

Análisis y caracterización del riesgo de inundación mediante modelación agroambiental en el municipio de La Unión, Nariño

Yaqueline Córdoba Silva – ycordobasi@unadvirtual.edu.co

Eliana Lizeth Córdoba Villareal – elcordobav@unadvirtual.edu.co

Julia Catalina Moreno Castillo – jcmorenocast@unadvirtual.edu.co

Yelandri Muñoz Obando – ymunozob@unadvirtual.edu.co

Natalia Ochoa Díaz – nochoad@unadvirtual.edu.co

Director de curso: Yetfersson Arley Serrato Velosa – yetfersson.serrato@unad.edu.co

Docente asesor: Rolando Santos Santos – rolando.santos@unad.edu.co

Resumen

El objetivo es analizar fenómenos o problemáticas agroambientales del territorio, a partir de la construcción de productos cartográficos, que afectan sistemas productivos rurales y el ordenamiento agroambiental, mediante la aplicación de fundamentos SIG junto con la metodología de modelación agroambiental del territorio, que permitió generar mapas raster y cartográficos que representan la distribución del riesgo por inundación en el municipio.

Además, se realizaron cálculos geométricos y una clasificación detallada de las zonas con mayor a menor susceptibilidad a este fenómeno. Estos insumos facilitaron la visualización del impacto ambiental y paisajístico, así como el análisis cuantitativo del territorio mediante gráficas y tablas que sintetizan la clasificación del riesgo expresada en kilómetros cuadrados.

Los resultados indican que las áreas con mayor riesgo de inundación se localizan principalmente en sectores próximos a drenajes naturales, como quebradas y ríos, cuyo caudal aumenta de forma significativa en temporadas lluviosas. Este comportamiento hidrológico afecta directamente los sistemas productivos rurales y la planificación agroambiental. Sin embargo, el análisis también evidencia que las zonas catalogadas con riesgo moderado o bajo no están exentas de afectaciones, pues presentan deslizamientos en carreteras, cultivos, pastizales y áreas forestales durante los periodos de mayores precipitaciones. En conjunto, estos hallazgos reflejan la necesidad de fortalecer estrategias de gestión del riesgo y ordenamiento territorial para mitigar impactos y mejorar la resiliencia de las comunidades rurales.

Palabras claves: Sistemas de Información Geográfica (SIG); mapas cartográficos; mapas raster; ordenamiento agroambiental.

Introducción

La ocurrencia y severidad de los eventos hidrometeorológicos extremos se han estado intensificando debido al cambio climático que se experimenta a escala global. Como consecuencia, esto ha generado múltiples impactos negativos no solo en los sistemas naturales, sino también en la población, sus asentamientos habitacionales y sus actividades cotidianas. Al respecto, el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático [IPCC por sus siglas en inglés]

(2021) explica que el incremento de la temperatura media global ha ocasionado alteraciones en los patrones de precipitación. Este fenómeno se manifiesta a través de una mayor probabilidad de ocurrencia de lluvias torrenciales y eventos de inundación en regiones vulnerables.

En el caso de Colombia, las variaciones de los regímenes de precipitación, así como la ocurrencia y la severidad de los eventos extremos es cada vez más evidente. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2021) señala que estamos atravesando eventos de inundación, avenidas torrenciales y deslizamientos con mayor magnitud y frecuencia, lo cual se asocia con la variabilidad climática y a las tendencias del cambio climático. En especial, la ocurrencia de estos eventos se acentúa en regiones más susceptibles como las áreas montañosas y con presencia de drenajes naturales. En conexión con esto, las proyecciones del clima del IDEAM (2024) sugieren que la región Andina, donde se localiza el departamento de Nariño y, en específico, el municipio de la Unión, podrían experimentar cambios significativos en los regímenes de precipitación, aumentando el riesgo por inundación, al igual que las afectaciones, por ejemplo, a los sistemas productivos y áreas donde habita la población.

En la actualidad, el municipio de La Unión ya reporta una problemática por inundaciones, por esta razón se han desarrollado diversas evaluaciones ambientales y estudios de riesgo. Corponariño (2019) se ha referido a las crecientes del río Mayo, así como a las quebradas como la Chorrera y Cusillo, cuya inundación ha causado impactos sobre las áreas de producción agro, los hogares rurales, las vías terciarias y otras unidades productivas a escala local durante las temporadas de lluvias y la ocurrencia de La Niña. Además de estas afectaciones, se reconoce que las características geomorfológicas con pendientes altas y suelos susceptibles a saturación contribuyen a su condición de vulnerabilidad y el aumento de los riesgos por inundación, haciendo necesario análisis más detallado para orientar la gestión de riesgo y el ordenamiento territorial del municipio. Bajo este contexto, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) adquieren relevancia y se consolidan como herramientas con potencial para realizar este tipo de análisis espacial más robustos sobre el riesgo por inundaciones mediante la caracterización de relieves, la identificación de zonas de acumulación de flujos hídricos y la delimitación de áreas de acuerdo con su vulnerabilidad asociada de una manera integral como lo indican Ardila y Quintero (2013). Los autores destacan que el uso de SIG y la generación de productos cartográficos son esenciales para evaluar los riesgos y tomar decisiones de planificación ambiental.

