

# ANÁLISIS DE RIESGOS DE INUNDACIÓN EN FASE DEL FENÓMENO DE LA NIÑA EN EL MUNICIPIO DE PEREIRA - RISARALDA, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Autores:

Cesar Fabian Quintero Orrego [cfquintero@unadvirtual.edu.co](mailto:cfquintero@unadvirtual.edu.co)

Johnatan Correa Ladino [jcorreal@unadvirtual.edu.co](mailto:jcorreal@unadvirtual.edu.co)

Docente asesor: Gina Carolina Posada Correa

## 1. Resumen

El presente trabajo analiza los riesgos de inundación en el municipio de Pereira - Risaralda, mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y técnicas de análisis multicriterio. Las inundaciones representan una amenaza recurrente en la región debido a factores como el crecimiento urbano, ampliación de la frontera agrícola, la ganadería intensiva y los fenómenos de deforestación. La metodología combina datos hidrometeorológicos, Modelos Digitales de Elevación (MDE) y mapas de uso del suelo con un enfoque de análisis multicriterio, integrando criterios como la pendiente, el tipo de suelo, la cobertura vegetal y la proximidad a cuerpos de agua. Estos factores fueron ponderados y analizados en un entorno SIG para generar mapas de susceptibilidad y riesgo. Los resultados permiten identificar las áreas vulnerables a inundaciones en el municipio como márgenes de ríos con pendientes bajas que favorecen la acumulación de agua, infraestructura urbana informal que están cerca a los causes, transformación de zonas agrícolas y forestales en áreas urbanas, infraestructura en riesgo, como escuelas, puentes, carreteras en zonas de alto riesgo que pueden colapsar durante eventos de inundación. Este enfoque puede servir para buscar apoyar a las autoridades locales en la implementación de medidas preventivas y de mitigación más efectivas.

*Palabras claves:* Análisis multicriterio, Coberturas, Riesgo de inundación, Variabilidad climática, Vulnerabilidad.

## 2. Introducción

El presente trabajo tiene como principal objetivo realizar un análisis integral de los riesgos de inundación en el municipio de Pereira, determinando un análisis multicriterio que permita combinar datos espaciales y no espaciales con el fin de tomar decisiones de acuerdo con los resultados obtenidos, buscando la manera de priorizar acciones o tener áreas de

intervención, generalmente en situaciones donde se deben considerar múltiples factores, que permite recolectar y mapear criterios como pendientes, zonas de alta precipitación, combinar datos para crear un mapa de vulnerabilidad que indique las áreas de mayor riesgo para el municipio de Pereira. esto se realiza durante episodios asociados al

fenómeno de la Niña, precisamente para el mes de octubre.

Los municipios de los Andes colombianos se caracterizan por presentar una importante dinámica productiva, con una multiplicidad de actividades económicas que dependen de la riqueza geográfica de esta región. El agua, es para todas estas actividades, uno de los recursos fundamentales para lograr la transformación y culminación de productos y servicios que posteriormente son consumidos de forma rutinaria en la sociedad. (VALENZUELA, 2020)

De acuerdo con el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (s/f), las zonas de inundación se asocian a áreas de llanura o zonas proclives a presentar fenómenos hidrológicos generados por lluvias que causan un aumento sustancial del cauce de un río al término de rebasar su nivel máximo elaborado de manera natural o artificial causando una dispersión de las aguas sobre terrenos normalmente secos. (Camargo, 2022)

La expansión industrial y el aumento de la población, da cuenta de una inadecuada planificación y ocupación del territorio en una cuenca caracterizada por la ocurrencia de fenómenos de inestabilidad de laderas, acompañada de una alta sismicidad y precipitación que se ha manifestado en deslizamientos, represamiento natural de cauces, avenidas torrenciales e inundaciones en un sector altamente poblado del municipio de Pereira y Dosquebradas. (Fernández Lopera, 2012).

En el territorio colombiano, los eventos meteorológicos e hidroclimáticos extremos potenciados por el Fenómeno de Variabilidad Climática La Niña, han

presentado registro histórico en la totalidad de sus departamentos, gran número de municipios (65% aprox.) reportaron algún de evento correlacionado con la intensificación de las precipitaciones en los últimos cuatro períodos de la fase extrema de Variabilidad Climática. (Quintero Morales, 2017).

En la zona en que ha seleccionado (Pereira), el peligro de inundación urbana se clasifica como medio de acuerdo con la información disponible. Esto significa que hay más de un 20 % de probabilidad de que en los próximos 10 años se produzcan inundaciones urbanas potencialmente dañinas y mortales. Las decisiones relativas a la planificación del proyecto, el diseño del proyecto y los métodos de construcción deben tener en cuenta el nivel de peligro de inundación urbana. (GFDRR, 2020).

Por otra parte el Sistema de Alertas Tempranas de Risaralda, adscrito al Grupo de Investigación EIS, es un proyecto que desde hace más de 16 años monitorea en tiempo real el clima y los caudales de los ríos más importantes del departamento. Este sistema ha permitido que instituciones como la CARDER, Aguas y Aguas de Pereira, la Gobernación de Risaralda, y varias alcaldías locales, tomen decisiones informadas frente a posibles inundaciones y otros eventos climáticos extremos.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 General**

Realizar un análisis multicriterio de los riesgos de inundación en el municipio de Pereira, Risaralda durante las fases del fenómeno de la niña, utilizando herramientas de

los sistemas de información geográfica (SIG) con el propósito de identificar áreas vulnerables, evaluar impactos potenciales y proponer estrategias efectivas de mitigación y prevención.

