



**Plan de acción para mitigar los riesgos ocasionados por inundación en el sector del
puente de la vereda la Trinidad - Duitama**

Anggie Alexandra Espitia Mesa

Yared Lizeth González Acevedo

21231718960

21231817170

Universidad Antonio Nariño

Programa Ingeniería Ambiental

Facultad de Ingeniería Ambiental y Civil

Duitama, Colombia

2022

**Plan de acción para mitigar los riesgos ocasionados por inundación en el sector del
puente de la vereda la Trinidad Duitama**

Anggie Alexandra Espitia Mesa

Yared Lizeth González Acevedo

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Ambiental

Director (a):

Magister. Ing. Jessica Lorena Cifuentes

Especialista. Ing. Diego Andrés Villalba

Línea de Investigación:

Análisis de procesos de cambio global

Grupo de Investigación:

Semillero de investigación en adaptabilidad al cambio climático

Universidad Antonio Nariño

Programa Ingeniería Ambiental

Facultad de Ingeniería Ambiental y Civil

Duitama, Colombia

2022

NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado
_____, Cumple con
los requisitos para optar
Al título de _____.

Firma del Tutor

Firma Jurado

Firma Jurado

Ciudad, Día Mes Año

Agradecimientos

Primero que nada, agradezco a Dios, a mis padres Luis Carlos y Martha Cecilia, por darme el apoyo y la motivación de estudiar y seguir mis sueños, son el motor de mi vida, sin ellos no estaría aquí, a la Ingeniería Jessica Cifuentes por ser una excelente directora de tesis, al Ingeniero Diego por ser una guía.

Yared Lizeth González Acevedo

Agradezco a mi mamá por el apoyo incondicional, ayudarme a cumplir uno de mis grandes sueños, a mí papa que ya no se encuentra conmigo, pero siempre me enseñó a luchar por lo que amaba. A mi hermano que siempre me motivo a seguir adelante con sus grandes palabras. A Mateo por ser mi apoyo incondicional.

Anggie Alexandra Espitia Mesa

Contenido

| | <u>Pág.</u> |
|--|--------------------|
| Resumen..... | 1 |
| Abstract..... | 2 |
| 1. Introducción..... | 3 |
| 2. Antecedentes..... | 5 |
| 3. Objetivos..... | 8 |
| 3.1 Objetivo General..... | 8 |
| 3.2 Objetivos Específicos..... | 8 |
| 4. Justificación..... | 9 |
| 5. Planteamiento del Problema..... | 11 |
| 6. Marco Teórico..... | 14 |
| 6.1 Marco Conceptual..... | 14 |
| 6.1.1 Riesgo..... | 14 |
| 6.1.2 Amenaza y vulnerabilidad..... | 14 |
| 6.1.3 Modelo de Inundación..... | 14 |
| 6.1.4 Inundación..... | 15 |
| 6.1.5 Plan de Acción..... | 15 |
| 6.1.6 Hidrograma..... | 15 |
| 6.1.7 ArcGIS..... | 16 |
| 6.1.8 HEC -RAS..... | 16 |
| 6.2 Marco Legal..... | 17 |
| 7. Metodología..... | 19 |

| | |
|---|----|
| 7.1 Fase I: Recopilación de información | 20 |
| 7.2 Fase II: Delimitación y georreferenciación de la zona de estudio | 20 |
| 7.3 Fase III: Análisis climatológico | 20 |
| 7.4 Fase IV: Modelación de Inundación | 20 |
| 7.5 Fase V: Aplicación de encuestas..... | 21 |
| 7.6 Fase VI: Formulación del Plan de Riesgo de Inundación..... | 21 |
| 8. Resultados y Análisis | 22 |
| 8.1 Recopilación de Información | 22 |
| 8.2 Delimitación y georreferenciación de la zona de estudio | 23 |
| 8.3 Análisis climatológico | 24 |
| 8.4 Modelación de la Inundación..... | 28 |
| 8.4.1 Diseño de la modelación..... | 29 |
| 8.5 Aplicación de encuestas | 38 |
| 8.6 Formulación plan de acción | 41 |
| 8.6.1 Acciones para la medida de conocimiento del riesgo de inundación..... | 42 |
| 8.6.2 Acciones para la medida de advertencia del riesgo..... | 43 |
| 8.6.3 Acciones para la medida de la vulnerabilidad..... | 44 |
| 8.6.4 Acciones para medidas conjuntas de amenaza y vulnerabilidad..... | 45 |
| 9. Conclusiones | 46 |
| 10. Recomendaciones | 48 |
| 11. Bibliografía | 49 |
| 12. Anexos..... | 52 |

Lista de tablas

Pág.

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Marco Normativo..... | 17 |
| Tabla 2.Datos precipitación | 25 |
| Tabla 3.Datos temperatura máxima y mínima..... | 27 |
| Tabla 4. Cálculo intensidad..... | 32 |
| Tabla 5. Cálculo del coeficiente de escurrimiento..... | 33 |
| Tabla 6.Cálculo de caudales para los diferentes periodos de retorno | 34 |
| Tabla 7.Plan de acción | 41 |
| Tabla 8.Medidas de conocimiento del riesgo | 42 |
| Tabla 9.Medidas para la advertencia del riesgo..... | 43 |
| Tabla 10.Medidas de reducción de la vulnerabilidad | 44 |
| Tabla 11.Medidas conjuntas de amenaza y vulnerabilidad | 45 |

Lista de Ilustraciones

Pág.

| | |
|--|----|
| Ilustración 1. Ubicación de la zona en estudio | 23 |
| Ilustración 2.Ubicacion sector del puente..... | 24 |
| Ilustración 3. Digitalización del cauce Rio Surba..... | 30 |
| Ilustración 4.Representación del modelo de inundación para los periodos de retorno analizados | 37 |
| Ilustración 5:Plan de acción de mitigar por los efectos generados por inundaciones en la comunida | 52 |
| Ilustración 6.Evidencia fotográfica..... | 56 |

| | |
|--|----|
| Ilustración 7. Encuestas realizadas a la comunidad Vereda- La Trinidad | 58 |
|--|----|

Lista de Gráficas

Pág.

| | |
|---|----|
| Gráfica 1. Datos precipitación | 26 |
| Gráfica 2. Datos Temperatura máxima y mínima..... | 28 |
| Gráfica 3.: Curvas de intensidad-Duración-Frecuencia (IDF)..... | 30 |
| Gráfica 4. Curvas de intensidad (IDF)..... | 35 |
| Gráfica 5. Resultados Encuestas | 38 |

Resumen

Este proyecto de investigación tiene como objetivo formular un plan de acción que permita mitigar los efectos generados por las inundaciones en la comunidad de la zona del puente de la vereda Trinidad-Duitama, por ello; a partir de información recopilada de las bases de datos del IDEAM, IGAC y la UNGRD se procedió a delimitar y georreferenciar la zona de estudio, realizando un análisis de variables climatológicas que inciden en los procesos de inundación como precipitación, caudal y temperatura con base en ésta; se realizó un modelo de inundación con uso de software ArcGIS y HEC-RAS delimitando la zona afectada en la cual se aplicaron encuestas a la comunidad para determinar el grado de conocimiento y actuación frente a una inundación.

Lo anterior evidenció, que no se ha realizado ningún estudio de inundación en la zona y la planificación necesaria para evitar construcciones dentro del área de influencia del río. Por lo cual, se propuso un plan de acción como punto de partida para mitigar las afectaciones identificadas garantizando la seguridad de la comunidad.

Palabras claves: Inundación, ArcGIS, variable hidrológica, riesgo, hidrograma, HEC - RAS.

Abstract

This research project aims to formulate an action plan to mitigate the effects generated by floods in the community of the bridge area of the Trinidad-Duitama village, therefore, based on information collected from the databases of IDEAM, IGAC and UNGRD, we proceeded to delimit and georeference the study area, conducting an analysis of climatological variables that affect flooding processes such as precipitation, flow and temperature based on this; A flood model was made using ArcGIS and HEC-RAS software, delimiting the affected area, and surveys were applied to the community to determine the degree of knowledge and action in the event of a flood.

This showed that no flood study has been carried out in the area and the necessary planning to avoid construction within the river's area of influence. Therefore, an action plan was proposed as a starting point to mitigate the identified damages and guarantee the safety of the community.

Key words: Flooding, ArcGIS, hydrological variable, risk, hydrograph, HEC -RAS.

1. Introducción

Las inundaciones son fenómenos relacionados con el agua, que a nivel mundial están de primeras en la lista de desastres en los últimos 50 años. De las 10 principales catástrofes registradas, las inundaciones han presentado una mayor cantidad de víctimas que se aproximan a 58.700 personas, de acuerdo al Atlas de la ONU; se habla de mortalidad y pérdidas económicas debido a los fenómenos meteorológicos, climáticos e hidrológicos extremos presentados entre 1970-2019. (Noticias ONU, 2021)

Conforme al “Atlas de Riesgo de Colombia: Los desastres están presentes en los departamentos que presentan mayor pérdida anual por inundaciones, los cuales serían Antioquia, Bolívar, Santander, Magdalena y Boyacá, por lo cual; el consolidado de atención de emergencias de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD, 2020) y el Inventario Histórico Nacional de Desastres (Corporación OSSO, 2019- 2020) relaciona que entre el 15 de noviembre 1914 y el 31 de diciembre de 2019 se han presentado aproximadamente 20.085 inundaciones, lo que equivale al 30% del total de catástrofes siendo el fenómeno con el mayor número de eventos registrados (UNGRD, 2020)

En el municipio de Duitama, se declaró alerta amarilla en los años 2010 y 2011 ya que al interior del Municipio existen siete quebradas, la cuales en temporada alta de lluvias tienden a desbordarse. (Caracol Tunja, 2021) En la Vereda la Trinidad, se identificaron once puntos afectados por el fenómeno de inundación presentado 2010-2011 evidenciando pérdidas de tipo material. Por lo cual, se genera la necesidad de implementar acciones que mitiguen las afectaciones presentadas.

El presente proyecto tiene como finalidad formular un plan de acción para mitigar los riesgos presentados por inundación en la zona sector del puente a partir de seis fases las cuales consisten en: recopilación de información de las bases de datos del IDEAM, IGAC y la UNGRD; delimitación y georreferenciación de la zona de estudio; análisis de variables climatológicas que inciden en los procesos de inundación como precipitación, temperatura y caudal; modelación de inundación con uso del software ArcGIS y HEC-RAS; aplicación de encuestas a la comunidad y formulación del plan de acción.

2. Antecedentes

A nivel mundial, entre los años 2000 y 2019 el 44% de los desastres presentados fue por causa de fenómenos de inundación a través de los cuales se vieron afectadas 1600 millones de personas. Así mismo, en el año 2020 hubo un crecimiento equivalente al 23% de las inundaciones que represento un promedio de 163 eventos de inundación. Las principales causas identificadas y relacionadas con estas catástrofes son: cambio climático, crecimiento poblacional y deforestación.

Colombia es un país que se encuentra en vía de desarrollo, por lo cual uno de los diversos desafíos que debe afrontar se relaciona con problemáticas asociadas a procesos de inundación, los cuales conllevan a generar daños o afectaciones al medio ambiente y a la vez ocasiona falta de oportunidades a nivel social, económico y ambiental a la población en general; evidenciado a través del fenómeno de la niña presentando durante el transcurso del año 2011 lo que genera la necesidad de dar inicio a un proceso de construcción social de riesgo en el país. El plan de gestión del riesgo es una herramienta que permite identificar, anticipar y realizar un debido seguimiento al riesgo generado.

En Colombia, dentro del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres se abordan 4 ejes estratégicos para fortalecer la gestión del riesgo dentro de los cuales se incluye: percibir el riesgo de catástrofes, fortalecer la gobernanza, reducir el riesgo de desastres para la resiliencia y tener un crecimiento para la preparación de los casos de desastre a fin de proporcionar una respuesta eficaz a través del cual se proyecta para los próximos 15 años: la reducción del riesgo de desastres.

La cartografía en Boyacá presenta un área propensa de inundación de aproximadamente el 6% total del Departamento que se encuentran en las provincias de Occidente (parte alta y parte baja), Ricaurte, Centro, Tundama, Sugamuxi y Gutiérrez. En esta zona, durante el mes de abril de 2010 se declaró calamidad pública, provocada por los deslizamientos de tierra en vías, las inundaciones en los cultivos, deterioros en la infraestructura de viviendas por las fuertes lluvias. (Estupiñán Pedraza Lorena Andrea, 2014)

Por ello, se han realizado diferentes estudios enfocados a analizar el desbordamiento del río Chicamocha provocado por fenómenos de inundación, en ciudades como Tunja, Paipa, Oicatá y Tuta. Con el uso de diversos tipos de software, que permitieron determinar el alcance de la inundación. La posible solución es la implementación de sacos de arena donde los muros de contención son menores a cincuenta centímetros.

Las inundaciones en Duitama han aumentado debido al fenómeno de “la niña”, que contribuye al incremento de crecidas extraordinarias en los cauces de quebradas y ríos, según lo determinado en el POT de Duitama (acuerdo 039 de 2009) las zonas localizadas en las partes de amenaza o riesgo de inundaciones torrenciales o aluviales por el desbordamiento de los cauces naturales son aquellas encontradas cerca a los ríos Chiticuy y quebrada El Aroma.

