

Estimación del riesgo de inundación en el municipio de Ubaté, Cundinamarca

Davide Fiesoli dfiesoli@unadvirtual.edu.co

Yeni Carolina Mancipe Peña ycmancipep@unadvirtual.edu.co

Docente asesor: Yetfersson Arley Serrato Velosa yetfersson.serrato@unad.edu.co

Resumen

Con el uso del análisis multicriterio en sistema de información geográfica, se han analizado los riesgos de inundación que afectan al municipio de Ubaté, Cundinamarca. De esta manera, se ha podido estudiar más ampliamente cuáles podrían ser las eventuales causas de estos riesgos, así como las distintas opciones de mitigación. Se halló que la zona de mayor riesgo de inundación se encuentra ubicada en la parte plana, rural y urbana. Las zonas de riesgo alto y muy alto, sumadas son un 37% del territorio municipal. El mayor factor que incide en estos riesgos en las zonas vulnerables se debe a que el agua, en temporadas de lluvia, baja por la pendiente muy rápidamente a causa tanto de la inclinación excesiva, como también por la falta de cobertura vegetal, desencadenando procesos erosivos y de deslizamiento del suelo.

Mientras que la zona de riesgo medio representa un 36%, siendo ella sola la zona con mayor extensión. Finalmente, las zonas con riesgo bajo y muy bajo, suman un 27% de la extensión, se encuentran localizadas en altitud y en colinas. Para mitigar estos riesgos de inundación, se necesita reforestar las zonas de relieve e implementar medidas de infraestructura como planicies de inundación en las partes llanas.

Palabras claves: sistemas de información geográfica, análisis multicriterio, riesgos de inundación, plan de ordenamiento territorial, planicies de inundación.

Introducción

Las inundaciones representan a nivel mundial una problemática siempre más frecuente que amenazan el medio ambiente, su servicio ecosistémico y todas las actividades antrópicas tanto en asentamiento rural como en las grandes ciudades.

Según los datos del Atlas de Riesgo de Colombia los departamentos que sufren más pérdidas económicas son Boyacá, Bolívar, Santander y Antioquia.

Las personas afectadas en Colombia por los efectos de las inundaciones ascienden a 20'000.000, de estos el 36% viven en departamentos con menos recursos económicos como Magdalena, Chocó y Bolívar (UNGRD, 2020).

La provincia de Ubaté en Cundinamarca es desde siempre reconocida por su alta producción de lácteos, llegando a tener en el contexto regional el 15,26% de bovinos igual a 53.541 cabezas de ganado, seguida sólo por Sabana Centro con un 12,59%. Con estos datos es evidente la importancia de este sector sobre la economía de la zona como de toda Colombia. Es preciso recalcar que el desarrollo de la ganadería ha portado a una modificación del territorio quitando espacio a zonas forestales y agrícolas. La ganadería extensiva está presente en zonas con alta pendiente y cerca de los drenajes y los cuerpos de agua (UNGRD, 2020).

Una de las causas de la deforestación en el municipio, está representada por la pérdida de bosque nativo que desde el 2001 hasta 2012 disminuyó en 396 ha. La falta de vegetación de

cobertura del suelo como el constante pisoteo de los bovinos causan una compactación de este, disminuyendo sensiblemente la presencia de materia orgánica (MO). La falta de MO a su vez repercute directamente sobre la capacidad de infiltración del agua, provocando una escorrentía superficial que progresivamente desencadena procesos erosivos del suelo.

La erosión de suelo por parte de las lluvias adviene por el desprendimiento físico de partículas con una transferencia y transporte del terreno a la corriente hídrica, como también por impacto de las gotas sobre suelo desnudo, generando una dispersión de su energía cinética compactando así el suelo y formando simultáneamente una corona de gotas de pequeñas dimensiones que arrastran partículas de terreno (Dalla Fontana, 2014).

Por su ubicación geográfica, Colombia es un país muy vulnerable a los cambios climáticos con períodos largos de sequía alternados de breves periodos de lluvia intensa.

En Ubaté, la oferta hídrica se reduce en los periodos más secos y también con la incidencia del fenómeno del Niño. Durante el periodo de lluvia y con la presencia del fenómeno de la Niña, hay intensas precipitaciones, que representan las causas de inundaciones siempre más frecuentes (Vaca, Uva, & Ruíz, 2023).

El proceso de gestión del cambio climático está bajo el control del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) con la participación de la Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo. A largo plazo, Colombia quiere adoptar diferentes estrategias para desarrollar un sistema productivo económico sin el uso de combustible fósil. En particular, sus esfuerzos se orientan a dar sustentabilidad ambiental al sistema agropecuario e industrial, así como generar ciudades a bajo impacto y una red de infraestructuras eficientes.

Se cuenta con legislación encaminada a disminuir los impactos del clima, el cambio

hacia las energías limpias, así como a incentivar de una manera más activa este tipo de iniciativas en pro del cuidado del medio ambiente. Existe un Sist. Nal. de Cambio Climático, una Política Nacional del año 2016 (ley 1931/2018, ley 1844/2017) concorde al Acuerdo de París y un Plan Nacional de Adaptación. Existen también otras propuestas que se incluyen en cada plan de desarrollo de los gobiernos de turno (MinAmbiente, 2020).

Para poder enfrentar los riesgos de inundación u otros, se deberá de antemano realizar un reconocimiento de la zona e implementar metodologías vueltas a mitigar estos impactos. Con el análisis multicriterio y el sistema de información geográfica se pueden estudiar todas las variables que intervienen en los riesgos y, con una valorización cuantitativa y cualitativa se podrá desarrollar un ordenamiento territorial que tenga en cuenta las zonas con vulnerabilidad alta y de esta forma desarrollar ciudades y asentamientos rurales más seguros y sustentables.