### 3.2 Específicos

Analizar datos históricos de precipitación y modelar su impacto en la capacidad de drenaje y almacenamiento de las cuencas hídricas del municipio de Pereira mediante el software ArcGIS Pro.

Proponer estrategias de manejo ambiental basadas en los resultados del análisis SIG, identificando áreas prioritarias para intervenciones como reforestación, ampliación de zonas de amortiguación y mejora de infraestructura de drenajes.

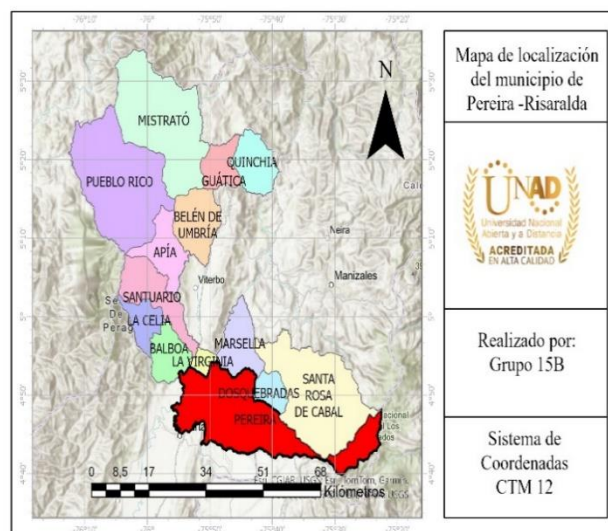
Utilizar herramientas del software ArcGIS Pro para integrar criterios claves como pendientes, usos del suelo, cuerpos de agua, precipitación y generar un mapa de riesgo de inundación del municipio.

## 4. Identificación del caso de estudio

El Municipio de Pereira está localizado a  $4^{\circ} 49''$  N,  $75^{\circ} 42''$  O está a 1.411 metros sobre el nivel del mar; en el centro de la región occidental del territorio colombiano, en un pequeño valle formado por la terminación de un contra fuerte que se desprende de la cordillera central. Su estratégica localización central dentro de la región cafetera, lo ubica en el panorama económico nacional e internacional, estando unido vialmente con los tres centros urbanos más importantes del territorio nacional y con los medios tanto marítimos como aéreos de comunicación internacionales. (Alcaldía de Pereira, 2021).

el crecimiento poco planificado sin la implementación de un modelo de ocupación territorial que proyecte el crecimiento y expansión del mismo a partir de las necesidades actuales y futuras; ha generado una presión y competencia por acceder al territorio; que conlleva a muchas personas, vivir en condiciones de inseguridad y desigualdad, dando como resultado no solo la construcción, sino la acumulación de escenarios de riesgos, que a su vez ejercen presión sobre los diferentes sistemas urbanos contribuyendo a su deterioro ambiental, dado que al no encontrar una eficiente planificación de territorio a corto, mediano y a largo plazo, se genera; agotamiento de los recursos, inseguridad, caos en la movilidad, déficit de cobertura de servicios públicos y mayor conflicto por el espacio público, entre otras. (GRAJALES, 2023)

**Figura 1.** Mapa de localización del municipio de Pereira -Risarlada.



*Fuente: Autoría propia, 2024*

Pereira cuenta con dos cauces principales que recorren la parte media y final del municipio, el río Otún, principal abastecedor del agua y el río Consota.

La cuenca del río Otún hace parte de la Macrocuenca Magdalena-Cauca, que corresponde a dos importantes cuencas de Colombia. Se localiza en el departamento de Risaralda, en el centro occidente del país, con una extensión total de 56.840 hectáreas, lo que equivale a 568.41 km<sup>2</sup>. Nace a los 4600 msnm, en caño Alsacia, quebrada que desemboca en la laguna del Otún, en el municipio de Pereira siguiendo una trayectoria en el sentido oriente-occidente hasta desembocar a los 950 msnm en el río Cauca en la vereda Estación Pereira del municipio de Marsella. Abarca 4 municipios: Pereira, Dosquebradas, Santa Rosa de Cabal y Marsella, todos pertenecientes al departamento de Risaralda. (Aguas y aguas, 2019).

En el departamento de Risaralda, se registran volúmenes de precipitación entre 1500 mm y 5000 mm anuales. La mayor parte del territorio están en el rango entre los 2000 y 2500 mm anuales, sin embargo, en algunas regiones hacia el oriente de Pereira y norte de Belén de Umbría, se presentan volúmenes inferiores a 2000 mm, mientras que en los límites con el departamento de Chocó se registran volúmenes de más de 5000 mm. Presenta un régimen de lluvia bimodal, siendo los meses secos enero-febrero y julio-agosto, mientras que los meses de más lluvia son abril-mayo y octubre-noviembre. (Corporación Autónoma Regional de Risaralda CARDER, 2019).

