

**EVALUACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN EN BOGOTÁ, CUNDINAMARCA,
MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ANALISIS MULTICRITERIO Y LA
MODELACIÓN AGROAMBIENTAL DEL TERRITORIO**

Autores:

Leidy Johana Hernández, ljhernandezhern@unadvirtual.edu.co

Leidy Yohana Rubiano Garzón, lyrubianog@unadvirtual.edu.co

Sergio Alexander Zambrano Montaña szambranom@unadvirtual.edu.co

Yeimi Paola Torres Sánchez yptorressa@unadvirtual.edu.co

Rosana Osorio Sepúlveda rosoriose@unadvirtual.edu.co

Tutor: Javier Eduardo Ríos Miranda, javier.rios@unad.edu.co

Resumen

El análisis geoespacial que se pudo realizar en la ciudad de Bogotá Colombia, mediante el software geoespacial, que ha permitido clasificar identificar todas las áreas más vulnerables de inundación en la ciudad, utilizando datos topográficos como lo son la cobertura de las tierras, precipitaciones, modelo de elevación digital, pendientes y distancias, dan una zonificación de regiones en caracterizaciones de riesgo bajo medio y alto, en este enfoque integral no solo facilita la interpretación de todas las dinámicas de la pluviometría del área sino que también permite dar información a las autoridades locales para poder enfrentar los riesgos que se puedan presentar, es muy importante tener la identificación de todos estos puntos críticos para la acumulación del flujo de agua durante los meses de alta densidad de lluvia para prevenir el tema de las inundaciones. Además el uso de estas herramientas geoespaciales dan información muy valiosa para el diseño de estrategias preventivas y respuesta rápida ante estas inundaciones,

donde recomienda establecer un sistema de observación, monitoreo eficiente y continuo que realice unos mapas temáticos para poderlo presentar frente a la comunidad para que esté informada, así como dar información pertinente y eficaz para que se tenga el conocimiento de la importancia de la prevención del riesgo, la educación para la mitigación del impacto de las lluvias y la restauración de las áreas verdes que son fundamentales para reducir el escurrimiento superficial de la ciudad, evitando emergencias y catástrofes humanas e infraestructurales, ya que estas acciones contribuyen a fortalecer la educación de los ciudadanos de Bogotá frente a los riesgos de inundación, protegiendo a todos sus habitantes y a la ciudad estructuralmente.

Palabras claves: Inundación, Riesgo Geográfico, SIG, Análisis Geoespacial, Amenaza Hídrica.

Introducción

Los Riesgos de inundaciones son más frecuentes y perjudiciales en las ciudades latinoamericanas, especialmente en Bogotá ya que esta ciudad al ser la capital tiene factores como la urbanización desordenada, la alta densidad poblacional, el sellamiento del suelo y la limitada capacidad del sistema de drenaje que han incrementado a lo largo de los años ocasionando eventos de inundación, afectando especialmente a comunidades vulnerables y a los ecosistemas urbanos (IDECA, 2022).

Con el transcurrir de los años, debido a la magnitud y constancia del cambio climático, se ha observado un aumento en la frecuencia de eventos de inundaciones. (UNGRD, 2023) según la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, Bogotá se encuentra entre los más expuestos a eventos hidrometeorológicos, siendo localidades como Bosa, Kennedy, Suba y Fontibón las más afectadas, con esto se han implementado medidas como planes de manejo del riesgo, mejoras en el alcantarillado

y sistemas de alerta temprana, ya que existen limitaciones para integrar de forma precisa las variables que caracterizan este tipo de riesgo. En contexto, los Sistemas de Información Geográfica contribuyen a la gestión de datos espaciales en conjunto con herramientas como ArcGIS Pro que son fundamentales para analizar, gestionar y obtener datos espaciales que permiten la identificación de zonas críticas y patrones de riesgo (ESRI Colombia, 2022).

Los resultados permitirán identificar con precisión las zonas más propensas a inundaciones, apoyando la planificación de medidas preventivas y la priorización de intervenciones en áreas de mayor vulnerabilidad.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar el riesgo por inundación en Bogotá, Cundinamarca, con el uso de recursos de Sistemas de Información Geográfica

utilizados en ArcGis para la creación de datos que influyan en la gestión del riesgo.