Objetivos

General:

Evaluar el riesgo de inundación, en el municipio de Ubaté, con el uso del análisis multicriterio para una modelación del espacio agroambiental.

Específicos:

Realizar un análisis multicriterio en un sistema de información geográfica, usando los factores de análisis y su porcentaje de incidencia.

Diseñar el mapa de riesgo de inundación vectorial de acuerdo con los cinco niveles de clasificación del riesgo.

Proponer estrategias para mitigar la vulnerabilidad de las zonas con mayor riesgo de inundación.

Identificación del caso de estudio

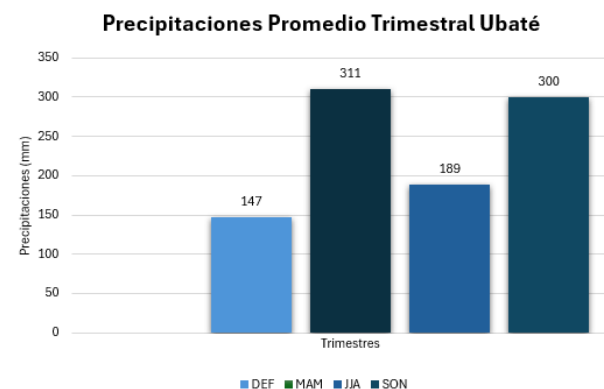
El municipio de Ubaté está localizado en el nororiente del departamento de Cundinamarca en la provincia de Ubaté, con una distancia aproximada de Bogotá de 98 Km. Sus límites son: al norte con los municipios de Susa y Fúquene, al este con Cucunubá y Lenguazaque, en la zona sur con Sutatausa y Tausa, mientras que al occidente con el municipio de Carmen de Carupa (Municipio de Ubaté, 2008).

Hace parte de la cuenca del río Ubaté-Laguna de Fúquene, un territorio con grande importancia para la producción agropecuaria con la más elevada producción láctea de Colombia. El río Ubaté representa el río principal de la zona de interés, su descendimiento adviene entre el relieve con un porcentaje de pendiente superior al 50% hasta llegar a la zona más plana de la altiplanicie de Ubaté que se caracteriza por ser un depósito fluvio lacustre, que también cuenta con relieves ondulados de pendientes que oscilan hasta el 25%. En esta zona se presenta un proceso geomorfológico a través de la erosión hídrica debido principalmente al gran volumen de descarga de agua que se origina por las precipitaciones intensas distribuidas en periodos temporales reducidos (Salazar, 2016). La zona está influenciada por la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), es una zona ecuatorial donde se realiza una conversión de los vientos alisios de la zona nororiental que se forman como un flujo cerca de las altas presiones de la zona Atlántico norte y los vientos alisios de la zona sur oriental, originados estos últimos, como flujo cerca de las altas presiones de la zona del Atlántico y Pacífico meridional. La convergencia que se genera se debe al efecto Coriolis formado a su vez por la rotación terrestre. A través del encuentro de estos vientos se observa el aire

cálido ecuatorial ascender provocando así un enfriamiento de la masa de aire que favorece respectivamente la condensación, la formación de nubes e intensas precipitaciones. El comportamiento de ZCIT provoca en la zona un régimen de lluvia bimodal con periodos de mayores precipitaciones que se concentran entre el mes de abril y de junio y entre septiembre octubre (González, 2023).

La presencia del Fenómeno del Niño, Oscilación del Sur (ENSO) donde está presente una fase positiva, Niño y negativa, Niña. Estos fenómenos son opuestos: calentamiento en la fase del Niño y enfriamiento con la Niña. Esto repercute en periodos de sequía con el Niño y periodos de lluvia intensa con la Niña. Para el fenómeno de la Niña, se deberá presentar un acoplamiento entre la atmósfera y el océano, el desarrollo de la Niña se identifica por una disminución de las corrientes de agua cálida provenientes del continente asiático en dirección del océano Pacífico oriental, tropical y central (Sur América). En contraposición a este fenómeno se tendrá una acumulación de las corrientes de agua fría (corriente de Humboldt) que llegan de la costa de Chile. La Niña es responsable del incremento de las precipitaciones en la Zona del Caribe como la Andina donde está situado el municipio de Ubaté (CAR, 2018).

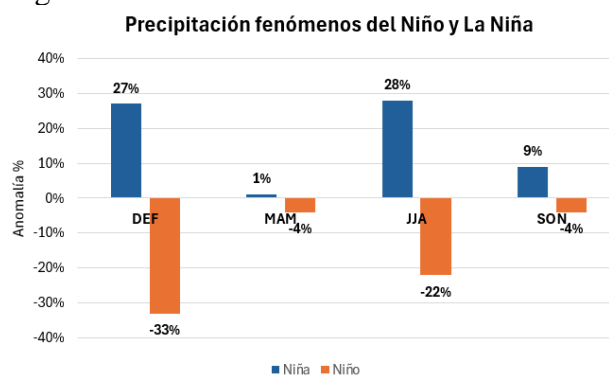
Figura 1.



Fuente: autoría propia, elaborado en Excel, 2024. Datos tomados de Fajardo, 2019.