Este caso de estudio se trabajó con los datos del mes de octubre del año 2024, datos obtenidos en la página fevs del IDEAM, en el cual realiza

**Figura 2.**

Diagrama de análisis multicriterio



Fuente: Autoría propia, 2024

seguimiento en tiempo real todos los días del mes. Por esta razón siendo octubre uno de los meses que presenta mayor precipitación en el municipio de Pereira, donde la ola invernal a

## 5. Metodología

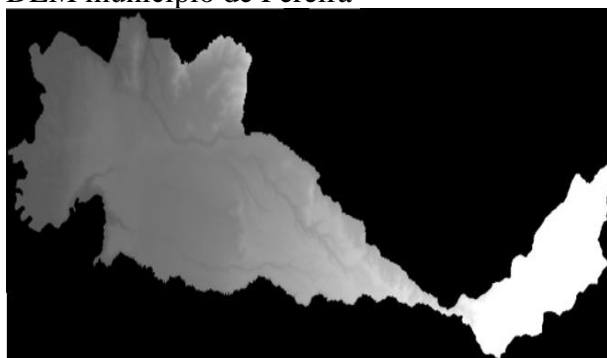
### Análisis multicriterio

Esta es una herramienta que facilita la evaluación de posibles soluciones para resolver un problema específico. Este enfoque implica el uso de herramientas que consideran múltiples criterios con el objetivo de simplificar la toma de decisiones y alcanzar la mejor solución posible. En su aplicación, se establecen criterios y subcriterios de evaluación y se asignan pesos a cada uno. Estos pesos se analizan mediante comparaciones directas para medir la relación entre los criterios y determinar su importancia relativa en la toma de decisiones. (Ardila Riaño, 2024).

A través del desarrollo de los análisis multicriterio se obtienen resultados que por medio de un paso a paso se va realizando, un geoproceto llamado DEM

### Figura 3.

DEM municipio de Pereira



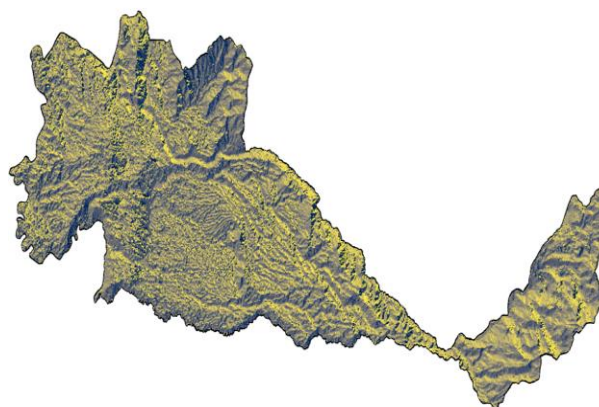
*Fuente: Autoría propia, 2024*

El DEM es una representación ráster de una superficie continua, la cual indica rugosidad erosión, pendientes, cuencas visuales entre otros elementos de paisajes

afectado fuertemente tanto su casco urbano como rural.

### Figura 4.

Acumulación de flujo.



*Fuente: Autoría propia, 2024*

El ráster de acumulación de flujo, es una herramienta que calcula la cantidad de agua que fluye hacia cada celda de una pendiente descendente de un raster de salida.

### Figura 5.

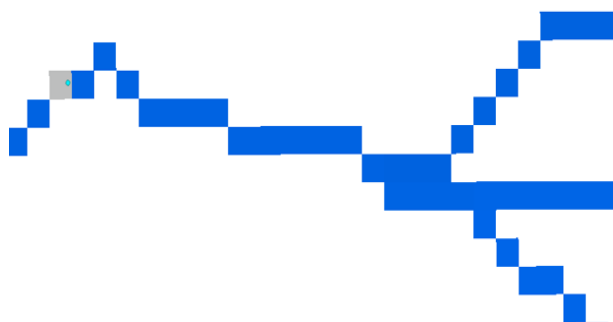
Red lineal en tipo vectorial



*Fuente: Autoría propia, 2024*

La red lineal en tipo vectorial es uno de los puntos más importantes de este análisis, ya que determina la cantidad de ríos y arroyos que puede contar una o varias cuencas del territorio analizado, para este paso se debe volver realizar un geoproceto de ráster a vectorial.

**Figura 6.**  
Punto de red hídrica.



*Fuente: Autoría propia, 2024*

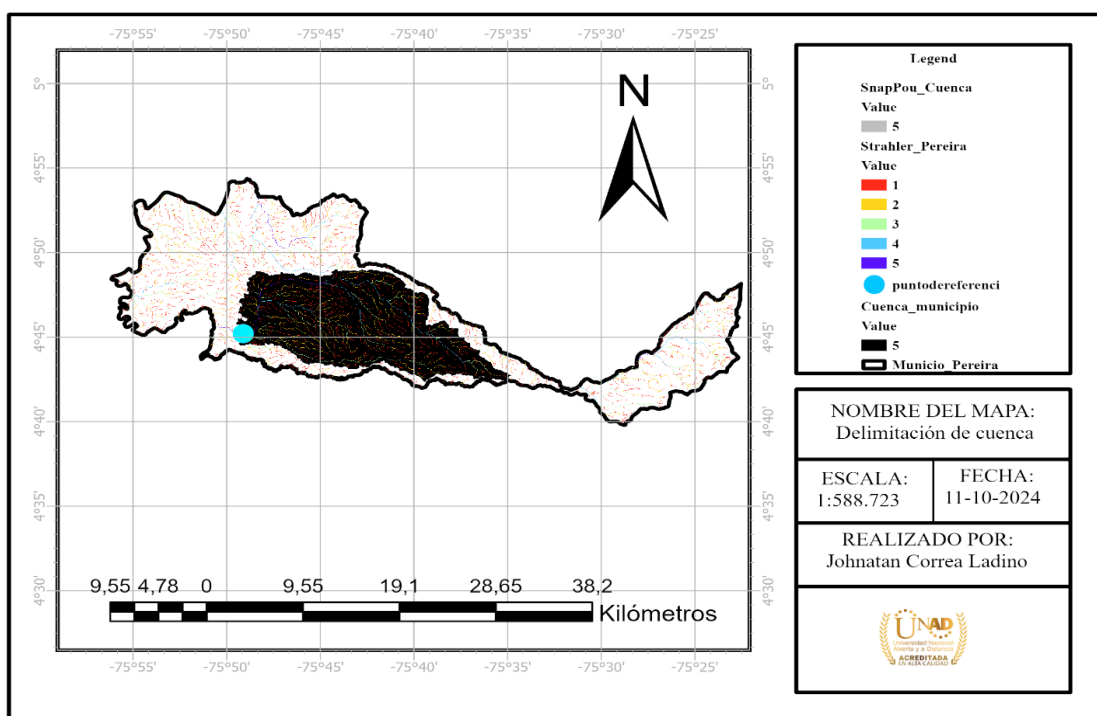
El punto de red se crea a partir de un polígono tipo punto, este da el inicio en una de las

