

## **Análisis multicriterio del riesgo de inundación del municipio de Rioblanco, Tolima, mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) – ArcGIS**

Autores:

Julián Andrés Ruiz Pacheco, [Jaruizpac@unadvirtual.edu.co](mailto:Jaruizpac@unadvirtual.edu.co)

Carolina Marcela Parra Lozada, [cmparral@unadvirtual.edu.co](mailto:cmparral@unadvirtual.edu.co)

Eliana Alexandra Pérez Villate, [eaperezv@unadvirtual.edu.co](mailto:eaperezv@unadvirtual.edu.co)

Yorgui Andrés Poveda Zapata, [Yapovedaz@unadvirtual.edu.co](mailto:Yapovedaz@unadvirtual.edu.co)

Walter Emanuel Moreno Buitrago, [Wemorenob@unadvirtual.edu.co](mailto:Wemorenob@unadvirtual.edu.co)

Tutora: Gina Carolina Posada Correa - [gina.posada@unad.edu.co](mailto:gina.posada@unad.edu.co)

### **Resumen**

A través del presente artículo, se muestra el desarrollo del análisis de riesgo multicriterio de inundación del municipio Rioblanco ubicado en el departamento de Tolima. El objetivo principal de este estudio es identificar y clasificar áreas de riesgo de inundación en el municipio de estudio mediante la aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIG). La metodología empleada incluye la integración de capas de datos geoespaciales, como: modelo de elevación digital (DEM), pendientes, cobertura de tierras, patrones de precipitación y la proximidad a fuentes hídricas. El análisis del riesgo de inundación en Rioblanco, clasifica el territorio en diferentes niveles de riesgo o áreas vulnerables a inundación como: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. De acuerdo con el análisis de territorio se obtuvieron los siguientes datos: La categoría de riesgo medio cubre el 18,69 % del área total (38009,7 hectáreas), destacándose como la más prevalente. La zona de riesgo alto 38,62 % y muy alto abarca el 34,49 % del territorio, distribuidas en 78533,08 hectáreas y 70136,33 hectáreas, respectivamente. Las categorías de riesgo más bajas (1, 2 y 3) comprenden un total de 54.680,24 hectáreas, lo que equivale al 26,89% del territorio.

Este enfoque permite orientar la toma de decisiones, generar insumos técnicos fundamentales para diseñar estrategias de mitigación, fortalecer la planificación territorial y contribuir a la gestión del riesgo de inundaciones.

Palabras clave: ArcGIS Pro, Análisis de riesgo de inundación, Sistemas de información geográfica (SIG).

## **Introducción**

Las causas de las inundaciones en el municipio de Rioblanco, son las crecidas en los sistemas fluviales y cuencas, dependiendo principalmente del clima (precipitación y temperatura), geología, geomorfología y actividad antrópica, donde los riesgos causados pueden ser primarios (daños en estructuras, arrastres, muertes) o secundarios (movimientos en masa, hundimientos en estructuras y construcciones). La intervención humana está causando agravantes que aumentan el impacto como la invasión del cauce (viviendas) reduciendo la sección útil del mismo en crecidas y obligando a desaguar un gran caudal en un espacio de menor y por lo tanto afectando los sectores ribereños. La amenaza hídrica se asocia tanto al casco urbano del municipio, como los asentamientos rurales ubicados en las zonas de inundación. Los registros geológicos existentes establecen que en la cabecera municipal no se han presentado grandes inundaciones; más, sin embargo, existen áreas como el “Gran Paisaje de Valle Aluvial Intramontano” propenso a inundaciones en épocas de lluvia. (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2016).

En los últimos años, se ha presentado un aumento de las precipitaciones generando flujos torrenciales e inundaciones, las cuales ha afectado la población, infraestructura, cultivos y los recursos naturales en especial la flora, la fauna y el recurso hídrico. El 49,5 % de la totalidad del área del departamento presenta condición de amenaza. El 46,1 % de la población vive en condición de vulnerabilidad y se acentúa su mayoría en el sur del departamento. (Corporación Autónoma Regional del Tolima, 2021).

Este documento se presenta con carácter analítico y descriptivo, enfocado en la generación de aportes teóricos y prácticos en el ámbito de riesgo ante posible inundación del municipio de Rioblanco que se ve afectado durante los periodos de lluvia. A través de los resultados obtenidos se busca mejorar y guiar las actividades de prevención y mitigación de daños producto de futuros fenómenos naturales que puedan ocasionar considerables desastres en las zonas con alta amenaza de inundación de esta municipalidad.

