



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO**

**ESCUELA ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL  
RIESGO**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERIA EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL  
RIESGO**

**TEMA**

**VULNERABILIDAD FÍSICA DE LAS POBLACIONES EXPUESTAS ANTE EL  
POSIBLE COLAPSO DEL EMBALSE CHIQUIURCO DEL CANTÓN AMBATO,  
PROVINCIA DE TUNGURAHUA. PERIODO MAYO- SEPTIEMBRE 2023**

**AUTOR(ES)**

**DANIELA ELIZABETH CARRERA BELTRÁN**

**JOHANNA STEFANIA FLORES JURADO**

**TUTOR(A)**

**ARQ. CESAR PAZMIÑO**

**GUARANDA-ECUADOR**

**MAYO 2023 – SEPTIEMBRE 2023**

## II. CERTIFICACIÓN DEL TUTOR



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO

CARRERA ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO

### **CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO, EMITIDO POR EL TUTOR**

Guaranda, 6 de mayo del 2024

El suscrito Arq. César Pazmiño Zabala, en calidad de Docente - Tutor del trabajo de investigación de Pre Grado la carrera de Ingeniería en Administración para desastres y Gestión del Riesgo de la Universidad estatal de Bolívar.

#### **CERTIFICA:**

Que el proyecto de investigación titulado “**VULNERABILIDAD FÍSICA DE LAS POBLACIONES EXPUESTAS ANTE EL POSIBLE COLAPSO DEL EMBALSE CHIQUIURCO DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA. PERIODO MAYO- SEPTIEMBRE 2023**” realizado por las estudiantes: Daniela Elizabeth Carrera Beltrán y Johanna Stefania Flores Jurado, ha sido debidamente revisado e incorporado las observaciones realizadas durante las asesorías; en la virtud, autorizo su presentación para la aprobación respectiva de acuerdo al reglamento de la Universidad.

Es todo en cuento puedo certificar en honor a verdad, facultando a los interesados dar al presente documento el uso legal que estimen conveniente.



Arq. César Pazmiño Zabala

**TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE GRADO**

**DERECHOS DE AUTOR**

Yo/nosotros Daniela Elizabeth Carrera Beltrán y Johanna Stefania Flores Jurado portador/res de la Cédula de Identidad No 1804929568 y 1717785396 en calidad de autor/res y titular / es de los derechos morales y patrimoniales del Trabajo de Titulación: "VULNERABILIDAD FÍSICA DE LAS POBLACIONES EXPUESTAS ANTE EL POSIBLE COLAPSO DEL EMBALSE CHIQUIURCO DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA. PERIODO MAYO-SEPTIEMBRE 2023"

modalidad presencial, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, concedemos a favor de la Universidad Estatal de Bolívar, una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservamos a mi/nuestro favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo/autorizamos a la Universidad Estatal de Bolívar, para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Digital, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Los autores declaran que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

  
Daniela Elizabeth Carrera Beltrán

  
Johanna Stefania Flores Jurado

### III. DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mi madre Wilma Beltrán y a mi tía Martha Beltrán que es como mi segunda madre, han sido mi motor para seguir adelante, gracias por todo su amor y por todo el esfuerzo que han realizado, para que pueda terminar una nueva etapa en mi vida, sin ustedes no podría alcanzar mis objetivos, son mi mayor inspiración.

A mi hermana María Miranda que siempre me apoyado incondicionalmente, es mi mayor ejemplo a seguir, quiero agradecerte por siempre estar a mi lado en todo momento y nunca dejarme caer.

A mis abuelitos José Beltrán y Adriana Carrera (QEPD), que siempre estuvieron a mi lado con todo su amor y apoyo incondicional, por nunca dejarme sola y cuidarme con tanto amor me enseñaron hacer una buena persona ya que siempre me inculcaron buenos valores, sé que siempre me estarán cuidando como lo hicieron cuando estuvieron a mi lado.

Quiero agradecer a mi mejor amigo Diego Sánchez que siempre estuvo a mi lado desde el inicio hasta el fin de mi carrera siendo un gran apoyo.

A mi amiga y compañera de tesis Johanna Flores por el apoyo condicional para poder culminar con este trabajo.

Daniela Elizabeth Carrera Beltrán

A mis abuelitos, a mi mamá, a mi tía, que siempre me apoyaron sin importar el tiempo o las adversidades que se presentaron, su presencia siempre me acompañó en el transcurso de mi vida universitaria, quienes nunca dejaron de creer en mí y siempre me apoyaron en cada decisión que tome.

A mis amigos y compañeros de carrera que han estado en las buenas y en las malas, en especial a mi amiga y compañera de tesis Daniela Carrera por brindarme su mano y apoyo incondicional para poder terminar con éxito este trabajo.

Johanna Stefania Flores Jurado



#### **IV. AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a las personas e instituciones y nuestros tutores que contribuyeron a la realización de esta tesis.

En primer lugar, quiero agradecer al Arq. César Pazmiño por toda la paciencia y sabiduría a lo largo de este proceso, donde nos supo guiar y por el apoyo constante para la realización de esta tesis.

Agradezco a la familia Jarrin, Rosanita y Jhuly por ser nuestra segunda familia en Guaranda por todo el amor y apoyo incondicional que han tenido para nosotras, siempre estaremos agradecidas por abrirnos las puertas de su casa y hacernos parte de su familia.

Daniela Elizabeth Carrera Beltrán

Agradezco de nuevo a mi familia que, con mucha devoción y entrega, me inspiraron para continuar cuando las cosas se complicaban.

A todas las personas que en algún momento me abrieron las puertas de su hogar, en especial a la familia Jarrin, recalcando a Rosana y Jhulya Jarrin que siempre estuvieron pendientes de mi bienestar, gracias.

A mi tutor el Arq. Cesar Pazmiño por la paciencia, y consejos brindados para poder culminar con éxito la carrera.

Finalmente, a todas las personas que han sido parte de mi proceso como profesional.

Johanna Stefania Flores Jurado

## **V. TEMA**

“Vulnerabilidad física de las poblaciones expuestas ante el posible colapso del embalse Chiquiurco del cantón Ambato, provincia de Tungurahua. Periodo mayo- septiembre 2023”

**INDICE**

II. CERTIFICACIÓN DEL TUTOR .....	II
III. DEDICATORIA .....	III
IV. AGRADECIMIENTO.....	IV
V. TEMA.....	V
VII. ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
VIII. ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
IX. ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	IX
X. RESUMEN EJECUTIVO.....	X
XV INTRODUCCIÓN.....	XI
CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA .....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.1.1. Formulación del Problema .....	2
1.2. OBJETIVOS.....	3
1.2.1. Objetivo General.....	3
1.2.2. Objetivos Específicos.....	3
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	4
1.1. LIMITACIONES .....	5
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. MACO REFERENCIAL.....	6
2.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	7
2.3. BASES TEÓRICAS.....	8
2.3.1. Embalse .....	8
2.3.2. Software HEC-RAS.....	13
2.3.3. Precipitación.....	14
2.3.4. Inundación.....	14
2.3.5. Escala .....	14
2.3.6. Estratigrafía .....	14
2.3.7. Topografía .....	14
2.3.8. Vulnerabilidad .....	15
2.3.9. Clasificación de la Vulnerabilidad .....	15
2.3.9.1. Vulnerabilidad Física .....	15
2.3.9.2. Vulnerabilidad social.....	15
2.3.9.3. Vulnerabilidad económica .....	15
2.3.10. Amenaza.....	16

2.3.11. Plan de Respuesta .....	16
2.4. MARCO LEGAL.....	17
2.5. DEFINICIÓN DE TERMINOS (GLOSARIO).....	18
2.6. SISTEMAS DE VARIABLES .....	20
CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO .....	21
3.1. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	21
3.1.1. Investigación descriptiva.....	21
3.1.2. Investigación de Campo.....	21
3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	21
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	22
3.4. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTOS Y ANÁLISIS DE DATOS.....	25
3.4.1. OBJETIVO 1.....	25
3.4.2. OBJETIVO 2.....	26
3.4.3. OBJETIVO 3.....	28
CAPITULO 4: RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	29
4.1. RESULTADOS OBJETIVO 1 .....	29
4.2 RESULTADOS SEGÚN EL OBJETIVO 2 .....	46
4.3 RESULTADOS SEGÚN EL OBJETIVO 3 .....	55
CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	66
5.1. CONCLUSIONES.....	66
5.2. RECOMENDACIONES .....	67
BIBLIOGRAFÍA .....	68
ANEXOS.....	71



## VII. ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 EMBALSE DE CHIQUIURCO .....	6
FIGURA 2 CRECIENTE EN UN RÍO SIN EMBALSE .....	10
FIGURA 3 CRECIENTE CON EMBALSE, SIN VERTIMIENTO .....	11
FIGURA 4 CRECIENTE CON EMBALSE Y VERTIMIENTO .....	11
FIGURA 5 EMBALSES DE ALMACENAMIENTO.....	12
FIGURA 6 EMBALSES DE REGULACIÓN.....	12
FIGURA 7 EMBALSES DE DERIVACIÓN.....	13
FIGURA 8 EMBALSES DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA .....	13
FIGURA 9 SISTEMA ESTRUCTURAL DEL EMBALSE .....	29
FIGURA 10 CANTIDAD MÁXIMA DEL EMBALSE .....	30
FIGURA 11 MODELO DE ELEVACIÓN DEL TERRENO DEL CANTÓN AMBATO.....	31
FIGURA 12 MODELO TIN.....	32
FIGURA 13 MODELO DIGITAL DEL TERRENO.....	33
FIGURA 14 LÍNEAS DE BANCO .....	34
FIGURA 15 LÍNEAS DE BANCO .....	34
FIGURA 16 FLOWPATHS.....	35
FIGURA 17 REPRESENTACIÓN DE SECCIONES TRANSVERSALES .....	36
FIGURA 18 REPRESENTACIÓN DEL PERFIL LINEAL.....	39
FIGURA 19 SIMULACIÓN DEL ESCENARIO .....	40
FIGURA 20 PERÍMETRO Y ÁREA.....	41
FIGURA 21 UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....	56
FIGURA 22 SECTORES Y POBLACIÓN POSIBLEMENTE AFECTADOS.....	58
FIGURA 23 CENTROS DE SALUD.....	59
FIGURA 24 DIVISIÓN POLÍTICA .....	59
FIGURA 25 PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.....	60
FIGURA 26 LUGARES TURÍSTICOS .....	60
FIGURA 27 RECURSOS.....	60
FIGURA 28 COMITÉ DE OPERACIONES DE EMERGENCIA.....	63
FIGURA 29 NIVELES DEL COE .....	63
FIGURA 30 ZONAS DE ENCUENTRO Y RIESGO .....	65

## VIII. ÍNDICE DE TABLAS

ILUSTRACIÓN 1 VIVIENDAS AFECTADAS .....	47
ILUSTRACIÓN 2 USO TERRITORIO .....	48
ILUSTRACIÓN 3 TIPO DE VIVIENDA .....	49
ILUSTRACIÓN 4 MATERIALES .....	50
ILUSTRACIÓN 5 MATERIAL DEL TECHO.....	51
ILUSTRACIÓN 6 TENENCIA.....	52
ILUSTRACIÓN 7 ESTADO DEL TECHO.....	53
ILUSTRACIÓN 8 ESTADO DE LAS PAREDES .....	54
ILUSTRACIÓN 9 COORDINACIÓN PROVINCIAL.....	62

## IX. ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 VIVIENDAS AFECTADAS .....	47
ILUSTRACIÓN 2 USO TERRITORIO .....	48
ILUSTRACIÓN 3 TIPO DE VIVIENDA.....	49
ILUSTRACIÓN 4 MATERIALES .....	50
ILUSTRACIÓN 5 MATERIAL DEL TECHO .....	51
ILUSTRACIÓN 6 TENENCIA .....	52
ILUSTRACIÓN 7 ESTADO DEL TECHO .....	53
ILUSTRACIÓN 8 ESTADO DE LAS PAREDES .....	54
ILUSTRACIÓN 9 COORDINACIÓN PROVINCIAL.....	62

## **X. RESUMEN EJECUTIVO**

El siguiente proyecto busca determinar el impacto de la vulnerabilidad física de las poblaciones que se encuentran en riesgo por el colapso del embalse se realizó un modelamiento con el software Hec\_Ras, donde se realizó un análisis detallado de las condiciones hidráulicas y geomorfológicas. En el modelamiento las afectaciones por el evento del colapso del embalse de las 3 parroquias donde se realizó el estudio se observa que las zonas inferiores de estas sufrirán afectaciones por que se encuentra cercanas al cauce del río, además se observar que esto se debe por la topografía del lugar donde se puede observar que el cauce del río pasa por estas parroquias.

El estudio se centra en la aplicación del modelo hidráulico mediante la utilización de datos topográficos e hidrológicos que permiten evaluar la magnitud y la extensión de los daños potenciales, así como identificar áreas de riesgo prioritarias.

Se identificaron las zonas de afectación que se distribuyen a lo largo del lecho del río el cual comprende un área de estudio aproximada de 27 km, que inicia desde el embalse de Chiquiurco hasta la última zona de afectación que es la parroquia de Pasa, dando como resultado una afectación de 1.6 km<sup>2</sup>.

También evalúa el daño a las viviendas río abajo, mediante una matriz con categorías para evaluar el nivel de afectación que sufrirán estas, así proponiendo medidas de mitigación y planificación de emergencias, con el objetivo de poder reducir el riesgo del colapso y minimizar sus impactos negativos en las poblaciones.

Se lleva a cabo un plan de respuesta donde se detalla los procedimientos y protocolos establecidos de manera eficiente y segura para que las comunidades estén preparadas, donde también se identifica los daños potenciales, el liderazgo de las autoridades pertinentes y la coordinación de acciones de evacuación y respuesta de emergencia El objetivo del plan de respuesta es proteger la vida de las poblaciones que se encuentran en riesgos minimizando el impacto negativo en estas comunidades afectadas, manteniendo una comunicación efectiva para mantener a las comunidades informadas sobre la situación, medidas de seguridad y la coordinación de recursos y servicios necesarios para la recuperación del post desastre.