En ese sentido, el presente artículo tiene como fin aplicar un modelo de análisis multicriterio a través de herramientas de geoprocésamiento y SIG con ArcGIS Pro para generar el mapa de riesgo por inundaciones en el municipio La Unión, Nariño como insumo para el análisis preliminar de las zonas más críticas y susceptibles ante este tipo de eventos, considerando las tendencias e impactos tanto de los regímenes de precipitación actual, como las alteraciones futuras a causa del cambio climático.

Objetivos

General Caracterizar las zonas con mayor vulnerabilidad y riesgo de inundación en el municipio de La Unión, departamento de Nariño, Colombia.

- Específicos**
1. Generar un producto cartográfico del municipio de La Unión (Nariño, Colombia) mediante el método de Análisis de Superposición Ponderada (ASP) utilizando el software ArcGIS Pro.
 2. Analizar los resultados obtenidos para identificar las áreas con mayor y menor riesgo de inundación y evaluar sus implicaciones en el territorio del municipio de La Unión, Nariño.
 3. Delimitar las zonas con mayor vulnerabilidad al riesgo de inundación empleando herramientas y metodologías de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Identificación del caso de estudio

De acuerdo con el Plan de Desarrollo 2024-2027, La Unión es un municipio que se localiza en la región norte del departamento de Nariño en la región Andina de Colombia. Constituye una entidad con división político-administrativa conformada por el casco urbano, además de una amplia área rural distribuida en corregimientos y veredas. Adicionalmente, es preciso señalar que el municipio se extiende sobre una región con un gradiente de altitud entre los 1500-2000 msnm aproximadamente. Dicha altitud determina un ambiente montañoso con condiciones para la vocación agrícola, y a su vez, confirma de manera preliminar cierta vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos.

Igualmente, desde una perspectiva física y ambiental, se reconoce una red hídrica en el municipio dominada por el río Mayo y las quebradas La Chorrera, Cusillo y La Fragua, los cuales han estado asociados a diferentes eventos de inundaciones y desbordamientos durante las temporadas de lluvia. Al respecto, Corponariño (2019) explica que estos drenajes tienen incrementos significativos del caudal con las lluvias, afectando poblaciones y zonas productivas cercanas a sus cauces, aunque dicha cuenca hidrográfica también resulta ser un área estratégica ambientalmente hablando para el municipio (Consejo Municipal, 2024). Por otro lado, es pertinente destacar que la topografía y la susceptibilidad de los suelos ante la saturación superficial representan factores que influyen en la acumulación de escorrentía y las inundaciones cerca a los drenajes naturales.

En cuanto a clima, el municipio La Unión se caracteriza por ser templado y húmedo, con un régimen de precipitaciones bimodal. Esta condición implica la existencia de dos temporadas de lluvia anuales. Asimismo, las proyecciones del IDEAM (2024) prevén un cambio en los patrones climáticos a causa de la variabilidad y el cambio climático global en la región. En ese sentido, el análisis que se desarrolla en este trabajo se refiere a uno de los meses con mayor precipitación en el municipio, el mes de abril. Esto no solo permite considerar el comportamiento de las lluvias en el modelo multicriterio y el producto cartográfico de riesgo por inundaciones, sino que también coincide con los registros y antecedentes sobre este tipo de eventos según Corponariño.

Metodología

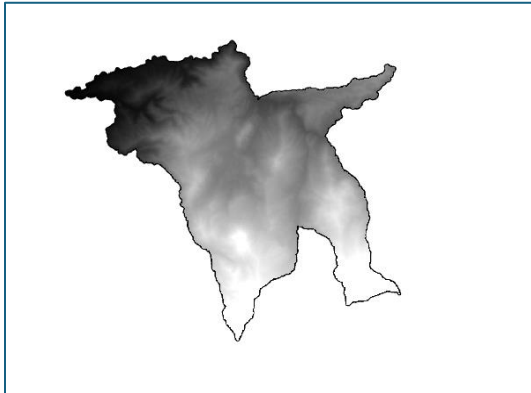
Para la identificación de las zonas del municipio de La Unión (Nariño) que presentan mayor susceptibilidad a inundaciones, se llevó a cabo un análisis multicriterio utilizando herramientas geoespaciales. Este tipo de análisis es muy importante porque permite integrar diferentes variables de tipo geográfico e hidrológico, facilitando la generación de un mapa que refleja los distintos niveles de riesgo dentro del lugar requerido (Castaño y Osorio, 2024). Para el desarrollo de este

análisis se utilizó el software ArcGIS Pro en el cual se aplicó una secuencia de procesos y se utilizó el método de superposición ponderada (ASP).

La recopilación de información es un proceso esencial para desarrollar el análisis de riesgo de inundación en el municipio de La Unión, Nariño. En este caso, se emplean modelos de elevación digital DEM que permiten calcular la pendiente del terreno y de las áreas hidrográficas, un aspecto clave para comprender cómo se comportan los ríos y quebradas del municipio.