## **Objetivos**

### **General**

Analizar el riesgo de inundación del municipio de Rioblanco, Tolima, mediante un proceso multicriterio implementado con Sistemas de Información Geográfica – ArcGIS.

### **Específicos**

Generar mediante la herramienta ArcGIS, geoprosos que permitan procesar datos geográficos como: la cobertura de tierras, drenajes, pendientes y cobertura de suelos para obtener el mapa de riesgo de inundación del municipio de Rioblanco.

Presentar un análisis de las condiciones biofísicas del municipio de Rioblanco, que permita clasificar el territorio según los niveles de riesgo de inundación, identificando las zonas con mayor vulnerabilidad.

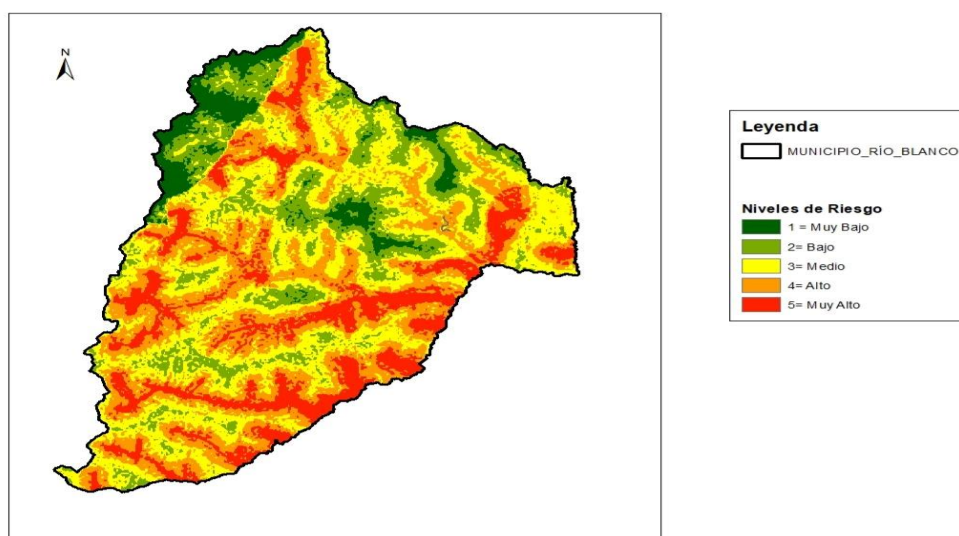
Aplicar modelos digitales de elevación (DEM) para el análisis espacial del riesgo de inundación en el municipio de Rioblanco.

### Identificación del caso de estudio

El municipio de Rioblanco (Ver Figura 1), se localiza en el departamento del Tolima, Colombia, entre las coordenadas 4°51'N y 75°10'O, con una extensión aproximada de 285 km<sup>2</sup> (IGAC, 2022). Su territorio se caracteriza por un relieve montañoso, perteneciente a la cordillera Central, con altitudes que oscilan entre 1,200 y 3,800 m.s.n.m (SGC, 2020). La cabecera municipal se ubica a 1,450 m.s.n.m, en una zona de piedemonte andino lo que la hace vulnerable a fenómenos hidrometeorológicos como inundaciones y deslizamientos (SGC, 2020).

### Figura 1.

Mapa de Rioblanco - Tolima



Fuente: Autoría propia, 2025

El clima de Rioblanco está directamente influenciado por su ubicación geográfica y altitud, que varía considerablemente dentro del municipio, desde zonas de piedemonte hasta áreas de alta montaña cercanas al Nevado del Huila. Esta variación altitudinal genera una diversidad de pisos térmicos, que van desde el cálido húmedo en las partes bajas hasta el frío de alta montaña.

La temperatura media anual en el casco urbano de Rioblanco se sitúa alrededor de los 18°C. Sin embargo, esta cifra es un promedio que no refleja la amplitud térmica existente en el municipio.

En las zonas más bajas, las temperaturas pueden superar los 24°C, mientras que en las áreas de mayor altitud pueden descender por debajo de los 10°C. Según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2018).