## **XV INTRODUCCIÓN**

Un embalse es un tema de preocupación en términos de seguridad hídrica, cuando una estructura está diseñada para contener grandes volúmenes de agua, puede experimentar un colapso, los efectos pueden ser devastadores, tanto para las comunidades cercanas como para el entorno natural circundante. Estos eventos pueden desencadenar una cascada de consecuencias, desde inundaciones repentinas hasta la destrucción de infraestructuras, pérdidas de vidas humanas y daños medio ambiente significativos.

La fragilidad del embalse y la importancia de su mantenimiento se destacan cuando se consideran las posibles causas de un colapso, factores como la erosión del suelo, la falta de mantenimiento, eventos climáticos extremos, fallas en el diseño o incluso actividades sísmicas pueden desencadenar un colapso repentino y catastrófico.

En este contexto, es esencial abordar cómo se desarrollan estos eventos, sus consecuencias inmediatas y a largo plazo, así como las medidas preventivas y de mitigación que podrían ayudar a evitar tragedias futuras. El colapso de un embalse no solo pone de manifiesto la necesidad de una gestión del agua más segura y eficiente, sino que también destaca la importancia de la planificación del diseño de infraestructuras críticas para garantizar la seguridad de las comunidades, la sostenibilidad ambiental y turística.

Se debe tomar en cuenta que los embalses brindan beneficios para el desarrollo de las comunidades ya que estos pueden almacenar agua para la generación eléctrica, abastecimiento de agua para consumo, agua para riego, controles de crecidas, etc., pero también se tiene el riesgo de las inundaciones producto de un colapso lo que pueden producir efectos catastróficos para las poblaciones cercanas a estos.

Los posibles desencadenantes y consecuencias de un colapso de este, destacando la importancia de gestión de riesgos, la supervisión continua de la infraestructura y la necesidad de un enfoque integral para garantizar la seguridad de esta estructura, el conocimiento y la consciencia pública sobre estos riesgos son fundamentales para fomentar la toma de decisiones informada y promover medidas preventivas que pueden salvar vidas y perseverar los recursos.

Las inundaciones que se pueden dar a causa del colapso pueden obligar a las personas a evacuar sus hogares, lo que resulta un desplazamiento forzado y la necesidad de refugio



temporal este desplazamiento puede generar crisis humanitarias. Además de los costos asociados con la reparación de la represa y la infraestructura dañada, el impacto económico a largo plazo incluye la pérdida de ingreso agrícolas, la interrupción de actividades comerciales y el costo de los esfuerzos de recuperación.

El presente proyecto de investigación trata específicamente del posible colapso del embalse Chiquiurco en la provincia de Tungurahua. Para el efecto se inició con una descripción de la problemática y el contexto del área de estudio. Luego se hizo una revisión teórica de las principales afectaciones a las zonas donde se realizó el estudio.

Después se trata el tema metodológico que incluye la descripción de los procedimientos como modelamiento hidráulico, aplicación de encuestas para las afectaciones, entrevistas a las personas que habitan en estos sitios de estudio y consultas con especialistas para el planteamiento de las medidas de reducción.

## **CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA**

### **1.1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El embalse de Chiquiurco almacena 3250000 m<sup>3</sup> cúbicos, provee agua de consumo humano a la zona rural y urbana del cantón Ambato, también cuenta con un sistema de riego para optimizar el sistema hídrico.

Al ser construido el embalse con materiales sueltos hace que sea más vulnerable por la erosión hidráulica y, potencialmente, provocar un colapso, la represa regulará las aguas de los páramos para tener recurso hídrico en la época de estiaje, tanto para el suministro como para el consumo humano en Ambato y Pelileo.

Genera incertidumbre que el embalse sea de construcción precaria y se espera que no perdure en el tiempo, no existe garantía que permanezca en pie por haber sido edificada sin mayor respaldo técnico.

La erosión hídrica es el proceso por el cual el agua en movimiento puede desgastar y transportar partículas del suelo o del lecho de un río. La erosión del suelo se encuentra dentro de los tipos de procesos erosivos que afectan la tierra, junto con la erosión por causa del aire, si un embalse está construido con materiales sueltos y no se toman medidas adecuadas para prevenir la erosión, existe un riesgo mayor de que el agua deteriore y debilite la estructura del embalse, esto también puede producir inundaciones, tener consecuencias para las construcciones urbanas y obligando a la gente a migrar, teniendo así un impacto directo en la economía de las personas.

Las poblaciones que se encuentran en los márgenes del río Calamaca y Ambato del cual se toma el recurso del agua para el embalse Chiquiurco, desconocen la vulnerabilidad al que se encuentran expuestas si el embalse llegara a colapsar, añadiendo el desconocimiento que tiene la población a la magnitud de la amenaza una vez que se manifieste, existiría afectación a la infraestructura, productividad, turismo y población.

Al margen de los ríos existen sitios turísticos, haciendo que las personas que acuden a estos establecimientos se vuelvan vulnerables al no conocer cuáles son las rutas de evacuación ya que no se han definido por parte de estos centros turísticos y no se han realizado ejercicios de simulación, las rutas de evacuación son indispensables ya que indican la trayectoria que se debe de seguir al momento de desocupar el lugar, por lo regular hacia un punto de reunión donde las personas estén a salvo.

### **1.1.1. Formulación del Problema**

¿Cuál es el nivel Vulnerabilidad física de las poblaciones expuestas ante el posible colapso del embalse Chiquiurco del cantón Ambato, provincia de Tungurahua?

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo General**

Determinar el nivel de vulnerabilidad física de las poblaciones expuestas ante el posible colapso del embalse Chiquiurco del cantón Ambato, provincia de Tungurahua.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Analizar la amenaza del posible colapso del embalse Chiquiurco mediante un modelamiento de inundaciones con el software HECRAS.
- Evaluar el nivel de vulnerabilidad física de las poblaciones en las áreas de inundación ante un posible colapso del embalse Chiquiurco.
- Definir las estrategias de reducción de riesgo mediante un plan de respuesta ante un posible colapso del embalse Chiquiurco.



### 1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio busca conocer el nivel de vulnerabilidad al que están expuestas las poblaciones cercanas al embalse, en donde se busca identificar las zonas de mayor riesgo y zonas seguras en caso de que se manifieste este posible evento, con la ayuda de un plan de respuesta.

Para determinar el nivel de vulnerabilidad de las poblaciones ante el colapso de un embalse requiere una evaluación de varios factores, como son conocer la infraestructura del embalse, estudiar el área de influencia, evaluar la capacidad de respuesta, evaluar la vulnerabilidad física y realizar análisis de riesgos.

Los beneficios de este estudio serán la identificación de áreas de alto riesgo, al identificar las áreas geográficas y las comunidades que están en mayor riesgo en caso de un colapso del embalse permitirá una mejor comprensión de los lugares que requieren una atención prioritaria en términos de planificación, preparación y mitigación de desastres.

Al comprender la vulnerabilidad física de las poblaciones expuestas, se pueden asignar de manera más eficiente los recursos y las medidas de mitigación. Esto implica priorizar inversiones en infraestructuras resilientes, sistemas de alerta temprana, rutas de evacuación mejoradas, programas de concientización y capacitación.

El análisis de vulnerabilidad física proporciona información clave para desarrollar planes de respuesta más efectivos y estrategias de preparación. Permite a las autoridades locales y a las comunidades identificar los escenarios de riesgo y diseñar estrategias de respuesta adaptadas a las necesidades específicas de las poblaciones expuestas.

Al comprender los puntos vulnerables y los riesgos físicos asociados con el colapso del embalse, se pueden tomar medidas proactivas para reducir las pérdidas humanas y materiales en caso de una emergencia. Esto incluye la implementación de evacuaciones oportunas, la mejora de la infraestructura crítica y concientizar sobre los riesgos y las medidas de seguridad.

La vulnerabilidad física permite a las comunidades y a las autoridades locales comprender mejor los desafíos y trabajar juntos para fortalecer su resiliencia ante un posible colapso del embalse. Fomenta la colaboración, la participación comunitaria y la toma de decisiones informada, lo que a su vez fortalece la capacidad de recuperación y adaptación frente a situaciones de emergencia.

## **Viabilidad**

Este estudio puede ayudar a mejorar las estrategias de mitigación y respuesta ante desastres y como puede influir en la política y planificación de infraestructuras.

Se verifico la disponibilidad y calidad de datos necesarios, algunas fuentes utilizadas incluidas agencias gubernamentales, instituciones académicas y organizaciones no gubernamentales.

Se considera los recursos necesarios para llevar a cabo el análisis, incluyendo software, tiempo y apoyo técnico. Para llegar a un resultado cuyo fin puede ser utilizado por autoridades locales, urbanistas y gestores de emergencia.

### **1.1.LIMITACIONES**

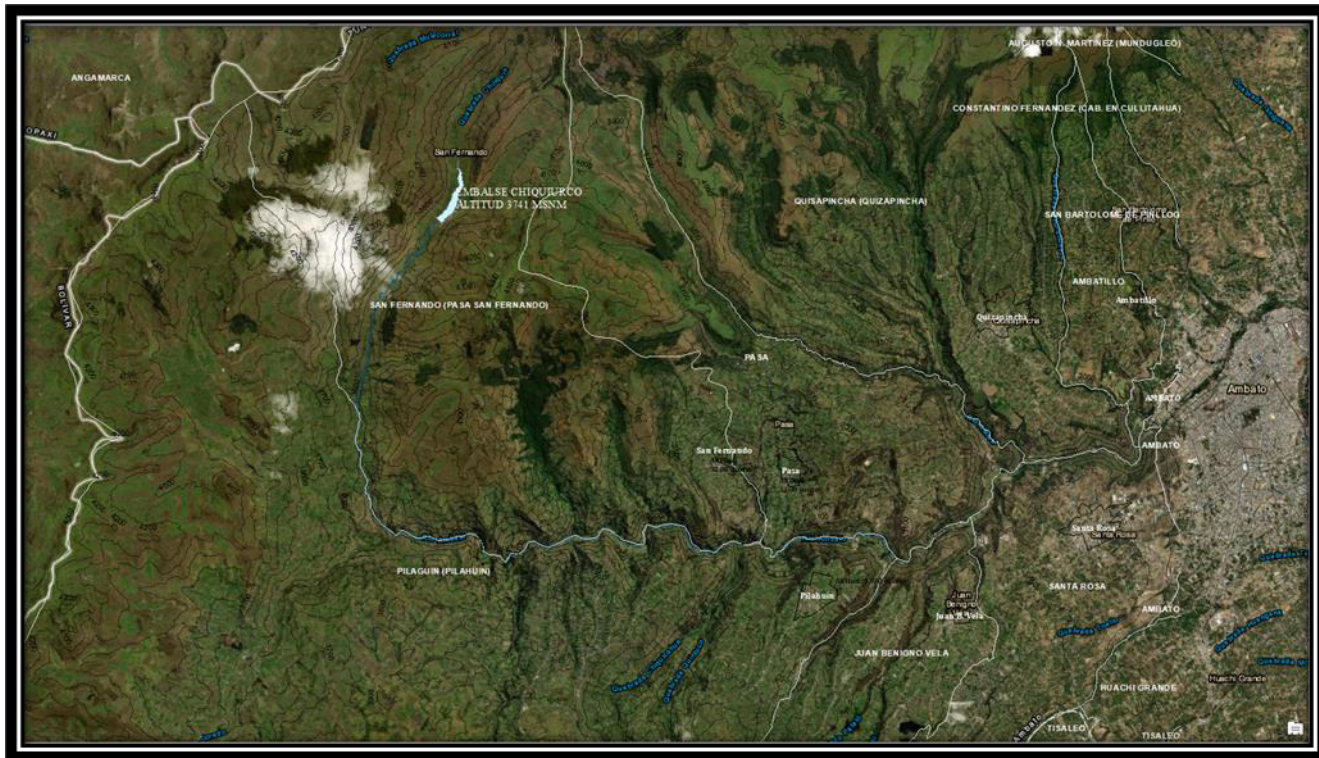
Dentro del desarrollo de nuestro trabajo de investigación se encontraron las siguientes limitaciones:

- Falta de información actualizada por parte de las autoridades encargadas de la administración del embalse y de la junta parroquial.
- La distancia en que se encuentra el sitio de estudio y el transporte que no es muy recurrente.
- Las condiciones meteorológicas que pueden presentarse ya sea, deslizamientos, fuertes lluvias provocando inundaciones, etc., en las salidas de campo para poder tener un buen levantamiento de información
- Falta de conocimiento de los habitantes cercanos al embalse sobre el riesgo existente.

## CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

### 2.1. MACO REFERENCIAL.

Figura 1 Embalse de Chiquiurco



La presa está ubicada en la provincia de Tungurahua, al noroccidente de la ciudad de Ambato, en la parroquia de San Fernando, a una altitud de 3.744,2 metros sobre el nivel del mar. El área de implementación de la Presa Chiquiurco está ubicada en el corazón de la cuenca del río Calamaca, en terrenos de propiedad de miembros de las comunidades Calamaca Grande, Calamaca Central y Santa Ana de Calamaca (Consejo Parroquial de San Francisco Fernando). Pertenece a la parroquia de San Fernando en el cantón Ambato. (Universo, 2012)

El embalse regula los niveles de agua durante la estación seca. Unas 8.000 hectáreas cuentan con agua potable. Los agricultores que trabajan en los canales Ambato Huachi y Pelileo consideran que este es uno de los principales proyectos que beneficiará al sector agrícola. El cantón Ambato también se abastece de agua para consumo humano a razón de 300 litros por segundo; 100 litros por segundo para el cantón de Pelileo y, en lo inmediato, 16 litros por segundo para el cantón de Tisaleo; El río Ambato continuamente tiene sus propios caudales ambientales.

## 2.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio denominado “ Desastres relacionados con colapsos de embalses en Brasil” los embalses como factor de amenaza a las poblaciones ubicadas aguas abajo de estos es todavía una cuestión frágil, lo que hace que las medidas de prevención de riesgos tengan un carácter aún incipiente. El estudio que presenta se propone problematizar sociológicamente el proceso según el cual el Estado y los peritajes hidráulicos disimulan los riesgos relacionados con los embalses, dificultando las acciones de prevención, preparación, respuesta y recuperación que lleva a cabo la Defensa Civil. Se concluye señalando la necesidad de reflexión en torno al tema de la seguridad de los embalses y de la gestión de desastres en Brasil. (Goncalves, Marchezini, & Valencio, 2012)

Este estudio tiene como fin realizar inspecciones permanentes al embalse Chiquiurco, en donde los técnicos encargados estén pendientes del control y evitar un desastre en caso del aumento del agua en este embalse.

