

---

**CARACTERIZACIÓN DE MÉTODOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL DRENAJE DE SUELOS BASADO EN LAS FUENTES HÍDRICAS, ENFOCADO A LA AGRICULTURA EN EL MUNICIPIO DE BOLÍVAR, DEPARTAMENTO CAUCA.**

**Autores:**

Villalobos Peña, Solanyi Esmeralda Cod 1053344462 - svillalobosp@unadvirtual.edu.co  
Villamizar Fuentes, Carlos Felipe – Cod 1096947806 - Cfvillamizarfu@unadvirtual.edu.co  
García Triana, Juan David – Cod 10524025353- jdgarciatr@unadvirtual.edu.co  
Docente asesora: Posada Correa, Gina Carolina – gina.posada@unad.edu.co

**RESUMEN**

El drenaje agrícola se define como la evacuación del exceso de agua del suelo, el drenaje es muy importante para el suelo pues los excesos de humedad tienden a reducir el contenido de oxígeno en el suelo lo cual disminuye la tasa de respiración de las raíces en las plantas, la mineralización del nitrógeno, la absorción del agua y nutrimentos convirtiéndose esto la forma más propicia de la formación de sustancias tóxicas.

Teniendo en cuenta el análisis que se presenta del municipio de Bolívar, departamento de Cauca, es importante tener en cuenta que gran parte del municipio no tiene vocación productiva. El 36.41% son suelos que se deben destinar a la conservación y, un 25,11% destinados a la producción y protección forestal. Lo cual indica que más de la mitad de los suelos del municipio de Bolívar presenta limitantes productivas, sin tener en cuenta otras restricciones

como; falta de infraestructura, mejoramiento y mantenimiento de vías. Sumado a este antecedente hay una sobre utilización de suelos en un 90,19% subutilización 6,06% en total el conflicto del uso del suelo es del 96,07% y porcentaje de uso adecuado de tierras de solamente 0,52%. lo cual buscamos implementar estrategias que mejoren las propiedades fisicoquímicas del suelo, mediante la incorporación de materia orgánica y el desarrollo de drenajes superficiales, aumentado en gran parte el porcentaje de uso de suelo del municipio.

Algunas características biofísicas del municipio parten de las formaciones geológicas de la zona, considerándose una serie de varios sucesos tectónicos que ocurren en dicho municipio y están directamente relacionados con fallas geológicas y los sucesos repetitivos encaminados a la actividad volcánica característicos de la cordillera central, además de los procesos con la Depresión del Patía, determinado por un conjunto

de fallas geológicas con dirección suroeste-noreste.

**PALABRAS CLAVES:** Drenaje, método, suelos, fuentes hídricas, humedad.

**ABSTRACT:**

Agricultural drainage is defined as the evacuation of excess water from the soil, drainage is very important for the soil because excess moisture tends to reduce the oxygen content in the soil which reduces the rate of root respiration in plants, the mineralization of nitrogen, the absorption of water and nutrients making this the most conducive to the formation of toxic substances.

Considering the analysis presented for the municipality of Bolívar, department of Cauca, it is important to take into account that a large part of the municipality does not have a productive vocation. The 36.41% are soils that should be used for conservation and 25.11% for forest production and protection. This indicates that more than half of the land in the municipality of Bolívar has productive limitations, without taking into account other restrictions such as lack of infrastructure, improvement and maintenance of roads. In addition to this background there is an overuse of soils in 90.19% underuse 6.06% in total the conflict of soil use is 96.07% and percentage of adequate land use of only 0.52%. which we seek to implement

strategies to improve the physical and chemical properties of the soil, through the incorporation of organic matter and the development of surface drainage, largely increasing the percentage of soil use of the municipality.

Some of the biophysical characteristics of the municipality are based on the geological formations of the area, considering a series of several tectonic events that occur in the municipality and are directly related to geological faults and the repetitive events related to the volcanic activity characteristic of the central mountain range, in addition to the processes with the Patía Depression, determined by a set of geological faults in a southwest-northeast direction.