Como primer paso se realizó el cargue del modelo de elevación digital DEM y el ráster de pendientes del municipio de La Unión Nariño. También se realizó el cargue del archivo vectorial del municipio para realizar el proceso de extracción por máscara en algunos pasos posteriores.

Figura 1. *Cargue modelo de elevación DEM y ráster de pendientes.*

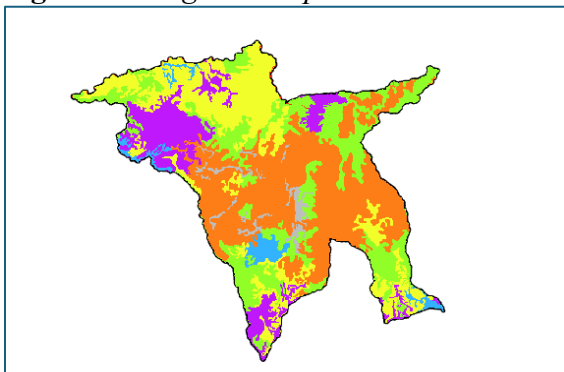


Fuente: Autoría propia, 2025.

Nota. En la imagen se muestra el cargue del modelo de elevación digital DEM y el ráster de pendientes del municipio de La Unión, Nariño.

Una vez cargado el modelo de elevación digital DEM y el ráster de pendientes realizamos el cargue de la capa shapefile cobertura de tierras, sobre la que se aplicó el geoproceto recorte clip para definir el corte sobre el municipio de La Unión Nariño. Una vez realizado este paso se aplicó el geoproceto disolver para que la capa sea disuelta en nivel 2.

Figura 2. *Cargue de capa cobertura de tierras.*



Fuente: Autoría propia, 2025.

Nota. La imagen muestra el resultado del cargue de la capa cobertura de tierras del municipio de La Unión Nariño.

Una vez terminado el cargue de la capa cobertura de tierras, se realizó el cargue de la capa ráster del mes de precipitación del municipio de La Unión Nariño y posteriormente se obtuvo el ráster de acumulación de flujo mediante el cual se pudieron apreciar los drenajes principales, a esta última capa se le realizó el proceso de reclasificación para únicamente aislar las zonas con mayor acumulación, también se realizó el cálculo de acumulación de distancia.

El siguiente paso realizado fue la reclasificación de todas las capas de factores a una escala común, es decir las capas de modelo de elevación digital DEM, el ráster de pendientes, el ráster de precipitaciones, las distancias de drenajes y la cobertura de tierras.

Figura 3. *Reclasificación capa cobertura de tierras.*

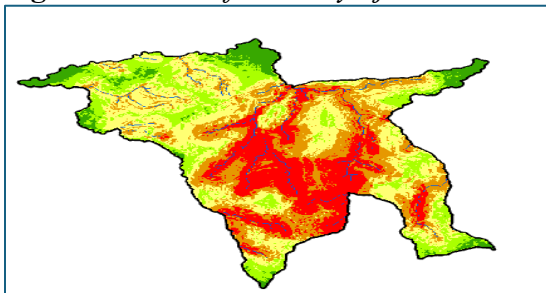


Fuente: Autoría propia, 2025.

Nota. La imagen muestra el proceso de reclasificación de la capa cobertura de tierras del municipio de La Unión Nariño.

Posteriormente se realizó la aplicación de la suma ponderada con el fin de combinar las anteriores capas de datos reclasificadas, en la ponderación cada factor obtuvo un peso específico el cual permitió indicar la importancia relativa en la modelación del riesgo de inundación. Después de ponderadas las capas se realizó una reclasificación del ráster de ponderación en cinco clases con el fin de aplicar una simbología que permitió obtener una mejor visualización del factor de riesgo.

Figura 4. *Reclasificación y ajuste de simbología del ráster ponderación.*

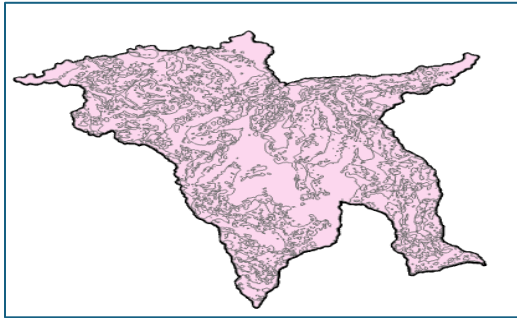


Fuente: Autoría propia, 2025.

Nota. La imagen muestra el proceso de reclasificación del ráster de ponderación y el ajuste de la simbología del nivel de riesgo por inundación en el municipio de La Unión Nariño.

Una vez obtenido este resultado realizamos la transformación de la capa ráster en capa vectorial para lo cual se utilizó el geoprocso conversión de ráster a polígono y para obtener una mejor visualización del vectorial se aplicó el geoprocso de suavizar polígono.

Figura 5. Resultado transformación y suavización de vectorial.



Fuente: Autoría propia, 2025.

Nota. La imagen muestra el resultado de la aplicación del geoproceso de ráster a polígono y el geoproceso suavizar polígono para el vectorial del municipio de La Unión Nariño.

