

**Afectación agroambiental causada por la creación de la vía 4G Cúcuta – Pamplona  
Norte de Santander, Colombia**

Calderón Ochoa, Diana Carolina 1090375796

Prieto Sanabria, Víctor Alexander 74188103

Asesor

Toro Trochez, Oscar Andrés

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

Programa Agronomía

2023

Oscar Andrés Toro Trochez

Director de Trabajo de Grado

## Resumen

El presente estudio de caso tiene como objetivo principal argumentar mediante un lenguaje técnico y científico la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica en el ordenamiento agroambiental del territorio haciendo énfasis en la afectación agroambiental causada por la creación de la vía 4G Cúcuta – Pamplona Norte de Santander, Colombia; para ello, se realiza un modelo entidad – relación donde se hace énfasis en tres entidades de origen como son la biodiversidad, la hidrología y la agricultura donde cada uno de sus atributos representa las afectaciones y su relacionamiento, los cuales, pueden ser uno a uno y uno a muchos y un modelo lógico para poder representar cada entidad de origen y su relacionamiento resaltando las llaves principales y las foráneas; así mismo se realiza la identificación y descripción de los geoprocesos y los respectivos modelamientos a realizar para ello se hace necesario el uso de un hardware (computador) y un software básico como lo es el programa QGIS con sus complementos, para la correcta mapificación en la presente afectación agroambiental donde se llevaran a cabo los geoprocesos de corte, uniones, buffer, multibuffer, clasificación, reclasificación de tablas y modelamientos de elevación digital para la creación de capas vectoriales, capas ráster y cálculos ráster de los mapas ambientales y edáficos. Para poder tener una visión correcta del impacto agroambiental que genera la creación de la vía a lo largo del Río Pamplonita en su recorrido entre los municipios de Cúcuta y Pamplona, específicamente en las zonas de reservas forestales, zonas no aptas para la agricultura, zonas de bosques, vertimientos en fuentes y quebradas en diferentes puntos, fragmentación de la flora y la fauna por la degradación del paisaje, pérdida de la estructura del suelo lo que genera erosión y deslizamientos dentro de la vía como se vienen presentando en los primeros 7,2 kilómetros de

doble calzada que facilitan y aligeran la movilidad y la conectividad del nororiente al centro del país.

***Palabras clave:*** Río pamplonita, agroambiental, afectación, hidrología, biodiversidad

## Abstract

The main objective of this case study is to argue through a technical and scientific language the application of Geographic Information Systems in the agro-environmental management of the territory, emphasizing the agro-environmental affectation caused by the creation of the 4G Cúcuta - Pamplona Norte de Santander highway, Colombia; For this purpose, an entity-relationship model is made where emphasis is made on three entities of origin such as biodiversity, hydrology and agriculture where each of their attributes represents the affectations and their relationship, which can be one to one and one to many and a logical model to be able to represent each entity of origin and its relationship highlighting the main and foreign keys; Likewise, the identification and description of the geoprocesses and the respective modeling to be carried out is done for this purpose it is necessary to use a hardware (computer) and a basic software such as the QGIS program with its complements, for the correct mapping in the present agro-environmental affectation where the geoprocesses of cut, unions, buffer, multibuffer, classification, reclassification of tables and digital elevation modeling for the creation of vector layers, raster layers and raster calculations of the environmental and edaphic maps will be carried out. In order to have a correct vision of the agro-environmental impact generated by the creation of the road along the Pamplonita River in its route between the municipalities of Cúcuta and Pamplona, specifically in the areas of forest reserves, areas unsuitable for agriculture, forest areas, spills in springs and streams at different points, fragmentation of flora and fauna due to the degradation of the landscape, loss of soil structure, which generates erosion and landslides along the road, as has been occurring in the first 7.2 kilometers of the dual carriageway that facilitates and lightens mobility and connectivity from the northeast to the center of the country.