Objetivos Específicos

Recopilar datos climáticos, topográficos e hidrológicos de Bogotá para la realización del análisis geoespacial.

Realizar mapas que presenten la vulnerabilidad a inundaciones por medio de las herramientas de SIG, teniendo en cuenta la precipitación, pendientes y la actividad del uso del suelo.

Identificar las áreas críticas por el riesgo de inundación con la finalidad de diseñar estrategias de prevención y control de acuerdo con el impacto que pueda afectar a la comunidad, infraestructura y ecosistemas.

Identificación del caso de estudio

Bogotá, Cundinamarca capital de Colombia, su temperatura varía entre los 10°C y 18°C con clima templado, teniendo en cuenta que durante el año experimenta dos épocas de lluvias en los meses de marzo a mayo y

septiembre a noviembre, de acuerdo con la evaluación de riesgos, el mes de precipitación trabajado fue el mes de marzo. De igual manera se tiene en cuenta que la ciudad está rodeada de ríos, cerros y humedales, lo que la hace ser más partidaria a inundaciones a causa su variable clima y el crecimiento de la población.

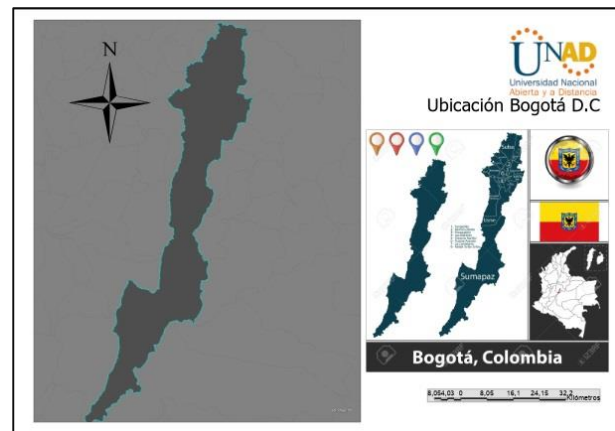
De acuerdo a (IDIGER, 2021) Bogotá cuenta con cuatros cuencas principales de drenaje, en los cuales de se encuentran, el rio Fucha, Salitre, Tunjuelo drenando el oriente-occidente y Torca en sentido sur-norte, además se encuentran las cuencas del Tintal y del humedal Jaboque, el cual todas ellas llegan al rio Bogotá como destino principal, con esto las zonas donde hay riesgo de inundación se encuentra en el occidente de la ciudad, ya que escasea con capacidad de evacuación de caudales por ser una zona plana con carencia de pendientes.

Según el artículo de la revista de ingeniería (Franco, 2010) indica que las

inundaciones en ciudades colombianas, incluida Bogotá se debe a factores como: el descontrolado crecimiento urbano, ya que se ha ocupado áreas con riesgo a inundaciones; la gestión inadecuada de los recursos hídricos, ya que no existen políticas efectivas en la gestión y protección de cuencas hidrográficas la hace más vulnerable a inundaciones; de igual manera el cambio climático, ya que la variabilidad y aumento de sucesos extremos del clima incrementan los riesgos en esta región.

Figura 1.

Mapa de Bogotá D.C

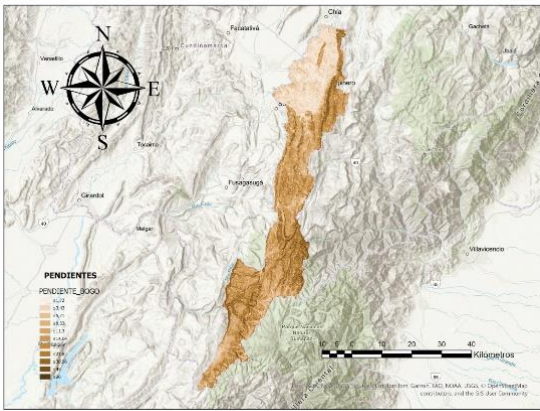


Nota: La figura muestra la ubicación de Bogotá, Cundinamarca

Fuente: Autoría propia, 2025(ArcGis Pro).