Después de obtener este resultado se realizó la asignación de 2 campos en la tabla de atributos, una de ellas para asignar valores cualitativos según la clasificación del nivel de riesgo, y la otra columna para determinar el área de cada zona de riesgo.

Figura 6. Asignación de campos tabla de atributos.

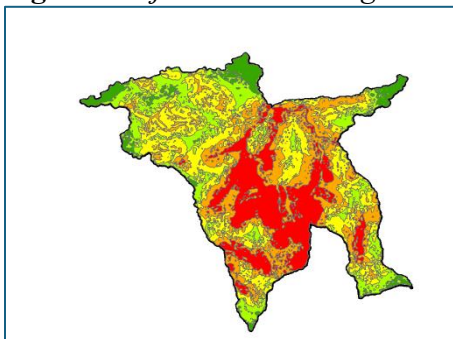
| OBJECTID * | Shape * | gridcode | Shape_Length | Shape_Area | Class_Riesgo | Area_Km2 |
|------------|----------|----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|
| 1 | Polígono | 1 | 116222,568848 | 8335557,923491 | Riesgo muy bajo | 8,335558 |
| 2 | Polígono | 2 | 435774,338514 | 24186729,876463 | Riesgo bajo | 24,18673 |
| 3 | Polígono | 3 | 751966,456596 | 41238377,632138 | Riesgo medio | 41,238378 |
| 4 | Polígono | 4 | 712379,187724 | 35718161,875303 | Riesgo alto | 35,718162 |
| 5 | Polígono | 5 | 287104,960107 | 30496507,870733 | Riesgo muy alto | 30,496508 |

Fuente: Autoría propia, 2025.

Nota. La imagen muestra el resultado de la asignación de los campos clasificación de los niveles de riesgo y área en el municipio de La Unión Nariño.

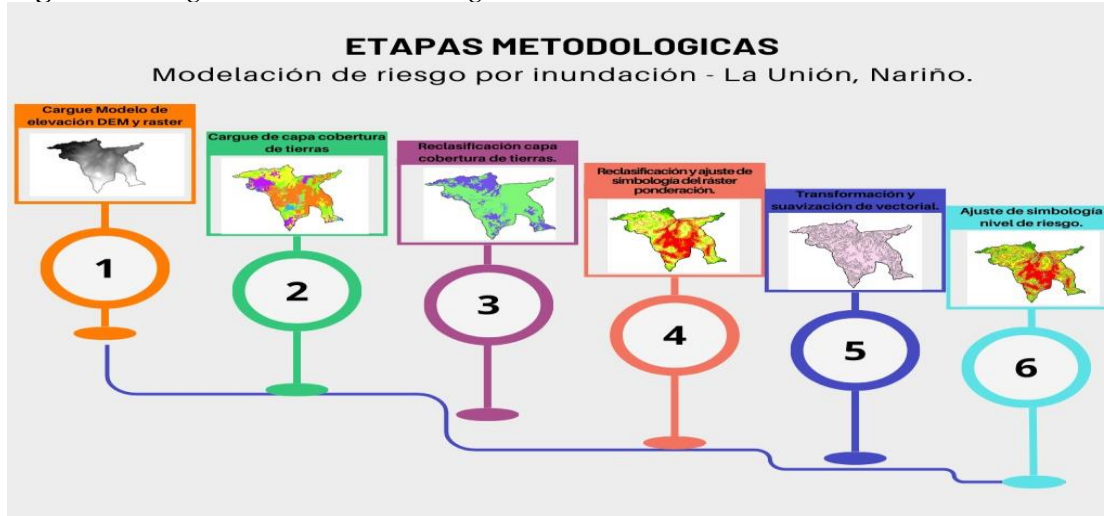
Una vez calculada el área y asignada la clasificación de riesgo se aplicó una simbología con código de colores a cada uno de los niveles para obtener una mejor visualización del nivel de riesgo.

Figura 7. Ajuste de simbología nivel de riesgo.



Fuente: Autoría propia, 2025.

Nota. La imagen muestra el resultado de la asignación de código de colores en la simbología del nivel de riesgo del municipio de La Unión Nariño.

Figura 8. Diagrama de la metodología

Fuente: Autoría propia, 2025.

Resultados

Los resultados obtenidos mediante geoprocesamiento y modelación de datos permitieron generar un mapa vectorial del riesgo por inundación en el municipio de La Unión, Nariño. En este se identificaron zonas clasificadas con riesgo alto y muy alto, con extensiones de 35,718162 km² y 30,496508 km², respectivamente. Según los resultados obtenidos en el mapa (Figura 9) estas áreas se ubican en algunas veredas como La Caldera, El Guabo, Chilcal Alto, La Fragua, Sauce Alto, Sauce Bajo, Cusillo, Juan Solarte, Contadero, La Alpujarra, La Cañada, La Castilla, Pradera A, Pradera B, La Merced y la Zona Urbana del Municipio de La Unión Nariño, donde la vulnerabilidad se relaciona con la proximidad al río Mayo, quebradas La Chorrera y Cusillo.

Durante las temporadas lluviosas, estos drenajes incrementan de manera considerable su caudal, generando impactos directos en la producción agrícola y pecuaria, así como pérdidas materiales en viviendas y unidades productivas.