Nota: La consolidación de los datos se basa sobre 82 estaciones provistas de registros climáticos ubicadas en el Valle de Ubaté y Chiquinquirá. Analizando el gráfico sobre las precipitaciones promedio por trimestre hay una distribución de la lluvia con periodos de sequía desde diciembre hasta febrero (DEF) periodos con más precipitaciones entre marzo, abril y mayo (MAM) seguido por un periodo transitorio de junio, julio y agosto (JJA) y para terminar con el segundo periodo de lluvia en los meses de septiembre, octubre y noviembre (SON). El mes con más precipitaciones es abril (Fajardo, 2019).

Figura 2.



Fuente: autoría propia, elaborado en Excel, 2024. Datos tomados de Fajardo, 2019.

Nota: En este gráfico se aprecia cómo El Niño y La Niña influyen respectivamente sobre los periodos secos y de precipitaciones evidenciando anomalías. En los periodos secos se llega hasta un 27% más de lluvia en el trimestre diciembre, enero y febrero DEF, así como en junio, julio y agosto con un 28% más de precipitaciones (Fajardo, 2019).

Metodología

A través del uso de ArcGIS Pro y con el apoyo de un análisis espacial multicriterio se pretendió conocer la zona de impacto de riesgo por inundación. Los SIG multicriterio ayudan a gestionar los datos espaciales y la combinación de la información real como las pendientes,

cuenca, cobertura del suelo, etc. Ayudando de esta manera a la interpretación y visión global de la situación de una determinada zona. Para determinar el riesgo de inundación se usaron distintos criterios y pasos descritos a continuación:

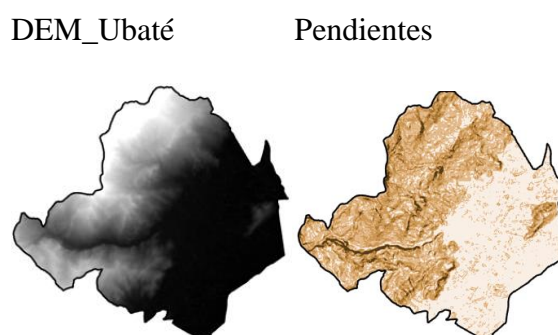
Tabla 1.

Factor	Porcentaje 100%
Precipitaciones	35%
Distancia drenajes	30%
Grados pendientes	15%
Modelo elevación digital	10%
Cobertura suelo	10%

Fuente: Adaptado de Guía Fase 4 Diplomado SIGOAT UNAD 2024-IV.

Todos estos procedimientos se realizaron en el ArcGIS Pro. Para descargar el modelo de elevación digital DEM, se usa el geoportel web USGS (United States Geological Survey) de esta manera se pueden calcular las pendientes de Ubaté (Figura 3. a.).

Figura 3.a.



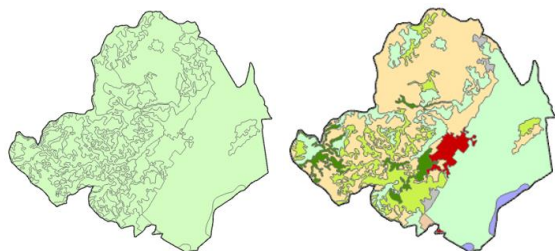
Fuente: autoría propia, elaborado en ArcGIS Pro, 2024.

Posteriormente con el uso del geoportel del IGAC Colombia en mapas, se descarga la capa de Cobertura de suelo para esta zona, escala 1:100.000 (2018) (Figura 3.b.), recortada y disuelta. Con el cambio de simbología a valores

únicos se ajustan los colores de acuerdo con el código adaptado a Colombia de Corine Land Cover.

Figura 3.b.

Dissolve



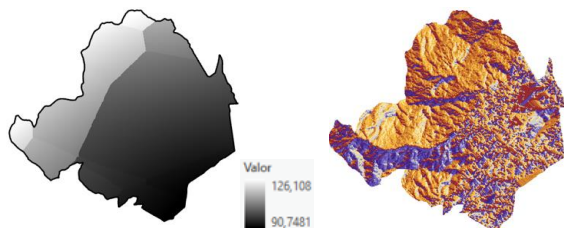
Fuente: autoría propia, elaborado en ArcGis Pro, 2024.

Una vez consultada la información acerca de las precipitaciones en Ubaté. Se encontró que el mes más lluvioso es el de abril (IDEAM, 2017), se cargó la capa de precipitaciones para Ubaté (figura 3. c). Determinando posteriormente la dirección de flujo de los drenajes.

Figura 3.c

Precipitaciones

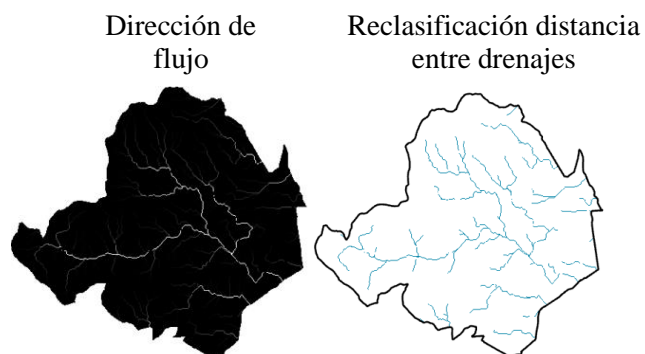
Dirección de flujo



Fuente: autoría propia, elaborado en ArcGis Pro, 2024.