**KEYWORD:** Drainage, method, soils, water sources, humidity

**INTRODUCCIÓN:**

Bolívar se fundó en el año de 1793 por el Presbítero Domingo Belisario Gómez, con el nombre de El Trapiche, por ser un centro productor de panela. Administrativamente el municipio está dividido en 164 veredas, 15 corregimientos.

En el Municipio de Bolívar existen numerosas fuentes de agua natural, permanente y temporales cuyos nacimientos se localizan en las partes

altas de los cerros montañosos y cuchillas que conforman el territorio.

El Municipio se encuentra delimitado por los ríos: Blanco, Guachicono, San Jorge y Negro que además lo riegan y sirven de abastecimiento a la población existente lo cual se puede evidenciar en los geoprocesos. Teniendo en cuenta la falta de capacidad hidráulica de las obras de canalización y puentes que presenta el municipio de Bolívar sumado a la invasión de la llanura aluvial por las construcciones que se realizan es pertinente realizar el mejoramiento de los drenajes del suelo, de tal forma que se eviten desbordamientos e inundaciones que afecten las viviendas. Otra situación que agrava la problemática son los sistemas de recolección de basuras y escombros en el municipio principalmente por la contaminación por residuos sólidos los cuales no tienen ningún tratamiento y son dispuestos en la cabecera municipal generando enfermedades infectocontagiosas para la comunidad.

La estructura de la actividad agrícola del municipio de Bolívar está representada por al menos 4,307 hectáreas cultivadas siendo el mayor sistema productivo el café seguido de la caña panelera, actividad que presenta diferentes falencias para los campesinos pues no cuentan con herramientas como; asistencia técnica en procesos productivos, asociativos y comerciales, falta de oportunidades en proyectos agropecuarios, no existe relevo

generacional comprometido con el eslabón de las cadenas (café, plátano, ganadería, caña panelera, entre otros) altos índices de desocupación en la población rural y grandes dificultades al acceso al crédito y a herramientas tecnológicas. Se considera de vital importancia realizar estudios hidrogeológicos que permitan evaluar el suelo con fines de elaboración de drenajes para ello es pertinente la elaboración de un mapa que evidencie las capas ambientales del municipio y la clasificación de los suelos pues el principal objetivo de estudio gira entorno a la identificación del área de ocurrencia del exceso de agua, la topografía, la fisiografía y el método más asertivo para la evacuación del agua.

## **OBJETIVOS:**

### **General**

Evaluar el drenaje superficial a través de la elaboración de una capa orgánica que permita mejorar las propiedades de suelo de forma que el agua que se encuentra en la superficie sea evacuada evitando inundaciones en la zona rural y urbana del municipio de Bolívar.

### **Específicos**

1. Determinar los factores que originan un drenaje deficiente en el municipio de Bolívar.

2. Identificar los daños que se generan en los cultivos, zona rural y urbana a causa de la deficiencia de los drenajes en el municipio seleccionado.

3. Proponer dos estrategias de manejo basadas en el drenaje superficial (longitudinal y transversal).

## ANÁLISIS DEL CASO DE ESTUDIO:

### Identificación de la problemática

Se evaluaron los riesgos identificados en el municipio de Bolívar, basados del Plan Municipal de Riesgos y el Estudio Básico de Amenazas el cual permitió determinar que en los últimos 5 (cinco) años el municipio ha sido comprometido por: movimientos en masa, incendios forestales, inundaciones, vendavales y avalanchas. Para el desarrollo de este caso de estudio se consideró el riesgo de inundación y avenidas torrenciales las cuales se presentan en época de invierno y temporada de lluvias. Con precipitaciones intensas que superan la capacidad de los cauces y de retención de humedad del suelo lo cual perjudica de forma directa la económica agrícola del municipio.

Figura 1. Producción de caña panelera.



