

Evaluación del riesgo de inundación en área urbana del municipio de Villeta, Cundinamarca apoyado en Sistemas de Información geográfico

Autores:

María Angelica Rodríguez – marodriguezco@unadvirtual.edu.co

Leidi Ortiz Moreno – lportizmo@unadvirtual.edu.co

Docente asesor - Gina Carolina Posada Correa

Resumen

La eficiencia de un plan de prevención de desastres naturales permite tomar acciones, efectivas y acertadas con respecto a inundaciones, deslizamientos, derrumbes, avalanchas, etc. Como una de las técnicas utilizadas para establecer estos riesgos, se puede contar con Sistemas de Información Geográfica (SIG), ya que permite una representación gráfica y bastante descriptiva de los posibles riesgos en un determinado lugar, es importante tener en cuenta que la evaluación de estos depende de los datos de elevación geográfica que se carguen, con los mapas de riegos es posible evidenciar, la probabilidad de inundación y el área que sería afectada, esta evaluación se medirá cuantitativa y cualitativamente siendo 1 la identificación para riesgo bajo y 5 para riegos alto.

Se busca mediante los datos gráficos identificar realmente el riesgo para desarrollar estrategias que minimicen o mitiguen los impactos que una inundación podría causar. ArcGIS facilita el análisis de la complejidad de la situación para crear una solución mediante proyectos en el área.

***Palabras clave:** Análisis de riesgo, inundación, sistemas de información.*

Abstract

The efficiency of a natural disaster prevention plan allows for effective and appropriate actions to be taken regarding floods, landslides, mudslides, avalanches, etc. Geographic Information Systems can be used as one of the techniques used to establish these risks, since it allows for a graphic and fairly descriptive representation of the potential risks in a given location. It is important to keep in mind that their assessment depends on the geographic elevation data that is loaded; with risk maps we could show the probabilities of flooding and the area that would be affected. This assessment will be measured quantitatively and qualitatively, with 1 being the identification for low risk and 5 for high risk.

The aim of the graphic data is to identify the risk of developing strategies that minimize or mitigate the impacts that a flood could cause. ARCGIS facilitates the analysis of the complexity of the situation to create a solution through projects in the area.

***Keywords:** Risk analysis, flood, information systems.*

Introducción

En Colombia un aproximado del 28% de la población se encuentra en zonas de alto de riesgo de desastre por inundación, esto debido a que, en la mayoría de las laderas de los ríos, y zonas de bosque de las altas cabeceras se han llevado a cabo actividades de deforestación, obras de construcción sin las debidas medidas de guarda frente a las orillas de los ríos, contaminación y taponamiento de cauces naturales de las cuencas de los ríos (IDEAM,2017).

El uso de las SIG ha generado grandes cambios en muchas áreas, como la arquitectura, la agronomía, la salud, topografía, entre algunos. Gracias a este sistema, se puede obtener mucha información y esta a su vez la facilidad para analizarlos. Teniendo en cuenta lo anterior se busca en este proyecto, que logremos identificar las zonas de riesgo de inundación para el municipio de Villeta – Cundinamarca, ya que es un municipio que, por su geografía y sus vertientes hídricas, lo colocan en un lugar vulnerable en cuanto a desastres naturales se refiere. Villeta esta sobre la cuenca del Rio negro, esto hace al municipio propenso a inundaciones, pero lo que lo hace aún más complejo es que esto se puede presentar en el casco urbano, por lo que es necesario implementar proyectos y planes que sea viables y de conocimiento público, por lo que la socialización con la población es de vital importancia para que los planes sean efectivos. La amenaza es alta, es por esto que mediante el uso del ARCGIS, se lograra identificar con exactitud los lugares que pueden llegar a salir más afectados, o geográficamente las áreas que tienen más probabilidad de inundación. El municipio cuenta con un historial de emergencias por lluvias que aumentan el caudal del río, esto causando crecientes súbitos en algunas veredas llegando finalmente a las zonas urbanas, durante el recorrido pueden perder fuerza, sin embargo, las probabilidades de inundaciones y deslizamientos es latente.