Con estos insumos se realiza el cálculo de la distancia entre drenajes obteniendo mediante la desviación típica la dirección de flujo (figura 3.d) y se toman los drenajes principales para realizar la reclasificación:

Figura 3.d



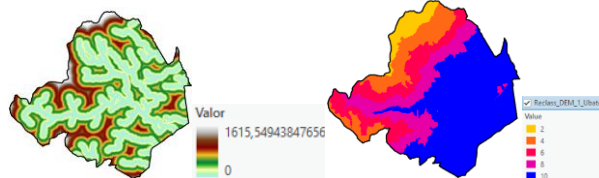
Fuente: autoría propia, elaborado en ArcGis Pro, 2024.

En el cálculo de la distancia euclidiana (figura 3.e) se obtienen los valores que se aprecian en la figura, de aquí en adelante se pueden apreciar las reclasificaciones de los distintos datos:

Figura 3.e

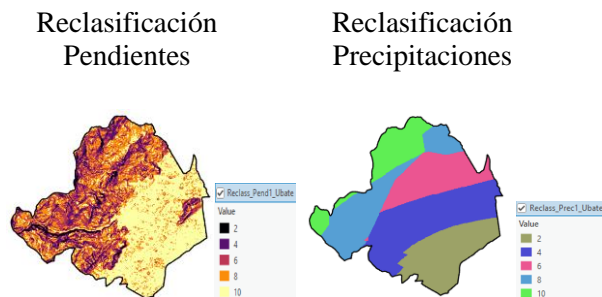
Distancia Euclidiana

Reclasificación DEM Ubaté



Fuente: autoría propia, elaborado en ArcGis Pro, 2024.

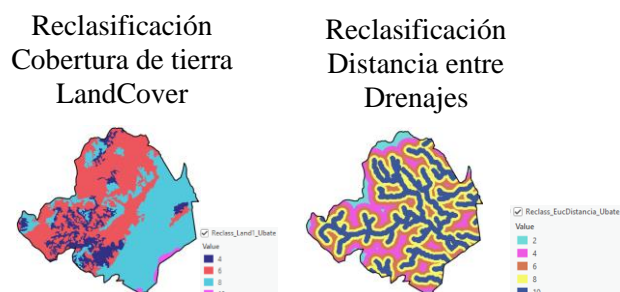
Figura 3.f



Fuente: autoría propia, elaborado en ArcGis Pro, 2024.

Se realiza una reclasificación de la cobertura de tierra, siguiendo los parámetros de clasificación del riesgo ajustado a las dinámicas del municipio y los valores de clasificación del riesgo (Figura 3.g). y también se realiza la reclasificación de distancia entre drenajes:

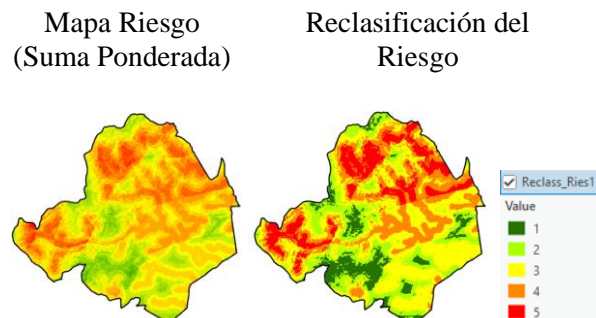
Figura 3.g:



Fuente: autoría propia, elaborado en ArcGis Pro, 2024.

Al realizar todos estos cálculos es posible diseñar el mapa de riesgo mediante la función de suma ponderada, en donde se podrá interpretar cuáles son las zonas más vulnerables o con mayor riesgo (Figura 3.h). del mismo modo, se aprecia que con la reclasificación del riesgo es posible evidenciar de manera más clara los riesgos en cada una de las zonas:

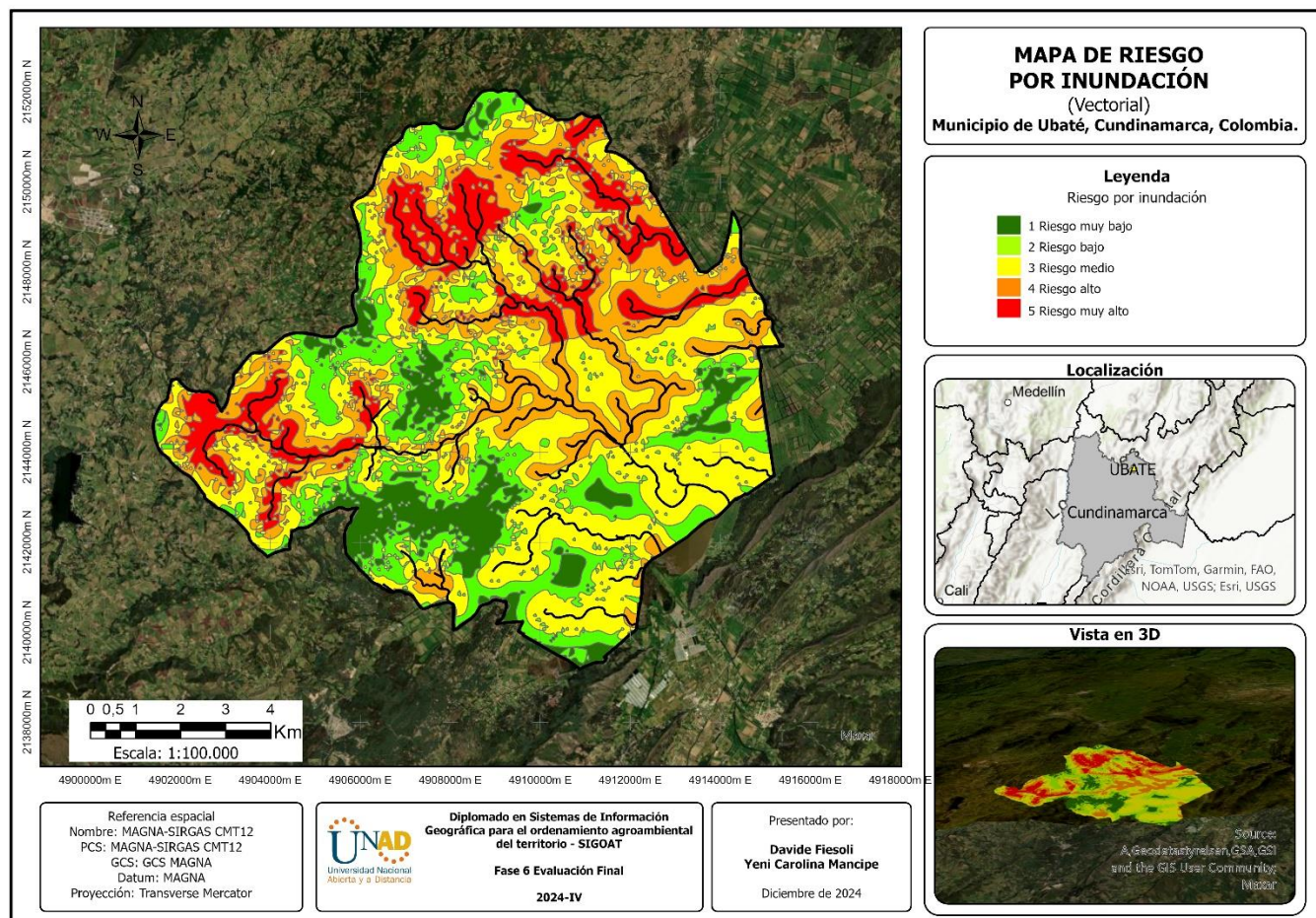
Figura 3.h:



