

Análisis del Riesgo de Inundación en el municipio de Gachetá ubicado en el departamento de Cundinamarca mediante el Enfoque Multicriterio con Sistemas de Información Geográfica

Arismendy Delgadillo Buitrago - abdelgadillo@unadvirtual.edu.co

Marguie Andrea Tapias Zuniga - Matapiasz@unadvirtual.edu.co

Darianis Ardila Guerrero - dardilagu@unadvirtual.edu.co

Andrea Lucia Villalba Mejia - alvillalbam@unadvirtual.edu.co

Luis Alejandro Ospina Sanchez/tutor y luisa.ospina@unad.edu.co

Resumen

El actual estudio se realizó para evaluar y clasificar las zonas en riesgo de inundación que se presentan en el municipio de Gachetá, Cundinamarca, para lo cual se hizo necesario identificar condiciones de terreno, climáticas y de uso de suelos, las que mediante capas raster de tipo pendientes y utilizando el modelo digital de elevación (DEM) del municipio, se procesaron con herramientas para análisis de sistemas de información geográfica aplicando el modelo de estudio multicriterio, lo que permite evaluar opciones distintas bajo criterios múltiples permitiendo asignar el grado de importancia correspondiente a cada uno (Isidro, Diez Herrero, & Laín Huerta, 2009).

Con base en el análisis multicriterio se trabajaron las diferentes capas, obtenidas mediante los geoprocursos realizados en plataformas SIG, logrando mediante la superposición ponderada asignar valores a cada uno de los criterios, clasificados según su nivel de riesgo en muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto, lo que finalmente permitió diseñar el mapa representativo del riesgo de inundación del municipio de Gachetá.

Palabras claves: Análisis, multicriterio, Gachetá, inundación, información.

Introducción

El municipio de Gachetá, ubicado en el departamento de Cundinamarca, presenta una configuración geográfica y climática que lo hace vulnerable a fenómenos naturales como inundaciones, especialmente durante las temporadas de lluvias intensas. Su red hidrográfica,

conformada por arroyos como El Tablón, Polvorera, Matadero, La Esperanza y El Chulo, a lo largo del río Gachetá, representa una amenaza potencial para las zonas urbanas y rurales, afectando la productividad agrícola y los ecosistemas locales.

Considerando esta situación, este estudio tiene como objetivo identificar y clasificar las zonas de riesgo de inundación en el municipio utilizando la metodología de análisis multicriterio apoyado en herramientas de sistemas de información geográfica (SIG). Utilizando datos geoespaciales como modelos digitales de elevación, cobertura terrestre, datos de precipitaciones y datos históricos, se desarrolló un sistema de zonificación de riesgos para guiar la planificación espacial y las acciones de prevención y mitigación.

Este análisis contribuye a una comprensión integral del fenómeno de las inundaciones en Gachetá y representa una herramienta clave para la toma de decisiones en materia de gestión de riesgos, sostenibilidad ambiental y protección de los medios de vida locales.

Objetivos

General

Identificar las zonas de riesgo por inundación en el municipio de Gachetá (Cundinamarca) mediante la creación de cartografía temática.

Específicos

- Utilizar herramientas de análisis multicriterio y sistemas de información geográfica (SIG), para identificar las zonas de riesgo por inundación en el municipio de Gachetá.
- Clasificar las zonas de riesgo por inundación en el municipio de Gachetá mediante el análisis multicriterio mediante factores climáticos, geográficos y cartográficos.
- Realizar recomendaciones que permitan la mitigación del riesgo de inundación en el municipio de Gacheta en departamento de Cundinamarca.

Identificación del caso de estudio

El municipio de Gachetá, ubicado en el departamento de Cundinamarca, en la vertiente oriental de la cordillera de los Andes colombianos, se encuentra a una altitud aproximada de 1.745 metros sobre el nivel del mar. Su relieve presenta características de topografía irregular, con pendientes moderadas que influyen en los patrones de escorrentía y en la dinámica hídrica del

territorio. Esta región cuenta con una red hidrográfica densa, conformada principalmente por las quebradas El Tablón, Polvorera, Matadero, La Esperanza y El Chulo, así como por el río Gachetá, que constituye la principal fuente hídrica y atraviesa de manera significativa su geografía.