Fuente: Autores

### Análisis de caso

Desde el punto de vista histórico, la agricultura ha jugado un papel muy importante en el proceso de desarrollo económico de las naciones. Tanto en los países desarrollados como en muchas de las economías emergentes se ha visto cómo la agricultura ha sido el motor del crecimiento de los demás sectores y, en general, de los países (Pingali, 2006). Colombia cuenta con una extensión de tierras de 114 millones de hectáreas. De estas, la frontera agrícola o potencial para cultivar son de 39,2 millones de hectáreas, lo que equivale al 34%, donde algunas regiones a hoy cuentan con problemas como Bolívar donde no hay una adecuada identificación de los problemas asociados a excesos de agua y aún peor donde no se hace la evaluación del problema mediante estudios básicos encaminados al reconocimiento y diagnóstico, que

permita elegir entre superficial o subterráneo(interno). De acuerdo, al presente caso es adecuado seleccionar un sistema de drenaje que conste de drenes laterales, colectores y principales donde los laterales, denominados también drenes parcelarios mantengan el nivel freático a la profundidad deseada y que, recojan el agua producto de escorrentía.

### **METODOLOGÍA: IDENTIFICACIÓN Y PLANEAMIENTO DE LOS GEOPROCESOS:**

Para la construcción de este último mapa (Figura 5) se realizó primero que todo la construcción de otros tres mapas con el fin de identificar la aptitud del suelo para la agricultura de este municipio, inicialmente se construyó el mapa (Figura 2) de componente ambiental, luego el mapa (Figura 3) de componente edáfico y por último el mapa (Figura 4) de componente climático, para cada mapa se realizó la descarga de unas capas vectoriales desde la página del IGAC. La construcción de estos mapas se realiza por medio del programa de libre acceso QGIS utilizando los geoprocursos de corte, disolver, unión, diferencia simétrica, convertir de polígono a ráster y de ráster a polígono, calculadora ráster, reclasificación, simbologías por medio de categorizados.

En este último mapa (Figura 6) se adiciona la capa de drenaje sencillo, la

cual es de gran importancia debido a la influencia de estas fuentes hídricas sobre los suelos destinados para la agricultura y de igual manera sobre el casco urbano.

Es importante tener en cuenta que, según el plan básico de ordenamiento territorial en Colombia, por reglamentación se debe dejar una distancia de 30 metros a la do y lado de los cauces ya sean temporales o permanentes, para lo cual se hace un búfer de 30 metros en esta capa vectorial.

En este municipio se ha presentado gran afectación por influencia de las fuentes hídricas y lluvias sobre los suelos destinados a la agricultura, principalmente por el mal drenaje, es por ello por lo que el proyectó está encaminado en la mejora de los drenajes superficiales por medio de prácticas culturales y técnicas que ayuden a disminuir el exceso de agua en las plantaciones, inundaciones, deslizamientos, erosión y el aprovechamiento de los recursos disponibles.

En la (Figura 7). Aptitud del suelo para la agricultura teniendo en cuenta drenaje y susceptibilidad a erosión e inundaciones se utilizaron las capas de capacidad y suelo, y se clasificaron según la susceptibilidad a la erosión e inundaciones y características de drenaje.

La siguiente tabla (Tabla 1) se tiene en cuenta para la clasificación estandarizada de los mapas temáticos utilizados en el proyecto:

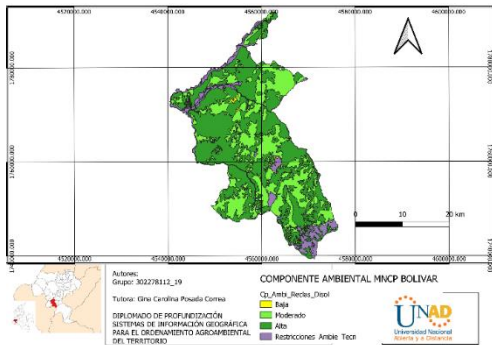
Tabla 1. Clasificación estandarizada para los resultados espaciales