Durante el transcurso del mes de julio de 2010 hasta abril de 2012 surgieron fuertes lluvias, principalmente en los meses de noviembre de 2011 y abril de 2012, las cuales contribuyeron al crecimiento extremo del cauce de las quebradas del municipio, originado que el sistema de alcantarillado colapse, en la mayoría de las partes de la Ciudad, además ocasionó el que el río Surba y Chiticuy presentaran un desbordamiento que afecta los gaviones, y puentes. (Mercedes al., 2012) (Gobernación de Boyacá, 2022)

En la vereda La Trinidad localizada en el municipio de Duitama, sucedió el desbordamiento del río Surba, el cual afectó a 15 lugares del sector, un ciudadano declaró que por lo menos 150 familias se vieron afectadas, estas fueron sus palabras “ las viviendas y algunos de los animales el Río se los llevo, y una parte de la estructura de la vereda, quedaron incomunicados en varios puntos por lo que es necesario la mediación de las autoridades, con el fin que la población de esta vereda tenga una pronta solución por las afectaciones que ha dejado el Río”. (Caracol Tunja, 2022)

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Formular un plan de acción que permita mitigar los efectos generados por inundaciones en la comunidad de la zona del puente de la vereda La Trinidad localizada en el municipio de Duitama, Boyacá.

3.2 Objetivos Específicos

- Recopilar información sobre los impactos generados por la inundación en la zona del puente de la vereda La Trinidad Duitama.
- Identificar los riesgos presentados por las inundaciones en la zona del puente de la vereda La Trinidad Duitama.
- Elaborar el plan de acción a partir de los riesgos identificados y la zona de influencia del riesgo por inundación.

4. Justificación

A nivel mundial se ha evidenciado una creciente preocupación debido al incremento de desastres y amenazas naturales, que en totalidad son ocasionados por factores procedentes del cambio climático. Por ello, en un sin número de países se ha originado la necesidad de formular y ejecutar medidas, políticas, técnicas y mecanismos institucionales que ayuden a reducir los efectos destructivos generados por un patrón de vida de las comunidades. Con el pasar de los años, se han observado procesos correspondientes a una rápida urbanización ocasionando presión en el entorno ambiental que conllevan a generar aumento de riesgos por inundación, los cuales representan peligros para la salud humana derivados de enfermedades, además de ocasionar impactos ambientales. (Caro-Camargo & Gil-Alvarado, 2021)

Sin embargo, con la tecnología actual y los avances de investigación en los últimos años; el estudio de fluctuaciones del cambio climático, por medio de técnicas y modelizaciones apropiadas, pueden apoyar el manejo y atención de riesgo por inundación a niveles exactos y según las carencias de la comunidad.

Colombia presenta alta vulnerabilidad con respecto a las inundaciones generadas en zonas planas, relacionadas con crecientes dadas en áreas de pendientes media y alta. Esta inestabilidad es asociada con factores físicos y del POT; los primeros pertenecen a la variación climática, concluyentes a la dinámica de la zona intertropical, geomorfología de ríos, cobertura vegetal y los fenómenos extremos por interacciones océano-atmósfera. Los segundos son causados por patrones y dinámicas de la población. (IDEAM, 2011)

En Boyacá se presenta vulnerabilidad con respecto a los eventos de inundación identificados en el mapa elaborado por el IDEAM durante el año 2010. Estos, comparan un escenario alarmante en el Departamento, a través del cual se ve afectado más del 50% del territorio. Esto es notable en ambas temporadas de inundación generadas durante el fenómeno de la niña en el año 2011; en donde Boyacá sufrió una gran crisis en el territorio, a partir del cual se asemejó por medio del análisis por modelación y en terreno ciertas áreas susceptibles a deslizamientos e inundaciones (Millan et al., 2011)

En la vereda La Trinidad de Duitama; el día 19 de abril de 2022 sucedió el desbordamiento del río Surba perjudicando 15 puntos del sector, 150 familias se vieron afectadas “sus enseres”, viviendas y algunos animales. Durante el fenómeno de inundación el Río afectó gran parte de la estructura vial de la vereda. (Caracol Tunja, 2017)

Según el director del Riesgo de Duitama, la Cruz Roja Colombiana ha censado 10 familias que tuvieron afectaciones en sus enseres por el desbordamiento del río Surba y la quebrada la Zarza. (Siete7edias, 2022). Por lo cual, es necesario formular un plan de acción para la zona del puente de la vereda La Trinidad, Duitama que permita mitigar los riesgos generados por inundación a la población que se ve afectada por el aumento del río Surba.

Este plan se implementa de manera innovadora en la zona crítica toda vez que a la fecha no existen estudios similares realizados en el área, mediante la identificación de los problemas presentados por inundación y la priorización de acciones a formular para mitigar, controlar y prever los posibles riesgos presentados.

5. Planteamiento del Problema

Colombia ha atravesado por diversos períodos de inundación. Sin embargo, durante los años 2010 y 2011 el fenómeno de la niña trajo consigo un sin número de desastres por lo cual, el Gobierno Nacional tuvo que replantear cambios a nivel estructural y económico enfocados a la gestión del riesgo de desastres.

La Unidad Nacional para la Gestión de Riesgo de Desastres desarrolló un Plan Nacional de Contingencia para el fenómeno de la Niña, ocurrido en el transcurso de los años 2016-2018. En el marco operacional del plan nacional de contingencias: Los cambios estructurales a nivel institucional surgieron con la Ley de 1523 de 2012. (Ley 1523, 2012)

La creación de una nueva guía del Sistema Nacional para Atención y Prevención de Desastre (SNPAD) permitió el fortalecimiento de los instrumentos con relación en las entidades territoriales para los derechos de las personas afectadas, por lo cual se menciona la línea de gestión de riesgo de desastre y reacción ante la reforma de ese riesgo, adoptando un paradigma en cuanto al procedimiento para desastres, definiendo a estos como riesgos no manipulados, mostrado como resultado, las dificultades no resueltas en su desarrollo y un evento impredecible que se establece en la sociedad.

En el municipio de Duitama, la Alcaldía es el ente encargado de velar por la implementación de los planes de gestión de riesgo. Para ello cuenta con organizaciones encargadas de coordinar los respectivos pasos y lineamientos a seguir en caso de inundaciones y otras emergencias como son: Entidades de Socorro como el cuerpo de bomberos voluntarios de

Duitama, Defensa Civil Colombiana, Cruz roja, Corpoboyacá en algunas ocasiones, policía Nacional y secretarías de Despacho de la Alcaldía de Duitama (Stephan Baas et al., 2009)

Según la información entregada por el plan de emergencias y contingencias regional Boyacá centro zonal Duitama con respecto a las inundaciones, implementan como medidas de mitigación la capacitación a los colaboradores de cómo actuar ante este fenómeno; luego de tener una reunión con los habitantes más afectados por la inundación en Duitama.

La vereda La Trinidad ha presentado afectaciones por diferentes fenómenos climáticos en el transcurso de los años 2011 y 2021; debido al reporte de los niveles más altos de precipitación, los cuales han ocasionado el desbordamiento del río Surba, generando daños a la infraestructura vial, los puentes peatonales, e inundaciones en algunas viviendas.

También se observa que las autoridades locales solo atienden el riesgo cuando sucede la emergencia, sin embargo, este problema continúa sin medidas de control. Mauricio Puerto el director de gestión del riesgo de Duitama y la cruz rojas han censado 10 familias que tuvieron afectaciones en sus viviendas por la crecida del río Surba; en las 10 viviendas hay una cota de pérdidas por la crecida de la quebrada y del río Surba donde nivel de damnificados no es cuantificable toda vez que hay un considerable número de personas en la comunidad, la inundación también afectó cultivos, causando la desaparición de once animales los cuales serían cuatro ovejas y siete gallinas. (Romero Herrera Jorge, 2022)

Ante ello se requiere formular acciones que permitan mitigar y prevenir los riesgos por inundación presentados en la zona, así mismo faciliten el control ambiental, social, económico del área afectada, por lo cual se justifica la necesidad de elaborar el presente proyecto que consiste en formular un plan de acción que permita mitigar los riesgos por inundación en la zona

del puente de la vereda La Trinidad. Por ello se plantea la siguiente pregunta: ¿Es posible formular un plan de Plan de acción para mitigar los riesgos ocasionados por inundación en la zona del puente de la vereda la Trinidad – Duitama?

6. Marco Teórico

6.1 Marco Conceptual

6.1.1 Riesgo

El riesgo es la mezcla de la probabilidad de que se origine un evento y sus consecuencias negativas. Está compuesto por 2 factores como lo son la amenaza y la vulnerabilidad. Esta vulnerabilidad afecta a un grupo o comunidad, por lo cual se genera de un suceso o una acción; los riesgos se presentan en ámbitos domésticos, sociales y en las vías, etc. (Enciclopedia etecé, 2013)

6.1.2 Amenaza y vulnerabilidad

Una amenaza afecta la actividad humana la cual puede ocasionar muerte, lesiones y repercusiones para la salud humana, deterioros a la pertenencia, la pérdida de cosas del hogar o eléctricas y de servicios, daños sociales, económicos y ambientales. La vulnerabilidad puede presentarse en la comunidad. (CIIFEN, 2022)

6.1.3 Modelo de Inundación

Un modelo de inundación es de flujo diverso, que posibilita juntar al modelo ambientes complejos, como ríos con marcadas variaciones de velocidad o con flujos transversales. Son especialmente útiles para el cálculo de las inundaciones y para analizar flujos con características de estas. (Geosistemas, s.f.)

6.1.4 Inundación

Son desbordamientos de agua que convergen a terrenos secos considerados como un tipo de desastre natural. El no evacuar las zonas inundadas, pueden causar lesiones o muerte para personas y/o animales. Puesto que no se maneja el cuidado necesario y la concientización del peligro que estas involucran. (QUINTANA, 2017).

6.1.5 Plan de Acción

Un plan de acción es una ruta que colabora en la formación para lograr sus metas y objetivos. Llegar a mitigar un riesgo por medio del plan basado en distintas acciones y estrategias, y así alcanzar metas propuestas por medio de diferentes caminos. (Departamento de salud y servicio humano EE. UU, 2019)

6.1.6 Hidrograma

Es una gráfica que indica el comportamiento de una variable en cierto tiempo de alguna información hidrográfica, ya sea temperatura, lámina de agua. Los factores que se ven involucrados en la elaboración son: precipitación, área de la cuenca, forma, capacidad de almacenaje como cobertura, tipo de suelo y topografía. (Cesar Eduardo Carrera Saavedra, 2016)

6.1.7 ArcGIS

ArcGIS es un sistema que proporciona, recopila, administra, comparte y analiza información geográfica. Este programa es usado por personas de todo el mundo donde se busca el conocimiento geográfico, prestando servicio a sectores empresariales, educativos, de gobiernos y otros.

La plataforma combina capacidades donde aplica un análisis basado en la ubicación, en la las prácticas comerciales, ArcGIS logra que la información geográfica establecida por la comunidad SIG se aproveche de forma gratuita por cualquier persona, este software contiene una infraestructura on-line que se basa en recursos configurables como las plantillas. (ArcGIS Resources, 2022)

6.1.8 HEC -RAS

HEC-RAS permite hacer simulaciones de flujos o canales para establecer los niveles de agua. Este programa determina y analiza las conductas hidráulicas de un río bajo el flujo de distintos caudales, permite realizar cálculos de flujo constante, cálculos de transporte, el modelado de temperatura y calidad de agua, la exportación para procesar los resultados, obteniendo mapas de riesgo e inundación.

Se indica que es una herramienta para los cálculos y modelados de ríos, donde simula diferentes caudales y obras hidráulicas garantizando resultados exactos.(Aldo Stephano, 2018)

6.2 Marco Legal

Para elaborar el marco legal se realizó la consulta de diferentes artículos, decretos, normas que contienen algunos principios referentes a un argumento de gestión de riesgo de desastre e inundación, expedidos por los entes gubernamentales.

Tabla 1.