Durante la temporada de lluvias, con especial intensidad en el mes de octubre, el municipio enfrenta episodios recurrentes de inundaciones que afectan tanto a las zonas rurales como urbanas. Estos eventos son el resultado del desbordamiento de los cauces fluviales, particularmente de las quebradas y del río Gachetá. Diversos factores contribuyen a esta problemática, entre ellos el crecimiento urbano desorganizado, la carencia de una infraestructura de drenaje pluvial adecuada, y el manejo inadecuado del uso del suelo, lo que incrementa la vulnerabilidad de la población y de las actividades económicas locales (Gachetá, 2004).

Este estudio tiene como propósito evaluar el riesgo de inundación en el municipio de Gachetá mediante la aplicación de una metodología basada en el análisis multicriterio, apoyada por herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Esta aproximación permite integrar diversos factores físicos, ambientales y antrópicos para identificar áreas vulnerables, delimitar zonas de alto riesgo y fortalecer la toma de decisiones orientadas a la gestión territorial y a la mitigación de desastres.

Según registros institucionales (Gachetá, 2004; UNGRD, 2017), las crecientes súbitas provocadas por las lluvias intensas, junto con la falta de control en la expansión urbana y la ejecución inadecuada de obras civiles, han incrementado el riesgo de inundaciones en las zonas colindantes a los cuerpos de agua mencionados. Estas condiciones no solo ocasionan daños en la infraestructura local, sino que también impactan negativamente la producción agrícola y los ecosistemas, generando pérdidas económicas y deterioro ambiental.

Metodología

El desarrollo de este caso de estudio está basado fundamentalmente en el análisis multicriterio, aplicado para determinar las zonas con riesgo de inundación y clasificarlas con su respectiva categoría de riesgo (Tafur & de los Rios Garcia, 2024).

Para alcanzar los resultados esperados se trabajó en base a un modelo digital de elevación (DEM), generando a partir del mismo capas de pendientes y permitiendo así analizar la topografía del municipio de Gachetá, lo que facilitó establecer las áreas con su identificación de riesgo de manera cuantitativa, para lo cual se hace uso de la herramienta de suma ponderada.





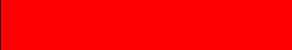
Tabla 1. Recursos que se aplicaron para el desarrollo de esta actividad

Parámetro	Fuente de consulta	Formato de archivos	Tipo de procedimiento
Modelo digital de elevación (DEM)	USGS	Raster	Se hace el cálculo de pendientes, drenajes y curvas de nivel
Cobertura de suelos	Colombia en mapas	Vectorial	Extracción y recorte de área de interés
Precipitación	Datos climáticos IDEAM, 1991-2021	Archivo csv, xls	Determinación de promedios multianuales
Distancia drenajes	A partir del DEM	Raster	Calculo mediante geoprocso
Antecedentes de riesgo de inundación,	Plan municipal de riesgo, Gachetá	Documento PDF	Consulta de antecedentes y comparación de información

Fuente: Autores

La tabla 1 contiene la información de los recursos que se aplicaron para el desarrollo de esta actividad, utilizando un entorno de sistema de información geográfica y apoyados con el programa ArcGis.