Objetivos

General

Evaluar el riesgo de inundación del área urbana del municipio de Villeta, Cundinamarca

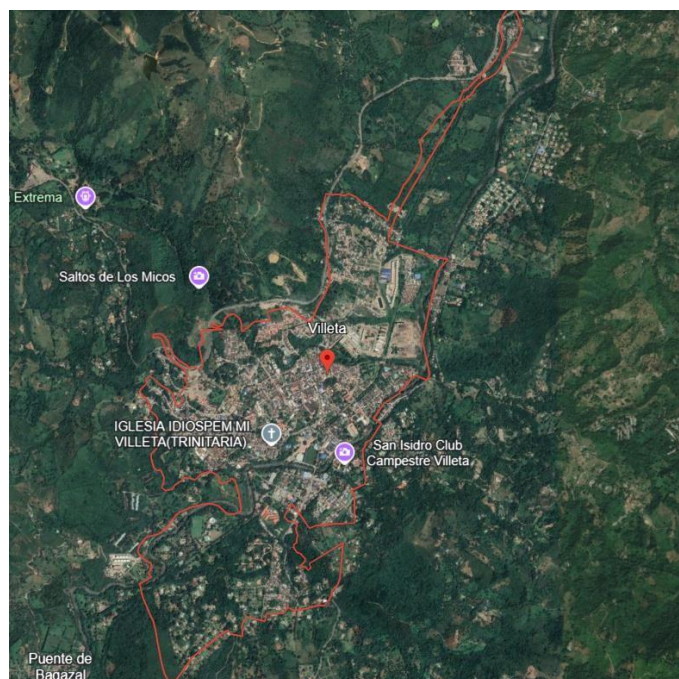
Específicos

Identificar áreas con mayor probabilidad de inundación en el área urbana del municipio de Villeta.

Delimitar las áreas que presentan mayor riesgo de inundación en la zona urbana del municipio de Villeta,

Proponer planes eficientes para la prevención de desastres naturales con los residentes del municipio de Villeta.

Identificación del caso de estudio



Fuente: Autoría propia, 2024.

Villeta, es un municipio que se ubica al noroccidente del departamento de Cundinamarca, y está situada sobre la cuenca del rio Negro, y que hace parte de la hoya hidrográfica del rio Magdalena.

Cuenta con una extensión de 4.235 km², su elevación promedio es de 1256 m.s.n.m. En su geografía cuenta con 10 microcuencas que alimentan al río Villeta, el cual tiene su paso por el centro de éste, y que desemboca en el río Tobía. (Alcaldía Villeta ,2010)

Su clima es cálido, la temperatura se ubica entre los 19 °C y 30°C, anualmente presenta datos de alrededor de los 1300 mm de precipitaciones. Limita al norte con Quebrada negra y Nimaima, al sur con Alban y Viani, al oriente con Nocaima y Sasaima, su relieve es abrupta, con pendientes altas, valles estrechos ya que esta población se encuentra enclavada en la cordillera oriental. Villeta se encuentra ubicada en la cuenca del río negro donde deriva la subcuenca del Río Villeta que atraviesa el casco urbano.

Para la elaboración del presente diagnóstico se trabajó con los datos de precipitación del mes de noviembre, que es uno de los meses que es reconocido por sus días nublados y continuas lluvias. (SGC,2019)

Metodología

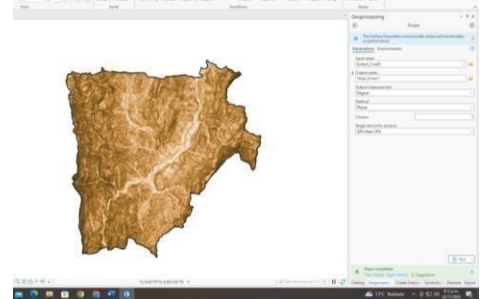


Fuente: Autoría propia, 2024.

Para el desarrollo de este proyecto donde se analizará las áreas que presentan riesgo por inundación, se usa el programa de ArcGis Pro, primero bajo un modelo de elevación digital (DEM) de los municipios,

luego se realizó el cargue del ráster mediante la extracción por máscara del mapa de Villeta Cundinamarca, después de este proceso se carga el ráster de pendientes y nuevamente se aplica la extracción por máscara del municipio. Esto con el fin de definir con exactitud el lugar de análisis.

