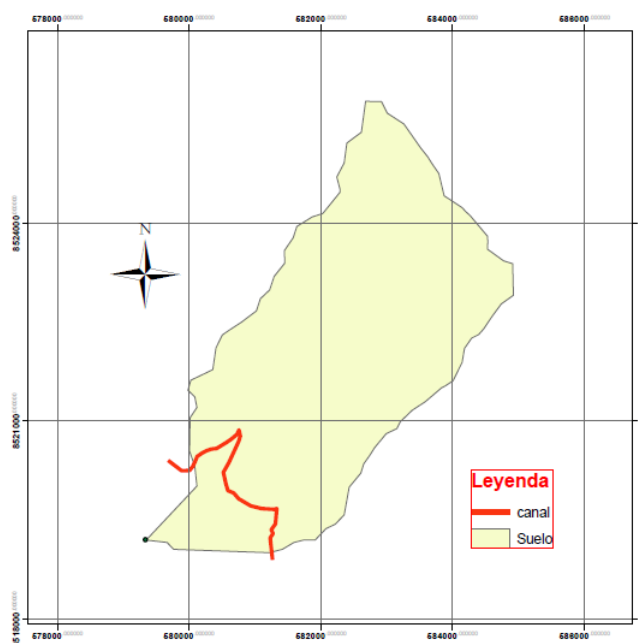


Figura 2: Factor de erodabilidad del suelo

## Factor topografico

El factor LS integra la pendiente media de la ladera su longitud, considera el efecto de la topografía sobre la erosión. La pendiente (S) refleja la influencia de la gradiente de la pendiente en la erosión ya que el potencial de erosión incrementa con la pendiente, la longitud (L) se define como la distancia horizontal entre el punto donde inicia el escurrimiento hasta el punto donde decrece la pendiente al grado de producir la sedimentación.

Como se puede apreciar en el grafico las zonas de mayor erosion hidrica sobre el canal que esta de color amarillo.

La expresión que permite calcular el factor LS es la siguiente:

$$LS = \left( \frac{\lambda}{22,13} \right)^m (0,065 + 0,045s + 0,0065s^2)$$

Donde:

$\lambda$ : es la longitud de la pendiente en m

m :es un exponente que depende del grado de la pendiente

s :es la pendiente del terreno en ‰

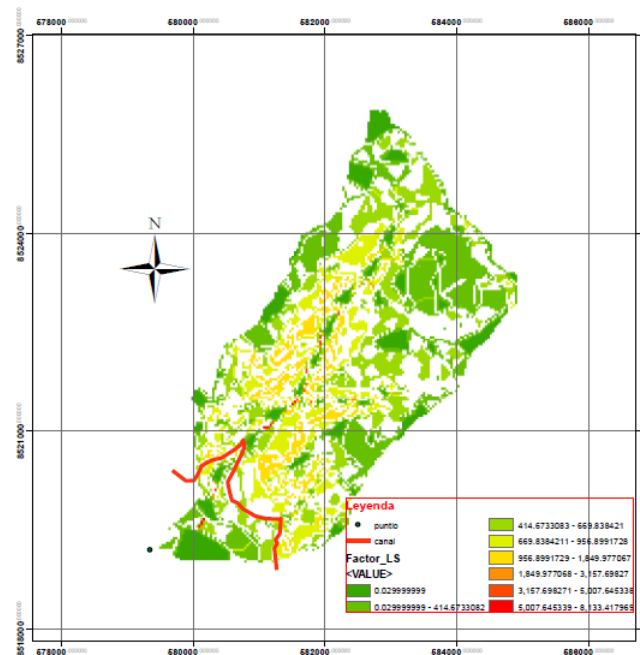


Figura 3: Factor de longitud y grado de pendiente

## Factor de cobertura del suelo

La cobertura vegetal está representada en la ecuación por el factor vegetación o factor C. Este factor es muy significativo dentro de la ecuación USLE y el mapa de C generalmente hereda su configuración al mapa de erosión (**Gómez 2002**).

Para el cálculo del factor C, así como de los 5 subfactores de los que depende, se aplicó la formulación original del modelo RUSLE a partir del manual de **Renard et al. (1996)**.

Para obtener los valores NDVI trabajamos con imágenes Landsat 8 usando ArcGIS se aplica la siguiente ecuación:

**NDVI = Float (banda 5 – banda 4) / Float (banda 5 + banda 4)** Una vez efectuada la formula algebraico con las bandas 4 y 5, con la herramienta identificar obtenemos el valor del factor C para la zona de estudio.