Tabla 2. Niveles de riesgo

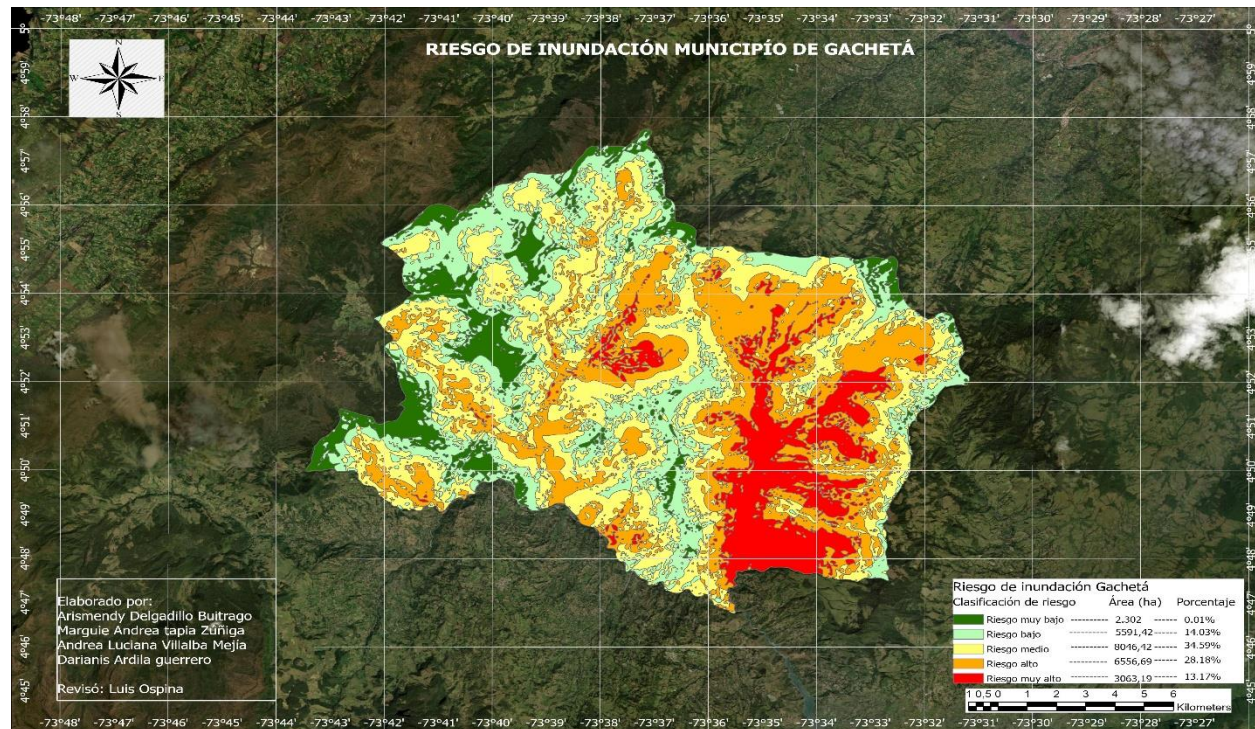
Clasificación cualitativa	Simbología
Riesgo muy bajo	
Riesgo bajo	
Riesgo medio	
Riesgo alto	
Riesgo muy alto	

Adaptada de: Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2025. Fuentes: Autores

La tabla 2 permite identificar los niveles de riesgo teniendo en cuenta su evaluación cuantitativa y grado de afectación, en pro de facilitar la toma de decisiones en términos agroambientales del territorio.

Resultados

Figura 1. Mapa de riesgo de inundación Gachetá



Autoría propia: Marguie Tapia, 2025

Con la metodología multicriterio que fue aplicada se han identificado las áreas de riesgo de inundación en el municipio de Gachetá con su respectiva categoría y simbología, para ser detallada con más facilidad. Son identificadas cinco zonas en riesgo de inundación las que se representan según la clasificación de la Tabla 2.

La principal fuente hídrica es el río Gachetá que pertenece a la cuenca que lleva su nombre y es alimentado, por microcuencas de algunas de las quebradas anteriormente mencionadas en este artículo. La influencia de este río sobre las inundaciones es bastante significativa, en especial en la zona rural donde afecta la productividad agropecuaria de los cultivos predominantes como son Café, Yuca, Maíz, Frijol, Arracacha, algunos frutales y caña de azúcar (Cundinamarca, 2022).

Análisis de zonas de riesgo:

- Zonas de riesgo muy bajo y bajo: Están ubicadas al noroccidente del municipio, la topografía predominante es elevada lo que facilita el drenaje y menor probabilidad de inundaciones (IDEC, 2020). Este es el motivo por el cual los riesgos de impactos ambientales y agrícolas son mínimos, así mismo, la integridad de sus habitantes.
- Zonas de riesgo medio en el municipio, se extiende dispersa en todo el territorio, ya que, su relieve y topografía son irregulares; otra razón también es la presencia de algunas microcuencas que se desbordan en épocas invernales (IDEC, 2020).