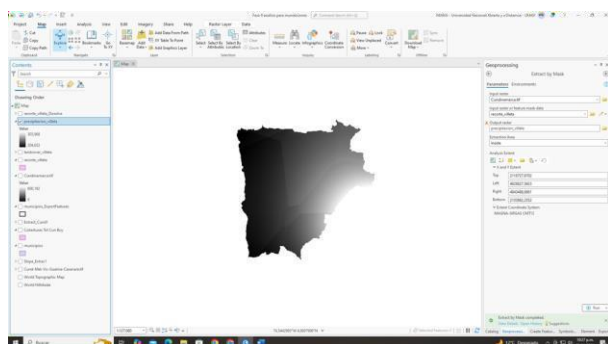
Figura 1. Pendientes municipio de Villeta



Fuente: Autoría propia, 2024

Del geo portal del IGAC, se descarga el archivo Shapefile de cobertura de tierras (Land Cover) y se ejecuta el geo proceso de recortar (Clip) sobre el municipio a manera de identificar las zonas identificadas como cultivos, vivienda y bosques, el cual se agrupa en datos por el geo proceso de Dissolve, sobre el nivel 2. Para continuar con el ejercicio, se debe transformar la capa vectorial de las coberturas a un ráster, por lo que se trabajó con herramientas de conversión y seleccionando “polígono a ráster”. Para el diagnóstico de nuestro municipio, tomamos los datos del mes con más precipitaciones en el año, por lo que contaremos con un ráster que contiene la información por departamento y mes de las precipitaciones, cargamos el archivo TIFF, y con el geoprocso de extracción por máscara, tomaremos la capa para el municipio de Villeta en el mes de noviembre. Esta capa nos va a arrojar los mínimos y máximos de lluvia (máx. 303 mm y min 204 mm)

Figura 2. Capa de precipitaciones Villeta mes de noviembre.

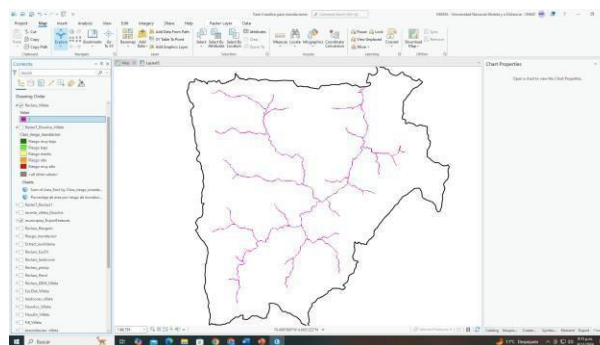


Fuente: Autoría propia,2024.

Sobre el DEM, vamos a realizar un geoproceso de relleno, y se procede a realizar un flujo de dirección sobre esa capa, obteniendo una capa nueva, sobre la cual se trabaja con el geoproceso de acumulación de flujo, y usando la operación de desviación típica, lo que nos ayuda a identificar de mejor manera las ramificaciones de los flujos de los ríos en el municipio, de esta manera se puede identificar caudales realizar las observaciones. Esta capa nos arroja un valor máximo de flujo de acumulaciones, en este caso 134624, con el cual se va a realizar una operación así:

Divido el valor máximo en 100 $134624/100=1346,24= 1346$, y se redondea a un valor entero. Este valor es importante para la continuación del siguiente paso, que es realizar un geoproceso llamado Reclasificación, y lo haremos sobre el ráster de Flujo de acumulación. Es importante en el momento de realizar este proceso que en la clasificación se tenga en modo Rupturas naturales y que nos permita clasificarlo en 2 clases, y en la casilla de valor, es donde trabajamos con el cálculo obtenido en el paso anterior. Importante tener en cuenta el ajuste de intervalos que nos pide la tabla donde aparecerán unos valores de 0 a el valor obtenido en el anterior paso, esto con el fin de obtener la distancia entre drenajes.

Figura 3. Capa de drenajes fuentes hídricas municipio Villeta.



Fuente: Autoría propia,2024.

El siguiente paso es el cálculo de la Distancia Euclidiana, que es la distancia que deben tener los cauces, aproximadamente 30 metros a cada lado.