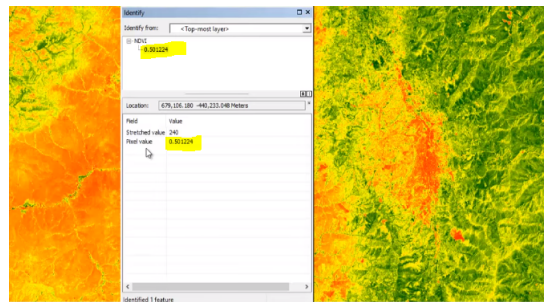


Figura 4: Se observa el valor obtenido para la zona.

En la cual observamos que nos arroja un valor de 0.501224 ; la cual se encuentra entre -1 a 1 (siendo los valores más cercanos a 1 la vegetación más vigorosa).

Finalmente el factor de vegetacion para la zona de estudio seria **c=0.501224**

## Factor de practica de control de la erosion

El valor de P, depende del tipo de práctica y de la pendiente del terreno. Por ejemplo, sin ninguna práctica conservacionista  $P=1$  y por el contrario, su valor será menor según la eficacia en el control de la erosión conseguida con la implantación de una medida correctora. En nuestro caso, nuestro tramo de canal presenta un terreno lateral el cual ya existia en el pasado, por ello tomaremos el valor de 1 pero veremos como se algunos valores que se tomarían en el caso en el que tuviéramos practicas conservacionistas valores propuestos por Wischmeier, Smith (1978).

## 4. Resultados

En la zona de estudio se ha encontrado que los valores de erosividad de la lluvia (R) oscilan entre 919.52 y 1122.6 MJm/hr. El factor erodabilidad del suelo k es un solo tipo de suelo que es 0.0288, el factor LS tiene un rango de variación de 0.03 y 669.8, el factor de prácticas de conservación de selous (P) , se obtuvo el valor de 1.0, los valores de C oscilan entre 0.50 y 0.110 obteniéndose la perdida de suelo (A) que oscila entre 0.4 y 2382.07 t/ha/año .

## 5. Discusión

La zonas con valores de perdida de suelo muy fuertes se encuentran predominantemente en los lugares donde la pendiente es considerablemente fuerte. El factor R evidencia a las claras que la zona de estudio está sometida a tormentas con un alto poder erosivo , en la época lluviosa se presentan

tormentas de gran intensidad, como se evidencia en la figura de erosión de lluvia. Los valores de erodabilidad del suelo probablemente se deban a la presencia de altos porcentajes de arena, del orden de 64.0%, contribuyendo a que el suelo se disgregue más fácilmente a pesar de que el contenido de arcilla es del orden del 9.30%, y buena cantidad de limo de 26.20%, con poca materia orgánica de 1.40% por lo que el suelo no posee la suficiente cohesión. Los valores del Factor LS son relativamente moderados especialmente debido a que las longitudes de la escorrentía son relativamente pequeñas ya que se presentan variaciones significativas de la pendiente en tramos cortos, ocasionando depósitos intermedios. Los valores del coeficiente C corresponden a zonas e el caso del bosque seco, al que le corresponden los valores más altos del coeficiente C, y más aún si se considera que se trata de áreas en las que no se ha realizado prácticas de conservación. Las áreas que se identifican según el nivel de erosión se resumen en la tabla :

<b>INTENSIDAD</b>	<b>Nivel de erosion (ton/ha/año)</b>	<b>Superficie</b>	<b>Aprox( %)</b>
LEVE	<10	271.48	10
MODERADO	10-50	633.45	30
FUERTE	50-200	814.44	55
MUY FUERTE	>200	90.49	5

Cuadro 1: Niveles de erosión

## 6. Conclusiones

1. En las zonas altas por la quebrada los valores de pérdida de suelo son altos por la pendiente pronunciada.
2. La zona de estudio se ve sometida a precipitaciones de alta intensidad durante los primeros meses del año en los que se concentra la mayor pérdida de suelo anual.
3. La presencia de cantidades significativas de arena y la baja presencia de materia orgánica en los suelos producen aumentos significativos de la erodabilidad del suelo.
4. El realizar el cálculo del factor topográfico LS en base a la aplicación del álgebra de mapas en formato raster permite estimar con mejor precisión la influencia de este factor en la pérdida de suelos en la zona de estudio.