El documento sobre gestión de riesgo del departamento de Cundinamarca hace mención que algunas de estas áreas se presentan inundaciones a razón de la falta de mantenimiento y obras adecuadas en los canales naturales que sirven de drenaje, a causas entrópicas como la deforestación, uso indebido de suelos, en especial por la ocupación de riveras de fuentes hídricas por asentamientos poblacionales (Cundinamarca G. d., 2017)

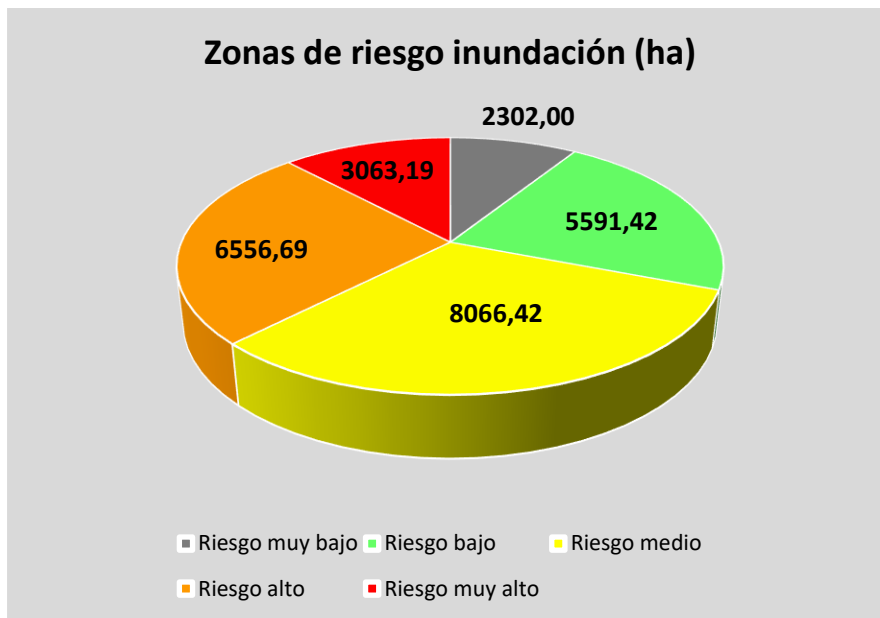
Las áreas de riesgo medio tienen un impacto ambiental sobre los ecosistemas ya que la absorción del suelo en las pequeñas llanuras es lenta ocasionando una degradación de capa vegetal, disminución de cobertura de suelo e imposibilita la subsistencia de algunos espacios naturales originarios de la región. (Análisis departamental de gestión de riesgo, 2020).

- Zonas de riesgo alto y muy alto: En el sector sur oriente se aprecia según el mapa de riesgo elaborado una franja significativa en riesgo muy alto de inundación, en esta parte se

encuentran elevaciones alrededor de los 1.300 msnm pero algunas depresiones significativas hasta de 1.680 msnm lo que crea un canal de fácil acumulación hídrica y muy especialmente ocasionada por las crecientes súbitas del río Gachetá, el cual limita con esa zona sur. (CAR, 2018)

Gráficos de resultados

Figura 2. Distribución por hectáreas de las zonas en riesgo de inundación, municipio de Gachetá (Cundinamarca).



Fuente: Autores

El gráfico facilita la interpretación de los resultados obtenidos en este estudio, permitiendo identificar que la porción de mayor cobertura (hectáreas) de territorio, en cuanto a riesgo de inundación corresponde al riesgo medio; otros sectores, aunque con menor proporción como son el riesgo alto y muy alto muestran situaciones críticas por su cercanía a fuentes hídricas y zonas bajas.