corrientes en cual se ha señalado, este crea un recorrido de un cauce y como se va distribuyendo a través de su desplazamiento, donde puede transformarse en un gran receptor de afluentes pequeños.

Después de realizar cada geoproceto, se obtiene un mapa con toda la delimitación de cuenca, el cual posee información hídrica del área del terreno, el límite entre dos cuencas o más cuencas que también se conoce como frontera de drenajes o línea divisoria.

Para esto se realizó un mapa con esta información el cual demuestra como a partir de un punto vertido se obtiene una corriente hídrica ancha y extensa.

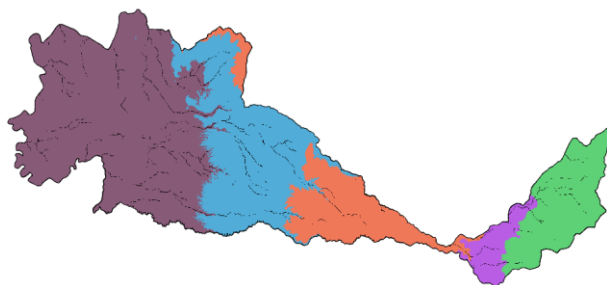
**Figura 7.**  
Mapa delimitación de cuenca



*Fuente: Autoría propia, 2024*

Para terminar con este análisis multicriterio, se desarrollan 5 (cinco) factores de riesgo de inundación los cuales se interpretarán por cada proceso realizado.

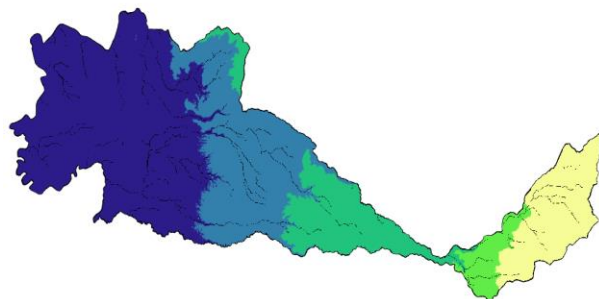
**Figura 7.**  
Reclasificación DEM del municipio de Pereira.



*Fuente: Autoría propia, 2024*

A diferencia del DEM que se ve en la **figura 3**. Este nuevo DEM tiene un proceso en el cual contiene capas que le aportan datos como capas de cobertura de tierra, capas de precipitación la cual se realizó bajo el mes de octubre del año 2024, contiene procesos como relleno, acumulación de flujo y flujo de dirección y acumulación.

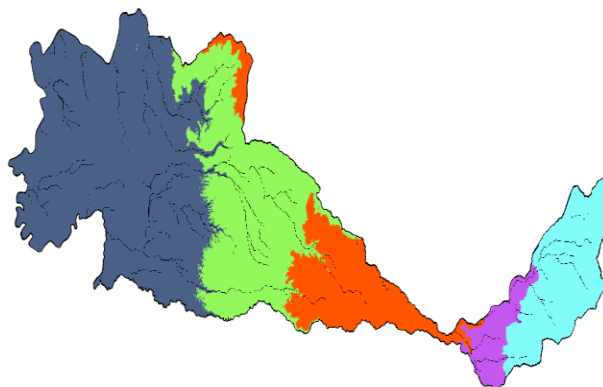
**Figura 8.**  
Reclasificación de pendientes Pereira



*Fuente: Autoría propia, 2024*

Esta reclasificación de pendientes se determina con el fin de identificar pendientes con mayor riesgo de avalanchas, así como también se puede establecer una clasificación de rangos de pendientes para conocer la zona montañosa de la zona de estudio.