Figura 3.

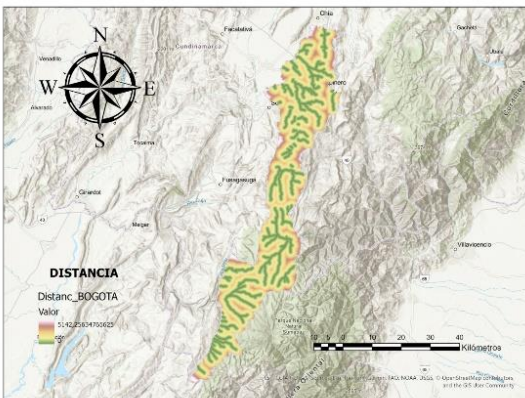
Mapa Pendientes Bogotá, Cundinamarca



Nota: Ráster de pendientes de Bogotá en ArcGis pro. *Fuente:* Autoría propia, 2025 (ArcGis Pro)

Figura 4.

Mapa Distancia entre drenajes Bogotá

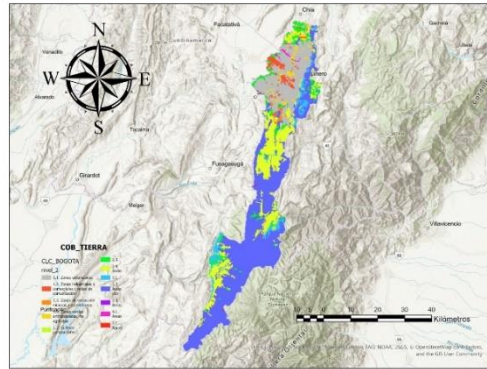


Nota: Tomado de la acumulación de flujo – Modelo de elevación digital.

Fuente: Autoría propia, 2025(ArcGis Pro).

Figura 5.

Mapa Cobertura de tierras Bogotá



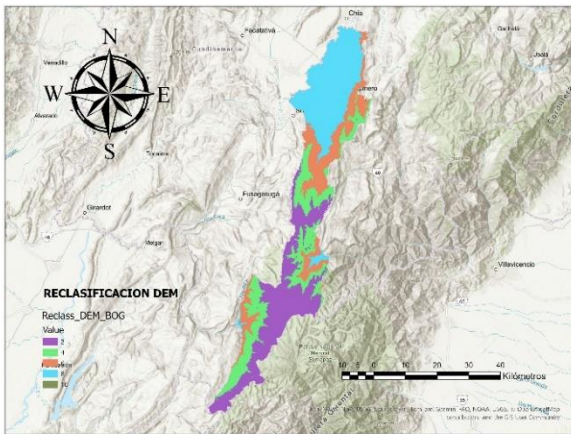
Nota: Datos obtenidos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM.

Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGis Pro).

Posteriormente se llevó a cabo la reclasificación del DEM de Bogotá, se ajustan los datos a 5 clases donde los valores van de orden descendente (10,8,6,4,2) donde el 10 representa altitudes bajas es decir un riesgo alto y el 2 un riesgo bajo que representa las altitudes altas. A continuación, en la figura 6 se observará la reclasificación correspondiente al DEM de la ciudad de Bogotá.

Figura 6.

Reclasificación capa DEM Bogotá



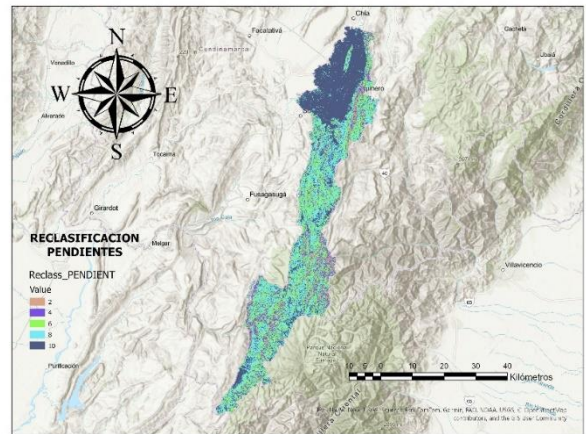
Nota: Muestra del geoproceso de reclasificación capa Bogotá.

Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGis Pro).

Continuando se reclasifico las pendientes, se ajusta a clase 5 y los valores en orden descendente (10,8,6,4,2) de acuerdo a los rangos, donde el 10 corresponde a pendiente planas con riesgo alto y el 2 corresponde a pendientes inclinada con riesgo bajo. En la siguiente figura 7 presentaremos el mapa correspondiente a las pendientes de Bogotá.

Figura 7.

Reclasificación de capa pendientes Bogotá



Nota: Geoproceso de reclasificación pendientes de Bogotá.

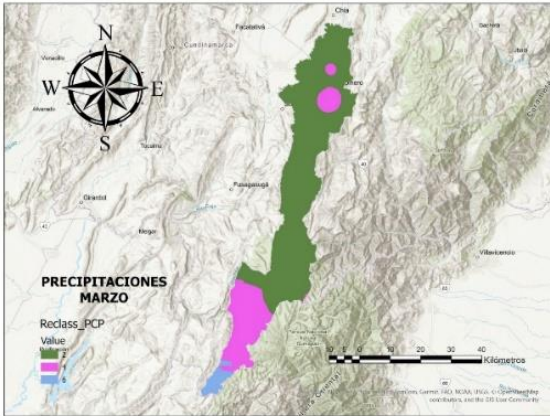
Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGis Pro).

Por consiguiente, cuando se cargue la capa de precipitación ajustamos a clase 5 y los valores dependiendo de los rangos teniendo en cuenta que la primera fila son los de baja intensidad y la ultima de intensidad fuerte, se registra en orden ascendente (4,6,8 y 10). En la siguiente figura 8 se observará el mapa de precipitación de Bogotá.

Figura 8.

Reclasificación de capa precipitaciones

Bogotá



Nota: Geoproceso de reclasificación precipitaciones de Bogotá.

Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGis Pro).

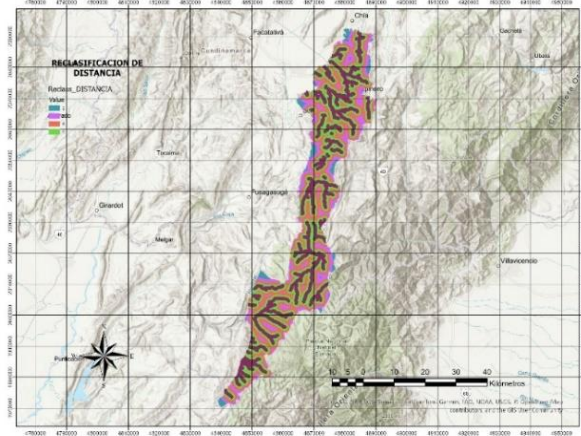
La siguiente etapa es la reclasificación de la capa distancia de drenajes Bogotá, donde se tiene en cuenta la clase 5, ajustar valores teniendo en cuenta la distancia de los drenajes, donde el mayor es la probabilidad de riesgo, se modifican los valores en orden descendente es decir 10, 8,6,4 y 2, donde el 2 es el valor más lejano entre drenajes. En la figura 9

observamos el mapa de reclasificación distancia de drenajes de Bogotá.

Figura 9.

Reclasificación capa Distancia de Drenajes

Bogotá



Nota: Geoproceso de reclasificación de drenajes de Bogotá.

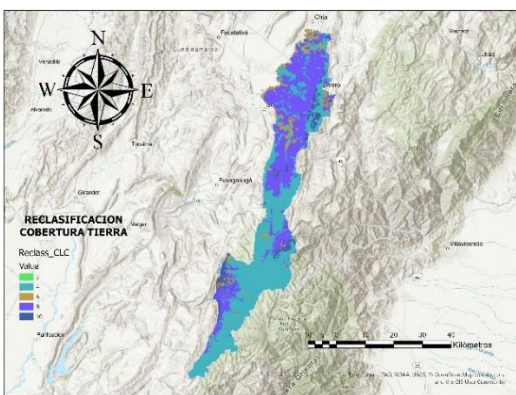
Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGis Pro).