La precipitación en Rioblanco es abundante y bien distribuida a lo largo del año, aunque presenta dos periodos de mayor intensidad que corresponden a las temporadas de lluvia en Colombia (abril-mayo y octubre - noviembre). El promedio anual de precipitación puede oscilar entre los 2000 y 3000 mm, dependiendo de la altitud y la exposición de la zona (IDEAM, 2018).

Este municipio cuenta con varios cuerpos de agua, entre los que destacan los ríos Rioblanco, Mendarco y Hereje, los cuales atraviesan el municipio y son propensos a desbordamientos durante temporadas de lluvias intensas. Según el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres, las zonas más afectadas por inundaciones incluyen los barrios San José, Mendarco, El Arrastradero, Río Negro y Río Blanco, así como áreas rurales como La Luisa, Toma, Florida Alta y La Primavera. (CORTOLIMA, 2023).

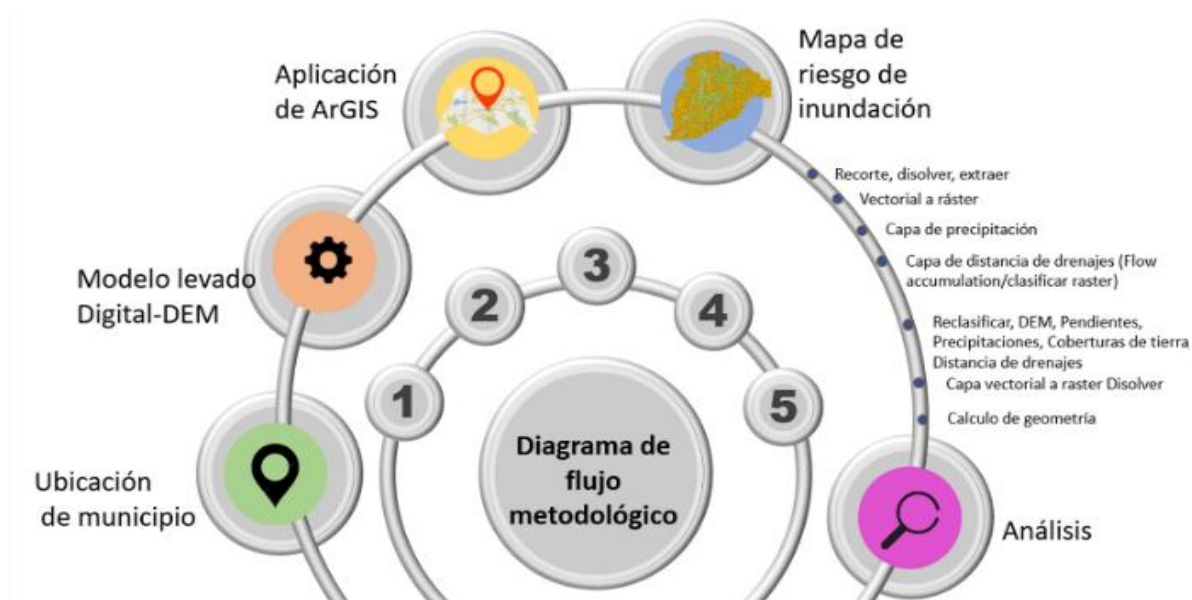
En contexto, este análisis apoyado en tecnologías con Sistemas de Información Geográfica- SIG, así como también como la herramienta ArcGIS Pro, permitirá graficar y/o representar zonas con riesgo (muy bajo, bajo, medio, alto muy alto) de este territorio. Lo anterior, con el objetivo de advertir la necesidad de endurecer las políticas de ordenamiento territorial, implementar medidas de manejo ambiental y promover prácticas agrícolas sostenibles para reducir la vulnerabilidad que podría generar los fenómenos naturales en esta zona del Tolima.

## **Metodología**

En el presente estudio se analiza el riesgo de inundación en el municipio de Rioblanco, ubicado en el departamento de Tolima, mediante un enfoque técnico que permita identificar las áreas potencialmente expuestas a este fenómeno.

El análisis se centró en el comportamiento hidrometeorológico de los meses de mayor precipitación, lo que incrementa significativamente la probabilidad de ocurrencia de eventos de inundación. Para ello, se empleó el software ArcGIS Pro como herramienta principal de procesamiento espacial, permitiendo la integración y análisis de variables como la topografía, la cobertura del suelo, la red hidrográfica y los datos pluviométricos disponibles. (Figura 2).