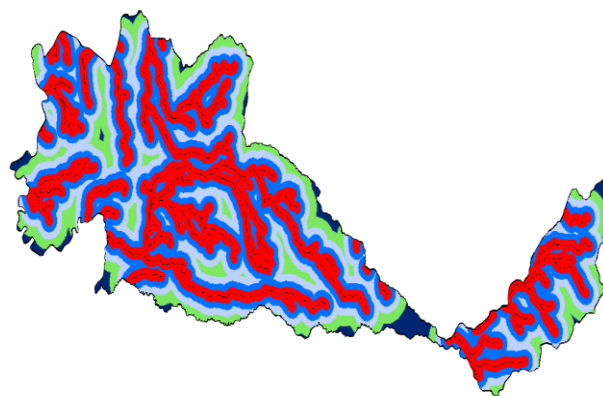
**Figura 9.**  
Reclasificación de precipitación Pereira



*Fuente: Autoría propia, 2024*

Este geoproceto facilita una mejor visualización de clasificar mediante el programa de ArcGIS zonas de interés que necesitan un mayor monitoreo debido a niveles críticos de lluvia y que puedan estar ubicado en zonas de riesgo.

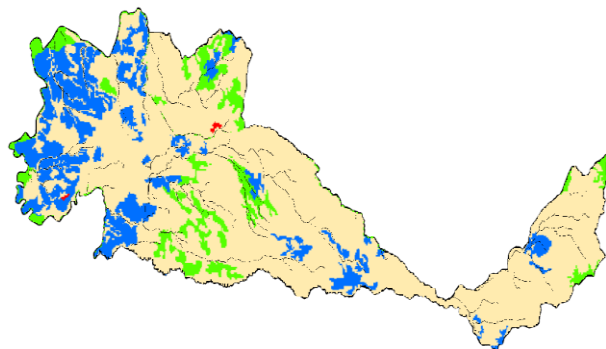
**Figura 10.**  
Reclasificación de drenajes Pereira



*Fuente: Autoría propia, 2024*

Con esta reclasificación se identifica las áreas que pueden ocupar los cauces que recorren el municipio, también tener alternativas que sirvan en proyectos de ordenamiento territorial donde se busque establecer restricciones en la urbanización o áreas donde es crítico conservar los cauces.

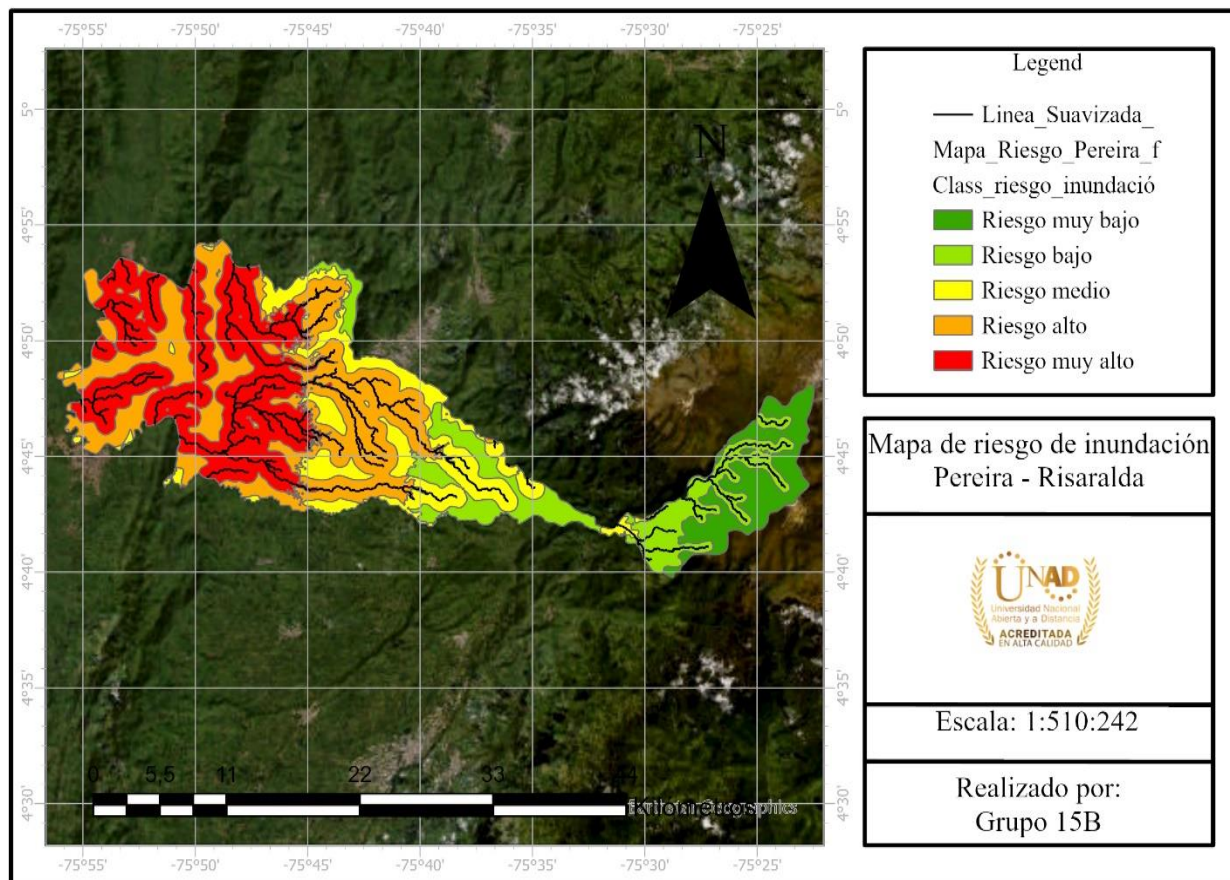
**Figura 11.**  
Reclasificación de cobertura de tierras Pereira



