	<b>GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>		<b>Código</b>	FO-GS-15
			<b>VERSIÓN</b>	02
	<b>ESQUEMA HOJA DE RESUMEN</b>		<b>FECHA</b>	03/04/2017
			<b>PÁGINA</b>	1 de 1
<b>ELABORÓ</b>		<b>REVISÓ</b>		<b>APROBÓ</b>
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad		Líder de Calidad

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): NEIDER MIGUEL APELLIDOS: ACEVEDO APARICIO

NOMBRE(S): GEOVANNY ANDRES APELLIDOS: CORREA RINCON

FACULTAD: CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA AMBIENTAL

DIRECTOR:

NOMBRE(S): IBONNE GEANETH APELLIDOS: VALENZUELA BALCÁZAR

CO-DIRECTOR:

NOMBRE(S): \_\_\_\_\_ APELLIDOS: \_\_\_\_\_

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): ESTIMACIÓN DE PÉRDIDA DE SUELO POR EROSIÓN EN LA MICROCUENCA MONTEADENTRO (PAMPLONA – NORTE DE SANTANDER) APLICANDO LA ECUACIÓN USLE

RESUMEN

El objetivo de este proyecto es determinar la pérdida de suelo en el periodo comprendido entre los años 2015 a 2020 utilizando la ecuación USLE, mediante el software QGIS, en la microcuenca de Monteadentro en Pamplona - Norte de Santander a escala 1:25.000 para la identificación de los impactos ambientales asociados a la erosión hídrica. Se comprobó que el grado de erosión actual, lo cual desde el año 2015 al 2020 en la categoría muy ligera y ligera disminuyó un 4,32% y 2,02% respectivamente; sin embargo, para el mismo periodo la categoría moderada y critica aumentó un 4,67% y un 2,79%, esto se debe a la ausencia de prácticas de conservación y a la altas precipitaciones y pendientes del terreno en el área de estudio, por otro lado, la zona de estudio actualmente tiene un 63,1% de intervención antrópica, lo cual se tomaron medidas de prevención y mitigación para reducir estos impactos.

PALABRAS CLAVE: Degradación ambiental, Erosión hídrica, USLE.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 124 PLANOS:      ILUSTRACIONES:      CD ROOM: 1

\*\*Copia No Controlada\*\*

ESTIMACIÓN DE PÉRDIDA DE SUELO POR EROSIÓN EN LA MICROCUENCA  
MONTEADENTRO (PAMPLONA – NORTE DE SANTANDER) APLICANDO LA  
ECUACIÓN USLE

NEIDER MIGUEL ACEVEDO APARICIO

GEOVANNY ANDRES CORREA RINCON

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2022

ESTIMACIÓN DE PÉRDIDA DE SUELO POR EROSIÓN EN LA MICROCUENCA  
MONTEADENTRO (PAMPLONA – NORTE DE SANTANDER) APLICANDO LA  
ECUACIÓN USLE

NEIDER MIGUEL ACEVEDO APARICIO

GEOVANNY ANDRES CORREA RINCON

Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de:

Ingeniero Ambiental

Director:

Ing. M.sc IBONNE GEANETH VALENZUELA BALCÁZAR

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2022

**ACTA DE SUSTENTACIÓN TRABAJO DE GRADO**

**FECHA:** 10 DE MAYO DEL 2022

**HORA:** 4:00 P.M

**LUGAR:** SC 301

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA AMBIENTAL

**TITULO:** “ ESTIMACIÓN DE PERDIDA DE SUELO POR EROSIÓN, EN LA MICROCUENCA MONTEADENTRO (PAMPLONA –NORTE DE SANTANDER) APLICANDO LA USLE””

**MODALIDAD:** INVESTIGACIÓN

**JURADOS:** CARLOS HUMBERTO OVIEDO SANABRIA  
JUDITH YAMILE ORTEGA CONTRERAS  
BLANCA CECILIA TORRES SOTELO

**DIRECTOR:** IBONNE GEANETH VALENZUELA BALCÁZAR

<b>NOMBRE DEL ESTUDIANTE</b>	<b>CODIGO</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>
<u>NEIDER MIGUEL ACEVEDO APARICIO</u>	<u>1650937</u>	<u>4.4</u>
<u>GEOVANNY ANDRES CORREA RINCON</u>	<u>1650943</u>	<u>4.4</u>

**OBSERVACIONES:** APROBADO

**FIRMA DE LOS JURADOS:**

  
CARLOS H. OVIEDO SANABRIA

  
JUDITH YAMILE ORTEGA CONTRERAS

  
BLANCA C. TORRES SOTELO

Vo.Bo. Coordinador Comité Curricular

Dorance Becerra M.  
DORANCE BECERRA MORENO

## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis con todo cariño primeramente a Dios y a mis padres, Suraima Rincón y Gilberto Correa por ser ese motor que me impulsaba a seguir adelante y nunca rendirme, por apoyarme durante todo este tiempo, dándome esas palabras de aliento cuando las cosas se ponían difíciles y por poner toda su confianza en mí, mil gracias padres.

A mis hermanas Martha Correa y Darlyn Correa por aguantarme y brindar toda su confianza, comprensión y colaboración cuando más la necesitaba.

A mis Tíos, primos, abuelos y toda mi familia que me acompañaron durante todo este camino y me hacían sentir muy orgulloso porque me iba a convertir en ingeniero.

A mi amigo Neider Acevedo por aceptar este gran reto, el cual no fue nada fácil pero se logró y al resto de amigos por todos esos momentos de amistad que compartimos dentro y fuera de la Universidad que me hacían olvidar por un momento mis obligaciones.

**Geovanny Andrés Correa Rincón**

## **Dedicatoria**

Dedico con cariño esta investigación primeramente a Dios y a mis padres, Sandra Aparicio y Miguel Acevedo y a mi hermana Yeni Acevedo por ser ese motor que me impulsaba a seguir adelante y nunca rendirme, por brindarme todas las condiciones necesarias para enfocarme netamente en mis estudios, dándome toda la confianza y apostando siempre por mí, como proyecto mil gracias padres.

A mi amigo Elkin Caballero por la oportunidad de ir a la universidad y acceder a un programa de formación profesional, apostando por la juventud zuliana.

A mi amigo Andrés Correa por el ánimo e impulso para continuar esta tesis cuando las cosas parecían ponerse difíciles, a mis colegas Michell, Adriana, Daniel y Johan por el ánimo y el apoyo en el proceso, agradezco su colaboración de corazón en la realización de este proceso.

**Neider Miguel Acevedo Aparicio**

## **Agradecimientos**

Agradecemos a Dios, por permitirnos culminar un gran logro para nuestras familias, que con tanto esfuerzo nos apoyaron en cada paso que dimos.

Un especial agradecimiento a nuestra alma mater Universidad Francisco de Paula Santander, que nos formó como profesionales integrales, a nuestros docentes de la facultad de Ingeniería ambiental que nos brindaron sus conocimientos y experiencias durante todo este procesos de aprendizaje, principalmente agradecemos de todo corazón a nuestra Directora de tesis Profesora Ibonne Geaneth Valenzuela Balcázar y al profesor Efraín Visconti por su entrega, paciencia y por confiar en nosotros, gracias a esa ayuda incondicional, que nos permitieron llegar hasta aquí y nos dieron esas palabras de aliento de que si se podía.

Agradecemos al Ing. Andrés Rodríguez y al Ing. Harricson Penagos por su colaboración y sacar un poco de su tiempo, para asesorarnos con los Sistemas de información geográficos con el propósito de que este trabajo se hiciera los mejor posible.

Y por último, pero no menos importante a la música ya que sin ella, las horas de trabajo sentados en frente de un computador serian vacías.

## Contenido

	<b>pág.</b>
Introducción	17
1. Problema	19
1.1 Título	19
1.2 Descripción del Problema	19
1.3 Planteamiento del Problema	20
1.4 Objetivos	20
1.4.1 Objetivo general	20
1.4.2 Objetivos específicos	20
1.5 Justificación	21
2. Marco Referencial	24
2.1 Marco Teórico	24
2.1.1 Erosión	24
2.1.2 Tipo de erosión	24
2.1.2.1 Erosión hídrica	24
2.2.2.2 Erosión eólica	24
2.2.2.3 Erosión por labranza	24
2.1.3 Erosión hídrica.	25
2.1.4 Tipos de erosión hídrica	25
2.1.4.1 Erosión por salpicadura	25
2.1.4.2 Erosión laminar	25
2.1.4.3 Erosión en surcos	25
2.1.4.4 Erosión en cárcavas	25



2.1.4.5 Erosión en bancos aluviales	25
2.1.5 Ecuación USLE	26
2.1.6 Variables USLE	26
2.1.6.1 Índice de erosividad de la precipitación	26
2.1.6.2 Factor de erodabilidad del suelo	26
2.1.6.3 Factor de longitud de la pendiente	26
2.1.6.4 Factor de inclinación de la pendiente	26
2.1.6.5 Factor de la cobertura vegetal	26
2.1.6.6 Factor de prácticas de conservación	27
2.1.7 Cuenca	27
2.2 Antecedentes	27
2.3 Marco Legal	29
2.3.1 Constitución política de Colombia 1991 título II capítulo III	29
2.3.2 Decreto Ley 2811 de 1974	30
2.3.3 Ley 99 de 1993	30
2.3.4 Ley 1523 de 2012	30
2.3.5 Decreto único reglamentario 1076 de 2015 sector ambiente	30
2.3.6 Decreto único reglamentario 1077 de 2015 sector vivienda, ciudad y territorio	30
3. Diseño Metodológico	32
3.1 Área de Estudio	32
3.2 Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE)	33
3.3 Determinación del Factor R	34
3.4 Determinación del Factor K	37
3.5 Determinación del Factor LS	39

3.6 Determinación del Factor C y P	42
3.7 Identificación de Impactos Ambientales	46
4. Resultados y Discusión	49
4.1 Factor R (Erosividad)	49
4.2 Factor K (Erodabilidad)	54
4.3 Factor LS (Topografía)	56
4.4 Factor C y P (Cobertura Vegetal y Prácticas de Conservación)	59
4.5 Factor A (Erosión)	66
4.6 Impactos Ambientales Identificados y Estrategias de Manejo para la Prevención y Mitigación	69
4.7 Plan de Manejo Ambiental para el Control de la Erosión Hídrica en la Microcuenca Monteadentro	75
5. Conclusiones	82
6. Recomendaciones	84
Referencias Bibliográficas	85
Anexos	92

## Lista de Figuras

	<b>pág.</b>
Figura 1. Mapa Temático de ubicación del área de estudio	33
Figura 2. Resumen metodológico para la obtención de la erosión hídrica por el método de la USLE	46
Figura 3. Comportamiento de la precipitación en las estaciones cercanas al área de estudio	50
Figura 4. Resultados de R cuadrado para cada una de las estaciones	52
Figura 5. Mapa temático de precipitación de año 2015 y 2020	53
Figura 6. Mapa temático del factor R para el año 2020 y 2015	54
Figura 7. Valores de erodabilidad (factor K) para la microcuenca Monteadentro	56
Figura 8. Mapa temático del factor LS	57
Figura 9. Mapa temático de clasificación de pendiente	59
Figura 10. Tejido urbano continuo	60
Figura 11. Tejido urbano discontinuo	60
Figura 12. Mosaico de cultivos, praderas y espacio naturales	61
Figura 13. Vegetación secundaria o en transición	61
Figura 14. Bosque de galería o ripario	62
Figura 15. Vegetación escasa o degradada	62
Figura 16. Bosque denso	63
Figura 17. Mapa temático de Corine Land Cover de 2015 y 2020 en la microcuenca Monteadentro	63
Figura 18. Mapa temático del factor C 2015 y 2020	65
Figura 19. Mapa temático del factor P 2015 y 2020	65
Figura 20. Mapa temático de erosión actual para el año 2015	67

Figura 21. Mapa temático de la erosión actual para el año 2020	68
Figura 22. Mapa temático de erosión potencial para la Microcuenca Monteadentro	69
Figura 23. Matriz de identificación de impactos ambientales por erosión hídrica en la microcuenca Monteadentro	74

## Lista de Tablas

	<b>pág.</b>
Tabla 1. Clasificación de la erosión potencial y actual	34
Tabla 2. Rangos de agresividad climática del IMF	36
Tabla 3. Valores de K para cada tipo de suelo según su textura y rangos de materia orgánica	38
Tabla 4. Formulas raster para cada uno de los parámetros del factor LS	41
Tabla 5. Clasificación de pendientes según su porcentaje de inclinación	42
Tabla 6. Combinaciones de bandas del satélite Sentinel 2A	42
Tabla 7. Valores de “C” para cada uso y cobertura del suelo	44
Tabla 8. Valores del parámetro “P” según la Corine Land Cover Nivel 3 para escala 1:25000	44
Tabla 9. Valores para la determinación del grado de impacto ambiental	47
Tabla 10. Clasificación del impacto según los rangos de Conesa	48
Tabla 11. Valores de precipitación y de erosividad de la lluvia serie de 1990 al 2020	49
Tabla 12. Correlación Pearson entre las estaciones de influencia del área de estudio	51
Tabla 13. Resultados de textura, materia orgánica y valor K (erodabilidad)	54
Tabla 14. Resultados de correlación Pearson entre los diferentes perfiles de suelo	55
Tabla 15. Resultados de R cuadrado para cada uso de los perfiles de suelo	55
Tabla 16. Clasificación de los tipos de pendientes en la microcuenca Monte dentro	58
Tabla 17. Matriz de cambio y uso de cobertura del suelo desde el año 2015 al 2020	64
Tabla 18. Cambios de la tasa de erosión hídrica del año 2015 al 2020	66
Tabla 19. Resultados de clasificación de erosión potencial para la microcuenca Monte dentro	69

Tabla 20. Programas, proyectos y actividades de manejo ambiental de los impactos ambientales ocasionados por la erosión hídrica

## Lista de Anexos

	<b>pág.</b>
Anexo 1. Raster de precipitación con sus respectivas estaciones	93
Anexo 2. Raster de erodabilidad del suelo con sus respectivos perfiles de suelo	94
Anexo 3. Raster de Acumulación de flujo para la microcuenca	95
Anexo 4. Raster de los valores de "m" para la microcuenca	96
Anexo 5. Raster de los valores de "S" para la microcuenca	97
Anexo 6. Raster de dirección de flujo para la microcuenca	98
Anexo 7. Raster de los valores de "LS" con resolución de 10mx10m	99
Anexo 8. Raster de Valores de LS para la microcuenca	100
Anexo 9. Cultivo intensivo de fresa en ladera	101
Anexo 10. Aplicación de agroquímicos a cultivo intensivo de fresa	102
Anexo 11. Erosión hídrica en zona de alta pendiente en la microcuenca	103
Anexo 12. Toma de coordenadas de la zona de estudio para la validación de datos de coberturas del suelo	104
Anexo 13. Corine land cover multitemporal	105
Anexo 14. Fichas de manejo ambiental-monteadentro	111
Anexo 15. Matriz de impactos ambientales Conesa-monteadentro	120

## Resumen

La erosión hídrica es el proceso por el cual la capa superficial del suelo es arrastrada a causa de la lluvia, con mayor impacto en zonas de alta pendiente y un alto efecto en un escenario de precipitaciones altas constantes, debido a estos factores, se origina una problemática denominada pérdida de suelo, la cual puede acarrear problemas medio ambientales a largo plazo, impactando en gran medida los componentes biótico, abiótico y socioeconómico de la microcuenca. El objetivo general de este proyecto es determinar la pérdida de suelo en el periodo comprendido entre los años 2015 a 2020 utilizando la ecuación USLE, mediante el software QGIS, en la microcuenca de Monte dentro en Pamplona - Norte de Santander a escala 1:25.000 para la identificación de los impactos ambientales asociados a la erosión hídrica. De acuerdo al geoprocesamiento en la microcuenca Monte dentro aplicando la USLE, se comprobó que el grado de erosión actual, lo cual desde el año 2015 al 2020 es la categoría muy ligera y ligera disminuyó un 4,32% y 2,02% respectivamente; sin embargo, para el mismo periodo la categoría moderada y crítica aumentó un 4,67% y un 2,79%. Por otro lado, actualmente se tiene un 63,1% de intervención antrópica, debido a los cultivos intensivos, transitorios y pastoreo; por tanto, para prevenir y mitigar estos impactos se proponen prácticas agrosilvopastoriles y en la zona de alta pendiente se deben realizar sistemas de bioingeniería como terrazas y cultivos de sombrío y forraje, que permitan reducir la pérdida de suelo y mejorar las propiedades físicas del suelo, con el propósito de reducir el grado de erosión y prevenir así, problemas de degradación de suelo en un futuro.



## Introducción

La degradación del suelo a causa de la erosión hídrica, es un problema que ha preocupado a los dirigentes de las naciones, debido a que la tasa de crecimiento poblacional está en aumento, se estima que aproximadamente crece a un ritmo de 83 millones de personas cada año (Organización de las Naciones Unidas, 2017), y este crecimiento provoca que la demanda de alimentos sea mayor, lo que ocasiona que los suelos sean explotados cada vez más provocando que si no hay un control o una agricultura sostenible, el recurso suelo en un futuro puede estar comprometido, ocasionando que los precios de los alimentos suban drásticamente y con ello millones de personas vivan en la pobreza (Montanarella, Pennock & Mckenzie, 2016), por otro lado, los suelos son fundamentales para que los ciclos del agua, aire y ciclos biogeoquímicos se lleven a cabo, este último es fundamental, ya que permite la distribución, transporte, almacenamiento y transformación de materia y energía que son esenciales para que se dé la vida en el planeta (Van & Johnsson, 2009). Según informes de la FAO, en América Latina y el Caribe la principal amenaza de los suelos es la erosión hídrica y deslizamientos de tierras, lo cual se debe a las malas prácticas agrícolas principalmente en zonas de alta pendiente, entiéndase que la degradación del suelo por erosión es la pérdida de la capa superficial de suelo por acción del agua, viento o el hombre que trae consecuencias negativas ambientales, sociales, económicas y culturales (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales & Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, 2015).

En Colombia por ser un país netamente agrícola, la erosión es uno de los problemas que comprometen el futuro del suelo, (IDEAM, U.D.C.A, 2015) en la Microcuenca de Monte dentro ubicada en el municipio de Pamplona, Norte de Santander, la degradación del suelo a causa de las prácticas agrícolas inadecuadas constituye una problemática de gran relevancia en esta zona,

debido a que más de la mitad de la microcuenca está ocupada por cultivos intensivos de fresa y papa, así como pasturas para ganadería y por pertenecer a una zona de alta pendiente donde predominan las clases 4,5,6 y 7 de rangos de pendientes con más del 50% de inclinación (IGAC, 2017), la erosión del suelo es considerable ya que, no presentan estructuras u obras de bioingeniería que permitan prevenir y mitigar este problema, debido a esto se desarrolló el presente trabajo de grado el cual tiene como objetivo principal “Determinar la pérdida de suelo en el periodo comprendido entre los años 2015 a 2020 utilizando la ecuación USLE, mediante el software QGIS, en la microcuenca de Monteadentro en Pamplona - Norte de Santander a escala 1:25.000 para la identificación de los impactos ambientales asociados a la erosión hídrica”, permitiendo tomar medidas de manejo ambiental que conlleven a la realización de una gestión integral del recurso suelo dado que este no es renovable y finito a escala de tiempo humana (FAO, 2017; Vanwallegem et al, 2017).

## **1. Problema**

### **1.1 Título**

ESTIMACIÓN DE PÉRDIDA DE SUELO POR EROSIÓN EN LA MICROCUENCA MONTEADENTRO (PAMPLONA – NORTE DE SANTANDER) APLICANDO LA ECUACIÓN USLE.

### **1.2 Descripción del Problema**

La cuenca del río Pamplonita, se encuentra ubicada al sureste del departamento Norte de Santander, Colombia, esta cuenca pertenece al tercer orden hidrográfico según el IDEAM y está conformada por 10 municipios de los cuales 5 de ellos se encuentran en el 100% de la cuenca, esta hoya hidrográfica cuenta con 25 microcuenca, de las cuales se encuentra la de Monteadentro, esta se encuentra en la parte alta de la cuenca y es reconocida dentro del territorio departamental por su producción agrícola (Corporación autónoma regional de la Frontera Nororiental, 2010), dados los diferentes pisos altitudinales que encontramos en la cuenca y la existencia de diferentes zonas de vida podemos encontrar gran variedad de cultivos tales como; arveja, frijol, papa, fresa, mora entre otros (Pérez, 2010). Unas de las problemáticas ambientales más relevantes que aqueja a la zona de estudio es la erosión del suelo y perdida de la cobertura vegetal, la cual va en detrimento de los índices de producción del suelo y repercute finalmente en la economía local, que constituye el principal soporte económico de los habitantes del municipio de Pamplona y demás municipios aguas abajo, sin embargo, la explotación del recurso suelo es realizada sin ningún tipo de planeación en donde se incorporen criterios ambientales para la conservación del suelo y los ecosistemas a los que este sirve de sustrato, el rompimiento de esta relación de equilibrio entre el uso, consumo y aprovechamiento del suelo (López- Falcón y Delgado-

Espinosa, 2015) . La erosión hídrica representa la mayor incidencia degradadora en el suelo, el arrastre de sedimentos a los cauces de las fuentes hídricas abastecedoras de la población ocasionada por avenidas torrenciales y altos índices de turbidez durante los periodos de mayor precipitación en el año, que para esta región se comporta de manera bimodal durante el año, en estos periodos la región puede sufrir desabastecimiento del líquido, que si esta presenta una turbidez muy elevada no puede potabilizarse (Coponsor & UFPS, 2018).

Finalmente, la erosión hídrica causa como principal consecuencia la pérdida o el deterioro de servicios ecosistémicos, como son el de regulación del recurso hídrico (Bascuña, 2010), la interrupción de los procesos de formación de la materia orgánica y el servicio de aprovisionamiento que el suelo nos brinda (Lal, 2001).

### **1.3 Planteamiento del Problema**

¿Qué tasa de erosión hídrica presenta la microcuenca de Monteadentro, Pamplona, Norte de Santander en el periodo comprendido entre los años 2015 al 2020?

### **1.4 Objetivos**

**1.4.1 Objetivo general.** Determinar la pérdida de suelo en el periodo comprendido entre los años 2015 a 2020 utilizando la ecuación USLE, mediante el software QGIS, en la microcuenca de Monteadentro en Pamplona - Norte de Santander a escala 1:25.000 para la identificación de los impactos ambientales asociados a la erosión hídrica.

**1.4.2 Objetivos específicos.** Los objetivos específicos se plantean de la siguiente forma:

Estimar las clases de uso y cobertura de la tierra existente en el área de estudio para los años 2015 al 2020, mediante el análisis de imágenes de sensores remotos empleando la metodología

Coríne Land Cover, en la microcuenca Monte dentro.

Identificar los impactos ambientales que ocasiona la pérdida de suelo, de acuerdo a los resultados obtenidos en el procesamiento y modelación de datos correspondiente a los parámetros de la USLE, en la microcuenca Monte dentro.

Interpretar las implicaciones que acarrea la erosión, entre los años 2015 al 2020 dentro del área de estudio, mediante la ecuación USLE y proponer medidas de manejo que permitan prevenir y mitigar los impactos en la microcuenca de Monte dentro, Norte de Santander, Colombia.

## **1.5 Justificación**

El suelo es un cuerpo natural trifásico dinámico, compuesto por una fracción sólida, líquida y gaseosa, en donde interactúa la biosfera, la atmósfera, la litosfera y la hidrosfera. El suelo es un recurso esencial el cual no es renovable a escala humana y una pérdida de una parte de este, tardaría cientos de años en recuperarse y cuya pérdida de este recurso podría ocasionar que incrementarían los precios de los alimentos y con ellos aumentaría la pobreza mundial (Montanarella et al., 2016), según estudios de la FAO existen diez amenazas a nivel mundial que comprometen el futuro de los suelos productivos, una de ellas es la erosión. Se confirmó que la erosión del suelo, es la principal amenaza que afecta las funciones de este recurso en siete regiones del mundo en África, Asia, América Latina, Oriente próximo y América del norte, la tendencia del suelo en este lugar es a erosionarse y en regiones como Europa y el pacífico sudoccidental la tendencia de la erosión es a mejorar (FAO y ITPS, 2015), la erosión del suelo se define como el saldo total en un periodo de largo plazo, donde todo el material superficial del suelo se desprende y se mueve de su ubicación original (Lupia, 2004), por otro lado la erosión

también hace referencia a la pérdida de la capa superficial terrestre por acción del agua, viento o bien sea por acciones antrópicas, y trayendo consecuencias ambientales, sociales, económicas y culturales dentro de las zonas afectadas (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. & Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, 2015). Estas afectaciones provocan pérdidas de cultivos agrícolas debido a que estos cultivos en las zonas de las cuencas altas se siembran con más frecuencia a favor de la pendiente, lo cual, implica un mayor riesgo erosivo y con ellos provoca una remoción en masa arrastrando consigo todo el material rocoso y vegetal del área, la zona alta de la cuenca está ampliamente intervenida, la acción antrópica se ha ampliado, por ende hay un cambio de uso y cobertura del suelo, que produce como consecuencia el aumento de la turbidez en el río, cuando hay precipitaciones en la cuenca, la degradación erosiva del suelo incide drásticamente en el ciclo hidrológico conforme a la agresividad climática que ocurre dentro de la cuenca(Li y Fang, 2016), ya que con las pérdidas superficiales de este recurso , se afectan características como la percolación y la retención de humedad en este, que inciden en el caudal ambiental de las fuentes hídricas de la cuenca hidrográfica donde se encuentre la zona afectada. Por otro lado la permeabilidad y la capacidad que tiene el suelo de almacenar agua cumple un papel fundamental en la oferta hídrica de la cuenca, ya que cuando llega la temporada de mayor pluviosidad, las precipitaciones son absorbidas por el suelo, disminuyendo el riesgo de ocurrencia de eventos como inundaciones, ya que el agua retenida inhibe en gran medida el crecimiento súbito de los caudales de los ríos, por el contrario cuando llegan las épocas de sequías esta agua retenida será liberada, para satisfacer la demanda hídrica que necesitan la fauna y flora para desarrollarse (Montanarella et al., 2016). Otra consecuencia que causa la erosión hídrica es la pérdida de carbono orgánico y biodiversidad en el suelo, como bien se sabe el suelo es un gran reservorio de carbono orgánico, según estudios del grupo intergubernamental sobre el cambio climático (GICC) estimo que en el primer metro de capa de

suelo se puede almacenar 1.502 billones de toneladas de carbono orgánico, cabe resaltar que una pérdida de este carbono ocasiona aumento en el calentamiento global, debido a las emisiones de CO<sub>2</sub> que son liberadas a la atmósfera, esta situación es más frecuente en zonas donde la agricultura y ganadería es potencialmente alta, esto se debe a que la cobertura vegetal es eliminada para desarrollar las prácticas agropecuarias de la zona, sin embargo, no hay que dejar atrás la biodiversidad que se encuentra en el suelo ya que esta es mucho más variada de la que se encuentra en la superficie terrestre se ha estimado que la biodiversidad en el suelo es una cuarta parte de toda la biodiversidad existente en el planeta. Colombia no es ajena a esta problemática, ya que el 40% (45,3 millones ha) del suelo perteneciente al territorio nacional posee algún grado de erosión, de este porcentaje de suelo afectado el 20% (22,82 millones ha) posee una degradación ligera el 17% (19,22 millones ha) moderada, el 3% (3,06 millones de ha) severa y el 0,2% (271,39 mil ha) muy severa, hay que destacar que la clase de erosión más frecuente es la laminar, para el departamento Norte de Santander es moderada ya que el 55% del territorio posee un grado de erosión (IDEAM & UDCA, 2015). El fin de la ecuación universal de pérdida de suelo (USLE) para este proyecto es cuantificar el grado de erosión hídrica en la microcuenca de Monte dentro, la cual se encuentra ubicada en el municipio de Pamplona departamento Norte de Santander, para estimar la incidencia de esta pérdida de suelo por arrastre de sedimentos asociados a la erosión hídrica, que permita expresar un concepto técnico de posibles alternativas de prevención y mitigación de esta problemática, formulando el uso de prácticas de conservación como la bioingeniería, que sean adaptables al área de estudio.

## 2. Marco Referencial

### 2.1 Marco Teórico

**2.1.1 Erosión.** Es la pérdida físico-mecánica del suelo, que afecta las funciones y servicios ecosistémicos de dicho recurso, y que produce entre otras la reducción de la capacidad productiva del mismo (Lal, 2001). Esta de pérdida de suelo es calculada por unidad de superficie y es expresada en las unidades seleccionadas para K (Erodabilidad del suelo) y el período seleccionado para R (Erosividad de la precipitación), el resultado es expresado generalmente toneladas (t) hectárea (ha)<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>

**2.1.2 Tipo de erosión.** Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (2016), establece tres tipos de erosión en los suelos las cuales son erosión hídrica, erosión eólica y erosión por labranza.

**2.1.2.1 Erosión hídrica.** La erosión hídrica ocurre principalmente cuando el flujo superficial, transporta partículas del suelo desprendidas por impacto de las gotas de lluvia o la escorrentía superficial.

**2.2.2.2 Erosión eólica.** La erosión eólica ocurre principalmente cuando el suelo seco, suelto y sin cobertura vegetal es sometido a fuertes vientos y las partículas del suelo son transportadas a otro lugar.

**2.2.2.3 Erosión por labranza.** La erosión por labranza es el movimiento directo del suelo pendiente abajo por los instrumentos del labrado y resulta en la redistribución del suelo dentro de un campo.



**2.1.3 Erosión hídrica.** La erosión hídrica o por acción del agua debido a la escorrentía que genera debido a las precipitaciones y la energía que obtiene el agua al caer. Existen 5 tipos de erosión hídrica las cuales son: Salpicadura, laminar, surcos, cárcavas y bancos aluviales.

**2.1.4 Tipos de erosión hídrica.** Los tipos de erosión hídrica se muestran a continuación:

**2.1.4.1 Erosión por salpicadura.** La erosión por salpicadura se da generalmente por el impacto de las gotas de lluvias que al caer pueden formar cráteres pequeños, que liberan partículas de suelo en un radio máximo de 150 cm (Bienes, 2006).

**2.1.4.2 Erosión laminar.** La erosión laminar consiste en la remoción de delgadas capas de suelo por acción del agua, que se desplaza por terrenos uniformes y con poca pendiente (Bascuñan, 2010).

**2.1.4.3 Erosión en surcos.** Tipos de erosión que sucede cuando aumenta los caudales de agua y la energía de escorrentía, debido al desprendimiento y transporte del suelo por acción del agua en canales menores a 0,3m (Castillo & Gómez, 2016).

**2.1.4.4 Erosión en cárcavas.** Este tipo de erosión inicia cuando se generan pequeñas depresiones en las laderas como resultado de un debilitamiento debido a la cobertura vegetal (Morgan, 1997) ocasionando desprendimiento y transporte del suelo por acción del agua en canales mayores a 0,3 m (Castillo & Gómez, 2016).

**2.1.4.5 Erosión en bancos aluviales.** La erosión en bancos aluviales o también conocida como erosión de cursos permanentes, se genera a partir de los procesos erosivos que se generan en los lechos de los barrancos o cárcavas (Sudas, 2006; citado por Pizarro et al, 2009).

