

## ÁREAS DE RIESGO POR INUNDACIÓN EN EL MUNICIPIO DE SAN PABLO NARIÑO

Dayana Marcela Bravo Bolaños - dmbravob@unadvirtual.edu.co

Elizabeth Trujillo Pérez - etrujilloper@unadvirtual.edu.co

Karen Valentina Flor Camayo -kvflorc@unadvirtual.edu.co

José Luis Collazos Pino- jllcollazosp@unadvirtual.edu.co

Mauricio Andrés Muñoz Burbano- mamunozbur@unadvirtual.edu.co

### Resumen

Este estudio se enfocó en analizar la distribución espacial de las áreas de riesgo por inundación en el municipio de San Pablo, Nariño, identificando la exposición de usos del suelo e infraestructuras críticas. La metodología aplicada consistió en la modelación espacial del riesgo en un entorno de Sistemas de Información Geográfica (SIG), utilizando la reclasificación del modelo de riesgo. Los principales insumos incluyeron una capa de Cobertura de la Tierra (IGAC), datos topográficos, el modelo de riesgo por inundación y antecedentes históricos de afectaciones. Los resultados revelaron que las zonas de riesgo muy alto y riesgo alto se concentran linealmente a lo largo del cauce del río Mayo y sus quebradas afluentes. Estas áreas coinciden significativamente con usos del suelo como cultivos permanentes (café, plátano, yuca), agricultura heterogénea, y pastos, así como con infraestructura vial crítica (vía Los Robles-El Chilcal) y áreas urbanizadas en el corregimiento El Chilcal. Se cuantificó que las áreas de riesgo alto y muy alto se refuerza la necesidad de priorizar acciones de prevención en estas zonas expuestas.

*Palabras claves:* Riesgo hídrico; Modelación SIG; Exposición; Vulnerabilidad territorial; San Pablo, Nariño.

## Introducción

En las últimas décadas, el cambio climático ha intensificado la frecuencia y severidad de eventos hidrometeorológicos extremos, como lluvias torrenciales y desbordamientos de ríos, los cuales elevan significativamente el riesgo de inundaciones en distintas regiones del país (IDEAM, s.f.; IPCC, 2023). Esta situación representa un desafío creciente para los territorios andinos, donde las condiciones geográficas y climáticas potencian los efectos negativos de estos fenómenos. El municipio de San Pablo, ubicado en el norte del departamento de Nariño, no es ajeno a estas amenazas, dada su topografía irregular, la presencia de múltiples fuentes hídricas y la creciente presión sobre su suelo por parte de la población y actividades económicas.

Estudiar las inundaciones en San Pablo resulta fundamental para proteger a las comunidades, la infraestructura pública y los sectores productivos, especialmente el agrícola. Según el Plan de Desarrollo Municipal 2024–2027, algunas zonas rurales del municipio ya han experimentado afectaciones por crecientes súbitas y saturación de suelos, generando pérdidas económicas y sociales considerables (Alcaldía de San Pablo Nariño, 2024). Asimismo, el análisis del riesgo permite identificar áreas críticas y establecer prioridades para la gestión del territorio de forma más sostenible y resiliente.

En este contexto, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se convierten en herramientas clave para la evaluación del riesgo de inundaciones. Su capacidad para integrar datos geoespaciales, climáticos y físicos permite realizar análisis precisos y generar productos cartográficos que apoyan la toma de decisiones en planificación territorial (Burrough & McDonnell, 1998; Longley et al., 2015).

Por ello, el presente estudio tiene como propósito aplicar un modelo de análisis multicriterio en SIG para generar un mapa de riesgo de inundación del municipio de San Pablo, con el fin de identificar las zonas más vulnerables y aportar cierta formulación de estrategias de prevención y manejo del riesgo.

## **Objetivos General**

Analizar la distribución espacial de las áreas de riesgo por inundación en el municipio de San Pablo, Nariño, mediante la evaluación de la coincidencia entre las zonas de alta amenaza y los principales usos del suelo e infraestructuras expuestas, con el fin de aportar información para la gestión del riesgo local.