El estudio realizado “Gestión de recursos hidráulicos bajo riesgo de terremotos en Ecuador” los casos de fallo de presas han sido muy esporádicos, pero siempre son catastróficos y extremadamente costosos en términos de vidas humanas, económicos y ambientales. Las acciones de prevención, mitigación y corrección dependen de la disponibilidad de recursos financieros y técnicos y deben considerar: conciliar los requisitos de seguridad y economía de los proyectos pendientes y reforzar la estabilidad de la infraestructura hidráulica construida. Sin embargo, la seguridad de las obras hidráulicas es un imperativo ético y debe establecerse jurídicamente para prevenir riesgos. (Molerio, 2018)

El estudio gestión de recursos hidráulicos bajo riesgo de terremotos en Ecuador, se relaciona con el estudio al embalse Chiquiurco, por la forma en que está construido el embalse ya que, al estar construido con materiales sueltos de la zona, tiene la posibilidad de colapsar al sufrir un fuerte terremoto en donde se verán afectadas las poblaciones que se encuentran río abajo, ya que no se podría controlar el evento.

La Investigación realizada “Riesgo por Rotura de Presa (Dam Break): Consideraciones para América Latina” existen muchos modelos y metodologías para la estimación del comportamiento de la brecha durante la rotura y del desplazamiento



del frente de carga a lo largo del valle aguas abajo de la presa. En América Latina la selección del modelo más idóneo está limitada principalmente por la disponibilidad y nivel de detalle de la información del área de estudio: el relieve y accidentes geográficos, la sinuosidad y geometría del cauce del río, las características de los suelos, la vegetación presente y la infraestructura que se encuentra aguas abajo de la presa. (Padrino, 2018)

Dentro del estudio realizado se puede observar que antes de realizar una obra como la construcción de un embalse tenemos que tener en cuenta varios parámetros antes de ejecutar la infraestructura, tales como características de suelos, el sitio donde estará ubicada, cauce del río y de esta manera prevenir daños en un futuro.

El estudio realizado “Análisis de la amenaza por inundación en caso de rotura de la represa Chiquiurco, en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua” la inundación producida por el colapso de la presa Chiquiurco afectaría a la infraestructura cercana al cauce y provocaría daños en viviendas expuestas a lo largo de los ríos Calamaca y Ambato. Esto pudo confirmarse con las simulaciones realizadas y la delimitación del área inundada. En al menos el 20 % del recorrido del río se encuentran taludes verticales que se relacionan a la litología presente en el sector, lo cual ha provocado cambios en la morfología del río. (López, 2022)

## **2.3. BASES TEÓRICAS.**

### **2.3.1. Embalse**

Es un lugar de captación de agua, que puede ser natural, como en el caso de los lagos, o artificial si hay una presa que interrumpe el curso del río. La forma y el tamaño están determinados por las características geológicas de la zona, mientras que la ramificación de la red hidrográfica también depende de las precipitaciones, el tipo de suelo, la vegetación y la actividad humana. (ENEL, 2020)

- **Embalses de laminación:** El objetivo es simplemente retener agua donde sea necesaria para evitar inundaciones en otras zonas.
- **Embalses de Almacenamiento y Regulación:** Se utilizan para almacenar recursos hídricos y utilizarlos cuando sea necesario, con mayor frecuencia para riego o para abastecer a las personas (beber, bañarse, llenar piscinas). También puede ser una industria que utilice agua.

- **Embalses de producción hidroeléctrica:** Su objetivo es crear una cascada y utilizar esta energía para producir electricidad. Entre ellos también podemos distinguir los embalses reversibles, es decir, aquellos que tienen un estanque en el fondo de la presa que permite almacenar el agua bombeada por la central hidroeléctrica de tal forma que en caso de energía sea más barata o sobrante, energía en la red. regresa al depósito de la turbina durante épocas de alta demanda.
- **Embalses mixtos:** Aquellos tienen más usos que los anteriores. Un embalse es una acumulación de agua resultante de la construcción de una presa en el lecho de un río o arroyo, cerrando total o parcialmente su curso.

Los embalses se construyen para regular el caudal de ríos y arroyos, almacenando agua en la época de lluvias para utilizarla en la época seca; Producción de energía; riego de cultivos agrícolas; suministro de agua potable a las personas (consumo humano); El uso industrial permite el transporte; impurezas diluidas; prevenir y mitigar los efectos de inundaciones extremas (función de prevención de inundaciones); crear áreas de entretenimiento y deportes acuáticos

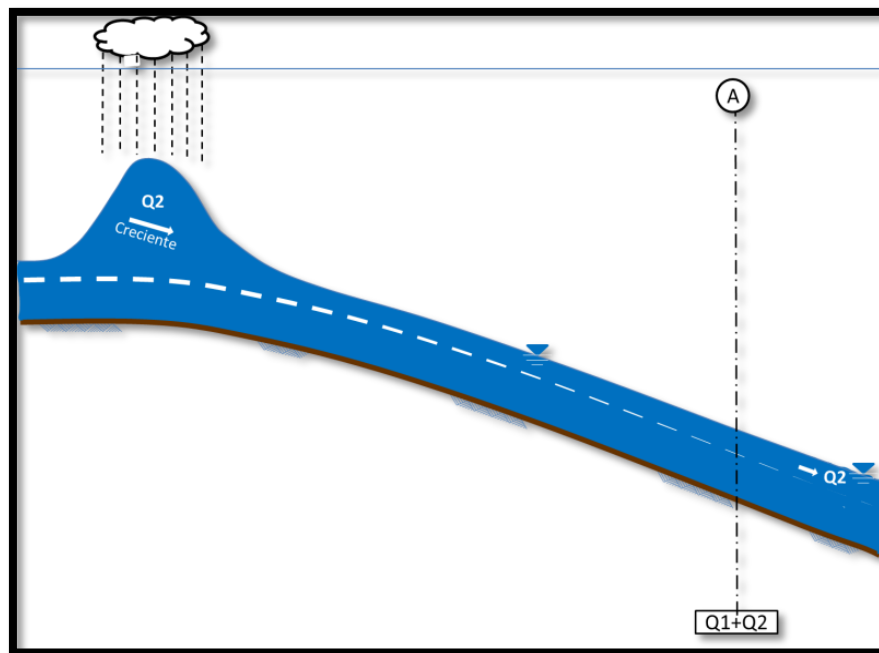
Los embalses pueden colapsar por el tipo de suelo sobre el que están construidos o por falla estructural por falta de mantenimiento, provocando que los materiales se deterioren con el tiempo. Puede destruir tierras de cultivo, privar a las comunidades cercanas de agua potable para el uso diario y causar importantes daños ambientales y estructurales a las viviendas cercanas desprotegidas. Cuando los tanques cumplen una función específica, se denominan tanques de un solo propósito, y cuando tienen múltiples propósitos, se denominan tanques de usos múltiples. Están diseñados y construidos para otros fines, como control de inundaciones y/o suministro de agua para otros fines, como acueductos e irrigación. Es necesario tener en cuenta el nivel del agua del embalse en el momento de la inundación:

Si el nivel del embalse es bajo el agua arrastrada por la crecida se puede almacenar completamente en el embalse, evitando inundaciones aguas abajo, a diferencia de lo que sucedería sin el embalse. Las operaciones del yacimiento continúan sin cambios, lo que significa que es probable que los flujos aguas abajo antes y después de la inundación se mantengan constantes.

Se debe tener en cuenta cuál es el nivel del embalse al momento de llegar la creciente:

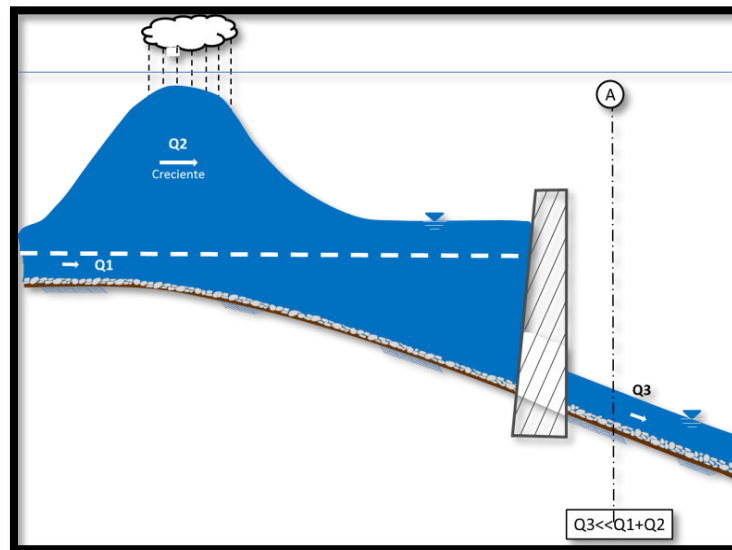
Si el nivel del embalse es bajo el volumen de agua transportado por la creciente puede ser almacenado totalmente en el embalse, evitando que se presenten inundaciones aguas abajo, caso contrario a lo que ocurriría si el embalse no existiera. La operación del embalse continúa sin alteraciones, es decir, el caudal descargado aguas abajo antes y después de la creciente podría mantenerse constante.

*Figura 2 Creciente en un río sin embalse*



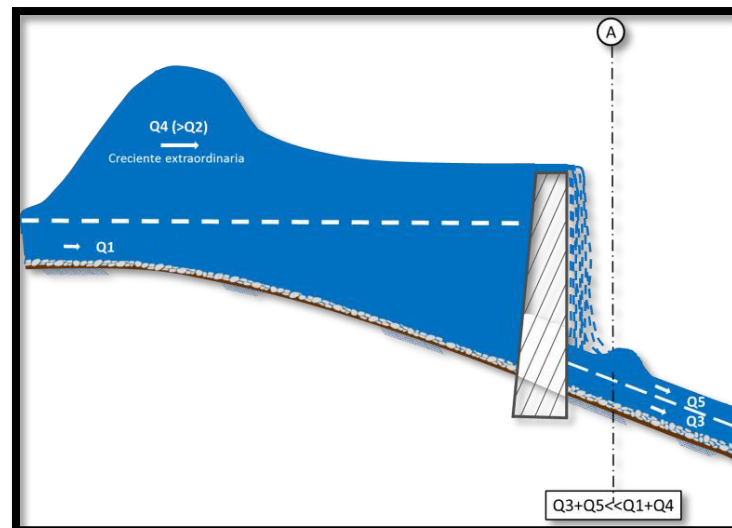
Si el nivel del embalse está próximo a alcanzar el nivel a partir del cual empieza a verter: a medida que entra la creciente al embalse, se almacena agua hasta donde sea posible. Cuando el embalse se llena o está próximo a llenarse, se inicia el vertimiento aguas abajo, dada la imposibilidad de seguir almacenando el agua de la creciente. El caudal máximo aguas abajo es menor al caudal pico de la creciente.

**Figura 3** *Creciente con embalse, sin vertimiento*



Cuando el nivel del agua del embalse alcanza o excede el nivel de descarga: el volumen de la inundación continúa fluyendo aguas abajo del embalse, pero el flujo máximo se atenúa a medida que el pico de la inundación se distribuye por todo el embalse y el flujo máximo se libera del embalse.

**Figura 4** *Creciente con embalse y vertimiento*



El beneficio de los embalses en épocas de sequía se manifiesta en una mayor entrega de agua a sus usuarios, de la que naturalmente les llegaría en épocas de sequía, pues parte del agua almacenada durante la temporada de lluvias se guarda para su posterior utilización.

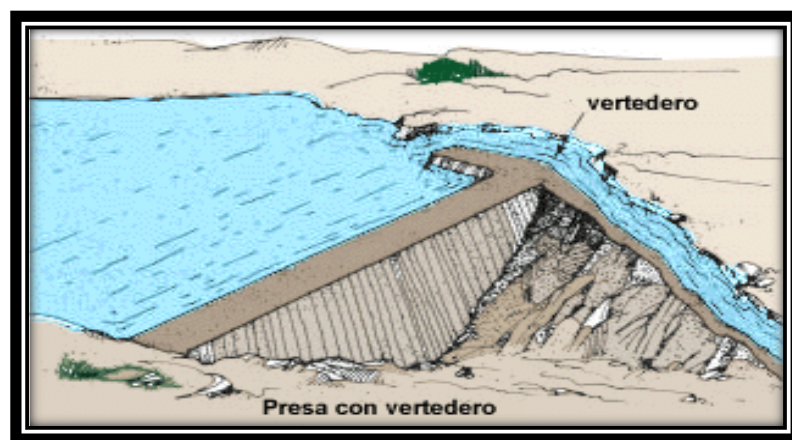
Además de generar energía y abastecer las necesidades de agua potable y riego, los embalses se han convertido en destinos turísticos que traen desarrollo a las regiones, permiten otras actividades alternativas como la recreación, pesca y la acuicultura, lo que favorece el desarrollo económico de las comunidades.

### TIPOS DE EMBALSES

Existen diferentes tipos de embalses, según su uso y diseño:

- Embalses de almacenamiento: son los más comunes y se utilizan para acumular agua durante periodos de lluvia y liberarla en épocas de sequía.

*Figura 5 Embalses de Almacenamiento*



- Embalses de regulación: se utilizan para regular el caudal de los ríos y evitar inundaciones en épocas de lluvia intensa.

*Figura 6 Embalses de regulación*



- Embalses de derivación: se utilizan para desviar el agua de un río hacia una cuenca hidrográfica diferente.

*Figura 7 Embalses de derivación*



- Embalses de producción de energía: se utilizan para generar energía eléctrica a través de la construcción de centrales hidroeléctricas.