**Keywords:** Pamplonita river, agroenvironmental, affectation, hydrology, biodiversity.

## Tabla de Contenido

Introducción .....	10
Objetivos.....	11
Objetivo General .....	11
Objetivos específicos.....	11
Descripción del Problema .....	12
Planteamiento del Problema.....	12
Planteamiento e identificación de los geoprocesos y modelamientos.....	14
Conclusiones.....	22
Recomendaciones .....	23
Referencias bibliográficas.....	25
Apéndices.....	26

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> <i>Modelo conceptual entidad – relación</i> .....	13
<b>Figura 2</b> <i>Modelo lógico</i> .....	13
<b>Figura 3</b> <i>Recorrido Río Pamplonita</i> .....	17

## Lista de Apéndices

<b>Apéndice A</b> <i>Vídeo de sustentación</i> .....	26
<b>Apéndice B</b> <i>Padlet</i> .....	26

## Introducción

Teniendo como base un proyecto de crecimiento en infraestructura de bastante importancia en el departamento Norte de Santander donde el punto principal de nuestro objeto de estudio es la afectación de la biodiversidad, ambiental y edáfica con la construcción de la vía de tipo 4G que conecta el municipio de Cúcuta con el municipio de Pamplona, se argumentaran las afectaciones mediante el uso de lenguaje técnico y científico. También se realizará la aplicación e implementación de los Sistemas de Información Geográfica en el ordenamiento agroambiental del territorio.

Donde se llevarán a cabo la descripción de diferentes geoprocesos como de corte, uniones, buffer, multibuffer, creaciones de capas vectoriales y capas ráster con el fin de obtener las capas especiales como son *sin restricciones*, *con restricciones* para observar el resultado consistente en la aptitud tanto del componente ambiental como del componente edáfico, los cuales, son de vital importancia no solo para la construcción de una vía sino también a la hora de realizar alguna actividad donde este amenazada la biodiversidad o incluso el personal habitante de un sector en específico.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Argumentar mediante un lenguaje técnico y científico la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica en el ordenamiento agroambiental del territorio haciendo énfasis en la afectación agroambiental causada por la creación de la vía 4G Cúcuta – Pamplona NDS, Colombia.

### **Objetivos Específicos**

Diseñar un modelo lógico presentando las entidades y relaciones a trabajar, que represente la problemática y las posibles soluciones.

Proponer los geoprocesos y modelamientos a desarrollar en la correcta identificación y mapificación en la afectación agroambiental causada por la creación de la vía 4G Cúcuta – Pamplona NDS, Colombia.

Realizar conclusiones y recomendaciones de acuerdo a la problemática y las posibles soluciones.

## Descripción del problema

### Planteamiento del problema

Para la realización de la presente actividad se ha tomado como caso de estudio la Afectación agroambiental causada por la creación de la vía 4G, la cual, es una vía intermunicipal que contribuye al desplazamiento entre el municipio de San José de Cúcuta y el municipio de Pamplona, ambos ubicados dentro del departamento Norte de Santander; esta vía trae consigo grandes beneficios para el desarrollo económico, social y cultural del departamento así mismo, genera afectación en diferentes aspectos tales como:

**Biodiversidad:** su afectación se da en la modificación del paisaje, pérdida de especies de flora endémicas, causado por el alto grado de deforestación, merma de especies de fauna originado por detrimento de ecosistemas terrestres y degradación de los recursos naturales.