*Fuente: Autoría propia, 2024*

Las coberturas de tierra son fundamentales en el análisis geoespacial, ya que brindan

**Figura 12.**  
Mapa de riesgo de inundación Pereira-Risaralda



*Fuente: Autoría propia, 2024*

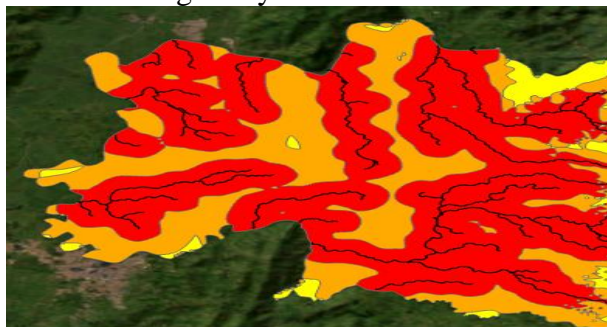
información de suma importancia como los riesgos y la vulnerabilidad del terreno, así como también sirve para categorizar zonas de alta permeabilidad y baja permeabilidad al modelar el flujo del agua en una cuenca, sumándole un tema muy importante como el ordenamiento territorial.

Determinadas las reclasificaciones se realiza una suma ponderada donde varias capas raster que representan diferentes variables son relevantes para el análisis de cada una de las capas desarrolladas. Cada capa se pondera con un valor que refleja su relevancia en el análisis desarrollado en el proceso en ArcGIS, sus valores están entre 0 y 1.

## 6. Resultados

**Figura 13.**

Zonas en riesgo muy alto.



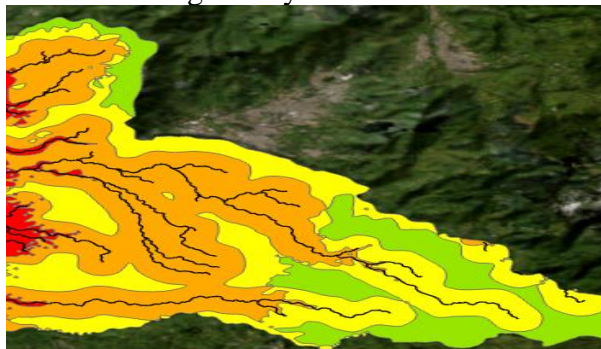
*Fuente: Autoría propia, 2024*

Las zonas de muy alto riesgo de inundación identificadas en la **figura 14**, está ubicada en el occidente del municipio de Pereira, presentan una combinación crítica de factores que las hacen altamente vulnerables. Estas áreas se encuentran en cercanía directa a cuerpos de agua principales y están caracterizadas por su topografía de baja, infraestructura urbana con suelos impermeables y alta densidad poblacional. Estos factores aumentan significativamente la probabilidad de desbordamientos y acumulaciones de agua durante eventos de precipitación intensa asociados al fenómeno de La Niña.

Luego de que el río Cauca superará la barrera de los seis metros y a su vez el río Risaralda presentará un nivel de 4.50 metros, el municipio de La Virginia Risaralda y el corregimiento de Caimalito, fueron declarado en alerta roja por las inundaciones esto se debe en gran medida a que los afluentes por su alto nivel comienzan a devolver sus aguas por las alcantarillas, generando un reflujos de las mismas (Andrés Mauricio Salinas Diaz, 2024)

**Figura 14.**

Zonas en Riesgo alto y medio

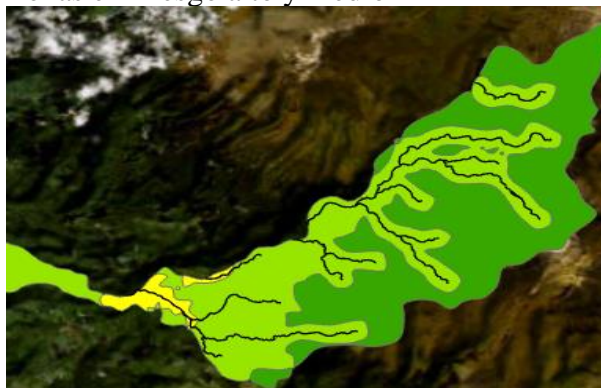


*Fuente: Autoría propia, 2024*

Dentro del color naranja y amarillo como se aprecia en la **figura 15**. Las zonas urbanas del municipio de Pereira clasificadas en rangos de alto y medio riesgo de inundación presentan una combinación de factores naturales y antrópicos que agravan su vulnerabilidad. La alta densidad de población, y la proximidad a cuerpos de agua como el río Otún y el río Consota aumentan la probabilidad de inundaciones durante el fenómeno de La Niña. Sería muy importante implementar estrategias que permitan la mejora de los sistemas de drenaje, y tener medidas a largo plazo, como la planificación territorial sostenible y la educación comunitaria, para mitigar los impactos en estas áreas.

**Figura 15.**

Zonas en Riesgo alto y medio



*Fuente: Autoría propia, 2024*

Por último, están las zonas de bajo y muy bajo riesgo de inundación como se aprecia en la **figura 16**. Estas zonas yacen en lugares de pendientes mucho más elevadas, y hacen parte de la zona rural del municipio, se puede determinar que estas zonas cuentan con una buena cobertura vegetal como bosques y suelos permeables que ayudan a infiltrar el agua y a reducir el escurrimiento superficial, su conservación es fundamental para garantizar la regulación hídrica natural ya que en estos puntos nace la principal corriente abastecedora de Pereira, el río Otún, fuente de la cual se abastece el municipio.