## **Específicos**

1. Caracterizar la extensión territorial de las diferentes categorías de riesgo de inundación (muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto) en el municipio de San Pablo, Nariño, a partir del modelo de riesgo reclasificado.

2. Determinar la relación espacial entre las zonas clasificadas con riesgo alto y muy alto (concentradas a lo largo del río Mayo y quebradas afluentes) y la exposición de usos del suelo específicos (cultivos permanentes, agricultura heterogénea, pastos) e infraestructura crítica (vías terciarias, puentes y áreas urbanizadas como El Chilcal y casco urbano).

3. Validar la coherencia del modelo de riesgo por inundación mediante la correlación de las zonas clasificadas como de mayor riesgo con los antecedentes históricos y reportes recientes de afectaciones por eventos de inundación en el territorio municipal de San Pablo.

## Identificación del caso de estudio

El municipio de San Pablo se localiza en el norte del departamento de Nariño, en la vertiente norte del Nudo de los Pastos y dentro de la subregión del río Mayo (Ruano, S., & Pantoja, A. 2024). Sus coordenadas aproximadas son 05°00' de latitud norte y 73°54' de longitud oeste (Ruano, S., & Pantoja, A. 2024). Tiene una extensión territorial de 113,71 km<sup>2</sup>, equivalente al 0,34% del área total del departamento, y una temperatura media anual cercana a 19,5 °C; además, presenta un periodo de verano entre diciembre y finales de enero, siendo los meses más cálidos diciembre, enero, febrero y marzo (Ruano, S., & Pantoja, A. 2024). Administrativamente, está conformado por la cabecera urbana y cuatro corregimientos: Briceño, con 17 veredas; La Chorrera, con 12; El Chilcal, con 8; y San Pablo Especial, con 10 veredas (Ruano, S., & Pantoja, A. 2024). La población estimada para 2024 es de 15.838 habitantes, en donde permite considerarlo un municipio de tamaño pequeño–mediano, con un territorio relativamente compacto, pero con desafíos asociados a una dispersión rural (Ruano, S., & Pantoja, A. 2024).

### Figura 1.

Mapa Geográfico municipio San Pablo



Fuente: Ruano, S., & Pantoja, A. (2024).

San Pablo se ubica en un entorno montañoso con altitudes que varían entre 1.400 y 3.359 metros sobre el nivel del mar, configurando un relieve andino caracterizado por cerros, cuchillas, laderas y ramales, entre los cuales destaca el Cerro La Campana (Alcaldía de San Pablo Nariño, 2024). Este relieve quebrado favorece la formación de microcuencas y redes de drenaje natural, aunque las pendientes pronunciadas intensifican la escorrentía superficial durante eventos lluviosos, aumentando la susceptibilidad a procesos erosivos, deslizamientos y transporte de sedimentos hacia zonas bajas.

La hidrografía del municipio está dominada por el río Mayo, principal colector hídrico del territorio, junto con numerosos afluentes menores como las quebradas La Chorrera, Río Blanquito, Bateros y Las Palmas, que contribuyen al drenaje general del área (Fundambiente, 2017). En el sector noroccidental, la quebrada Florencia desemboca en el río Hato Viejo, cuyo nacimiento se ubica en el Cerro La Campana (Alcaldía de San Pablo Nariño, 2024). La presencia de estos cursos de agua constituye un elemento crítico para el análisis del riesgo, se considera que en periodos de alta precipitación pueden experimentar aumentos significativos de caudal, elevando la probabilidad de desbordamientos, inundaciones y avenidas torrenciales, especialmente en zonas ribereñas o de planicie.