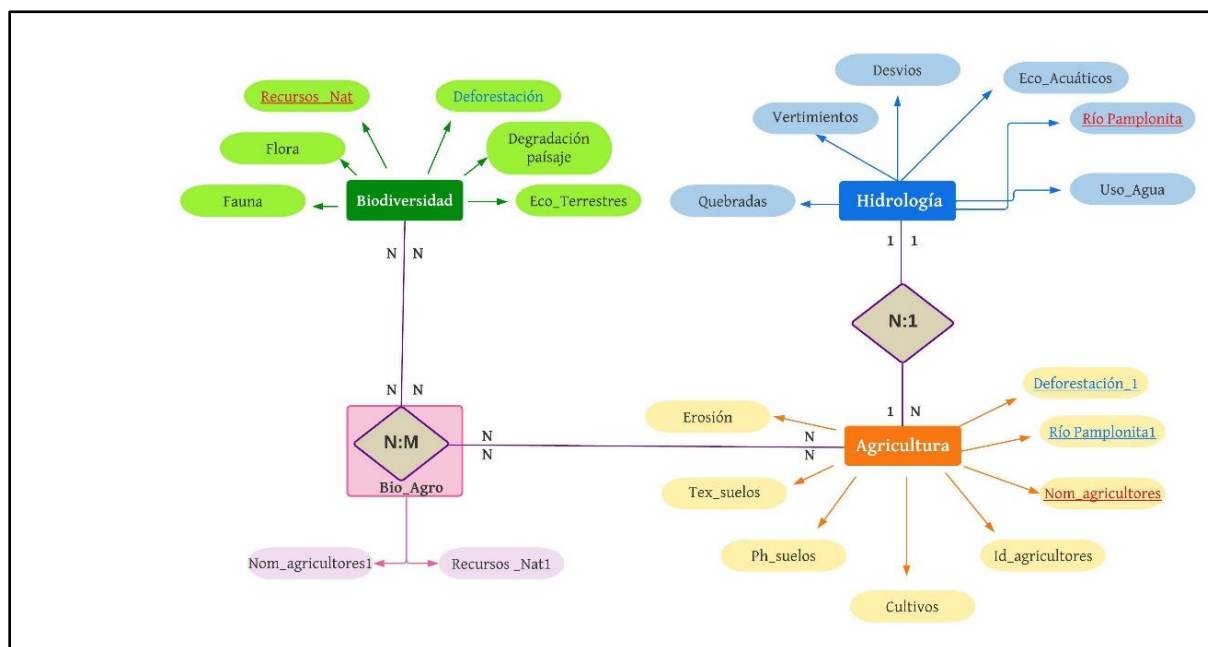
**Hidrología:** se afecta de forma severa el recurso hídrico por el alto grado de vertimientos, uso inadecuado del agua y desvíos a realizar tanto en quebradas en algunos puntos estratégicos del Río Pamplonita, ocasionando pérdida de ecosistemas acuáticos.

**Agricultura:** el alto grado de deforestación y las afectaciones causadas al Río Pamplonita afectan de forma directa sobre los pequeños y medianos agricultores de ambos municipios que toman el recurso hídrico de la vertiente del Río Pamplonita, con las actividades realizadas en la vía generan erosión, cambios en la textura del suelo, problemas de acidificación de los suelos; donde la suma de todo esto causa afectación a los cultivos y ampliación de la frontera agrícola.

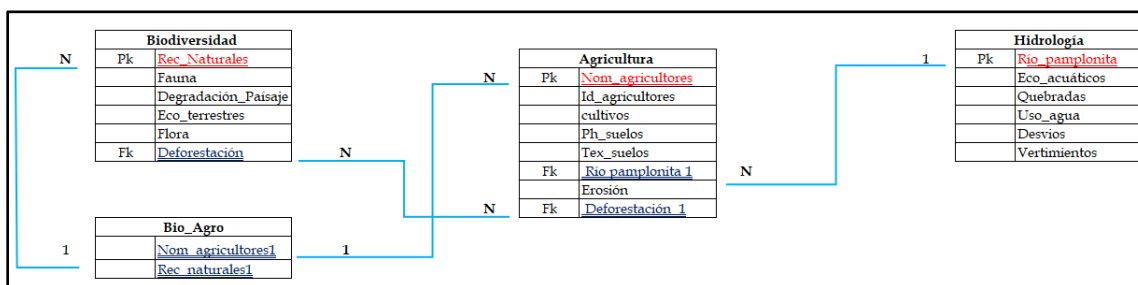
El desarrollo social y económico que genera la construcción de la vía es de vital importancia, puesto que contribuye al mejoramiento de la conectividad de la frontera del nororiente al interior del país; pero, no por ello debemos de dar menos importancia a la degradación de los recursos naturales que afecta de forma severa el recurso suelo y el recurso agua, los cuales, son de vital importancia para el desarrollo de la vida; así mismo, la suma de estos importantes aspectos repercute en la economía de los pequeños y medianos productores que se encuentran en ambos municipios ya que al no haber una producción su economía se ve seriamente afectada, su estructura familiar se fragmenta y su organización social y cultura se va perdiendo.