**2.1.5 Ecuación USLE.** La ecuación universal de pérdida de suelo por sus siglas en inglés (USLE) (Wischmeier & Smith, 1978), es el modelo de erosión empírico más utilizado en todos los países, ya que fue desarrollado en bases de análisis de parcelas teniendo en cuenta factores topográficos, característica de la lluvia, las propiedades del suelo y la vegetación.

**2.1.6 Variables USLE.** Las variables USLE se evidencian a continuación:

**2.1.6.1 Índice de erosividad de la precipitación.** El factor lluvia y escurrimiento, es el número de unidades de índice de erosión pluvial (EI), más un factor para escurrimiento por derretimiento de nieve o aplicación de agua. El EI para una tormenta es el producto de la energía total de la tormenta (E) y su máxima intensidad en 30 minutos (I).

**2.1.6.2 Factor de erodabilidad del suelo.** El factor susceptibilidad de erosión del suelo, es la tasa de pérdida de suelos por unidad EI para un suelo específico, medido en una porción de terreno estándar (22.13 m de largo, 9% pendiente, en barbecho y labranza continua).

**2.1.6.3 Factor de longitud de la pendiente.** El factor de largo de la pendiente, es la proporción de pérdida de suelos en el largo de la pendiente específica con respecto a un largo de pendiente estándar (22,13 m).

**2.1.6.4 Factor de inclinación de la pendiente.** El factor de magnitud de la pendiente, es la proporción de pérdida de suelos de una superficie con una pendiente específica con respecto a aquella en la pendiente estándar de 9%, con todos los otros factores idénticos.

**2.1.6.5 Factor de la cobertura vegetal.** El factor cubierta y manejo, es la proporción de pérdida de suelo en una superficie con cubierta y manejo específico con respecto a una superficie idéntica en barbecho, con labranza continua.

**2.1.6.6 Factor de prácticas de conservación.** El factor de prácticas de apoyo de conservación, es la proporción de pérdida de suelo con una práctica de apoyo como cultivo en contorno, barreras vivas, o cultivo en terrazas, con respecto a aquella labranza en el sentido de la pendiente.

**2.1.7 Cuenca.** Entiéndase por cuenca u hoya hidrográfica el área de aguas superficiales o subterráneas que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitentes, que confluyen en curso mayor que, a su vez, pueden desembocar en un río principal, en un depósito de agua, en un pantano o incluso directamente en el mar en el mar (Ministerio de Ambiente y Desarrollo, 1994).

## **2.2 Antecedentes**

Abdulkareem, Pradhan, Sulaiman & Jamil (2019). Prediction of spatial soil loss impacted by long-term land-use/land-cover change in a tropical watershed. La cuenca de Kelantan se encuentra ubicada en Malasia, tiene una superficie de 13.000 kilómetros cuadrados y una población de 1.359 habitantes, su temperatura media anual es de 37.5°C y su precipitación media anual es de 2,500 mm, en el presente estudio se hizo la predicción de suelo usando el modelo USLE con el SIG de Arcgis versión 10.3, el estudio se hizo tomando varios años los cuales fueron 1984, 2002 y 2012 los resultados arrojaron que hubo grandes cambios en la cobertura vegetal, ya que pasó de ser bosque nativo a desarrollarse prácticas agrícolas y de explotación forestal, por otra parte en la predicción de suelo los resultados arrojaron que presentaba niveles bajo entre 0 a 1 toneladas por hectárea año, ya que más del 50% de las 4 áreas estudiadas arrojaron pérdidas en esta clasificación baja solo el área de Pergau y Lebir se registraron pérdidas mayor a 100 toneladas en un porcentaje del terreno de 23,10% y 24,13% para los periodos de

2002 al 2012.

Devatha, Deshpande & Renukaprasad (2015). Estimation of Soil loss Using USLE Model for Kulhan Watershed, Chattisgarh- A Case Study. La cuenca de Kulhan posee un área de 935 kilómetros cuadrados las cuales el 77,4% del área total está ocupada por la agricultura, 10% en área urbana, el 8% en terreno baldío, el 4% en cuerpos de agua y el 0,014% en bosque, la precipitación media anual es de 1.219 mm. De acuerdo al análisis de estimación de suelo por el método USLE utilizando el software ArcGis, en dicha zona se registró el valor más alto de pérdida de suelo con una estimación de 556 ton/ha\*año, obteniendo una pérdida anual media de 0,1783 ton/ha\*año, por lo cual se registró que en el tramo donde la pendiente era de 10% tuvo las mayores pérdidas, por otro lado se pudo concluir que para la cuenca 78.433,12 hectáreas poseen una pérdida de suelo ligeramente baja y para 425,78 ha posee una pérdida de suelo de clase muy severa correspondiente a un 0,45% del área total de la cuenca.

Itzel (2013). Estimación de pérdida de suelo por erosión hídrica en microcuenca de presa Madín, México Soil loss estimate by hydric erosion at Madin dam watershed, state of Mexico, La microcuenca de la presa Madin, tiene un longitud de tramo de 23,87 km y una superficie 99,93 kilómetros de cuadrados, el área de estudio tenía una temperatura media de 10,24°C y una precipitación media anual 1090,4 mm con base en los datos climatológicos, el presente estudio, en la zona de estudio presenta una pendiente media de 16,06%, la estimación de pérdida de suelo se estimó con el software ArcGis 10.0, en el presente estudio se pudo analizar que esta cuenca tiene alto índices de erosión 155 ha tuvo un erosión severa mayor a 200 ton/ha\*año y 809 ha tuvo una clasificación fuerte la cual se encuentra 50 a 200 ton/ha\*año, la clasificación con mayor pérdida de suelo es de 7.424 ha con una erosión incipiente de 0-10 ton/ ha\*año lo cual representa que la cuenca tiene bajos índices de erosión debido a las bajas pendientes que posee la cuenca.

López, Torres, López, Flores, Peña & López (2020). Estimation of soil erosion using USLE and GIS in the locality of Tzicatlacoyan, Puebla, México. El área de estudio del presente estudio tiene una extensión de 279,11 kilómetros cuadrados, ubicado en la zona del estado sur de Puebla México, la altitud de la zona de estudio oscila entre los 1600 a 2600 msnm, con una precipitación media anual de 714 mm, el estudio se utilizó el sistema de información geográfico para estimar las pérdidas de suelo anuales arrojando los siguientes resultados que el 64,83 % posee una erosión baja que se encuentra en cantidades menores a 23 ton/ha\*año, solo un 4,11% del área total obtuvo una erosión extrema que oscilaba entre los 114 y 234 ton/ha\*año, un 9,16% obtuvo una erosión severa presentando pérdidas entre 60 a 114 ton/ha\*año y 22,02% presentó una erosión moderada con una tasa de 23 a 59 ton/ha\*año, dicho estudio indicó que se podrían implementar políticas para la gestión de los suelos, pudiendo así prevenir y mitigar daños irreversibles a este recurso.

## **2.3 Marco Legal**

**2.3.1 Constitución política de Colombia 1991 título II capítulo III. Artículo 79:** Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantiza la participación de la comunidad en las decisiones que puedan aceptarlo.

Decreto único reglamentario 1076 del 2015 sector ambiente.

**Artículo 80:** El estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

**2.3.2 Decreto Ley 2811 de 1974.** Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente; y en su artículo 316 estableció que se entiende por ordenación de una cuenca "la planeación del uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna, y por manejo de la cuenca, la ejecución de obras y tratamientos.

**2.3.3 Ley 99 de 1993.** En la presente ley se crea el ministerio de ambiente y se reordena el sector público encargado de la gestión y la conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el sistema nacional ambiental (SINA) y se dictan otras disposiciones.

**2.3.4 Ley 1523 de 2012.** En esta ley se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones, y en el que se tiene como objetivos principales el conocimiento, reducción y manejo del riesgo y de desastres.

**2.3.5 Decreto único reglamentario 1076 de 2015 sector ambiente.** En el presente decreto en el título III: aguas no marítimas capítulo i: instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos (POMCA) y Decreto 1640 de 2012 se dicta todos los requerimientos que se deben tener en cuenta para la ordenación de las cuencas hidrográficas como unidad primordial del territorio nacional.

**2.3.6 Decreto único reglamentario 1077 de 2015 sector vivienda, ciudad y territorio.** De acuerdo al decreto anterior en su Título II: planeación para el ordenamiento territorial y en la Ley 388 de 1997 en su artículo 5 y 6 dice: El ordenamiento del territorio municipal o distrital comprende un conjunto de acciones político-administrativas y de planeación física concertadas y coherentes, emprendidas por los municipios o distritos y áreas metropolitanas para disponer de

instrumentos eficaces de orientación del desarrollo del territorio bajo su jurisdicción y de regulación de la utilización, ocupación y transformación de su espacio físico. El ordenamiento territorial debe ser acorde con las estrategias de desarrollo económico del municipio y distrito y armónico con el mismo ambiente y sus tradiciones históricas y culturales.

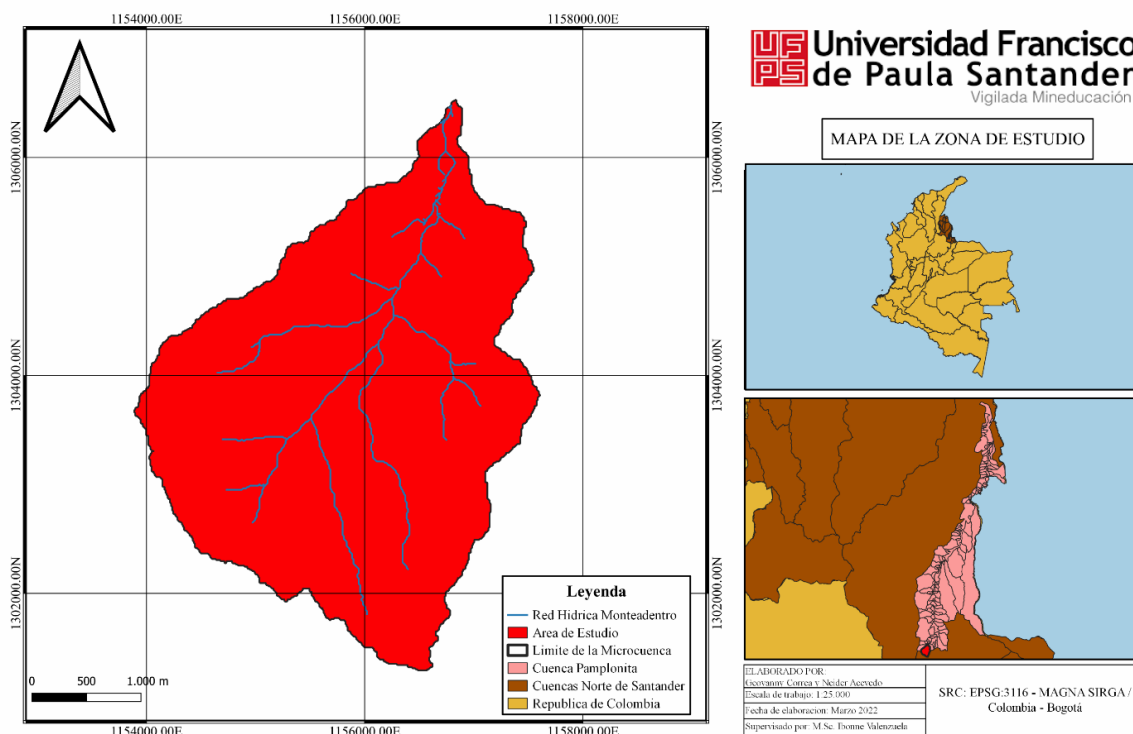
### 3. Diseño Metodológico

#### 3.1 Área de Estudio

La quebrada de Monte dentro pertenece a la cuenca hidrográfica del río Pamplonita, nace a una altura de 3.200 msnm, en la vereda que lleva el mismo nombre, esta está ubicada al sur oriente del municipio de Pamplona, Norte de Santander, esta microcuenca tiene su inicio, en la naciente denominada el Chorro de las Pavas y recorre aproximadamente 5,2 kilómetros hasta llegar y encontrarse con la quebrada el volcán, con la que dan origen al río Pamplonita, el área aproximada de la microcuenca de Monte dentro es de 1055,38 hectáreas y su perímetro es de 16,571km, los afluentes principales que llegan a esta microcuenca son: quebrada Teorama, Cepeda, Cerrejones, Piñuelal y la Corcova. La morfología de la microcuenca es ovalada y el relieve es quebrado, razón por la cual los drenajes son cortos y en su mayoría pocos ramificados, por otro lado, sus pendientes en los nacimientos son altas y bajas ya en su parte final.

El clima de la microcuenca es frío subhúmedo, debido a la variación del relieve contribuye a formar microclimas que dividen la microcuenca en: 10% bosque húmedo montano bajo, correspondiente a ecosistema de páramo, y un 90% es bosque seco montano bajo, en el primero las temperaturas varían entre 6 a 12 °C, mientras que en el segundo se han registrado temperaturas entre 12 a 17°C (Pérez, 2010.). El caudal ambiental promedio de la microcuenca es de 109,7 L/seg, del cual se captan 93,24 L/seg para los usuarios, correspondiente a un 85% del total, el cual el 15% restante queda como caudal ecológico.





**Figura 1. Mapa Temático de ubicación del área de estudio**

### 3.2 Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE)

La USLE es una ecuación empírica, desarrollada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) en la primera mitad del siglo XX, se desarrolló con el fin de estimar la pérdida por erosión hídrica y hacer una planificación eficiente en la parte agrícola, el alcance que posee la ecuación es bastante amplio ya que está hecha para usarse en cualquier tipo de suelo, clima, topografía y cobertura vegetal, las variables que posee esta fórmula son seis las cuales son: erosividad de la lluvia (R), erodabilidad del suelo (K), pendiente (L), grado de la pendiente (S), cubierta y manejo de cultivos (C), y prácticas de conservación (P) este productos arroja resultados en ton/ha\*año.

$$A = R * K * L * S * C * P \quad (1)$$

Donde:

A: Promedio anual de pérdida de suelo por hectárea expresado en ton/ha\*año.

R: Factor de erosividad de la lluvia en (Mj mm/ha h año)

K: Factor de erodabilidad del suelo en ton.ha/ (MJ.mm).

S: Factor del grado de pendiente, es adimensional

L: Factor del grado de longitud de la pendiente (m)

C: Factor del manejo de vegetación, es adimensional.

P: Practicas de Conservación (adimensional)

**Tabla 1. Clasificación de la erosión potencial y actual**

Categoría	Erosión Potencial ( $R*K*L*S$ )	Erosión Actual ( $K*R*L*S*C*P$ )
Erosión muy ligera	0 – 44,27	0 – 1
Erosión Ligera	44,27 – 155	1 – 5
Erosión moderada	155 – 300	5 – 15
Erosión Severa	300 – 545	15 – 200
Erosión Critica	>545	>200

Fuente: Calero (2017).

### 3.3 Determinación del Factor R

El factor de erosividad de la lluvia o factor R, es un índice numérico que expresa la capacidad que posee la lluvia, para poder erosionar el suelo, este factor se define como el producto de la energía total de la precipitación por la máxima intensidad de dicha precipitación en 30 minutos (Wischmeier & Smith, 1978), sin embargo los datos sobre la intensidad de la lluvia es escasa, ya

que las estaciones meteorológicas de la cuenca no cuentan o muy rara vez están disponibles, debido a este problema se le hizo modificación al factor R, utilizando el índice modificado de Fournier (IMF) (Arnoldus, 1980). A continuación, se muestra la ecuación.

$$IMF = \sum \frac{P_i^2}{P_t} \quad (2)$$

Donde:

P<sub>i</sub>= Precipitación media mensual

P<sub>t</sub>= Precipitación media anual

IMF = índice modificado de Fournier.

Este IMF es un índice de agresividad climática que considera las precipitaciones de todos los meses del año, ya que el anterior índice de Fournier que presentó, solo se tiene en cuenta el mes más lluvioso, obviando las precipitaciones de los otros meses, provocando que este valor se desvié del real, (Gabriels, 1986; Bergsma, 1990), estudiaron este índice de Arnoldus en diferentes lugares de Europa, y determinaron que este índice, tiene una gran correlación con la ecuación original propuesta por Wischmeier y Smith en 1978, la cual el factor R se determina mediante el producto de energía por la intensidad de la lluvia en 30 minutos.

Por otra parte Corine (1992) desarrollo una categoría para el IMF, desarrollo 5 categorías, el programa Corine (Cordination information enviroment) fue iniciado por la Unión Europea en 1992, para la evaluación de la erosión y la calidad de este, en el continente europeo, A continuación, se muestra en la tabla 2 los rangos del índice.

**Tabla 2. Rangos de agresividad climática del IMF**

Clase	IMF (Mj mm/ha h año)	Rango
1	<60	Muy baja
2	60-90	Baja
3	90-120	Moderada
4	120-160	Alta
5	>160	Muy Alto

Fuente: Corine (1992).

Cabe mencionar que los datos de la precipitación se obtuvieron del IDEAM, de las estaciones más cercanas a la zona de estudio, las cuales son del municipio de Pamplona, Mutiscua y Cácuta, donde se obtuvieron datos acumulados de 1990 al 2020, para datos faltantes en la zona de estudio, se aplicó, el método de ajuste de dato de precipitación faltante o regresión normalizada, como se muestra a continuación.

$$hx = \frac{1}{N} \left[ \frac{PA}{PB} \times hpb + \frac{PA}{PC} \times hpc \dots \right] \quad (3)$$

Donde:

hx= dato de precipitación faltante.

N= número de estaciones de referencia.

PA= Valor multianual de la estación del dato faltante.

PB= Valor multianual de la segunda estación.

PC= valor multianual de la tercera estación.

hpb= Valor de precipitación mensual de la estación 2, del mismo mes del dato faltante.

hpc= Valor de precipitación mensual de la estación 3, del mismo mes del dato faltante.

Para la incorporación del factor R al SIG, se incorporaron las coordenadas de las 3 estaciones y se agregaron los valores R de cada una de dichas estaciones, se utilizó el complemento de GRASS de QGIS, donde se encuentra la interpolación por IDW, debido a que son métodos determinísticos.

### 3.4 Determinación del Factor K

El factor erodabilidad del suelo o factor K expresa la susceptibilidad del suelo a sufrir degradación por erosión o el grado de resistencia que tiene este hacer erosionado naturalmente, cabe resaltar que los suelos se erosionan a diferentes tasas debido a que este proceso depende de características edáficas tales como textura, estructura, estabilidad de agregados, pedregosidad superficial y otras (Gisbert et al., 2008).

Para el cálculo del factor K, son indispensables datos como infiltración, textura, estructura, cohesión, permeabilidad y materia orgánica como lo demuestra la ecuación de regresión de (Wischmeier & Smith, 1978).

$$100 \times K = 2,1M^{1,14}(10^{-4})(12 - a) + 3,25(b - 2) + 2,5(c - 3) \quad (4)$$

Donde:

M = producto del porcentaje de partículas de suelo igual a la diferencia entre el 100 por ciento y el porcentaje de arcilla de la muestra de suelo

a = porcentaje de materia orgánica.

b = Parámetro que depende de la estructura del suelo.

c = Clase de permeabilidad del perfil del suelo según la codificación de la USDA.

Por otro lado, Kirkby y Morgan en 1980, establecieron valores universales del factor K, que solo hay que tener en cuenta la composición textural del suelo y el porcentaje de materia orgánica (Ver tabla 3).

**Tabla 3. Valores de K para cada tipo de suelo según su textura y rangos de materia orgánica**

Clase Textural	Materia orgánica (%)		
	<3%	3%-5%	>5%
Arena	0,07	0,04	0,03
Arena fina	0,21	0,18	0,13
Arena muy fina	0,55	0,47	0,33
Arena franca	0,16	0,13	0,10
Arena fina franca	0,31	0,26	0,21
Arena muy fina franca	0,57	0,49	0,39
Franco arenoso	0,31	0,31	0,25
Franco arenoso fino	0,46	0,39	0,31
Franco arenoso muy fino	0,61	0,53	0,43
Franco	0,49	0,44	0,38
Franco limoso	0,62	0,55	0,43
Franco arcilloso arenoso	0,35	0,33	0,27
Franco arcilloso	0,36	0,33	0,27
Franco arcilloso limoso	0,48	0,42	0,34
Limo	0,78	0,68	0,55
Arcillo Arenosa	0,18	0,17	0,16
Arcillo limoso	0,33	0,30	0,25
Arcilla	0,17-0,38		

Fuente: Kirkby & Morgan (1980).

Para el caso de la microcuenca de Monteadentro, ya que se cuenta con información a escala 1:25.000 de los perfiles de suelo con su composición textural y porcentaje de materia orgánica, la cual se obtuvo del POMCA y por otro lado, se incorporaron resultados de (Valenzuela & Visconti, 2018), para la obtención del valor de K se optó por utilizar la metodología de la tabla 3 de Kirkby y Morgan.

Para la determinación espacial de los valores de erodabilidad, se seleccionó por el método de Kriging Ordinary, el cual de acuerdo a parámetros como modelo de variograma, número de

puntos y distancia entre ellos permite dar una estimación más coherente, debido a la ausencia de datos en la zona.

### **3.5 Determinación del Factor LS**

Para la determinación y análisis del factor LS y las clasificaciones de pendientes, se utilizó un DEM (Digital Elevación Model) que en sus siglas en español se define como modelo de elevación digital, este se obtuvo del satélite ALOS PALSAR a una resolución de 12,5 m/pixel, el cual es el más preciso en los satélites de información gratuita. Este DEM se ajustó con el fin de completar datos faltantes mediante el algoritmo de saga llamado Fill Sinks, el cual rellena áreas sin datos, mediante interpolación en base a celdas vecinas.

La inclusión de los factores topográficos como la longitud de la pendiente (L) y el grado de la pendiente (S), son de total importancia en el modelo USLE ya que estos dos factores proporcionan el volumen de agua por escorrentía que fluye en la zona, estas dos variables en la USLE están representadas como L y S sin embargo se pueden considerar como un mismo factor LS y será de carácter adimensional. En el modelo USLE, la longitud de la pendiente (L), está definida como la distancia que hay entre el punto de origen en donde empieza el flujo de agua, hasta donde la pendiente disminuye considerablemente como para que los sedimentos arrastrados desde el punto de origen, sean depositados en la zona más baja, por otro lado, el grado de la pendiente (S) es el Angulo de inclinación que tiene la ladera de la zona de estudio, y el cálculo LS se obtiene a partir de la siguiente ecuación.

Primero se procede a calcular la variable Beta la cual se obtiene a partir de un análisis de pendiente, teniendo como base el DEM, donde la variable beta ( $\theta$ ), se determina teniendo un análisis de pendiente en grados, el cual, esos valores se multiplican por 0,01745 siendo este el

factor de conversión de grado a radianes.

$$\beta = \left( \frac{\frac{(\text{pendiente} \times 0,01745)}{0,0896}}{3 \times (\text{pendiente})^{0,8} + 0,56} \right) \quad (5)$$

Para el cálculo de la variable m, la obtenemos a partir de la variable beta, ya que con el raster generado anterior procedemos a realizar en la calculadora raster la siguiente ecuación.

$$m = \frac{\beta}{(1+\beta)} \quad (6)$$

Para el cálculo de la variable L (longitud), se tienen en cuenta otras variables además de beta y m, como lo son las capas raster de dirección de flujo (Flow direction) y de acumulación de flujo (Flow accumulation), para el procesamiento de estos raster se utilizó los algoritmos r.fill.dir para la dirección de flujo y el algoritmo de saga Catchment área para la obtención del raster de acumulación de flujo, y luego se lleva a cabo el uso de la calculadora raster, utilizando la ecuación de Desmet & Gover (citado por Velázquez, 2008), para el cálculo de L, como se muestra a continuación.

$$L = \frac{(B+D^2)^{A+1} - (B)^{A+1}}{C^A \times D^{A+2} \times 22,13^A} \quad (7)$$

Donde:

L= Longitud

A = Raster del valor m

B = Raster de acumulación de flujo

C= Raster de dirección de flujo



D = Lado de pixel

Para el cálculo del factor “S”, se debe tener una condición ya que si la  $\text{Tan}(\theta)$  es menor que  $< 0,09$ , la variable S toma valor de  $10,8 \cdot \text{Sen}\theta + 0,03$ , sin embargo, cuando la  $\text{Tan}(\theta)$  es  $\geq 0,09$ , la variable S toma valor de  $16,8 \cdot \text{Sen}\theta - 0,5$ . Este proceso se realizó con ayuda de la calculadora raster del algoritmo saga de Qgis.








A continuación, se presenta una tabla con cada una de las variables que se tuvieron en cuenta para la determinación del factor LS, con sus respectivas metodologías y formulas raster.

**Tabla 4. Formulas raster para cada uno de los parámetros del factor LS**

Formula	Metodología	Formula	Formula en raster calculadora
Beta ( $\theta$ )	Desmet & Govers 2008	$(\text{sen}(\theta)/0,0896)/ (3 \times (\text{sen}(\theta)^{0,8} + 0,56))$	$(\text{sin}(\text{"RasterPendiente"} * 0.01745) / 0.0896) / (3 * (\text{sin}(\text{"RasterPendientes"} * 0.01745)^{0.8} + 0.56))$
m	Desmet & Govers 2008	$(\text{Beta}(\theta)/1 + \text{Beta}(\theta))$	$\text{"RasterBeta"} / (1 + \text{"RasterBeta"})$
L numerador	Desmet & Govers 2008	$(B + D^2)^{(A+1)} - (B)^{(A+1)}$	$((\text{"RasterAcumulacionFlujo"} + 156.25)^{(\text{"Rastern"} + 1)} - (\text{"RasterAcumulacionFlujo"}^{(\text{"Rastern"} + 1)))$
L Denominador	Desmet & Govers 2008	$(C^A) \times (D^{(A+2)}) \times (22,13)^A$	$(\text{"RasterDirecciónFlujo"}^{(\text{"Rastern"})} * (12.5^{(\text{"Rastern"} + 2)} * (22.13^{(\text{"Rastern"}))))$
L	Desmet & Govers 2008	$(\text{Lnumerador}/\text{Ldenominador})$	$(\text{"RasterLnumerador"}/\text{"RasterLdenominador"})$
S	McCools	Si $\text{Tan}(\theta)$ es $< 0,09$ ; $S = 10,8 \cdot \text{Sen}\theta + 0,03$  Si $\text{Tan}(\theta)$ es $\geq 0,09$ , $S = 16,8 \cdot \text{Sen}\theta - 0,5$ .	$\text{ifelse}((\text{tan}(a * 0.01745) < 0.09), 10.8 * \text{sin}(a * 0.01745) + 0.03, 16.8 * \text{sin}(a * 0.01745) - 0.5)$

Para la clasificación de las pendientes se tomó la descrita por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC para el año 2017 como se muestra a continuación.

**Tabla 5. Clasificación de pendientes según su porcentaje de inclinación**

<b>Leyenda de categorías de pendiente en porcentaje</b>			
<b>Símbolo</b>	<b>Pendiente %</b>	<b>Descripción</b>	<b>Color</b>
a	0-3	Plano	
b	3-7	Ligeramente Inclinado	
c	7-12	Moderadamente inclinado	
d	12-25	Fuertemente inclinado	
e	25-50	ligeramente escarpada	
f	50-75	Moderadamente escarpada	
g	>75	Fuertemente escarpado	

Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2017).

### 3.6 Determinación del Factor C y P

Para la determinación del factor de cobertura y prácticas de conservación, se descargaron imágenes Sentinel 2A con resolución de 10 m x10 m, del servicio geológico de los Estados Unidos donde respectivamente se le hizo corrección atmosférica y se hizo la combinación RGB de cada una de las bandas de acuerdo a su metodología, a continuación, se mostrará una tabla con las combinaciones posibles de las imágenes Sentinel 2A.

**Tabla 6. Combinaciones de bandas del satélite Sentinel 2A**

<b>Descripción</b>	<b>Combinación RGB</b>
Color natural	4,3,2
Falso color (zonas urbanas)	12,11,4
Infrarrojo (vegetación)	8,4,3
Agricultura	11,8A,2
Análisis de vegetación sana	8A,11,2
Índice NDVI	(8-4) / (8+4)

Para la identificación de las coberturas de la tierra se procedió a utilizar el software SAGA de Qgis, en cual con las combinaciones de las imágenes y previamente un reconocimiento del área de estudio se hicieron polígonos de entrenamiento, y se logró identificar cuáles eran las zonas con

las coberturas correspondiente; por otra parte, se utilizó la herramienta MOLUSCE de la versión 2.18 de Qgis con el propósito de determinar el cambio y uso del suelo durante los periodos 2015 al 2020.

El factor C corresponde a la acción e incidencia de la cobertura vegetal en el comportamiento de la erosión hídrica en un talud, dicho esto, es correcto afirmar que este factor determina cual es el efecto que tienen las interrelaciones de las coberturas del suelo y las prácticas de conservación; este factor ha sido determinado por (Wischmeier & Smith, 1978) como la relación existente entre una cobertura de suelo cultivado bajo condiciones específicas y la perdida de suelo en un suelo cultivado en barbecho con prácticas agrícolas o labranza continuas.

En cuanto al valor del factor C, como tal expresa la cantidad de vegetación que se encuentra en la parcela o área de estudio, si los valores de C se acercan a 0, el suelo estará bien protegido y contará con una buena capa vegetal, si los valores de C son cercanos a 1, el suelo estará susceptible a erosión (Gonzales, 1991).

Este factor se estimará a partir de la información recopilada, en donde se encuentran diversos factores C, acorde al tipo de cultivo o cobertura vegetal encontrado, de igual forma se aplicará para el suelo con cobertura natural o de bosque.

Dichas tablas se basan en criterios tales como el porcentaje de suelo desnudo, altura del dosel, contenido de materia orgánica en el suelo, no se considera que el suelo esté completamente desnudo cuando aún existan sobre los restos de vegetación que haya sido sustraída del mismo con anterioridad (Pacheco, Marcano & Cartaza, 2014).

El factor P son las prácticas de conservación que se tienen en la zona, cuando se introducen cultivos en pendientes, por lo general se utilizan prácticas que permitan disminuir la erosión hídrica y con ello los sedimentos desplazados (Figuerola et al. 1991). Este factor P se define como la relación que existe entre la pérdida de suelo con prácticas de conservación y pérdidas de suelo con cultivos a favor de la pendiente este valor es adimensional y se encuentra entre 0 a 1; cuando el valor toma valores cercanos a 0 quiere decir que este no está siendo erosionado y cuando toma valores cercanos a 1, indica que se tiene la erosión máxima (Itzel, 2013). A continuación, se presentará una tabla con los valores tabulados para la determinación del valor de C y P.