Clasificación Cualitativa	Rango Cuantitativo	Color
No Apto	1 - 2,99	Rojo
Marginal	3 - 4,99	Naranja
Baja	5 - 5,99	Amarillo
Moderado	6 - 7,99	Verde claro
Alta	8 - 10	Verde oscuro

Fuente: UNAD, 2024

**RESULTADOS:**

Figura 2: componente ambiental

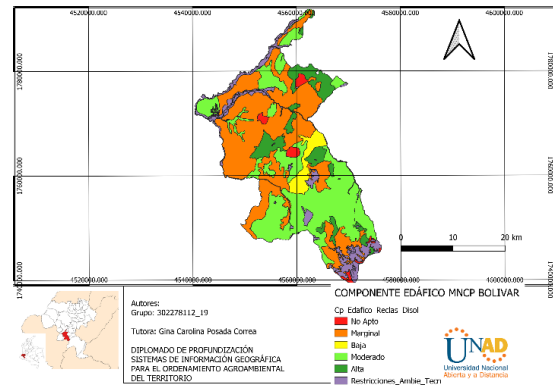


Fuente: Autores

En este mapa se realiza la identificación de las zonas de influencia ambiental donde se utilizan las capas vectoriales de drenajes dobles, parques nacionales, lagunas, humedales, embalses y coberturas de suelo, y con estas capas se realiza un geoproceto de corte con cada una, dejando solamente la influencia sobre el municipio de Bolívar

y de esta forma se identifican las restricciones ambientales y las sin restricciones.

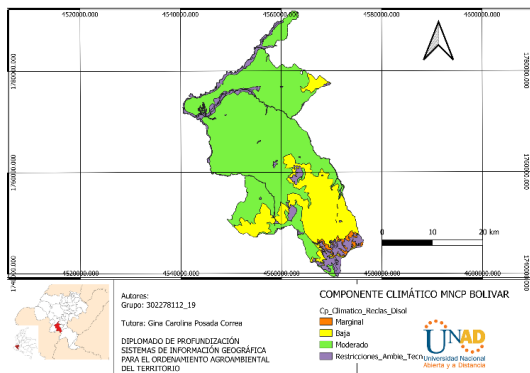
Figura 3: Componente edáfico



Fuente: Los autores

En este mapa se identifican las características edáficas favorables para la implementación de las actividades agropecuarias. Es decir, las propiedades orgánicas e inorgánicas del suelo que favorecen al crecimiento y desarrollo de las plantas.

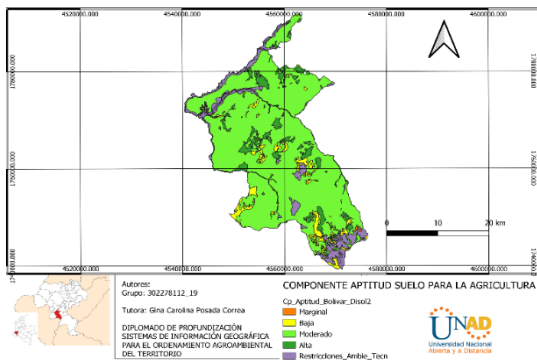
Figura 4: Componente climático



Fuente: Los autores

En este mapa se identifican los diferentes pisos térmicos y climáticos que pueden favorecer la implementación de las diferentes actividades agropecuarias del municipio.

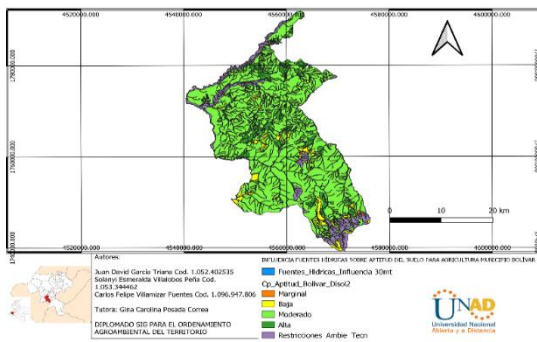
Figura 5: Componente aptitud suelo para la agricultura



Fuente: Los autores

Este mapa representa la unión de los mapas de componente ambiental (Figura 2), componente edáfico (Figura 3) y componente climático (Figura 4) para determinar la aptitud del suelo para la agricultura en el municipio de Bolívar Cauca.