Continuando, reclasificamos la capa de cobertura de tierra, se selecciona información de nivel 2 que corresponde a la clasificación de coberturas del suelo, ajustamos los valores de acuerdo a que se puede tener un nivel de riesgo bajo o alto, el cual se asignara de acuerdo como se considere en Bogotá, los

valores van de 2,4,6,8 y 10. La figura 10, mostrara la reclasificación de la cobertura de tierras de Bogotá.

Figura 10.

Reclasificación capa cobertura de tierras Bogotá



Nota: Geoproceso de reclasificación de coberturas de tierra Bogotá.

Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGis Pro).

Al reclasificar la cobertura de suelos, se abre simbología en el campo 1 seleccionando nivel 2 y “value” para que la capa quede con valores. Luego se hace la suma ponderada en donde se combina las capas de datos obtenidos, cada uno tiene un peso e importancia en la modelación del riesgo

por inundaciones, esto de acuerdo con los criterios de análisis para el riesgo de inundación, el cual el modelo de elevación tiene un 10%, pendientes 15%, cobertura de tierras 10%, precipitación 35 y drenajes 30%, estos son los cinco factores del análisis de riesgo de inundación y su porcentaje de influencia para aplicar en un análisis multicriterio. Por último, se reclasifica la ponderación en 5 clases de acuerdo a la tabla 1 para la determinación simbológica de color.

Tabla 1.

Clasificación del riesgo

Clasificación cualitativa	Valores	Simbología
Riesgo muy bajo	1	Verde
Riesgo bajo	2	Verde claro
Riesgo medio	3	Amarillo
Riesgo alto	4	Naranja
Riesgo muy alto	5	Rojo

Nota: la tabla muestra la clasificación de color según el riesgo o valor que represente siendo el 1 riesgo muy bajo y el 5 Riesgo muy alto.

Fuente: UNAD, 2025.

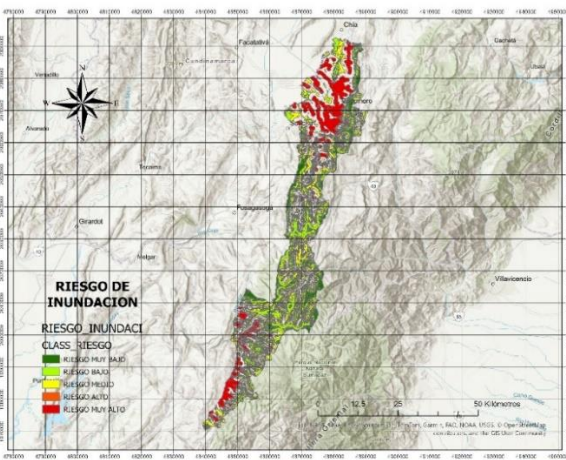
la combinación de las distintas capas generó un mapa de riesgo que permite una visualización general y cuantitativa

correspondiente a zonas con mayor grado de vulnerabilidad en la ciudad.

Partiendo de los resultados del análisis espacial, se hizo uso de la herramienta “Dissolve” para simplificar y agrupar zonas similares a través de su clasificación logrando una más clara representación de los niveles de riesgo bajo, medio o alto como se muestra en la figura 11, lo cual fue de gran ayuda para interpretar de forma comprensible los resultados y a la toma de decisiones.

Figura 11.

Mapa de riesgo de inundación



Nota: La figura muestra el mapa de riesgo de inundación para Bogotá.

Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGis Pro).

Resultados

El caso de estudio, que es la ciudad de Bogotá, comprende ser la mayor poblada del país y con una zona rural con una geografía variada que abarca desde zonas montañosas y páramos hasta una sábana principalmente con clima frío; de acuerdo con la Alcaldía de Bogotá (2019), la ciudad capital de Colombia tiene una extensión territorial de aproximadamente 163.635 ha o 1636.35 km² de los cuales el 23.2 % o 379.6 km² corresponden al área Urbana y el 76.8% restante, es decir unos 1256.7 km² corresponden a suelo rural; esta información coincide bastante con las áreas obtenidas durante el ejercicio realizado en ArcGis pro, ya que al hacer la sumatoria de las áreas en ha de cada zona de riesgo se obtiene un resultado de 161023 ha con una discrepancia de 2612 ha, que pueden corresponder a zonas que no quedaron mapeadas correctamente en la base de datos utilizada, aunque habría que

profundizar mejor para determinar el motivo real.