Climáticamente, San Pablo presenta un régimen típico de región andina, influenciado por la altitud y su ubicación geográfica (Ruano, S., & Pantoja, A. 2024). En el suroccidente colombiano predomina un régimen bimodal de precipitación, con períodos lluviosos entre marzo y mayo y entre septiembre y noviembre (Fundambiente, 2017). En estas temporadas, el incremento de lluvias y la saturación de suelos aumentan la susceptibilidad a procesos hidrometeorológicos como deslizamientos y desbordamientos (Alcaldía de San Pablo Nariño, 2024). El mes de octubre concentra algunos de los valores más altos de precipitación del año, en concordancia con el comportamiento registrado en el departamento de Nariño. Este mes se constituye en un periodo crítico para el análisis del riesgo debido al incremento del caudal en ríos y quebradas, así como la disminución de la estabilidad del suelo en zonas agrícolas, infraestructuras y asentamientos expuestos. En consecuencia, comprender la interacción entre relieve, red hídrica, uso del suelo y precipitación es fundamental para evaluar la vulnerabilidad territorial y formular estrategias de manejo ambiental y mitigación del riesgo en San Pablo, Nariño.

## **Metodología**

La modelación del riesgo de inundación se desarrolló mediante un enfoque de **Análisis Multicriterio (AMC)** en un entorno SIG utilizando ArcGIS Pro. Este método permitió integrar y procesar variables físicas, ambientales y antrópicas con el fin de construir un índice espacial de riesgo para el municipio de San Pablo. El procedimiento se ejecutó de manera secuencial desde la Fase 4 y se consolidó en la Fase 6, siguiendo un flujo de trabajo que incluyó: preparación de insumos, reclasificación, asignación de ponderaciones, estandarización y combinación ponderada

de los factores.

En primer lugar, se organizaron los insumos cartográficos base: Modelo Digital de Elevación (DEM), red hídrica, coberturas del suelo y datos de precipitación. A partir del DEM se derivaron capas de **pendiente** y **dirección de flujo**, fundamentales para identificar zonas propensas a acumulación de escorrentía. La red hídrica se depuró y estructuró para modelar la cercanía a cauces, como criterio asociado en amenaza. Las coberturas de la tierra se reclasificaron según su nivel de exposición, diferenciando áreas agrícolas, vegetación y zonas urbanizadas.

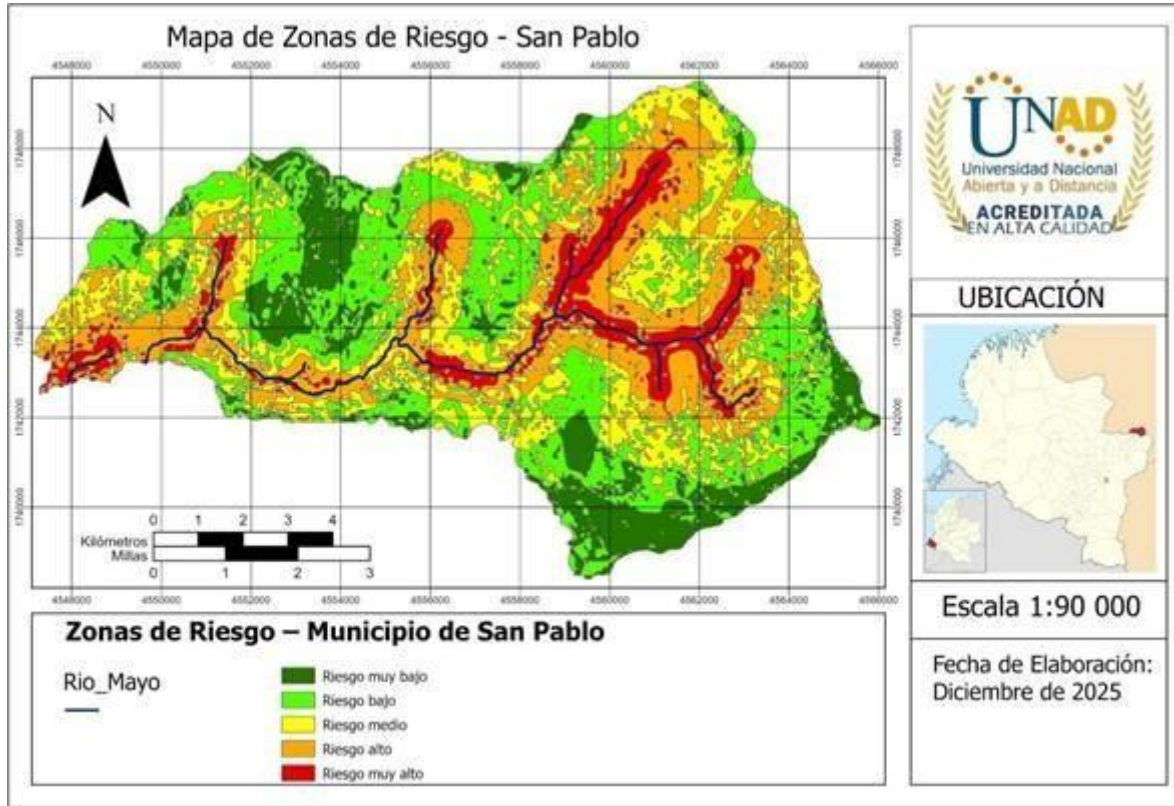
Posteriormente, cada una de estas capas se **clasific** en rangos cualitativos (muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto) para permitir su comparación. Este proceso se realizó aplicando valores ordinales que representarán el nivel de contribución al riesgo. Luego, mediante la herramienta **Weighted Overlay**, se asignaron ponderaciones de acuerdo con la relevancia de cada factor en la dinámica de inundación. Las ponderaciones se definieron con base en los criterios establecidos en la guía metodológica y en la literatura revisada, lo que permitió equilibrar los componentes de amenaza, vulnerabilidad y exposición.