5. La implementación de prácticas de control de los procesos erosivos contribuirá al mejor funcionamiento del proyecto reduciendo los rubros correspondientes al mantenimiento.
6. Los valores bajos de pérdida de suelo se presentan en las zonas en las que se realizan prácticas agrícolas y los valores altos se registran en lugares sometidos a deslizamientos.
7. Las características físicas de una cuenca dependen de la morfología, los tipos de suelo, la cubierta vegetal, la geología, los usos del suelo, etc. Al hallar las respectivas características físicas de la cuenca podremos comprender de mejor manera la respuesta hidrológica de la cuenca.

## Referencias

- [1] LEONARD, R.A., KNISEL, W.G. y STILL, *GLEAMS: groundwater loading effects of agricultural management systems. Trans. Amer. Soc. Agric. Eng. 30: 1403-1418.*, D.A. 1987.
- [2] ONSTAD, C.A. y FOSTER, *Erosion modelling on a watershed. Trans. Amer. Soc. Agric. Eng. 18: 288-292.*, G.R. 1975.
- [3] OÑATE F, *METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO DE EROSIÓN HÍDRICA EN ZONAS ÁRIDAS Y SU APLICACIÓN EN EL MANEJO Y PROTECCION DE PROYECTOS HIDRÁULICOS*, 2004.

## ANEXOS

### Calculo del factor C (Morales)

La cobertura vegetal está representada en la ecuación por el factor vegetación o factor C. Este factor es muy significativo dentro de la ecuación USLE y el mapa de C generalmente hereda su configuración al mapa de erosión (**Gómez 2002**).<sup>1</sup>

Para el cálculo del factor C, así como de los 5 subfactores de los que depende, se aplicó la formulación original del modelo RUSLE a partir del manual de **Renard et al. (1996)** <sup>2</sup>

Cultivo y practica	Media anual del factor C
Suelo desnudo	1,00
Bosque	0,001
Arroz	0,60
Caña de azucar	0,10-0,20
Arbolado denso	0,001-0,003
Arbolado forestal claro	0,003-0,009
Arbolado forestal muy claro	0,041
Cultivos anuales y herbaceos	0,25
Pasturas	0,15
Purma	0,035
Cubierta escasa(60%)	0,15-0,09

**Table 1.** Fuente: Wischmeier y Smith(1978)

### Subfactores:

Los subfactores de **cubierta aérea, CC, rugosidad, SR, y cubierta en contacto con el suelo, SC** ;se calcularan con los datos de campo.

Para el cálculo del **subfactor SC** el coeficiente empírico que indica la efectividad de la cubierta del suelo para reducir la erosión, b, se asignara según **Renard et al. (1996)**, correspondiendo a las parcelas de cobertura agrícola un valor de 0,050 y un valor de 0,025 en las parcelas de pasto o arboladas. Se asignaron valores al subfactor de uso previo de la tierra, PLU a partir de las consideraciones de **Renard et al. (1996)** y **Kuenstler (1998)**<sup>3</sup>, utilizado para parcelas con árboles como dosel principal

<sup>1</sup>GÓMEZ F. 2002. Evaluación de la erosión potencial y producción de sedimentos en tres cuencas de Costa Rica. Trabajo de Graduación para obtener el grado de Licenciado en Ingeniería Civil. UCR. San José, Costa Rica. 191 p.

<sup>2</sup>RENARD K.G., FOSTER G.R., WEESIES G.A., MCCOOL D.K., YODER D.C. 1996. Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the Revised Soil Loss Equation (RUSLE). Agricultural Handbook 703. US Government Printing Office. Washington DC. 384 p.

<sup>3</sup>KUENSTLER W. 1998. Guidelines for use of the Revised Universal Soil Loss Equation (Rusle) versión 1.06. on mined

0,05, en parcelas con árboles como dosel complementario o con pasto 0,50, y en las parcelas con cultivos anuales 0,99. En aquellos sistemas en los que las condiciones de la cubierta vegetal no cambien considerablemente a lo largo de un año como en los pastos extensivos, matorrales o terrenos forestales, los cálculos se simplifican respecto a cubiertas agrícolas, ya que los subfactores pueden ser calculados como promedios anuales; de esta manera el factor C se obtiene mediante la multiplicación directa de estos (**Renard et al. 1996**), equivalente a SLR. Cuando la cubierta vegetal varía durante el año, como en cultivos agrícolas, el factor C se expresa como una media de las ratas de pérdida de suelo para cada intervalo de tiempo (SLR<sub>i</sub>), ponderados con la erosividad acumulada del periodo (EI<sub>i</sub>) **Renard et al. 1996**).



Figura 5: fotografía referencial de la zona de estudio.

Para estimar la pérdida de suelo, incluyeron el factor cobertura y manejo vegetal (Factor C) en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (RUSLE).<sup>4</sup>

lands, construction sites and reclaimed lands. Chapter five: C factor: Cover-management. Office of Technology Transfer. Denver, CO, USA. 20 p.