**Figura 1.**

*Modelo conceptual: entidad – relación*



*Nota:* Autoría propia (2023)

**Figura 2.***Modelo lógico*

*Nota:* Autoría propia (2023).

### **Identificación de geoprocesos y modelamientos de modelamientos a desarrollar en la correcta identificación y mapificación en la afectación agroambiental causada por la creación de la vía 4G Cúcuta – Pamplona NDS, Colombia.**

Para poder establecer e identificar los geoprocesos y modelamientos a desarrollar en la correcta identificación y mapificación en la afectación causada por la creación de la vía 4G Cúcuta – Pamplona NDS, Colombia.

Se hace necesario listar dentro de los requerimientos de hardware un computador el cual, cuente con software básico, dentro de estos el programa QGIS última versión (3.30), así mismo, debe de contar con los complementos necesarios a Google Earth para la correcta elaboración de cada capa tanto de forma vectorial como ráster que permita la identificación y el planteamiento de las soluciones a la problemática previamente identificada para el desarrollo del mapa ambiental y el mapa edáfico; ya que por medio de este se podrá realizar revisión del uso del suelo en diferentes aspectos para ello se hace necesario e imprescindible seguir las siguientes instrucciones:

1. Descargar programa QGIS última versión
2. Crear carpeta de geoprocesos Shape y Ráster
3. Descargar capas de los departamentos y municipios de Colombia (Vargas

Vargas, 2022).

✓ Departamento Norte de Santander

✓ Municipio de Cúcuta

✓ Municipio de Pamplona

4. Descargar capas vectoriales (Toro Trochez, Cartografía Fase

4\_Modelación, 2023)

✓ Parques Nacionales Vectoriales

✓ Humedales

✓ Complejos de Páramos

✓ Mapa de cobertura de la tierra Adaptación Corine Lang Cover. República

de Colombia. Escala 1:100.000. Periodo 2018.

✓ Doble Drenaje

✓ Reservas Forestales Ley 2da de 1959

✓ Mapa de suelos

✓ Mapa capacidad de uso

✓ Clasificación Climática de Caldas – Lang 2014

✓ Precipitación Media Total Anual. Promedio Multianual Durante el periodo

1981 -2010

5. Como punto principal sobre las bases de datos que son aquel conjunto de datos bien organizados de forma sistemática para darle su uso, las cuales nos permitirán la

información de cada uno de los elementos presentes en un Sistema de Información Geográfica como son las capas de puntos, líneas, polígonos, imágenes satelitales, formatos CSV entre otros. Estos datos luego de graficados y extraídos para su posterior interpretación permiten desarrollar todas y cada una de las diferentes abstracciones y direccionados hacia otro manejo de forma sencilla. Una vez conocidas las características específicas de los datos con los cuales vamos a trabajar (municipios, ríos, puntos, polígonos, proyecciones, cortes, búfer y multibúfer) es necesario identificar las relaciones que existen entre los diferentes elementos de los datos que vamos a trabajar.