Fuente: autoría propia, elaborado en ArcGis Pro, 2024.

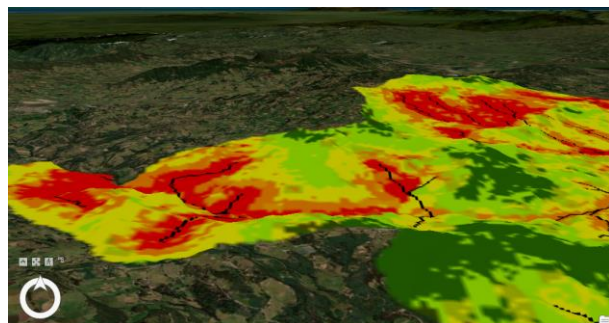
Resultados

Figura 4.



Fuente: autoría propia, elaborado en ArcGis Pro, 2024.

Figura 5. Vista en 3D



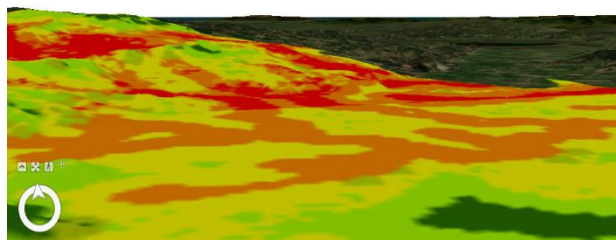
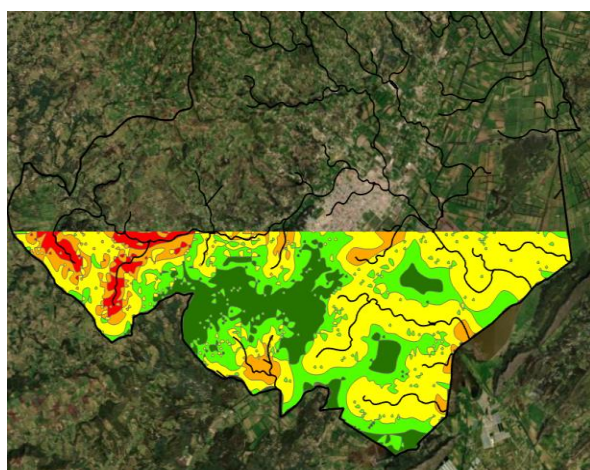
Fuente: autoría propia, elaborado en ArcGis Pro, 2024.

Realizando un análisis de las categorías de riesgo por inundación. Se aprecia (figura 8 y 9) que en el municipio de Ubaté se divide: con riesgo muy alto igual a un área de 13,73 Km², esto es, el 14% de la superficie total, ubicada en la zona más septentrional y localizada al occidente del municipio. Las zonas rojas están caracterizadas por tener cercanía a los cauces de los drenajes. Como también se puede evidenciar la topografía de estas áreas que están compuestas por cañones con unas pendientes elevadas (figura 5). Esto permite que durante los periodos de lluvias intensas se vayan saturando paulatinamente los drenajes excediendo sus orillas naturales. La zona tiene

una vocación rural, destinada principalmente a la ganadería extensiva para la producción de leche.

La zona de riesgo alto (figura 6) posee una superficie de 23.28 km², iguales al 23% (figura 8 y 9). Principalmente ocupa la zona central del municipio. Observando los mapas, esta es primariamente plana con una alta densidad de habitantes en el casco urbano, que en cifras ascienden a 35.000 aprox. de las 60.000 que habitan en todo el municipio (Pajarito, 2023). Es una zona que posee una alta vulnerabilidad porque hay un crecimiento desordenado de viviendas y no cuenta con unas adecuadas redes de alcantarillado para la recolección de las aguas lluvias y residuales. Son frecuentes las inundaciones en el pueblo durante el periodo de lluvias causando daños a cosas y personas e impidiendo el tránsito en los corredores viales.