Una vez estandarizados y ponderados los criterios, se integraron en un modelo final que generó el **mapa de riesgo de inundación**, resultado de la suma ponderada de cada factor. Este producto cartográfico permitió identificar las zonas críticas del territorio y sirvió como insumo para el análisis de resultados. Para complementar la explicación del proceso, se incorporaron diagramas de flujo y pantallazos únicamente de las salidas relevantes (reclasificaciones, mapas intermedios y producto final), evitando imágenes de la interfaz general de ArcGIS Pro, tal como indica la plantilla.

## **Resultados Y Análisis**

En el análisis espacial obtenido a partir de la reclasificación del modelo de riesgo por inundación para el municipio de San Pablo, Nariño, se identificó que las zonas clasificadas como de riesgo muy alto y riesgo alto se concentran principalmente a lo largo del cauce del río Mayo y de las quebradas afluentes. Como se observa en la Figura 1, estas áreas coinciden con coberturas como vegetación herbácea, pastos, agricultura heterogénea y cultivos permanentes, según la capa de Cobertura de la Tierra descargada de la plataforma Colombia en Mapas, herramienta institucional del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Los resultados obtenidos confirman la distribución espacial de estos usos del suelo en el municipio, permitiendo relacionar de manera confiable la exposición de estas actividades rurales con las zonas de mayor riesgo. Conforme aumenta la distancia al cauce principal, la clasificación disminuye gradualmente hacia categorías de riesgo medio, riesgo bajo y riesgo muy bajo, ubicadas principalmente en las zonas altas del municipio.

**Figura 1.** Mapa de riesgo por inundación en San Pablo, Nariño.



*Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)*

El análisis identificó que varias infraestructuras rurales y urbanas del municipio se encuentran dentro de zonas clasificadas como de riesgo alto. Una es la vía terciaria que conecta las veredas Los Robles, Aguadas, Mesón, Bellavista, Francia, Altamira y demás veredas, con el corregimiento El Chilcal y posteriormente con el casco urbano de San Pablo. Esta carretera destapada coincide con los sectores categorizados en riesgo alto, lo cual es coherente con los procesos de socavación que el río Mayo ha causado, reduciendo progresivamente el ancho útil de la vía. Asimismo, se identifican estructuras como el antiguo puente sobre el río Mayo destruido en una creciente anterior (Tubarco News, 2024), y el puente que comunica San Pablo con el municipio de Génova, cuya banca fue arrasada por el aumento del caudal, obligando a realizar una reconstrucción del terraplén. Una situación similar ocurrió en la vía que comunica San Pablo con el Santuario de la Playa, donde la pérdida de banca dejó temporalmente incomunicada la salida hacia Florencia y La Unión (Alcaldía de San Pablo Nariño, 2020). Estas afectaciones coinciden directamente con las zonas clasificadas como de mayor riesgo en el presente estudio.