**Figura 2.**  
Diagrama metodológico

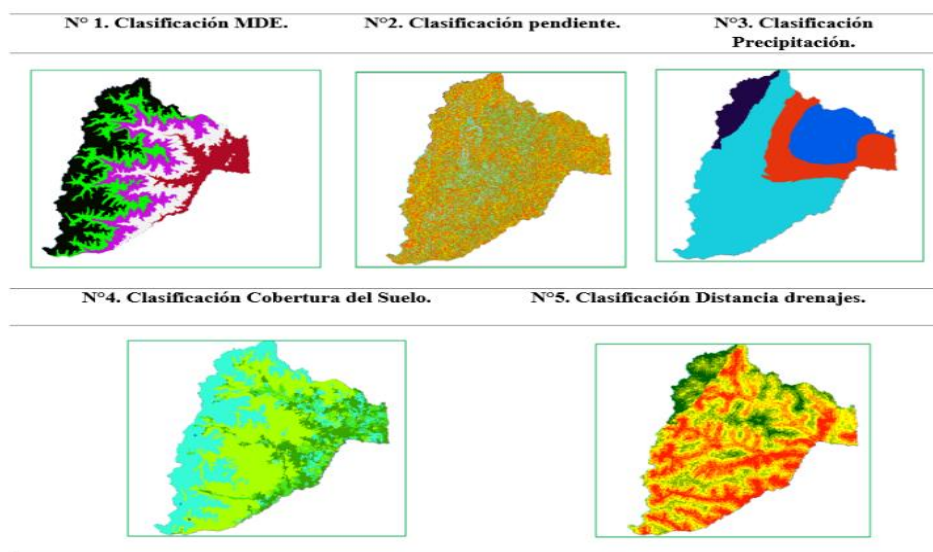


Fuente: Autoría propia, 2025

### Mapas temáticos de Rioblanco – Tolima

Luego de la aplicación de los procesos respectivos al análisis mediante el software ArcGIS, se pudo obtener el mapa de riesgo de inundación para el municipio de Rioblanco. A continuación, se presentan algunas de las imágenes resultantes (Ver Figura 3).

**Figura 3.**  
Mapas temáticos de Rioblanco – Tolima



Fuente: Autoría propia, 2025

## Resultados y discusión

A través del uso de la herramienta ArcGIS Pro, se integraron diferentes datos de información como hidrografía, cobertura del suelo entre otros, permitiendo con ello, la visualización de capas, con las cuales se facilitaron el análisis, mostrando el riesgo de inundación existente en este municipio.

Además, este análisis cuantitativo y cualitativo, permite dar una lectura completa sobre el área estudiada; mostrando que los resultados se concentran en aquellas zonas con pendientes cercanas a los cauces de los ríos de esta región, donde la capacidad de drenaje es limitada y se favorece la acumulación de agua; es por esto por lo que esta combinación de factores físicos y climáticos permiten establecer que el municipio de Rioblanco es un territorio proclive a inundaciones.

**Tabla 1.**

Capas principales de Rioblanco – Tolima.

| No. | Capas                              |
|-----|------------------------------------|
| 1   | Clasificación MDE.                 |
| 2   | Clasificación pendiente.           |
| 3   | Clasificación Precipitación.       |
| 4   | Clasificación Cobertura del Suelo. |
| 5   | Clasificación Distancia drenajes.  |

Fuente: Autoría Propia, Capas principales, 2025

**Tabla 2.**

Reclasificación de riesgo por inundación.