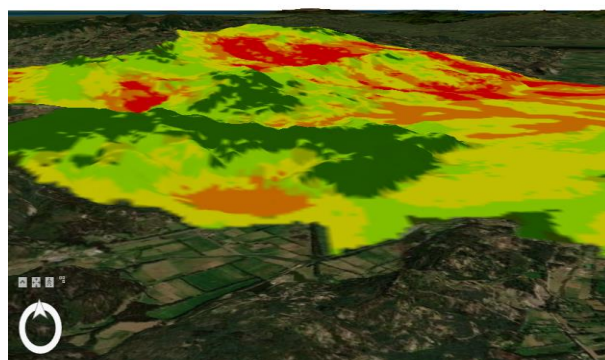
Figura 6. Barrido (Zona urbana) y mapa 3D.



Fuente: autoría propia, elaborado en ArcGis Pro, 2024.

Para la zona de riesgo medio (figura 7), se cuenta con un área de 36.51 km² y 36% de ocupación de la superficie (figura 8 y 9). Representa la mayor área y está distribuida principalmente en la zona central y norte del municipio. En la zona sureste se aprecia próxima a los cauces de los drenajes; a diferencia de la zona central, que se aleja un poco más de los mismos. Entre más distancia haya de los cauces la zona tiene un riesgo menor. Se caracteriza por ser una zona rural plana dedicada a la ganadería.

Figura 7. Mapa 3D



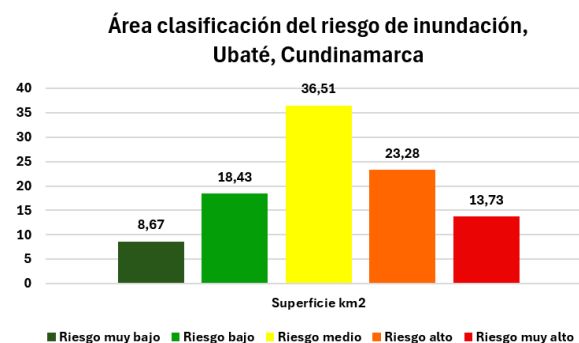
Fuente: autoría propia, elaborado en ArcGis Pro, 2024.

Las zonas denominadas riesgo muy bajo (verde oscuro) y riesgo bajo (verde claro), respectivamente tienen un área de 8.67 km² y un 9% de ocupación y 18.43 km² con un 18% de ocupación (figura 8 y 9). Estas zonas tienen una vulnerabilidad muy baja y baja, pues se encuentran ubicadas principalmente en las zonas con más elevación como se puede percibir en el mapa (figura 7). La zona de riesgo muy bajo corresponde a las zonas de relieve más alto. Y las de riesgo bajo a aquellas que están situadas en zonas de colinas. Son los puntos más alejados de los cauces de los ríos. Y no sufren la escorrentía del agua debido a las elevadas pendientes como sucede en las zonas planas.

Aunque en esta zona no hay riesgo de inundaciones, si hay una progresiva disminución de bosque nativo para la obtención de espacio para la ganadería. Se ha demostrado que la cobertura vegetal compuesta por arbustos y árboles debería proteger el suelo en las zonas altas, para disminuir la intensidad de la lluvia como proteger el suelo de la erosión eólica y aportar materia orgánica en el horizonte O (parte superficial donde hay procesos regenerativos del suelo). Debido a la falta de esta vegetación no sólo disminuye la fertilidad, sino que se pierde la capacidad de infiltración del agua, ocasionando en periodos de lluvia intensa la formación de quebradas que van a alimentar los ríos más a valle. Esto crea en la zona plana riesgo alto o muy alto de inundaciones y en caso de pendientes elevadas hay problemas de deslizamiento de material fino (lodolitas gris con la presencia de cuarzo arenitas típicos de esta zona) (Duarte & Marroquín, 2020)

La zona de altitud con riesgo bajo o muy bajo son zonas utilizadas por las ganaderías y los desechos de los animales aportan compuestos nitrogenados al suelo que son lixiviados y arrastrados por la lluvia, provocando así daños a valle: generan procesos de eutrofización en los ríos y cuerpos de agua como en el caso de la laguna de Fúquene, afectando el ambiente acuático y los servicios ecosistémicos para el aprovisionamiento de agua, pesca y turismo de la zona (Duarte & Marroquín, 2020).

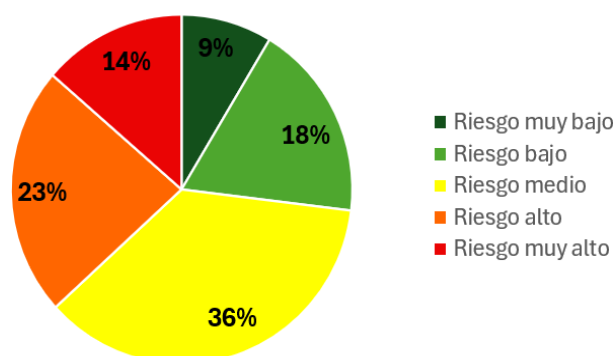
Figura 8



Fuente: autoría propia, elaborado en Excel, 2024.

Figura 9

Área por clasificación de riesgo de inundación, municipio de Ubaté, Cundinamarca



Fuente: autoría propia, elaborado en Excel, 2024.