Las afectaciones también responden a variaciones climáticas marcadas por periodos secos y lluviosos, que favorecen deslizamientos en vías, cultivos, pastizales y áreas forestales. Estas condiciones se intensifican por la presencia de suelos arcillosos, altamente compactados y con baja aireación, situación que reduce la infiltración del agua y favorece la saturación superficial.






La información recopilada, junto con los datos de la Corporación Autónoma Regional de Nariño (2019), evidencia que las zonas con riesgo medio abarcan 41,238378 km² y comprenden algunas veredas como Quiroz alto, Quiroz Bajo, La Playa. En estos sectores las inundaciones son ocasionales y se intensifican durante fenómenos como La Niña, en parte por su lejanía a cauces principales y por la presencia de suelos con estructuras estables que favorecen una infiltración eficiente.

Por su parte, las áreas clasificadas con riesgo bajo y muy bajo suman 24,18673 km² y 8,335558 km², ubicadas en las veredas Olivos, Llano Grande, Cuchillas Peñas Blancas, El Llano, La Jacoba,

Cuillo Alto. Aunque presentan una amenaza reducida, se recomienda mantener acciones básicas de prevención y monitoreo para fortalecer la gestión del riesgo en el territorio.

Según Corponariño (2011), en el municipio de La Unión Nariño fueron afectados 3.065 agricultores y un total de 4.499 hectáreas cultivadas en café, plátano y frutales en el año 2011 a causa de la ola invernal. Por otra parte, según la gobernación de Nariño (2024), se decretó la situación de calamidad pública en el Departamento de Nariño, la cual esta ocasionada por los efectos de la primera temporada de lluvias del año 2024, donde se resalta que en el municipio de La Unión Nariño se han presentado hasta la fecha afectaciones de gran magnitud principalmente en actividades agrícolas lo cual ocasiona afectaciones en la seguridad alimentaria y la economía de la población.

Tabla 1. Distribución de porcentaje por nivel de riesgo de inundación del municipio de La Unión

| | Simbología | Class_riesgo | Porcentaje |
|---|---|-----------------|------------|
| 1 |  | Riesgo muy bajo | 6% |
| 2 |  | Riesgo bajo | 17% |
| 3 |  | Riesgo medio | 29% |
| 4 |  | Riesgo alto | 26% |
| 5 |  | Riesgo muy alto | 22% |

Fuente: Autoría propia, 2025.

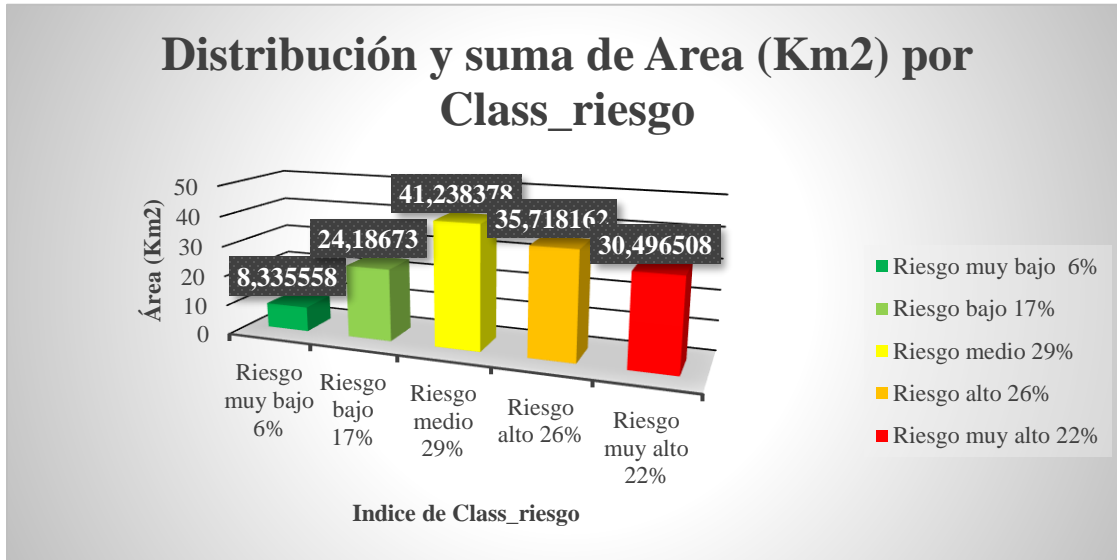
Nota. La tabla indica el porcentaje según la clasificación de riesgo, en el municipio de La Unión, Nariño.

Figura 9. Mapa de Riesgo de inundación municipio de La Unión, Nariño



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Figura 10. Gráfica de clasificación de riesgo por inundación del municipio de La Unión, Nariño



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Tabla 2. Clasificación de riesgo por inundación del municipio de La Unión

| Shape | OBJECTID | Gridcode | Clasificación-riesgo | Área_Km2 |
|----------|----------|----------|----------------------|-----------|
| Polígono | 1 | 1 | Riesgo muy bajo | 8,335558 |
| Polígono | 2 | 2 | Riesgo bajo | 24,18673 |
| Polígono | 3 | 3 | Riesgo medio | 41,238378 |
| Polígono | 4 | 4 | Riesgo alto | 35,718162 |
| Polígono | 5 | 5 | Riesgo muy alto | 30,496508 |

Fuente: Autoría propia, 2025.