Ahora bien, ya teniendo todas las capas necesarias, procedemos a realizar la Modelación riesgo por inundación, para lo cual tenemos que llegar a clasificar los factores de manera cualitativa y cuantitativa:

Para este paso trabajaremos la herramienta reclasificar sobre el DEM del municipio de Villeta, en esta clasificación se trabaja también con Rupturas naturales, escogiendo la opción de nivel 5, para poder dar valores según la tabla que corresponde

Tabla 1. Clasificación cualitativa y cuantitativa riesgos

| Clasificación cualitativa | Valores | Simbología |
|---------------------------|---------|-------------|
| Riesgo muy bajo | 1 | Verde |
| Riesgo bajo | 2 | Verde claro |
| Riesgo medio | 3 | Amarillo |
| Riesgo alto | 4 | Naranja |
| Riesgo muy alto | 5 | Rojo |

Fuente: Guía de actividades fase 6, diplomado SIGOAT,2024

Ahora, para llegar a nuestro análisis obteniendo datos específicos y confiables, debemos trabajar en algunos geoprocursos que nos llevarán a la información estadística.

Lo primero es pasar nuevamente nuestra capa de un archivo tipo polígono a un ráster, por lo que utilizó la herramienta de conversión y voy de “ráster a polígono”, y aplicó el geoprocuro de

Disolver sobre el grid code, a manera de simplificar los datos. Teniendo esto se trabaja sobre esta capa y se abre la tabla de atributos, donde se trabajan dos nuevas columnas, una denominada “Class Riesgo Inundación” y otra denominada “Área”.

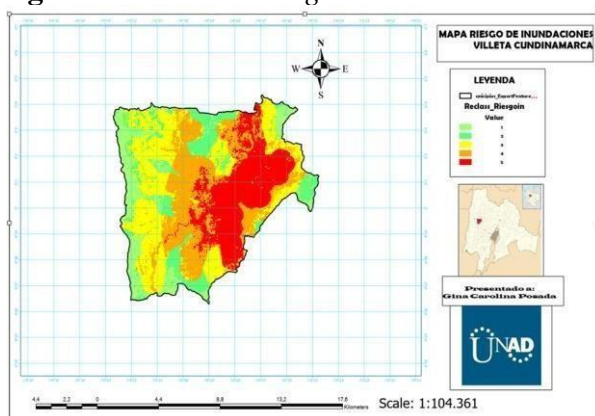
Allí en la columna de “Class_riesgo_inundacion” se dará el valor cualitativo según la tabla presentada con su respectiva simbología.

Para la columna de área se calcula por geometría los valores correspondientes a cada una de las zonas demarcadas por los valores de acuerdo a la intensidad de los riesgos anteriormente asignados, ajustar las unidades de medida a las deseadas en este caso se toma la medida de Km², una vez esté el área definida y con los criterios de la tabla para clasificar el orden de la intensidad de riesgo, se procede a graficar desde el programa, y a generar un mapa como resultado del trabajo.

Resultados

Realizando una clasificación sobre las diferentes coberturas y precipitación para dar los valores de riesgo, obtenemos el siguiente mapa:

Figura 5. Zonas de riesgo Villeta



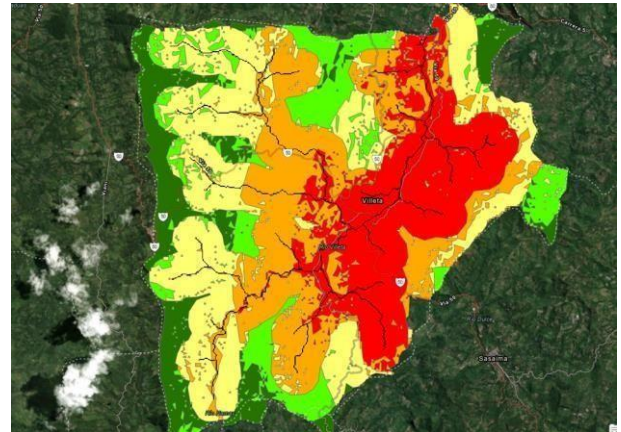
Fuente: Autoría propia,2024

Donde identificamos las zonas que presentan mayor riesgo por inundaciones.