Conclusiones

A través del uso de análisis multicriterio en sistemas de información geográfica se pueden tomar decisiones para planificar el territorio de estudio. Las características cuantitativas y cualitativas permiten un análisis detallado para conocer los riesgos asociados a las inundaciones. Este análisis multicriterio se basa sobre criterios y porcentajes de incidencia sobre el Modelo de Elevación Digital 10%, pendientes 15%, cobertura de suelo 10%, precipitaciones 35% y distancia entre drenajes 30% hasta obtener con ArcGIS Pro un mapa

vectorial de riesgo por inundaciones en donde se evidencian los 5 niveles de riesgo en el municipio de Ubaté.

Se presentan zonas con riesgo muy alto, alto y medio, que sumadas llegan a cubrir una superficie del 73 % de todo el territorio, ubicadas principalmente en áreas urbanas y rurales planas cerca los cauces de los drenajes. Estas son las zonas que necesitan atención mayor para la planificación en el plan de ordenamiento territorial.

Las zonas con riesgo bajo y muy bajo sumadas son iguales a un 27%, aunque estas zonas no tienen riesgo de inundaciones, tienen un alto grado ambiental como, el mal uso del suelo destinado exclusivamente a la ganadería y la ausencia de una adecuada cobertura vegetal. Haciendo que estas malas condiciones o de grado ambiental repercutan en las zonas ubicadas en el valle, tanto en la zona rural como urbana, siendo estas las que tiene una alta probabilidad de inundaciones. Se puede concluir entonces que para disminuir los impactos de las zonas con riesgo alto se deberá mejorar la criticidad ambiental de las zonas con menos riesgo, identificadas en el mapa con dos tonalidades de color verde.

En el casco urbano existe la necesidad primordial de implementar infraestructuras y medidas orientadas a mitigar los riesgos como a destinar áreas con depresiones geográficas con respecto al centro habitado, que serán necesarias a la expansión y recolección de agua. Se debe disminuir drásticamente la construcción de viviendas y planear un sistema de recolección tanto de las aguas de las precipitaciones como las residuales, garantizando además una distancia de seguridad de los cauces.

Recomendaciones

Estrategias de mitigación:

En necesario una planeación efectiva de las áreas urbanas y rurales, que en conjunto resultan afectadas por riesgo alto y muy alto de inundaciones. Con el estudio del territorio y la implementación de estrategias vueltas a mitigar los riesgos, en la zona urbana hay una deficiente red de alcantarillado para recolectar el agua de las precipitaciones y un desarrollo incontrolado de viviendas, por ello hay una necesidad imperante de desarrollar un plan de ordenamiento territorial eficiente para el diseño de infraestructuras que realmente puedan mitigar los riesgos del municipio.

El riesgo de inundación está relacionado con las actividades antrópicas que van a modificar y destruir los equilibrios de los ecosistemas. Es importante reforestar con especies nativas garantizando una cobertura vegetal en la zona de altitud, en donde se podría implementar una agricultura sustentable, tal es el caso de sistemas agroforestales (SAF), que pueden también incluir la presencia de animales bovinos. Esta es una práctica que busca no sólo intervenir sobre la cobertura del suelo sino mitigar los impactos del cambio climático, ya que, con especies arbóreas intercaladas con plantas transitorias, como leguminosas, se tiene un almacenamiento mayor del carbono, como una fijación biológica de nitrógeno, reciclaje de nutrientes y un aumento de la materia orgánica tan importante para evitar procesos erosivos (Hernández, Andrade, & Suárez, 2021).

En elevadas pendientes, se podría intervenir con el uso de terrazamientos (figura 10) para frenar las elevadas pendientes del terreno utilizando sistemas de terraplenes preferiblemente contruidos con piedras sin el uso de cemento, esto permite una disminución de la velocidad y un drenaje eficiente del agua lluvia, de esta forma se interrumpe la escorrentía superficial por una reducción de longitud de pendiente.

Los aterrazamientos deberán seguir las curvas de niveles, o sea la conexión entre puntos a la

misma altitud. Con la construcción de zanjas entre los terrazamientos, se frena la velocidad de las aguas de escorrentía aumentando así la capacidad de infiltración en el suelo (BZamorano, 2002).

Para el control del riesgo de inundación en la zona plana que es la más afectada, se puede recurrir a la construcción de planicies o llanuras de inundación (figura 11), que son controladas con sistemas hidráulicos de apertura y cierre de compuertas, estos permiten la gestión del gran volumen de agua que proviene de los drenajes. La posición ideal de las planicies de inundación es a lo largo los cauces de los ríos aprovechando particulares conformaciones morfológicas de la zona como un valle extenso. Con la realización de estas obras, el impacto ambiental resulta reducido, ya que se crean ambientes húmedos, típicos ecosistemas que en un tiempo estaban presentes naturalmente en esta zona (humedales).

Es oportuno prever mantenimiento periódica de estas obras ya que las aguas de inundaciones son ricas de sedimentos en suspensión que reducen la capacidad de su almacenamiento y disminuyen la capacidad de infiltración en la falda acuífera (Tennani, 2014).

Figura 10.