Marco Normativo

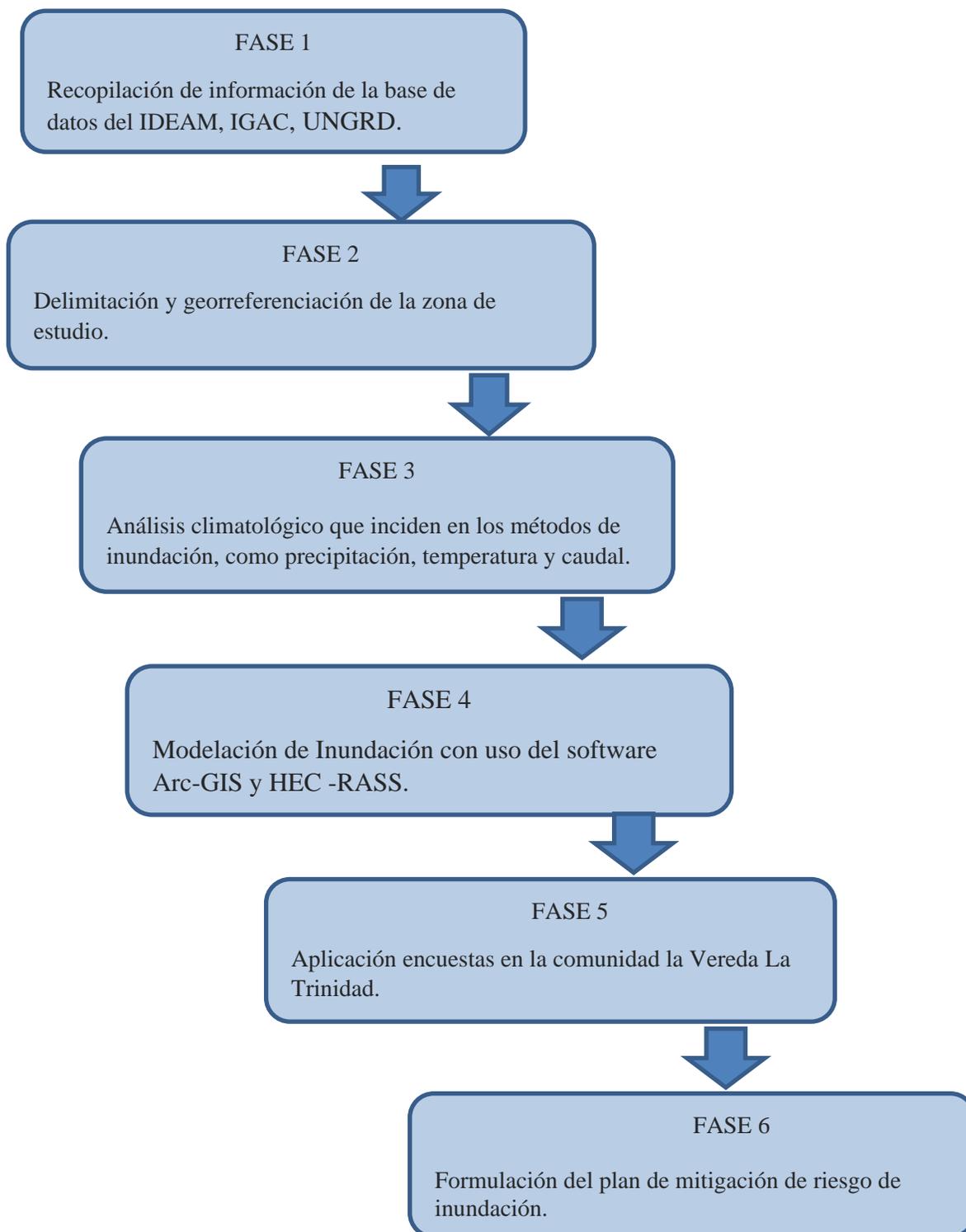
| NORMA | DESCRIPCIÓN |
|----------------------|---|
| Ley 1523 de 2012 | Se acoge la política nacional de gestión del riesgo de desastres, habla del proceso social que conforma, la ejecución, evaluación, seguimiento de las estrategias, políticas, planes, programas, instrumentos, donde se toman acciones indelebles para reducir el riesgo, y manejo de desastres, la intención de contribuir seguridad. |
| Decreto 4579 de 2010 | Se expone la situación de desastre en el departamento colombiano. Esto debido a la alteración del clima nacional, donde se presentó el fenómeno de la Niña 2010-2011, que se presentó en los meses de julio y noviembre donde se presentaron las lluvias más intensas registradas en el país registradas en el país en las regiones |
| Decreto 4580 de 2010 | Se expone el estado de ocurrencia, ecológica, económica, social y por razón de grave adversidad pública; este decreto donde se declaró el estado de emergencia. |
| Decreto 4147 de 2011 | La Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, indicó la necesidad de perfeccionar y renovar el desempeño del direccionamiento del mismo, acogiendo una visión de gestión del riesgo de desastres, que contenga el conocimiento y la disminución del riesgo, el mando seguro de desastres asociados con fenómenos naturales. |

| NORMA | DESCRIPCIÓN |
|--|--|
| Ley 46 de 1998 (Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres) | Se establece el sistema nacional para la atención de desastres, donde se definió las funciones de todos los organismos públicos y privados, para las fases de prevención y manejo en situaciones de desastre. Integraron la adecuada prevención y atención a los riesgos. Garantizar un manejo oportuno y eficiente de recursos. |
| Decreto 093 de 1998 (Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres) | Por este decreto se tiene como objetivo indicar las acciones del estado, y de la sociedad, donde se presenta la prevención y mitigar los riesgos |
| NTC ISO 31000- Norma ISO 31000:2009-GTC 137 | Sistema General de Seguridad Social en Salud y de las entidades públicas y privadas que lo conforman. Con la intención de aportar elementos al progreso de la gestión del riesgo, como línea activa del Plan Decenal de Salud Pública 2012 – 2021 |
| La NTC 5254 | Se encarga de estar sujeta a la actualización constante, con el objeto de que en todo momento se responda ante las necesidades actuales. |
| NTC ISO 31000 | Norma Técnica Colombiana, ha desarrollado ante la gestión del riesgo, varios sectores satisfagan las necesidades, sobre la adopción de los procesos dentro de un marco de referencia, que ayuda a garantizar que se gestione eficiente y con coherencia en toda la organización el riesgo. |

Nota: Elaboración propia a partir de (Ley 1523, 2012)

7. Metodología

En la ejecución del plan de acción para mitigar el riesgo de inundación en el sector el puente de la Vereda La Trinidad se desarrollará la siguiente metodología.



7.1 Fase I: Recopilación de información

Inicialmente se realizará una recopilación de información para identificar y seleccionar el tramo del Río a evaluar asociado al sector el puente, con información de las bases de datos del IDEAM, IGAC y la UNGRD.

7.2 Fase II: Delimitación y georreferenciación de la zona de estudio

Con el programa Google Earth se realizará la delimitación específica del sector el puente, para georreferenciar los sitios en los que se ha evidenciado riesgo de inundación.

7.3 Fase III: Análisis climatológico

Se realizará análisis de la indagación de las bases del IDEAM en un período aproximado de 30 años desde 1991-2021, tomando los datos mensuales de precipitación y temperatura mínima y máxima de las estaciones meteorológicas e hidrometeorológicas continuas a la zona de estudio.

7.4 Fase IV: Modelación de Inundación

Se modelará por medio de ArcGIS el área de estudio, con la respectiva georreferenciación de las casas que presentan una localización cercana al puente y que posiblemente pueden ser afectadas por el riesgo de inundación identificando la huella de inundación; con la idea de establecer las zonas de inundación y el alcance de avenidas torrenciales en escenarios extremos en periodos de retorno de 2, 3, 5, 10, 25, 50 y 100 años con el uso del modelo hidrológico HEC-RAS.

7.5 Fase V: Aplicación de encuestas

Se aplicarán encuestas a la comunidad que está expuesta al riesgo por inundación en la zona de estudio, de manera que se pueda evaluar los daños o afectaciones que han asumido en el transcurso del tiempo y la preparación que tienen para actuar ante la emergencia.

7.6 Fase VI: Formulación del Plan de Riesgo de Inundación

Para la etapa final se formula el plan de riesgo de mitigación por inundación, estableciendo actividades específicas que podrán implementar para la reducción del impacto generado por la inundación.

8. Resultados y Análisis

8.1 Recopilación de Información

La información recopilada acerca de los fenómenos de inundación presentados en la vereda La Trinidad, sector el puente, se realizó por medio de los datos del IDEAM a través de las estaciones hidrológicas Surbata-Bonza y Trinidad. Además, mediante la consulta y uso de la base de datos de herramientas bibliográficas de la UAN, artículos, POT de Duitama y visitas técnicas al sector del puente.

A través del IDEAM se consultaron 19.386 datos que permitieron conocer los resultados de temperatura diaria máxima y mínima, para proceder a realizar la estimación y los promedios mensuales y su respectiva variación anual en un período de 30 años; a partir de la información obtenida de precipitación mensual cuya totalidad de datos fue 361 se estableció la variación anual para el lapso de tiempo mencionado anteriormente.

En la base de datos del IGAC se obtuvo la cartografía básica de la zona, para proceder a delimitar y georreferenciar el área con ayuda de la herramienta Google Earth, además con el uso del software ArcGIS se realizó el modelo de elevación digital y la localización de la zona.

Mediante el uso del software HEC-RAS se identificaron las cotas máximas de inundación presentadas en escenarios extremos con periodos de retorno de 2, 3, 5, 10, 25, 50 y 100 años; además con el uso de la herramienta RAS Mapper se digitalizó el cauce del río Surba, usando imágenes satelitales; se tomó una referencia de 50 metros aguas arriba y 50 metros aguas abajo.

Finalmente, de la UNGRD se consultaron las guías para la elaboración de planes municipales de gestión de riesgo mediante las cuales se priorizan las acciones para realizar los

métodos de mitigación y disminuir el riesgo por los impactos causados por diferentes fenómenos naturales.

8.2 Delimitación y georreferenciación de la zona de estudio

El sector seleccionado es el del puente de la vereda La Trinidad-Duitama, donde presentan mayor riesgo por inundación y vulnerabilidad de las familias que viven cerca al puente; tomando como referencia 100 metros del puente, 50 metros aguas arriba y 50 metros aguas abajo como se observa en las ilustraciones 1 y 2.

Ilustración 1.

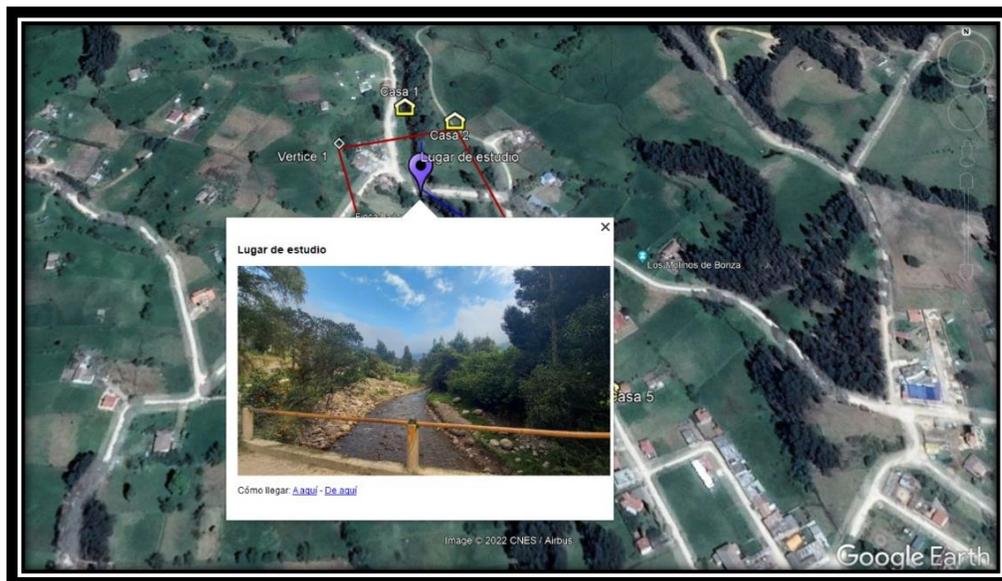
Ubicación de la zona en estudio



Nota: Elaboración propia por medio de Google Earth.

Ilustración 2.

Ubicación sector del puente



Nota: Elaboración propia por medio de Google Earth.

8.3 Análisis climatológico

La precipitación es importante para las predicciones de las amenazas naturales del área a estudiar, es uno de los principales factores que ligan el proceso de desbordamiento e inundaciones, para esto es transcendental poseer información presentadas en años anteriores; por ello, se realizó un análisis de lluvia en el área de estudio con los datos obtenidos por medio del IDEAM, en la estación Surbata-Bonza de treinta años atrás desde enero de 1991 hasta diciembre de 2021, estableciendo un promedio multianual de los treinta años atrás, determinando un promedio mensual para dicho lapso de tiempo.

Identificando que los meses con mayor precipitación son mayo, octubre, mientras que enero y junio fueron los meses con menor precipitación, registrando para esta zona un régimen bimodal como se observa en la gráfica 1.

Tabla 2.

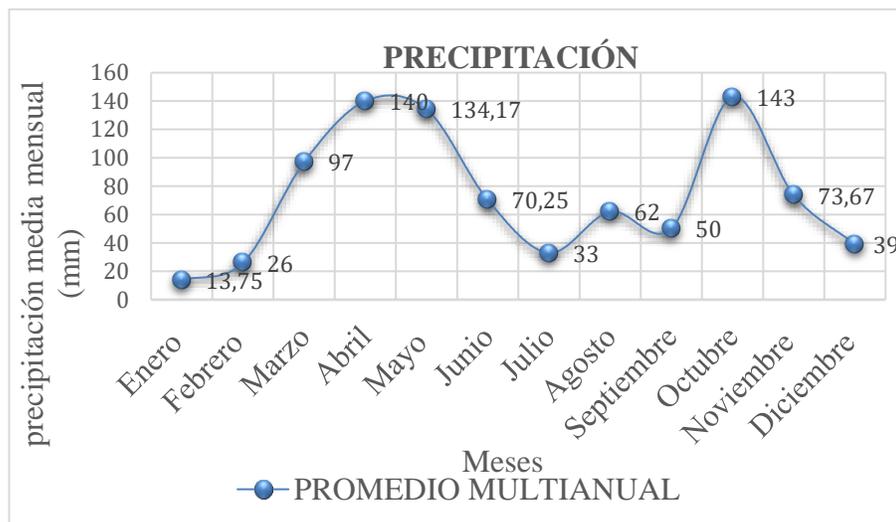
Datos precipitación

| Mes | Promedio Multianual (mm) |
|------------|---|
| Enero | 13,75 |
| Febrero | 26 |
| Marzo | 97 |
| Abril | 140 |
| Mayo | 134,17 |
| Junio | 70,25 |
| Julio | 33 |
| Agosto | 62 |
| Septiembre | 50 |
| Octubre | 143 |
| Noviembre | 73,67 |
| Diciembre | 39 |

Nota: Elaboración propia a partir de datos obtenidos por el IDEAM, 2022.

Gráfica 1.

Datos precipitación



Nota: Elaboración propia en base a los datos obtenidos del IDEAM, 2022.