Nota. La tabla indica la clasificación de riesgo, en el municipio de La Unión, Nariño

El análisis realizado mediante la metodología propuesta permitió identificar la distribución porcentual del riesgo de inundación en el municipio de La Unión, Nariño, como se presenta en la Tabla 1 y en la clasificación mostrada en la Tabla 2. Los resultados evidencian que el nivel de riesgo muy alto, representado con color rojo, abarca 22% del territorio. El riesgo alto, indicado en color naranja, comprende 26% del municipio. El riesgo medio, asociado al color amarillo, constituye 29% del área total y representa la categoría de mayor extensión. Por su parte, el riesgo bajo, identificado con color verde claro, ocupa 17% del territorio, mientras que el riesgo muy bajo, representado en verde oscuro, comprende 6% del área municipio.

Esta distribución se evidencia en la figura 9 y 10 donde las zonas clasificadas entre riesgo muy alto y riesgo medio representan la mayor proporción del municipio, se requieren acciones prioritarias de intervención, seguimiento y mitigación. La concentración de estas categorías refleja condiciones ambientales y territoriales que pueden intensificar la exposición a eventos de inundación, de modo que su atención resulta fundamental para fortalecer la gestión del riesgo y orientar decisiones de planificación agroambiental.

El análisis representado en la Figura 9 evidencia que el principal factor generador de riesgo por desbordamiento e inundación en el municipio corresponde al comportamiento hidrológico del río Mayo, así como de las quebradas La Chorrera y Cusillo. Las precipitaciones intensas incrementan de forma significativa el caudal de estos drenajes, lo que eleva la probabilidad de inundaciones y afecta tanto a la población como a los sistemas de producción agrícola y pecuaria.

Ante este escenario, se evidencia la necesidad de fortalecer las medidas de planificación territorial, mitigación y adaptación climática. Entre las acciones recomendadas se encuentran la rehabilitación de drenajes naturales, la implementación de zanjas de infiltración, la construcción de terrazas y la reforestación con especies nativas. Estas estrategias contribuyen a reducir el desbordamiento de ríos y quebradas, además de disminuir la ocurrencia de deslizamientos y procesos erosivos en suelos vulnerables.

Conclusiones

- La aplicación de la metodología de evaluación multicriterio permitió reconocer con alta precisión las áreas susceptibles a inundaciones en el municipio de La Unión (Nariño). Al combinar variables como pendiente, modelo digital de elevación, tipo de cobertura, proximidad a drenajes y niveles de precipitación, fue posible no solo estimar el grado de riesgo, sino también comprender cómo interactúan los factores que lo originan. El uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) resultó determinante para transformar información compleja en insumos prácticos para la gestión territorial. Tal como plantean Mendoza y Martins (2006), la integración de los métodos multicriterio con SIG ayuda a obtener evaluaciones más precisas y espacialmente detalladas de fenómenos ambientales complejos.
- Los resultados muestran que lugares como La Caldera, El Guabo, Chilcal Alto, La Fragua, Sauce Alto, Sauce Bajo, Rincón Cusillo, Juan Solarte, Contadero, La Alpujarra, La Cañada, La Castilla, Pradera A, Pradera B, La Merced y la Zona Urbana del Municipio de La Unión Nariño presentan una mayor exposición a inundaciones. Esta condición se relaciona con su relieve predominantemente plano y con el régimen climático húmedo de la zona, donde las lluvias prolongadas suelen saturar los drenajes naturales y artificiales. En este escenario, las herramientas SIG se constituyen como un soporte clave para anticipar riesgos, fortalecer la planificación preventiva y orientar acciones de mitigación. Cardona et al. (2012) destacan precisamente que la información geoespacial aumenta la capacidad de respuesta ante desastres al proporcionar bases técnicas sólidas para la toma de decisiones.
- El análisis de superposición ponderada (ASP) desarrollado en ArcGIS Pro permitió diferenciar los niveles de amenaza en el municipio, mostrando que cerca del 40% del territorio se clasifica en riesgo alto o muy alto. Esta vulnerabilidad se concentra, nuevamente, en los lugares ya mencionados. Entre los factores que explican esta situación se identificaron la presencia de algunas quebradas, la ampliación de la frontera agrícola mediante deforestación, deficiencias en infraestructura de alcantarillado y la falta de mantenimiento en las obras existentes. Según lo señalan Malczewski y Rinner (2015), el análisis multicriterio en entornos SIG facilita integrar múltiples dimensiones del territorio, logrando mapas de riesgo más exactos y útiles para la gestión local.
- Rueda y Vargas (2019) subrayan la importancia de conservar ecosistemas estratégicos como bosques y zonas de recarga hídrica para reducir la vulnerabilidad frente a inundaciones. Esto coincide con la realidad del municipio, donde las inundaciones han

ocasionado afectaciones en viviendas, daños en vías, cultivos y ecosistemas. Localidades como La Caldera, El Guabo, Chilcal Alto, La Fragua, Sauce Alto, Sauce Bajo, Rincón Cusillo, Juan Solarte, Contadero, La Alpujarra, La Cañada, La Castilla, Pradera A, Pradera B, La Merced y la Zona Urbana del Municipio de La Unión Nariño han sido de una u otra manera impactada. Por el contrario, las áreas de menor riesgo se ubican principalmente en zonas montañosas del norte, como, veredas Olivos, Llano Grande, Cuchillas Peñas Blancas, El Llano, La Jacoba, Cuillo Alto donde la mayor altitud y la presencia de vegetación contribuyen a disminuir la exposición.