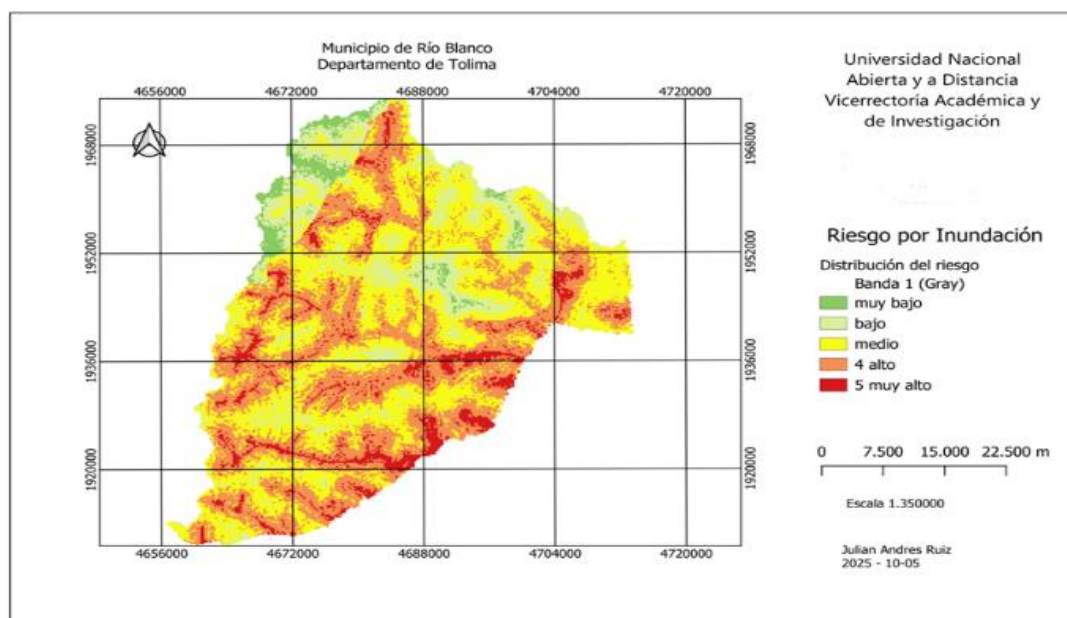
| Clasificación | Tipo de Riesgo  | Área (Ha) | P (%) |
|---------------|-----------------|-----------|-------|
| 1             | <i>Muy Bajo</i> | 3548,5    | 1,75  |
| 2             | <i>Bajo</i>     | 13122,04  | 6,45  |
| 3             | <i>Medio</i>    | 38009,7   | 18,69 |
| 4             | <i>Alto</i>     | 78533,08  | 38,62 |
| 5             | <i>Muy Alto</i> | 70136,33  | 34,49 |

Fuente: Autoría propia, Riesgo por inundación, 2025

Esta Tabla 2 muestra la reclasificación de riesgo por inundación de acuerdo con su clasificación cuantitativa, valores y simbología, de acuerdo con sus valores y simbología, esto determinando los niveles de riesgo por inundación con los que cuenta el territorio de Rioblanco - Tolima.

**Figura 4.**

Mapa de Riesgo por inundación del municipio de Rioblanco Tolima



Fuente: Autoría propia, 2025

**Tabla 3.**

Reclasificación de riesgo por inundación Rioblanco – Tolima

| <i>Gridcode</i> | <i>Class_riesgo_inundación</i> | <i>Área_Hectarea</i>   |
|-----------------|--------------------------------|------------------------|
| 1               | Riesgo muy alto                | 34% del área municipal |
| 2               | Riesgo alto                    | 39%.                   |
| 3               | Riesgo medio                   | 19%.                   |
| 4               | Riesgo bajo                    | 8%.                    |
| 5               | Riesgo muy bajo                | 2%.                    |

Fuente: Autoría propia, Reclasificación de riesgo, 2025

Esta Tabla 3 muestra la reclasificación de riesgo por inundación de Rioblanco - Tolima de acuerdo con sus valores (gridcode), clasificación cuantitativa (*Class\_riesgo\_inundación*) y área (*Área\_Hectarea*), siendo el área calculada por hectáreas.

**Figura 5.**

Porcentaje de riesgo por inundación del Área en Hectáreas



Fuente: Autoría propia, Grafica de porcentaje de riesgo, 2025

El análisis del mapa de Rioblanco - Tolima generado en ArcGIS Pro (Ver Figura 4), su tabla de atributos (Ver Tabla 3) y porcentajes (Ver Figura 5) muestra que la categoría de riesgo alto cubre la mayor parte del territorio, aproximadamente 78533,08 hectáreas, con el 38,62 % del área total. Esto indica que una gran parte del municipio tiene cierta probabilidad de sufrir inundaciones, aunque no en niveles extremos.