Los datos de temperatura máxima y mínima se tomaron de la base de datos del IDEAM, de la estación Surbata-Bonza, presentando ausencia de información mensual; la información disponible de la estación hidrológica fue diaria, por ello se procedió a tabular los datos diarios para obtener el promedio mensual y anual. Resumiendo, dicha información en un promedio multianual de la temperatura máxima y mínima, deduciendo que los valores picos, en la temperatura mínima es presentada en los meses de mayo a abril, en los meses posteriores se evidencia que la temperatura disminuye hasta el mes de noviembre.

En la temperatura máxima, su valor pico se observó en el mes de febrero, a partir del mes de marzo a octubre la temperatura se mantuvo constante; De noviembre a diciembre la temperatura incrementó.

Tabla 3.

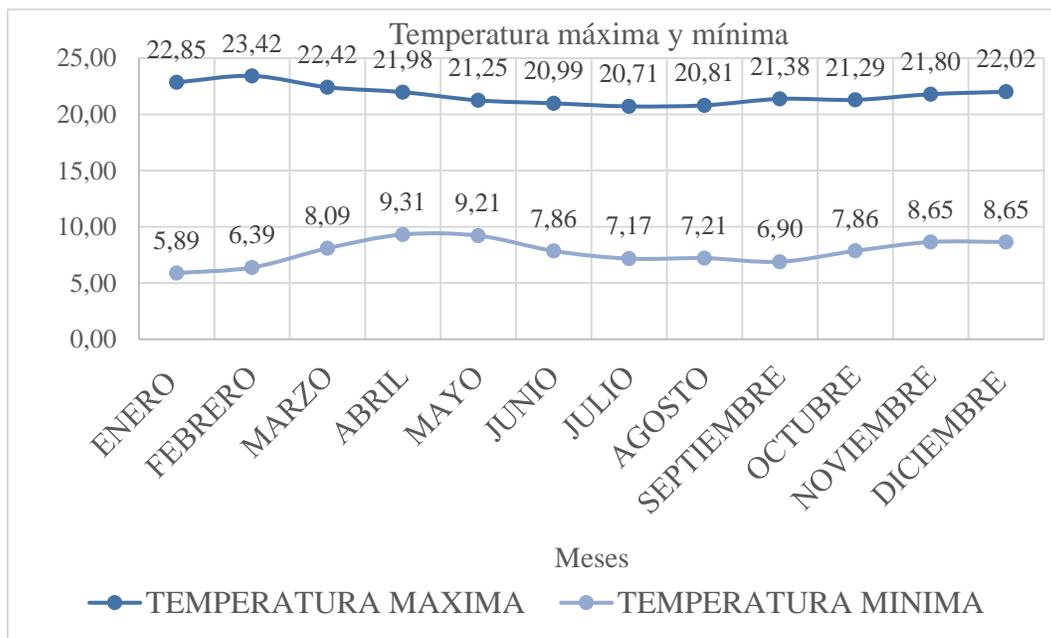
Datos temperatura máxima y mínima

| Meses | Temperatura Máxima (°C) | Temperatura Mínima (°C) |
|------------|----------------------------|----------------------------|
| Enero | 22,85 | 5,89 |
| Febrero | 23,42 | 6,39 |
| Marzo | 22,42 | 8,09 |
| Abril | 21,98 | 9,31 |
| Mayo | 21,25 | 9,21 |
| Junio | 20,99 | 7,86 |
| Julio | 20,71 | 7,17 |
| Agosto | 20,81 | 7,21 |
| Septiembre | 21,38 | 6,90 |
| Octubre | 21,29 | 7,86 |
| Noviembre | 21,80 | 8,65 |
| Diciembre | 22,02 | 8,65 |

Nota: Elaboración propia a partir de datos obtenidos por el IDEAM, 2022.

Gráfica 2.

Datos Temperatura máxima y mínima



Nota: Elaboración propia con base a los datos obtenidos por el IDEAM, 2022.

8.4 Modelación de la Inundación

Al establecer las zonas de inundación y el alcance de las avenidas torrenciales en escenarios extremos en periodos de retorno de 2, 3, 5, 10, 25, 50 y 100 años, se utilizó el modelo hidrológico HEC-RAS, con base al modelo numérico realizado por el cuerpo de ingenieros de la armada de los Estados Unidos (Turégano, 2012).

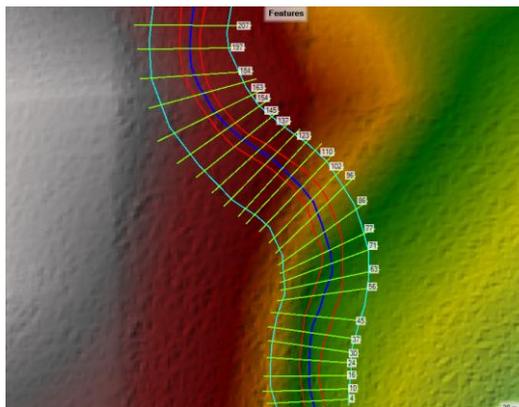
8.4.1 Diseño de la modelación

Como parte inicial, con ayuda del software Google Earth y las herramientas de geoprocésamiento del software ArcGIS, se procedió a realizar el modelo de Elevación Digital (DEM, por sus siglas en inglés) y establecer la zona de influencia donde realizar el modelamiento hidrológico. Es importante destacar, que este método fue seleccionado al no tener información a pequeña escala. Las imágenes satelitales disponibles en los datos abiertos, en especial, las imágenes ráster tomadas por el satélite Alos Palsar tienen un alcance de 12,5 metros.

Posteriormente, implementando la herramienta RAS Mapper se digitalizó el cauce del río utilizando una imagen satelital exportada de la plataforma Bing, los bancos del cauce tomando como referencia una distancia de 50 m aguas arriba y 50 m aguas abajo del puente localizado en la vereda la Trinidad del municipio de Duitama, se crearon 26 secciones transversales, de las cuales toman como referencia la información presentes en el modelo de elevación digital (Ilustración, digitalización del cauce Río Surba)

Ilustración 3.

Digitalización del cauce Rio Surba



Digitalización del río Surba

Base Modelo de elevación Digital



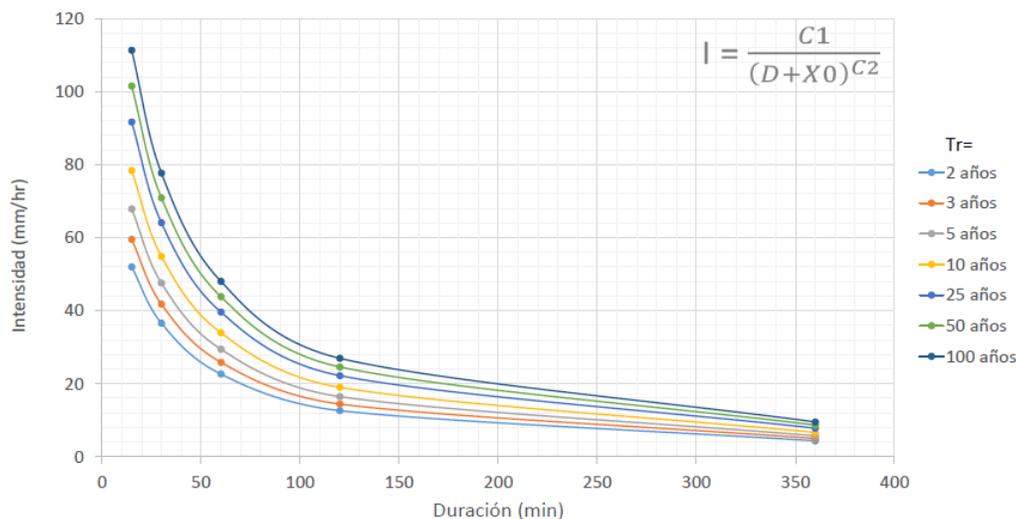
Digitalización del río Surba

Base imagen satelital Bing

Ahora bien, para la determinación de los caudales máximos en los periodos de retorno anteriormente mencionados, se tomó como referencia las curvas Intensidad, Duración, Frecuencia – IDF, calculadas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) para la estación meteorológica Surbata Bonza (Duitama) (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.), la información de la subcuenca del río Surba contemplada en el diagnóstico y la cartografía del Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Alto Chicamocha.

Gráfica 3.

Curvas de intensidad-Duración-Frecuencia (IDF)



Nota: Elaboración propia a partir de (IDEAM, 2017)

En este sentido, se procedió a calcular la intensidad utilizando la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, en cada uno de los periodos de retorno establecidos, tomando un tiempo de concentración de 2,52 horas, es decir, 151,2 minutos (Corpoboyacá, 2017), para establecer la duración de estos eventos, y, por último, realizar el cálculo de los caudales máximos, implementando el método racional, ya que este es un método utilizado normalmente para el diseño de obras de drenaje urbano y rural, el cual supone que la lluvia es uniforme en el tiempo y en toda el área de la cuenca, asumiendo para este estudio que el período de retorno de la precipitación y de la esorrentía son los mismos.

$$I = \frac{C1}{(D + X0)^{C2}}$$

Ecuación 1: Ecuación de intensidad

Donde, D, corresponde al tiempo de concentración y los coeficientes C1, X0 y C2, se exponen a continuación:

Tabla 4.

Cálculo intensidad

| TR (años) | C1 | X0 | C2 |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|
| 2 | 2820,417 | 24,280 | 1,088 |
| 3 | 3064,581 | 23,650 | 1,078 |
| 5 | 3344,887 | 23,117 | 1,071 |
| 10 | 3704,938 | 22,611 | 1,063 |
| 25 | 4167,562 | 22,141 | 1,056 |
| 50 | 4514,326 | 21,873 | 1,052 |
| 100 | 4860,578 | 21,655 | 1,049 |

Fuente: (IDEAM, 2017)

Tomando como base lo establecido en el POMCA del río Alto Chicamocha, para la subcuenca del río Surba se obtiene un tiempo de concentración de 2,52 horas y un área de la subcuenca o área aportante de 72,90 km² (Corpoboyacá, 2017). Por lo tanto, se obtiene que:

$$Q = 0,278 * CIA$$

Ecuación 2: Ecuación de caudal por el método racional

Donde:

Q = Caudal (m³/s)

I = Intensidad (mm)

C = Coeficiente de escurrimiento

A = Área aportante (Área de la subcuenca)

Para el cálculo del coeficiente de escurrimiento se tomo como base el tipo de cobertura presente en la subcuenca del río Surba y los coeficientes de escurrimiento dependiendo de el tipo de cobertura (Chiarito, Zimmermann, & Méndez, 2018). Finalmente, la sumatoria del producto entre los coeficientes de escurrimiento y las áreas, es dividida en la sumatoria del área de las coberturas, para establecer este valor.

Tabla 5.

Cálculo del coeficiente de escurrimiento.

| Cobertura | Área (A) | Coeficiente de escurrimiento (C) | Coeficiente de escurrimiento con base al área de cobertura (C*A) |
|--|---------------------|---|---|
| Arbustal abierto | 2,497 | 0,440 | 1,099 |
| Arbustal denso | 4,137 | 0,440 | 1,820 |
| Bosque abierto alto de tierra firme | 0,065 | 0,130 | 0,008 |
| Bosque abierto bajo de tierra firme | 4,824 | 0,130 | 0,627 |
| Bosque de galería y/o ripario | 0,920 | 0,130 | 0,120 |
| Bosque denso alto de tierra firme | 2,037 | 0,130 | 0,265 |
| Bosque denso bajo de tierra firme | 6,754 | 0,130 | 0,878 |
| Cuerpos de agua artificiales | 0,013 | 1,000 | 0,013 |
| Herbazal denso de tierra firme arbolado | 10,825 | 0,440 | 4,763 |
| Herbazal denso de tierra firme no arbolado | 19,924 | 0,440 | 8,767 |
| Lagunas, lagos y ciénagas naturales | 0,037 | 1,000 | 0,037 |
| Mosaico de cultivos | 0,903 | 0,200 | 0,181 |
| Mosaico de cultivos y espacios naturales | 0,110 | 0,200 | 0,022 |
| Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | 1,807 | 0,200 | 0,361 |
| Mosaico de pastos con espacios naturales | 2,938 | 0,200 | 0,588 |
| Mosaico de pastos y cultivos | 4,175 | 0,200 | 0,835 |
| Otros cultivos transitorios | 0,701 | 0,200 | 0,140 |
| Pastos arbolados | 0,926 | 0,300 | 0,278 |
| Pastos enmalezados | 3,381 | 0,300 | 1,014 |
| Pastos limpios | 3,745 | 0,300 | 1,123 |
| Plantación de coníferas | 0,115 | 0,130 | 0,015 |
| Plantación de latifoliadas | 0,448 | 0,130 | 0,058 |

| Cobertura | Área (A) | Coefficiente de escurrimiento (C) | Coefficiente de escurrimiento con base al área de cobertura (C*A) |
|----------------------------------|-----------------|--|--|
| Red vial y territorios asociados | 0,492 | 0,900 | 0,443 |
| Ríos (50 m) | 0,022 | 1,000 | 0,022 |
| Tejido urbano continuo | 0,098 | 0,400 | 0,039 |
| Tejido urbano discontinuo | 0,615 | 0,560 | 0,345 |
| Tierras desnudas y degradadas | 0,252 | 0,630 | 0,159 |
| Zonas industriales | 0,110 | 0,700 | 0,077 |
| Zonas quemadas | 0,034 | 0,630 | 0,021 |
| Total | 72,90 | 0,331 | 24,118 |

Nota: Elaboración propia por medio de la leyenda Nacional de Cobertura de la tierra (José Lozano Picón et al., 2010)

Finalmente, se obtiene para los diferentes periodos de retorno:

Tabla 6.