- El estudio también evidenció que la zona sur del municipio especialmente las veredas La Caldera, El Guabo, Chilcal Alto, La Fragua, Sauce Alto, Sauce Bajo, Rincón Cusillo, Juan Solarte, Contadero, La Alpujarra, La Cañada, La Castilla, Pradera A, Pradera B, La Merced y la Zona Urbana del Municipio de La Unión Nariño presenta riesgos elevados. Esta situación se relaciona con pendientes pronunciadas y procesos de deforestación, factores que, como explican Armenteras y Rodríguez (2011), aumentan la erosión y la frecuencia de eventos asociados al agua, incluyendo inundaciones y deslizamientos. Asimismo, Oliveira et al. (2011) destacan que los modelos multicriterio en SIG permiten integrar de manera eficaz variables biofísicas e hidrológicas, aquello fue evidente en la delimitación de las zonas prioritarias de intervención en este estudio.
- En resumen, la combinación de los SIG con metodologías multicriterio permitió identificar de forma clara y confiable las zonas vulnerables a inundaciones dentro del municipio de La Unión, especialmente en las veredas La Caldera, El Guabo, Chilcal Alto, La Fragua, Sauce Alto, Sauce Bajo, Rincón Cusillo, Juan Solarte, Contadero, La Alpujarra, La Cañada, La Castilla, Pradera A, Pradera B, La Merced y la Zona Urbana del Municipio de La Unión Nariño. Los resultados generan una base técnica sólida para orientar planes de manejo del riesgo, estrategias de mitigación y acciones que contribuyan a disminuir los efectos de futuros eventos hidrometeorológicos.

Recomendaciones

Se propone implementar planes de manejo del riesgo por inundación en las veredas La Caldera, El Guabo, Chilcal Alto, La Fragua, Sauce Alto, Sauce Bajo, Cusillo, Juan Solarte, Contadero, La Alpujarra, La Cañada, La Castilla, Pradera A y B, La Merced y en la zona urbana del municipio. Estas acciones deben complementarse con programas permanentes de limpieza y mantenimiento de las quebradas La Chorrera y Cusillo, cuyo caudal incrementa durante las temporadas lluviosas. El mantenimiento regular contribuirá a disminuir afectaciones en viviendas, áreas agrícolas y unidades productivas.

Asimismo, se recomienda promover prácticas de conservación de suelos, entre ellas labranza mínima, incorporación de materia orgánica, establecimiento de zanjas de infiltración y drenajes vegetados. Estas medidas favorecen la porosidad del suelo, reducen el exceso de agua y mejoran su estructura. El fomento de cultivos con raíces profundas también fortalece la estabilidad física del suelo.

La adecuación agroambiental debe ajustarse al nivel de riesgo. En áreas con riesgo muy alto y alto se sugiere evitar nuevas construcciones o la ampliación de zonas agrícolas, destinándolas a corredores ecológicos, protección hídrica o sistemas agroforestales de baja intervención. En zonas de riesgo medio se recomienda priorizar cultivos tolerantes a la humedad y sistemas agrícolas con

drenaje mejorado. En áreas de riesgo bajo y muy bajo pueden consolidarse actividades productivas priorizadas, manteniendo prácticas sostenibles para prevenir deterioros a largo plazo.

El monitoreo comunitario y la implementación de sistemas de alerta temprana resultan esenciales en sectores como Quiroz Alto, Quiroz Bajo y La Playa, donde las inundaciones son esporádicas, pero se intensifican durante eventos climáticos como el fenómeno La Niña. Se sugiere establecer alertas basadas en niveles de cauce, capacitar a agricultores y líderes comunitarios en observación climática y manejo de emergencias, y crear un registro local de eventos para mejorar la planificación.

Los mapas vectoriales de riesgo generados en la investigación deben utilizarse como herramienta técnica para actualizar el Plan de Ordenamiento Territorial y los planes veredales. Estos insumos permiten definir zonas aptas para construcción, agricultura, conservación o restricción de uso, además de orientar la localización de nuevas infraestructuras fuera de áreas con riesgo alto.

En sectores donde los deslizamientos se asocian a suelos arcillosos y lluvias intensas, se recomienda recuperar rondas hídricas con vegetación nativa, establecer barreras vivas, reforestar en zonas de ladera y controlar la expansión agrícola sobre suelos frágiles. De forma complementaria, se propone capacitar a productores en manejo integrado del agua, fortalecer la educación rural sobre riesgos naturales y adaptación climática, y trabajar con entidades ambientales para socializar mapas de riesgo y medidas preventivas.