*Figura 8 Embalses de producción de energía*



### **2.3.2. Software HEC-RAS**

Se utiliza ampliamente en ingeniería civil para diversos fines, como diseño de puentes, evaluación de inundaciones, gestión de recursos hídricos, análisis de erosión y sedimentos, planificación de ingeniería civil, entre otros. El software es conocido por sus capacidades de modelado de flujo 1D y 2D y su interfaz gráfica fácil de usar que permite a los usuarios visualizar y analizar resultados de manera efectiva. HEC-RAS ha

desempeñado un papel importante en muchos proyectos de ingeniería hidráulica en todo el mundo y se considera la herramienta estándar en este campo.

### **2.3.3. Precipitación**

La precipitación es la fase del ciclo hidrológico que consiste en la caída de agua desde la atmósfera hacia la superficie terrestre. La precipitación se produce como consecuencia de la condensación, es decir, por la acumulación de vapor de agua en la atmósfera que propicia la formación de nubes. Cuando las nubes acumulan mucho vapor de agua, el peso de las gotas hace que el agua caiga hacia la superficie. Este fenómeno también se conoce como precipitación atmosférica o precipitación pluvial. (Fernandes, 2013)

### **2.3.4. Inundación**

Un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y, generalmente, daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura. (Cenapred, 2019)

### **2.3.5. Escala**

La escala es la relación de la dimensión representada en un mapa con su tamaño real en el mundo, la escala es la medida de la cantidad de reducción que tiene una característica mapeada con respecto a su contraparte real en el terreno. (Mastergis, 2022)

### **2.3.6. Estratigrafía**

La estratigrafía es la rama de la geología que trata del estudio e interpretación de las rocas sedimentarias, metamórficas e ígneas estratificadas, así como de la identificación, descripción, secuencia, tanto vertical como horizontal, cartografía y correlación de las unidades estratificadas de rocas. (SGM, 2017)

### **2.3.7. Topografía**

La topografía es una ciencia geométrica dedicada a la representación gráfica de la superficie terrestre. Es la disciplina que estudia los principios y procedimientos que nos permiten ilustrar las formas, detalles y elementos de la Tierra, tanto los naturales como los creados por el ser humano. (Editorial, 2020)

### **2.3.8. Vulnerabilidad**

Corresponde a la predisposición o susceptibilidad que tiene un elemento a ser afectado o a sufrir una pérdida. En consecuencia, la diferencia de vulnerabilidad de los elementos determina el carácter selectivo de la severidad de los efectos de un evento externo sobre los mismos. (Chaires, 2020)

La vulnerabilidad, en términos generales, puede clasificarse como de carácter técnico y de carácter social, siendo la primera más factible de cuantificar en términos físicos y funcionales, como, por ejemplo, en pérdidas potenciales referidas a los daños o la interrupción de los servicios, a diferencia de la segunda que prácticamente sólo puede valorarse cualitativamente y en forma relativa, debido a que está relacionada con aspectos económicos, educativos, culturales, ideológicos, etc. (Cardona, 2010)

En consecuencia, un análisis de vulnerabilidad es un proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y la predisposición a la pérdida de un elemento o grupo de elementos ante una amenaza específica, contribuyendo al conocimiento del riesgo a través de interacciones de dichos elementos con el ambiente peligroso. (Cardona, 2010)

### **2.3.9. Clasificación de la Vulnerabilidad**

#### **2.3.9.1. Vulnerabilidad Física**

Se refiere a la localización de la población en zona de riesgo físico, condición provocada por la pobreza y la falta de oportunidades para una ubicación de menor riesgo (condiciones ambientales y de los ecosistemas, localización de asentamientos humanos en zonas de riesgo). (Wilches, 2012)

#### **2.3.9.2. Vulnerabilidad social**

La vulnerabilidad social es el resultado de los impactos provocados por el patrón de desarrollo vigente pero también expresa la incapacidad de los grupos más débiles de la sociedad para enfrentarlos, neutralizarlos u obtener beneficios de ellos. (Pizarro, 2001)

#### **2.3.9.3. Vulnerabilidad económica**

Propuesto por Amartya Sen, un economista y filósofo indio ganador del Premio Nobel de Economía. Sen ha desarrollado el concepto de "vulnerabilidad" en su enfoque



de las capacidades humanas. Según él, la vulnerabilidad económica se refiere a la falta de capacidad de una persona para proteger sus intereses económicos básicos debido a una variedad de factores, como la falta de recursos económicos, la exclusión social, la falta de acceso a oportunidades económicas, entre otros. Para Sen, la vulnerabilidad económica no solo se refiere a la falta de ingresos, sino también a la ausencia de capacidades básicas que permitan a las personas vivir una vida digna y participar plenamente en la sociedad.

#### **2.3.10. Amenaza**

Es un fenómeno natural o actividad humana cuya condición peligrosa puede provocar daños a la salud o la muerte de seres humanos, pérdida de propiedades y medios de sustento. Existen varios tipos de amenaza, pero una rotura de presa se clasifica como amenaza tecnológica o socio-natural debido a la necesidad de los humanos de intervenir el cauce natural del río con fines de desarrollo, pero un accidente en este tipo de estructura puede generar daños y pérdidas a sus habitantes. (Chile, 2014)

#### **2.3.11. Plan de Respuesta**

Se trata de una guía sobre los procesos y procedimientos de evacuación, recuperación y continuación de las operaciones en caso de catástrofe. Se utiliza para proteger a los empleados y las operaciones de la empresa en la prevención de daños graves a la empresa. (Safety, 2023)

## 2.4.MARCO LEGAL

### CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA

**Artículo 389.-** El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad. El Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos está compuesto por las unidades de gestión de riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, Regional y nacional. El Estado ejercerá la rectoría a través del organismo técnico establecido en la ley. Tendrá como funciones principales, entre otras:

1. Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afecten al territorio ecuatoriano.
2. Generar, democratizar el acceso y difundir información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo.
3. Asegurara que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, y en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.
4. Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción, informar sobre ellos, e incorporar acciones tendientes a reducirlos.
5. Articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentarlos, recuperar y mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastre.
6. Realizar y coordinar las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades, prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos derivados de desastres o emergencias en el territorio nacional.
7. Garantizar financiamiento suficiente y oportuno para el funcionamiento del Sistema, y coordinar la cooperación internacional dirigida a la gestión de riesgo.

**Artículo 390.-** Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicará la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera

brindarán el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad.

## **Ordenamiento Territorial**

### **Capítulo I: Definición y Objeto**

**Art. 11.-** “Alcance del componente de ordenamiento territorial. Además de lo previsto en el Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas y otras disposiciones legales, la planificación del ordenamiento territorial de los Gobiernos Autónomos Descentralizados observarán, en el marco de sus competencias, los siguientes criterios: (...)3. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados municipales y metropolitanos, de acuerdo con lo determinado en esta Ley, clasificarán todo el suelo cantonal o distrital, en urbano y rural y definirán el uso y la gestión del suelo. Además, identificarán los riesgos naturales y antrópicos de ámbito cantonal o distrital, fomentarán la calidad ambiental, la seguridad, la cohesión social y la accesibilidad del medio urbano y rural, y establecerán las debidas garantías para la movilidad y el acceso a los servicios básicos y a los espacios públicos de toda la población...”.

### **2.5. DEFINICIÓN DE TERMINOS (GLOSARIO)**

**Caudal:** Es la cantidad de agua que pasa por una sección transversal del río por unidad de tiempo y se expresa en metros cúbicos. (Torrecilla, 2018)

**Cauce:** Es la zona del terreno por la que discurre el curso del río.

**Colapso estructural:** Se define como la disminución de la resistencia de una estructura o elemento estructural por condiciones externas o internas, provocando la capacidad de su función, pérdida de estabilidad y función.

**Cuenca del río:** Es la superficie de terreno cuya escorrentía superficial fluye en su totalidad a través de una serie de corrientes, ríos y eventualmente lagos hacia el mar por una única desembocadura. (Valdivielso, 2023)

**Curvas de nivel:** Las curvas de nivel son líneas que conectan ubicaciones de igual valor en un dataset de ráster que representa fenómenos continuos como: elevación, temperatura, precipitación, contaminación o presión atmosférica. (Esri, 2020)

**Erosión:** Es un proceso en que se va perdiendo la capa superficial del suelo, que proporciona a las plantas la mayoría de los nutrientes y el agua que necesitan. (IAEA, 2023)

**Fisuras:** Son aberturas de ancho de hasta de 1mm que afectan solamente a la superficie de una estructura y su aparición está ligada a cambios de humedad, temperatura y al estado tensional de las armaduras. (CRUZ, 2020)

**Gestión de Riesgos:** La gestión del riesgo se define como el proceso de identificar, analizar y cuantificar las probabilidades de pérdidas y efectos secundarios que se desprenden de los desastres, así como de las acciones preventivas, correctivas y reductivas correspondientes que deben emprenderse

**Hec-Ras:** Es un programa de modelización hidráulica unidimensional

**Intervalo:** Espacio o distancia que hay de un tiempo a otro o de un lugar a otro.

**Inestabilidad del terreno:** Problemas geotécnicos en el área donde se construye la presa, como movimientos del suelo, deslizamientos o asentamientos diferenciales, pueden afectar la estabilidad de la escollera.

**Mapas de Riesgo:** Herramienta de análisis esencial que, entre otros usos, permite identificar zonas de mayor o menor riesgo frente a diferentes peligros. (SINAGIR, 2022)

**Población Vulnerable:** Grupo de personas que se encuentran en estado de desprotección o incapacidad frente a una amenaza

**Relieve:** Se refiere a los diferentes desniveles o irregularidades que presenta la superficie terrestre y, también es fundamental en los estudios del clima (Geografía, 2019)

**SIG:** Permite relacionar cualquier tipo de dato con una localización geográfica. Esto quiere decir que en un solo mapa el sistema muestra la distribución de recursos, edificios, poblaciones, entre otros datos de los municipios, departamentos, regiones o todo un país. Este es un conjunto que mezcla hardware, software y datos geográficos, y los muestra en una representación gráfica. (SIGEO, 2023)

**Sobrecarga hidráulica:** Cuando la presión del agua supera la capacidad de la estructura de la presa, puede provocar fallos como el desplazamiento de las rocas o la deformación de la escollera.

**Socavación:** La socavación puede definirse como la excavación y transporte de material del lecho y de las orillas de los arroyos como resultado de la acción erosiva del propio flujo de agua. (IDVA, 2020)

**Topografía:** La topografía es una ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones relativas de los puntos sobre la superficie de la tierra y debajo de la misma, mediante la combinación de las medidas según los tres elementos del espacio: distancia, elevación y dirección. (Ecomexico, 2021)

**Fallas estructurales:** Pueden ocurrir debido a problemas en el diseño, la construcción o el mantenimiento de la presa, como fisuras, grietas o debilidades en la estructura de la escollera.

**Filtraciones:** Cuando el agua logra filtrarse a través de la presa, puede provocar socavaciones en el material de la escollera, debilitándola y comprometiendo su estabilidad.

## **2.6. SISTEMAS DE VARIABLES**

**Variable Independiente** El posible colapso del embalse Chiquiurco del cantón Ambato

**Variable dependiente** Vulnerabilidad física de las poblaciones.

## **CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1.1. Investigación descriptiva**

El presente proyecto tiene un nivel de investigación descriptiva se encarga de puntualizar las características de la población que está estudiando. Esta metodología se centra más en el “qué”, en lugar del “por qué” del sujeto de investigación. Los principales métodos de la investigación descriptiva son el observacional, el de encuestas y los estudios de caso único.

La investigación descriptiva en este estudio puede llevarse a cabo utilizando métodos específicos de recolección de datos conociendo el problema al que se encuentran las poblaciones aledañas al embalse y conociendo su vulnerabilidad física de estas parroquias, así disminuyendo el riesgo ante el posible colapso conociendo los sitios seguros y creando un plan de respuesta a estas parroquias.

#### **3.1.2. Investigación de Campo**

La investigación de campo generalmente implica una combinación del método de observación de participante, entrevistas y análisis. esta investigación implica la relación directa del investigador con las fuentes de información no documentales

En esta investigación se realiza salidas al territorio donde se está realizando el proyecto para poder levantar información a la población y conocer la situación de las mismas.

Así se podrá obtener una información detallada y real de las poblaciones aledañas y tomar medidas para realizar el plan de respuesta y minimizar los riesgos de las mismas.

### **3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

Para realizar este proyecto se tomaron los siguientes diseños:

#### **DISEÑO NO EXPERIMENTAL.**

Las variables no son manipuladas ni controladas. El investigador se limita a observar los hechos tal y como ocurren en su ambiente natural. Se obtienen los datos de forma directa y se estudian posteriormente.

## **DISEÑO TRANSVERSAL.**

Se realiza la observación y el registro de datos en un momento único en el tiempo.

### **3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **IGM\_Geoportal**

Permite la búsqueda de documentos legales cartográficos de la República del Ecuador, vinculados entre leyes que legislan la información Cartográfica-Geográfica, de donde se obtuvieron las capas de información geográfica para la realización de los mapas, de los cuáles se obtuvo la siguiente información, delimitaciones de territorio por parroquias y cantones y centros poblados. La escala que la página del IGM es 1:50000.

#### **Plataforma Earth Data**

Se extrajo un Modelo digital del terreno “DEM” (Modelamiento) a escala 1:150000, obtenido de la página Earth Data la cual trabaja con satélites de la National Aeronautics and Space Administration “NASA” en cual se adaptó a la superficie del área de estudio que es el cantón Ambato.

#### **Observación**

Se obtuvieron datos mediante el estudio de forma directa, haciendo una observación de las áreas de trabajo y recopilando información mediante apuntes, grabaciones, salidas de campo en donde se observó el embalse y se realizó un estudio.

#### **Documentos y registros**

Esta técnica consiste en examinar los datos presentes en documentos ya existentes, como bases de datos, actas, informes, registros de asistencia, estudios anteriores, documentos obtenidos por el gobierno Provincial etc. Por lo tanto, lo más importante para este método es la habilidad para encontrar, seleccionar y analizar la información disponible. Para poder seguir avanzando con la investigación haciendo que sea útil para las poblaciones afectadas y en un futuro que se sigan realizando nuevos estudios en estas áreas.

#### **La Encuesta**

Con esta técnica de recolección de datos da lugar a establecer contacto con las unidades de observación por medio de los cuestionarios previamente establecidos, de este

modo obtener información de los pobladores del sector, mediante preguntas formuladas al estudio de la vulnerabilidad de la zona de estudio.