Por otro lado, aproximadamente el 53,18 % del territorio, equivalente a 108.146,03 hectáreas, se clasifica como zona de alto riesgo, distribuidas en 34,49 % (70.136,33 hectáreas) de riesgo muy alto y 18,69 % (38.009,7 hectáreas) de riesgo medio. Estas áreas vulnerables requieren acciones prioritarias de manejo y mitigación. Las zonas de mayor riesgo se ubican principalmente cerca de los ríos y arroyos, que yacen en plena cordillera central. El municipio forma parte de la región del macizo colombiano y tiene un ecosistema estratégico, que integra un corredor biológico de gran importancia como el Nevado del Huila, Páramo de las Hermosas, Volcán Purace, y la Laguna Carota. También se encuentran en áreas bajas y propensas a la acumulación de agua, que a menudo corresponden a valles y zonas de uso agrícola y ganadero intensivo. En contraste, las áreas de menor riesgo representan el 8,2 % del territorio, con 1,75 % (3.548,5 hectáreas) clasificadas como riesgo muy bajo y 6,45 % (13.122,04 hectáreas) como riesgo bajo. Estas zonas se encuentran en las partes más elevadas del municipio, con mayor inclinación del terreno y suelos que permiten una buena absorción del agua, lo que posiblemente las hace menos susceptibles a inundaciones debido a su elevación o mejores condiciones de drenaje.

El 73% del territorio (riesgo alto + muy alto) se concentra en zonas cercanas al Rioblanco y sus afluentes, coincidiendo con áreas de pendientes <5% y alta precipitación (IDEAM, 2023).

El 19% de riesgo medio corresponde a laderas con cobertura de cultivos (café/plátano), donde la deforestación incrementa la escorrentía (CORPOTOLIMA, 2022).

**Tabla 4.**  
Factores que explican la distribución

| <i>Factor</i>                | <i>Descripción</i>                                                                                                                  | <i>Fuente</i> |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <i>Precipitación extrema</i> | Río Blanco registra 2,500 mm anuales, con picos en abril-mayo de hasta 350 mm/mes, lo que satura los suelos y aumenta los caudales. | IDEAM, 2023   |
| <i>Cobertura del suelo</i>   | El 35% del área con cultivos reduce la infiltración. El 20% de cobertura boscosa en zonas altas ayuda a mitigar los riesgos.        | IGAC, 2022    |
| <i>Topografía</i>            | Las llanuras aluviales (34% del área con riesgo muy alto) son críticas por su baja elevación y cercanía a drenajes.                 | IGAC, 2022    |

Fuente: Autoría propia, Factores de distribución, 2025

### **Conclusiones**

El estudio deja entrever que, las categorías de riesgo 4 y 5 abarcan el 70% de la superficie analizada, mientras que las categorías de riesgo bajo (1, 2 y 3) muestran una cuarta parte; es decir que, esta municipalidad se encuentra en condiciones de vulnerabilidad con nivel de riesgo alto.

El municipio presenta un territorio en condiciones de riesgo elevado con un 70% del área total, generando con ello vulneración frente a posibles impactos naturales o antrópicas.

A partir del análisis realizado, donde se evidencian una amenaza, vulnerabilidad y riesgo de esta municipalidad; es vital, la actualización del plan de Ordenamiento Territorial (POT), con el objetivo de incluir la gestión del riesgo de inundación y con ello conocer las áreas susceptibles a inundaciones y planificar medidas para reducir la exposición y la vulnerabilidad.

El mapa generado mediante ArcGIS Pro, permite la identificación de las áreas con nivel de afectación; de esta manera se establece que, en una herramienta clave para sustentar la actualización del Plan de Ordenamiento Territorial (POT). Así mismo, con la información obtenida se respaldaría la necesidad de intervenir estratégicamente sobre más de 148.000 hectáreas vulnerables a inundación.

Es importante fortalecer la investigación y exploración de aquellas zonas que en el municipio de Rioblanco presenta niveles altos de inundación, a fin de contribuir a una mejorarla en la capacidad de monitoreo y respuesta de prevención y reducción de riesgos.

La herramienta ArcGIS Pro permitió visualizar con precisión las áreas expuestas y priorizar la toma de decisiones en materia de planificación territorial. Asimismo, se constató que prácticas inadecuadas de uso del suelo como la deforestación y la expansión agrícola no controlada incrementan la escorrentía superficial, exacerbando los riesgos existentes.