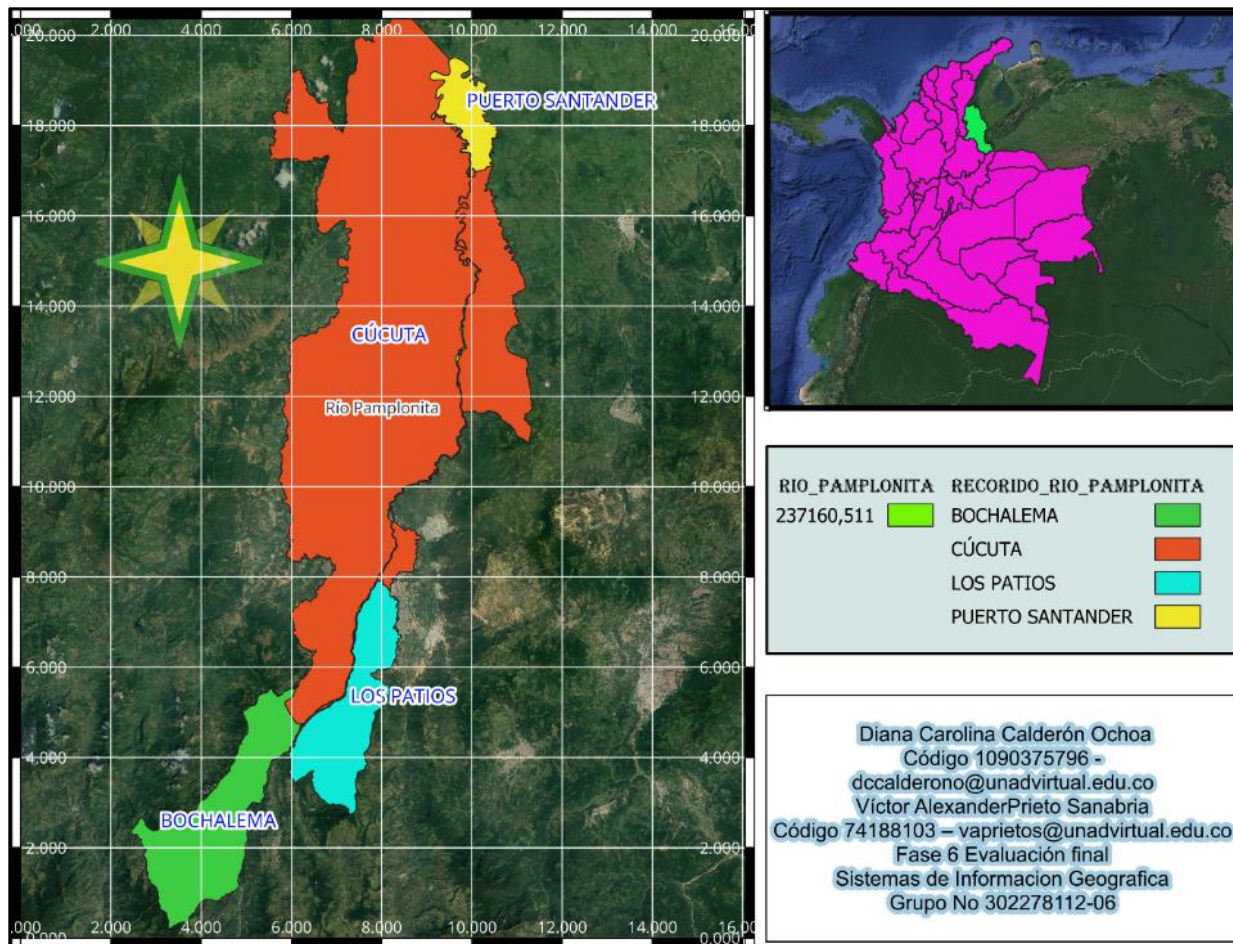
6. Habiendo instalado el programa QGIS versión 3.30, se procede a realizar los diferentes geoprocursos, accediendo a la página del IGAC en la sección de datos abiertos se obtiene la información en formatos shape sobre las capas de municipios de Colombia, ríos de Colombia y también drenajes dobles. Se realiza la descarga de las diferentes capas para luego dar una reproyección de un sistema de coordenadas hacia nuestro sistema de origen central coordenadas MAGNA-SIRGAS CMT 12, para lograr trabajar en este sistema anteriormente relacionado.

7. En la barra de herramientas se hace clic en la parte de **Vectorial, Herramientas de geoprocursos, cortar**. Luego de seleccionada la capa por río de Colombia, se hace la selección del Río Pamplonita, el cual es el objeto principal para el estudio agroambiental, luego se efectúa el mismo proceso de selección y corte pero con la capa de municipios de Colombia, para observar el recorrido del Río Pamplonita, donde se analiza que su punto de nacimiento es en el cerro alto grande a una altura de 3320 m.s.n.m del páramo de Fontibón, el cual efectúa un cruce en los municipios de los pamplona parte baja, los patios, Cúcuta y por

último el municipio de puerto Santander donde desemboca en el río Zulia para terminar su cauce en el lago Maracaibo (Venezuela).