**Tabla 7. Valores de “C” para cada uso y cobertura del suelo**

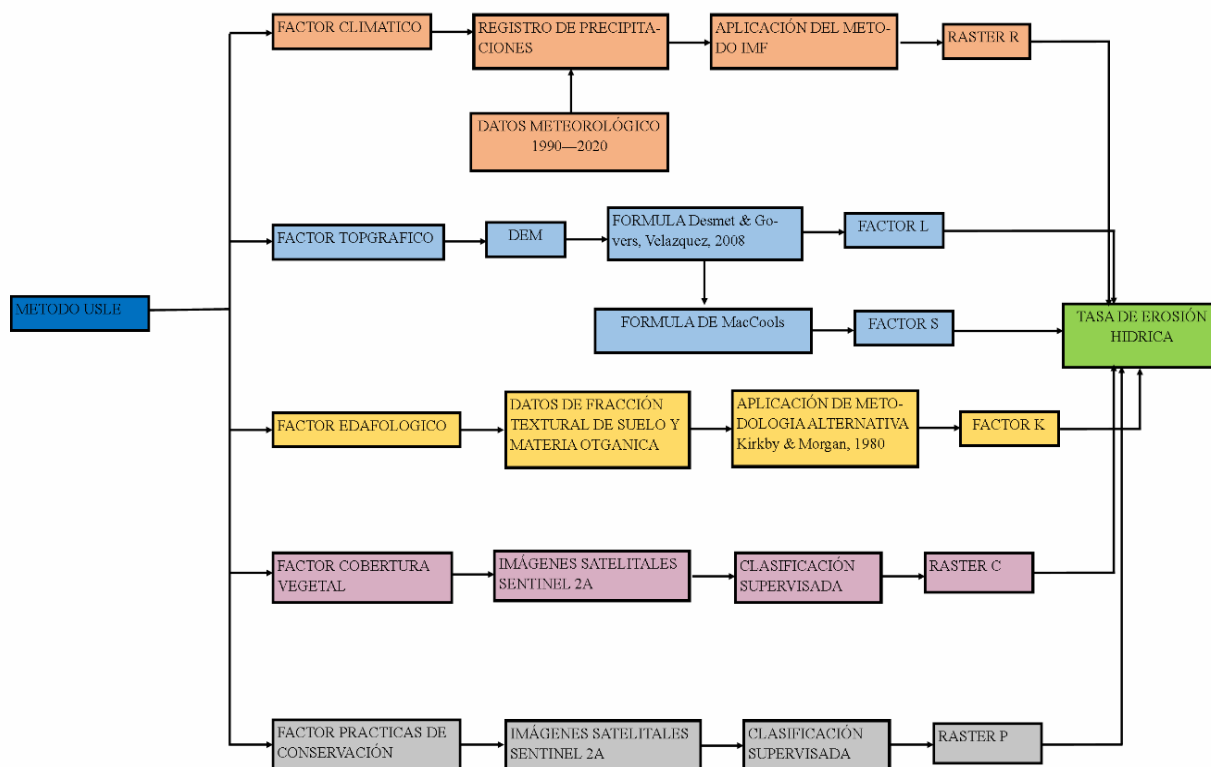
<b>Índice de cobertura vegetal (factor C)</b>	
<b>Usos, cultivos y practicas</b>	<b>Media anual del factor C</b>
Zonas industriales comerciales	1.0
Zonas de extracción minera	1.0
Viñedos	0.525
Tierras de labor seco	0.435
Terrenos regados permanentemente	0.507
Terrenos principalmente agrícolas con vegetación vegetal	0.435
Tejido urbano discontinuo	1.0
Tejido urbano continuo	1.0
Pastizales naturales	0.130
Olivares	0.525
Mosaico de cultivos	0.435
Matorrales esclerófilos	0.153
Matorral boscoso en transición	0.153
Lámina de agua	0.0
Frutales	0.525
Espacios con vegetación escasa	0.9
Cultivos anuales asociados con cultivos permanente	0.435
Bosque mixto (inferior al 2%)	0.186
Bosque mixto (de 2% hasta 7%)	0.086
Bosque mixto (superior al 7%)	0.041
Bosque de frondosas (inferior al 2%)	0.186
Bosque de frondosas (de 2% hasta 7%)	0.086
Bosque de frondosas (superior al 7%)	0.041
Bosque de coníferas (inferior al 2%)	0.186
Bosque de coníferas (de 2% hasta 7%)	0.086
Bosque de coníferas (superior a 7%)	0.041

Fuente: Pacheco et al. (2014).

**Tabla 8. Valores del parámetro “P” según la Corine Land Cover Nivel 3 para escala****1:25000**

<b>Codigo CLC</b>	<b>Leyenda</b>	<b>Factor P</b>
1.1.1	Tejido urbano continuo	0.001
1.1.2	Tejido urbano discontinuo	0.001
1.2.1	Zonas industriales o comerciales	0.001
1.2.2	Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados	1.00
1.3.1	Zonas de extracción minera	1.00
2.1.1	Otros cultivos transitorios	0.70
2.2.1	Cultivos Permanentes herbáceos	0.50
2.2.2	Cultivos permanentes arbustivos	0.50
2.2.3	Cultivos permanentes arbóreos	0.50
2.3.1	Pastos Limpios	0.20
2.3.2	Pastos arboleados	0.100
2.3.3	Pastos enmalezados	0.200
2.4.2	Mosaicos de pastos cultivos	0.300
2.4.3	Mosaicos de Cultivos, pastos y espacios naturales	0.200
2.4.4	Mosaico de pastos y espacios naturales	0.150
3.1.1	Bosque denso	0.010
3.1.2	Bosque abierto	0.100
3.1.3	Bosque fragmentado	0.100
3.1.4	bosque de galería o ripario	0.050
3.1.5	Plantación forestal	0.002
3.2.1	Herbazal y vegetación de paramo	0.250
3.2.2	Arbustal	0.250
3.2.3	Vegetación secundaria o en transición	0.250
3.3.3	Tierras desnudas y degradadas	1.000
5.1.1	Ríos	0.000
5.1.2	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	0.000
5.1.4	Cuerpos de agua artificiales	0.000

Fuente: Ríos (2018).



**Figura 2. Resumen metodológico para la obtención de la erosión hídrica por el método de la USLE**

### 3.7 Identificación de Impactos Ambientales

De acuerdo con la investigación realizada se determinó que la metodología que mejor correlacionaba las variables estudiadas para la estimación de la erosión hídrica en la microcuenca Monteadentro es la guía metodológica para la identificación de impactos ambientales de Vicente Conesa en 1997, la cual relaciona una serie de variables como la intensidad, la extensión, el momento, el efecto, entre otras variables que designan la significancia de los impactos ambientales, en la siguiente tabla se describe la composición de cada una de las variables relacionadas a los impactos ambientales de acuerdo a Conesa, en la cual se asigna una escala numérica a cada una de estas variables y se presenta la ecuación que determina el valor numérico

en una escala de 1 a 100, de acuerdo a una ecuación matemática que permite estimar de manera cualitativa los impactos evaluados.

**Tabla 9. Valores para la determinación del grado de impacto ambiental**

<b>Signo</b>		<b>Intensidad (i) *</b>	
Beneficioso	+	Baja	1
Perjudicial	-	Total	12
<b>Extensión (EX)</b>		<b>Momento (MO)</b>	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Critico	8
Critica	12		
<b>Persistencia (PE)</b>		<b>Reversibilidad (RV)</b>	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
<b>Sinergia (SI)</b>		<b>Acumulación (AC)</b>	
Sin sinergismo	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
<b>Efecto (EF)</b>		<b>Periodicidad (PR)</b>	
Indirecto	1	Irregular	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
<b>Recuperabilidad (MC)</b>			
Recup. Inmediato	1	$I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$	
Recuperable	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

Fuente: Conesa (2014).

Los resultados obtenidos de manera cualitativa se agruparon por intervalos a los cuales se les dio una clasificación cualitativa y un color específico que permita entender con mayor facilidad la significancia de cada impacto dentro del área de incidencia considerada para este, asignándose una escala que considera impactos de tipo bajo, moderado, severo y crítico, como se muestra en la tabla 10.

**Tabla 10. Clasificación del impacto según los rangos de Conesa**

<b>Calidad ambiental actual</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Calificación del impacto</b>
Buena	Bajo	$I \leq 25$
Media	Moderado	$25 < I \leq 50$
Baja	Severo	$50 < I \leq 75$
Deficiente	Critico	$I > 75$

Fuente: Conesa (2014).



## 4. Resultados y Discusión

### 4.1 Factor R (Erosividad)

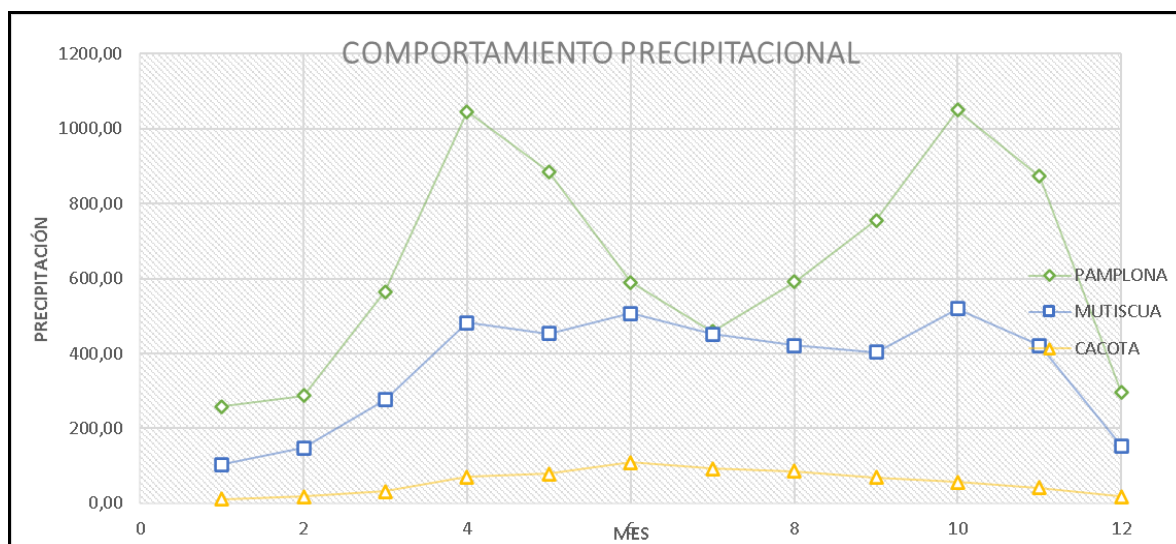
De acuerdo a los datos de las estaciones meteorológicas del IDEAM, las cuales únicamente se tuvieron en cuentas las más cercanas a la zona de estudio, se pudo determinar la precipitación media multianual la cual se obtuvo un acumulado de 1990 al 2020, y con ello determinar la intensidad de la precipitación en la zona de estudio mediante el método del índice modificado de Fournier (IMF), ya que este presenta una buena correlación de R cuadrado con el valor de erosividad propuesta por las USLE de 0,88 según (Gvozdenovich, 2016). A continuación, se presenta la tabla 11 los valores de la precipitación mensual multianual con el respectivo valor de erosividad.

**Tabla 11. Valores de precipitación y de erosividad de la lluvia serie de 1990 al 2020**

Estación	[16015020] Pamplona		[16020110] Mutiscua		[37010030] Cácosta	
	Precipitación (mm)	IMF (Mj mm/ha h año)	Precipitación (mm)	IMF (Mj mm/ha h año)	Precipitación (mm)	IMF (Mj mm/ha h año)
Enero	258,71	8,74	104,54	2,52	11,53	0,19
Febrero	287,76	10,82	147,55	5,02	18,00	0,47
Marzo	564,39	41,61	275,81	17,52	32,13	1,50
Abril	1045,29	142,72	482,53	53,64	71,33	7,41
Mayo	885,32	102,38	452,63	47,20	78,60	8,99
Junio	589,80	45,44	506,64	59,13	109,59	17,48
Julio	459,12	27,53	452,21	47,11	93,10	12,62
Agosto	590,66	45,57	421,64	40,95	85,22	10,57
Septiembre	755,93	74,64	403,56	37,52	69,14	6,96
Octubre	1048,98	143,73	519,75	62,23	57,05	4,74
Noviembre	872,15	99,36	420,85	40,80	42,37	2,61
Diciembre	297,44	11,56	153,17	5,41	18,92	0,52
<b>Total</b>	7655,53	754,11	4340,89	419,04	686,95	74,07

Fuente: IDEAM (2020).

Analizando el comportamiento de la estaciones se puede evidenciar que las estaciones poseen un comportamiento bimodal, por tanto que poseen dos picos los cuales son dos épocas de lluvia y por el contrario poseen dos época de sequía (precipitación baja), según la Figura 3, se puede ver claramente que la estaciones donde se evidencia claramente el comportamiento bimodal son las estaciones de Pamplona y Mutiscua, dando ver que el mes 4 (abril) y el mes 10 (octubre) son los meses con mayor pluviosidad y por el contrario el mes 1 (enero) y el mes 7 (julio) son donde la influencia de la precipitación es menor, dicha información concuerda con los encontrados por (Hidalgo, 2017); por otro lado en la estación Cécota, el comportamiento se observa muy homogéneo debido a que dicha estación, presenta valores bajos con respecto a las otra dos estaciones, dado a que son estaciones manuales, que suelen presentar falencias en la toma de datos, a pesar de que se hicieron los ajustes de datos faltantes, no presenta un comportamiento bimodal, ya que de acuerdo a la curva de comportamiento de le estación Cécota, solo presenta un pico siendo en el mes 6 (junio).



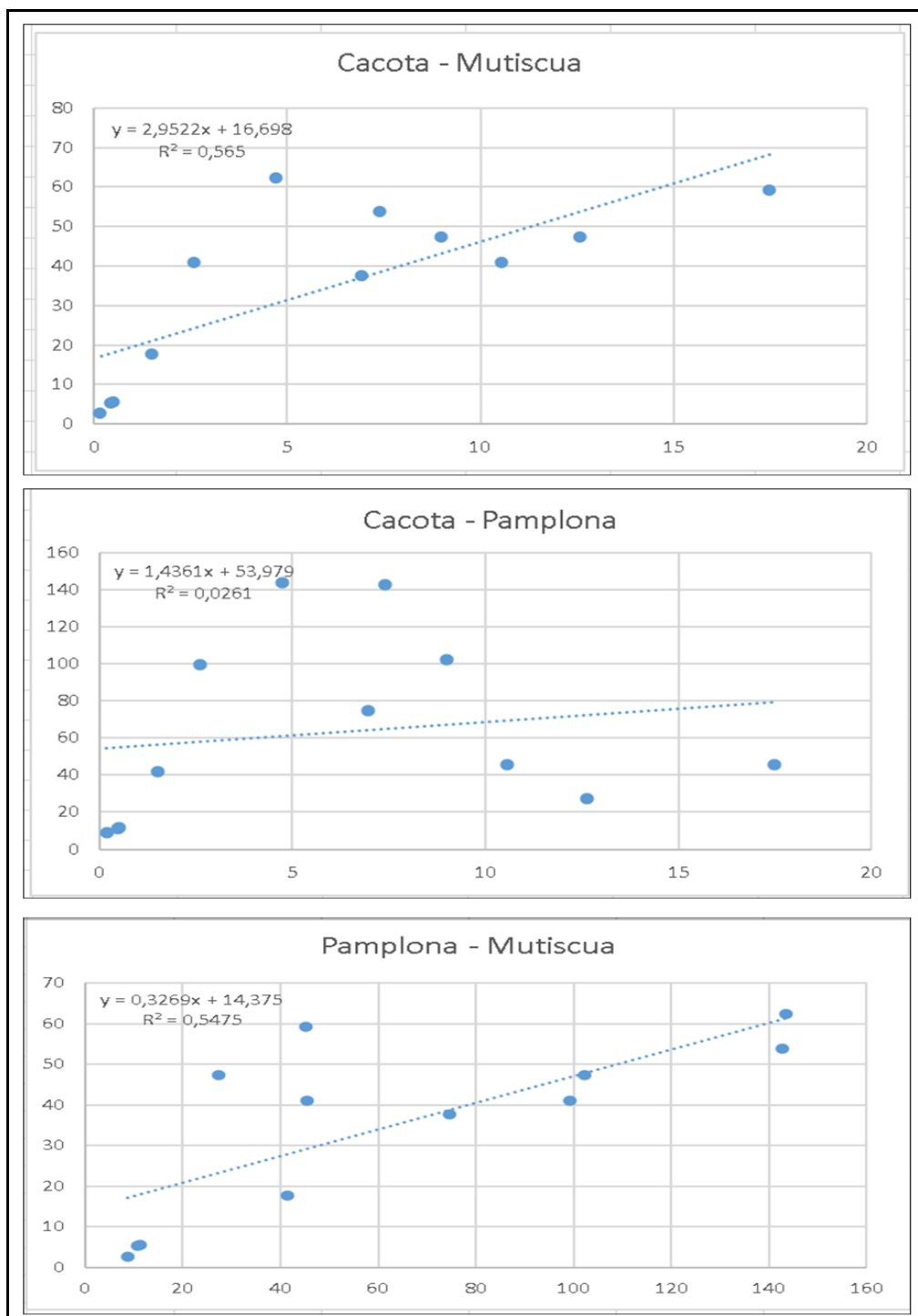
**Figura 3. Comportamiento de la precipitación en las estaciones cercanas al área de estudio**

Debido a que la interpolación de precipitación es poco confiable con dos estaciones, para minimizar el error de la estación Cécota, se optó por hacer una correlación Pearson y de R cuadrado entre estaciones con el objetivo de saber qué modelo de variograma se ajusta a las 3 estaciones.

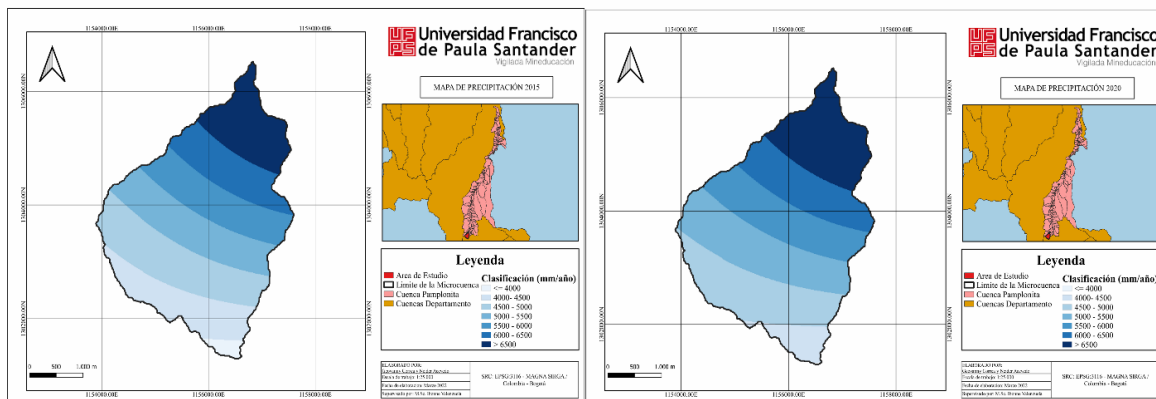
**Tabla 12. Correlación Pearson entre las estaciones de influencia del área de estudio**

	<b>Cécota</b>	<b>Mutiscua</b>	<b>Pamplona</b>
<b>Cécota</b>	1	0,75163989	0,16154213
<b>Mutiscua</b>	0,751639893	1	0,73995915
<b>Pamplona</b>	0,161542127	0,73995915	1

De acuerdo a la tabla anterior se puede evidenciar que en las estaciones hay una correlación directa, sin embargo, en la estación Pamplona vs Cécota se puede evidenciar una correlación de 0,16 la cual es muy débil, debido a que el comportamiento de Cécota es muy diferente al de Pamplona debido a la ausencia de datos reales, pero por el contrario, la estación Pamplona vs Mutiscua o Mutiscua vs Cécota tienen una correlación de más del 0,7, siendo que existe una fuerte relación entre esas variables, conviene señalar que este coeficiente de Pearson, solo tiene en cuenta la fuerza de relación que hay entre dos variables, por consiguiente se efectuó el cálculo el R cuadrado de cada correlación de estación, con el propósito de validar los resultados para la interpolación, como se muestra en la figura 4.



**Figura 4. Resultados de R cuadrado para cada una de las estaciones**



**Figura 5. Mapa temático de precipitación de año 2015 y 2020**

A pesar que poseen una correlación baja, se puede evidenciar en la gráfica que la estación Pamplona - Mutiscua y Cócota – Mutiscua, tiene una correlación mayor a 0,5, teniendo una debilidad, sin embargo, a pesar de que es baja no quiere decir que no exista relación, se utilizó el método de interpolación IDW ya que la precipitación son modelos determinísticos, en la figura 5 se evidencia el comportamiento de la precipitación para los años 2015 y 2020, la cual se puede ver un incremento en la parte superior, ya que el área azul aumento debido a que el rango de máximo de precipitación paso de 7283,9 mm/año a 7407,97 mm/año, lo cual quiere decir que aumento un 1,70% con respecto al valor inicial, esto también ocurrió con el mínimo valor ya que para el 2020 no se registraron precipitación menores e iguales a 4000 mm/año ya que la mínima precipitación en el área de estudio fue de 4007 mm/año.

Por otro lado los valores del índice modificado de Fournier, de acuerdo a la clasificación propuesta por (Corine, 1992), evidencian que la zona de estudio posee niveles de erosividad muy altos, ya que los resultados mínimos obtenidos en la interpolación para el año 2015 fue de 367 Mj mm/ha h.año, ya para el año 2020 aumento un 6,3 % teniendo una 391,543 Mj mm/ha h.año, comparándolo con la precipitación se puede deducir que la precipitación está aumentando 1% cada año, y que la microcuenca posee riesgo de erosividad debido a la agresividad que tiene la

lluvia, en la figura 6 se muestra el mapa de R para el año 2015 y 2020.

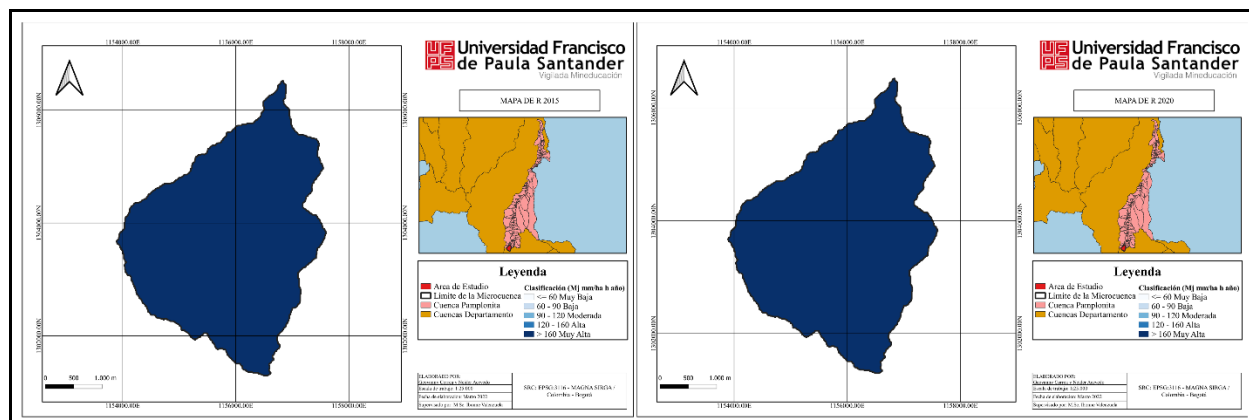


Figura 6. Mapa temático del factor R para el año 2020 y 2015

#### 4.2 Factor K (Erodabilidad)

Tabla 13. Resultados de textura, materia orgánica y valor K (erodabilidad)

Perfil	Latitud	Longitud	% Arena	% Limo	% Arcilla	% Co	% Mo	Clase Textural	K
RP-SP-ZA3	760090,4	813469	70,8	16,1	13,1	1,5	2,59	Franco arenoso	0,31
IGAC-N-06	760126,1	815430,1	54	26	20	1,5	2,59	Franco arcillo arenosa	0,35
RP-EV-ZA1	756247,3	814361,7	58,1	18,1	23,8	3,3	5,66	Franco arcillo arenosa	0,27
Bosque	757855,4	812679,5	63,69	20,93	15,38	4,5	7,88	Franco arenoso	0,25
Pasturas	757971,5	812620,3	65,02	14,27	20,71	4,4	7,65	Franco arcillo arenosa	0,27
Cultivo	757981,6	812753,9	51,69	26,27	22,05	3,4	5,86	Franco arcillo arenosa	0,27

Fuente: Valenzuela & Visconti (2018) y CORPONOR (2010).

De acuerdo a los datos obtenidos en la tabla 13, se puede evidenciar que la mayor parte de la cuenca alta del Rio Pamplonita, en la microcuenca Monte dentro posee suelos de textura franco

arenosos y franco arcillo arenosos, estos suelos poseen una cohesión baja y son débiles a fuerzas externas que pueden perturbarlos, ya que pueden ser degradados fácilmente (Taboada et al., 2010); para la determinación del comportamiento espacial del factor K, se analizó el porcentaje de correlación Pearson y R cuadrado, que posee la distribución de partículas minerales (textura) con cada uno de los perfiles de suelo obteniendo los siguiente resultados en la tabla 14 y 15.

**Tabla 14. Resultados de correlación Pearson entre los diferentes perfiles de suelo**

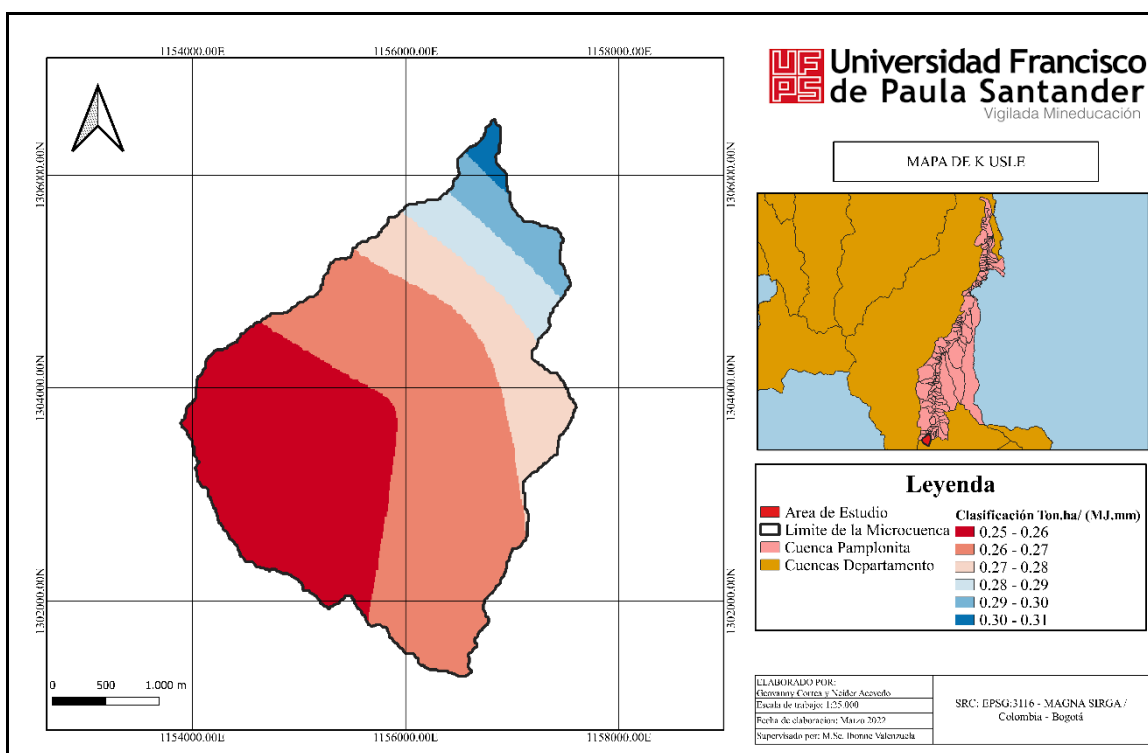
<b>Correlación Pearson</b>	<b>RP-SP-ZA3</b>	<b>IGAC-N-06</b>	<b>RP-EV-ZA1</b>	<b>Bosque</b>	<b>pradera</b>	<b>Cultivo</b>
RP-SP-ZA3	1,000	1,000	0,974	0,997	0,990	1,000
IGAC-N-06		1,000	0,970	0,998	0,987	1,000
RP-EV-ZA1			1,000	0,952	0,996	0,972
Bosque				1,000	0,975	0,997
Pradera					1,000	0,988
Cultivo						1,000

**Tabla 15. Resultados de R cuadrado para cada uso de los perfiles de suelo**

<b>R cuadrado</b>	<b>RP-SP-ZA3</b>	<b>IGAC-N-06</b>	<b>RP-EV-ZA1</b>	<b>Bosque</b>	<b>pradera</b>	<b>Cultivo</b>
RP-SP-ZA3	1,000	1,000	0,949	0,993	0,980	1,000
IGAC-N-06		1,000	0,941	0,996	0,974	1,000
RP-EV-ZA1			1,000	0,907	0,993	0,945
Bosque				1,000	0,950	0,995
Pradera					1,000	0,977
Cultivo						1,000

De acuerdo a los resultados de la tabla 14 y 15 se pudo determinar que el mejor modelo de variograma de predicción para el factor K, es el lineal, el cual es coherente ya que los factores altos de K como lo son IGAC-N-06, se encuentran en la parte baja de la microcuenca, donde los suelos por acción antrópica se encuentra más degradados y son más propensos a ser erosionados y en contraste tenemos factores de K bajos como lo son el caso del bosque donde la intervención del hombre es poca, teniendo una capacidad alta de retención de partículas a causa de la

intensidad de la precipitación, a continuación en la figura 7 se muestra el comportamiento del factor K, cabe resaltar que se obtuvo el mapa temático de distribución del factor K empleando el método de Kriging Ordinary, el cual implementa el método de distribución lineal de los datos en el proceso de interpolación de los datos, el cual de acuerdo a la correlación entre los puntos de referencia de perfiles de suelo y los resultados obtenidos en el índice de R cuadrado, es el método de interpolación de datos idóneo en este caso.



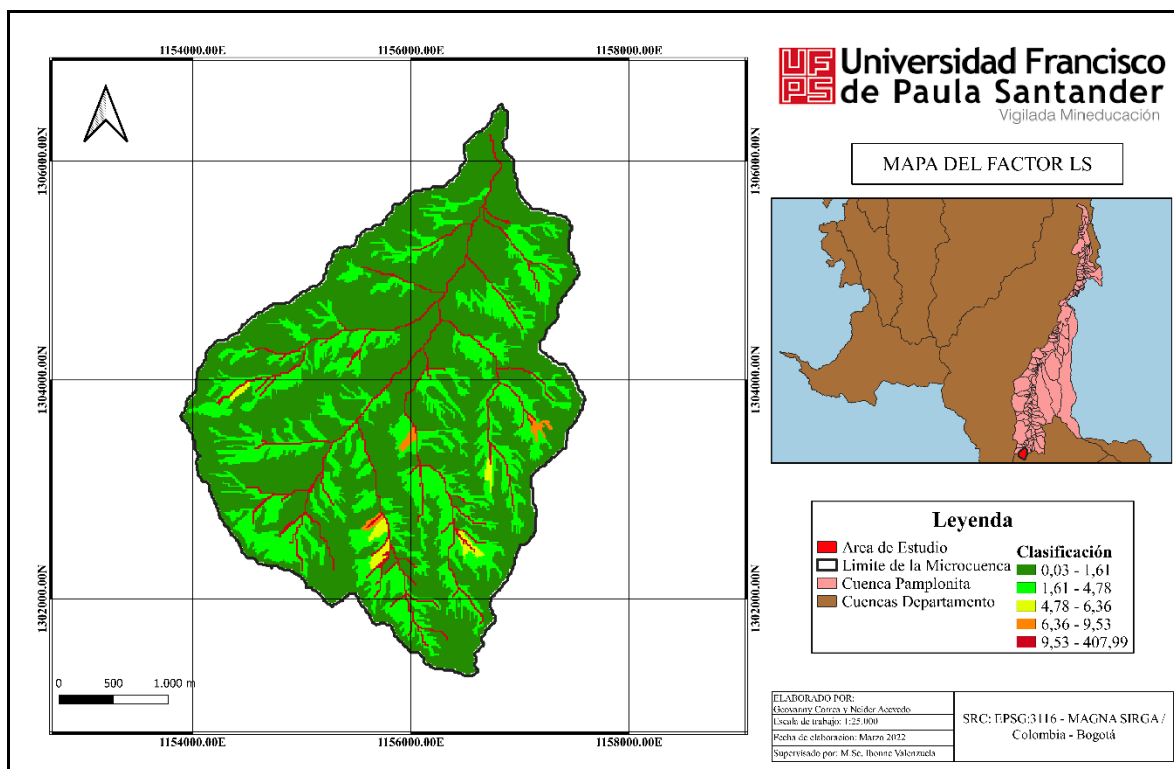
**Figura 7. Valores de erodabilidad (factor K) para la microcuenca Monteadentro**

### 4.3 Factor LS (Topografía)

El factor topográfico LS es un valor adimensional de la USLE, ya que el grado de inclinación y la longitud de tramo es directamente proporcional a la erosión hídrica (Rosales, 2020), los valores de la figura 8 oscilaron entre 0,03 a 407,99, la interpretación de estos resultados orienta a



que los valores bajos (colores verdes) determinan las zonas donde posee mayor arrastre y menor acumulación de sedimentos y por el contrario las zonas con los valores más altos (Colores rojos) es donde poseen los menores arrastres pero donde se depositan la mayor parte de los sedimentos.