Cálculo de caudales para los diferentes periodos de retorno

| TR | I (mm/h) | Q (m³/s) |
|-----------|-----------------|----------------------------|
| 2 | 10,2 | 68,4 |
| 3 | 11,7 | 78,6 |
| 5 | 13,3 | 89,2 |
| 10 | 15,4 | 103,3 |
| 25 | 18,0 | 120,8 |
| 50 | 20,0 | 133,8 |
| 100 | 21,8 | 146,5 |

Nota: Elaboración propia por medio de cálculos

Una vez obtenida la información geométrica del terreno y los flujos del cauce en los diferentes periodos de retorno, se procede a ingresar todos los datos en el programa HEC-RAS,

tomando como base, unas condiciones de flujo permanente en todo el tramo analizado, y un régimen crítico mixto, el cual permite calcular inicialmente aguas arriba en un comportamiento subcrítico y posteriormente, aguas abajo en una condición supercrítica, lo cual permite escoger la solución de lámina de agua más apropiada en aquellas secciones que se puede presentar conflictos (HidroJING, 2014).

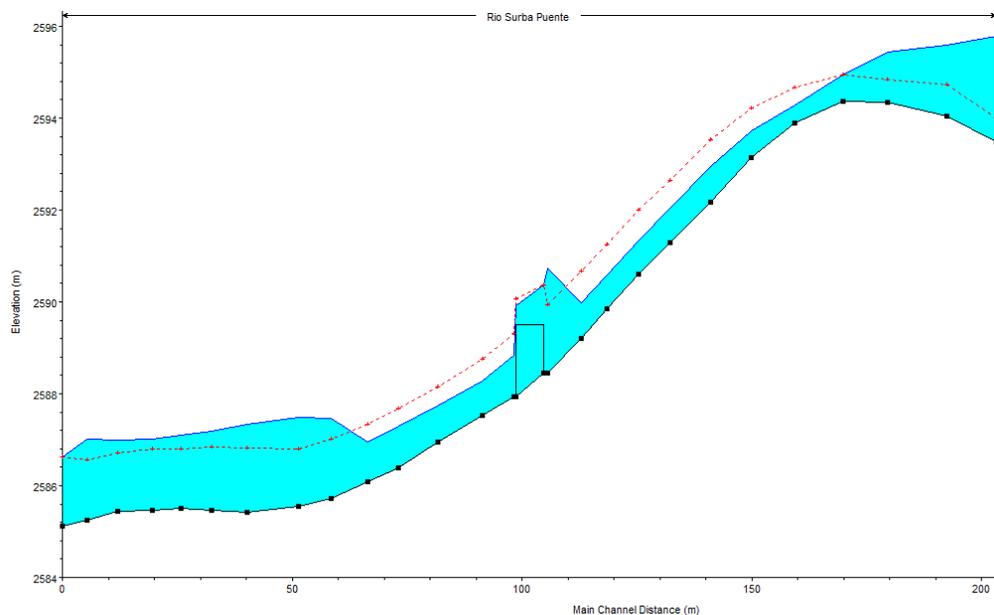
Los resultados obtenidos al realizar el modelo de inundación para el tramo evaluado, permite identificar en primera instancia un aumento en la velocidad donde el cauce presenta una curva, siendo este, el lugar previo al puente vehicular; el cual se comporta como una barrera que permite aguas abajo, reducir substancialmente el flujo.

De manera general, se observa un ensanchamiento del cauce, dirigido en sentido de la zona central de la vereda; no obstante, como se pudo apreciar en el diagnóstico social, y en los resultados expuestos en la [¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.](#), las viviendas en este tramo no se ven afectadas en los diferentes escenarios propuestos.

De este modo, el riesgo asociado a la inundación en este tramo, está enfocado en la estructura del puente, ya que el potencial con la que se va generando la inundación, sumado a la presencia de flujos turbulentos de remoción de masas y flujos laminares de mayor potencial (Alcántara & Castro, 2021), pueden generar un desgaste en el puente, teniendo en cuenta que al revisar el perfil longitudinal del puente, en cada período de retorno, este funge como una pantalla que retiene el flujo y disminuye la velocidad; así mismo, los materiales acumulados en las márgenes del del río pueden generar un ensanchamiento del cauce y provocar en zonas de laderas inestables derrumbes.

Gráfica 4.

Perfil longitudinal en el modelamiento de inundación para un período de retorno de 100 años

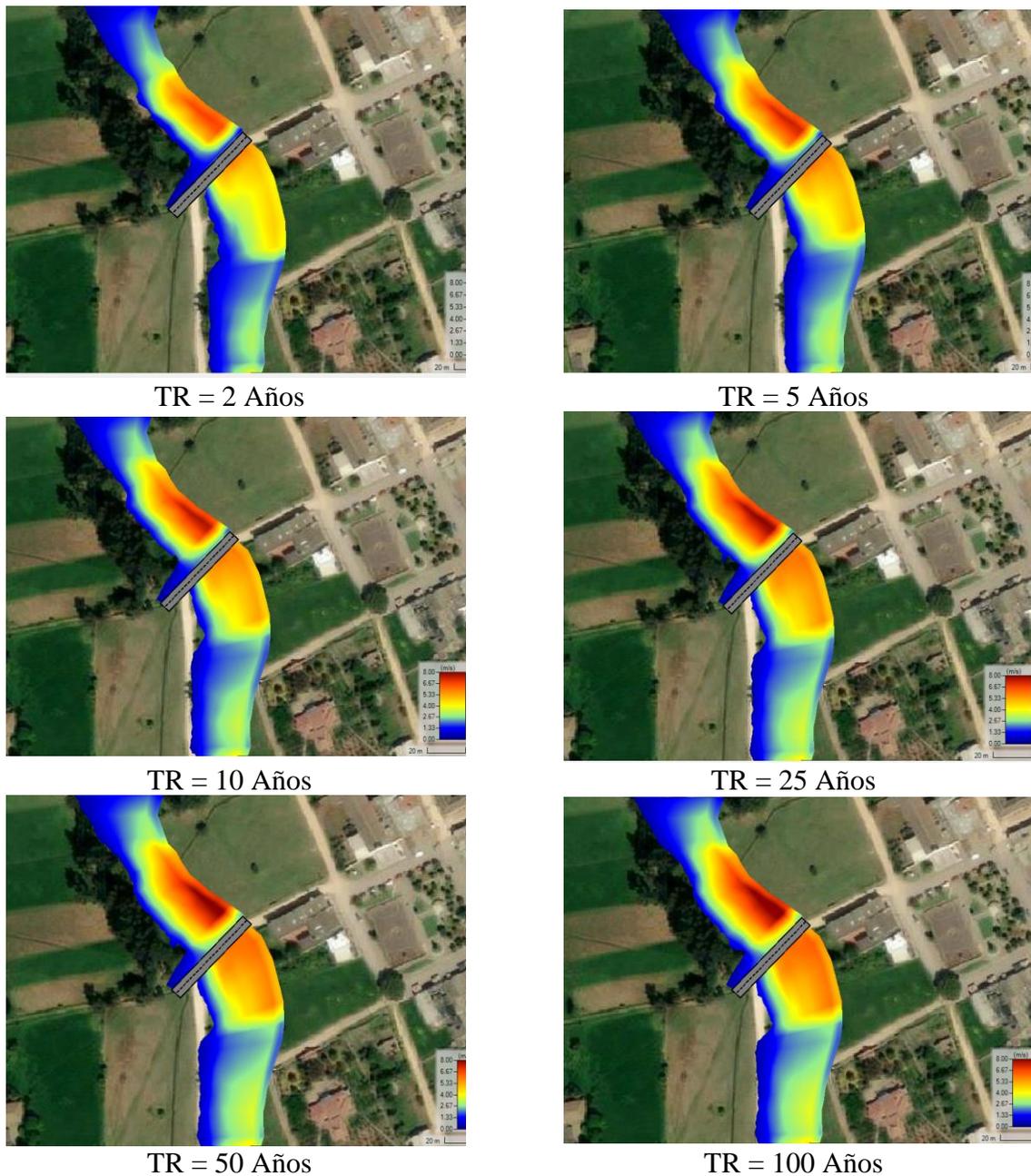


Nota: Elaboración propia por medio del software de HEC-RAS

Por lo tanto, la vulnerabilidad presente en el puente vehicular depende de diferentes componentes implicados durante el proceso de construcción como en su uso y ocupación, una mayor vulnerabilidad aumenta el riesgo de las edificaciones civiles a sufrir daños, e inclusive colapsar (González, 2014), ante la ocurrencia de eventos intensos como fenómenos de remoción en masa o inundación, afectando de esta manera la comunicación vial de la población de la vereda La Trinidad.

Ilustración 4.

Representación del modelo de inundación para los periodos de retorno analizados



Nota: Elaboración propia por medio de HEC-RAS

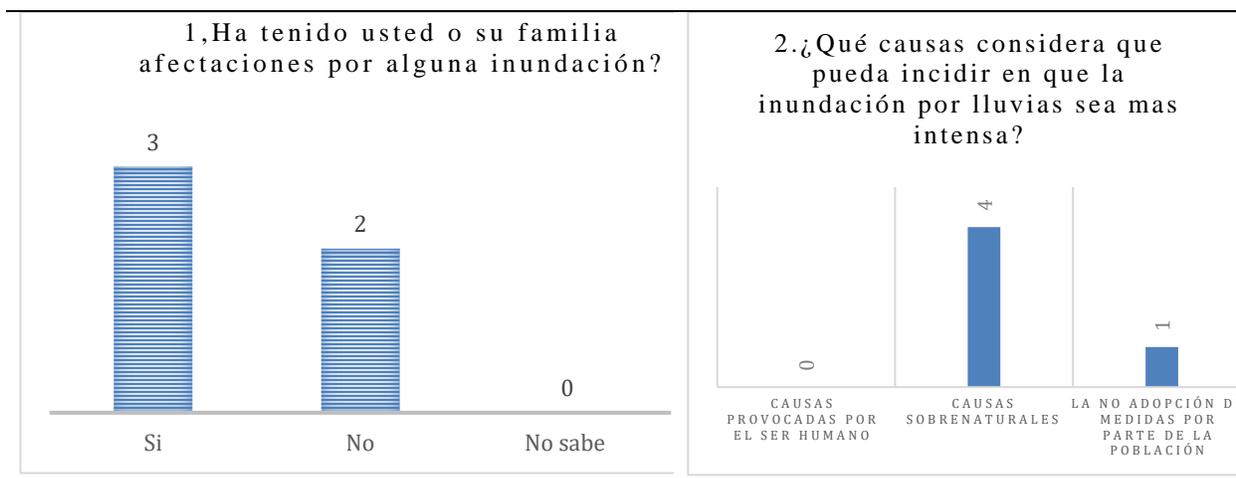
8.5 Aplicación de encuestas

Las encuestas fueron desarrolladas en las viviendas adyacentes al área de influencia del puente y del sector de objeto de estudio de acuerdo a la trascendencia de la inundación establecida en el modelo por inundación.

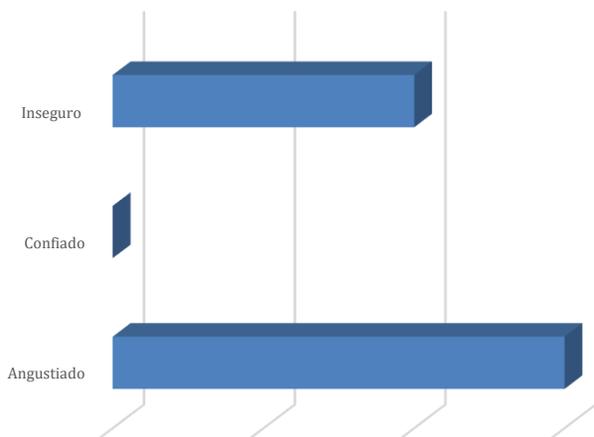
A continuación, se relacionan los resultados obtenidos:

Gráfica 5.

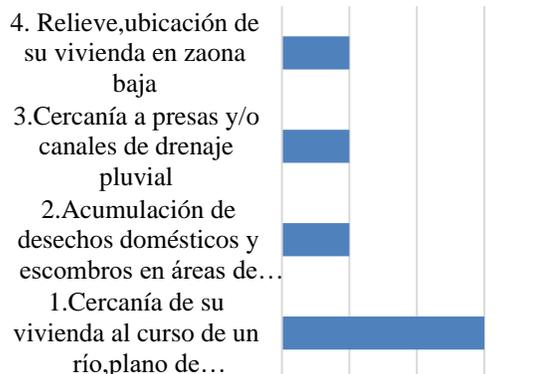
Resultados Encuestas



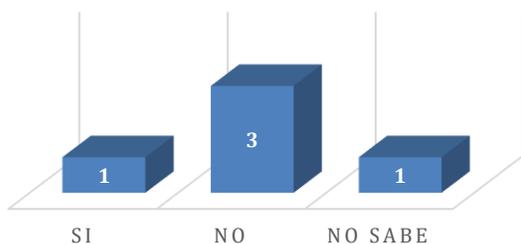
3.¿Cómo se sintió usted al enfrentar la inundación por intensas lluvias?



4.¿De los siguientes factores,¿Cuales son los que mas influyen en las posibles afectaciones que pudieran sufrir usted o su familia?



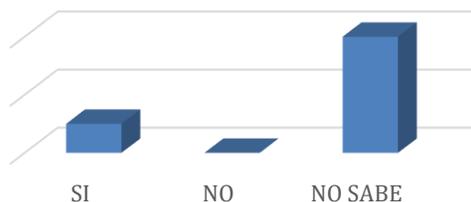
5.¿Considera que ante la evacuación de un evento de esta naturaleza,usted y su familia deben evacuar?