**Figura 3.**

*Recorrido Río Pamplonita*



*Nota:* Autoría propia (2023)

**Proceso de buffer:** habiendo realizados los procesos anteriormente relacionados, se da inicio al proceso de buffer para lograr observar los puntos de los cuales este buffer o también el área de influencia del Río Pamplonita y tener un conocimiento previo de los estudios de

proximidad. Este resultado genero un polígono que rodea una geometría en función a una distancia de 30 metros sobre la orilla del Río Pamplonita.

**8. Mapa Ambiental:** continuando con el proceso de la elaboración de un mapa ambiental, y determinar el modelo espacial, en cual se observara mediante un porcentaje para la correcta identificación de todas y cada una de las diferentes áreas que si presentan restricciones y aquellas que no tienen restricciones, para ejecutar este proceso se hace necesario descargar las capa que nos ofrecen datos organizados como son la capa de parques naturales nacionales, humedales de Colombia, complejos de paramos de Colombia mapa de coberturas de tierra en escala de 1:100.000. A través de modelos espaciales que son procesados en nuestro computador, en el cual, tenemos previamente instalado el programa QGIS para así obtener este componente o mapa ambiental y un mapa edáfico, donde cada uno de ellos tiene un peso de influencia y así determinar la aptitud del suelo en cuanto el desarrollo ambiental en la construcción de la vía tipo 4G Cúcuta-Pamplona.

Habiendo seleccionado los municipios de interés (Cúcuta y Pamplona) se procede a la herramienta geoprosos y se realiza un corte con la capa de PNN y la interponga con los municipios anteriormente mencionados, repitiendo el proceso de corte con humedales, reservas naturales y coberturas de suelos para obtener un resultado de las capas de zonas urbanas, zonas aptas para agricultura y zonas no aptas para agricultura, se procede a realizar un geoprosos de disolver para simplificar las áreas de interés, simplificando solamente las de nivel 3, nos dirigimos hacia la herramienta vectorial en la parte de herramientas de gestión de datos, unir capas vectoriales en la opción de parámetros se realiza la selección para unión de las capas de bosques naturales, drenajes, humedales, embalses, páramos, parques nacionales y tejido urbano verificando siempre el sistema de coordenadas que se encuentre en MAGNA SIRGAS CMT 12,

esta capa se guardada en formato shape con el nombre de restricciones. Esta capa generada será la principal ruta de zonificación ya que nos ofrece una lectura e interpretación sobre todo los sectores en los cuales están comprometidos los sectores donde no se pueden llevar a cabo los diferentes cultivos propios de la región o los municipios relacionados, de aquí se realiza un proceso de diferencia pero no simétrica para obtener la capa sin restricciones, en este punto cabe resaltar que se debe empezar a dar la Clasificación estandarizada para los resultados espaciales del componente ambiental y el modelo aptitud para la agricultura. Posteriormente es necesario rasterizar las imágenes vectoriales para el desarrollo de la fórmula lineal ponderada que permitirá el cálculo de los pixeles. Para los indicadores individuales de cada componente (ambiental y edáfico), se utilizará la herramienta “Calculadora ráster”, la cual, nos permitirá aplicar un modelo matemático de primer grado, serán multiplicados por sus pesos porcentuales, sumados y posteriormente divididos por la suma de sus pesos para calcular el indicador compuesto (IC), y el resultado final de este mapa ambiental nos emite los resultados de las aptitudes de altas, medias y bajas para los factores ambientales de mayor relevancia presentes en la zona de estudio establecida.