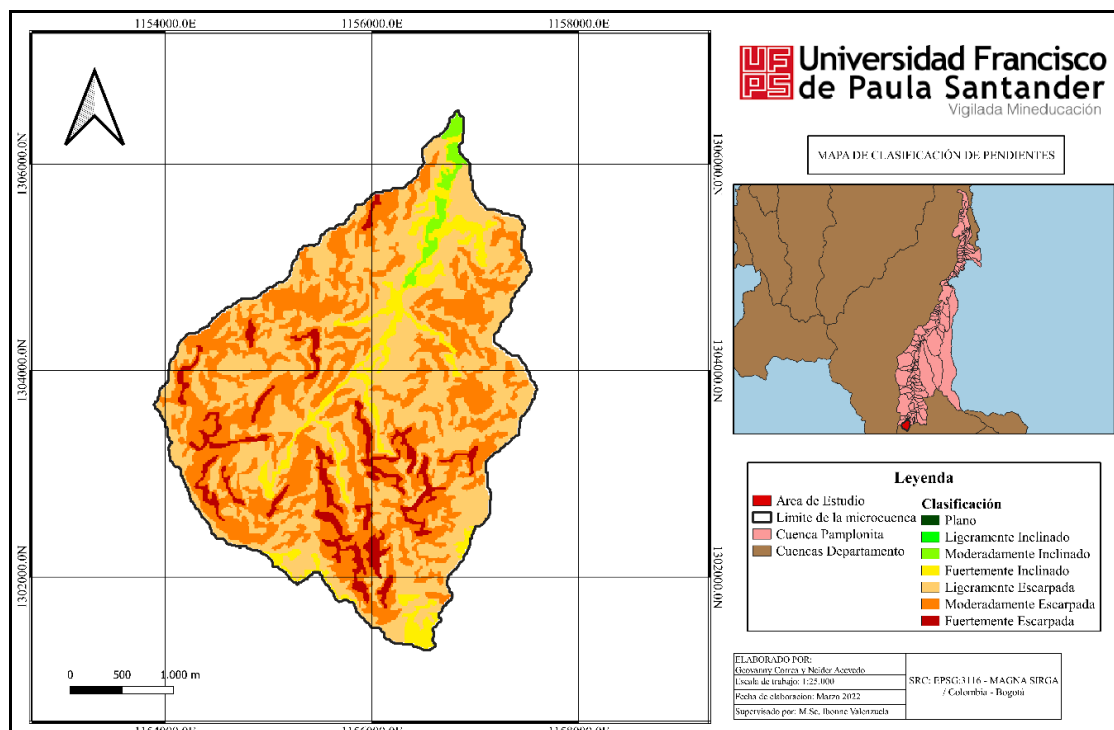
**Figura 8. Mapa temático del factor LS**

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede determinar que la microcuenca de Monteadentro, posee una topografía de gran pendiente ya que el mapa de pendientes (figura 9) se puede evidenciar que no posee una clasificación plana (0-3%) ni tampoco una clasificación ligeramente inclinada (3-7%), según los datos posee un 14,68 ha (1,39%) con un terreno moderadamente inclinado (7-12%), el cual su mayor agrupación se presenta en la parte baja de la cuenca donde se encuentra asentada la mayor parte de la población, con un 77,61 ha (7,35%) con una topografía fuertemente inclinada (12-25%), la cual se agrupa principalmente en el cauce principal de la quebrada, se puede deducir que posee una escorrentía laminar fuerte, debido a la

gran fuerza que posee el agua al atravesar la microcuenca hasta llegar a la parte baja, por otro lado, con un 493,02 ha (46,72%) siendo el mayor porcentaje en la microcuenca corresponde a un terreno ligeramente escarpada (25-50%), siguiéndole con 404,33 ha (38,31%) a una clasificación moderadamente escarpada (50-75%) y por ultimo con un 65,74 ha (6,23%) poseemos un relieve fuertemente escarpado (>75%) cabe destacar que estas 3 ultimas categorías hay una gran presencia intensiva de cultivos y praderas; también cuenta con presencia de cobertura natural como lo es bosque, sin embargo, solo se concentra en algunos sectores de la parte alta de la cuenca. En la siguiente tabla se muestra el resumen de la clasificación de pendientes según el IGAC.

**Tabla 16. Clasificación de los tipos de pendientes en la microcuenca Monte dentro**

<b>Clasificación</b>	<b>Suma de Área (ha)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Moderadamente inclinado	14,68	1,39
Fuertemente inclinado	77,61	7,35
ligeramente escarpada	493,02	46,72
Moderadamente escarpada	404,33	38,31
Fuertemente escarpado	65,74	6,23
<b>Total General</b>	<b>1055,38</b>	<b>100,00</b>



**Figura 9. Mapa temático de clasificación de pendiente**

#### **4.4 Factor C y P (Cobertura Vegetal y Prácticas de Conservación)**

En el análisis e interpretación de las coberturas de existentes en la microcuenca, se identificaron 8 tipos de cobertura de la tierra, las cuales fueron: Tejido Urbano continuo (1.1.1), Tejido Urbano Discontinuo (1.1.2), Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales (4.2.3), bosque denso (3.1.1), Bosque fragmentado (3.1.3), Bosque de galería o ripario (3.1.4), Vegetación secundaria o en transición (3.2.3), vegetación escasa o degradada (3.3.3) como se muestran en las siguientes figuras 10 a 17.



**Figura 10. Tejido urbano continuo**



**Figura 11. Tejido urbano discontinuo**





**Figura 12. Mosaico de cultivos, praderas y espacio naturales**



**Figura 13. Vegetación secundaria o en transición**



**Figura 14. Bosque de galería o ripario**

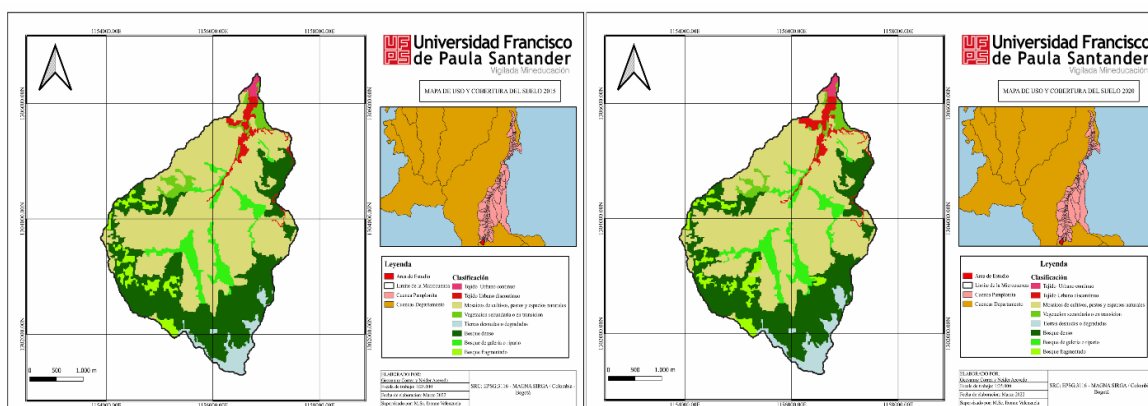


**Figura 15. Vegetación escasa o degradada**





**Figura 16. Bosque denso**



**Figura 17. Mapa temático de Corine Land Cover de 2015 y 2020 en la microcuenca**

### Monteadentro

Para el análisis de cobertura vegetal durante los años de 2015 al 2020 se consideraron los cambios y usos del suelo que ha tenido la microcuenca, según los datos se puede evidenciar que para el año 2015 el 61,760% de la microcuenca pertenece a una cobertura inducida por el hombre, siendo las coberturas de mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales con la mayor

presencia en la microcuenca con un 51,595%, manteniendo este porcentaje durante los años analizados, ya que solo aumento 0,94 ha, durante los 6 años. por otro lado, se pudo determinar que la microcuenca tiene una gran presión de deforestación y erosión laminar en la parte alta, ya que la mayor parte de perdida de bosque denso se debe a la fragmentación del bosque, para prácticas agrícolas y a la erosión de la microcuenca, puesto que la zona afectada presenta pendientes mayores al 50%; porque durante los primeros 6 años hay una pérdida de 15,47 ha, pertenecientes al bosque denso, de las cuales las que aportaron en más medida fueron 6,73 ha por la erosión del suelo y 3,19 ha por aumento de bosque fragmentado.

En la tabla 17 que se muestra a continuación se encuentra los cambios y usos del suelo entre el 2015 al 2020 y en el siguiente hipervínculo se puede ver con detalles los mapas temáticos de los años 2015 al 2020 (ver anexo 13).

**Tabla 17. Matriz de cambio y uso de cobertura del suelo desde el año 2015 al 2020**

<b>Leyenda</b>	<b>2015 (ha)</b>	<b>2016 (ha)</b>	<b>2017 (ha)</b>	<b>2018 (ha)</b>	<b>2019 (ha)</b>	<b>2020 (ha)</b>	<b>Δ 2020- 2015 (ha)</b>
Tejido urbano continuo	6,01	6,01	6,08	6,09	6,11	6,11	0,10
Tejido urbano discontinuo	26,46	26,62	28,38	29,50	29,50	29,87	3,41
Mosaico de cultivos, pasto y espacio naturales	544,54	545,64	541,97	541,94	544,71	545,48	0,94
Vegetación secundaria o en transición	29,72	29,71	28,94	27,91	27,27	26,05	-3,68
Tierras desnudas o degradadas	39,02	39,02	43,30	43,51	45,41	45,74	6,73
Bosque denso	307,62	304,32	297,63	296,15	292,46	292,15	-15,47
Bosque ripario	66,23	66,23	71,53	71,21	70,96	71,01	4,78
Bosque fragmentado	35,78	37,83	37,56	39,07	38,97	38,97	3,19
<b>Total</b>	<b>1055,38</b>	<b>1055,38</b>	<b>1055,38</b>	<b>1055,38</b>	<b>1055,38</b>	<b>1055,38</b>	

De acuerdo a los datos de C y P tomados de Daniel & Arboleda (2018), se puede evidenciar que existe una relación con lo descrito por (Gonzales, 1991; Wischmeier & Smith, 1978), ya que



cuando estos valores se acercan a cero (0), representan una baja vulnerabilidad, a que la cobertura sufra una erosión, como lo es para el caso del factor C, como se muestra en la figura 18, presentando en el Bosque denso (Color azul celeste), Bosque Ripario (Color verde) y tejido urbano continuo y discontinuo (Color azul), valores cercanos a 0, ya que este tipo de coberturas permiten que la erosión hídrica por escorrentía sea baja, en contraste tenemos a coberturas como tierras desnudas o degradadas (amarillo) y mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales (morado) que poseen datos cercanos a 1, ya que la cobertura existente tiene una probabilidad alta a hacer erosionada, este mismo caso aplica para el factor P como se muestra en la figura 18 y 19.

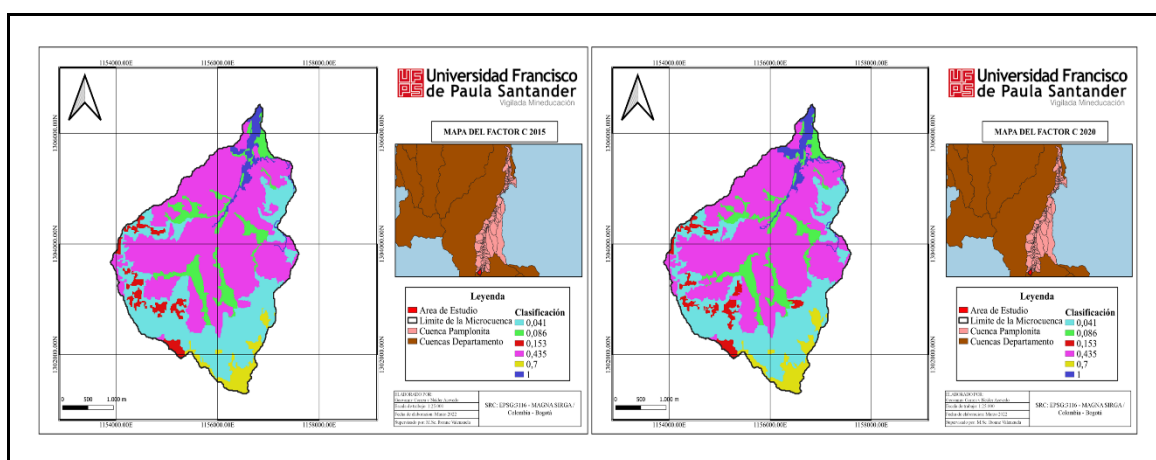


Figura 18. Mapa temático del factor C 2015 y 2020

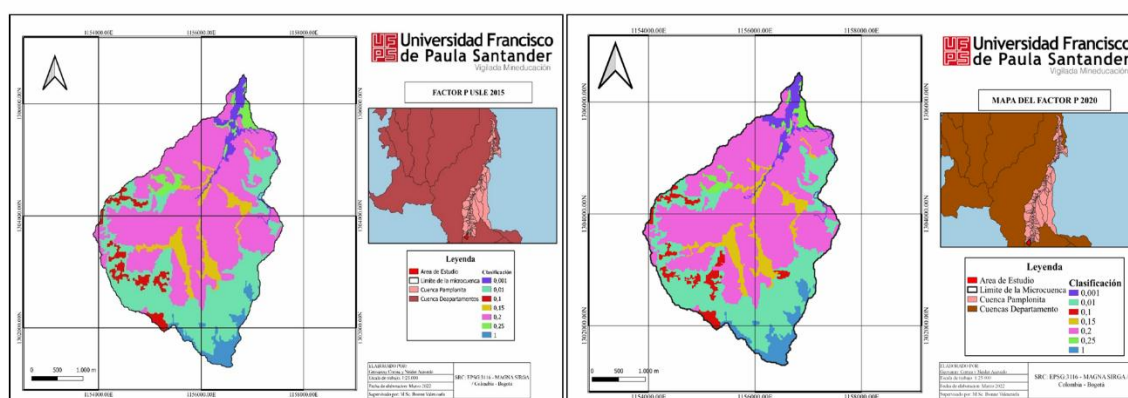


Figura 19. Mapa temático del factor P 2015 y 2020

#### 4.5 Factor A (Erosión)

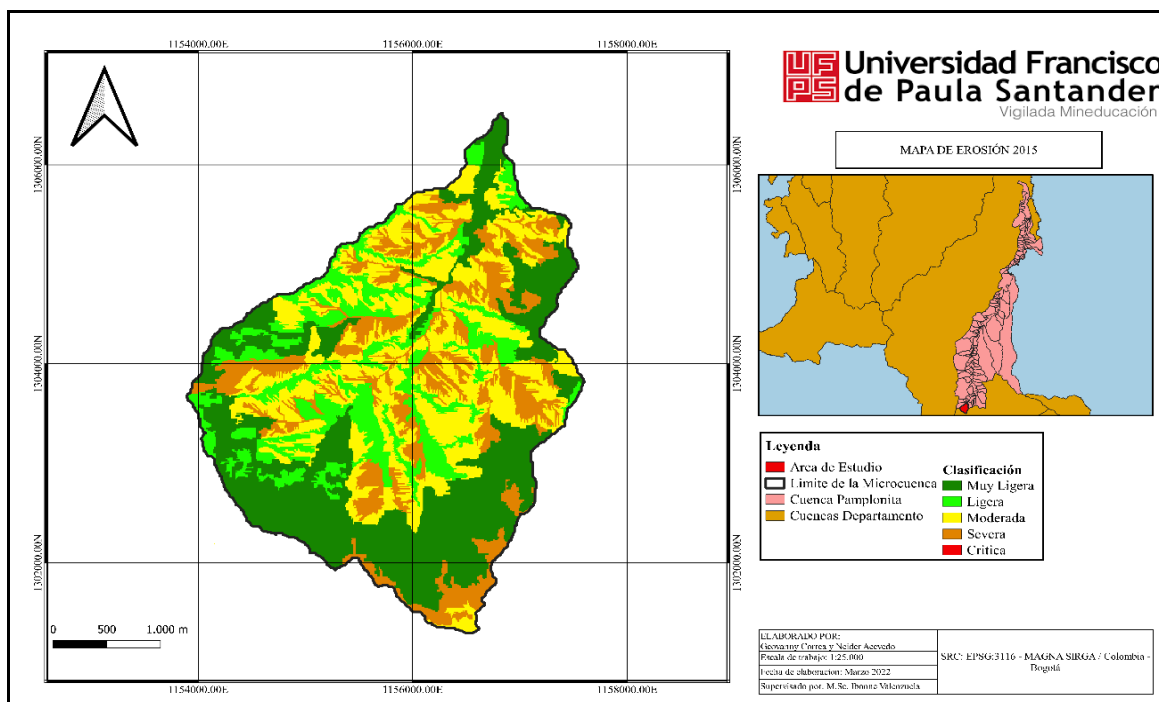
De acuerdo a los resultados obtenidos, se pudo determinar que la microcuenca Monteadentro, posee un gran grado erosión que va aumentando con los años, ya que durante el tiempo evaluado que fue del 2015 al 2020 se evidencio que paso de una erosión muy ligera ( 0 – 1 ton/ha año) de 366,19 ha a 350,35 ha, queriendo decir que disminuyó un 4,32%, los mismo ocurrió con la erosión ligera (1- 5 ton/ha.año) disminuyo durante los 6 años aproximadamente 2,02%, sin embargo, a pesar que estas dos categorías hubo un reducción, por otro lado, aumento la erosión moderada ( 5- 15 ton/ha.año) y severa ( 15 – 200 ton/ha.año) respectivamente un 4,67% y 2,78%, provocando un gran aumento de sedimentos, estos aumentos principalmente se dieron donde se encuentran los mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales, debido a la ausencia de prácticas de conservación agrícola y en la zona de bosque ripario y zonas degradadas por la erosión, en la tabla 18 se encuentra los datos de las tasa de erosión.

**Tabla 18. Cambios de la tasa de erosión hídrica del año 2015 al 2020**

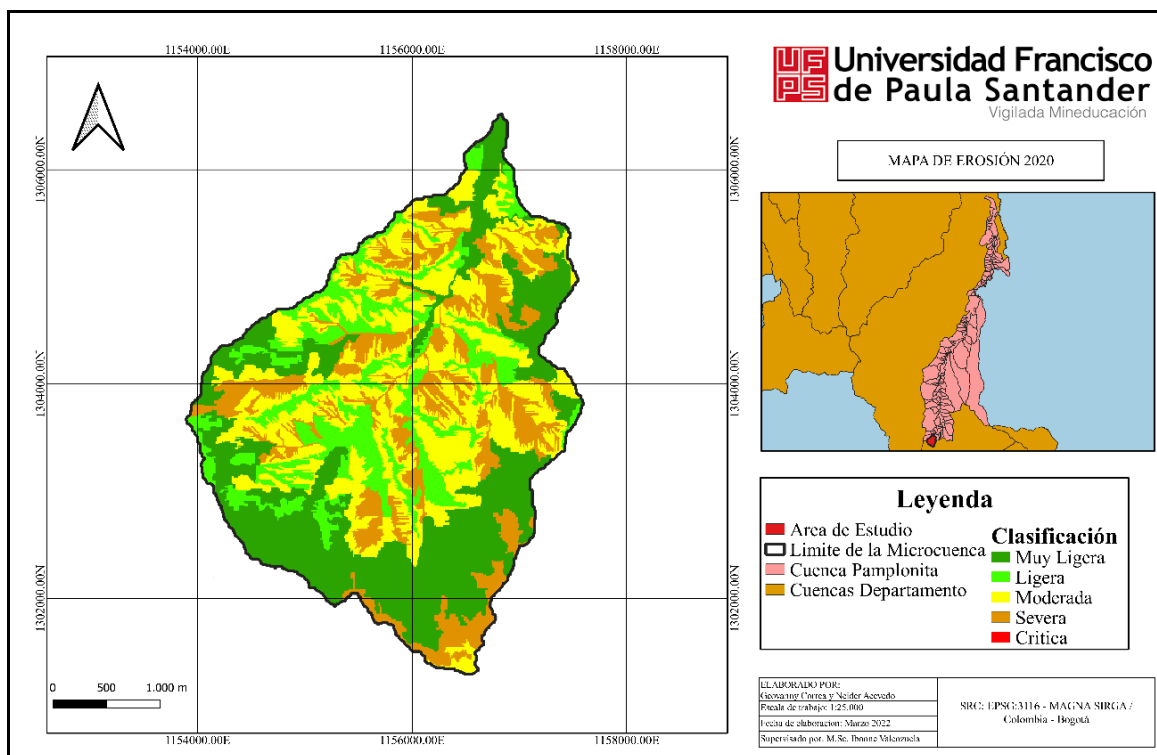
<b>Clasificación</b>	<b>2015 (ha)</b>	<b>%</b>	<b>2020 (ha)</b>	<b>%</b>	<b>Δ 2020 – 2015 (ha)</b>
Muy Ligera	366,19	34,70	350,35	33,20	-15,84
Ligera	187,08	17,73	183,29	17,37	-3,79
Moderada	298,81	28,31	312,77	29,64	13,96
Severa	203,30	19,26	208,97	19,80	5,67
Crítica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>1055,38</b>	<b>100,00</b>	<b>1055,38</b>	<b>100,00</b>	

En la figura 20 y 21 se puede evidenciar que la cobertura de bosque natural, la erosión es muy ligera, siendo una tasa de erosión menor e igual que a 1 ton/ha.año, los mismo, lo cual se pudo determinar que el bosque denso permite que las gotas de lluvia pierdan energía, provocando que la desagregación de las partículas minerales del suelo sea mínima, esto también aplica para el

tejido urbano, ya que la capa de asfalto, cubre el suelo previniendo que este sea arrastrado por la escorrentía.



**Figura 20. Mapa temático de erosión actual para el año 2015**



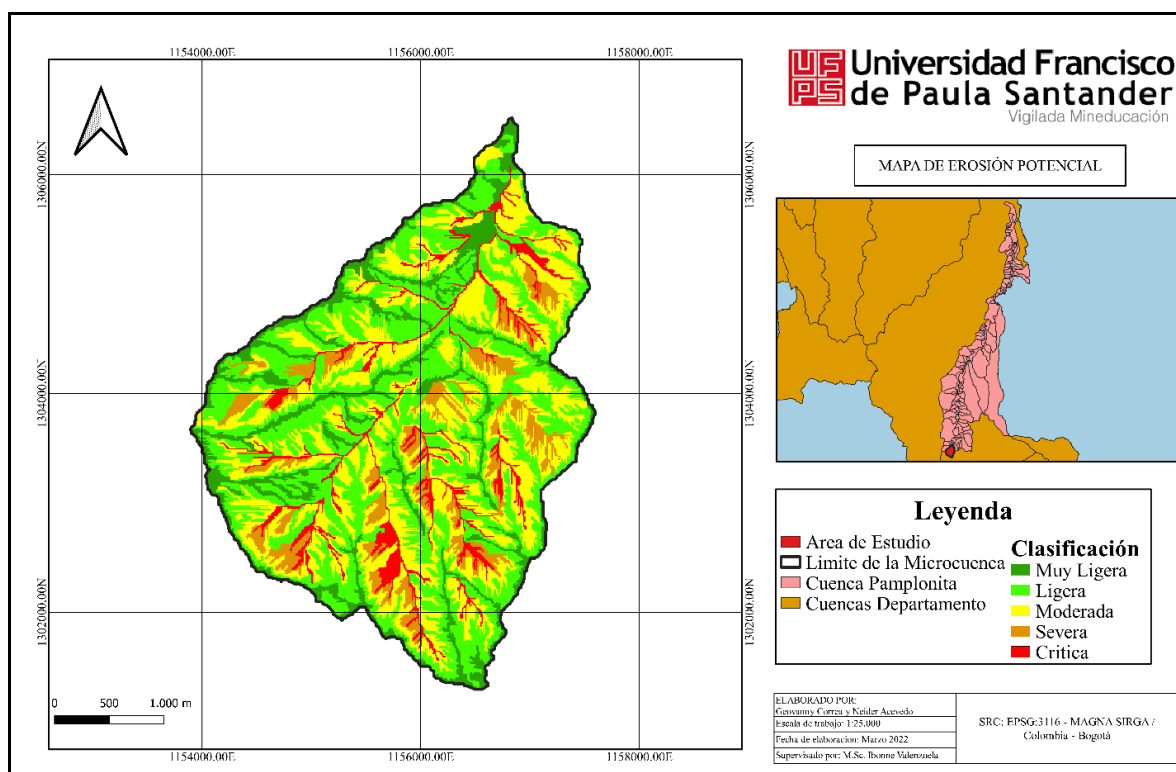
**Figura 21. Mapa temático de la erosión actual para el año 2020**

Por otro lado, en un escenario de máximo riesgo, se puede determinar el grado de erosión que posee la cuenca, mediante el uso de los factores de R.K.L.S se estima la erosión potencial, evidenciando que para ese escenario de riesgo la erosión más relevante es ligera (44,27-155 ton/ha.año), cabe mencionar que para este tipo de erosión, se cambiaron las escalas de valores, ya que como no se tiene en cuenta la cobertura vegetal los valores aumentan considerablemente teniendo valores como mínimos de 3.33 ton/ha.año hasta 76328 ton/ha.año. por otro parte la zona más afectada por la erosión crítica, corresponde a la de alta montaña, debido al grado de inclinación de la pendiente las cuales abarcan tasas de erosión mayores a 545 ton/ha.año (ver figura 22) en la tabla 19 se encuentra la tasas de erosión potencial en la microcuenca.

**Tabla 19. Resultados de clasificación de erosión potencial para la microcuenca**

**Monteadero**

Clasificación	Área (ha)	% Área
Erosión muy ligera	129,96	12,31
Erosión Ligera	426,97	40,46
Erosión moderada	334,642	31,71
Erosión Severa	90,34	8,56
Erosión Critica	73,46	6,96
<b>Total</b>	<b>1055,38</b>	<b>100,00</b>



**Figura 22. Mapa temático de erosión potencial para la Microcuenca Monteadero**

#### 4.6 Impactos Ambientales Identificados y Estrategias de Manejo para la Prevención y Mitigación

De acuerdo con la metodología de Conesa implementada en 1997, la cual se utilizó para la identificación de impactos ambientales (ver figura 23), esta metodología relaciona una serie de

variables como la persistencia, reversibilidad, intensidad y efecto causado, variables que permiten establecer la significancia de los impactos ambientales dentro de la zona de influencia donde se encuentran, para la identificación de impactos ambientales asociadas a la erosión hídrica y las actividades antrópicas que la ocasionan, se encontraron diversas amenazas a lo largo de la microcuenca, en donde destacan la interacción entre cobertura vegetal, precipitación, dirección del flujo en terreno y la pendiente en el área de la microcuenca, con los medios biótico, abiótico y socioeconómicos, sometidos a un alto grado de presión antrópica., Por tanto cada una de estas variables se evaluó de manera separada para cada uno de los impactos identificados y con respecto a las actividades generadoras de degradación ambiental en la microcuenca, para asignar la calificación respectiva de este impacto de acuerdo con Conesa, se consideraron todas las variables de la tabla 9 de valores para la determinación del grado de impacto ambiental, al ser un método que implica la asignación de valores en una escala numérica, se determinó asignar una calificación respectiva a cada variable de acuerdo al comportamiento que tiene y que tendrá a futuro cada uno de estos impactos, a partir de los geoprocesamientos realizados en el área de estudio, así como la validación de datos en campo, ya que en estos procesos se realizó un monitoreo multitemporal (periodo de seis años) en el que se obtuvieron resultados de tasas de cambio de factores de la calidad ambiental como usos y coberturas del suelo, prácticas de conservación agrícola y precipitación, por otra parte se comprobó directamente en campo, cuáles son las principales actividades antrópicas que degradan la calidad ambiental de los factores mencionados, las cuales generan o favorecen la erosión hídrica, en el medio abiótico se evaluó la calidad ambiental del suelo y del agua, encontrándose como impactos en el recurso suelo, la degradación física y biológica del suelo, pérdida del servicio ecosistémico de almacenamiento de carbono orgánico, y pérdida de suelo por escorrentía laminar, encontrándose como causas principales de estos impactos la expansión agrícola, la sobreexplotación de suelos por cultivos

transitorios y la expansión de fronteras ganaderas, siendo en todos los casos una calificación del impacto (SEVERO) puesto que el área de influencia es del 61% de la microcuenca y la capacidad de recuperabilidad y la reversibilidad de los impactos es baja, existe un grado de sinergia alto en relación de las actividades que ocasionan la degradación ambiental con cada uno de los impactos. En cuanto al recurso agua se identificaron los siguientes impactos ambientales: Contaminación periódica de cuerpos de agua por sedimentos o material mineral introducido a través de la escorrentía laminar, contaminación de cuerpos de agua con agroquímicos y pesticidas y pérdida del recurso hídrico para aprovisionamiento por incremento en los niveles de turbidez, estos impactos obtuvieron una calificación promedio MODERADA, (25-50) debido a que puede haber una reversibilidad y una recuperabilidad mayor en el recurso hídrico, mediante controles en el usos de pesticidas y agroquímicos en la microcuenca, mientras que la pérdida del servicio ecosistémico de aprovisionamiento del recurso hídrico está sujeto principalmente al régimen higrológico de la microcuenca, con lo cual solo se da en las temporadas con mayor pluviosidad del año, mientras que en las temporadas con menor precipitación el arrastre de sedimentos y materiales minerales disminuye.

El estudio de afectaciones al medio biótico de la microcuenca Monte dentro, se dividió en el análisis de impactos más significativos encontrados en la flora y la fauna, se identificaron los siguientes impactos ambientales: pérdida de la cobertura vegetal natural, destrucción de biomas, pérdida de conectividad de ecosistemas y desplazamiento de especies, la pérdida de cobertura vegetal natural, tuvo una calificación de impacto SEVERO (50-75) debido a la que la tasa de cambio de cobertura del suelo analizada arrojó que el bosque denso está siendo intervenido para y está siendo sustituido por coberturas asociadas a actividades agropecuarias, por otra parte el grado de reversibilidad, y recuperabilidad, es bajo y la persistencia es permanente y su extensión

es alta, debido a que abarca gran porcentaje de la microcuenca, cabe resaltar que existe un alto grado de relación entre este impacto con la pérdida de biomas, la pérdida de conectividad de ecosistemas y el desplazamiento de especies ya que las coberturas naturales que funcionan con hábitats se encuentran actualmente en zonas aisladas de la microcuenca, con una tendencia de reducción.