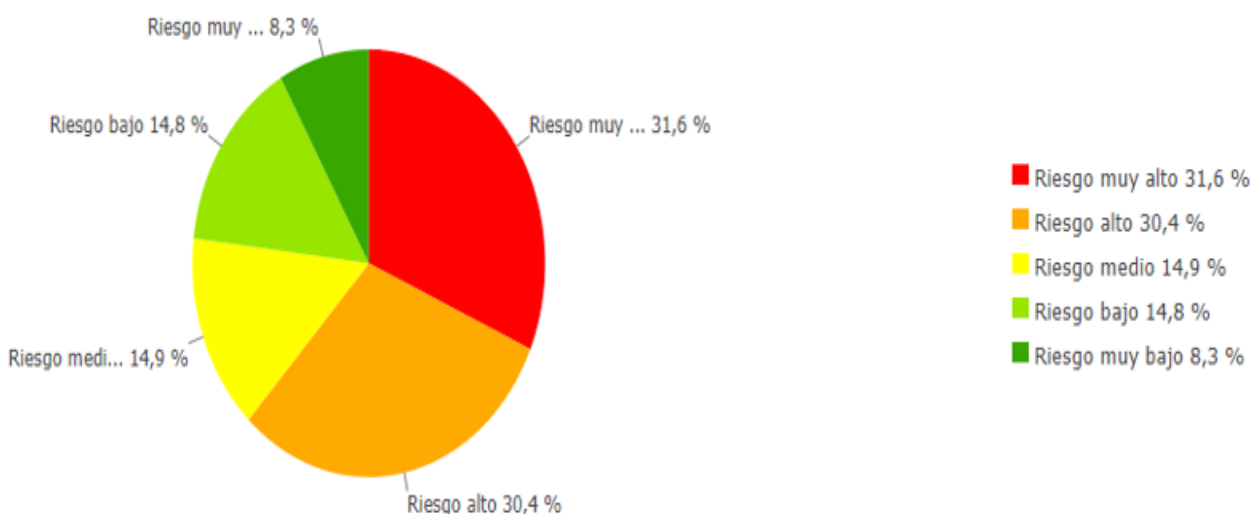
Este análisis de riesgos de inundación asociado al fenómeno de La Niña en el municipio de Pereira realizado en el software ArcGIS Pro, da como evidencia una relación entre la vulnerabilidad hídrica y el uso del suelo. A través de la reclasificación de capas clave como (precipitación, drenajes, pendiente y cobertura de tierras), se identificaron zonas de diferentes niveles de riesgo que reflejan la interacción entre factores naturales y antrópicos.

### 7. Tablas y figuras

Se presente grafica en la cual se interpretan los porcentajes de cada reclasificación realizada.

**Figura 16.**

Suma de áreas en hectáreas



*Fuente: Autoría propia, 2024*

La distribución de riesgos muestra que más del 60% del municipio de Pereira sumando las áreas de riesgo alto y muy alto se encuentra expuesto a inundaciones significativas, lo que evidencia una alta vulnerabilidad general. Esto resalta la necesidad de una gestión territorial

que considere tantas medidas de mitigación en áreas urbanas como estrategias de conservación en zonas de bajo y muy bajo riesgo. Además, el porcentaje de áreas en riesgo medio sugiere que estas podrían convertirse en zonas críticas en el futuro si no se implementan medidas adecuadas. Finalmente, las áreas de bajo y muy bajo riesgo ofrecen oportunidades para la mitigación natural, actuando como zonas de

amortiguación hídrica que deben ser protegidas y aprovechadas de manera sostenible.

### 8. Conclusiones

La aplicación de SIG fue muy importante para analizar variables como cobertura del suelo, drenajes, precipitación y pendientes, permitiendo un análisis detallado y especialmente explícito del riesgo de inundación. La metodología demuestra el valor de los SIG como herramienta para la toma de decisiones en la planificación territorial donde podemos proponer estrategias frente al cambio climático y fenómenos naturales como la niña.

El análisis permitió identificar que ms del 60% del municipio en estudio, se encuentra en áreas de alto y muy alto riesgo de inundación, concentradas principalmente en sectores urbanos y periurbanos, esto evidencia una alta exposición de la población e infraestructura a los impactos asociados al fenómeno de la niña, es importante tener medidas de mitigación con la mejora de los drenajes urbanos y fortalecer los sistemas de alertas tempranas del municipio.

El comportamiento histórico de las precipitaciones en el municipio de Pereira, asociados al fenómeno de la Niña, destaca su papel crucial en la dinámica de inundaciones. Los registros demuestran un incremento significativo en la intensidad y frecuencia de lluvias durante los últimos años.

### 9. Recomendaciones

Promover un enfoque de ordenamiento agroambiental que priorice el uso sostenible del suelo en áreas rurales y periurbanas, considerando las capacidades del suelo y su relación con el ciclo hídrico.

Proteger las zonas de bosque y vegetación naturales en las partes altas del municipio de Pereira, que actúan como reguladores hídricos y amortiguadores naturales frente a inundaciones.

Capacitar a las comunidades tanto urbanas como rurales sobre prácticas agroambientales sostenibles, la importancia de la conservación del agua y del suelo, y las medidas para reducir el impacto de eventos extremos del fenómeno de la Niña.