**9. Mapa Edáfico:** para dar inicio a la elaboración de este mapa edáfico se deben tener en cuenta las capas anteriormente extraídas que son las capas con restricciones y la capa sin restricciones, se realiza el recorte vectorial, un disol para dejar las columnas de características<sup>1</sup> y obtener el resultado de las características edáficas del suelo y la capacidad de uso del mismo, cabe recordar que estos formatos vectoriales deberán ser procesados a formatos ráster con una línea de pixeles no inferior a 20 mil para que sean encajados por el mismo programa dentro de las capas asignadas. Ya teniendo las capas de formato ráster se hará nuevamente el proceso con la herramienta “Calculadora ráster”, donde se suma la

capacidad de uso de 55% por la característica de suelos 45%, dividido entre 100. la cual nos permitirá aplicar un modelo matemático de primer grado, serán multiplicados por sus pesos porcentuales, sumados y posteriormente divididos por la suma de sus pesos para calcular el indicador compuesto (IC), y el resultado final de este mapa edáfico nos otorgará los resultados de las aptitudes de altas, medias y bajas del suelo tanto de la rivera del Río Pamplonita como, las áreas donde se está llevando a cabo el proyecto de la construcción de la vía tipo 4G de los municipios de Cúcuta-Pamplona, dando el resultado del peso en porcentaje el cual hace referencia a:

Suelos (Características edáficas)	=	45%
Capacidad de uso	=	55%

**10.** En la caja de herramientas se debe dar una reclasificación por tabla, la capa del componente edáfico en los límites de rango se debe tener en cuenta el valor del pixel con la fórmula  $min \leq valor < max$  para así tener el resultado de lo buscado con esta capa edáfica.

**11.** Al realizar la unión de la capa Ambiental y la capa Edáfica se pueden realizar la diferenciación de las zonas vulnerables que atraviesa la vía 4G en construcción como son las Zonas de Reserva, zonas aptas para la agricultura, zonas de bosques, zonas de pastos (suelos aptos para la ganadería), mosaico de cultivos, entre otros aspectos de vital importancia que son atravesados por la vertiente del Río Pamplonita.

## Conclusiones

Cabe reconocer que la biodiversidad es de vital importancia en el medio ambiente y la supervivencia de los seres vivos y por esta y muchas otras razones más se hace necesario protegerlas, conservarlas y también rescatar las zonas donde se ha visto afectada, uno de los principales causantes en la pérdida o devastación de ellas y los hábitats que existen en ella como flora, fauna, ecosistemas acuáticos y terrestres son los diferentes aportes para la extensión de la frontera agrícola, sectores empresariales, cambios climáticos, la deforestación desmesurada, asentamientos humanos, explotación de recursos naturales no renovables donde la fusión de todas estas afectaciones aportan disminución y la contaminación de la misma. Pero en esta ocasión no ajeno el problema de la afectación de la biodiversidad consistente en la ampliación y construcción de una vía terrestre de tipo 4G (Laverde, 2016).

Siendo nuestro caso de estudio la construcción de la vía tipo 4G que comunica los municipios de Pamplona y Cúcuta Norte de Santander, donde el actor afectado es el Río Pamplonita siendo afectado en diferentes tramos no solo en su cauce y afluente hídrico sino también sus reservas forestales, las cuales ofrecen hábitats para diferentes especies propias del clima medio y cálido, así mismo también ha sido afectado la parte edáfica en la cual se observa una fuerte degradación por el vertimiento o escape de algunos insumos sobrantes de estas construcciones hacia el suelo, los cuales continúan un recorrido por gravedad y preciso se dirigen hacia las riveras del río o incluso ambos componentes no solo del río sino de los tramos donde se efectuó la alteración y devastación total de los diferentes sectores debido que no hubo opción de ampliación y se hacía necesario la proyección de la vía tipo 4G por otros puntos.

Se reconoce que las diferentes empresas contratistas que tomaron los procesos de esta vía, hacen unas propuestas para no afectar la biodiversidad de los puntos por los cuales se efectúa el cruce de la vía, pero esos procesos por salvaguardar el sector no son suficientes ya que se ocurren escapes mínimos o excesivos por descuidos o no, así mismo no son suficientes porque los sectores afectados uno de ellos el agrícola donde es una agricultura de su subsistencia y mínima comercialización con la cual sobrevive el personal habitante de la región y todos estos procesos de cambio es beneficio para algunos sectores, pero muy mínimo para para el sector ambiental y edáfico.