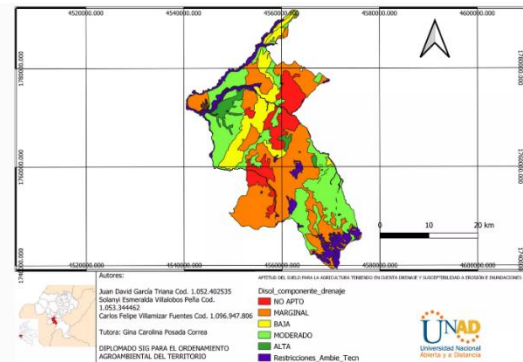
Figura 6: Influencia fuentes hídricas sobre aptitud del suelo para la agricultura



Fuente: Los autores

En este mapa se identifica la influencia de las fuentes hídricas temporales y permanentes con su respectiva restricción de 30 metros a lado y lado de sus cauces, ayudando a determinar las zonas donde se requiere más intervención para disminuir la afectación por la saturación de agua sobre el territorio del municipio por medio del mejoramiento de los drenajes.

Figura 7: Componente Aptitud del suelo para la agricultura teniendo en cuenta drenaje y susceptibilidad a erosión e inundaciones

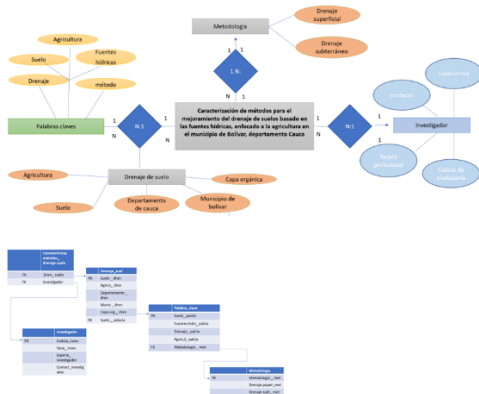


Fuente: Los autores

En este mapa se realiza una caracterización de las zonas más susceptibles a erosión e inundaciones, donde se debe realizar una adecuación de los drenajes para la agricultura ya sea de forma cultural o técnica.

## Sector de la problemática

Figura 8: Modelo lógico entidad relación.



Fuente: Los autores

## OFERTA AMBIENTAL DEL MUNICIPIO (USOS PRINCIPALES DEL SUELO):

El municipio de Bolívar se encuentra ubicado en el departamento del Cauca, a una altura sobre el nivel del mar de 1.777 metros, una temperatura aproximada de 19°C, presenta los pisos térmicos cálidos, medio y frío. El clima cálido y medio abarcan principalmente la depresión del Patía y parte de la Cordillera Central; y el frío, la parte alta de la Cordillera. El principal uso de estos suelos es la agricultura, destacándose principalmente el cultivo de maíz, el café y la caña de azúcar.

## CONCLUSIONES:

- Por lo tanto, el manejo de un buen drenaje en la agricultura permite evitar la saturación de agua en las plantaciones y con ello disminuir la afectación por enfermedades, pudrición de raíces y mejorar la absorción de nutrientes ya que el exceso de agua la disminuye.
- Aunque gran parte del sector rural cuenta con aptitud para la agricultura gran parte de esta zona cuenta con gran susceptibilidad a la erosión y a inundaciones debido a su topografía accidentada, es por ello que por medio de la construcción de estos mapas se identifica los sitios más críticos con el fin de encaminar los esfuerzos a mejorar los drenajes y disminuir los riesgos para la implementación de proyectos agrícolas.
- Teniendo en cuenta que, el municipio de Bolívar cuenta con una población aproximada de 44001 habitantes, con una extensión del área rural de 752 km<sup>2</sup> y 6,5 km<sup>2</sup> de extensión urbana, que mediante el desarrollo del caso de estudio se verán beneficiados empresarios microempresarios, campesinos, entre otras, apoyando su principal renglón económico del municipio que son las explotaciones agropecuarias.
- Finalmente, con la elaboración de los mapas se puede determinar que el

municipio de Bolívar presenta una influencia moderada respecto al manejo del drenaje convirtiendo esta zona de alta influencia y determinante para generar erosión e inundaciones consecutiva, por el exceso de afluentes hídricas.