### 10. Referencias bibliográficas

- Aguas y aguas. (2019). *Cuenca hidrográfica del río Otún*. Recuperado el 05 de 12 de 2024, de [https://aguasyaguas.com.co/viva\\_la\\_cuenca/images/conocela/3\\_PlegableOtun\\_espanol.pdf](https://aguasyaguas.com.co/viva_la_cuenca/images/conocela/3_PlegableOtun_espanol.pdf)
- Alcaldía de Pereira. (2021). *Información del municipio*. Recuperado el 04 de 12 de 2024, de <https://www.pereira.gov.co/publicaciones/15/informacion-del-municipio/>
- American Psychological Association. (s.f.). *Style and Grammar Guidelines*. Recuperado el 17 de enero de 2020, de Apastyle: <https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines>
- Andrés Mauricio Salinas Diaz, J. J. (2024). *Caracterización de la Vulnerabilidad Social por Amenaza de Inundación en el Barrio San Carlos Ubicado en el Municipio de la Virginia, Risaralda*. Universidad Católica de Manizales. Recuperado el 06 de 12 de 2024, de [https://repositorio.ucm.edu.co/bitstream/10839/4400/1/SalinasD%C3%ADazAndr%C3%A9sMauricio\\_2024\\_EPRA.D.TG.pdf](https://repositorio.ucm.edu.co/bitstream/10839/4400/1/SalinasD%C3%ADazAndr%C3%A9sMauricio_2024_EPRA.D.TG.pdf)
- Ardila Riaño, E. T. (2024). Evaluación de la amenaza por eventos de inundación en un sector de la cuenca alta del río Bogotá empleando un enfoque de

- análisis multicriterio AHP. doi:oai:repositorio.unbosque.edu.co:20.500.12495/12219
- Camargo, E. A. (2022). *Identificación de zonas en riesgo de inundación por medio del SIG en el sector de Bosa El Recreo generadas por el Río Bogotá*. Universidad Militar Nueva Granada. Recuperado el 09 de 12 de 2024, de <http://hdl.handle.net/10654/44610>
- Carrillo García, S. (2019). Artículo científico. En S. Carrillo García, L. M. Toro Calderón, A. X. Cáceres González, & E. C. Jiménez Lizarazo, *Caja de herramientas. Géneros Textuales*. Universidad Santo Tomás.
- Corporación Autónoma Regional de Risaralda CARDER. (2019). *PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL REGIONAL DE RISARALDA PGAR 2020 -2039*. Recuperado el 4 de 12 de 2024, de [https://www.carder.gov.co/wp-content/uploads/2020/06/Anexo.2.Generalidades.del\\_Territorio.pdf](https://www.carder.gov.co/wp-content/uploads/2020/06/Anexo.2.Generalidades.del_Territorio.pdf)
- CRAI USTA Bucaramanga. (2020). *Informe de recursos y servicios bibliográficos*. Bucaramanga: Universidad Santo Tomás.
- Fernández Lopera, C. C. (2012). Sistema de Alerta Temprana Centrado en la Población para la Cuenca Media del Río Otún. *Scientia Et Technica*, 2(50), 211-217. doi:<https://doi.org/10.22517/23447214.1583>
- Galvis García, R. E. (2020). *Guía Resumen del Estilo APA Séptima Edición*. Universidad Santo Tomás.
- GFDRR. (2020). *thinkhazard*. Recuperado el 4 de 12 de 2024, de <https://thinkhazard.org/es/report/14198-colombia-risaralda-pereira/UF>
- GRAJALES, C. F. (2023). *ANÁLISIS DE LA CONSTRUCCIÓN Y EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL RIESGO ASOCIADO A MOVIMIENTOS EN MASA EN LA LADERA NORTE DEL RÍO OTÚN, RISARALDA, MEDIANTE LA ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD POR MOVIMIENTOS EN MASA A ESCALA DE DETALLE*. Universidad Tecnológica de Pereira. Recuperado el 09 de 12 de 2024, de <https://hdl.handle.net/11059/14912>
- Quintero Morales, E. G. (2017). *Metodología para el análisis del riesgo de desastre por inundación en fase de fenómeno de la niña : Mecanismos de integración a la gestión del riesgo de desastres a nivel territorial [Tesis de maestría, Universidad Tecnológica de Pereira]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11059/8349>
- Universidad Tecnológica de Pereira. (2024). *El Grupo de Investigación EIS y su Sistema de Alertas Tempranas de la FACA, monitorean el impacto climático de Risaralda en tiempo real*. Obtenido de <https://comunicaciones.utp.edu.co/73354/facultades/facultades-facultades-6/el-grupo-de-investigacion-eis-y-su-sistema-de-alertas-tempranas-de-la-faca-monitorean-el-impacto-climatico-de-risaralda-en-tiempo-real/>
- VALENZUELA, W. E. (2020). *MODELAMIENTO CON HERRAMIENTAS SIG Y USO DE SENSORES REMOTOS DE LA VARIABILIDAD HÍDRICA Y SUS EFECTOS DESENCADENANTES EN LAS AMENAZAS NATURALES EN LA CUENCA DEL RÍO TOTARE, COLOMBIA*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LUJAN. Recuperado el 09 de 12 de 2024, de <http://ri.unlu.edu.ar/xmlui/handle/rediunlu/815>

**Enlace de sustentación:**

<https://youtu.be/I5Uzte8l640>