En el componente socioeconómico cabe resaltar que el incremento de fronteras agrícolas y de ganadería favorece en gran medida las actividades económicas propias de la zona, puesto que la zona rural de la microcuenca basa sus ingresos económicos en siembra de cultivos y crianza de ganado vacuno principalmente, siendo este el único impacto positivo hallado, mientras que se evidencio una degradación del paisaje que contribuye a la pérdida del valor cultural y turístico de la zona, la cual ofrece potencialidades en esta área. Sin embargo la ausencia de apoyo técnico por parte de la administración municipal y autoridad ambiental en los relacionado a medidas de conservación, se ha vestido un impacto SEVERO (50-75) en la degradación del paisaje esto se debe a que los procesos erosivos que se presentan allí, tienen una periodicidad continua y estos son reversibles a largo plazo ocasionado un gran impacto, en la figura 23 se puede encontrar un resumen de la matriz de Conesa y ampliar la información (Ver Anexo 15).





INTRUCCIONES			EROSIÓN HÍDRICA											
		aprovisionamiento por incremento en los niveles de turbidez		44		50		46		30		25		25
2. MEDIO BIOTICO	4.FLORA	A. Pérdida de cobertura vegetal natural	Severo	-70	Severo	-72	Severo	-58	Severo	-58	Bajo	-25	Bajo	-25
		B. Destrucción de biomasa.	Moderado	-36	Moderado	-42	Severo	-58	Moderado	-37	Bajo	-25	Bajo	-25
		Pérdida de conectividad	Moderado	-32	Moderado	-40	Severo	-56	Moderado	-37	Bajo	-25	Bajo	-25
		D. División de ecosistemas	Moderado	-37	Moderado	-43	Severo	-60	Severo	-53	Bajo	-25	Bajo	-25
	5.FAUNA	A. Desplazamiento de especies	Moderado	-33	Moderado	-41	Severo	-58	Moderado	-37	Bajo	-25	Bajo	-25
		B. Pérdida de biomasa	Severo	-51	Severo	-57	Severo	-60	Moderado	-37	Bajo	-25	Bajo	-25
3. MEDIO SOCIO CULTURAL	6.COMUNIDAD	A. Ampliación de espacio disponible para desarrollo de actividades económicas agrícolas.	Bajo	28	Bajo	-13	Moderado	-44	Bajo	-24	Bajo	-25	Bajo	-25
	7.PAISAJE	B. Degradación del paisaje	Moderado	-49	Moderado	-36	Severo	-56	Moderado	-42	Bajo	-25	Bajo	-25
		C. Pérdida del valor cultural y turístico	Bajo	-22	Moderado	-38	Moderado	-44	Moderado	-42	Bajo	-25	Bajo	-25
	8. SOCIEDAD	D. Conflicto por el uso del recurso suelo en la microcuenca.	Moderado	-36	Moderado	-38	Moderado	-44	Moderado	-44	Moderado	-42	Moderado	-36

Figura 23. Matriz de identificación de impactos ambientales por erosión hídrica en la microcuenca Monteadentro

#### **4.7 Plan de Manejo Ambiental para el Control de la Erosión Hídrica en la Microcuenca**

##### **Monte dentro**

Se consolidó un plan de manejo ambiental para la mitigación de los impactos en la microcuenca Monte dentro, la identificación de impactos ambientales arrojó como resultado principal la relación existente entre el recurso hídrico disponible en la microcuenca, la cobertura vegetal del suelo y las actividades antrópicas agropecuarias típicas de la región, siendo estas tres las principales condicionantes de los impactos ambientales encontrados en la evaluación, habiendo un fuerte grado de relación de estas tres últimas con los impactos que más severamente afectan la microcuenca.

El grado de afectación en la cobertura vegetal, la presión antrópica ejercida sobre la microcuenca en sí y la erosión estimada para el año 2020 , permiten establecer la necesidad de intervenir dichos procesos, ante las proyecciones de pérdida de cobertura vegetal natural y el incremento en la erosión hídrica, para lo cual se diseñaron seis programas de gestión ambiental en tres ejes temáticos, los cuales fueron: La adaptación al cambio climático, el control de la deforestación y la protección del recurso hídrico disponible en la microcuenca; Estos ejes enfocados hacia la disminución de la erosión hídrica y sus efectos en el ambiente, puesto que existe un alto grado de relación entre estos ejes y la erosión hídrica como principal problemática ambiental de la microcuenca, de acuerdo con el POMCA del río pamplonita (Valenzuela & Visconti, 2018; CORPONOR, 2010), que cataloga estos suelos de manera específica como franco arenosos con alto contenido de materia orgánica, y que por sus características texturales son altamente susceptibles a desagregación y pérdida de suelos por escorrentía laminar.

Se selecciono como metodología de diseño del plan de los programas de manejo ambiental, las fichas ambientales de cada programa divididas en los diferentes proyectos que forman cada programa, puesto que es una metodología que permite estructurar de manera técnica y sencilla las actividades propuestas para la reducción del fenómeno de la erosión en Monte dentro y a su vez la incidencia de esta problemática en la degradación ambiental generada en la zona de formación del río pamplonita, el cual brinda servicios ecosistémicos de aprovisionamiento del recurso hídrico en toda la cuenca del pamplonita, el diligenciamiento de las fichas ambientales correspondió a seis programas para la microcuenca los cuales son: 1. Programa de delimitación de zonas de protección especial en altitudes mayores a 2800 m.s.n.m (Zona de paramo), 2. Programa de manejo, conservación y buenas prácticas para la protección del recurso hídrico en la microcuenca Monte dentro, 3. Programa cívico-cultural “El agua como recurso esencial para la vida, 4. Programa de implementación de prácticas de bioingeniería en zonas de alta pendiente, 5. Implementación de cultivos de forraje entre surcos como medida de adaptación a la erosión hídrica, 6. Implementación de cultivos agrosilvopastoriles en Mosaicos de cultivos y praderas. Estos programas se diseñaron para una implementación simultanea ya que cada uno de estos es totalmente independiente de otro y si en cambio deberán complementarse entre sí, ya que comparten un mismo modelo o eje transversal de aplicación que se divide en programas de formación educativa o de capacitación y programas de medidas de acción o intervención directa en la zona, lo que implica que se las comunidades capacitadas en los programas educativos como son los PRAES, y buscar otros mecanismos de educación ambiental que sean orientados también a la aplicación de estos conocimientos en los suelos rurales, mediante el apoyo, acompañamiento y suministro de herramientas para la implementación de los programas de acción que intervienen la microcuenca con proyectos y actividades de bioingeniería, reforestación, zonificación ambiental, siembra de especies herbáceas de forrajes, regulación de usos de agroquímicos, entre

otras actividades de acción contempladas en los proyectos y actividades del plan de manejo ambiental. Este plan de manejo su principal objetivo es que cualquier persona tenga la capacidad de entenderlo con el propósito de que se aplicado en el área de estudio en la tabla 20 se encuentra programas, proyectos y actividades a implementar, para ampliar la información sobres las fichas ambientales (ver anexo 14).

**Tabla 20. Programas, proyectos y actividades de manejo ambiental de los impactos ambientales ocasionados por la erosión hídrica**

<b>Programas, proyectos y actividades de manejo ambiental para los impactos ocasionados por la erosión hídrica en la microcuenca monte adentro</b>						
Plan de Prevención y Mitigación de Impactos en la Microcuenca Monteadentro	Programa de implementación de áreas protegidas	Programa de delimitación de zonas de protección especial en altitudes mayores a 2800 m.s.n.m(zona de páramo)	Proyecto	Proyecto de compensación ecológica para la preservación y reforestación de bosques en la microcuenca	actividades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir estrategias de incentivo que den prelación a miembros activos de la comunidad que participen y apoyen procesos de reforestación en las áreas impactadas de la microcuenca (reducción de impuestos, menor costo de servicios públicos, subsidios a sembradores de bosque, entre otras).</li> <li>• Actualizar base de datos de habitantes en la microcuenca y la distribución de las familias en la microcuenca.</li> </ul>
			Proyecto	Proyecto especial de reforestación en zonas de alta pendiente y ronda hídrica orientado por la administración municipal	Actividades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer las áreas de intervención prioritaria, de necesidad de intervención media y baja.</li> <li>• Selección de especies a emplear en el programa de reforestación de la microcuenca, como medida de contención de la erosión hídrica laminar en la microcuenca.</li> <li>• Adquisición de plántulas para el fortalecimiento del plan de reforestación en la microcuenca.</li> </ul>

---

**Programas, proyectos y actividades de manejo ambiental para los impactos ocasionados por la erosión hídrica en la microcuenca monte adentro**

---

Programa de gestión integral del Recurso hídrico	Programa de manejo, conservación y buenas prácticas para La protección del recurso hídrico en la microcuenca Monte adentro	Proyecto	Formulación de un PORH para la quebrada Monte adentro	Actividades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de la etapa de aprestamiento y alistamiento de información disponible, para la consolidación del diagnóstico de la microcuenca.</li> <li>• Consolidación de análisis y estudios factibles para establecer el estado de la microcuenca.</li> <li>• Formular medidas de ordenamiento del recurso hídrico en la microcuenca monte adentro.</li> <li>• Establecer los usos actuales del recurso hídrico de la quebrada Monte adentro. (abastecimiento para consumo humano, uso agrícola y pecuario).</li> <li>• Estimar la demanda hídrica y los caudales ecológicos requeridos para la sostenibilidad ecosistémica de la microcuenca Monte adentro.</li> <li>• Formular programas de gestión ambiental para el usos y ahorro del agua en la microcuenca Monte adentro.</li> </ul>
Programa educación ambiental	Programa cívico-cultural el agua como recurso esencial para la vida	Proyecto	proyecto de capacitación educativo para la protección y conservación de suelos como medida de conservación del recurso hídrico (ciencias básicas del suelo)	Actividades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño e implementación del PRAE educativo para la implementación de prácticas de conservación de los suelos, como plan de reducción de los efectos ambientales asociados por la erosión laminar en la microcuenca.</li> </ul>

---

**Programas, proyectos y actividades de manejo ambiental para los impactos ocasionados por la erosión hídrica en la microcuenca monte adentro**

Programa de gestión del riesgo	Programa de implementación de prácticas de bioingeniería en áreas de alta pendiente	Proyecto	Proyecto de delimitación de áreas que requieren prácticas de bioingeniería.	Actividades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zonificación ambiental de áreas de importancia ecológica que por sus actuales características requieran intervención inmediata para minimizar y prevenir los impactos ambientales causados por la erosión en suelos, como son episodios de remoción en masa, entre otras problemáticas.</li> </ul>
		Proyecto	Proyecto análisis y selección de tecnologías de bioingeniería a implementar en áreas que requieran intervención	Actividades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de tecnologías de bioingeniería aplicadas a la microcuenca Monteadentro, (implementaciones de medidas específicas, acorde con la zona degradada que requiera restauración.)</li> </ul>
Programa de producción sostenible	implementación de cultivos de forraje entre surcos como medida de adaptación a la erosión hídrica	Proyecto	Proyecto de siembra de especies herbáceas que protejan las zonas de mayor impacto adyacentes a cultivos que sustituyen la cobertura vegetal por cobertura plástica.	Actividades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• delimitación de zonas de cultivos que requieran la implementación de la alternativa del programa de recuperación de zonas impactadas por el reemplazo de cobertura natural por plástico sintético.</li> <li>• Siembra de plantas herbáceas en zonas de alto impacto de escorrentía como medida de contención a la versión hídrica.</li> </ul>
Programa de adaptación y mitigación al cambio climático	implementación de cultivos agrosilvopastoriles en praderas como medida para la captura de carbono	Proyecto	Proyecto de capacitación comunitaria "beneficios ambientales de implementación de cultivos captadores de carbono" como medidas de	Actividades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de programa de capacitación ambiental en medidas de adaptación al cambio climático y el calentamiento global como problema de todos.</li> <li>• Establecer plan de capacitación</li> </ul>



---

**Programas, proyectos y actividades de manejo ambiental para los impactos ocasionados por la erosión hídrica en la microcuenca monte adentro**

---

orgánico

adaptación al cambio  
climático

en cuidado y preservación de cultivos captadores de carbono, de acuerdo con las características de la microcuenca.

Proyecto

Proyecto de siembra de cultivos de forraje en áreas estratégicas de la microcuenca como protección de las propiedades físicas del suelo.

Actividad

• Establecimiento de cultivos que favorezcan la captación de carbono, distribuyendo plántulas de especies que cumplan con esta función, a la vez que puedan servir como alimento para animales de corral.

---

## 5. Conclusiones

Mediante el análisis para la determinación de la cobertura, se comprobó, que la microcuenca Monte dentro, tiene una gran presión antrópica, ya que para el año 2015 más de la mitad de la microcuenca, exactamente con un 61.7%, ya que esta fracción de la cuenca corresponde a mosaicos de cultivos y praderas producto de actividades antrópicas y solo el 3,70% de ese mismo porcentaje es una degradación natural, por otro lado , ya para el año 2020 este porcentaje aumento a un 63,1% conllevando a que durante ese tiempo hubo un incremento del 1,42%, sin embargo, al ver que la parte alta de la cuenca se está viendo intervenida, ya que presenta parches de bosque fragmentado, se puede deducir que para escenarios futuros, parte del bosque denso que se encuentra allí, puede ser sustituido por cultivo intensivo o transitorio de fresa y papa, sabiendo que estas actividades producirían impactos ambientales irreversibles, debido a que esta zona está por encima de los 2800 msnm, esta altitud pertenece es zona de paramo, por tanto estos suelos deben ser destinados para la protección y conservación.

La microcuenca Monte dentro posee un alto grado de erosión moderada y severa, la cual va en aumentado, esto se debe principalmente a la ausencia de prácticas agrícolas conservadoras, ya que la erosión hídrica tiene la particularidad de ocasionar impactos como la perdida de materia orgánica, provocando perdidas del carbono orgánico que se encuentra almacenado en las primeras capas del suelo, debido a que más de la mitad de la cuenca esta intervenida y buena parte se encuentra ubicada en pendientes mayores al 50%, han provocado que la zona tenga niveles de erosión severos, ya que por encima de este porcentaje no se recomienda hacer prácticas agrícolas y en tal caso que se realicen, se deberá emplear técnicas de terrazas que permitan estabilizar las propiedades físicas del suelo.

La erosión hídrica provoca en la microcuenca una degradación del paisaje, ya que deja desnudo el suelo (sin cobertura vegetal) provocando que la capa superficial del suelo, donde se encuentra la materia orgánica, sea arrastrada; en algunas zonas se identificaron erosiones en surcos, efecto producido a consecuencia del cultivo intensivo de fresa, debido a que la cubierta plástica impide la infiltración del agua, provocando que la fuerza de escorrentía sea mayor, para esto se recomiendan medidas como la siembra de especies de sombrero y herbáceas como el caso del maní forrajero (*Arachis pintoi*) en los surcos de los cultivos y crear sistemas de bioingeniería como las terrazas de infiltración, con la finalidad de disminuir la velocidad del flujo y permitiendo con ello disminuir los sedimentos arrastrados, ya que la mayor parte donde se encuentran los cultivos corresponde a pendientes mayores al 30%, por otro lado, se propone en el área de estudio, que por encima de los 2800msnm se promuevan áreas protegidas de la sociedad civil, promoviendo incentivos económicos a los propietarios de esta zona, ya que debido a que esta zona es de nacimiento del río pamplonita, la cual abastece a gran parte del departamento, deberá ser destinado para la conservación del recurso hídrico.

La aplicación del modelo USLE en los sistemas de información geográficos como es el caso del Qgis, arrojó resultados buenos que nos permitió modelar el comportamiento de la tasa de erosión hídrica en una microcuenca, permitiendo identificar las zonas críticas que sufren algún proceso de degradación ambiental y con ello a emitir medidas de manejo ambiental para prevenir y mitigar esos procesos erosivos que pueden en un futuro próximo ocasionar una reducción considerable de los servicios ecosistémicos que se encuentran allí, por otro lado se hace un llamado y una alerta temprana a la administración municipal, autoridades ambientales y comunidad, de los riesgos posibles que puede ocasionar esta problemática si no se toman estas medidas inmediatamente.

## **6. Recomendaciones**

Para futuras investigaciones del modelo USLE aplicado a los SIG (sistemas de información geográficos) en la microcuenca Monteadentro se recomienda lo siguiente.

Para el factor K (erodabilidad del suelo) se recomienda hacer estudios de suelos aparte de los químicos, físicos como permeabilidad del suelo y estructura del suelo en la parte alta de la cuenca con el fin de determinar el valor de K en la parte del bosque denso.

Para el factor C y P se recomienda adaptar estos valores a la leyenda Corine land cover adaptada para Colombia, ya que los valores de C y P que se encuentran están en referencia a la Corine land cover de la Unión Europea, esto con el propósito de ser mas preciso en los resultados.

Para el tema de identificación de coberturas y usos del suelo, se recomienda usar ortofotos con el propósito de llevarlo a una escala más detallada.

### Referencias Bibliográficas

- Abdulkareem, J., Pradhan, B., Sulaiman, N. & Jamil, N. (2019). Prediction of spatial soil loss impacted by long-term land-use/land-cover change in a tropical watershed. *Geoscience Frontiers*, 10(2), 389-403. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2017.10.010>.
- Almagro, A., Thomé, T., Colman, C., Pereira, R., Marcato, J., Rodrigues, B., et al., (2019). Improving cover and management factor (C-factor) estimation using remote sensing approaches for tropical regions. *International Soil and Water Conservation Research*, 7(4), 325–334. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2019.08.005>.
- Calero, C. (2017). Remittances, Liquidity Constraints and Human Capital Investments in Ecuador. *World Development*, 37(4), 1143-1154.
- Castelan, R., Tamariz, V., Linares, G. & Cruz, A. (2015). Agresividad de las precipitaciones en la subcuenca del río San Marcos, Puebla, México. *Investigaciones Geográficas*, 1(83), 28-40. <https://doi.org/10.14350/rig.33480>.
- Conesa, V. (2014). *Metodología para el Cálculo de las Matrices Ambientales*. Recuperado de: <http://www.ambiente.chubut.gov.ar/wp-content/uploads/2015/01/Metodolog%C3%ADa-para-el-Calculo-de-las-Matrices-Ambientales.pdf>
- Corine. (1992), "Soil erosion risk and important land resources in the southern regions of the European Community". Recuperado de: [http://reports.eea.eu.int/COR0-soil/en/soil\\_erosion.pdf](http://reports.eea.eu.int/COR0-soil/en/soil_erosion.pdf)
- Corporación autónoma regional de la Frontera Nororiental. & Universidad Francisco de Paula Santander. (2018). *Plan integral de cambio climático departamento Norte de Santander*.

Recuperado de: 2017, 106.

[https://corponor.gov.co/corponor/PICCDNS/Plan\\_Integral\\_de\\_Cambio\\_Climatico\\_Departamento\\_Norte\\_de\\_Santander.pdf](https://corponor.gov.co/corponor/PICCDNS/Plan_Integral_de_Cambio_Climatico_Departamento_Norte_de_Santander.pdf)

Corporación autónoma regional de la Frontera Nororiental. (2010). *Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca hidrográfica del río Pamplonita*. 120. Recuperado de:

[http://www.corponor.gov.co/images/file/Resumen\\_Ejecutivo\\_POMCH\\_Pamplonita\\_ajustado.pdf](http://www.corponor.gov.co/images/file/Resumen_Ejecutivo_POMCH_Pamplonita_ajustado.pdf)

Del, H., En, S., Cuenca, N. & Tepatitlán, D. (2003). Integración de la EUPS a un SIG para estimar la erosión hídrica del suelo en una cuenca hidrográfica de Tepatitlán, Jalisco, México. *Terra Latinoamericana*, 21(2), 233–244.

Devatha, C., Deshpande, V. & Renukprasad, M. (2015). Estimation of Soil loss Using USLE Model for Kulhan Watershed, Chattisgarh- A Case Study. *Aquatic Procedia*, 4(2), 1429-1436. <https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2015.02.185>.

Escobar, D. (2019). *Estimación de la erosión hídrica en zona semiárida del norte chileno mediante la ecuación universal de pérdida de suelo (USLE): el caso de Ounitaqui (Iv Región de Coquimbo)*. Tesis de grado. Universidad de Chile. Santiago de Chile, Chile.

Fayas, C., Abeysingha, N., Nirmanee, G., Samaratunga, D. & Mallawatantri, A. (2019). Soil loss estimation using rusle model to prioritize erosion control in KELANI river basin in Sri Lanka. *International Soil and Water Conservation Research*, 7(2), 130–137. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2019.01.003>.

- García, A., González, O., Núñez, R., Serrano, J. & Vilchez, F. (2016). Riesgo de erosión hídrica y estimación volcánicos en México. *Cultivos Tropicales*, 37(2), 45–55.  
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3942.5527>.
- Gisbert, J., Ibañez, S. & Moreno, H. (2008). *El Factor K de la ecuación universal de pérdidas de suelo (USLE)*. Recuperado de:  
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16850/AD%20%20K%20USLE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- González, M. (1991). La ecuación universal de pérdidas de suelo. *Pasado, Presente y Futuro. Ecología*, 5(2), 13–50.
- Goudie, A. & Boardman, J. (2010). *Soil erosion. In Geomorphological Hazards and Disaster Prevention*. Recuperado de: <http://www.sciepub.com/reference/264387>
- Gvozdenovich, J. (2016). *Cálculo del factor R de la USLE a través del índice modificado de Fournier*. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/321058206>.
- Honorato, R., Barrales, L., Peña, I. & Barrera, F. (2001). Evaluación del Modelo Usle en la Estimación de la Erosión en Seis Localidades entre la IV y IX Región de Chile. *Revista Latinoamericana de Ciencias de La Agricultura*, 28(1), 7–14.  
<https://doi.org/10.4067/rcia.v28i1.431>.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. & Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. (2015). *Protocolo para la identificación y evaluación de la degradación de suelos por erosión*. Recuperado de:  
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023647/Protocolo-erosion.pdf>

- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2020). *Evolución de precipitación y de erosividad de la lluvia*. Bogotá: IDEAM.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2017). *Clasificación de las pendientes*. Recuperado de: <https://www.car.gov.co/uploads/files/5c1a9ff24fef0.pdf>
- Itzel, C. (2013). Estimación de pérdida de suelo por erosión hídrica en microcuenca de presa Madín. *México Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 34(2), 3-16.
- Kirkby, M. & Morgan, R. (1980). *Erosión del suelo*. Recuperado de: [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1307&context=ing\\_ambiental\\_sanitaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1307&context=ing_ambiental_sanitaria)
- Lianes, E., Marchamalo, M. & Román, M. (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. *Revista Agronomía Costarricense*, 33(2), 217-235.
- López, E., Torres, E., López, L., Flores, Á. D., Peña, R. & López, J. (2020). Estimation of soil erosion using USLE and GIS in the locality of Tzicatlacoyan, Puebla, México. *Soil and Water Research*, 15(1), 9–17. <https://doi.org/10.17221/165/2018-SWR>.
- López, R. & Delgado, F. (2015). *Degradación y manejo sostenible de suelos de sabana*. Mérida: Consejo de Publicaciones.
- Mancilla, G. (2008). *Uso y conservación de suelos: Uso de la ecuación universal de pérdidas de suelo (USLE) en el campo forestal*. Recuperado de: [https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/120400/Apuntes\\_docentes\\_USLE.pdf](https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/120400/Apuntes_docentes_USLE.pdf)



- Montanarella, L., Pennock, D. & McKenzie, N. (2016). *Estado mundial del recurso del suelo*.  
Recuperado de: <https://www.fao.org/3/i5126s/i5126s.pdf>
- Muhammad, A., Evenson, G., Stadnyk, T., Boluwade, A., Jha, S. & Coulibaly, P. (2019). Impact of model structure on the accuracy of hydrological modeling of a Canadian Prairie watershed. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 21(2), 40-56.  
<https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2018.11.005>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2017). Recuperado de: *Conservación de suelos y aguas en América Latina y el Caribe*. <http://www.fao.org/americas/prioridades/suelo-agua/es/>; consultado: septiembre de 2017.
- Organización de las Naciones Unidas. (2017). *Departamento de asuntos económicos y sociales*. New York: ONU.
- Pacheco, H., Marcano, A. & Cartaya, S. (2014). *Cálculo del factor C de la USLE, en la cuenca del río Carache, Trujillo Venezuela usando imágenes del Satélite Miranda VRSS-1*. Medellín: Internacional SELPER.
- Perez, N. (2010). *Valoración monetaria de los beneficios que puede rendir un uso óptimo del suelo en la Microcuenca Monteadentro del Río Pamplinita*. Cúcuta: Universidad de Pamplona.
- Piscitelli, M., Varni, M., Sfeir, A. & Ares, G. (2010). Valores de erodabilidad (factor K-USLE) para suelos representativos de la cuenca alta del arroyo Azul (partido de Azul- Buenos Aires). *Revista de La Facultad de Agronomía*, 109(1), 17–22.

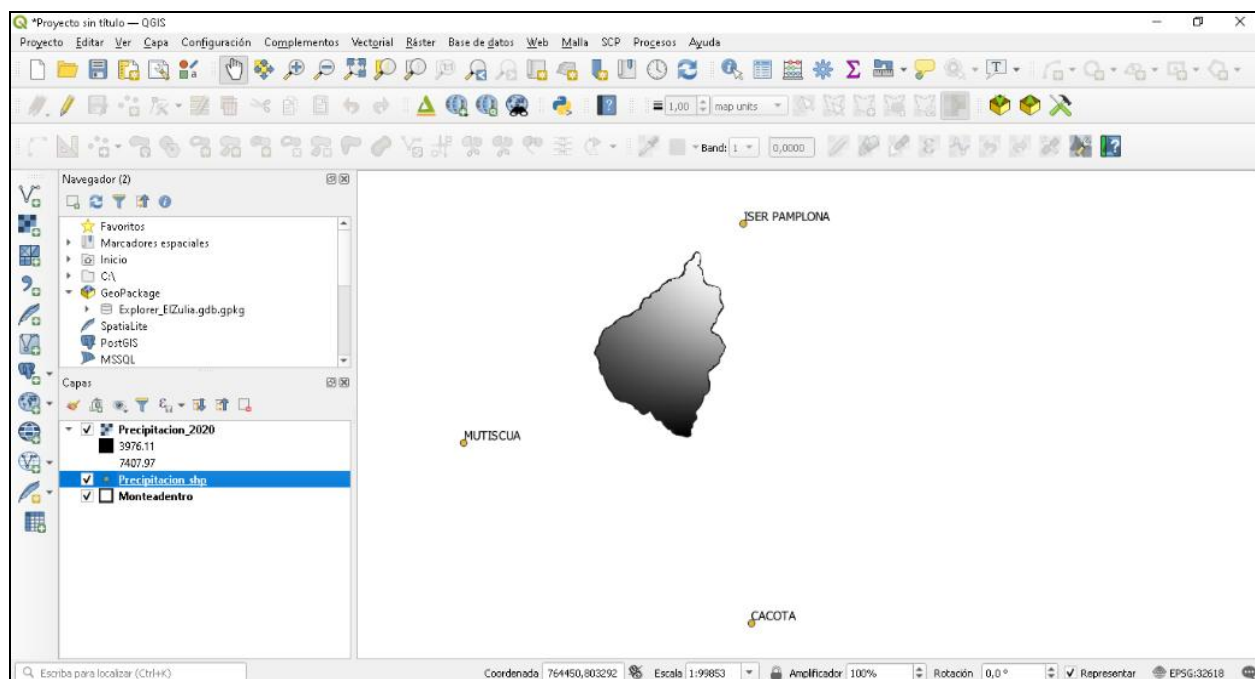
- Rios, J. (2018). *Erosión hídrica y evolución del relieve en las cuencas de los ríos Grande y San Andrés, Antioquia-Colombia*. Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Medellín, Colombia.
- Taboada, M., Rodríguez, M., Taboada, M. & Oropeza, J. (2010). Vulnerabilidad Estructural en Suelos de Textura Gruesa Bajo Cultivo y Huerta. *Terra Latinoamericana*, 29(1), 11-21.  
Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57319955002>
- Teng, H., Fen HU, J., Zhou, Y., Zhou, L. & Shi, Z. (2019). Modelling and mapping soil erosion potential in China. *Journal of Integrative Agriculture*, 18(2), 251–264.  
[https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(18\)62045-3](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(18)62045-3).
- Valenzuela, I. & Visconti, E. (2018). Influencia del clima, uso del suelo y profundidad sobre el contenido de carbono orgánico en dos pisos altitudinales andinos del departamento Norte de Santander, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 12(1), 233–243.  
<https://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i1.7349>.
- Valero, L., Delgado, F. & López, R. (2010). Planificación del uso de la tierra en cuencas altas con base en el riesgo de erosión y la productividad del suelo. *Revista Geográfica Venezolana*, 4(2), 51-93.
- Van, H. & Johnson, D. (2009). Feedbacks and synergism among biogeochemistry, basic ecology, and forest soil science. *Review Forest Ecology and Management*, 4(8), 2214-2223.
- Vanwalleghem, T., Gómez, J., Infante, J., González, M., Vanderlinden, K., Guzmán, G., et al., (2017). Impact of historical land use and soil management change on soil erosion and agricultural sustainability during the. *Anthropocene*. *Anthropocene*, 17(2), 13-29. Doi:

10.1016/j.ancene.2017.01.002

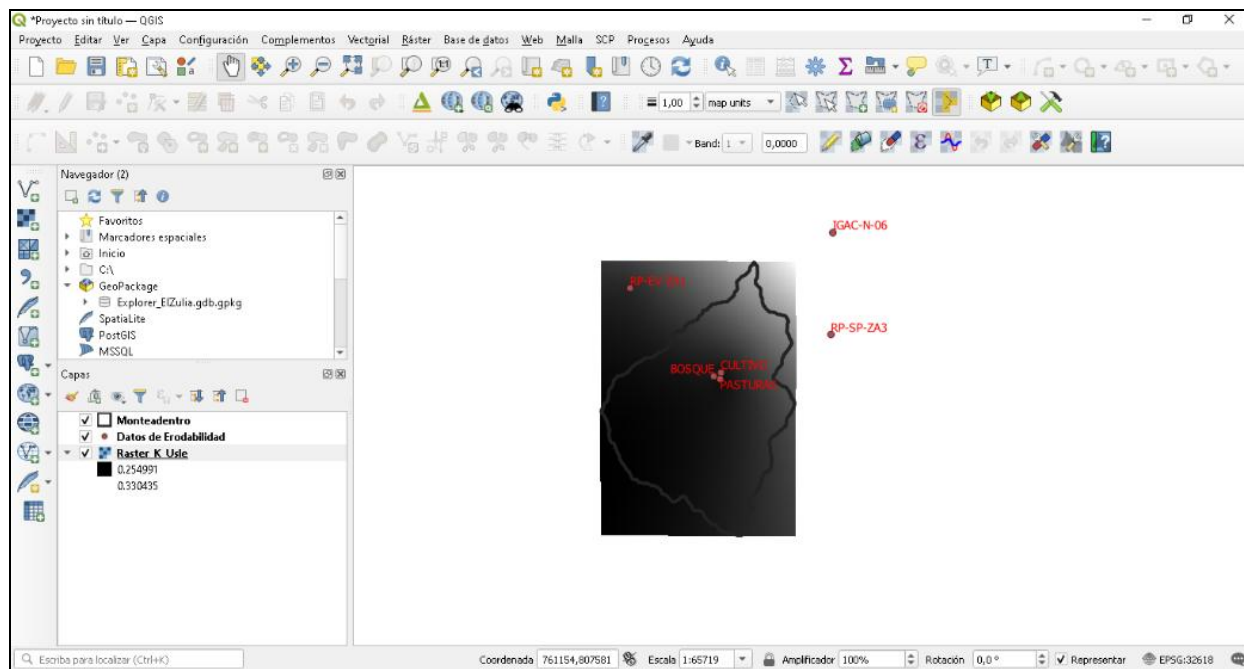
Zhu, M., He, W., Zhang, Q., Xiong, Y., Tan, S. & He, H. (2019). Spatial and temporal characteristics of soil conservation service in the area of the upper and middle of the Yellow River, China. *Heliyon*, 5(12), 29-85. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02985>.