Finalmente, la integración de criterios técnicos, ambientales y sociales en el análisis contribuye no solo a identificar las zonas de amenaza, sino también a orientar intervenciones preventivas, promover una cultura de gestión del riesgo y fortalecer la resiliencia comunitaria frente a futuros eventos hidrometeorológicos extremos.

## **Recomendaciones**

Es vital que, en el marco de los Planes de Ordenamiento Territorial - POT, se desarrolle y aplique estrictos planes que restrinjan la construcción y el desarrollo agrícola en zonas vulnerables o con alto riesgo de inundación.

Ejecución de lineamientos para un control o seguimiento a las autoridades de gestión de riesgo del municipio, buscando con esto que, se genere una coordinación o acción para reducir los riesgos y mitigar los impactos de los desastres.

Es importante la sensibilización, promoción y fortalecimiento en gestión de riesgo de desastre a comunidad del municipio de Rioblanco; lo anterior para dar una respuesta correcta ante cualquier emergencia, permitiendo con ello que, la población esté preparada en caso de cualquier tipo de emergencia.

Establecer un sistema de monitoreo hidrometeorológico local que permita actualizar periódicamente los mapas de riesgo y ajustar las medidas preventivas según cambios en el clima o el uso del suelo a través del Monitoreo climático y actualización de datos.

Es indispensable mejorar la articulación entre la administración municipal, CORPOTOLIMA, IDEAM y la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), con el fin de diseñar e implementar acciones conjuntas de mitigación y preparación ante emergencias. También se deben establecer mecanismos de control y seguimiento sobre las intervenciones en zonas de alto riesgo.

Desarrollar campañas educativas continuas sobre gestión del riesgo, dirigidas a líderes comunitarios, agricultores, estudiantes y tomadores de decisiones locales. La capacitación debe incluir temas como buenas prácticas ambientales, prevención de desastres, planes de emergencia y uso responsable del suelo. Además, se deben establecer canales participativos para que la comunidad incida en los procesos de planificación y respuesta ante emergencias.

Diseñar e implementar programas de reforestación en zonas de recarga hídrica y restauración de rondas hídricas invadidas, así como obras de infraestructura verde (zanjas de infiltración, terrazas agrícolas, reservorios) que permitan reducir la velocidad del escurrimiento superficial y aumentar la capacidad de absorción del suelo.

## Referencias bibliográficas

Alcaldía Río Blanco. (2021). Informe de emergencias por inundaciones. Obtenido de <https://www.rioblanco-tolima.gov.co>

CORPOTOLIMA. (2022). Estudio de Vulnerabilidad Hidrica en el Río Blanco. Obtenido de <https://www.corpotolima.gov.co>

IDEAM. (2018). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales . Obtenido de Temperatura y precipitación de Río Blanco.

IDEAM. (2023). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Obtenido de Atlas Climatologicas de Tolima: <https://www.ideam.gov.co>

IGAC. (2022). Instituto geografico Agustin Codazzi. Obtenido de Datos de ubicación del Municipio Río Blanco: <https://www.igac.gov.co>

SGC. (2020). Servicio Geológico Colombiano. Obtenido de Mapa de Amenaza por movimiento de masa: <https://www.sgc.gov.co>

UNGRD. (2022). Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. Obtenido de Reporte de afectaciones por lluvias en el Tolima: <https://www.gestiondelriesgo.gov.co>

Sedano, K., Carvajal, Y., y Avila, Á. (2013). Análisis de aspectos que incrementan el riesgo de inundaciones en Colombia. Luna Azul, (37), 219-238. <https://doi.org/10.17151/luaz.2013.37.13>

UNGRD, U. N. para la G. del R. de D. (2018). Atlas de Riesgo de Colombia: revelando los desastres latentes. Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 269. Recuperado de <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/27179>.

González Valencia, J. (2006). Propuesta metodológica basada en un análisis multicriterio para la identificación de zonas de amenaza por deslizamientos e inundaciones. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, Vol. 5(8), pp. 59–70. <https://researchebscocom.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=7d5a99fe-dbcf-33b6-943edd92eebf52b6>

Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2018). Lineamientos para la incorporación del riesgo en planes de ordenamiento territorial. <https://www.dnp.gov.co>

IDEAM. (2020). Guía técnica para sistemas de alerta temprana por inundaciones. Instituto de

Hidrología. <http://www.ideam.gov.co/> Ledesma, A., & García-Navarro, P. (2010). Modelización numérica de obras de protección fluvial. *Ingeniería del Agua*, 17(3), 245-260.