Ahora bien, luego de aplicar herramientas de geoprocésamiento en el programa ArcGis pro, con la finalidad de llevar a cabo el método de Análisis multicriterio, se obtuvo en primer lugar un modelo de elevación digital (DEM) y un ráster de Pendientes que fueron el punto de partida para poder determinar la geografía y accidentalidad del terreno en la ciudad que es lo que a fin de cuentas determina el trayecto de la esorrentía del agua en la superficie y es un factor fundamental para establecer las áreas más propensas a inundación. Este procedimiento permitió identificar que hacia el centro-sur-occidente se concentra una gran área de accidentalidad geográfica con elevaciones de terreno muy variadas que no son en absoluto homogéneas.

Luego de realizar la modelación del terreno se procedió a modelar el comportamiento de las precipitaciones en la

ciudad, a través de un ráster obtenido de interpolación IDW y utilizando la información del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, Normales climatológicas estándar para el Periodo 1991-2020; de esta manera se determinó que el mes con mayores precipitaciones es Marzo por lo cual se eligió para continuar trabajando; por supuesto, esta apreciación es subjetiva, ya que las precipitaciones en la ciudad de Bogotá también dependen de otros fenómenos como los del niño y la niña los cuales alteran tremendamente el comportamiento de este ciclo natural.

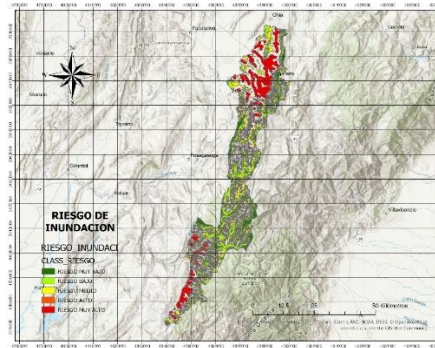
Al finalizar estos procedimientos se pudieron obtener capas que ilustraron muy bien las cuencas, microcuencas y drenajes que al compararlos con otros municipios que se trabajaron en un principio, mostraron una clara diferencia en cuanto a la variedad y cantidad de los mismos, esto por supuesto concuerda con la gran extensión de la ciudad de Bogotá con respecto a otros lugares del país; resulta

interesante observar que si bien algunas zonas de la ciudad, especialmente dos estrechamientos ubicados en la zona Centro – Sur, muestran unas cuencas que desembocan fácilmente en áreas rurales abiertas, pero ya en otros puntos se identifican puntos críticos que pueden dar una idea inicial de las zonas con riesgos de inundación alto u muy alto.

Para concretar el trayecto de recorrido del agua en la ciudad, se procedió a aplicar una modelación de la acumulación de flujo y distancia entre drenajes para luego proceder a establecer las zonas de riesgo de inundación las cuales fueron suavizadas gracias a la herramienta “Smooth” que permitió que la clasificación de las áreas de inundación fuera mucho más precisa y comprensible; de esta manera se obtuvo una capa, que se muestra en la figura 12 y con la cual se diseñó un mapa que ilustra el nivel de riesgo de inundaciones en la ciudad de Bogotá:

Figura 12.

Mapa de riesgo de inundación



Nota: La figura muestra el mapa de riesgo de inundación para Bogotá.

Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGis Pro).

Esta imagen corrobora que las zonas con mayor riesgo de inundación se encuentran en el norte y sur de la ciudad, que es donde los modelos de elevación y drenajes indicaban que recibirían mayor cantidad de agua proveniente de la escorrentía por gravedad; sin embargo, un factor a tener en cuenta sería la eficiencia y mantenimiento de los sistemas de alcantarillado en estas zonas y en otras de la ciudad, ya que este modelo únicamente tiene en cuenta factores geográficos; recientemente y de acuerdo con una noticia de la revista MARCA (2025), la ciudad de Bogotá,