## **Anexos**

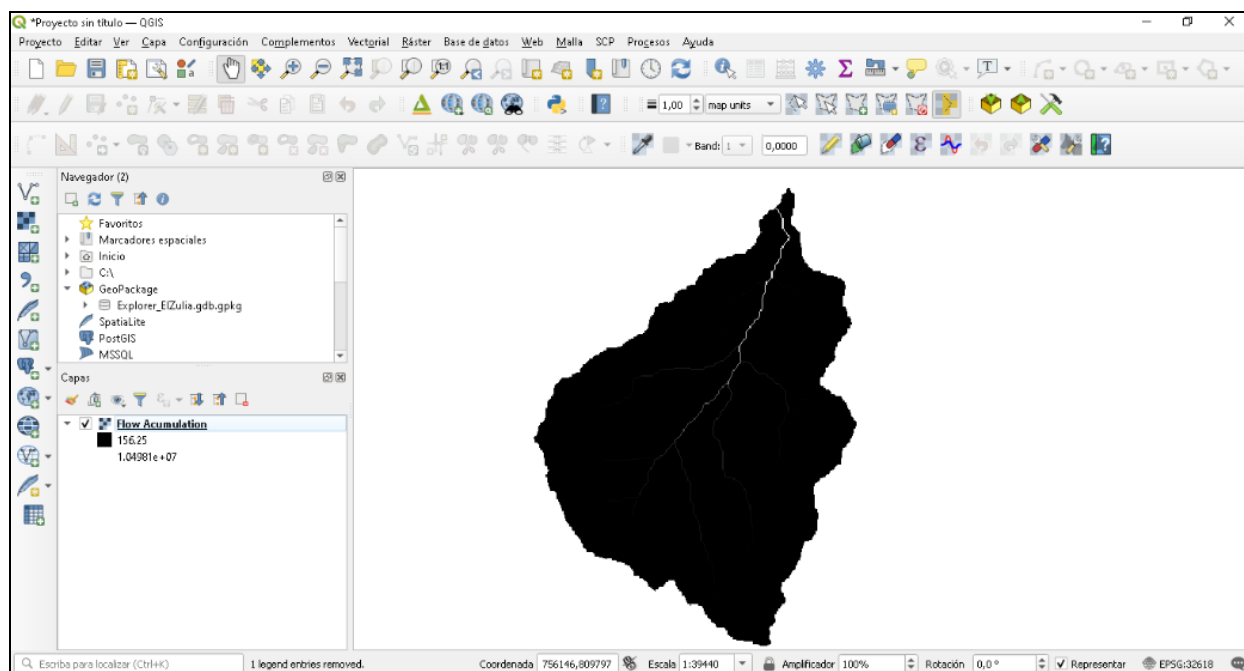
## Anexo 1. Raster de precipitación con sus respectivas estaciones



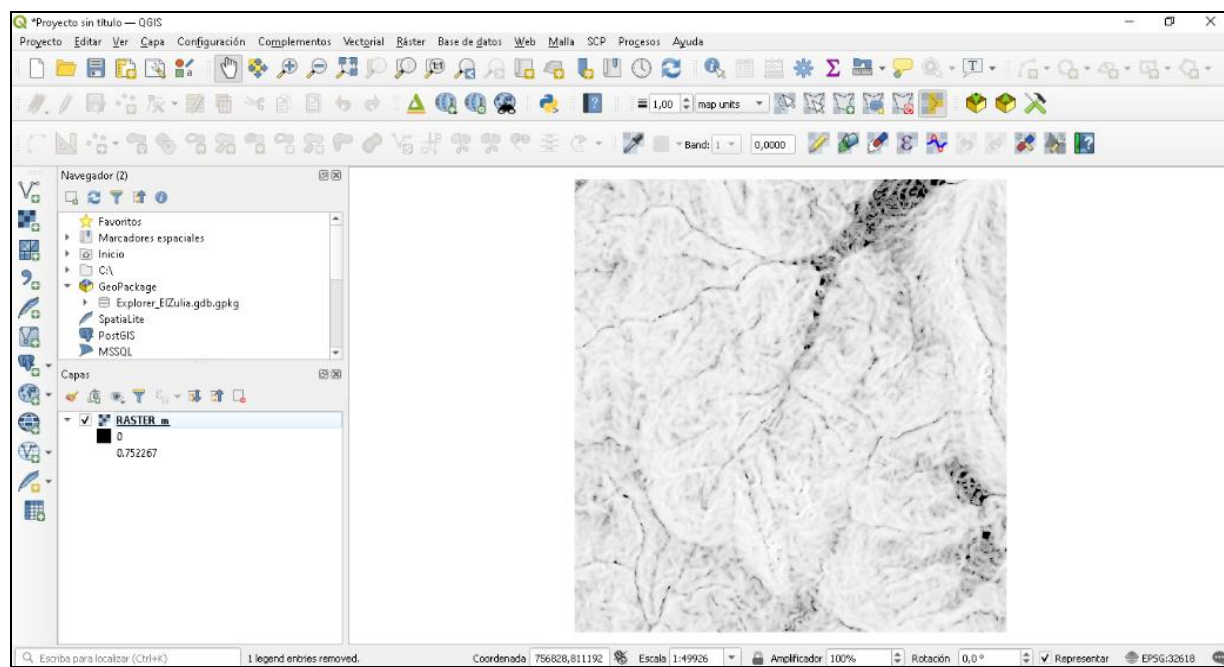
## Anexo 2. Raster de erodabilidad del suelo con sus respectivos perfiles de suelo



### Anexo 3. Raster de Acumulación de flujo para la microcuenca

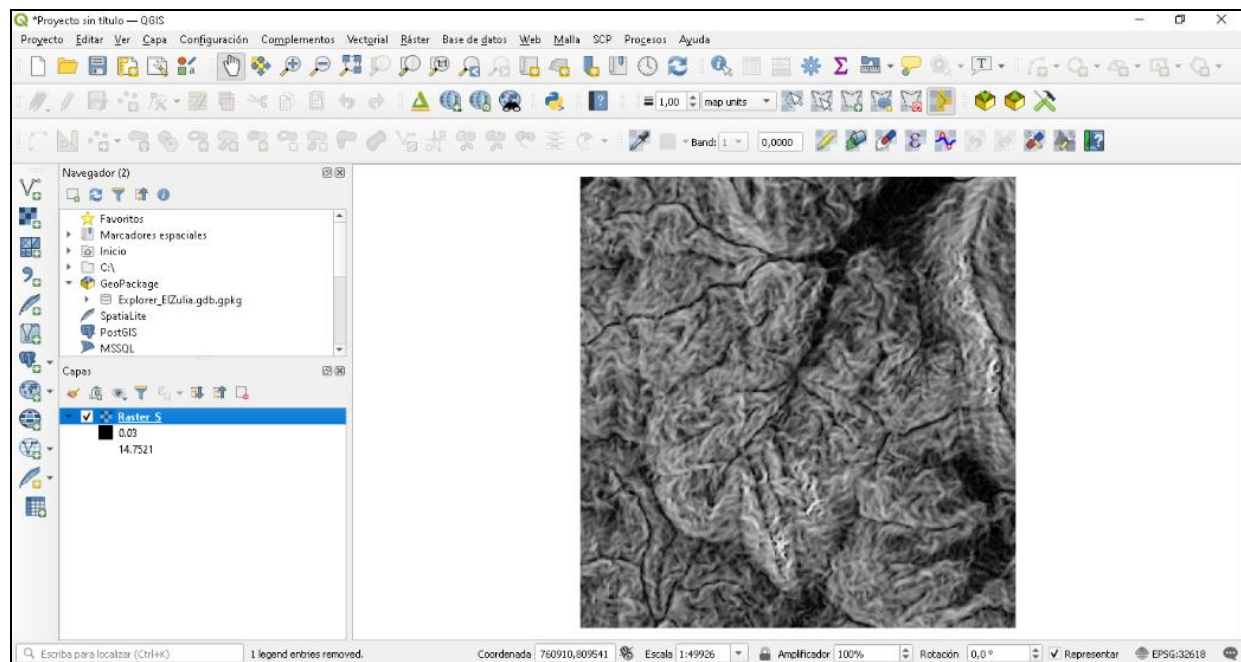


## Anexo 4. Raster de los valores de "m" para la microcuencia

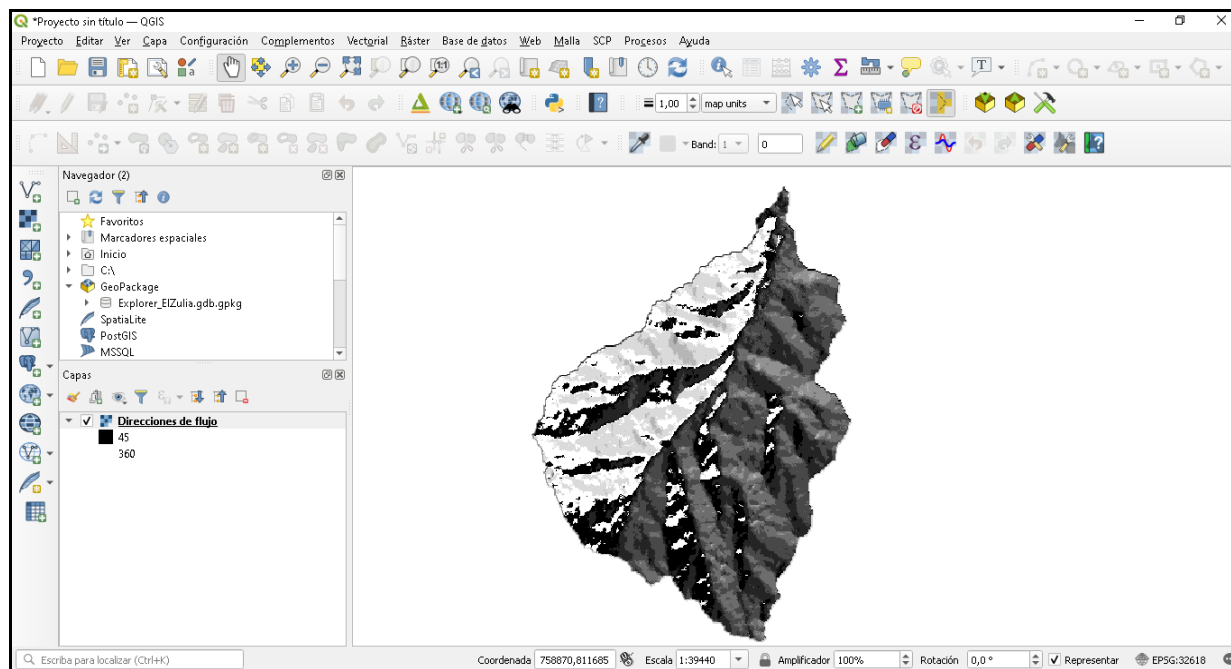




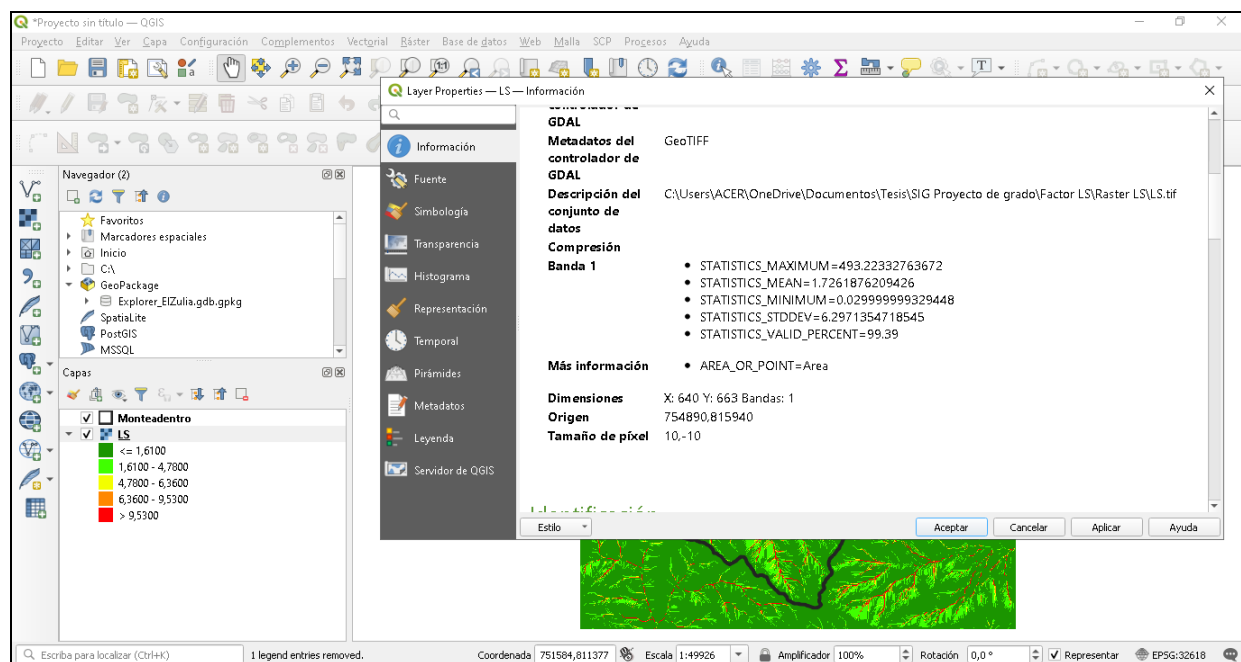
## Anexo 5. Raster de los valores de "S" para la microcuencia



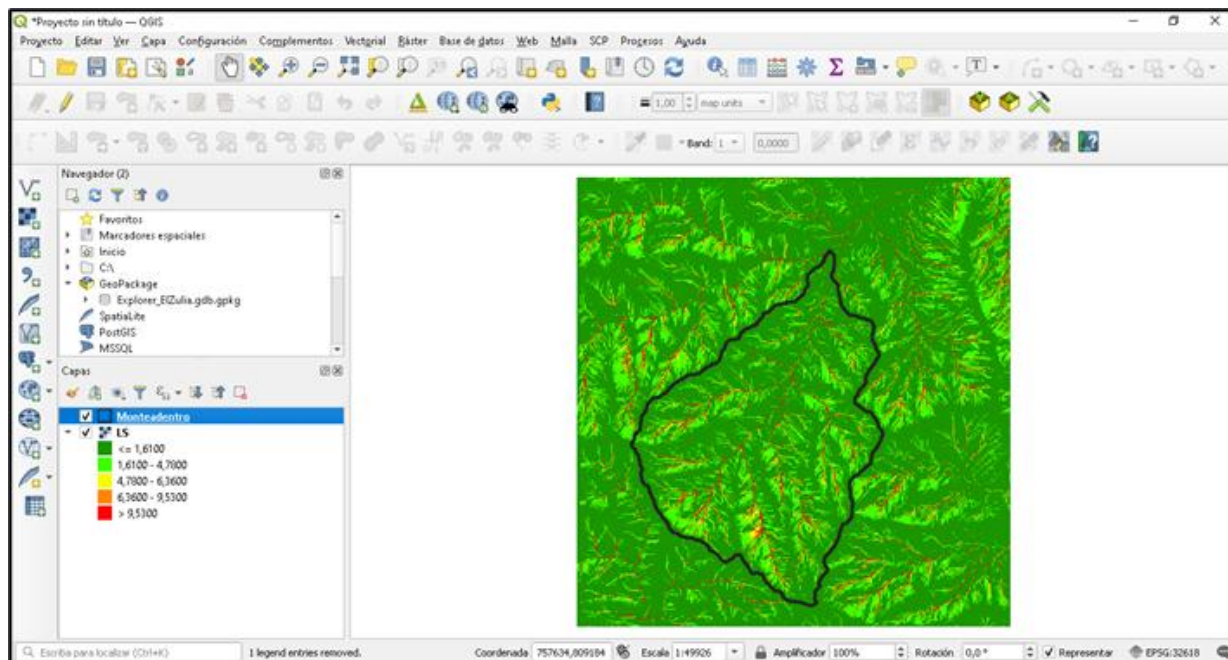
## Anexo 6. Raster de dirección de flujo para la microcuenca



## Anexo 7. Raster de los valores de "LS" con resolución de 10mx10m



## Anexo 8. Raster de Valores de LS para la microcuenca



### Anexo 9. Cultivo intensivo de fresa en ladera





### Anexo 10. Aplicación de agroquímicos a cultivo intensivo de fresa



**Anexo 11. Erosión hídrica en zona de alta pendiente en la microcuenca**

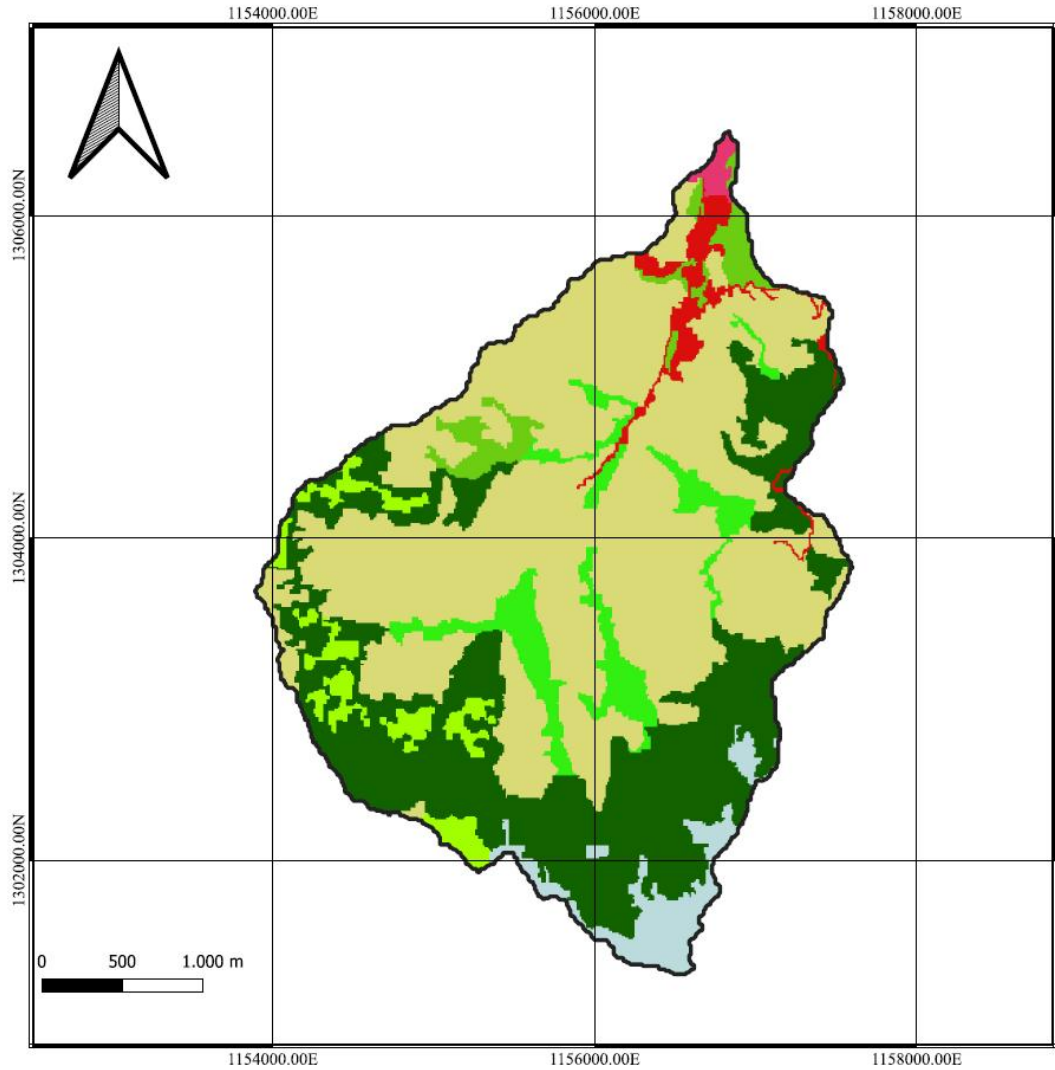


**Anexo 12. Toma de coordenadas de la zona de estudio para la validación de datos de coberturas del suelo**



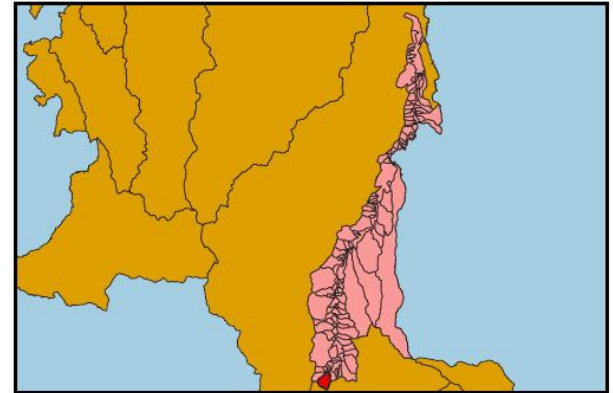


Anexo 13. Corine land cover multitemporal



**UFPS** Universidad Francisco de Paula Santander  
Vigilada Mineducación

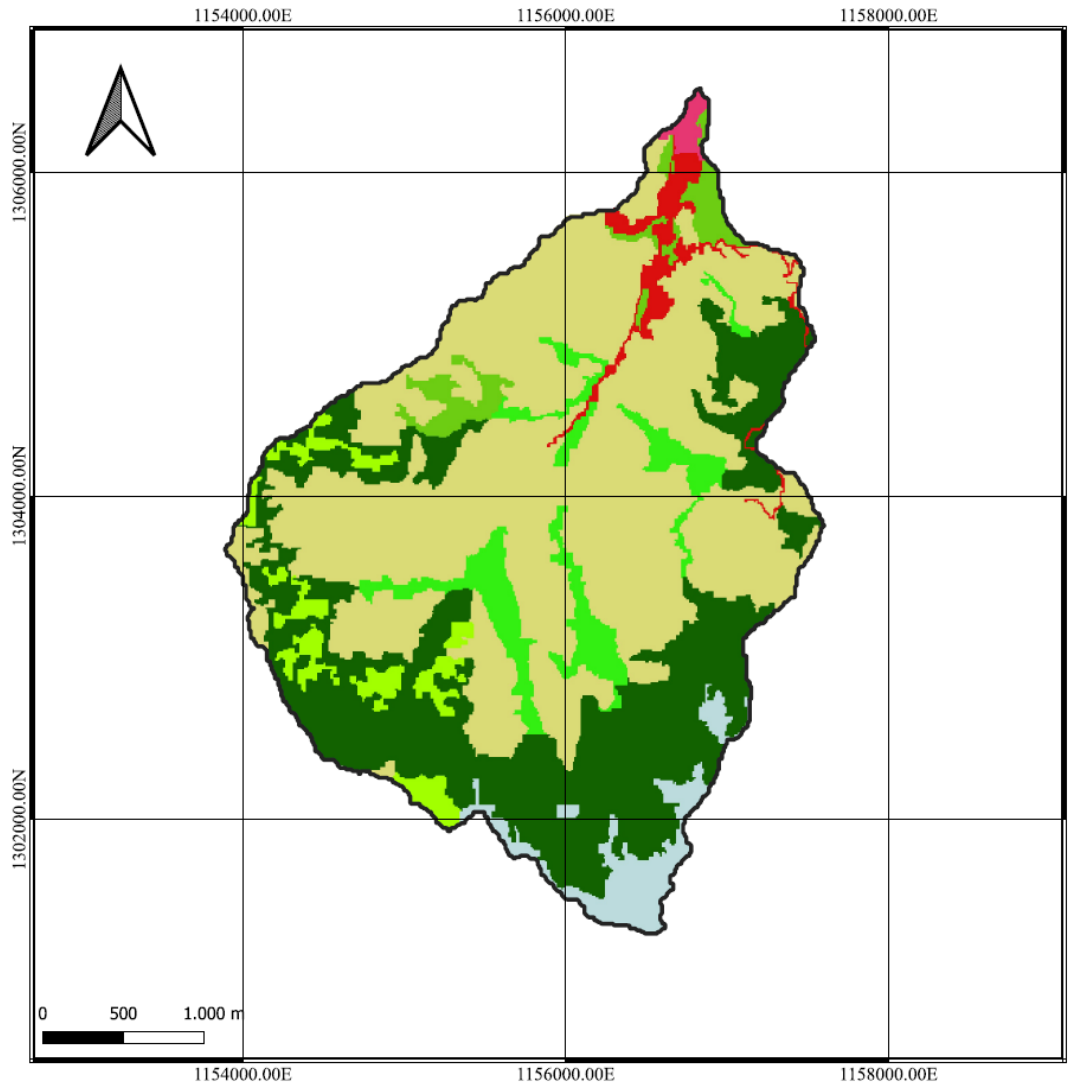
MAPA DE USO Y COBERTURA DEL SUELO 2015



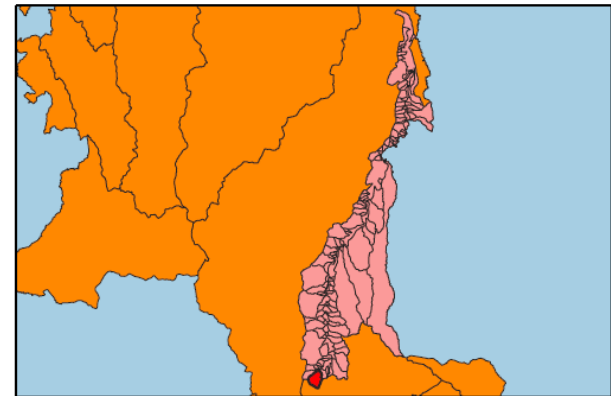
**Leyenda**

Area de Estudio	<b>Clasificación</b>
Limite de la Microcuenca	Tejido Urbano continuo
Cuenca Pamplonita	Tejido Urbano discontinuo
Cuencas Departamento	Mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales
	Vegetacion secundaria o en transicion
	Tierras desnudas o degradadas
	Bosque denso
	Bosque de galería o ripario
	Bosque fragmentado

ELABORADO POR: Geovanny Correa y Neider Acevedo	SRC: EPSG:3116 - MAGNA SIRGA / Colombia - Bogotá
Escala de trabajo: 1:25.000	
Fecha de elaboracion: Marzo 2022	
Supervisado por: M.Sc. Ibonne Valenzuela	



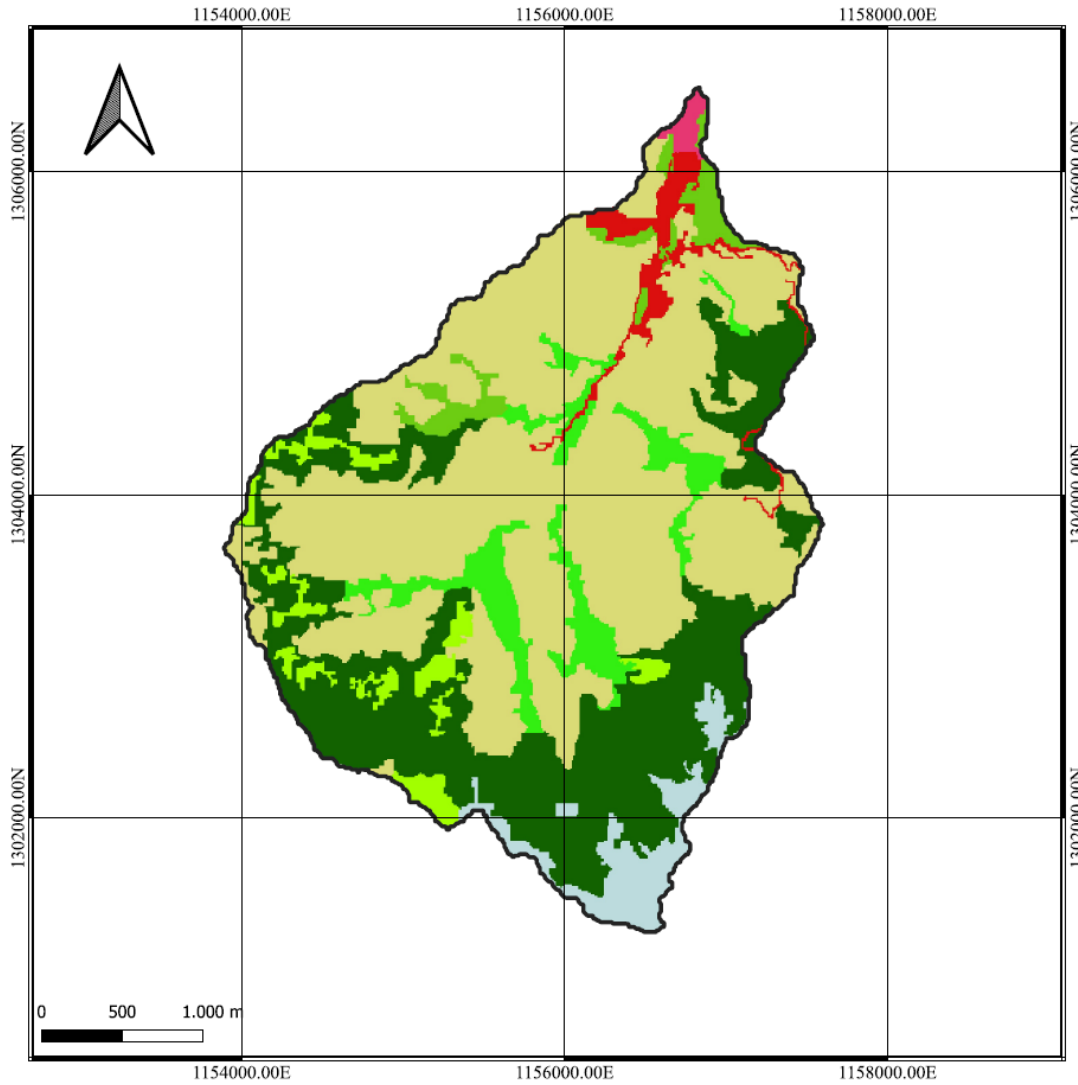
MAPA DE USO Y COBERTURA DEL SUELO 2016



**Leyenda**

Area de Estudio	<b>Clasificación</b>
Limite de la Microcuenca	Tejido Urbano continuo
Cuenca Pamplonita	Tejido Urbano discontinuo
Cuencas Departamento	Mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales
	Vegetacion secundaria o en transicion
	Tierras desnudas o degradadas
	Bosque denso
	Bosque de galeria o ripario
	Bosque fragmentado