Ministerio de Ambiente [MADS]. (2020). Protocolo para delimitación de rondas hídricas. Resolución 1234. <https://www.minambiente.gov.co/>

Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo [UNDP]. (2011). Reducción del riesgo con participación comunitaria. PNUD Colombia.

Unidad Nacional de Gestión del Riesgo [UNGRD]. (2022). Manual para planes de emergencia municipales. <https://www.gestiondelriesgo.gov.co>

Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo [UNDRR]. (2019). Marco de Sendai para la gobernanza local del riesgo. <https://www.undrr.org>

Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Municipio de Rioblanco [https://rioblancotolima.micolombiadigital.gov.co/sites/rioblancotolima/content/files/000031/1550\\_plan-basico-de-ordenamiento-territorial-del-municipio-de-rioblanco.pdf](https://rioblancotolima.micolombiadigital.gov.co/sites/rioblancotolima/content/files/000031/1550_plan-basico-de-ordenamiento-territorial-del-municipio-de-rioblanco.pdf)

Perico-Granados, N. R., Algarra, H. M. A., Reyes-Rodríguez, C. A., Perico-Martínez, C. A., Vera, M. C., & G, J. M. (2021). <https://monteblancocaffee.blogspot.com/p/contactos.html>

Caicedo Patiño, F. W., Duque Piedrahita, Y., & Parra Pérez, E. (2024). Análisis multicriterio para la evaluación de riesgos de inundación en el municipio de Argelia, Cauca. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). <https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/65388/1/Yduquep.pdf>

Castro, M., & Robledo, V. (2023). Modelamiento de huella de inundación en la cuenca baja del río Bogotá mediante herramientas SIG y HEC-RAS. Corporación Universitaria Minuto de Dios (UNIMINUTO).

[https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/17541/2/T.IC\\_Castro%20Maria\\_%20Robledo%20Victor\\_2023.pdf](https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/17541/2/T.IC_Castro%20Maria_%20Robledo%20Victor_2023.pdf)

Fonseca Roa, J. S., & Posada Mojica, L. F. (2021). *Uso de herramientas ESRI para la modernización de un inventario de desastres naturales en Colombia*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstreams/fec7eb9d-0b3e-4d01-909f-0209f4c79248/download>

González Valencia, J. E. (2006). Propuesta metodológica basada en un análisis multicriterio para la identificación de zonas de amenaza por deslizamientos e inundaciones. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 5(8), 59–70. <https://www.redalyc.org/pdf/750/75050806.pdf>

IDEAM. (2024). *Protocolo de modelación hidrológica e hidráulica*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. [https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/prensa/boletines/2024-08-23/protocolo\\_de\\_modelacion\\_hidrologica\\_e\\_hidraulica.pdf](https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/prensa/boletines/2024-08-23/protocolo_de_modelacion_hidrologica_e_hidraulica.pdf)

Martínez, C. (2021). *Evaluación de la amenaza por inundación urbana del río Cauca en el municipio de La Pintada, Antioquia*. Universidad del Norte. <https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/11313/1007428191.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

Reyes, J. L. (2024). Modelación hidrológica e hidráulica para la identificación de zonas de inundación en la quebrada Las Abras, Riobamba. *Revista Científica INGENIAR*, 7(14). [https://www.researchgate.net/publication/384667969\\_Modelacion\\_Hidrologica\\_e\\_Hidraulica\\_para\\_la\\_Identificacion\\_de\\_Zonas\\_de\\_Inundacion\\_en\\_la\\_Quebrada\\_Las\\_Abras\\_Riobamba](https://www.researchgate.net/publication/384667969_Modelacion_Hidrologica_e_Hidraulica_para_la_Identificacion_de_Zonas_de_Inundacion_en_la_Quebrada_Las_Abras_Riobamba)

Zúñiga Fernández, L. E. (2023). Modelación hidrológica e hidráulica para identificar el riesgo de inundación y propuesta de medidas de mitigación ante eventuales daños por desbordamiento en un tramo del río Liberia, Guanacaste, Costa Rica [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional, Costa Rica]. Repositorio Académico Institucional UNA. <http://hdl.handle.net/11056/27627>

### **Enlace de sustentación**

<https://youtu.be/3I1JDswS9no>