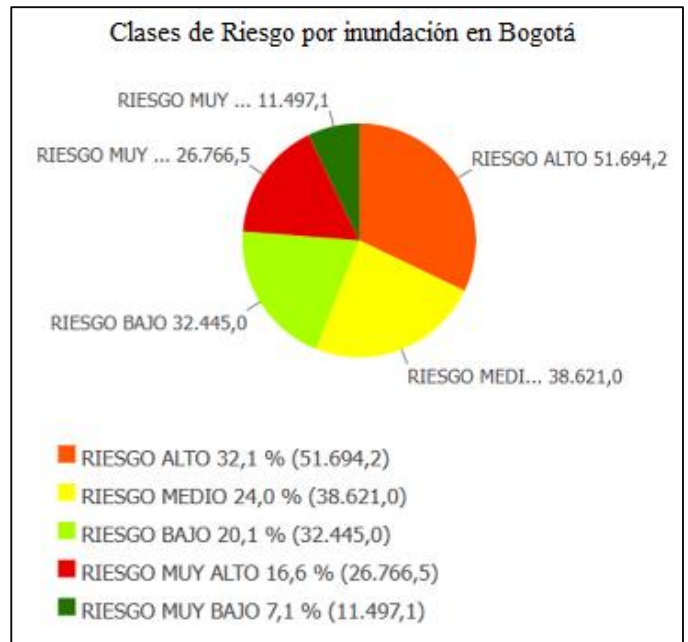
efectivamente presentó graves inundaciones hacia el norte, viéndose afectada especialmente la autopista Norte; pero también hacia el centro hubo grandes afectaciones las cuales aparentemente fueron causadas por la acumulación de basuras en las calles, falta de mantenimiento en infraestructura de alcantarillado y obras de transporte público, por lo cual sería interesante ampliar el rango de estudio incluyendo factores más allá de la geografía de la ciudad.

No obstante, para el caso de estudio que nos compete, básicamente las zonas de inundación se dividen en: un 32.1% para las zonas con Alto Riesgo, lo que equivale a 51694 ha; un 24,0% para las zonas de Riesgo Medio que serían unas 38621 ha; un 20,1% para las zonas de bajo riesgo lo cual equivale a 32445 ha un 16,6% para las zonas de Muy Alto Riesgo, es decir 26766 ha; y finalmente un 7,1% para las zonas de Riesgo muy Bajo, que son unas 11497 ha. En la figura 13 se

muestran los niveles de riesgo por inundación obtenidos para Bogotá.

Figura 13.

Niveles de Riesgo



Nota: La figura muestra los niveles de riesgos obtenidos, su porcentaje y área (ha) a que pertenece.

Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGis Pro).

Las zonas que el análisis identificó como críticas fueron aquellas que presentan mayor frecuencia en la ocurrencia de inundaciones, con localidades como Bosa y Suba, lo que brinda confianza sobre la capacidad predictiva que tiene el modelo que

se implementó. Esta práctica produjo igualmente un recurso visual y técnico aplicable a la gestión del riesgo en Bogotá, ya que consolidó la capacidad de proponer alternativas de mitigación y adaptación en zonas vulnerables.

Conclusiones

Para concluir se puede decir que el análisis geoespacial realizado en el aplicativo genera el riesgo de inundación en la ciudad de Bogotá, donde se observa la necesidad urgente de implementar medidas de mitigación y prevención del riesgo en algunos sectores de la ciudad, estos datos espaciales obtenidos después de las técnicas realizadas nos han permitido proceder a identificar las zonas críticas y cuáles son los puntos de inundación, lo que subrayamos cuál es la vulnerabilidad en ciertas áreas críticas, especialmente en aquellas que tienen infraestructuras deficientes, en mal estado y cerca de las fuentes hidrográficas como ríos canales y drenajes, donde nos proporciona una base muy

sólida para las autoridades locales como la Defensa Civil y cuerpos de socorro, para tomar decisiones asertivas e informar a la Comunidad de estos sucesos.

Se destaca la importancia de establecer los sistemas de observación y monitoreo continuo y eficiente que nos ayudan a prever eventos climáticos excesivos, esta integración de la información espacial en tiempo real con datos coherentes y eficientes de las pluviometrías, continúan mejorando la respuesta inmediata ante estas inundaciones, resultando fundamental involucrar a toda la comunidad en los distintos procesos, capacitando y educando eficientemente sobre el riesgo de inundación en la ciudad.