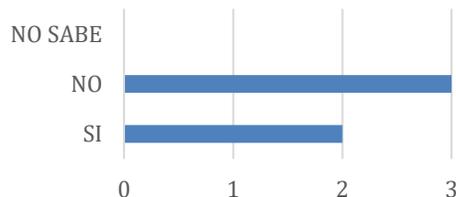
6.¿Considera que tiene conocimiento necesario para tomar las medidas adecuadas que disminuyen o mitigan los impactos de la inundación por intensas lluvias?

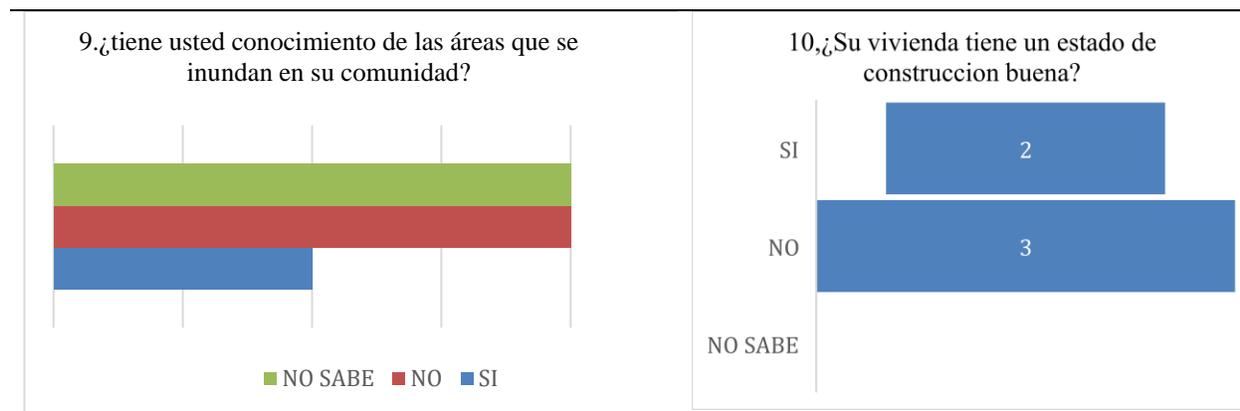


7.¿En el futuro,ante un evento de inundación por intensas lluvias¿usted actuaría de la misma forma ante esta situación?



8.¿Las autoridades competentes brindaron alguna colaboración para disminuir las afectaciones ante la inundación por intensas lluvias?





Nota: Elaboración propia con respuestas de la encuesta aplicada a la comunidad Trinidad, día 17 de septiembre del año 2022.

Por medio de visitas técnicas realizadas en la zona de estudio se evidenció que a la comunidad de la Vereda-La Trinidad Sector el Puente, no se le ha capacitado y no poseen la formación necesaria para afrontar de manera adecuada los eventos de inundación. Muchos de ellos se vieron afectados, debido al estado estructural de las viviendas el cual presenta un evidente deterioro por la exposición continua a factores ambientales y las particularidades mecánicas del material; otro aspecto a destacar es que las familias encuestadas desconocen como adoptar medidas para el riesgo, o al menos no ser tan vulnerables al mismo.

También se pudo observar el riesgo inminente al cual se encuentran expuestos los habitantes que establecen construcciones en la ronda de protección del Río, ya que no realizaron los estudios requeridos.

De las encuestas aplicadas se infiere que los habitantes de la zona de estudio desconocen cómo actuar ante un fenómeno de inundación, de tal modo puede presentarse un mayor riesgo para ellos, porque el cauce a medida de los años va ir creciendo y por tanto posiblemente ocurrir una tragedia de mayor magnitud.

La comunidad indica que las entidades de atención al riesgo no están presentes, ni toman medidas para la prevención de esta inundación, esta es una problemática presentada en años anteriores que aún no tiene solución. Según lo mencionado por estos, ocasionado porque la alcaldía ni ningún ente ha asumido la responsabilidad de brindar estudios para mejorar el curso del cauce o en su defecto disminuir el grado de vulnerabilidad por este fenómeno.

En temporadas de invierno, las entidades encargadas hacen presencia de manera instantánea y posteriormente se retiran; también existe ausencia de visitas, capacitaciones y planes para atender el riesgo por inundación que se presenta anualmente en la zona de estudio.

8.6 Formulación plan de acción

La formulación del plan de acción se realizó a través de una revisión minuciosa de la investigación y priorización de acciones establecidas por la UNGRD, estableciendo diferentes tipos de medidas que se espera sean adoptadas y desarrolladas en un tiempo de cinco años para mitigar las pérdidas económicas, ambientales de la vereda La Trinidad- Duitama sector el puente por el desbordamiento del río Surba.

Tabla 7.

Plan de acción

| Plan de acción | |
|--|---|
| Medidas de conocimiento del riesgo | <ul style="list-style-type: none"> • Realizar capacitaciones referentes a los cuidados del medio ambiente. • Capacitar a la comunidad en temas relacionados con construcción en Vereda la Trinidad-Duitama • Informar a la comunidad sobre las entidades que prestan el servicio durante las inundaciones. |
| Medidas para la advertencia del riesgo | <ul style="list-style-type: none"> • Instalar un sistema de alerta temprana para el fenómeno de inundación. • Provisionar una alarma durante la emergencia por inundación. |
| Medidas de la vulnerabilidad | <ul style="list-style-type: none"> • Crear convenios para el préstamo de maquinaria. |

| Plan de acción | |
|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Realizar inspección a las nuevas construcciones, para el cumplimiento de la norma sismorresistente. • Implementar protección comunitaria en la parte baja de la cuenca hidrográfica o zonas localizadas con riesgo de inundación. • Difundir información técnica sobre los recursos naturales asociados a las inundaciones. |
| Medidas conjuntas de amenaza y vulnerabilidad | <ul style="list-style-type: none"> • Implementar mesas de diálogo con la asociación sobre amenaza y riesgo de inundación. |

Nota: Elaboración propia guiado por planes de Gestión de Riesgo

8.6.1 Acciones para la medida de conocimiento del riesgo de inundación

Estas medidas son generadas por la falta de conocimiento de la comunidad que habita cerca al río Surba, dado que desconocen las medidas de conocimiento que deben adoptarse ante una inundación.

Tabla 8.

Medidas de conocimiento del riesgo

| Medida | Acción | Actividad |
|---------------|---|---|
| | Realizar charlas referentes a los cuidados del medio ambiente. | <ul style="list-style-type: none"> • Implementar charlas en la vereda La Trinidad-Duitama sobre las (5 R) para desarrollar un comportamiento responsable para reducir, reparar, reusar, recuperar, reciclar. • Formular una acción de trabajo integral, entre las entidades que atienden la emergencia por inundación. |
| | Capacitar a la comunidad en temas relacionados con construcción en los sectores de riesgo | <ul style="list-style-type: none"> • Priorizar los escenarios de riesgo para los estudios con mayor detalle. • Actuar en conjunto con los profesionales, para contextualizar estrategias educativas y ejercicios participativos en la comunidad de la vereda La Trinidad-Duitama para identificar y priorizar las zonas con deslizamientos. |

| Medida | Acción | Actividad |
|------------------------------------|--|---|
| Medidas de conocimiento del riesgo | Informar a la comunidad sobre las entidades que prestan el servicio durante la inundación. | <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar estrategias, planes de orientación de riesgo con la finalidad de dar información pública en la vereda La Trinidad-Duitama. • Generar orientación a la población, para que se comuniquen oportunamente con las diferentes entidades de atención de emergencias. |

8.6.2 Acciones para la medida de advertencia del riesgo

Estas medidas son generadas para brindar información a la comunidad que habita en la zona sobre la advertencia que deben tener en los eventos de inundación en la vereda La Trinidad, Duitama.

Tabla 9.

Medidas para la advertencia del riesgo

| Medida | Acción | Actividad |
|--|---|---|
| Medidas para la advertencia del riesgo | <p>Instalar un sistema de alerta temprana para el fenómeno de inundación.</p> <p>Provisionar una alarma durante la emergencia por inundación.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Instalar el sistema de estaciones automáticas, red de comunicaciones, para que el manejo de la información se genere en tiempo real. • Capacitar a la comunidad de la vereda La Trinidad, Duitama sobre el manejo del sistema de alerta temprana, y cómo deberían actuar cuando les llegue el aviso de la emergencia. • Ejecutar el proyecto de alerta temprana como prioridad para la vereda Trinidad, Duitama buscando financiación por medio de los recursos del Fondo Nacional de Gestión del Riesgo. |

8.6.3 Acciones para la medida de la vulnerabilidad

Estas medidas son generadas para que la población de la zona de estudio sector el puente de la vereda La Trinidad, Duitama conozca cómo actuar ante los fenómenos de inundación.

Tabla 10.

Medidas de reducción de la vulnerabilidad.

| Medidas | Acción | Actividad |
|---|---|--|
| Medidas de reducción de la vulnerabilidad | Crear convenios para el préstamo de maquinaria. | <ul style="list-style-type: none"> • Crear convenios con las alcaldías más cercanas a la vereda La Trinidad-Duitama, sector El Puente; donde las entidades se hagan partícipes de las actividades de limpieza y mantenimiento para el mejoramiento de las vías de la Vereda. • Realizar remoción y recolección de vegetación y basura que este colapsando las vías e impida el tránsito normal en la vereda La Trinidad-Duitama, sector El Puente. |
| | Realizar inspección a las construcciones, para el cumplimiento de la norma sismorresistente. | <ul style="list-style-type: none"> • Enviar un profesional para que evalúe la seguridad de la edificación, y el cumplimiento de la normatividad NSR-10. • Las oficinas encargadas de conceder las licencias de construcción, se abstengan de aprobar los proyectos o planes de construcción que no cumplan con la normatividad NSR-10. |
| | Implementar protección comunitaria en la parte baja de la cuenca hidrográfica o zonas localizadas con riesgo de inundación. | <ul style="list-style-type: none"> • Sensibilizar a la comunidad acerca de la protección de la cuenca y su estrecha relación con las inundaciones. • Formular planes de trabajo para el progreso de medidas comunitarias en la prevención de inundación. |
| | Difundir información técnica del estado de los recursos naturales asociados a las inundaciones | <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar campañas informativas en medios de comunicación, para que la comunidad se mantenga informada ante un posible riesgo por inundación. • Diseñar material didáctico para apoyar propuestas metodológicas enfocadas en los recursos naturales para su cuidado y preservación. |

8.6.4 Acciones para medidas conjuntas de amenaza y vulnerabilidad

Estas medidas son generadas para la comunidad de la zona de estudio sector el puente de la vereda La Trinidad-Duitama, conozca las amenazas a la que están expuestos.

Tabla 11.

Medidas conjuntas de amenaza y vulnerabilidad.

| Medida | Acción | Actividad |
|---|---|--|
| Medidas conjuntas de amenaza y vulnerabilidad | Implementar mesas de diálogo con la comunidad sobre amenaza y riesgo de inundación. | <ul style="list-style-type: none"> • Coordinación con los directivos de la alcaldía de Duitama, para tener mesas participación entre la comunidad afectada y el ente generando estrategias de mitigación. • Tener un programa de asesoría en riesgo de inundación para la comunidad de fácil acceso. • Brindar herramientas educativas de manera permanente a los líderes de la vereda sobre el tema de inundación. |

9. Conclusiones

Para llevar a cabo la investigación, se definió como zona de estudio el tramo del Puente de la vereda La Trinidad Duitama, la información recolectada fue obtenida a través de visitas técnicas realizadas y búsqueda de fuentes verídicas como artículos, tesis y bases de datos de instituciones como el IGAC, IDEAM y UNGRD. De allí se conocieron los problemas e impactos generados en la zona de estudio por eventos hidrológicos anteriores, además es notable la falta de estudios técnicos.

Por medio de las visitas técnicas realizadas en el sector del puente de la Vereda – La Trinidad, se identificaron los principales componentes de riesgo en la zona, destacándose la construcción de viviendas a una distancia mínima de la orilla del río Surba, lo que ocasiona una amenaza constante; en el estudio climatológico se observa que en los meses de mayo y octubre los valores de precipitación son altos lo que significa un aumento en el nivel del río que podría originar en estos periodos inundaciones afectando a dicha población.

Por medio de los softwares ArcGIS se georreferenció la zona de estudio, posteriormente en HEC RAS se realizó la modelación de riesgo de inundación, evidenciando que para los distintos periodos de retornos no se presenta riesgos en las viviendas, si no en las vías aledañas al río, afectando a la población en el paso tanto vehicular y peatonal de este sector.

El plan de acción se elaboró con base a la priorización de medidas que establece la UNGRD formulando acciones para conocimiento y advertencia del riesgo, reducción de la vulnerabilidad, y control de amenaza y vulnerabilidad. Por ello la ejecución del mismo, se fijó en

un período de 5 años teniendo en cuenta el riesgo y vulnerabilidad de las cinco familias que viven cerca a este puente el cual se espera sea implementado por las entidades responsables.

10. Recomendaciones

Es importante evidenciar el riesgo de inundación presentado en este sector del puente en la Vereda- la Trinidad, por lo cual es recomendable que las edificaciones sean construidas teniendo en cuenta el Reglamento Técnico Colombiano Sismo resistente (NSR-10) y otras disposiciones legales.

Es necesario la capacitación de la población para futuros eventos de inundación, en cuanto al saber actuar y hacer. Adicionalmente algunas medidas de mitigación del plan de riesgo a la inundación están sujetas a políticas locales y regionales, debido que para la construcción de gaviones y mantenimiento en la infraestructura pública es decisión del ente gubernamental.