Como resultado del análisis multicriterio elaborado a partir de los insumos ráster en el programa ARCGIS Pro, se determina que las zonas con mayor riesgo por inundación de acuerdo con su ubicación y haciendo relación a los caudales de los

ríos que se encuentran allí presentes, al igual que el área de afectación según el criterio de intensidad del riesgo, se puede observar que el nivel de riesgo está desde el más alto hasta el más bajo.

Figura 6. Zonas de riesgo por intensidad Villeta.



Fuente: Autoría propia,2024

Al comparar nuestra capa raster resultado, montada sobre un modelo híbrido de localización, encontramos extensiones que superan los 30 km² en riesgo de inundación alta y muy alta, como lo muestra la siguiente imagen.

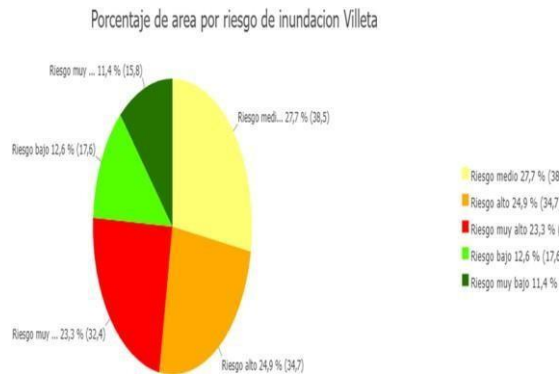
Tabla 2. Cálculo de áreas según clasificación de riesgo.

| OBJECTID * | gridcode | Class_riesgo_inundaci... | Area_Km2 |
|------------|----------|--------------------------|----------|
| 1 | 1 | Riesgo muy bajo | 15,84 |
| 2 | 2 | Riesgo bajo | 17,56 |
| 3 | 3 | Riesgo medio | 38,51 |
| 4 | 4 | Riesgo alto | 34,66 |
| 5 | 5 | Riesgo muy alto | 32,43 |

Fuente: Autoría propia,2024.

Por último, para determinar el porcentaje que representa cada una de las zonas de riesgo en el municipio de Villeta y concluir algunas observaciones, tenemos una gráfica porcentual según el criterio de intensidad de riesgo las zonas halladas

Figura 7. Distribución porcentual zonas de riesgo Villeta.



Fuente. Autoría propia,2024.

Tabla 3. *Relación área - porcentaje de riesgo de inundación.*

| Categoría de riesgo | Color | Área. Km2 | Porcentaje que representa |
|---------------------|--------------|-----------|---------------------------|
| Riesgo muy alto | Rojo | 32,4 | 23,3% |
| Riesgo alto | Naranja | 34,7 | 24,9% |
| Riesgo medio | Amarillo | 38,5 | 27,7% |
| Riesgo bajo | Verde claro | 17,6 | 12,6% |
| Riesgo muy bajo | Verde oscuro | 15,8 | 11,4% |

Fuente: Autoría propia,2024.

Conclusiones

La cuenca del Río Villeta está situada en la zona urbana del municipio, su cauce pasa a escasos metros de las viviendas ribereñas y centros de comercio (como lo muestra la toma de Google Earth), además de considerarse como un municipio de atractivo turístico al que suelen llegar un gran número de visitantes cada semana.

Al realizar los geoprocetos para la determinación de zonas de riesgo alto y muy alto, se encontró que por su situación geográfica la mayor zona en riesgo por inundación es la zona urbana, pues esta se encuentra en la parte baja del relieve del municipio, donde por escorrentía y fuerza de corriente llegan todas las aguas lluvias a alimentar el caudal principal del río, por ende aumentando su capacidad, es decir, la zona de riesgo total que representa entre alto y muy alto las características de daño por inundación suman un

total de 67,1 km², y un de 48,2%,del total del área estudiada además teniendo en cuenta que el siguiente rango en la escala es el riesgo medio con un 27,7%, se puede deducir que la población está en constante peligro de inundación en épocas de fuerte lluvia, como lo es el mes de noviembre.