<sup>4</sup>[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-57792012000300249](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792012000300249)

## Procedimiento de calculo:

*Un índice de vegetación puede ser definido como un parámetro calculado a partir de los valores de la reflectancia a distintas longitudes de onda, y es particularmente sensible a la cubierta vegetal, de acuerdo a Gilabert et al (1997).<sup>5</sup>*

El Índice de Vegetación Diferencial Normalizado se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\text{NDVI} = ((\text{IRC} - \text{R}) / (\text{IRC} + \text{R}))$$

dónde: IRC es la reflectividad en el infrarrojo cercano y R es la reflectividad en el rojo.

Para obtener los valores NDVI trabajamos con imágenes Landsat 8 usando ArcGIS se aplica la siguiente ecuación:

$$\text{NDVI} = \text{Float (banda 5 - banda 4)} / \text{Float (banda 5 + banda 4)}$$

### PASO 1:

Importamos las imagenes LANDSAT 8 obtenidas al software argGis.

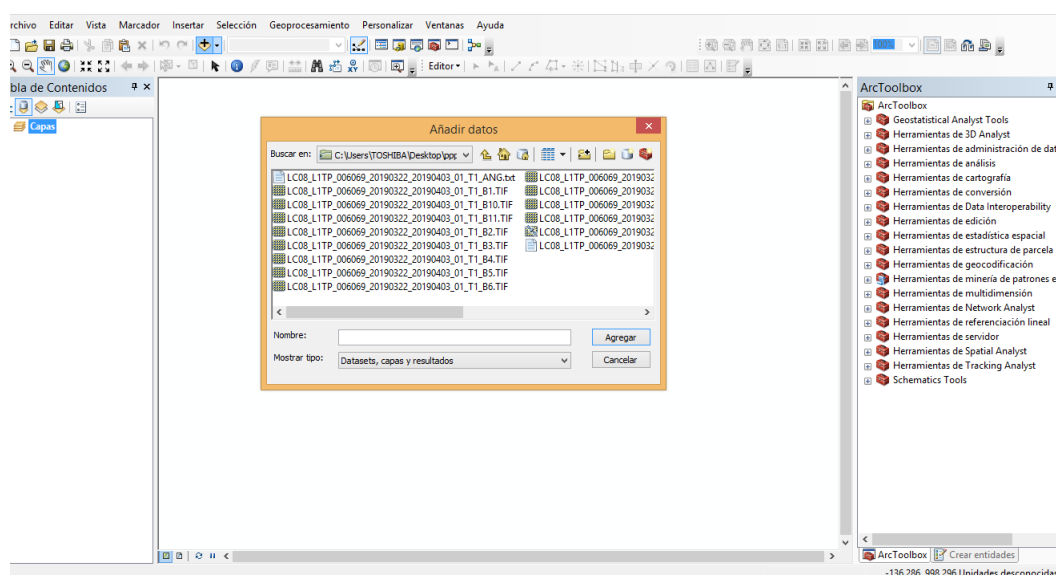


Figura 6: Importando las badas 4 y 5.

### Paso 2:

Calculamos el factor con la herramienta raster-calculator:

<sup>5</sup><https://acolita.com/calcular-indice-vegetacion-diferencia-normalizada-ndvi-qgis-arcgis/>