Para mejorar la medición del caudal en el tramo del puente en la Vereda La Trinidad seleccionado en el sector el puente, es recomendable utilizar otros medidores de caudal, que permitan tener resultados más certeros, como por ejemplo un correntómetro y trazadores químicos, entre otros.

En posteriores investigaciones utilizar la aplicación de un modelo hidrológico acorde al tamaño de la cuenca de acuerdo con la literatura y las buenas prácticas de ingeniería, ya que en el presente estudio para considerar fenómenos extremos se trabajó con el modelo artimético.

11. Bibliografía

Aldo Stephano. (2018, march 10). *¿para qué sirve hec-ras? – arcux*. <https://arcux.net/blog/hec-ras-software/>

Arc-GIS resources. (2022, September 20). *¿qué es Arc-GIS? / Arc-GIS resource center*.
<https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>

Caracol Tunja. (2017, march 1). *caos en Duitama por fuertes lluvias: caos en Duitama por fuertes lluvias / Tunja / Caracol radio*.
https://Caracol.com.co/emisora/2017/03/01/Tunja/1488371654_558889.html

Caracol Tunja. (2021, April 14). *alerta naranja Duitama Boyacá lluvias temporada inundaciones alerta naranja en Duitama por inundaciones en temporada de lluvias: alerta naranja en Duitama por inundaciones en temporada de lluvias*.
https://caracol.com.co/emisora/2021/04/14/tunja/1618430416_948874.html

Caracol Tunja. (2022, august 6). *distrito destinará \$ 1.000 millones para apoyar a recicladores de la ciudad*. <https://caracol.com.co/2022/10/13/distrito-destinara-1000-millones-para-apoyar-a-recicladores-de-la-ciudad/>

Cesar Eduardo carrera Saavedra. (2016, may 24). *capítulo 6 hidrograma*.
<https://es.slideshare.net/angelaroquipa/capitulo-6-hidrograma>

enciclopedia etecé. (2013). *concepto de riesgo - tipos, prevención, diferencia con el peligro*.
<https://concepto.de/riesgo/#ixzz7iryntgmy>

Estupiñan Pedraza Lorena Andrea. (2014, September 15). *panorámica de la provincia en Boyacá: unidad territorial, histórica y funcional de planificación en la gestión del*

desarrollo regional endógeno, 2004-2011 | apuntes de cenas.

<https://revistas.uptc.edu.co/index.php/cenes/article/view/3106/5114>

Gobernación de Boyacá. (2022, August). *Boyacá - Gobernación de Boyacá.*

<https://www.Boyaca.gov.co/>

IDEAM. (2011). *memoria descriptiva mapas de inundación departamento del atlántico.* 12–27.

www.ideam.gov.cowww.ideam.gov.co

José Lozano picón, r., Gonzalo Murcia García, u., fotografías la caratula Néstor javier Martínez -

IDEAM Uriel Gonzalo Murcia, s. de, Jorge Luis Ceballos Liévano -IDEAM, s., & Cristina

Mayorga Ulloa -IDEAM diseño diagramación Víctor Manuel Riveros Lemus, n. y. (2010).

Carlos costa posada ministro de ambiente, vivienda y desarrollo territorial Claudia

Patricia Mora Pineda viceministra de ambiente editores Néstor Javier Martínez Ardila-

IDEAM publicación aprobada por el comité de comunicaciones y publicaciones del

IDEAM.

[https://www.researchgate.net/publication/303960063_leyenda_nacional_de_coberturas_de_](https://www.researchgate.net/publication/303960063_leyenda_nacional_de_coberturas_de_la_tierra_metodologia_corine_land_cover_adaptada_para_Colombia_escala_1100000)

[la_tierra_metodologia_corine_land_cover_adaptada_para_Colombia_escala_1100000](https://www.researchgate.net/publication/303960063_leyenda_nacional_de_coberturas_de_la_tierra_metodologia_corine_land_cover_adaptada_para_Colombia_escala_1100000)

ley 1523. (2012, april 24). *ley 1523.*

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=47141>

Millan, p. r., Alberto, e., Moreno, s., Carlos, j., Martín, m., de educación, s., Fernando, o.,

Blanco, b., Lozano, m. m., delegada en Bogotá, s., Rodriguez, z., & Privada, s. (2011).

gabinete Departamental 2011 José Rozo Millán Gobernador Departamento de Boyacá

secretarios del despacho gubernamental Luz Aida Ballesteros Valencia secretaria de

desarrollo humano José Ricardo Bautista Pamplona secretaria de cultura y turismo Rafael

Humberto Rosas Caro secretaria de hacienda Yully Maribel Figueredo meneses secretaria de participación y democracia Alexandra Forero Quiñones secretaria de fomento agropecuario. 10–38.

Noticias ONU. (2021, July 22). *sequías, tormentas e inundaciones: el agua y el cambio climático dominan la lista de desastres / noticias onu*. <https://news.un.org/es/story/2021/07/1494632>

Romero Herrera Jorge. (2022, April 18). *defensoría alerta por reclutamiento forzado de menores en Antioquia y Córdoba*. <https://www.wradio.com.co/2022/10/13/defensoria-alerta-por-reclutamiento-forzado-de-menores-en-Antioquia-y-Cordoba/>

Siete7Días. (2022, April 16). *Río Surba se creció y provocó emergencia en la vereda La Trinidad en Duitama – Boyacá 7 días*. <https://boyaca7dias.com.co/2022/04/16/rio-surba-se-crecio-y-provoco-emergencia-en-la-vereda-La-Trinidad-en-Duitama/>

UNGRD. (2020). *boletín n° 091 ¿cuál es el riesgo por inundaciones en Colombia?* 1–6.
<http://fews.ideam.gov.co/Colombia/mapaestacionesColombiaestado.html>

12. Anexos

Ilustración 5.

Plan de acción de mitigar por los efectos generados por inundaciones en la comunidad.

| Medidas de Mitigación | Actividades | Como | METAS | | | | | Indicador de cumplimiento | Costo estimado | Responsable |
|-----------------------|---|--|-------|------|------|------|------|---------------------------------------|----------------|--|
| | | | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | | | |
| Medidas | Realizar charlas referentes a los cuidados del medio ambiente | Mediante la preparación de charlas en los colegios, sobre la amenaza de inundación en el sector del puente la Vereda-La Trinidad | x | x | x | x | x | Capacitaciones realizadas | 6000000 | Urbaser Duitama-Cruz Roja unidad Municipal Duitama |
| | Capacitar a la comunidad en temas relacionados con construcción en sectores de riesgo | Por medio de estudios previos en los terrenos, se identificará si presentan riesgo de inundación | x | | | | | Estudios técnicos realizadas | 7000000 | Urbaser Duitama-Cruz Roja unidad Municipal Duitama |
| | Informar a la comunidad sobre las entidades que prestan servicio | Facilitando los números de emergencia y dando a conocer | x | x | x | x | x | Información a la comunidad realizadas | 1000000 | Alcaldía Municipal de Duitama en Boyacá |

| Medidas de Mitigación | Actividades | Como | METAS | | | | | Indicador de cumplimiento | Costo estimado | Responsable |
|--|--|---|-------|------|------|------|------|--|----------------|--|
| | | | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | | | |
| | durante la inundación | las áreas de mayor riesgo | | | | | | | | |
| Medidas para la advertencia del riesgo | Instalar un sistema de alerta temprana para el fenómeno de inundación | Implementar un sistema de comunicación con las familias afectadas | x | x | x | x | x | Número de sistemas de comunicación implementados | 2900000 | Alcaldía Municipal de Duitama en Boyacá |
| | Provisionar una alarma durante la emergencia por inundación | Instalación de la alarma en la comunidad para dar aviso de la emergencia | x | x | x | x | | Número de Alarmas instaladas | 1675000 | Alcaldía Municipal de Duitama en Boyacá |
| Medidas de reducción de la vulnerabilidad | Difundir información técnica del estado de los recursos naturales asociados a las inundaciones | Desarrollar campañas informativas para la comunidad | x | x | x | x | x | Número de campañas realizadas | 7000000 | Alcaldía Municipal de Duitama en Boyacá |
| | Crear convenios para el préstamo de maquinaria | Crear convenios con alcaldías cercanas para el préstamo de maquinaria, para remover elementos pesados de las vías | x | x | x | x | x | Número de convenios realizados | 126975840 | Alcaldía Municipal de Duitama en Boyacá, Alcaldía de paipa |

| Medidas de Mitigación | Actividades | Como | METAS | | | | | Indicador de cumplimiento | Costo estimado | Responsable |
|--|--|---|-------|------|------|------|------|--|----------------|--|
| | | | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | | | |
| | Realizar inspección a las construcciones, para el cumplimiento de la norma sismorresistente | Realizar supervisiones técnicas las construcciones, para dar cumplimiento de la NSR 10 | x | x | x | x | x | Número de inspecciones realizadas | 5000000 | Alcaldía Municipal de Duitama en Boyacá |
| | Implementar protección comunitaria en la parte baja de la cuenca hidrográfica o zonas localizadas con riesgo de inundación | Por medio de jornadas de ornato realizadas por la alcaldía de Duitama en la parte baja de la cuenca hidrográfica | x | | x | | x | Número de jornadas de ornato | 3,000,000 | Alcaldía Municipal de Duitama en Boyacá |
| Medidas conjuntas de amenaza y vulnerabilidad | Implementar mesas de diálogo con la comunidad sobre amenaza y riesgo de inundación | Realizar una mesa de dialogo con las personas damnificadas por el riesgo de inundación y los entes encargados para buscar soluciones respecto a las problemáticas generadas | x | x | x | x | x | Número de mesas de diálogo implementadas | 2,000,000 | Urbaser Duitama-Cruz Roja unidad Municipal Duitama |

Ilustración 6.

Evidencia fotográfica





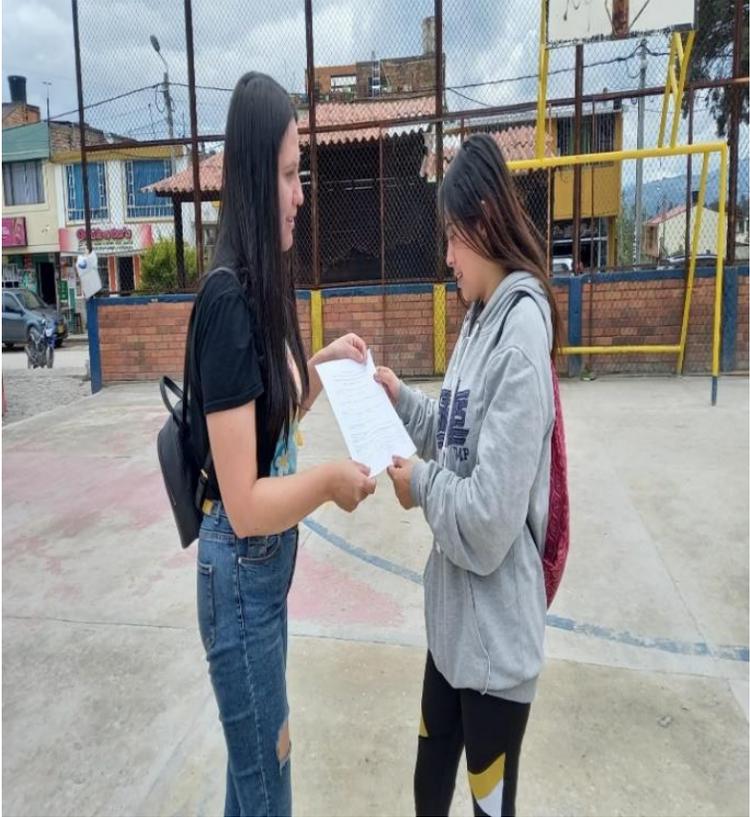


Ilustración 7.

Encuestas realizadas a la comunidad Vereda- La Trinidad

PROYECTO DE GRADO
ENCUESTA DEL PLAN DE ACCIÓN PARA MITIGAR LOS RIESGOS
OCASIONADOS POR INUNDACIÓN EN EL SECTOR DEL PUENTE DE LA
VEREDA LA TRINIDAD DUITAMA

1. ¿Ha tenido usted o su familia afectaciones por alguna inundación?
Debe marcar una opción

SI NO NO SABE

2. ¿Qué causas considera usted pueden incidir en que la inundación por lluvias sea más intensa?

| | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---|
| Causas provocadas por el ser humano | Causas sobrenaturales | La no adopción de medidas por parte de la población |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

3. ¿Cómo se sintió usted al enfrentar la inundación por intensas lluvias?

Angustiado Confiado Inseguro

4. De los siguientes factores, ¿cuáles son los que más influyen en las posibles afectaciones que pudieran sufrir usted y su familia?

| | |
|---|--|
| RELIEVE, UBICACIÓN DE SU VIVIENDA EN UNA ZONA BAJA | CONSTRUCCIONES Y/O MODIFICACIONES ARQUITECTÓNICAS QUE MAXIMIZAN LA INTENSIDAD DE LA INUNDACIÓN |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| CERCANÍA DE SU VIVIENDA AL CURSO DE UN RÍO, PLANO DE INUNDACIÓN O ANTIGUO CAUCE DE UN RÍO | MAL ESTADO DE LA VIVIENDA |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| CERCANÍA A PRESAS Y/O CANALES DE DRENAJE PLUVIAL | CARENCIA O DIFICULTADES CON EL ABASTO DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| CERCANÍA A ZONA COSTERA | ACUMULACIÓN DE DESECHOS DOMÉSTICOS Y ESCOMBROS EN ÁREAS DE LA COMUNIDAD |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ESTADO DE REDES DE DRENAJE PLUVIAL (INEXISTENTES, INSUFICIENTES, TUPIDAS) | ESTADO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO (INEXISTENTES, INSUFICIENTES, TUPIDAS) |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| LOS HOMBRES NO COOPERAN EN LA HIGIENIZACIÓN | LAS MUJERES NO COOPERAN EN LA HIGIENIZACIÓN |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

5. ¿Considera que, ante la ocurrencia de un evento de esta naturaleza, usted y su familia deben evacuar?