A nivel municipal existen antecedentes recientes que confirman estas vulnerabilidades. Según reportes de la Gobernación de Nariño (2024), las fuertes lluvias generan desbordamientos de quebradas y afectaron sectores urbanos y rurales del municipio, ocasionando daños en vías y estructuras hidráulicas. Medios regionales también documentaron el colapso del puente histórico

del río Mayo durante una creciente súbita (Tubarco News, 2024). Estos eventos se concentran en zonas muy próximas a las áreas clasificadas como de riesgo alto y muy alto, lo cual refuerza la coherencia entre los resultados cartográficos y las afectaciones registradas en el territorio.

En el corregimiento El Chilcal se observó que tanto El Chilcal Alto como El Chilcal Bajo presentan áreas urbanizadas dentro de las categorías de riesgo muy alto y riesgo alto. En El Chilcal Alto, la mayor parte de la zona habitada se sitúa en riesgo muy alto, con una porción adicional en riesgo alto. En El Chilcal Bajo, la distribución es similar: aproximadamente la mitad del área urbanizada se encuentra en riesgo muy alto y la otra mitad en riesgo alto, coincidiendo con la presencia de cultivos permanentes y áreas agrícolas heterogéneas que rodean el núcleo poblado. Los valores de área correspondientes a cada categoría de riesgo se presentan en la Tabla 1, lo que permite cuantificar la magnitud relativa de cada nivel de amenaza dentro del territorio municipal.

**Tabla 1.** Áreas por categoría de riesgo de inundación.

Categoría de riesgo	Área (km <sup>2</sup> )
Riesgo muy bajo	15,55
Riesgo bajo	32,18
Riesgo medio	26,88
Riesgo alto	24,92
Riesgo muy alto	11,13