Se realizó una encuesta para evaluar las viviendas, mediante preguntas cerradas que están compuesta por opciones de respuesta establecidas previamente, entre las cuales el encuestado debe elegir, estas fueron realizadas a los habitantes que se encuentran a las orillas del río donde puede existir la afectación:

## **Cuestionario**

### **1. Líder de familia**

Hombre

Mujer

### **2. Uso de territorio**

Residencial

Actividades turísticas

Infraestructura

Espacio público

Actividades productivas

### **3. Tipo de vivienda**

Casa

Choza

Mediagua

Dúplex

Edificios de dos o más pisos

### **4. Tipo de material de las paredes**

Hormigón

Adobe

Arena grava o cemento

Ladrillos o bloques

Madera

Otros



## **5. Tipo de material de techo**

Metal

Madera

Tejas

Hormigón

Otros

## **6. Régimen de tenencia de la vivienda**

En propiedad

Alquilada

Heredada

Otra situación

## **7. Estado de la vivienda**

Bueno

Regular

Malo

## **La Entrevista**

La entrevista es una situación de interrelación o diálogo entre personas, el entrevistador y el entrevistado. La entrevista puede realizarse de forma presencial o por teléfono y requiere un encuestador y un informante. Para llevar a cabo una entrevista de forma eficaz, considera qué información deseas obtener del sujeto investigado a fin de orientar la conversación a los temas que necesitas tratar.

Se realizó entrevistas a los moradores de las tres parroquias para conocer si están informados en cómo actuar ante el posible colapso y si conocen los lugares seguros para la evacuación.

## **Plan de Respuesta**

Se trata de un tipo de plan definido para saber cómo actuar ante un posible evento. Establece así las medidas que debemos adoptar, las labores, recursos y actuaciones concretas para reducir los daños que se puedan producir.

Para realizar el plan de respuesta ante el posible colapso del embalse se debe realizar:

- La identificación del riesgo y las zonas afectadas
- Determinación de criterios, trabajando con los distintos organismos.
- Evaluar las características del riesgo y clasificarlos.
- Trabajar con los miembros de las comunidades quienes deben participar y recibir informes.
- El plan debe ser evaluado y mejorado constantemente.

### **3.4.TÉCNICAS DE PROCESAMIENTOS Y ANÁLISIS DE DATOS.**

#### **3.4.1. OBJETIVO 1**

Para la elaboración del primer objetivo se utilizó el software Hec- Ras y Arcgis para realizar el modelamiento de inundación y conocer las áreas de afectación, donde se realizó:

- Modelización de flujo en régimen permanente.
- Modelización de flujo en régimen no permanente.

Este software permite simular el flujo en el embalse así logrando determinar los niveles de agua. Incluso se puede incluir la presencia de estructuras hidráulicas como puentes, oleoductos, presas, etc. en el modelo, por lo que su objetivo principal es la ejecución. Estudio de inundaciones e identificación de áreas inundables. El programa permite simular diversos flujos y estructuras hidráulicas, y también permite obtener muchos tipos de resultados (resultados seccionales, resultados en forma tabular, en forma de gráficos, visualización de imágenes georreferenciadas, etc.).

Se compone de una serie de procedimientos, herramientas y utilidades diseñadas para procesar datos georreferenciados que permite realizar la preparación de los datos geométricos para importarlos en HEC-RAS.

Mediante HEC-geoRAS se crea un archivo de importación a HEC-RAS que recoge los datos de la geometría del terreno incluyendo el cauce del río, las secciones transversales, las líneas de flujo, los usos de suelo, las áreas de flujo inefectivas, etc. Este archivo se importa a HEC-RAS donde se realiza todo el cálculo hidráulico (se pueden simular diferentes caudales para distintos periodos de retorno) y obtener diferentes resultados de calado y velocidades. Finalmente, estos resultados se exportaron a ArcGIS en donde se obtuvo los mapas de inundación y las áreas afectadas.

## SOFTWARE ARCGIS

Permite crear, gestionar, manipular, editar, analizar y distribuir información geográfica.

- Creación de datos geográficos a través de la digitalización.
- Dibujar y editar objetos en el mapa.
- Sintetiza información de diversas fuentes.
- Almacenar información en una base de datos geográfica.
- Realizar operaciones de análisis espacial.
- Diseñar y operar redes.
- Automatizar procesos geográficos.
- Crear visualizaciones de propiedades espaciales 2D y 3D.
- Planos de diseño y salida de datos de control.
- Publicar información geográfica para que todos puedan acceder a ella.
- Crear mapas de riesgo
- Exportar los resultados obtenidos en el software HEC-RAS para realizar los mapas de inundaciones y conocer las áreas afectadas.

### 3.4.2. OBJETIVO 2

Mediante el programa Excel y un análisis multicriterio se realizó un análisis integral, con el fin de obtener una evaluación más precisa del nivel de vulnerabilidad física y estructural de las áreas de inundación ante un posible colapso de un embalse, lo que permite tomar medidas proactivas para reducir los riesgos y proteger a la población y la infraestructura en riesgo.

Se realizó una matriz en Excel, en donde por medio de la encuesta realizada, se dieron tres categorías de alto, medio y bajo, para conocer la vulnerabilidad a las que se encuentran las viviendas que fueron evaluadas y conocer cuáles serían las más afectadas.

*Tabla 1 matriz de viviendas afectadas.*

Viviendas afectadas		
Uso de territorio	CATEGORÍA	
Residencial Actividades productivas	ALTO	

Actividades turísticas	MEDIO	
Infraestructura pública	BAJO	
Espacio público		
<b>Tipo de vivienda</b>		
Choza	ALTO	
Mediagua		
Dúplex	MEDIO	
Casa	BAJO	
Edificios de dos o más pisos		
<b>Tipo de material de las paredes</b>		
Adobe tapial	ALTO	
Panel prefabricado		
Madera	MEDIO	
Hormigón	BAJO	
Ladrillos o bloques		
<b>Tipo de material de techo</b>		
Teja	ALTO	
Paja		
Zinc	MEDIO	
Hormigón	BAJO	
<b>Régimen de tenencia de la vivienda</b>		
Invasión	ALTO	
Alquilada	MEDIO	
Propia	BAJO	
<b>Estado del techo de la vivienda</b>		
Malo	ALTO	
Regular	MEDIO	
Bueno	BAJO	
<b>Estado de las paredes de la vivienda</b>		
Malo	ALTO	
Regular	MEDIO	
Bueno	BAJO	

### 3.4.3. OBJETIVO 3

Para la elaboración del tercer objetivo se debe realizar un plan de respuesta para las poblaciones afectadas desarrollar estrategias específicas para el riesgo identificado, establecer acciones preventivas para mitigar los riesgos antes de que ocurran y definir acciones correctivas para responder al riesgo que se materialicen.

- Revisar regularmente el plan de respuesta de riesgos para realizar ajustes según sea necesario.
- Mantener una comunicación abierta y transparente con todas las partes interesadas sobre el estado de los riesgos y las acciones tomadas.
- Documentar lecciones aprendidas durante el proceso de gestión de riesgos para mejorar futuros proyectos.
- Integrar los conocimientos adquiridos en la gestión de riesgos en la planificación estratégica de la organización.

El análisis Documental fue una herramienta importante en el desarrollo del plan de emergencia. Este proceso implica la recopilación, revisión y evaluación de diversos documentos, datos e información relevantes para comprender posibles escenarios de crisis y desarrollar medidas de respuesta adecuadas, que es una base esencial para la implementación de una planificación de emergencia eficaz. Utilizando un enfoque interdisciplinario, se revisaron los diversos tipos de documentos necesarios para comprender completamente los riesgos y vulnerabilidades que existen en un campo y poder realizar un plan de emergencia.

## CAPITULO 4: RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

### 4.1. RESULTADOS OBJETIVO 1

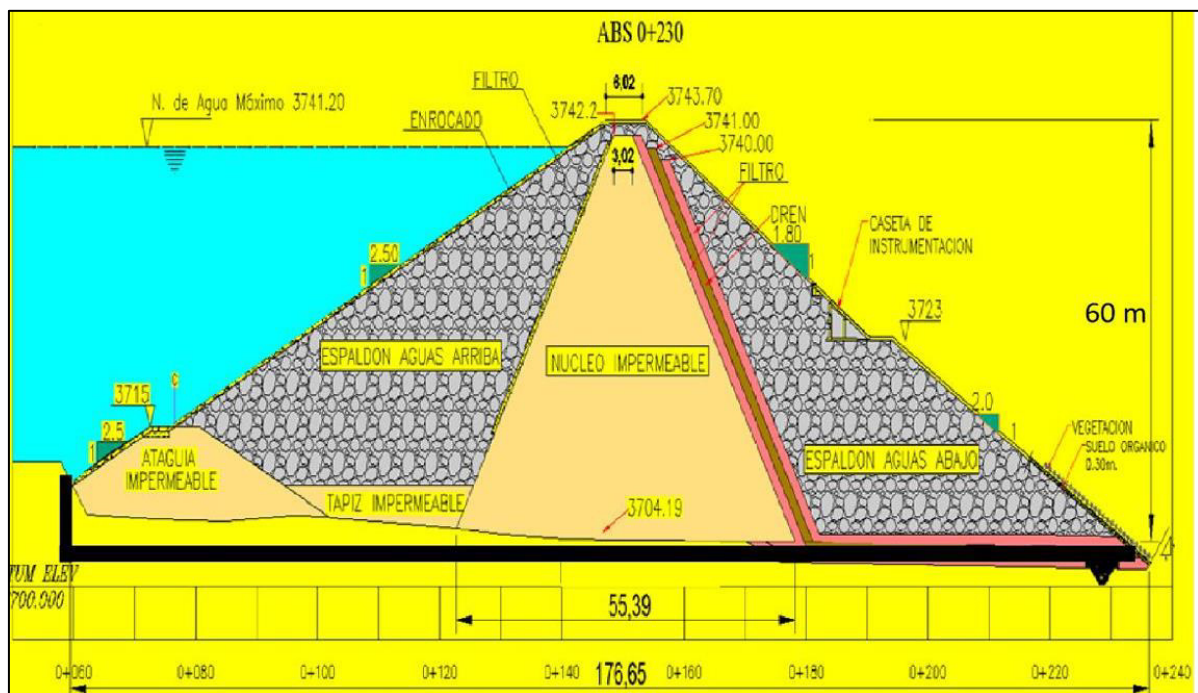
ANALIZAR LA AMENAZA A LA DEL POSIBLE COLAPSO DEL EMBALSE CHIQUIURCO MEDIANTE UN MODELAMIENTO DE INUNDACIONES CON EL SOFTWARE HECRAS.

La presa de Chiquiurco “dique”:

- Tipo de estructura escollera de contención
- Construcción: principalmente con rocas en escalón de graba y material impermeable compactado en el núcleo aguas arriba estas son colocadas estratégicamente para crear una barrera que retenga el agua.

Fuente de información: Gobierno Provincial de Tungurahua del 2012.

*Figura 9 Sistema estructural del embalse*



Hasta el momento no existe un antecedente previo de algún evento peligroso en la presa, sin embargo, se puede mencionar que los principales problemas (Fallas) que presentan las presas.

Para el modelamiento de escenario de inundación se usó el software HEC-RAS el cual permite a los ingenieros simular y analizar flujos de agua en ríos y canales, evalúa la capacidad de los cauces, estudia inundaciones y realiza estudios de erosión.

El embalse de Chiquiurco almacena un volumen de agua de 3'250.000 metros cúbicos, los caudales que abastecen el embalse en época de sequía cuenta con 400 l/s mientras que en épocas lluviosas alcanza un valor máximo de 2600 l/s.

La imagen muestra los valores críticos que el embalse puede llegar a acumular, siendo 3.742.20 metros cúbicos el pico máximo de riesgo de colapso del embalse, en caso de un evento extremo le volumen antes mencionado se convierte en el caudal de agua que se transportara por la cuenca del río.

*Figura 10 Cantidad Máxima del Embalse*



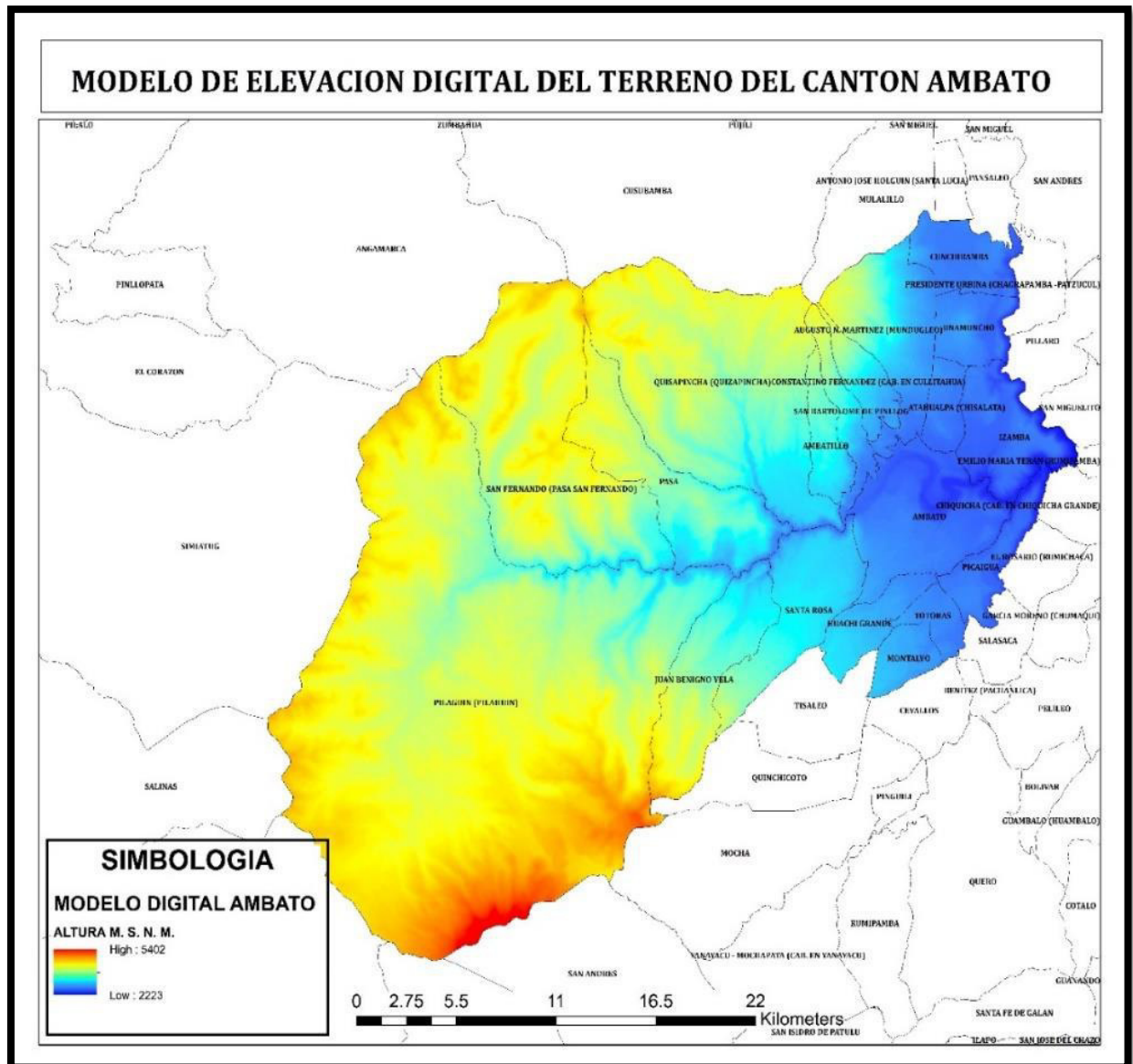
Para la simulación del evento se tomó como referencia un caudal de 600 metros cúbicos sobre segundo, tomando como referencia un ancho de brecha de 30 la altura que tiene la presa con respecto al lecho del río por 20 metros de largo.