ELABORADO POR: Geovanny Correa y Neider Acevedo	SRC: EPSG:3116 - MAGNA SIRGA / Colombia - Bogotá
Escala de trabajo: 1:25.000	
Fecha de elaboracion: Marzo 2022	
Supervisado por: M.Sc. Ibonne Valenzuela	



**UF**  
**PS** **Universidad Francisco de Paula Santander**  
Vigilada Mineducación

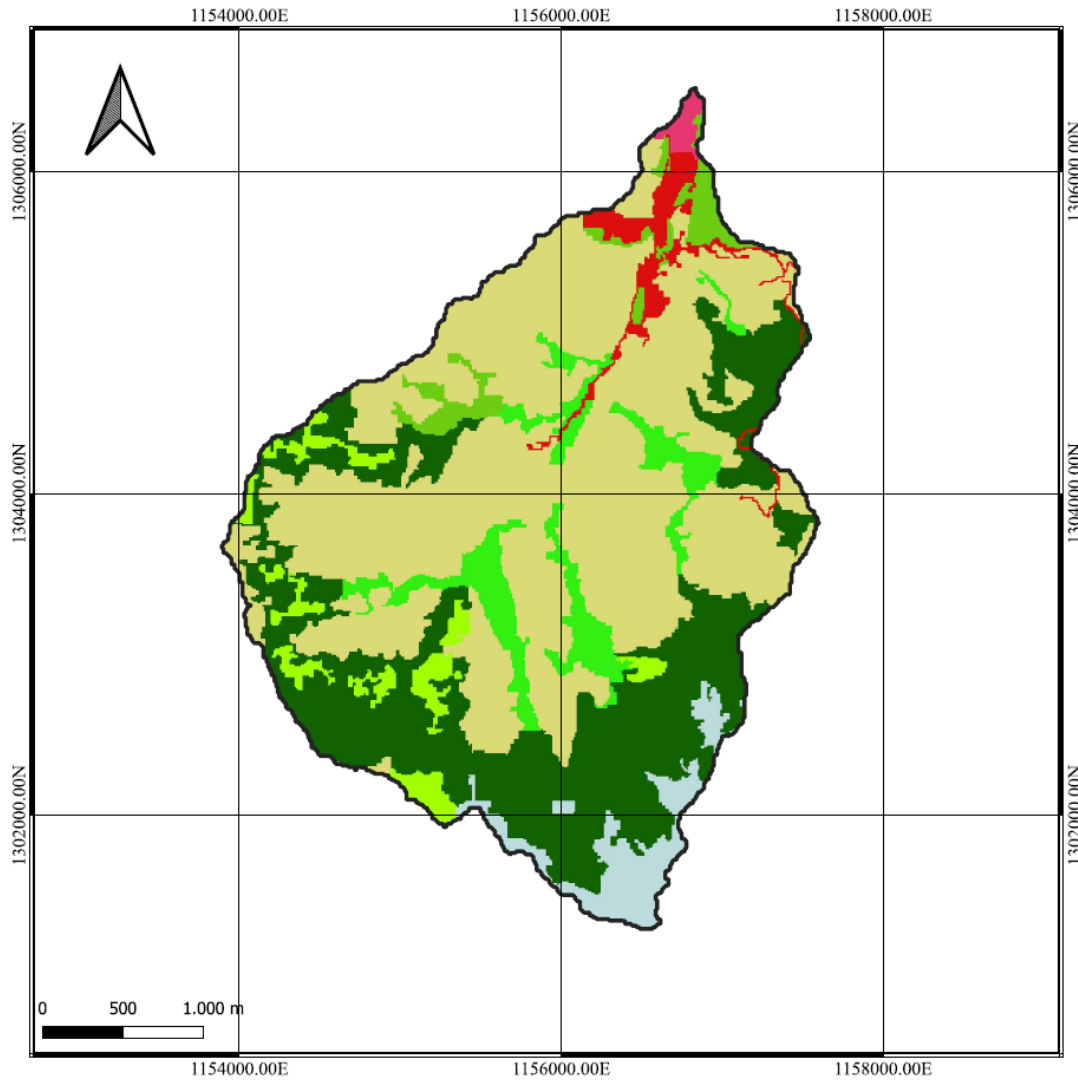
MAPA DE USO Y COBERTURA DEL SUELO 2017



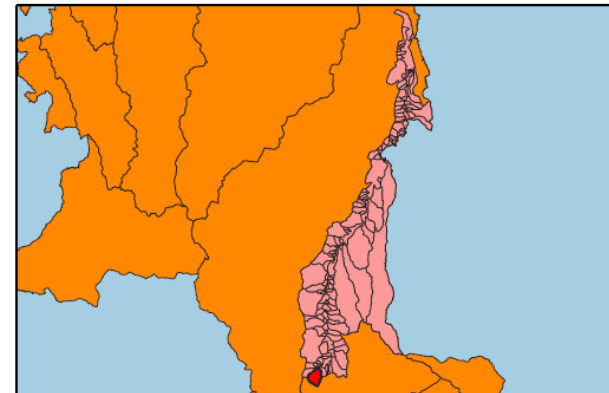
**Leyenda**

Area de Estudio	<b>Clasificación</b>
Limite de la Microcuenca	Tejido Urbano continuo
Cuenca Pamplonita	Tejido Urbano discontinuo
Cuencas Departamento	Mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales
	Vegetacion secundaria o en transicion
	Tierras desnudas o degradadas
	Bosque denso
	Bosque de galeria o ripario
	Bosque fragmentado

ELABORADO POR: Geovanny Correa y Neider Acevedo	SRC: EPSG:3116 - MAGNA SIRGA / Colombia - Bogotá
Escala de trabajo: 1:25.000	
Fecha de elaboracion: Marzo 2022	
Supervisado por: M.Sc. Ibonne Valenzuela	



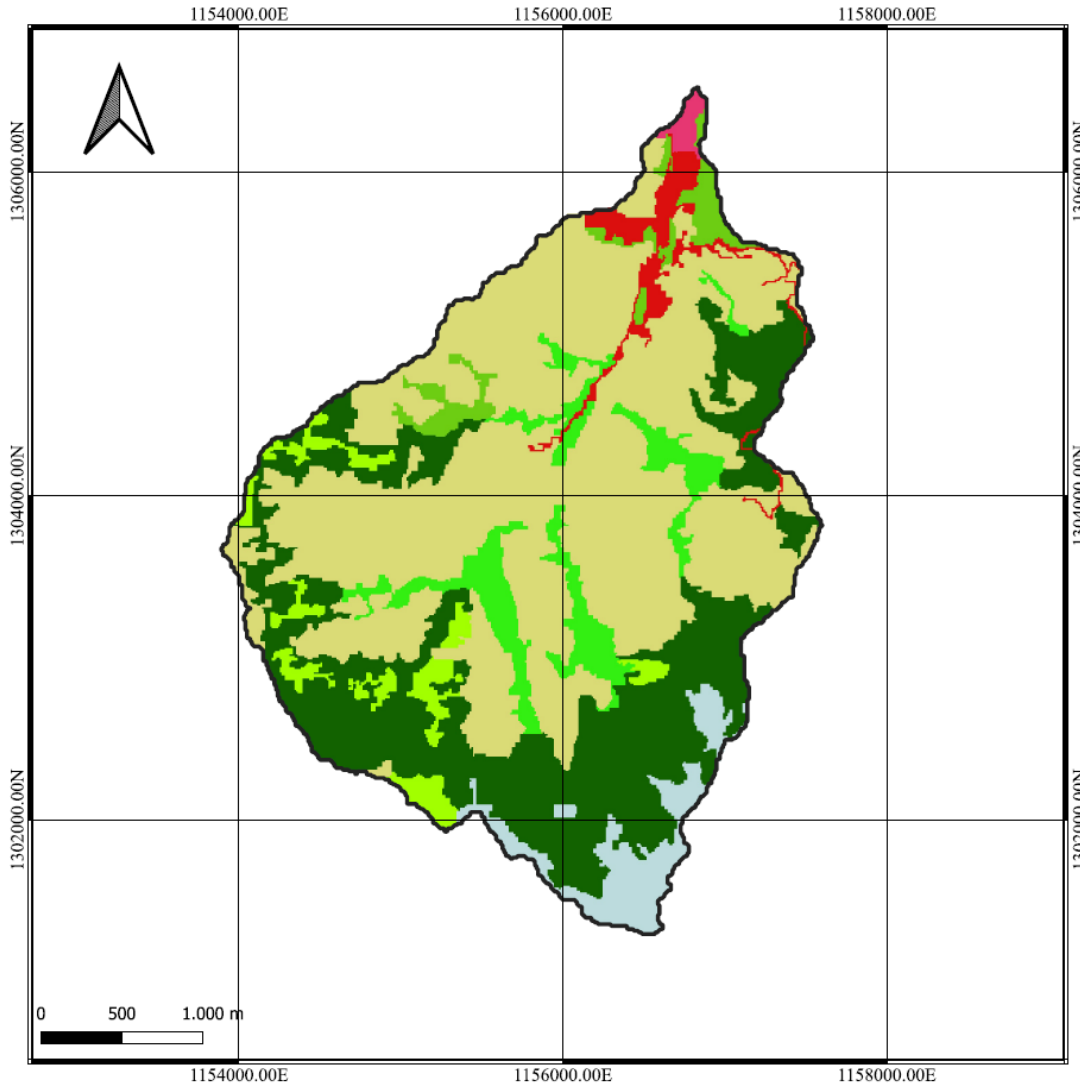
MAPA DE USO Y COBERTURA DEL SUELO 2018



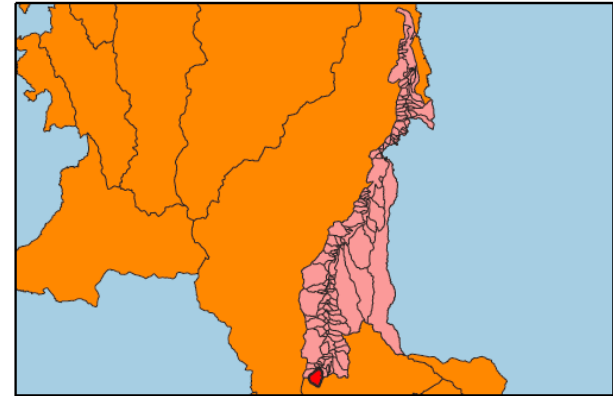
**Leyenda**

Area de Estudio	<b>Clasificación</b>
Limite de la Microcuenca	Tejido Urbano continuo
Cuenca Pamplonita	Tejido Urbano discontinuo
Cuencas Departamento	Mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales
	Vegetacion secundaria o en transicion
	Tierras desnudas o degradadas
	Bosque denso
	Bosque de galeria o ripario
	Bosque fragmentado

ELABORADO POR: Geovanny Correa y Neider Acevedo	SRC: EPSG:3116 - MAGNA SIRGA / Colombia - Bogotá
Escala de trabajo: 1:25.000	
Fecha de elaboracion: Marzo 2022	
Supervisado por: M.Sc. Ibonne Valenzuela	



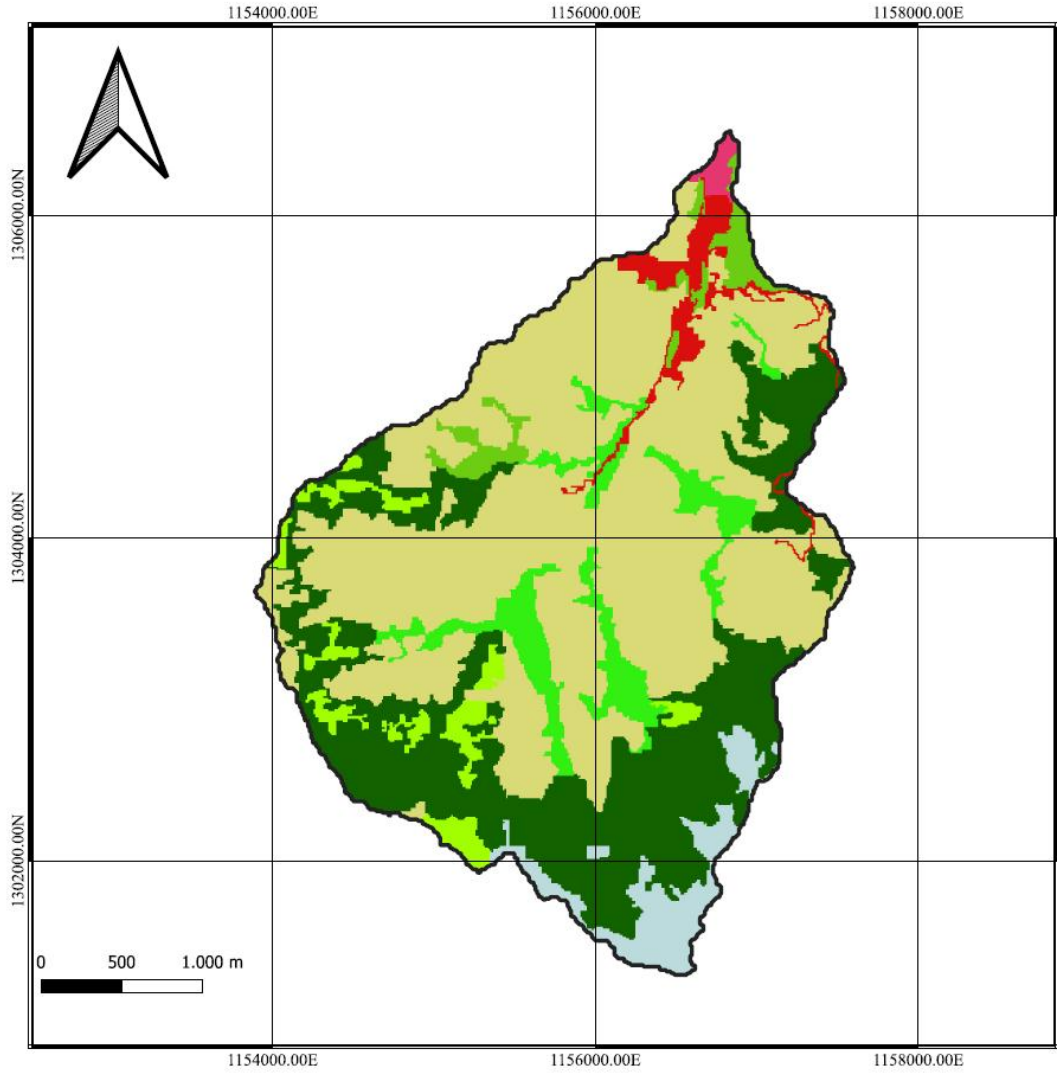
MAPA DE USO Y COBERTURA DEL SUELO 2019



**Leyenda**

Area de Estudio	<b>Clasificación</b>
Limite de la Microcuenca	Tejido Urbano continuo
Cuenca Pamplonita	Tejido Urbano discontinuo
Cuencas Departamento	Mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales
	Vegetacion secundaria o en transicion
	Tierras desnudas o degradadas
	Bosque denso
	Bosque de galeria o ripario
	Bosque fragmentado

ELABORADO POR: Geovanny Correa y Neider Acevedo	SRC: EPSG:3116 - MAGNA SIRGA / Colombia - Bogotá
Escala de trabajo: 1:25.000	
Fecha de elaboracion: Marzo 2022	
Supervisado por: M.Sc. Ibonne Valenzuela	



MAPA DE USO Y COBERTURA DEL SUELO 2020



**Leyenda**

<span style="color: red;">■</span> Area de Estudio	<b>Clasificación</b>
<span style="border: 1px solid black;"> </span> Limite de la Microcuenca	<span style="background-color: #f080f0;">■</span> Tejido Urbano continuo
<span style="background-color: #f08080;">■</span> Cuenca Pamplonita	<span style="background-color: #ff0000;">■</span> Tejido Urbano discontinuo
<span style="background-color: #e69a00;">■</span> Cuencas Departamento	<span style="background-color: #f0e68c;">■</span> Mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales
	<span style="background-color: #90ee90;">■</span> Vegetacion secundaria o en transicion
	<span style="background-color: #add8e6;">■</span> Tierras desnudas o degradadas
	<span style="background-color: #006400;">■</span> Bosque denso
	<span style="background-color: #32cd32;">■</span> Bosque de galeria o ripario
	<span style="background-color: #90ee90;">■</span> Bosque fragmentado

ELABORADO POR: Geovanny Correa y Neider Acevedo	SRC: EPSG:3116 - MAGNA SIRGA / Colombia - Bogotá
Escala de trabajo: 1:25.000	
Fecha de elaboracion: Marzo 2022	
Supervisado por: M.Sc. Ibonne Valenzuela	



## Anexo 14. Fichas de manejo ambiental-monteadentro

### PROGRAMA DE DELIMITACIÓN DE ZONAS DE PROTECCIÓN ESPECIAL EN ALTITUDES MAYORES A 2800 M.S.N.M(ZONA DE PARAMO)

<p align="center"><b>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES CAUSADOS POR LA EROSIÓN HÍDRICA Y LAS ACTIVIDADES ANTROPICAS RELACIONADAS A ESTA EN LA MICROCUENCA MONTEADENTRO-PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER.</b></p>		
<p align="center"><b>PROGRAMA DE DELIMITACIÓN DE ZONAS DE PROTECCIÓN ESPECIAL EN ALTITUDES MAYORES A 2800 M.S.N.M(ZONA DE PARAMO)</b></p>		
<p align="center"><b>PROYECTO 1: COMPENSACIÓN ECOLÓGICA PARA LA PRESERVACIÓN Y LA REFORESTACIÓN DE BOSQUES EN LA MICROCUENCA</b></p>		<p><b>FICHA N°1</b></p>
<p><b>OBJETIVO:</b> garantiza la sostenibilidad de las zonas de bosque denso y bosque ripario en la microcuenca monte adentro, preservando las especies endémicas de la región, especialmente en las zonas que sobrepasen los 2800 m.s.n.m</p>		
<p><b>IMPACTO A MANEJAR:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Degradación física y biológica del suelo.</li> <li>• Pérdida del suelo por escorrentía laminar.</li> <li>• Contaminación periódica de cuerpos de agua superficial con material mineral introducido a través de la escorrentía laminar.</li> <li>• Pérdida de cobertura vegetal natural.</li> <li>• Pérdida de biomas</li> <li>• Separación de ecosistemas</li> <li>• Pérdida de biomas</li> <li>• Pérdida de especies</li> </ul>	<p><b>TIPO DE MANEJO :</b> mitigación de los impactos ambientales</p>	<p><b>ETAPAS QUE LO PRODUCEN:</b> se produce por medio de expansión agrícola y ganadera, de igual forma por la implementación de prácticas agrícolas no conservadoras</p>
<p><b>ACTIVIDADES DE MANEJO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir estrategias de incentivo que den prelación a miembros activos de la comunidad que participen y apoyen procesos de reforestación en las áreas impactadas de la microcuenca (Reducción de impuestos, menor costo de servicios públicos, subsidios a sembradores de bosque, entre otras).</li> <li>• Actualizar base de datos de habitantes en la microcuenca y la distribución de las familias en la microcuenca.</li> </ul>	<p><b>ACTIVIDADES DE APLICACIÓN:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No aplica.</li> </ul>	
<p><b>INFORMACIÓN A CONSIDERAR PARA EL DISEÑO DE INDICADORES</b></p> <p>Base de datos actualizada con el registro de familias que reciben beneficios del programa de compensación ecológica sobre el total de familias que habitan en la microcuenca.</p>	<p><b>RESPONSABLES:</b> Administración municipal.</p> <p><b>PERSONAL REQUERIDO:</b> Secretario(a) de planeación, personal en el área de trabajo social.</p>	
	<p><b>MARCO JURÍDICO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Decreto 1257 de 2017.</li> <li>• Ley 2173 de 2021</li> </ul>	

<b>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES CAUSADOS POR LA EROSIÓN HÍDRICA Y LAS ACTIVIDADES ANTROPICAS RELACIONADAS A ESTA EN LA MICROCUENCA MONTE ADENTRO-PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER.</b>		
<b>PROGRAMA DE DELIMITACIÓN DE ZONAS DE PROTECCIÓN ESPECIAL EN ALTITUDES MAYORES A 2800 M.S.N.M(ZONA DE PARAMO)</b>		
<b>PROYECTO 2: PROYECTO ESPECIAL DE REFORESTACIÓN EN ZONAS DE ALTA PENDIENTE Y RONDA HIDRICA ORIENTADO POR LA ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL</b>		<b>FICHA N°2</b>
<b>OBJETIVO:</b> garantiza la sostenibilidad de las zonas de bosque denso y bosque ripario en la microcuenca monte adentro, preservando las especies endémicas de la región, especialmente en las zonas que sobrepasen los 2800 m.s.n.m		
<b>IMPACTO A MANEJAR:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Degradación física y biológica del suelo.</li> <li>• Pérdida del suelo por escorrentía laminar.</li> <li>• Contaminación periódica de cuerpos de agua superficial con material mineral introducido a través de la escorrentía laminar.</li> <li>• Pérdida de cobertura vegetal natural.</li> <li>• Pérdida de biomasa</li> <li>• Separación de ecosistemas</li> <li>• Pérdida de biomasa</li> <li>• Pérdida de especies</li> </ul>	<b>TIPO DE MANEJO :</b> mitigación de los impactos ambientales	<b>ETAPAS QUE LO PRODUCEN:</b> se produce por medio de expansión agrícola y ganadera, de igual forma por la implementación de prácticas agrícolas no conservadoras
<b>ACTIVIDADES DE MANEJO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer las áreas de intervención prioritaria, de necesidad de intervención media y baja.</li> <li>• Selección de especies a emplear en el programa de reforestación de la microcuenca, como medida de contención de la erosión hídrica laminar en la microcuenca. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquisición de plántulas para el fortalecimiento del plan de reforestación en la microcuenca.</li> </ul> </li> </ul>	<b>ACTIVIDADES DE APLICACIÓN:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No aplica.</li> </ul>	
<b>INFORMACIÓN A CONSIDERAR PARA EL DISEÑO DE INDICADORES</b> Cantidad total de hectáreas reforestadas en el programa de siembra y creación de bosque en la microcuenca	<b>RESPONSABLES:</b> Administración municipal. <b>PERSONAL REQUERIDO:</b> Secretario(a) de planeación, personal en el ambiental y UMATA.	
	<b>MARCO JURIDICO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Decreto 1257 de 2017.</li> <li>• Ley 2173 de 2021</li> </ul>	



**PROGRAMA DE MANEJO Y CONSERVACIÓN Y BUENAS PRACTICAS PARA LA PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LA MICROCUENCA MONTEADENTRO**

<b>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES CAUSADOS POR LA EROSIÓN HÍDRICA Y LAS ACTIVIDADES ANTROPICAS RELACIONADAS A ESTA EN LA MICROCUENCA MONTEADENTRO-PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER.</b>		
<b>PROGRAMA DE MANEJO Y CONSERVACIÓN Y BUENAS PRACTICAS PARA LA PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LA MICROCUENCA MONTEADENTRO</b>		
<b>PROYECTO 1: FORMULACIÓN DE UN PORH PARA LA QUEBRADA MONTEADENTRO</b>		<b>FICHA N°3</b>
<b>OBJETIVO:</b> Establecer un modelo de ordenación y usos del suelo en la microcuenca monteadentro, que disminuyan la susceptibilidad de la misma de sufrir los impactos ambientales causados por la erosión laminar.		
<b>IMPACTO A MANEJAR:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Degradación física y biológica del suelo.</li> <li>• Pérdida del suelo por escorrentía laminar.</li> <li>• Contaminación periódica de cuerpos de agua superficial con material mineral introducido a través de la escorrentía laminar.</li> <li>• Pérdida de cobertura vegetal natural.</li> <li>• Pérdida de biomasa</li> <li>• Separación de ecosistemas</li> <li>• Pérdida de biomasa</li> <li>• Pérdida de especies</li> </ul>	<b>TIPO DE MANEJO :</b> mitigación de los impactos ambientales	<b>ETAPAS QUE LO PRODUCEN:</b> se produce por medio de expansión agrícola y ganadera, de igual forma por la implementación de prácticas agrícolas no conservadoras.
<b>ACTIVIDADES DE MANEJO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de la etapa de aprestamiento y alistamiento de información disponible, para la consolidación del diagnóstico de la microcuenca.</li> <li>• Consolidación de análisis y estudios factibles para establecer el estado de la microcuenca.</li> <li>• Formular medidas de ordenamiento del recurso hídrico en la microcuenca Monteadentro.</li> </ul>	<b>ACTIVIDADES DE APLICACIÓN:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar compendios ambientales pedagógicos y económicos a personas que talen en riveras de quebradas, contribuyendo a que se protejan zonas delimitadas como bosque ripario de protección de cuerpos de agua superficiales de la microcuenca Monteadentro.</li> </ul>	
<b>INFORMACIÓN A CONSIDERAR PARA EL DISEÑO DE INDICADORES</b> Tener en cuenta la oferta y demanda del recurso hídrico para los usos agrícolas, ganaderos y domésticos, con el propósito de que se haga una gestión integral de este.	<b>RESPONSABLES:</b> Administración municipal. <b>PERSONAL REQUERIDO:</b> Secretario(a) de planeación, prestador del servicio público de agua potable, como garantes de cumplimiento del PORH	
	<b>MARCO JURÍDICO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolución 957 de 2018.</li> <li>• Decreto 1090 de 2018</li> <li>• Decreto 1076 de 2015</li> </ul>	

**PROGRAMA CIVICO- CULTURAL EL AGUA COMO RECURSO ESENCIAL PARA LA VIDA**

<b>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES CAUSADOS POR LA EROSIÓN HÍDRICA Y LAS ACTIVIDADES ANTROPICAS RELACIONADAS A ESTA EN LA MICROCUENCA MONTE ADENTRO-PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER.</b>		
<b>PROGRAMA CIVICO- CULTURAL EL AGUA COMO RECURSO ESENCIAL PARA LA VIDA</b>		
<b>PROYECTO 1: DE CAPACITACIÓN EDUCATIVO PARA LA PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE SUELOS COMO MEDIDA DE CONSERVACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO (CIENCIAS BASICAS DEL SUELO)</b>		<b>FICHA N°4</b>
<b>OBJETIVO:</b> Establecer un plan de capacitación ambiental en el área de practicas de conservación del suelo, enfocado a la capacitación infantil desde las instituciones educativas rurales uicadas en la Microcuenca.		
<b>IMPACTO A MANEJAR:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Degradación física y biologica del suelo.</li> <li>• Pérdida del suelo por escorrentia laminar.</li> <li>• Contaminación periodica de cuerpos de agua superficial con material mineral introducido a travez de la escorrentia laminar.</li> <li>• Pérdida de cobertura vegetal natural.</li> <li>• pérdida de biomas</li> <li>• Separación de ecosistemas</li> <li>• Pérdida de biomas</li> <li>• Pérdida de especies</li> <li>• Contaminación del recurso hídrico por altos niveles de turbidez</li> <li>• Contaminación del recurso hídrico por uso excesivo de agroquimicos y pesticidas.</li> </ul>	<b>TIPO DE MANEJO :</b> mitigación de los impactos ambientales mediante un programa de adaptación que integre mecanismos de gestión educativos, de capacitación con planes de acción e intervención en la microcuenca.	<b>ETAPAS QUE LO PRODUCEN:</b> se produce por medio de expansión agricola y ganadera, de igual forma por la implementación de practicas agricolas no conservadoras.
<b>ACTIVIDADES DE MANEJO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulación del PRAE para la microcuenca Monte dentro aplicado a las instituciones educativas rurales en la vereda.</li> </ul>	<b>ACTIVIDADES DE APLICACIÓN:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementación de actividades propuestas en los PRAE educativos diseñados para la Microcuenca Monte dentro</li> </ul>	
<b>INFORMACIÓN A CONSIDERAR PARA EL DISEÑO DE INDICADORES</b> Numero de estudiantes y docentes que han participado en capacitaciones y proyectos, que fomenta la conservacion y proteccion de la microcuenca Monte dentro.	<b>RESPONSABLES:</b> Instituciones educativas de la microcuenca Monte dentro. <b>PERSONAL REQUERIDO:</b> Docentes encargados del área de gestión ambiental.	
	<b>MARCO JURIDICO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Decreto 1743 de 1994.</li> </ul>	

**PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE PRACTICAS DE BIOINGENIERIA EN ÁREAS DE ALTA PENDIENTE.**

<b>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES CAUSADOS POR LA EROSIÓN HÍDRICA Y LAS ACTIVIDADES ANTROPICAS RELACIONADAS A ESTA EN LA MICROCUENCA MONTE ADENTRO-PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER.</b>		
<b>PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE PRACTICAS DE BIOINGENIERIA EN ÁREAS DE ALTA PENDIENTE</b>		
<b>PROYECTO 1: PROYECTO DE DELIMITACIÓN DE ÁREAS QUE REQUIEREN PRACTICAS DE BIOINGENIERIA.</b>		<b>FICHA N°5</b>
<b>OBJETIVO:</b> Establecer un programa de recuperación de las zonas que por su importancia ecologica y estado actual requieran restauración.		
<b>IMPACTO A MANEJAR:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Degradación física y biológica del suelo.</li> <li>• Pérdida del suelo por escorrentía laminar.</li> <li>• Contaminación periódica de cuerpos de agua superficial con material mineral introducido a través de la escorrentía laminar.</li> <li>• Pérdida de cobertura vegetal natural.</li> <li>• pérdida de biomas</li> <li>• Separación de ecosistemas</li> <li>• Pérdida de biomas</li> <li>• Pérdida de especies</li> <li>• Contaminación del recurso hídrico por altos niveles de turbidez</li> <li>• Contaminación del recurso hídrico por uso excesivo de agroquímicos y pesticidas.</li> </ul>	<b>TIPO DE MANEJO :</b> mitigación de los impactos ambientales mediante un programa de adaptación que establezca zonas de particular interés por sus características topográficas o por la cobertura vegetal que presenten actualmente.	<b>ETAPAS QUE LO PRODUCEN:</b> se produce por medio de expansión agrícola y ganadera, de igual forma por la implementación de prácticas agrícolas no conservadoras.
<b>ACTIVIDADES DE MANEJO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zonificación ambiental de áreas de importancia ecológicas que por sus actuales características requieran intervención inmediata para minimizar y prevenir los impactos ambientales causados por la erosión en suelos, como son episodios de remoción en masa, entre otras problemáticas, reconocimiento realizado a partir de los actuales insumos de coberturas vegetales disponibles para la microcuenca.</li> </ul>	<b>ACTIVIDADES DE APLICACIÓN:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación del plano con áreas destinadas para intervención con prácticas de bioingeniería.</li> </ul>	
<b>INFORMACIÓN A CONSIDERAR PARA EL DISEÑO DE INDICADORES</b> Identificación de la cantidad de zonas críticas a ser erosionadas y la cantidad de obras de bio-ingeniería implementadas durante el periodo contemplado para el desarrollo del proyecto.	<b>RESPONSABLES:</b> Administración municipal. <b>PERSONAL REQUERIDO:</b> Destinados por secretaría de planeación municipal.	
	<b>MARCO JURIDICO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolución 170 de 2009</li> </ul>	