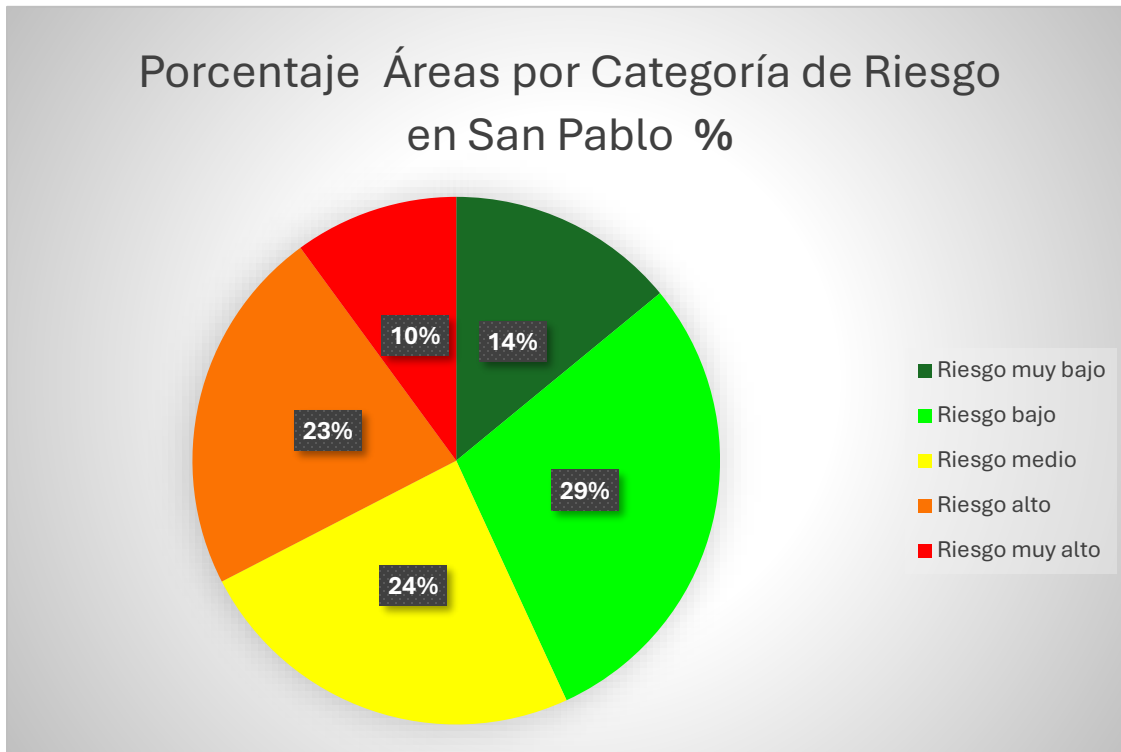
*Fuente: Autoría propia, 2025*

En el casco urbano de San Pablo, la evaluación cartográfica muestra que el río Mayo no representa la principal amenaza directa, porque su cauce transcurre por la parte baja del municipio. Sin embargo, la quebrada Bateros, que atraviesa sectores altos del área urbana antes de unirse al río Mayo, sí constituye una fuente de riesgo importante. Esta quebrada ha registrado eventos históricos de desbordamiento que afectaron a los barrios Balcones del Mayo, Villa Cristina, Los Jardines, Juanchito y Los Samanes, generando inundaciones y acumulación de sedimentos (Gobernación de Nariño, 2024). Por lo tanto, las zonas clasificadas como de riesgo alto en la periferia urbana coinciden con estos antecedentes, especialmente en áreas cercanas al cauce de la quebrada Bateros.

Las áreas agrícolas cercanas al curso del río Mayo coinciden con zonas donde, según datos oficiales, se cultivan principalmente café como cultivo permanente, junto con plátano y yuca como cultivos complementarios (Corponariño, s.f.; Situr Nariño, s.f.). Estas zonas agrícolas aparecen clasificadas en categorías de riesgo muy alto y riesgo alto, lo cual implica una posible afectación directa en la producción local ante eventos de inundación. **La distribución**

porcentual de cada categoría de riesgo se resume en el Gráfico 1, permitiendo visualizar de manera comparativa la proporción de áreas expuestas dentro del municipio.

**Gráfico 1.** Distribución porcentual por categorías de riesgo.



*Fuente: Autoría propia, 2025*

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con los eventos recientes registrados en el municipio durante las lluvias del 2024, cuando varias quebradas se desbordaron y generaron inundaciones en diferentes sectores del área urbana y rural (Gobernación de Nariño, 2024). Además, se reportó el colapso de un puente histórico como consecuencia del aumento súbito del caudal del río Mayo (Tubarco News, 2024). Estas evidencias confirman que las zonas clasificadas como de mayor riesgo en el mapa poseen antecedentes de afectaciones reales asociadas a eventos extremos.

Los resultados del modelamiento y la reclasificación del riesgo por inundación en San Pablo evidencian que las zonas más vulnerables coinciden con áreas de uso agrícola intensivo, sectores urbanizados de El Chilcal, vías terciarias rurales y zonas de reciente expansión urbana. La identificación de áreas de riesgo muy alto y alto permite priorizar acciones de prevención, especialmente para los cultivos permanentes y la infraestructura vial rural expuesta al cauce del río Mayo. Asimismo, la evidencia histórica recopilada confirma que las zonas críticas del mapa corresponden a sectores con antecedentes de emergencias, lo cual refuerza la validez del análisis.

## **Conclusiones**

El uso del sistema de información geográfica SIG permite una mejor identificación de las zonas críticas que se encuentran, en el presente estudio, en el municipio de San Pablo Nariño y de las cuales requieren más atención, considerando que las diferentes comunidades sufren pérdidas humanas como económicas y lo cual se debe a las diferentes inundaciones que se presentan por fuertes lluvias, desbordamiento de ríos y afectaciones del ecosistema; por lo tanto, esta herramienta permite tener una información detallada del municipio.

El uso del SIG y el análisis multicriterio fue oportuno y apto para el desarrollo de este estudio, porque permitió tener resultados claros y seguros para poder identificar principalmente las zonas más afectadas y que requieren de mayor atención.