## Identificación y delimitación de la cuenca del río.

Para la delimitación de la cuenca del Río se trabajó con un Modelo digital del terreno “DEM” (Modelamiento), obtenido de la página Earth Data la cual trabaja con satélites de la National Aeronautics and Space Administration “NASA” en cual se adaptó a la superficie del área de estudio.

*Figura 11 Modelo de elevación del terreno del cantón Ambato*



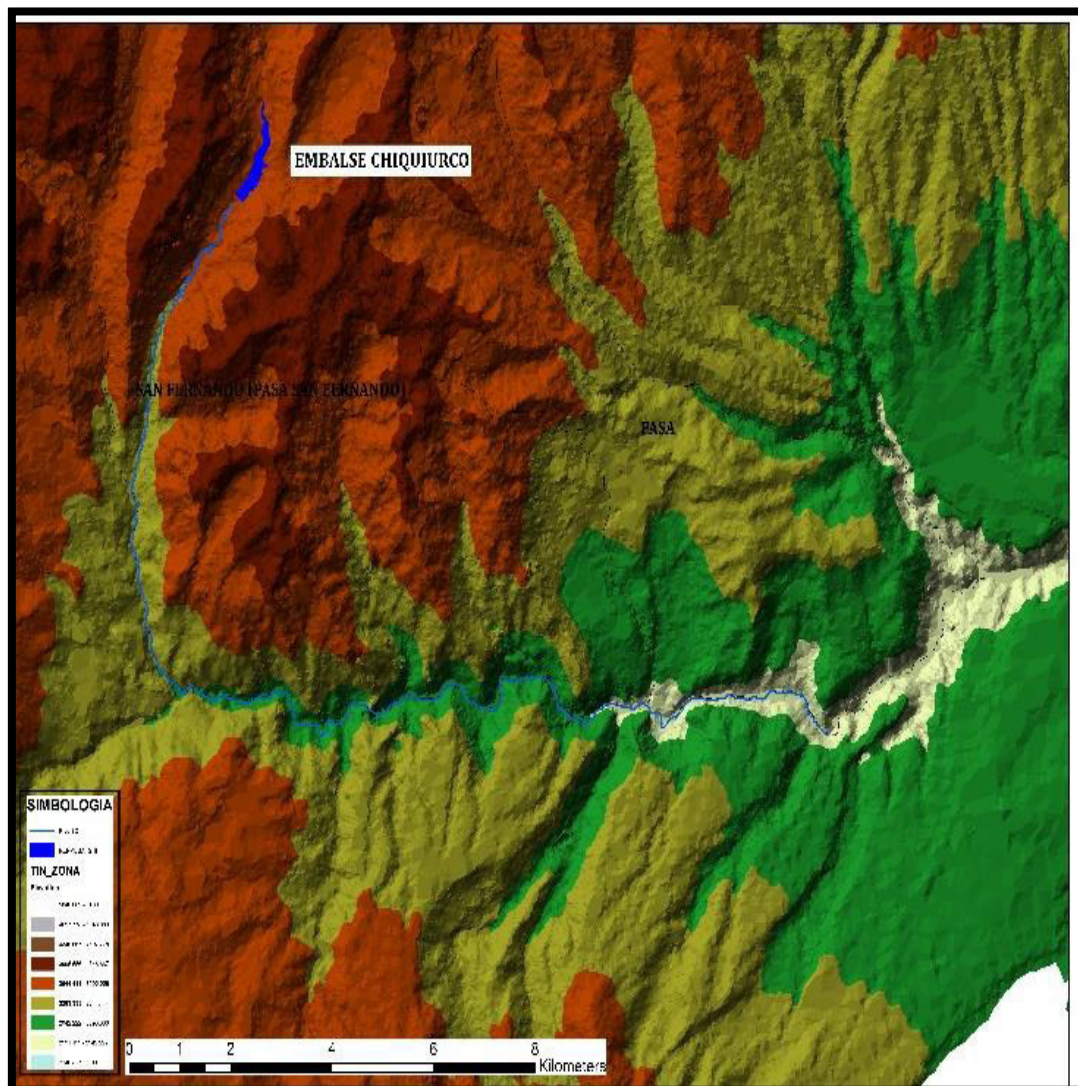


Este modelo digital de elevación sirvió como guía para la obtención de curvas de nivel con las que se delimito el cauce natural del río.

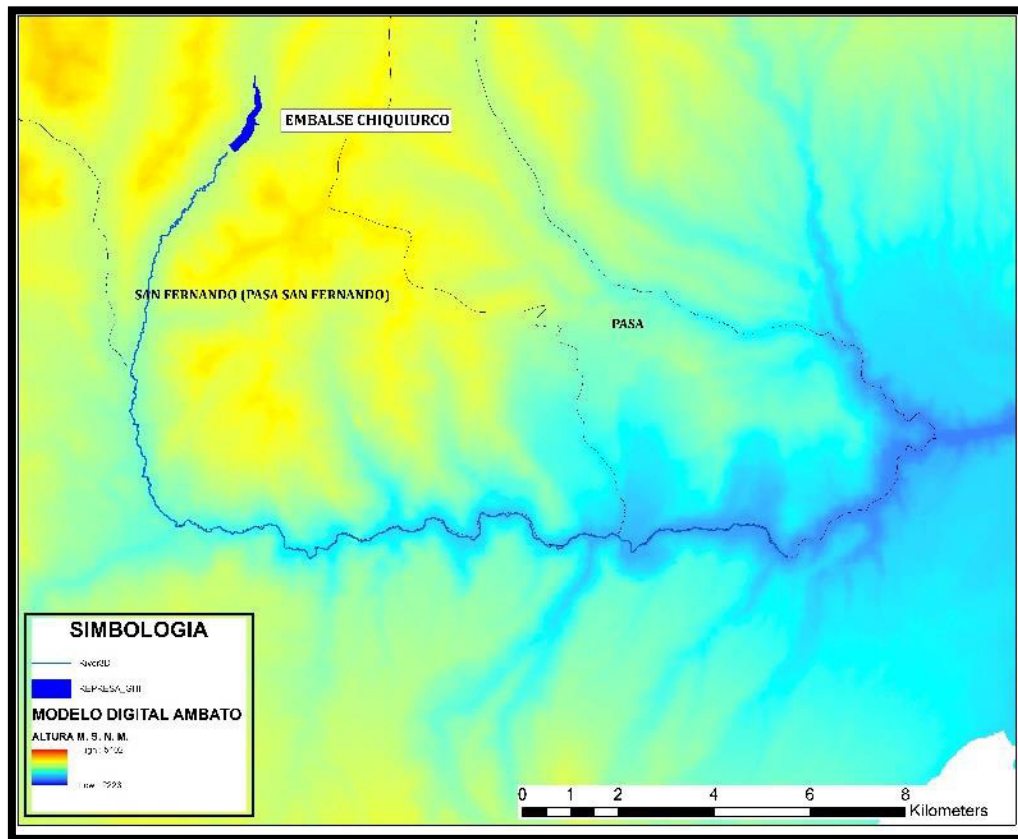
Para la determinación de las zonas de inundación se trabajó con 4 factores como son:

Un (Triangular Irregular Network) TIN con el cual se representa el terreno mediante una serie de triángulos irregulares conectados que se superponen sobre el área de estudio

*Figura 12 Modelo TIN*



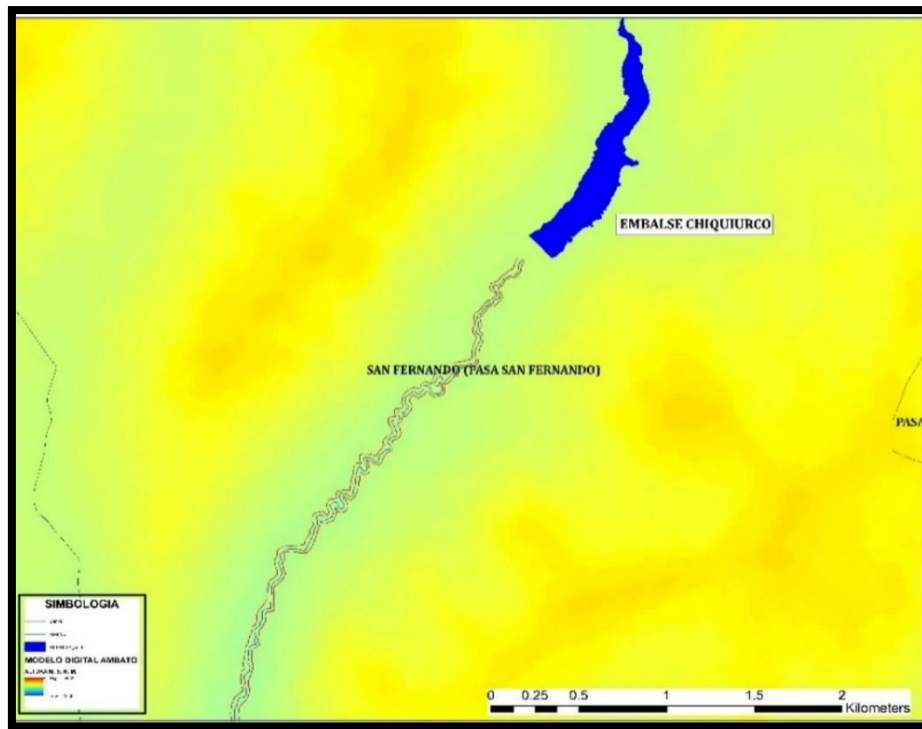
*Figura 13 Modelo Digital Del Terreno*



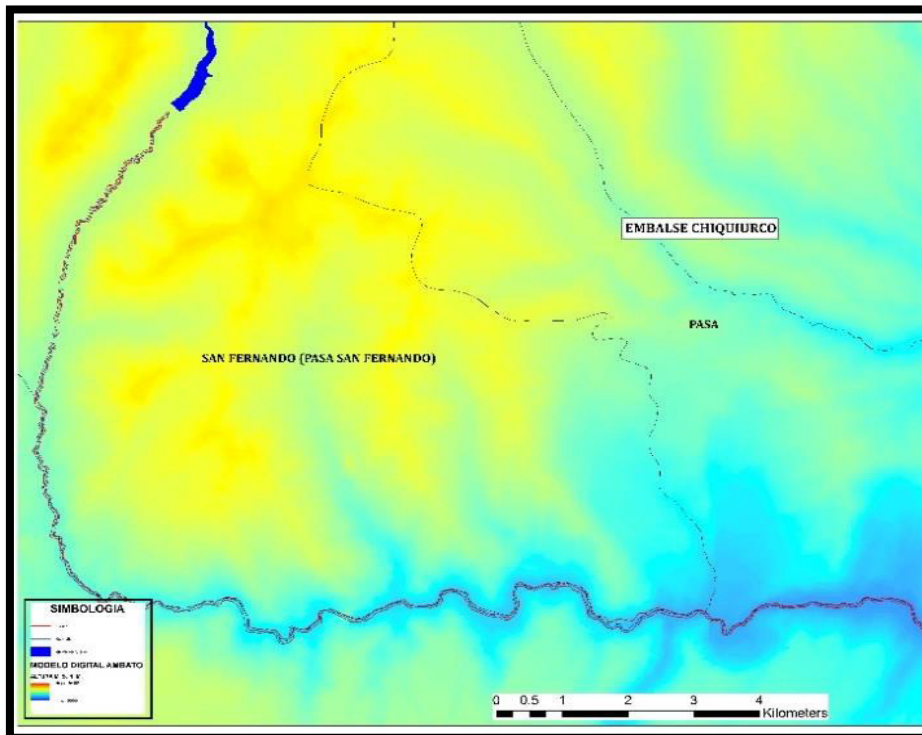
Líneas de Banco que se refieren a las líneas que representan los bordes de un río o un canal en un modelo hidráulico estas líneas representan los límites del canal y se utilizan para delinear la sección transversal del río o canal en diferentes ubicaciones a lo largo de su longitud.

Representadas de un color rojo.