## Recomendaciones

Para nadie es desconocimiento que nuestro planeta sufre a diario una grave crisis en cuanto a la pérdida de la biodiversidad y estas acciones ponen en riesgo la salud de la misma naturaleza y también la humanidad. Todas las herramientas que sean necesarias para proteger la biodiversidad son excelentes opciones de conservación de la misma, pero en vista como avanza el progreso lo que importa es el resultado de todos y cada uno de los proyectos que se llevan a cabo, y con el simple de hecho que la naturaleza en muchas de las ocasiones trata de recuperarse por sí misma, pero esto no es suficiente, cabe recordar que por más recolecta de escombros o residuos químicos que se realicen siempre habrá una mínima fuga y es ahí donde ocurren los daños irreversibles, no solo con el implementación de proyectos también la biodiversidad se acaba con la explotación de recursos naturales no renovables, en este caso de la construcción de una vía tipo 4G se recomienda extremar todas y cada una de las medidas pertinentes no solo para salvaguardar la biodiversidad sino también tener en cuenta todo el personal que se afecta ya que ellos pierden significativamente algunos sectores donde se lleva a cabo una agricultura pequeña sostenible y de poco comercio. Y esto también hace parte de la biodiversidad y para ello se hace necesario que las entidades territoriales generen un acompañamiento continuo en diferentes aspectos como:

- ✓ Realizar mantenimientos continuos a la vía en cada uno de sus diferentes tramos de ambos municipios, especialmente donde se presenta alto grado de peligro por deslizamientos.
- ✓ Establecer programas de reforestación dentro de las áreas que se generó un alto grado de deforestación.

- ✓ Brindar asistencia técnica a los pequeños y medianos productores de ambos municipios, estableciendo un modelo de agricultura limpia y sostenible; la cual, garantice la mejora de su calidad de vida.
- ✓ Generar programas continuos de limpieza, reforestación y abastecimiento de especies acuíferas dentro del Río Pamplonita en su recorrido.

## Referencias Bibliográficas

- Laverde, W. E. (2016). *Análisis de la gestión ambiental en las vías 4G en construcción en Colombia*. Facultad de Ingeniería-Universidad EAN. ONTARE. Recuperado el 25 de Mayo de 2023, de Google academico
- Toro Trochez, O. A. (1 de Mayo de 2023). Cartografía Fase 4\_Modelación. Colombia. Recuperado el 21 de Mayo de 2023, de <https://drive.google.com/drive/folders/10n58ZmQixV2h-101VfQU5vfEYAXxixgR>
- Toro Trochez, O. A. (3 de Abril de 2023). Tercera Webconferencia: Diplomado “Profundización en Sistemas de Información Geográfica para el Ord. Colombia. Recuperado el 21 de Mayo de 2023, de [https://unadvirtualedu-my.sharepoint.com/personal/oscar\\_toro\\_unad\\_edu\\_co/\\_layouts/15/stream.aspx?id=%2Fpersonal%2Foscar%5Ftoro%5Funad%5Fedu%5Fco%2FDocuments%2FRecordings%2FTercera%20Webconferencia%5F%20%20Diplomado%20%E2%80%9CProfundizaci%C3%B3n%20en%20Si](https://unadvirtualedu-my.sharepoint.com/personal/oscar_toro_unad_edu_co/_layouts/15/stream.aspx?id=%2Fpersonal%2Foscar%5Ftoro%5Funad%5Fedu%5Fco%2FDocuments%2FRecordings%2FTercera%20Webconferencia%5F%20%20Diplomado%20%E2%80%9CProfundizaci%C3%B3n%20en%20Si)
- Vargas Vargas, R. (30 de Agosto de 2022). Geoprocesamiento. Colombia. Recuperado el 21 de Mayo de 2023, de [https://drive.google.com/drive/folders/1Rs7J90BsUXREJt8ff4XXd\\_8fdBcIGvHI](https://drive.google.com/drive/folders/1Rs7J90BsUXREJt8ff4XXd_8fdBcIGvHI)

## Apéndices

### Apéndice A

*Enlace youtube vídeo de sustentación <https://youtu.be/opNMvXbY0wY>*

### Apéndice B

*Padlet <https://padlet.com/dccalderono/afectaci-n-agroambiental-causada-por-la-creaci-n-de-la-v-a-4-to1nv52ks6ee53da>*