SI NO NO SABE

6. ¿Considera que tiene conocimiento necesario para tomar las medidas adecuadas que disminuyan o mitiguen los impactos de la inundación por intensas lluvias?

SI NO NO SABE

7. En el futuro, ante un evento de inundación por intensas lluvias ¿usted actuaría de la misma forma ante esta situación?

SI NO NO SABE

8. ¿Las autoridades competentes brindaron alguna colaboración para disminuir las afectaciones ante la inundación por intensas lluvias?

SI NO NO SABE

9. ¿Tiene usted conocimiento de las áreas que se inundan en su comunidad?

SI NO NO SABE

10. ¿Su vivienda tiene un estado de construcción buena?

SI NO NO SABE

PROYECTO DE GRADO
ENCUESTA DEL PLAN DE ACCIÓN PARA MITIGAR LOS RIESGOS
OCASIONADOS POR INUNDACIÓN EN EL SECTOR DEL PUENTE DE LA
VEREDA LA TRINIDAD DUITAMA

1. ¿Ha tenido usted o su familia afectaciones por alguna inundación?
Debe marcar una opción

SI NO NO SABE

2. ¿Qué causas considera usted pueden incidir en que la inundación por lluvias sea más intensa?

| | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---|
| Causas provocadas por el ser humano | Causas sobrenaturales | La no adopción de medidas por parte de la población |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

3. ¿Cómo se sintió usted al enfrentar la inundación por intensas lluvias?
Angustiado Confiado Inseguro

4. De los siguientes factores, ¿cuáles son los que más influyen en las posibles afectaciones que pudieran sufrir usted y su familia?

| | | | |
|---|-------------------------------------|--|-------------------------------------|
| RELIEVE, UBICACIÓN DE SU VIVIENDA EN UNA ZONA BAJA | <input checked="" type="checkbox"/> | CONSTRUCCIONES Y/O MODIFICACIONES ARQUITECTÓNICAS QUE MAXIMIZAN LA INTENSIDAD DE LA INUNDACIÓN | <input type="checkbox"/> |
| CERCANÍA DE SU VIVIENDA AL CURSO DE UN RÍO; PLANO DE INUNDACIÓN O ANTIGUO CAUCE DE UN RÍO | <input type="checkbox"/> | MAL ESTADO DE LA VIVIENDA | <input checked="" type="checkbox"/> |
| CERCANÍA A PRESAS Y/O CANALES DE DRENAJE PLUVIAL | <input type="checkbox"/> | CARENCIA O DIFICULTADES CON EL ABASTO DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO | <input type="checkbox"/> |
| CERCANÍA A ZONA COSTERA | <input type="checkbox"/> | ACUMULACIÓN DE DESECHOS DOMÉSTICOS Y ESCOMBROS EN ÁREAS DE LA COMUNIDAD | <input type="checkbox"/> |
| ESTADO DE REDES DE DRENAJE PLUVIAL (INEXISTENTES, INSUFICIENTES, TUPIDAS) | <input type="checkbox"/> | ESTADO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO (INEXISTENTES, INSUFICIENTES, TUPIDAS) | <input type="checkbox"/> |
| LOS HOMBRES NO COOPERAN EN LA HIGIENIZACIÓN | <input type="checkbox"/> | LAS MUJERES NO COOPERAN EN LA HIGIENIZACIÓN | <input type="checkbox"/> |

5. ¿Considera que, ante la ocurrencia de un evento de esta naturaleza, usted y su familia deben evacuar?

SI NO NO SABE

6. ¿Considera que tiene conocimiento necesario para tomar las medidas adecuadas que disminuyan o mitiguen los impactos de la inundación por intensas lluvias?

SI NO NO SABE

7. En el futuro, ante un evento de inundación por intensas lluvias ¿usted actuaría de la misma forma ante esta situación?

SI NO NO SABE

8. ¿Las autoridades competentes brindaron alguna colaboración para disminuir las afectaciones ante la inundación por intensas lluvias?

SI NO NO SABE

9. ¿Tiene usted conocimiento de las áreas que se inundan en su comunidad?

SI NO NO SABE

10. ¿Su vivienda tiene un estado de construcción buena?

SI NO NO SABE

PROYECTO DE GRADO
ENCUESTA DEL PLAN DE ACCIÓN PARA MITIGAR LOS RIESGOS
OCASIONADOS POR INUNDACIÓN EN EL SECTOR DEL PUENTE DE LA
VEREDA LA TRINIDAD DUITAMA

1. ¿Ha tenido usted o su familia afectaciones por alguna inundación?
Debe marcar una opción

SI NO NO SABE

2. ¿Qué causas considera usted pueden incidir en que la inundación por lluvias sea más intensa?

| | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---|
| Causas provocadas por el ser humano | Causas sobrenaturales | La no adopción de medidas por parte de la población |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

3. ¿Cómo se sintió usted al enfrentar la inundación por intensas lluvias?
Angustiado Confiado Inseguro

4. De los siguientes factores, ¿cuáles son los que más influyen en las posibles afectaciones que pudieran sufrir usted y su familia?

| | |
|---|--|
| RELIEVE, UBICACIÓN DE SU VIVIENDA EN UNA ZONA BAJA | CONSTRUCCIONES Y/O MODIFICACIONES ARQUITECTÓNICAS QUE MAXIMIZAN LA INTENSIDAD DE LA INUNDACIÓN |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| CERCANÍA DE SU VIVIENDA AL CURSO DE UN RÍO; PLANO DE INUNDACIÓN O ANTIGUO CAUCE DE UN RÍO | MAL ESTADO DE LA VIVIENDA |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| CERCANÍA A PRESAS Y/O CANALES DE DRENAJE PLUVIAL | CARENCIA O DIFICULTADES CON EL ABASTO DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| CERCANÍA A ZONA COSTERA | ACUMULACIÓN DE DESECHOS DOMÉSTICOS Y ESCOMBROS EN ÁREAS DE LA COMUNIDAD |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ESTADO DE REDES DE DRENAJE PLUVIAL (INEXISTENTES, INSUFICIENTES, TUPIDAS) | ESTADO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO (INEXISTENTES, INSUFICIENTES, TUPIDAS) |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| LOS HOMBRES NO COOPERAN EN LA HIGIENIZACIÓN | LAS MUJERES NO COOPERAN EN LA HIGIENIZACIÓN |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

5. ¿Considera que, ante la ocurrencia de un evento de esta naturaleza, usted y su familia deben evacuar?
SI NO NO SABE

6. ¿Considera que tiene conocimiento necesario para tomar las medidas adecuadas que disminuyan o mitiguen los impactos de la inundación por intensas lluvias?
SI NO NO SABE

7. En el futuro, ante un evento de inundación por intensas lluvias ¿usted actuaría de la misma forma ante esta situación?
SI NO NO SABE

8. ¿Las autoridades competentes brindaron alguna colaboración para disminuir las afectaciones ante la inundación por intensas lluvias?
SI NO NO SABE

9. ¿Tiene usted conocimiento de las áreas que se inundan en su comunidad?
SI NO NO SABE

10. ¿Su vivienda tiene un estado de construcción buena?
SI NO NO SABE

PROYECTO DE GRADO
ENCUESTA DEL PLAN DE ACCIÓN PARA MITIGAR LOS RIESGOS
OCASIONADOS POR INUNDACIÓN EN EL SECTOR DEL PUENTE DE LA
VEREDA LA TRINIDAD DUITAMA

1. ¿Ha tenido usted o su familia afectaciones por alguna inundación?
Debe marcar una opción

SI NO NO SABE

2. ¿Qué causas considera usted pueden incidir en que la inundación por lluvias sea más intensa?

| | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---|
| Causas provocadas por el ser humano | Causas sobrenaturales | La no adopción de medidas por parte de la población |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

3. ¿Cómo se sintió usted al enfrentar la inundación por intensas lluvias?
Angustiado Confiado Inseguro

4. De los siguientes factores, ¿cuáles son los que más influyen en las posibles afectaciones que pudieran sufrir usted y su familia?

| | |
|---|--|
| RELIEVE, UBICACIÓN DE SU VIVIENDA EN UNA ZONA BAJA | CONSTRUCCIONES Y/O MODIFICACIONES ARQUITECTÓNICAS QUE MAXIMIZAN LA INTENSIDAD DE LA INUNDACIÓN |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| CERCANÍA DE SU VIVIENDA AL CURSO DE UN RÍO/ PLANO DE INUNDACIÓN O ANTIGUO CAUCE DE UN RÍO | MAL ESTADO DE LA VIVIENDA |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| CERCANÍA A PRESAS Y/O CANALES DE DRENAJE PLUVIAL | CARENCIA O DIFICULTADES CON EL ABASTO DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| CERCANÍA A ZONA COSTERA | ACUMULACIÓN DE DESECHOS DOMÉSTICOS Y ESCOMBROS EN ÁREAS DE LA COMUNIDAD |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| ESTADO DE REDES DE DRENAJE PLUVIAL (INEXISTENTES, INSUFICIENTES, TUPIDAS) | ESTADO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO (INEXISTENTES, INSUFICIENTES, TUPIDAS) |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| LOS HOMBRES NO COOPERAN EN LA HIGIENIZACIÓN | LAS MUJERES NO COOPERAN EN LA HIGIENIZACIÓN |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

5. ¿Considera que, ante la ocurrencia de un evento de esta naturaleza, usted y su familia deben evacuar?
SI NO NO SABE

6. ¿Considera que tiene conocimiento necesario para tomar las medidas adecuadas que disminuyan o mitiguen los impactos de la inundación por intensas lluvias?
SI NO NO SABE

7. En el futuro, ante un evento de inundación por intensas lluvias ¿usted actuaría de la misma forma ante esta situación?
SI NO NO SABE

8. ¿Las autoridades competentes brindaron alguna colaboración para disminuir las afectaciones ante la inundación por intensas lluvias?
SI NO NO SABE

9. ¿Tiene usted conocimiento de las áreas que se inundan en su comunidad?
SI NO NO SABE

10. ¿Su vivienda tiene un estado de construcción buena?
SI NO NO SABE

PROYECTO DE GRADO
ENCUESTA DEL PLAN DE ACCIÓN PARA MITIGAR LOS RIESGOS
OCASIONADOS POR INUNDACIÓN EN EL SECTOR DEL PUENTE DE LA
VEREDA LA TRINIDAD DUITAMA

1. ¿Ha tenido usted o su familia afectaciones por alguna inundación?
Debe marcar una opción

SI NO NO SABE

2. ¿Qué causas considera usted pueden incidir en que la inundación por lluvias sea más intensa?

| | | |
|-------------------------------------|--------------------------|---|
| Causas provocadas por el ser humano | Causas sobrenaturales | La no adopción de medidas por parte de la población |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

3. ¿Cómo se sintió usted al enfrentar la inundación por intensas lluvias?
Angustiado Confiado Inseguro

4. De los siguientes factores, ¿cuáles son los que más influyen en las posibles afectaciones que pudieran sufrir usted y su familia?

| | |
|---|--|
| RELIEVE, UBICACIÓN DE SU VIVIENDA EN UNA ZONA BAJA | CONSTRUCCIONES Y/O MODIFICACIONES ARQUITECTÓNICAS QUE MAXIMIZAN LA INTENSIDAD DE LA INUNDACIÓN |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| CERCANÍA DE SU VIVIENDA AL CURSO DE UN RÍO, PLANO DE INUNDACIÓN O ANTIGUO CAUCE DE UN RÍO | MAL ESTADO DE LA VIVIENDA |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| CERCANÍA A PRESAS Y/O CANALES DE DRENAJE PLUVIAL | CARENCIA O DIFICULTADES CON EL ABASTO DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| CERCANÍA A ZONA COSTERA | ACUMULACIÓN DE DESECHOS DOMÉSTICOS Y ESCOMBROS EN ÁREAS DE LA COMUNIDAD |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| ESTADO DE REDES DE DRENAJE PLUVIAL (INEXISTENTES, INSUFICIENTES, TUPIDAS) | ESTADO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO (INEXISTENTES, INSUFICIENTES, TUPIDAS) |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| LOS HOMBRES NO COOPERAN EN LA HIGIENIZACIÓN | LAS MUJERES NO COOPERAN EN LA HIGIENIZACIÓN |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

5. ¿Considera que, ante la ocurrencia de un evento de esta naturaleza, usted y su familia deben evacuar?
SI NO NO SABE

6. ¿Considera que tiene conocimiento necesario para tomar las medidas adecuadas que disminuyan o mitiguen los impactos de la inundación por intensas lluvias?
SI NO NO SABE

7. En el futuro, ante un evento de inundación por intensas lluvias ¿usted actuaría de la misma forma ante esta situación?
SI NO NO SABE

8. ¿Las autoridades competentes brindaron alguna colaboración para disminuir las afectaciones ante la inundación por intensas lluvias?
SI NO NO SABE

9. ¿Tiene usted conocimiento de las áreas que se inundan en su comunidad?
SI NO NO SABE

10. ¿Su vivienda tiene un estado de construcción buena?
SI NO NO SABE