*Figura 14 Líneas De Banco*



*Figura 15 Líneas de Banco*

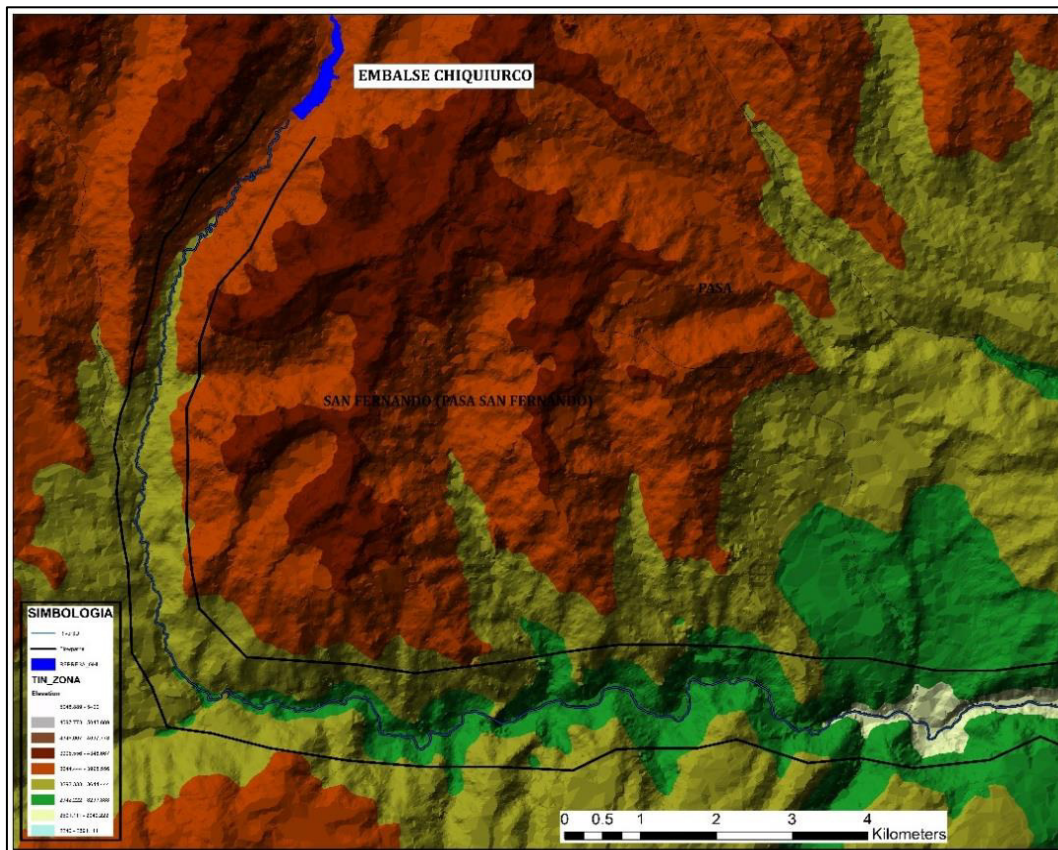


El termino Flowpaths que se refiere a las rutas o caminos que sigue el flujo de agua a lo largo del modelo hidráulico, estas rutas representan cómo el agua se desplaza a través de un sistema fluvial o de drenaje.



Para la realización de los flowpaths tomamos como guía el TIN que habíamos realizado y de esta forma conocer la ruta de río del cual se está realizando el estudio dentro de la cual está representada con líneas de color negro.

*Figura 16 Flowpaths*



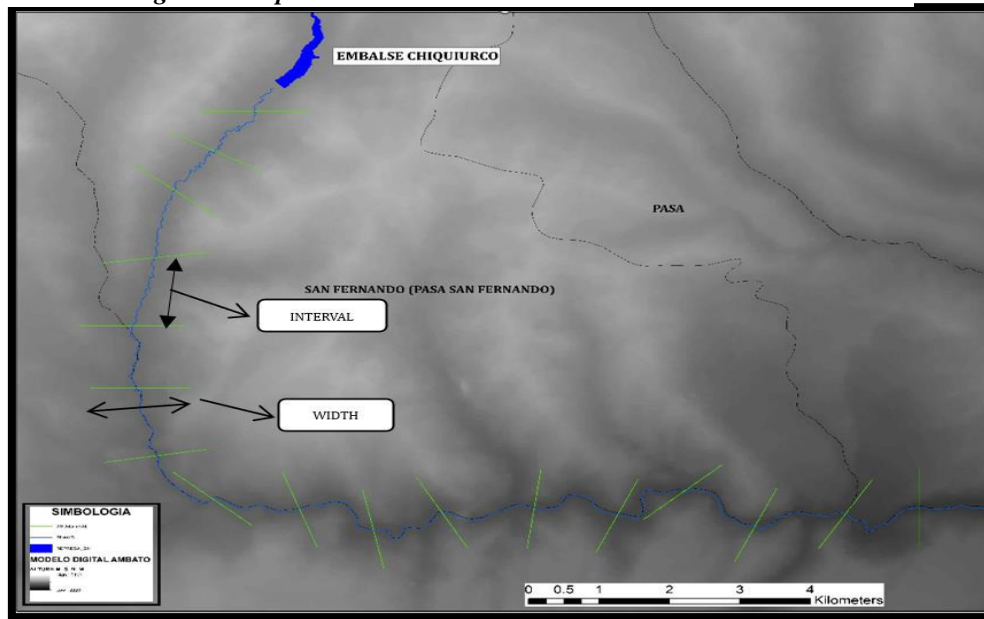
Identificación de CROSS SECTION el cual es un proceso clave que implica nombrar y gestionar las secciones transversales a lo largo de un río o un sistema de flujo de agua.

Las secciones trasversales se obtuvieron mediante 2 parámetros como son Interval y Width, el intervalo corresponde a la distancia que existe entre cada sección de río, mientras que Width hace referencia al ancho del cauce del río la unidad de medidas para la obtención de estos parámetros son los metros para lo cual se evaluó una distancia de 1500m como se lo menciona en la tabla 2, el resultado son líneas de corte con las cuales se observó la geometría del canal que fue el cauce del río.

*Tabla 2 Secciones trasversales*

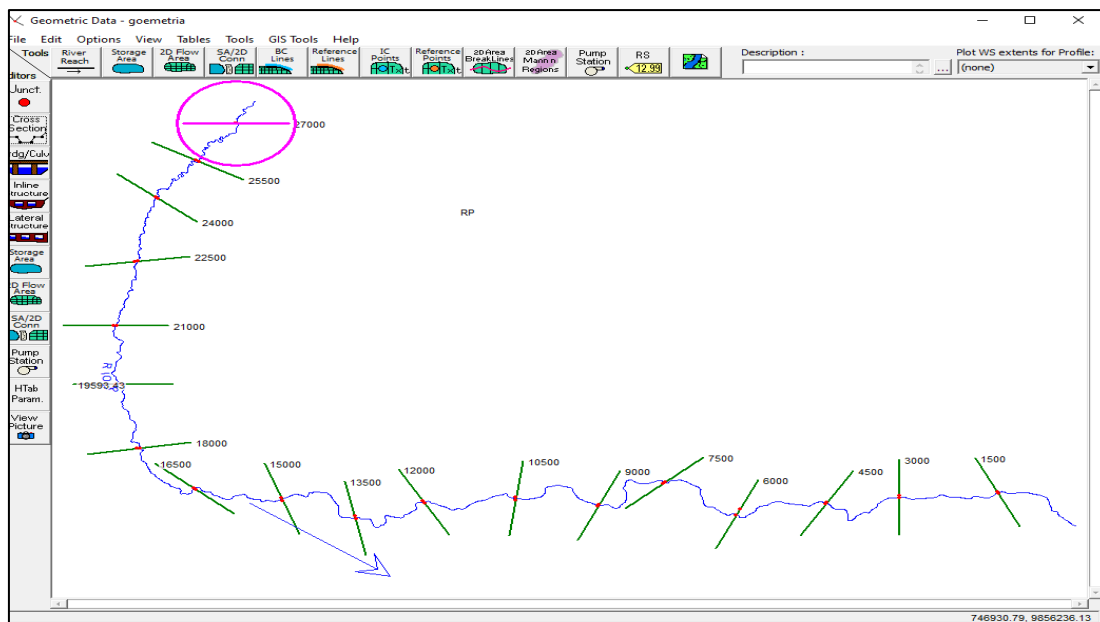
Interval	1.500 m
Width	1.500 m

**Figura 17 Representación de Secciones Transversales**



Una vez obtenido los parámetros de las líneas de corte se exportó al programa ArcGis para su trabajo en el software HECRAS con el cuál se obtuvo una representación del río y las líneas de corte con las cuáles se puede observar la geometría del canal en cada una de las secciones transversales cuyo intervalo fue de 1500 m que comienza río abajo hasta llegar al embalse de Chiquiurco.

**Figura 14 mapa de secciones transversales**

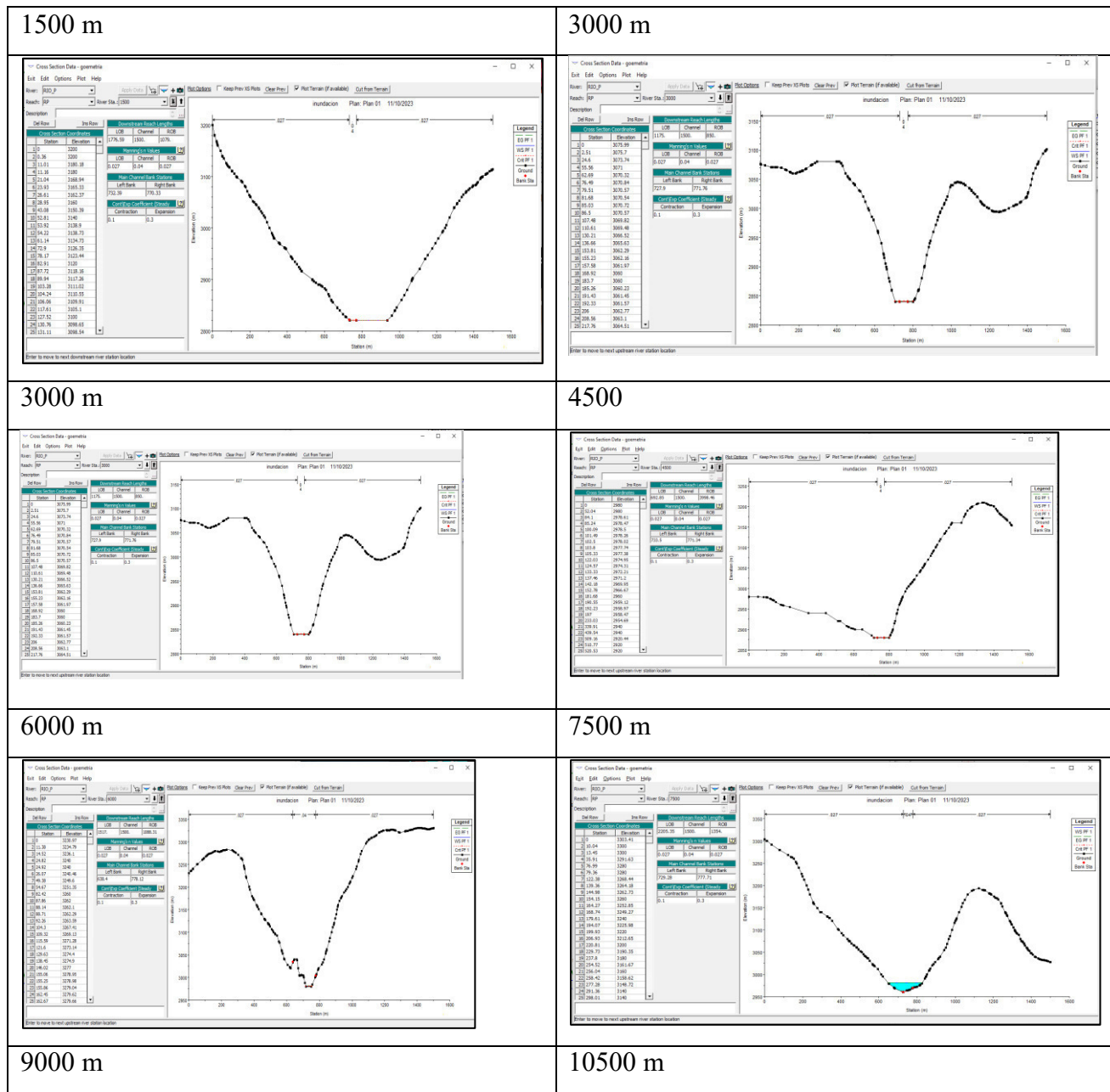


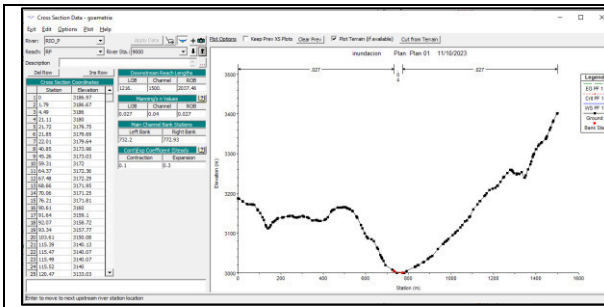
Representación de la geometría del canal de acuerdo al parámetro de Interval y Width de la zona de estudio, como mencionamos anteriormente el perfil del terreno es esencial para analizar cómo el agua fluye a lo largo de un río o canal, A través de estas

secciones podemos entender cómo se comporta el agua en diferentes secciones a lo largo del río y cómo cambia su velocidad, profundidad y caudal.

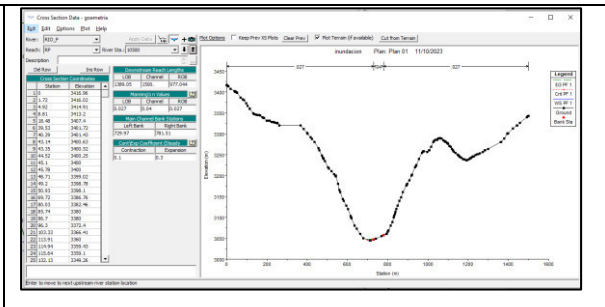
La tabla N3 es la representación del perfil lineal del modelamiento realizado al desbocamiento del río en caso de la ruptura del embalse mediante el software Hec-Ras.