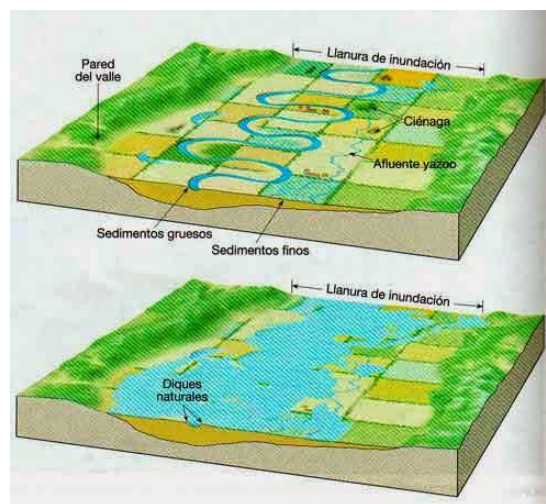
Terracing



Fuente: Greener, 2024.

Figura 11.

Planicie de inundación



Fuente: Centro Campillo, 2024

Bibliografía

- BZamorano. (2002). *Medidas Básicas de Protección Ambiental. Siembra en contorno o en curvas a nivel*. Biblioteca Digital Zamorano: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1337/2/02.pdf>
- CAR. (2018). *Diez Respuestas Sobre El Fenómeno De La Niña Y Sus Impactos en Jurisdicción Car*. CAR: <https://www.car.gov.co/uploads/files/5b4d13c218017.pdf>
- Dalla Fontana, G. (2014). *Correzione dei torrenti erosione e produzione di sedimento*. . Università di Padova - Corso di Laurea in Tecnologie Forestali e Ambientali Idrologia e Sistemazioni Idraulico-Forestali: https://elearning.unipd.it/scuolaamv/pluginfile.php/18515/mod_resource/content/1/03_01%20Erosione.pdf
- de Cos, O. (2007). *Sig Y Evaluacion Multicriterio: Propuesta Metodológica Para Cuantificar El Grado De*

- Metropolización En El Territorio*. Universidad de Cantabria: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/4380/SIG+y+evaluaci%F3n+multicriterio+propuesta+metodol%F3gica.pdf;jsessionid=39EEF8AD02D3F727D85E54E772F0C15E?sequence=6>
- Duarte, S., & Marroquín, L. (2020). *Evaluación de amenazas naturales asociadas al área de influencia de la bocatomía del municipio de Ubaté, Cundinamarca*. Universidad Central: https://editorial.ucentral.edu.co/ojs_uc/index.php/Ingeciencia/article/download/3189/3198/7364
- Fajardo, A. (2019). *Variabilidad climática y disponibilidad hídrica en los valles de Ubaté, Chiquinquirá y Alto Chicamocha, Colombia*. Scielo. cta Agron. vol.68 no.3 Palmira July/Sept. : http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122019000300182
- González, C. (2023). *Comportamiento Estacional De La Zona De Convergencia Intertropical En El Pacífico Este Y El Mar Caribe*. Universidad del Norte: <https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/12826/1001097653.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández, H., Andrade, H., & Suárez, J. (2021). *Carbon storage in agroforestry systems in Colombia's Eastern Plains*. Universidad de Costa Rica: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/42959>
- IDEAM. (2017). *Atlas Climatológico de Colombia*. IDEAM: <https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/temas/tiempo-y-clima/documentos/atlas/ATLAS-CLIMATOLOGICO-DE-COLOMBIA.pdf>
- MinAmbiente. (2020). *Estudio de Riesgo por Efectos del Cambio Climático y Medidas de Adaptación para la Estrategia a Largo Plazo E2050 de Colombia – Fase 1*. MinAmbiente: https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Plan_trabajo_Metodologia_Ingeniar.pdf
- Municipio de Ubaté. (2008). *Plan de Desarrollo Municipal 2008-2011*. ESAP: <https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/20.500.14471/12768/11160-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pajarito, D. (2023). *Desigualdad Del Espacio Público En El Municipio De Ubaté*. Universidad Piloto De Colombia : <https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/13864/DESIGUALDAD%20DEL%20ESPACIO%20PUBLICO%20EN%20EL%20MUNICIPIO%20DE%20UBATE.pdf?sequence=7&isAllowed=y>
- Salazar, A. (2016). *Ordenación de la Cuenca río Ubaté, Laguna de Fúquene en Colombia*. Riunet: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/74498/SALAZAR%20-%20ORDENACI%C3%93N%20DE%20LA%20CUENCA%20DEL%20R%C3%8DO%20UBAT%C3%89%20-%20LAGUNA%20DE%20F%C3%9AQUENE%20EN%20COLOMBIA.pdf>
- Tennani, N. (2014). *Progetto e verifica del funzionamento della cassa d'espansione di Caldogeno (VI)*. Università Degli Studi Di Padova : https://thesis.unipd.it/retrieve/25bbe462-2204-4654-a7fc-f078d839e24e/Tesi_Nicola_Tennani.pdf
- UNGRD. (2020). *¿Cuál Es El Riesgo Por Inundaciones En Colombia? Boletín N° 091*. Gestión del riesgo: https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/29910/Boletin_de_prensa_N_091.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vaca, E., Uva, J., & Ruíz, N. (2023). *PRESERVACIÓN DE OFERTA HÍDRICA DEL RÍO UBATÉ MEDIANTE PROCESOS DE REFORESTACIÓN EN*

LA VEREDA SUCUNCHOQUE.
Revistas UDistrital. Boletín Semillas
Ambientales * Bogotá, Colombia * Vol.
17 No. 2 * pp. 6– 15 * ISSN: 2463-0691
(En línea):
[https://revistas.udistrital.edu.co/index.ph
p/bsa/article/download/21659/19730/133
843](https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/bsa/article/download/21659/19730/133843)

Enlace de sustentación:

[https://www.youtube.com/watch?v=2eOGE
6Zjn4o](https://www.youtube.com/watch?v=2eOGE6Zjn4o)