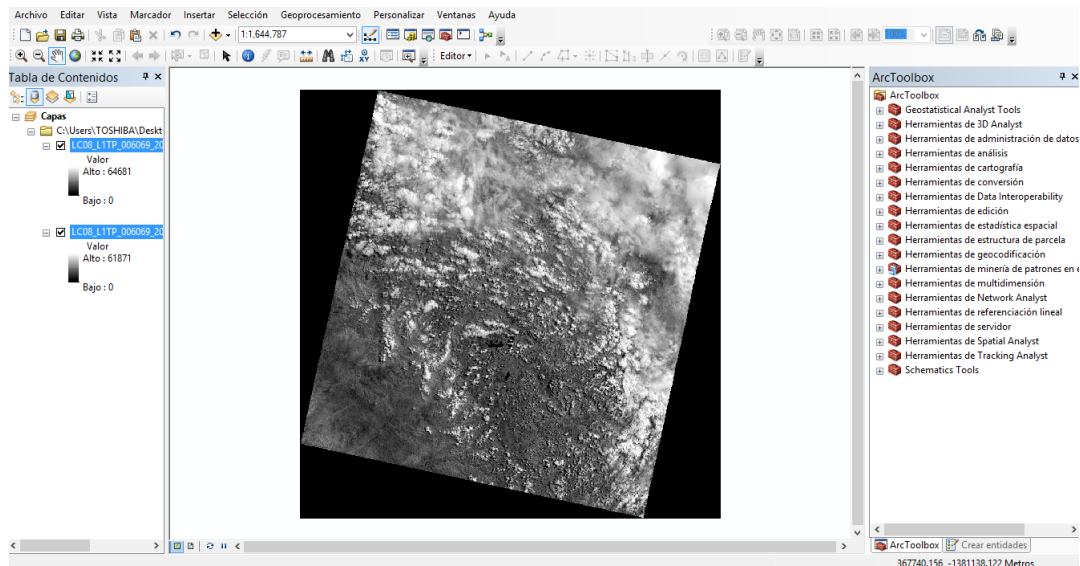


Figura 7: Raster de la zona de estudio.

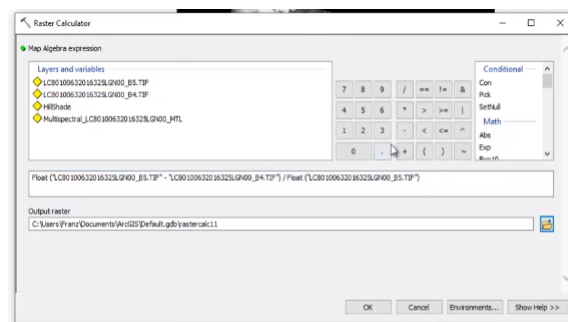


Figura 8: raster calculator.

### Paso 3:

Una vez efectuada la formula algebraico con las bandas 4 y 5, con la herramienta 'identificar' obtenemos el valor del factor C para la zona de estudio.

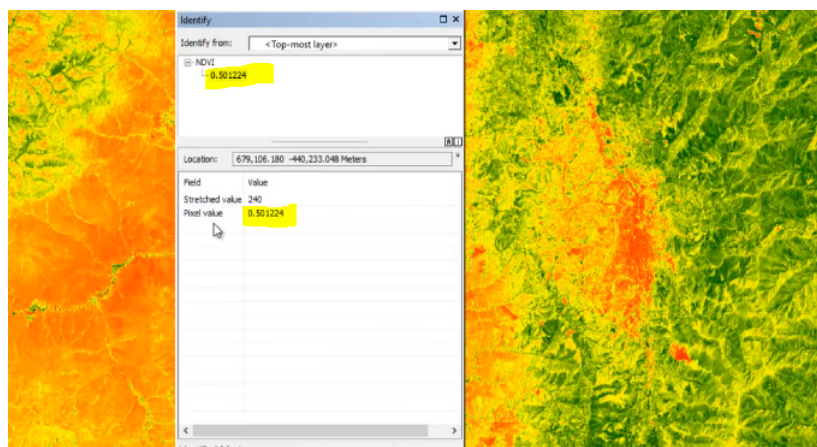


Figura 9: Se observa el valor obtenido para la zona.

En la cual observamos que nos arroja un valor de 0.501224 ; la cual se encuentra entre -1 a 1 (siendo los valores más cercanos a 1 la vegetación más vigorosa).

Finalmente el factor de vegetacion para la zona de estudio seria **c=0.501224**

## Estaciones pluviograficas (Cerde)

La información hidro-meteorológica disponible en la zona corresponde a información pluviométrica con registros máximos en 24 horas de las estaciones, se ha procedido a efectuar el cálculo de la precipitación máxima para luego y de acuerdo a los resultados proyectar la capacidad de las estructuras en el punto de interés, dentro de su periodo de vida asignada teniendo en cuenta el punto de vista económico. Las estaciones utilizadas son: Apacheta, Huamanga, Wayllapampa, Huanta, Allpachaca y San Pedro de Cachi, las cuales nos darán una gran referencia de la pluviometría de la cuenca, pues se encuentran ubicadas cerca al área de estudio, además de poseer características semejantes en cuanto a altitud y otras características físicas.

ESTACIONES	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD(msnm)
APACHETA	74° 8' 29.00"	13° 3' 19.00"	4746
HUAMANGA	74° 14' 13.09"	13° 09' 0.00"	2761
WAYLLAPAMPA	74° 13' 0.00"	13° 4' 35.00"	2518
ALLPACHACA	74° 16' 0.00"	13° 23' 0.00"	3600
SAN PEDRO DE CACHI	74° 23' 54.66"	13° 5' 11.74"	3188