Este análisis realizado da la importancia de desarrollar políticas públicas que prioricen la estructura verde como la restauración de todas las áreas boscosas, naturales y la nueva creación de espacios permeables que puedan absorber agua, Estas decisiones y acciones no solo nos contribuyen

a mitigar el riesgo de inundación, sino que también nos ayuda a mejorar la calidad de vida de toda la comunidad y sus alrededores, salvaguardando vidas y cuidando las infraestructuras frente a estos desastres naturales.

Recomendaciones

Dentro de la carrera de ingeniería ambiental es fundamental todos estos resultados obtenidos se puedan compartir en el aplicativo geoespacial en la ciudad de Bogotá, estableciendo un ordenamiento agroambiental del territorio que considere el riesgo de inundación, una recomendación clave es la zonificación agroambiental, donde limitan todas las áreas de alto, medio y bajo riesgo, esto ayuda a restringir cultivos intensos o prácticas agrícolas que puedan diferenciar y aumentar la vulnerabilidad del uso del suelo frente a las inundaciones, esta zonificación nos ayuda a una gestión sostenible de todos los recursos, protegiendo tanto a los agricultores como a los sistemas ecológicos.

Se recomienda desarrollar estrategias de desarrollo sostenible del agua mediante una implementación eficiente dentro de los sistemas de drenaje natural, técnicas de uso y conservación de los suelos en las zonas identificadas y localizadas que tienen riesgo a inundaciones, esto puede incluir a una restauración de humedales y creaciones de barreras que colaboren en absorber los excesos de agua durante estos eventos de clima extremo, estas combinaciones de prácticas pueden ayudar y aportar a los análisis geoespacial, permitiendo disminuir el riesgo de inundación, promoviendo el desarrollo efectivo, eficiente agroambiental y resiliente que beneficia tanto a las comunidades locales y al medio ambiente.

Referencias bibliográficas

Alcaldía de Bogotá. (2019). Todo lo que debes saber sobre Bogotá en 2019. <https://www.sancristobal.gov.co/noticias/todo-lo-debes-saber-sobre-bogota-2019>

Banco de desarrollo de América Latina y el Caribe. (2007). Bogotá.
[https://www.caf.com/es/areas-de-accion/observatorio-de-movilidad-urbana/ciudades/bogota/#:~:text=Bogotá%20es%20una%20metrópolis%20con,la%20zona%20urbana%20\(27%25\).](https://www.caf.com/es/areas-de-accion/observatorio-de-movilidad-urbana/ciudades/bogota/#:~:text=Bogotá%20es%20una%20metrópolis%20con,la%20zona%20urbana%20(27%25).)

IDECA – Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá D.C. (2022). Información geoespacial para la gestión del territorio en Bogotá. Alcaldía Mayor de Bogotá – Secretaría Distrital de Planeación. Bogotá, Colombia. Obtenido de: <https://www.ideca.gov.co>

IDECA – Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá D.C. (2022). Información geoespacial para la gestión del territorio en Bogotá. Alcaldía Mayor de Bogotá – Secretaría Distrital de Planeación. Bogotá, Colombia. Obtenido de: <https://www.ideca.gov.co>

ESRI Colombia. (2022). Aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica en la gestión del riesgo en entornos urbanos. ESRI Colombia S.A.S. Bogotá, Colombia. Obtenido de: <https://www.esri.co>

Franco, F. (28 de Julio de 2010). *SCIELO*. Obtenido de Revista de Ingeniería- Respuestas y propuestas ante el riesgo de inundación de las ciudades colombianas:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-49932010000100011

MARCA. (2025). Emergencia por impresionante inundación en Bogotá por culpa de las basuras en la calle. <https://www.marca.com/co/2025/03/30/67e91d37ca4741266d8b4585.html>

UNGRD – Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. (2023). Informe nacional de gestión del riesgo de desastres. Presidencia de la República de Colombia. Bogotá, Colombia. Obtenido de: <https://www.gestiondelriesgo.gov.co>

Enlace de Sustentación
https://youtu.be/l8CsTFAVJ_8