Con base en el gráfico de zonas de riesgo por inundación (expresadas en hectáreas), se evidencia que la mayor extensión territorial se encuentra en la categoría de riesgo medio, con 8.066,42 hectáreas, lo que representa un porcentaje significativo del área total analizada. Esta situación indica que, si bien no se trata de zonas críticas, requieren acciones preventivas para evitar que se conviertan en áreas de mayor riesgo. Le siguen las zonas de riesgo alto con 6.556,69 hectáreas y las de riesgo bajo con 5.591,42 hectáreas, siendo estas últimas relativamente más seguras frente a eventos de inundación, pero que aún deben ser monitoreadas. Las áreas clasificadas

como de riesgo muy alto suman 3.063,19 hectáreas, mientras que las de riesgo muy bajo comprenden solo 2.302 hectáreas. De este modo, se identifican como áreas críticas aquellas que presentan riesgo alto y muy alto, con un total de 9.619,88 hectáreas, lo cual equivale a aproximadamente el 44% del territorio evaluado.

Lo anterior amerita que se preste una intervención prioritaria de carácter correctivo para prevenir eventos catastróficos, garantizando la integridad de la población, conservación del ambiente y producción agrícola.

Conclusiones

- Se identificaron zonas de riesgo por inundación en el municipio de Gachetá (Cundinamarca) mediante la creación de cartografía temática derivados de procesos de análisis espacial con soporte en Sistemas de Información Geográfica (SIG). La integración de datos topográficos, climáticos e hidrológicos permitió construir una representación precisa de las condiciones del territorio, reflejando con claridad la distribución espacial de las áreas susceptibles a inundación. Esta cartografía temática constituye una herramienta técnica fundamental para orientar la planificación territorial, la gestión del riesgo y la formulación de políticas públicas de mitigación, ya que ofrece una visualización integrada de los niveles de vulnerabilidad a escala local.
- Se utilizaron herramientas para análisis multicriterio y sistemas de información geográfica (SIG), para identificar las zonas de riesgo por inundación en el municipio de Gachetá derivados de procesos de análisis espacial con soporte en Sistemas de Información Geográfica (SIG). La integración de datos topográficos, climáticos e hidrológicos permitió construir una representación precisa de las condiciones del territorio, reflejando con claridad la distribución espacial de las áreas susceptibles a inundación. Esta cartografía temática constituye una herramienta técnica fundamental para orientar la planificación territorial, la gestión del riesgo y la formulación de políticas públicas de mitigación, ya que ofrece una visualización integrada de los niveles de vulnerabilidad a escala local.
- La clasificación de las zonas de riesgo por inundación en el municipio de Gachetá se realizó mediante un enfoque técnico riguroso basado en análisis multicriterio, mediante la conversión de capas ráster a vectoriales, la aplicación de suavizado poligonal (algoritmo de

Bézier) y la disolución de entidades por clases de riesgo. Este proceso permitió categorizar espacialmente el riesgo en cinco niveles cualitativos (muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto) asignados a través del campo “Gridcode” y posteriormente reclasificados en el atributo “Class_riesgo”. La incorporación del cálculo de geometría permitió cuantificar la extensión en hectáreas de cada zona de riesgo, generando una base sólida para el análisis comparativo e interpretación territorial. Esta clasificación no solo integró factores climáticos como la precipitación multianual, sino también variables topográficas y de uso del suelo, proporcionando una visión integral y jerarquizada del riesgo, fundamental para la planificación agroambiental, el ordenamiento del territorio y la priorización de intervenciones en áreas críticas.

- A partir del análisis espacial y la zonificación del riesgo, se formularon recomendaciones orientadas a mitigar el impacto de las inundaciones y a fortalecer la resiliencia territorial. Entre las principales estrategias propuestas se encuentra la implementación de sistemas agroforestales adaptativos en áreas vulnerables, el restablecimiento de la cobertura vegetal en zonas de recarga hídrica y microcuencas, la instalación de barreras vegetales en márgenes fluviales, y la delimitación de una zonificación productiva acorde con la capacidad de uso del suelo y el nivel de riesgo identificado. Asimismo, se subraya la importancia de fortalecer los procesos de educación ambiental, capacitación técnica comunitaria y vigilancia participativa para fomentar prácticas sostenibles y adaptativas frente al cambio climático, consolidando así un modelo de ordenamiento agroambiental más preventivo y resiliente.