Los resultados obtenidos mediante el análisis multicriterio demostraron una alta coherencia con los eventos históricos registrados en el municipio. Entre estos se destacan la caída del puente antiguo, la pérdida de banca en la vía San Pablo Génova y las afectaciones en la vía hacia el Santuario de la Playa, en dirección San Pablo Florencia. Estas zonas, clasificadas como de riesgo alto y muy alto, representan una amenaza comprobada, especialmente en los sectores más bajos y cercanos al río Mayo. En consecuencia, el modelo generado permite una interpretación más precisa del riesgo real que enfrenta el municipio.

## **Recomendaciones**

Se recomienda reubicar los cultivos permanentes que actualmente se encuentran en zonas clasificadas como de riesgo muy alto y alto, especialmente aquellos localizados en áreas cercanas al cauce del río Mayo. En los casos de que la reubicación no sea posible, se sugiere implementar sistemas agroforestales que contribuyan a disminuir la vulnerabilidad del cultivo frente a eventos de inundación, al tiempo que mejoran la retención del suelo, la infiltración y la estabilidad ecológica del área.

Con el fin de mitigar el deterioro de las vías terciarias y reducir los procesos de socavación asociados al aumento del caudal del río Mayo, se recomienda promover la siembra de barreras vivas en los taludes y bordes de la infraestructura vial. Estas barreras permiten estabilizar el terreno, disminuir la erosión y fortalecer la resiliencia de los corredores rurales que conectan las veredas con el casco urbano.

Se recomienda desarrollar procesos de capacitación comunitaria enfocados en la gestión del riesgo y el manejo sostenible del territorio. Estas capacitaciones permitirían que los productores comprendan la dinámica de las zonas de mayor riesgo, adopten prácticas agrícolas preventivas y participen de manera activa en la toma de decisiones relacionadas con el manejo del territorio y la reducción de riesgos.

**Referencias bibliográficas**

Alcaldía de San Pablo Nariño (2020). *Cerrada temporalmente vía entre San Pablo Nariño y Florencia Cauca en el sector del Santuario de la Virgen de la Playa.*

<https://www.sanpablo-narino.gov.co/noticias/cerrada-temporalmente-via-entre-san-pablo-narino-y-florencia#:~:text=Debido%20a%20un%20derrumbe%20bajo%20el%20pavimento,hacia%20e%20municipio%20de%20Florencia%20Cauca%2C%20qued%C3%B3>

Alcaldía de San Pablo Nariño. (2024). *Plan de Desarrollo Municipal San Pablo Nos Une 2024–2027.* [https://sanpablonarino.micolombiadigital.gov.co/sites/sanpablonarino/content/files/00925/4\\_6211\\_1-pdt-sp-nosune-2427-v4.pdf](https://sanpablonarino.micolombiadigital.gov.co/sites/sanpablonarino/content/files/00925/4_6211_1-pdt-sp-nosune-2427-v4.pdf)

**Corponariño. (s.f).** *Diagnostico Biofísico Y Socio económico De San Pablo Nariño.* <https://corponarino.gov.co/expedientes/intervencion/DIAGNOSTICO%20BIOFISICO%20Y%20SOCIO%20ECONOMICO%20DE%20SAN%20PABLO.pdf>

**Gobernación de Nariño. (2024).** *Reporte de afectaciones por temporada de lluvias 2024.* <https://www.narino.gov.co>

**Tubarco News. (2024).** *Creciente del río Mayo ocasiona pérdida de infraestructura vial en San Pablo.* <https://tubarco.news/puente-de-la-epoca-republicana-colapso-por-las-fuertes-lluvias-en-san-pablo-narino/>

**Situr Nariño. (s.f).** *Información agrícola municipal.* <https://situr.narino.gov.co/municipio/san-pablo>

Ruano, S., & Pantoja, A. (2024). *Contexto del municipio de San Pablo – Nariño.* Universidad de Nariño, Centro de Estudios de Desarrollo Regional (CEDRE) – Centro de Datos Region (CDR) <https://cedre.udenar.edu.co/wp-content/uploads/2024/08/CONTEXTO-DE-SAN-PABLO.pdf>

**Enlace de sustentación:** <https://youtu.be/x5CsAGpYjfM>