### RECOMENDACIONES:

Realizar un manejo adecuado de acondicionamiento superficial en los diferentes terrenos del municipio de bolívar, con tal de facilitar el flujo de exceso de agua hacia los colectores.

Para el manejo de las aguas producto de escorrentías se recomienda la construcción de canales interruptores o la elaboración de dique perimetrales para realizar el control del exceso de agua.

Otra estrategia de manejo que se puede aplicar consta de elaborar redes de drenaje superficiales local cuya finalidad sea la construcción de canales principales, secundarios y colectores permitiendo que la capacidad de remover el agua superficial mejore en el rango de 4 a 7 días.

Por otra parte, es de gran importancia que la comunidad en general tome conciencia sobre el adecuado manejo de los residuos sólidos en cuanto a la separación y disposición de los mismos. De tal forma que estos no sean llevados a las fuentes hídricas (Ríos, quebradas, nacimientos, entre otros.) y con ello evitar

represamientos de agua que puedan causar inundaciones o deslizamientos.

### REFERENCIAS:

Bolivar-Cauca.gov.co.  
[https://bolivar-cauca.gov.co/MiMunicipio/ProgramadeGobierno/Plan%20de%20Desarrollo%200\(Trabajo%20Compromiso%20y%20Desarrollo%20Propositos%20Por%20Bolivar\).pdf](https://bolivar-cauca.gov.co/MiMunicipio/ProgramadeGobierno/Plan%20de%20Desarrollo%200(Trabajo%20Compromiso%20y%20Desarrollo%20Propositos%20Por%20Bolivar).pdf)

De una paz estable y duradera en Colombia., S. A. I. P. el D. S. S. Q. C. I. de G. U. P. las D. T. Q. se A. en la M. de C. P. la T. del C. y. la C. (s/f). agricultura en Colombia. Org.co. Recuperado el 25 de mayo de 2024, de <https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/61/?sequence=1>

Departamento Administrativo para la Prosperidad Social (2012). “Sector de la inclusión social y la reconciliación: Informe de rendición de cuentas noviembre 3 de 2011 - octubre 31 de 201” 2. URL: <https://dl.dropbox.com/u/42450478/informecuentasdps.pdf>.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. (2020). ABC Nueva proyección cartográfica para ColombiaOpen this document with ReadSpeaker docReader Origen IGAC.

[https://origen.igac.gov.co/docs/ABC\\_Nueva\\_Proyeccion\\_Cartografica\\_Colombia.pdf](https://origen.igac.gov.co/docs/ABC_Nueva_Proyeccion_Cartografica_Colombia.pdf)

Olaya, V (2014). Sistemas de Información Geográfica. Open this document with ReadSpeaker docReader . Ilustre Colegio Oficial de Geólogos. [https://www.icog.es/TyT/files/Libro\\_SIG.pdf](https://www.icog.es/TyT/files/Libro_SIG.pdf) Revisar páginas: 337-403.

Rojas, R. (1976). Drenaje superficial de tierras agrícolas. Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras (CIDIAT), Venezuela.

Sarria, F. A. (2013). Sistemas de Información Geográfica Temario de la asignatura. Open this document with ReadSpeaker docReader . Universidad de Murcia. [http://fobos.inf.um.es/alonso/SIGCCA\\_A/temario.pdf](http://fobos.inf.um.es/alonso/SIGCCA_A/temario.pdf) Revisar páginas: 67-90.

## **ENLACE DE SUSTENTACIÓN**

<https://www.youtube.com/watch?v=uqVipa9ObCU>