Estas recomendaciones contribuyen al ordenamiento agroambiental del municipio, priorizando la reducción de riesgos por inundación, el uso sostenible del suelo y la planificación territorial basada en evidencia técnica.

Referencias bibliográficas

- Ardila, J. F., & Quintero, O. Y. (2013). Aplicación de la teledetección y los sistemas de información geográfica en la interpretación de zonas inundables. Caso de estudio: río Soapaga, sector Paz de Río, Boyacá. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 23(2), 55–74.
- Cardona, O., Barbat, A., Carreño, M., Ordaz, M., y Marulanda, M. (2012). Indicadores para la gestión del riesgo de desastres: fundamentos para un enfoque metodológico. *Revista de la CEPAL*, (107), 7–28.
<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Indicadores-de-Riesgode-Desastre-y-de-Gesti%C3%B3n-de-Riesgos-Programa-para-Am%C3%A9rica-Latina-y-elCaribe-M%C3%A9xico.pdf>
- Castaño, J., & Osorio, Y. (2024). *Análisis multicriterio para la evaluación del potencial de suelos suburbanos en los municipios del Altiplano del Oriente Antioqueño* [Trabajo de grado, Universidad de Antioquia]. Repositorio Universidad de Antioquia.
<https://bibliotecadigital.udea.edu.co/server/api/core/bitstreams/33911166-918d-4134-95bf-079c4d04e5af/content>
- Consejo Municipal de La Unión (2024). *Plan de Desarrollo Municipal de La Unión 2024–2027. (2024). Por Amor a La Unión.* https://alcaldia-municipal.micolombiadigital.gov.co/sites/alcaldia-municipal/content/files/000587/29315_plan-de-desarrollo--20242027_-ptg.pdf
- Corporación Autónoma Regional de Nariño (2019). *Informe movimiento en Masa, Avenidas Torrenciales, Inundaciones y/o Incendios de Cobertura Vegetal*. [Proyecto Gestión de Riesgos]. <https://corponarino.gov.co/wp-content/uploads/2024/05/9.-585.-SEGUIMIENTO-LA-UNION-17-DE-DICIEMBRE-2019.pdf>

- Corporación Autónoma Regional de Nariño (2011). Identificación, análisis y modelamiento de zonas inundadas e inundables para el departamento de Nariño en los sectores priorizados. https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co:8443/bitstream/handle/20.500.11762/32486/Anexo3_ZonasInundables_Narino.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gobierno del departamento de Nariño. (2024). Decreto 220 de 2024 Por medio de la cual se declara la situación de calamidad pública en el departamento de Nariño, ocasionada por los efectos de la primera temporada de lluvias del año 2024: Gobierno del departamento de Nariño. [https://normatividad.narino.gov.co/Decretos/2024/Decreto%20Calamidad%20P%C3%BAblica%20\(1\)%20\(1\).pdf](https://normatividad.narino.gov.co/Decretos/2024/Decreto%20Calamidad%20P%C3%BAblica%20(1)%20(1).pdf)
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2024, 12 de diciembre). *El IDEAM presenta nuevas proyecciones climáticas para Colombia: escenarios de cambio climático al 2100* [Comunicado de prensa]. <https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/noticia/el-ideam-presenta-nuevas-proyecciones-climaticas-para-colombia-escenarios-de-cambio-climatico>
- IDEAM. (2025). *Informe técnico diario de condiciones hidrometeorológicas, alertas y pronósticos (ITD)*. <https://ideam.gov.co/sala-de-prensa/boletines>
- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC] (2021). *Cambio climático 2021: Bases físicas. Resumen para responsables de políticas*. Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- Malczewski, J., y Rinner, C. (2015). *Multicriteria decision analysis in geographic information science*. Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-540-74757-4>
- Martínez, J. (2019). *Seis causas y seis soluciones para reducir los daños por inundaciones*. Ministerio de Agricultura y desarrollo rural. Bogotá. Colombia. <https://www.elsoto.org/wpcontent/uploads/2019/09/Seis-causas.pdf>
- Mendoza, G., y Martins, H. (2006). Multi-criteria decision analysis in natural resource management: A critical review of methods and new modelling paradigms. *Forest Ecology and Management, Elsevier*. Países Bajos. Págs. 230 (1-3). <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112706002258>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). *Modelación, adaptación y riesgo por cambio climático en Colombia* [Informe técnico]. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Modelacion_Adaptacion_Riesgo_Colombia.pdf
- Rueda, M., y Vargas, A. (2019). Conservación de ecosistemas y gestión del riesgo de desastres: una estrategia para la adaptación al cambio climático. *Revista Gestión y Ambiente*, 22(1), 73–87. <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Reduccion/GUIA-INTEGRACION-GESTIONDEL-RIESGO-DE-DESASTRES-Y-LA-ADAPTACION-AL-CAMBIO-CLIMATICO-EN-LOSPDT-2024.pdf>

Enlace de sustentación: <https://youtu.be/AIQF4XajpXA?si=2qPXLp3q09CUD10p>