<b>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES CAUSADOS POR LA EROSIÓN HÍDRICA Y LAS ACTIVIDADES ANTROPICAS RELACIONADAS A ESTA EN LA MICROCUENCA MONTEADENTRO-PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER.</b>		
<b>PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE PRACTICAS DE BIOINGENIERIA EN ÁREAS DE ALTA PENDIENTE</b>		
<b>PROYECTO 2: PROYECTO ANALISIS Y SELECCIÓN DE TECNOLOGIAS DE BIOINGENIERIA A IMPLEMENTAR EN ÁREAS QUE REQUIERAN INTERVENCIÓN</b>		<b>FICHA N°6</b>
<b>OBJETIVO:</b> Establecer un programa de medidas de bioingeniería, que se adapten a las necesidades en materia de recuperación de zonas degradadas por la erosión dentro de la microcuenca Monteadentro.		
<b>IMPACTO A MANEJAR:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Degradación física y biológica del suelo.</li> <li>• Pérdida del suelo por escorrentía laminar.</li> <li>• Contaminación periódica de cuerpos de agua superficial con material mineral introducido a través de la escorrentía laminar.</li> <li>• Pérdida de cobertura vegetal natural.</li> <li>• Pérdida de biomasa</li> <li>• Separación de ecosistemas</li> <li>• Pérdida de biomasa</li> <li>• Pérdida de especies</li> <li>• Contaminación del recurso hídrico por altos niveles de turbidez</li> <li>• Contaminación del recurso hídrico por uso excesivo de agroquímicos y pesticidas.</li> </ul>	<b>TIPO DE MANEJO :</b> mitigación de los impactos ambientales mediante un programa de adaptación que establezca medidas de intervención claras y concisas, con parámetros técnicos de construcción en campo establecidos, para la implementación como proyecto de obra en las zonas afectadas.	<b>ETAPAS QUE LO PRODUCEN:</b> se produce por medio de expansión agrícola y ganadera, de igual forma por la implementación de prácticas agrícolas no conservadoras.
<b>ACTIVIDADES DE MANEJO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de tecnologías de bioingeniería aplicadas a la microcuenca Monteadentro, (Implementaciones de medidas específicas, acorde con la zona degradada que requiera restauración.)</li> </ul>	<b>ACTIVIDADES DE APLICACIÓN:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación del plano con áreas destinadas para intervención con prácticas de bioingeniería.</li> </ul>	
<b>INFORMACIÓN A CONSIDERAR PARA EL DISEÑO DE INDICADORES</b> Documento técnico de obras de bioingeniería para la microcuenca Monteadentro, donde se encuentre que método de bioingeniería es más óptimo para el área afectada.	<b>RESPONSABLES:</b> Administración municipal. <b>PERSONAL REQUERIDO:</b> Destinados por secretaria de planeación municipal.	
	<b>MARCO JURIDICO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolución 170 de 2009</li> </ul>	

## IMPLEMENTACIÓN DE CULTIVOS DE FORRAJE ENTRE SURCOS COMO MEDIDA DE ADAPTACIÓN A LA ERSIÓN HÍDRICA.

<b>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES CAUSADOS POR LA EROSIÓN HÍDRICA Y LAS ACTIVIDADES ANTROPICAS RELACIONADAS A ESTA EN LA MICROCUENCA MONTE ADENTRO-PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER.</b>		
<b>IMPLEMENTACIÓN DE CULTIVOS DE FORRAJE ENTRE SURCOS COMO MEDIDA DE ADAPTACIÓN A LA ERSIÓN HÍDRICA</b>		
<b>PROYECTO 1: PROYECTO DE SEIMBRA DE ESPECIES HERVACEAS QUE PROTEJAN LAS ZONAS DE MAYOR IMPACTO ADYACENTES A CULTIVOS QUE SUSTITUYEN LA COBERTURA VEGETAL POR COBERTURA LASTICA.</b>		<b>FICHA N°7</b>
<b>OBJETIVO:</b> Mitigar el impacto ambiental causado por la susutitución de la cobertura natural del suelo por coberturas sinteticas como plasticos, entre otros materiales.		
<b>IMPACTO A MANEJAR:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Degradación física y biológica del suelo.</li> <li>• Pérdida del suelo por escorrentia laminar.</li> <li>• Contaminación periodica de cuerpos de agua superficial con material mineral introducido a travez de la escorrentia laminar.</li> <li>• Pérdida de cobertura vegetal natural.</li> <li>• pérdida de biomas</li> <li>• Separación de ecosistemas</li> <li>• Pérdida de biomas</li> <li>• Pérdida de especies</li> <li>• Contaminación del recurso hídrico por altos niveles de turbidez</li> <li>• Contaminación del recurso hídrico por uso excesivo de agroquimicos y pesticidas.</li> </ul>	<b>TIPO DE MANEJO :</b> mitigación de los impactos ambientales mediante un programa de adaptación que establezca medidas de implementación directa en la microcuenca.	<b>ETAPAS QUE LO PRODUCEN:</b> se produce por medio de expansión agricola y ganadera, de igual forma por la implementación de practicas agricolas no conservadoras.
<b>ACTIVIDADES DE MANEJO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Delimitación de zonas de cultivos que requieran la implementación de la alternativa del programa de recuperación de zonas impactadas por el reemplazo de cobertura natural por plastico sintetico.</li> <li>• Siembra de plantas herbaceas en zonas de alto impacto de escorrentia como medida de contención a la ersión hidrica.</li> </ul>	<b>ACTIVIDADES DE APLICACIÓN:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No aplica.</li> </ul>	
<b>INFORMACIÓN A CONSIDERAR PARA EL DISEÑO DE INDICADORES</b> Informe de delimitación de zonas intervenidas por cultivos transitorios, listados de asistencia a plan de capacitación y registro fotografico de siembra y mantenimiento de las medidas de adaptación.	<b>RESPONSABLES:</b> Administración municipal. <b>PERSONAL REQUERIDO:</b> Destinados UMATA.	
	<b>MARCO JURIDICO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• decreto 170 de 2009</li> </ul>	

## IMPLEMENTACIÓN DE CULTIVOS SILVOPASTORILES EN PRADERAS COMO MEDIDA PARA LA CAPTURA DE CARBONO ORGANICO


PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES CAUSADOS POR LA EROSIÓN HÍDRICA Y LAS ACTIVIDADES ANTROPICAS RELACIONADAS A ESTA EN LA MICROCUENCA MONTE ADENTRO-PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER.		
IMPLEMENTACIÓN DE CULTIVOS SILVOPASTORILES EN PRADERAS COMO MEDIDA PARA LA CAPTURA DE CARBONO ORGANICO		
<b>PROYECTO 1: PROYECTO DE CAPACITACIÓN COMUNITARIA "BENEFICIOS AMBIENTALES DE IMPLEMENTACIÓN DE CULTIVOS CAPTADORES DE CARBONO" COMO MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMATICO</b>	<b>FICHA N°8</b>	
<b>OBJETIVO:</b> Generar el conocimiento y cultura general en temas ambientales y particularmente en medidas de adaptación al cambio climático,		
<b>IMPACTO A MANEJAR:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Degradación física y biológica del suelo.</li> <li>• Pérdida del suelo por escorrentía laminar.</li> <li>• Contaminación periódica de cuerpos de agua superficial con material mineral introducido a través de la escorrentía laminar.</li> <li>• Pérdida de cobertura vegetal natural.</li> <li>• pérdida de biomas</li> <li>• Separación de ecosistemas</li> <li>• Pérdida de biomas</li> <li>• Pérdida de especies</li> <li>• Contaminación del recurso hídrico por altos niveles de turbidez</li> <li>• Contaminación del recurso hídrico por uso excesivo de agroquímicos y pesticidas.</li> </ul>	<b>TIPO DE MANEJO :</b> mitigación de los impactos ambientales mediante un programa de adaptación que establezca medidas de capacitación específica para la adaptación al cambio climático.	<b>ETAPAS QUE LO PRODUCEN:</b> se produce por medio de expansión agrícola y ganadera, de igual forma por la implementación de prácticas agrícolas no conservadoras.
<b>ACTIVIDADES DE MANEJO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de programa de capacitación ambiental en medidas de adaptación al cambio climático y el calentamiento global como problema de todos.</li> <li>• Establecer plan de capacitación en cuidado y preservación de cultivos captadores de Carbono, de acuerdo con las características de la microcuenca (Altitud, temperatura, entre otras).</li> </ul>	<b>ACTIVIDADES DE APLICACIÓN:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No aplica</li> </ul>	
<b>INFORMACIÓN A CONSIDERAR PARA EL DISEÑO DE INDICADORES :</b> Actas de reunión y asistencia al programa de capacitación en medidas de adaptación al cambio climático en áreas rurales.	<b>RESPONSABLES:</b> Administración municipal. <b>PERSONAL REQUERIDO:</b> Destinados por secretaria de planeación municipal y UMATA.	
	<b>MARCO JURIDICO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolución 1931 de 2018</li> </ul>	


PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES CAUSADOS POR LA EROSIÓN HÍDRICA Y LAS ACTIVIDADES ANTROPICAS RELACIONADAS A ESTA EN LA MICROCUENCA MONTE ADENTRO-PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER.		
IMPLEMENTACIÓN DE CULTIVOS SILVOPASTORILES EN PRADERAS COMO MEDIDA PARA LA CAPTURA DE CARBONO ORGANICO		
<b>PROYECTO 2: PROYECTO DE SEMBRA DE CULTIVOS DE FORRAJE EN ÁREAS ESTRATEGICAS DE LA MICROCUENCA COMO PROTECCIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO.</b>		FICHA N°9
<b>OBJETIVO:</b> Intervenir la microcuenca, dando inicio a una etapa de mitigación del cambio climatico que de las bases a lineamientos de trabajo en este componente a mediano y largo plazo.		
<b>IMPACTO A MANEJAR:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Degradación física y biológica del suelo.</li> <li>• Pérdida del suelo por escorrentía laminar.</li> <li>• Contaminación periódica de cuerpos de agua superficial con material mineral introducido a través de la escorrentía laminar.</li> <li>• Pérdida de cobertura vegetal natural.</li> <li>• pérdida de biomas</li> <li>• Separación de ecosistemas</li> <li>• Pérdida de biomas</li> <li>• Pérdida de especies</li> <li>• Contaminación del recurso hídrico por altos niveles de turbidez</li> <li>• Contaminación del recurso hídrico por uso excesivo de agroquímicos y pesticidas.</li> </ul>	<b>TIPO DE MANEJO :</b> mitigación de los impactos ambientales mediante un programa de adaptación que establezca medidas de implementación directa en la microcuenca.	<b>ETAPAS QUE LO PRODUCEN:</b> se produce por medio de expansión agrícola y ganadera, de igual forma por la implementación de prácticas agrícolas no conservadoras.
<b>ACTIVIDADES DE MANEJO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecimiento de cultivos que favorezcan la captación de carbono, distribuyendo plántulas de especies que cumplan con esta función, a la vez que puedan servir como alimento para animales de corral.</li> </ul>	<b>ACTIVIDADES DE APLICACIÓN:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de mantenimiento de bosques sembrados en la microcuenca.</li> </ul>	
<b>INFORMACIÓN A CONSIDERAR PARA EL DISEÑO DE INDICADORES</b> Informe de la cantidad de compra de plántulas y las cantidades de estas introducidas en la zona y los cultivos totales a intervenir en el área de estudio.	<b>RESPONSABLES:</b> Administración municipal. <b>PERSONAL REQUERIDO:</b> Destinados por secretaria de planeación municipal y UMATA.	
	<b>MARCO JURIDICO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolución 1931 de 2018</li> </ul>	


Anexo 15. Matriz de impactos ambientales Conesa-monteadentro


DESCRIPCIÓN ÁREA		ACTIVIDAD	TIPO DE ACTIVIDAD			DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	NATURALEZA DEL IMPACTO	EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES										VALORACIÓN IMPACTO	IMPACTO EN ESCALA NUMÉRICA	SIGNIFICANCIA	
			R	NR	E			SIGNO	Intensidad (I)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)				Recuperabilidad (MC)
1. MEDIO FÍSICO	1. SUELO	EXPANSIÓN AGRICOLA				A. DEGRADACIÓN FÍSICA Y BIOLÓGICA DEL SUELO.	-1	8	4	4	2	2	4	4	4	4	4	-60	60	SEVERO	
						B. PERDIDA DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO DE ALMACENAMIENTO DE CARBONO ORGÁNICO.	-1	8	8	4	4	2	4	4	4	2	4	-68	68	SEVERO	
						C. PERDIDA DE SUELO POR ESCORRENTIA LAMINAR.	-1	8	4	4	4	4	2	4	4	2	2	-58	58	SEVERO	
	2. AGUA					A. CONTAMINACIÓN PERIÓDICA DE CUERPOS DE AGUA SUPERFICIAL CON MATERIAL MINERAL INTRODUCIDO A TRAVÉS DE LA ESCORRENTIA LAMINAR.	-1	4	2	2	2	2	2	1	1	4	2	2	-33	33	MODERADO
						B. CONTAMINACIÓN DE CUERPOS DE AGUA CON AGROQUÍMICOS Y PESTICIDAS	-1	4	4	2	1	2	1	1	4	2	2	-35	35	MODERADO	
						C. PERDIDA DEL RECURSO PARA APROVISIONAMIENTO POR INCREMENTO EN LOS NIVELES DE TURBIDEZ	-1	8	1	2	1	2	2	1	4	2	4	-44	44	MODERADO	
	2. MEDIO BIÓTICO					3. FLORA	A. PERDIDA DE COBERTURA VEGETAL NATURAL	-1	8	8	8	4	2	2	4	4	2	4	-70	70	SEVERO
							B. DESTRUCCIÓN DE BIOMAS.	-1	4	2	2	2	2	2	4	4	2	2	-36	36	MODERADO
							C. PERDIDA DE CONECTIVIDAD	-1	4	2	2	2	2	2	4	4	1	2	1	-32	32
D. DIVISIÓN DE ECOSISTEMAS		-1	4	2	2		2	2	2	4	4	4	1	-37	37	MODERADO					
4. FAUNA		A. DESPLAZAMIENTO DE ESPECIES	-1	4	2		2	2	2	2	4	1	2	2	-33	33	MODERADO				
		B. PERDIDA DE BIOMAS	-1	8	2		4	2	2	2	4	1	4	4	-51	51	SEVERO				
3. MEDIO SOCIO CULTURAL	5. PAISAJE	A. AMPLIACIÓN DE ESPACIO DISPONIBLE PARA DESARROLLO DE ACTIVIDADES ECONÓMICAS AGRÍCOLAS.	1	2	4	4	2	2	2	1	1	1	1	28	-28	BAJO					
		B. DEGRADACIÓN DEL PAISAJE	-1	8	4	2	2	2	2	4	1	2	2	-49	49	MODERADO					
	6. COMUNIDAD	C. PERDIDA DEL VALOR CULTURAL Y TURÍSTICO	-1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	-22	22	BAJO					
		D. CONFLICTO POR USO DEL RECURSO SUELO EN LA MICROCUENCA.	-1	4	2	2	2	2	2	4	4	2	2	-36	36	MODERADO					
1. MEDIO FÍSICO	1. SUELO				A. DEGRADACIÓN FÍSICA Y BIOLÓGICA DEL SUELO.	-1	12	4	4	2	2	1	4	4	4	8	-73	73	SEVERO		
					B. PERDIDA DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO DE ALMACENAMIENTO DE CARBONO ORGÁNICO.	-1	8	4	4	2	2	2	4	4	4	4	-58	58	SEVERO		
					C. PERDIDA DE SUELO POR ESCORRENTIA LAMINAR.	-1	8	4	4	2	2	2	4	4	4	4	-58	58	SEVERO		



 Universidad Francisco de Paula Santander		EROSIÓN HÍDRICA EN LA MICROCUENCA MONTEADENTRO- PAMPLONA NORTE DE SANTANDER																
MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES																		
2. AGUA	EXPANSIÓN DE PRADERAS GANADERAS	A. CONTAMINACIÓN PERIODICA DE CUERPOS DE AGUA SUPERFICIAL CON MATERIAL MINERAL INTRODUCIDO ATRAVEZ DE LA ESCORRENTIA LAMINAR.	-1	4	4	2	2	2	4	4	4	2	2	-42	42	MODERADO		
		B. CONTAMINACIÓN DE CUERPOS DE AGUA CON AGROQUIMICOS Y PESTICIDAS	-1	8	4	4	2	4	4	1	1	4	4	-56	56	SEVERO		
		C. PERDIDA DEL RECURSO PARA APROVISIONAMIENTO POR INCREMENTO EN LOS NIVELES DE TURBIDEZ	-1	8	4	2	2	2	2	1	4	1	4	-50	50	MODERADO		
2. MEDIO BIOTICO	3. FLORA	A. PERDIDA DE COBERTURA VEGETAL NATURAL	-1	8	8	8	4	2	2	4	4	4	-72	72	SEVERO			
		B. DESTRUCCIÓN DE BIOMAS.	-1	4	2	2	4	4	4	4	2	2	-42	42	MODERADO			
		C. PERDIDA DE CONECTIVIDAD	-1	4	2	2	4	4	4	4	1	4	1	-40	40	MODERADO		
		D. DIVISIÓN DE ECOSISTEMAS	-1	4	2	2	4	4	4	4	4	1	-43	43	MODERADO			
4. FAUNA	A. DESPLAZAMIENTO DE ESPECIES	-1	4	2	2	4	4	4	4	1	4	2	-41	41	MODERADO			
	B. PERDIDA DE BIOMAS	-1	8	2	4	4	4	4	4	1	4	4	-57	57	SEVERO			
3. MEDIO SOCIO CULTURAL	5. PAISAJE	A. AMPLIACIÓN DE ESPACIO DISPONIBLE PARA DESARROLLO DE ACTIVIDADES ECONOMICAS AGRICOLAS.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-13	13	BAJO			
		B. DEGRADACIÓN DEL PAISAJE	-1	4	2	2	2	2	2	4	4	2	2	-36	36	MODERADO		
	C. PERDIDA DEL VALOR CULTURAL Y TURISTICO	-1	4	2	2	2	2	2	4	4	2	4	-38	38	MODERADO			
	6. COMUNIDAD	D. CONFLICTO POR USO DEL RECURSO SUELO EN LA MICROCUENCA.	-1	4	2	2	2	2	2	4	4	2	4	-38	38	MODERADO		
A. DEGRADACIÓN FISICA Y BIOLOGICA DEL SUELO.		-1	12	4	4	4	4	4	4	4	4	8	-80	80	CRITICO			

		EROSIÓN HÍDRICA EN LA MICROCUENCA MONTEADENTRO- PAMPLONA NORTE DE SANTANDER																
MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES																		
1. MEDIO FISICO	1. SUELO	SOBEE XPLOT ACIÓN DEL SUELO Y CULTIV OS TRANSI TORIO S	X	B. PERDIDA DEL SERVICIO ECOSISTEMICO DE ALMACENAMIENTO DE CARBONO ORGANICO.	-1	4	2	2	2	2	2	1	4	4	8	-41	41	MODERADO
	2. AGUA			C. PERDIDA DE SUELO POR ESCORRENTIA LAMINAR.	-1	8	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	-60	60
2. MEDIO BIOTI	3. FLORA			A. CONTAMINACIÓN PERIODICA DE CUERPOS DE AGUA SUPERFICIAL CON MATERIAL MINERAL INTRODUCIDO ATRAVEZ DE LA ESCORRENTIA LAMINAR.	-1	4	2	2	2	2	2	4	4	2	2	-36	36	MODERADO
				B. CONTAMINACIÓN DE CUERPOS DE AGUA CONAGROQUIMICOS Y PESTICIDAS	-1	4	4	4	4	4	2	4	4	2	2	-46	46	MODERADO
				C. PERDIDA DEL RECURZO PARA APROVISIONAMIENTO POR INCREMENTO EN LOS NIVELES DE TURBIDEZ	-1	4	4	4	4	4	2	4	4	2	2	-46	46	MODERADO
				A. PERDIDA DE COBERTURA VEGETAL NATURAL	-1	8	4	4	4	4	2	4	4	2	2	-58	58	SEVERO
				B. DESTRUCCIÓN DE BIOMAS.	-1	8	4	4	4	4	2	4	4	2	2	-58	58	SEVERO
				C. PERDIDA DE CONECTIVIDAD	-1	8	4	4	2	4	2	4	4	2	2	-56	56	SEVERO
3. MEDIO SOCIO CULTURAL	5. PAISAJE			D. DIVISIÓN DE ECOSISTEMAS	-1	8	4	4	4	4	4	4	2	2	-60	60	SEVERO	
				6. COMUNIDAD	A. DESPLAZAMIENTO DE ESPECIES	-1	8	4	4	4	4	2	4	4	2	2	-58	58
		B. PERDIDA DE BIOMAS	-1		8	4	4	4	4	4	4	2	2	-60	60	SEVERO		
		A. AMPLIACIÓN DE ESPACIO DISPONIBLE PARA DESARROLLO DE ACTIVIDADES ECONOMICAS AGRICOLAS.	-1	4	4	4	2	2	4	4	4	2	2	-44	44	MODERADO		
1. MEDIO FISICO	1. SUELO	PRACTI CAS AGRIC OLAS NO CONS ERVAD ORAS	X	B. DEGRADACIÓN DEL PAISAJE	-1	8	4	4	2	2	4	4	4	2	2	-56	56	SEVERO
				C. PERDIDA DEL VALOR CULTURAL Y TURISTICO	-1	4	4	4	2	2	4	4	4	2	2	-44	44	MODERADO
				D. CONFLICTO POR USO DEL RECURSO SUELO EN LA MICROCUENCA.	-1	4	4	4	4	2	2	4	4	2	2	-44	44	MODERADO
				A. DEGRADACIÓN FISICA Y BIOLOGICA DEL SUELO.	-1	8	4	4	4	2	4	4	4	2	2	-58	58	SEVERO
	2. AGUA			B. PERDIDA DEL SERVICIO ECOSISTEMICO DE ALMACENAMIENTO DE CARBONO ORGANICO.	-1	4	4	2	2	2	2	4	4	2	2	-40	40	MODERADO
				C. PERDIDA DE SUELO POR ESCORRENTIA LAMINAR.	-1	4	4	2	2	2	2	4	4	2	2	-40	40	MODERADO
				A. CONTAMINACIÓN PERIODICA DE CUERPOS DE AGUA SUPERFICIAL CON MATERIAL MINERAL INTRODUCIDO ATRAVEZ DE LA ESCORRENTIA LAMINAR.	-1	4	4	2	2	2	2	4	4	2	2	-40	40	MODERADO
				B. CONTAMINACIÓN DE CUERPOS DE AGUA CONAGROQUIMICOS Y PESTICIDAS	-1	8	4	2	2	4	4	4	4	4	4	-60	60	SEVERO
2. MEDIO BIOTI	3. FLORA	C. PERDIDA DEL RECURZO PARA APROVISIONAMIENTO POR INCREMENTO EN LOS NIVELES DE TURBIDEZ	-1	4	2	2	2	2	2	1	1	2	2	-30	30	MODERADO		
		A. PERDIDA DE COBERTURA VEGETAL NATURAL	-1	8	4	4	4	2	4	4	4	2	2	-58	58	SEVERO		
		B. DESTRUCCIÓN DE BIOMAS.	-1	4	4	2	2	2	2	4	1	2	2	-37	37	MODERADO		
		C. PERDIDA DE CONECTIVIDAD	-1	4	4	2	2	2	2	4	1	2	2	-37	37	MODERADO		
2. MEDIO BIOTI	3. FLORA	D. DIVISIÓN DE ECOSISTEMAS	-1	8	4	4	4	2	2	4	1	2	2	-53	53	SEVERO		

 Universidad Francisco de Paula Santander		EROSIÓN HÍDRICA EN LA MICROCUENCA MONTEADENTRO- PAMPLONA NORTE DE SANTANDER															
		MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES															
3. MEDIO SOCIO CULTURAL	4. FAUNA	PRESENCIA DE TEJIDO URBANO DISCONTINUO	A.DESPLAZAMIENTO DE ESPECIES	-1	4	4	2	2	2	2	4	1	2	2	-37	37	MODERADO
			B. PERDIDA DE BIOMAS	-1	4	4	2	2	2	2	4	1	2	2	-37	37	MODERADO
	5. PAISAJE		A. AMPLIACIÓN DE ESPACIO DISPONIBLE PARA DESARROLLO DE ACTIVIDADES ECONOMICAS AGRICOLAS.	-1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	-24	24	BAJO
			B.DEGRADACIÓN DEL PAISAJE	-1	8	2	2	2	2	2	1	1	2	2	-42	42	MODERADO
			C.PERDIDA DEL VALOR CULTURAL Y TURISTICO	-1	8	2	2	2	2	2	4	4	2	2	-48	48	MODERADO
	6. COMUNIDAD		D. CONFLICTO POR USO DEL RECURSO SUELO EN LA MICROCUENCA.	-1	8	2	2	2	2	2	1	1	2	2	-42	42	BAJO
1. MEDIO FISICO	1. SUELO	PRESENCIA DE TEJIDO URBANO DISCONTINUO	A. DEGRADACIÓN FISICA Y BIOLOGICA DEL SUELO.	-1	2	2	2	2	4	1	1	1	2	2	-25	25	BAJO
			B. PERDIDA DEL SERVICIO ECOSISTEMICO DE ALMACENAMIENTO DE CARBONO ORGANICO.	-1	2	2	2	2	4	1	1	1	2	2	-25	25	BAJO
			C. PERDIDA DE SUELO POR ESCORRENTIA LAMINAR.	-1	2	2	2	2	4	1	1	1	2	2	-25	25	BAJO
	2. AGUA		A. CONTAMINACIÓN PERIODICA DE CUERPOS DE AGUA SUPERFICIAL CON MATERIAL MINERAL INTRODUCIDO ATRAVEZ DE LA ESCORRENTIA LAMINAR.	-1	2	2	2	2	4	1	1	1	2	2	-25	25	BAJO
			B. CONTAMINACIÓN DE CUERPOS DE AGUA CON AGROQUIMICOS Y PESTICIDAS	-1	2	2	2	2	4	1	1	1	2	2	-25	25	BAJO
			C. PERDIDA DEL RECURSO PARA APROVISIONAMIENTO POR INCREMENTO EN LOS NIVELES DE TURBIDEZ	-1	2	2	2	2	4	1	1	1	2	2	-25	25	BAJO
2. MEDIO BIOTICO	3. FLORA	PRESENCIA DE TEJIDO URBANO DISCONTINUO	A.PERDIDA DE COBERTURA VEGETAL NATURAL	-1	2	2	2	2	4	1	1	1	2	2	-25	25	BAJO
			B. DESTRUCCIÓN DE BIOMAS.	-1	2	2	2	2	4	1	1	1	2	2	-25	25	BAJO
			C.PERDIDA DE CONECTIVIDAD	-1	2	2	2	2	4	1	1	1	2	2	-25	25	BAJO
			D. DIVISIÓN DE ECOSISTEMAS	-1	2	2	2	2	4	1	1	1	2	2	-25	25	BAJO
3.	4. FAUNA	PRESENCIA DE TEJIDO URBANO DISCONTINUO	A.DESPLAZAMIENTO DE ESPECIES	-1	2	2	2	2	4	1	1	1	2	2	-25	25	BAJO
			B. PERDIDA DE BIOMAS	-1	2	2	2	2	4	1	1	1	2	2	-25	25	BAJO
	5. PAISAJE		A. AMPLIACIÓN DE ESPACIO DISPONIBLE PARA DESARROLLO DE ACTIVIDADES ECONOMICAS AGRICOLAS.	-1	2	2	2	2	4	1	1	1	2	2	-25	25	BAJO
			B.DEGRADACIÓN DEL PAISAJE	-1	2	2	2	2	4	1	1	1	2	2	-25	25	BAJO

		EROSIÓN HÍDRICA EN LA MICROCUENCA MONTEADENTRO- PAMPLONA NORTE DE SANTANDER																		
		MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES																		
MEDIO SOCIO CULTURAL	6. COMUNIDAD				C.PERDIDA DEL VALOR CULTURAL Y TURISTICO	-1	2	2	2	2	4	1	1	1	2	2	-25	25	BAJO	
					D. CONFLICTO POR USO DEL RECURSO SUELO EN LA MICROCUENCA.	-1	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	-23	23	BAJO	
1. MEDIO FISICO	1. SUELO	PRESENCIA DE INFRAESTRUCTURA ANTRÓPICA (ACUEDUCTOS, REDES VIALES TERCIARIAS, ENTRE OTRAS)			A. DEGRADACIÓN FISICA Y BIOLOGICA DEL SUELO.	-1	2	2	2	2	4	1	1	1	2	2	-25	25	BAJO	
					B. PERDIDA DEL SERVICIO ECOSISTEMICO DE ALMACENAMIENTO DE CARBONO ORGANICO.	-1	2	2	2	2	4	1	1	1	2	2	-25	25	BAJO	
					C. PERDIDA DE SUELO POR ESCORRENTIA LAMINAR.	-1	4	2	2	2	4	1	1	1	2	2	-31	31	MODERADO	
	2. AGUA				A. CONTAMINACIÓN PERIODICA DE CUERPOS DE AGUA SUPERFICIAL CON MATERIAL MINERAL INTRODUCIDO ATRAVES DE LA ESCORRENTIA LAMINAR.	-1	2	2	2	2	4	1	1	1	2	2	-25	25	BAJO	
					B. CONTAMINACIÓN DE CUERPOS DE AGUA CON AGROQUIMICOS Y PESTICIDAS	-1	2	2	2	2	4	1	1	1	2	2	-25	25	BAJO	
					C. PERDIDA DEL RECURSO PARA APROVISIONAMIENTO POR INCREMENTO EN LOS NIVELES DE TURBIDEZ	-1	2	2	2	2	4	1	1	1	2	2	-25	25	BAJO	
2. MEDIO BIOTICO	3. FLORA				A.PERDIDA DE COBERTURA VEGETAL NATURAL	-1	2	2	2	2	4	1	1	1	2	2	-25	25	BAJO	
					B. DESTRUCCIÓN DE BIOMAS.	-1	2	2	2	2	4	1	1	1	2	2	-25	25	BAJO	
					C.PERDIDA DE CONECTIVIDAD	-1	2	2	2	2	4	1	1	1	2	2	-25	25	BAJO	
					D. DIVISIÓN DE ECOSISTEMAS	-1	2	2	2	2	4	1	1	1	2	2	-25	25	BAJO	
					4. FAUNA	A.DESPLAZAMIENTO DE ESPECIES	-1	2	2	2	2	4	1	1	1	2	2	-25	25	BAJO
						B. PERDIDA DE BIOMAS	-1	2	2	2	2	4	1	1	1	2	2	-25	25	BAJO
3. MEDIO SOCIO CULTURAL	5. PAISAJE				A. AMPLIACIÓN DE ESPACIO DISPONIBLE PARA DESARROLLO DE ACTIVIDADES ECONOMICAS AGRICOLAS.	-1	2	2	2	2	4	1	1	1	2	2	-25	25	BAJO	
					B.DEGRADACIÓN DEL PAISAJE	-1	2	2	2	2	4	1	1	1	2	2	-25	25	BAJO	
	6. COMUNIDAD				C.PERDIDA DEL VALOR CULTURAL Y TURISTICO	-1	2	2	2	2	4	1	1	1	2	2	-25	25	BAJO	
					D. CONFLICTO POR USO DEL RECURSO SUELO EN LA MICROCUENCA.	-1	4	2	2	2	2	2	4	4	2	2	-36	36	MODERADO	