Al realizar la comparación del mapa de resultados de los geoprocetos aplicados para la determinación de las zonas de riesgo, el mapa Google Earth del municipio y los reportes de fenómenos por inundación como antecedentes en épocas de invierno, se puede concluir que las zonas delimitadas cuentan con todas la características de vulnerabilidad ante posibles episodios de crecientes y aumento del caudal del río, considerando que los suelos erosionados por la tala de vegetación nativa, y la construcción de lugares turísticos y de vivienda cerca al río son un agravante para la fuerza que pueda llegar a tener las aguas a su paso.

Recomendaciones

Después de entender todo el sistema de riesgo que puede presentarse en un episodio de inundación para la población y la infraestructura del municipio de Villeta Cundinamarca, y reconociendo que un agravante es la sobreexplotación del suelo, desde el campo de acción de la Agronomía se recomienda.

-Primero, el incentivo a la población por medio de campañas ecológicas buscando la implementación de sistemas agroforestales en las zonas aledañas al caudal del río y zonas de ladera, donde se busque reforestar con especies nativas que den soporte al suelo, y eviten el aumento de erosión por escorrentía, esto con un enfoque productivo y combinado con cultivos que representan un producto comercial para el agricultor.

- Por otra parte, la reubicación de viviendas que se encuentren en zonas de riesgo, haciendo que esos terrenos se puedan recuperar como zonas de bosque o vegetación nativa que sirvan de barrera natural ante algún fenómeno de aumento en las lluvias y caudal del río.

Referencias bibliográficas

- AC, S. M., & Sandoval-Pabón, R. L. (2018). Diagnóstico y control de inundaciones en el río Villeta Flood risk assessment and control in the Villeta River.
- Alcaldía de Villeta. (s.f). Ecología. <https://www.villeta-cundinamarca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Ecologia.aspx>
- Car. (2017). Villeta Inundacion. <https://datosgeograficos.car.gov.co/maps/aa92ade734904143ba80cb953b822404/about>
- Cifuentes Romero, J. S., & Rincón Peña, A. C. (2017). Acompañamiento al Proceso para el Fortalecimiento de la Capacidad de Manejo de Riesgo de Inundaciones en la Cuenca del Río Negro.
- Devia Castiblanco, D. (2015). Plan de acción para la reducción del riesgo y la optimización de la resiliencia a los desastres en el municipio de villeta cundinamarca (Bachelor's thesis, Universidad Piloto de Colombia).
- Esp Villeta. (2022). Procedimiento de gestión del riesgo. <https://espvilleta.gov.co/documentacion/procedimiento-de-gestion-del-riesgo/>
- Gobernacion de Cundinamarca. (s.f). Alerta naranja en Cundinamarca por riesgos de inundaciones y deslizamientos. <https://www.cundinamarca.gov.co/noticias/alerta+naranja+por+riesgo+de+inundaciones+y+deslizamientos>
- 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.
- Hernández Pineda, L. A., & Moreno Pineda, A. (2014). Formulación de un plan de gestión del riesgo generado por los procesos de movimientos en masa en la vía Bogotá-Villeta.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM (2017). Mapas de Amenaza por Inundación
- Minambiente. (2017). Obras de mitigacion del riesgo en cundinamarca sirven de ejemplo para el resto del pais. <https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/2813-obras-de-mitigacion-del-riesgo-en-cundinamarca-sirven-de-ejemplo-para-el-resto-del-pais>
- Morales Zamudio, A. T., & Marín Jiménez, R. A. (2018). Estimación de la pérdida de suelo en la microcuenca de la Quebrada Cune del municipio de Villeta, utilizando el modelo Rusle2.
- Olmedo, M. T. C. (2006). Sistemas y análisis de la información geográfica. Manual de autoaprendizaje con ArcGIS. Cuadernos Geográficos, 39, 231-233.
- Rural, c., de planeación, o. f. i. c. i. n. a., rural, a. d. c., Sánchez, j. g. p., cárdenas, e. á., castro, f. a. b., & acero, e. m. departamento de Cundinamarca municipio de Villeta de san miguel. población, 1, 5
- UNGRD. (2022). Emergencia en Villeta por lluvias: dos niñas murieron al ser arrastradas por la corriente. <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/39211?show=full>

Enlace de Sustentación.

<https://youtu.be/hpoQ5nVlacE>