Recomendaciones

Desde el campo de formación profesional, y con base en el análisis del riesgo por inundación en el municipio de Gachetá, se identifican oportunidades clave para aportar al ordenamiento agroambiental del territorio. Se presentan recomendaciones para el riesgo de inundación:

- En zonas propensas a inundaciones, se recomienda promover sistemas de producción agroforestales que combinen cultivos tolerantes al agua con especies arbóreas nativas. Estos

sistemas no sólo diversifican la producción, sino que también ayudan a estabilizar los suelos, reducir la escorrentía y aumentar la resiliencia de los agroecosistemas.

- Existe la necesidad de restaurar la cobertura vegetal en las microcuencas que alimentan el río Gacheta y las quebradas identificadas en el estudio. La reforestación con especies de árboles nativos ayuda a controlar la erosión, mejora la infiltración de agua y regula la escorrentía, ayudando a prevenir inundaciones.
- Utilizando los resultados del análisis de criterios múltiples, se debe establecer una zonificación productiva que oriente la implementación de actividades agrícolas y forestales de acuerdo con el potencial de uso del suelo y el riesgo de inundaciones. Esto permitirá un uso más sostenible y estratégico de la tierra.
- La instalación de barreras vegetales a lo largo de las orillas de fuentes de agua y en pendientes pronunciadas puede suavizar el impacto del agua, reducir el riesgo de inundaciones locales y proteger cultivos y asentamientos.
- Se recomienda promover la capacitación y el apoyo técnico a las comunidades rurales para implementar prácticas agroforestales adaptadas a las condiciones locales. Esto promoverá la tenencia de la tierra, el uso sostenible de los recursos naturales y reducirá la vulnerabilidad a los fenómenos climáticos extremos.

Enlace de sustentación: <https://youtu.be/jatXT7FLxBM?si=o0ic3YT7Xr085aRX>

Referencias bibliográficas

- CAR. (2018). <https://www.car.gov.co>. Recuperado el 05 de 2025, de <https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac281a580e30.pdf>
- Cundinamarca, G. d. (2017). <https://www.cundinamarca.gov.co>. Recuperado el 05 de 2025, de https://www.cundinamarca.gov.co/wcm/connect/5ae36c0a-c213-4c54-8cc6-146e04302a8c/Documento+Tecnico+Soporte+PP+Cambio+Climatico.pdf?MOD=AJPERES&CONVERT_TO=url&CACHEID=ROOTWORKSPACE-5ae36c0a-c213-4c54-8cc6-146e04302a8c-pjire0x
- Cundinamarca, g. d. (08 de 2022). <https://www.cundinamarca.gov.co>. Recuperado el 05 de 2025, de https://www.cundinamarca.gov.co/wcm/connect/c38a6bf2-8b87-4227-b6da-9412db93a28d/informe%2Bola%2Binversal%2B2022%2Bvc.pdf?CACHEID=ROOTWORKSPACE-c38a6bf2-8b87-4227-b6da-9412db93a28d-odDdorC&CONVERT_TO=url&MOD=AJPERES&utm_source
- Gachetá, A. m. (2004). <https://repositoriocdim.esap.edu.co>. Recuperado el 13 de 05 de 2025, de <https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/20.500.14471/11767/7697-5.pdf?sequence=5&isAllowed=y#:~:text=El%20municipio%20de%20Gachet%C3%A1%20esta,total%20de%20262%20Km2%20aproximadamente>.
- IDEC. (2020). <https://www.adr.gov.co>. Recuperado el 005 de 2025, de https://www.adr.gov.co/wp-content/uploads/2021/07/PDEA-Cundinamarca.pdf?utm_source
- Isidro, M. L., Diez Herrero, A., & Laín Huerta, L. (2009). <https://dialnet.unirioja.es>. Recuperado el 2025, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4245445.pdf>
- Tafur, W. E., & de los Rios Garcia, J. (2024). <https://repository.unad.edu.co>. Recuperado el 05 de 2025, de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/65418>
- UNGRID. (2017). <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co>. Recuperado el 05 de 2025, de https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Noticias/2017/Familias-afectadas-por-lluvias-atipicas-han-sido-atendidas-por-el-Sistema-Nacional-de-Gestion-del-Riesgo.aspx?utm_source