Tabla 3 Perfil lineal Hec-Ras

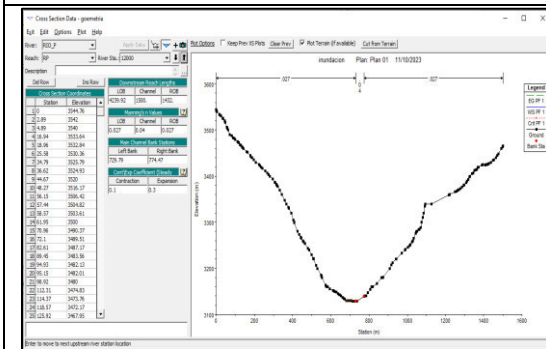




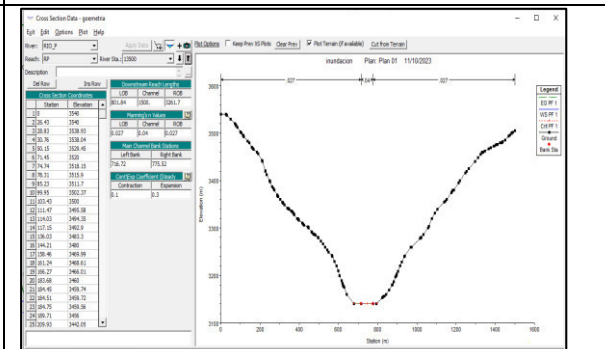
12000 m



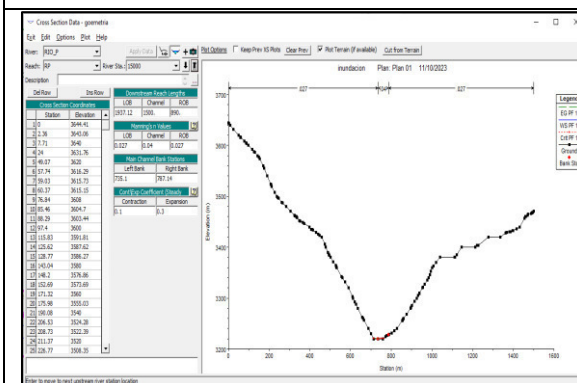
13500 m



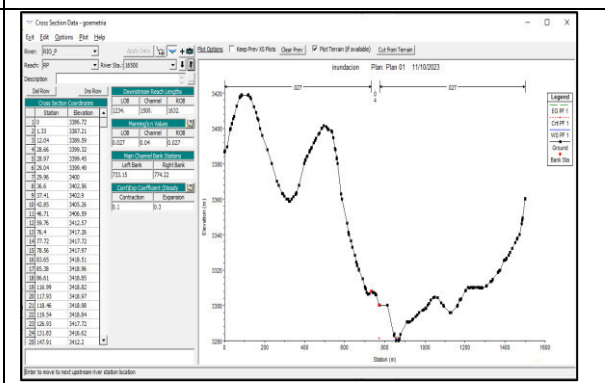
15000 m



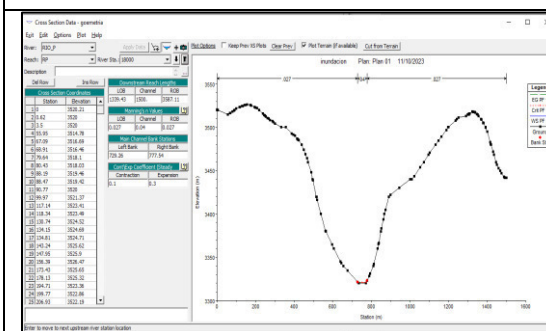
16500 m



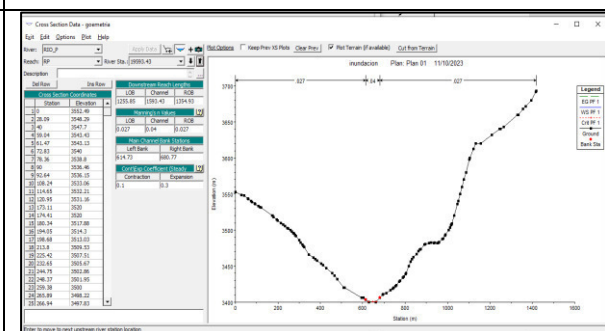
18000 m



19500 m



21000 m



22500 m



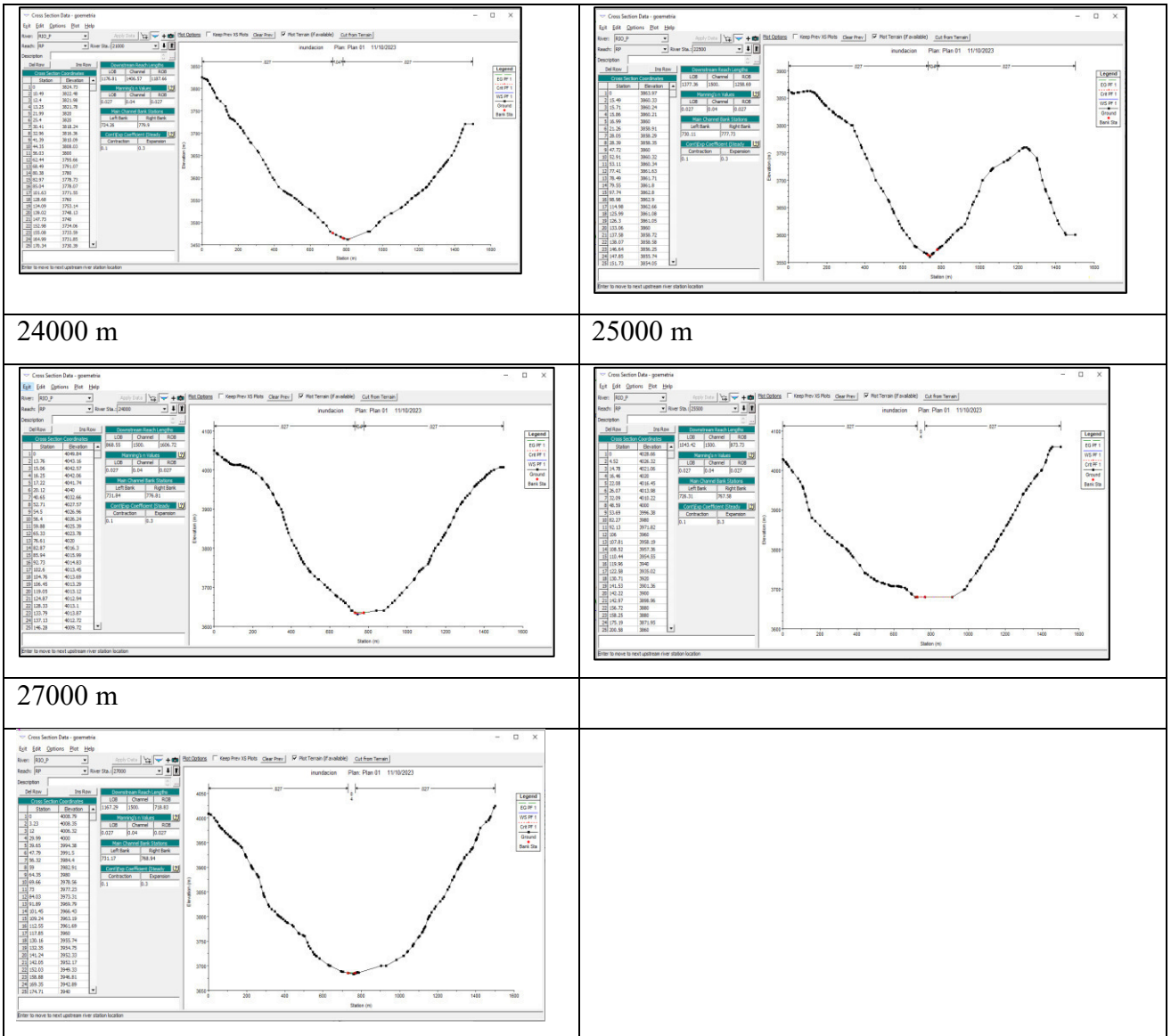


Figura 18 Representación del perfil lineal

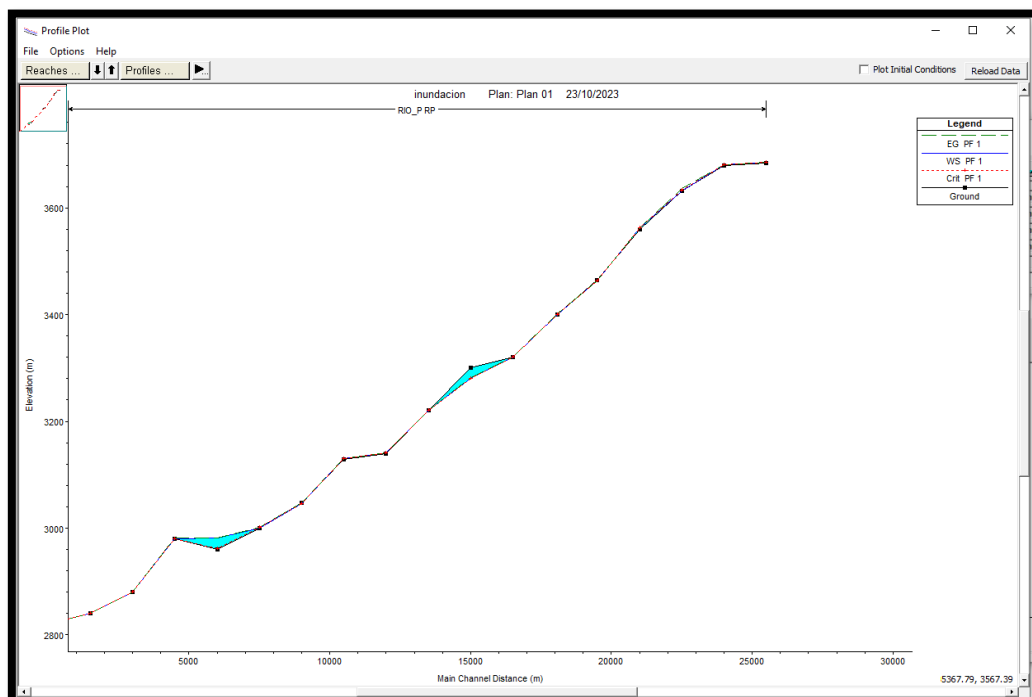
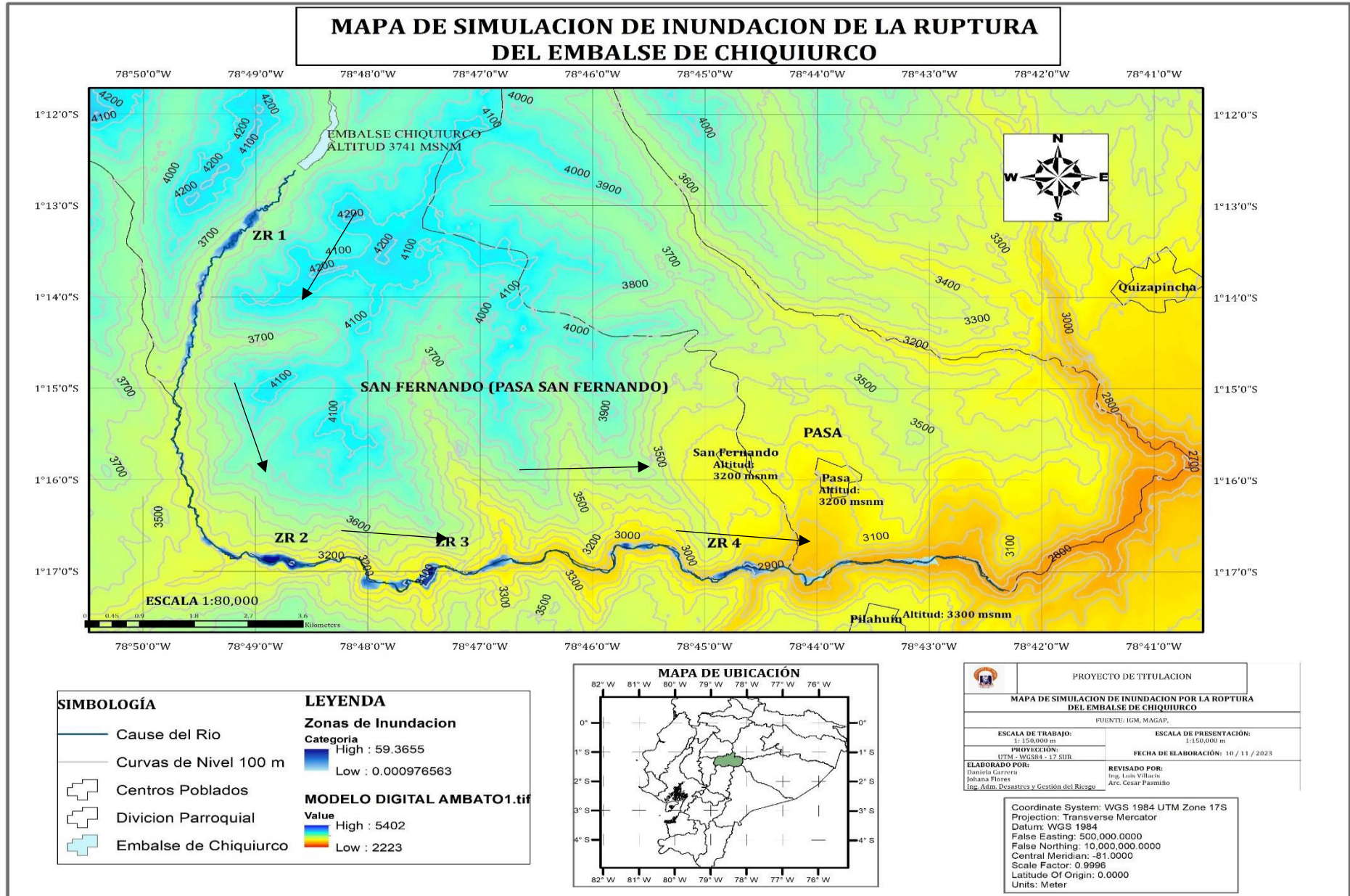




Figura 19 Simulación del Escenario



## MAPA DE REPRESENTACIÓN DEL PERÍMETRO Y ÁREA DE AFECTACIÓN

Figura 20 Perímetro y Área

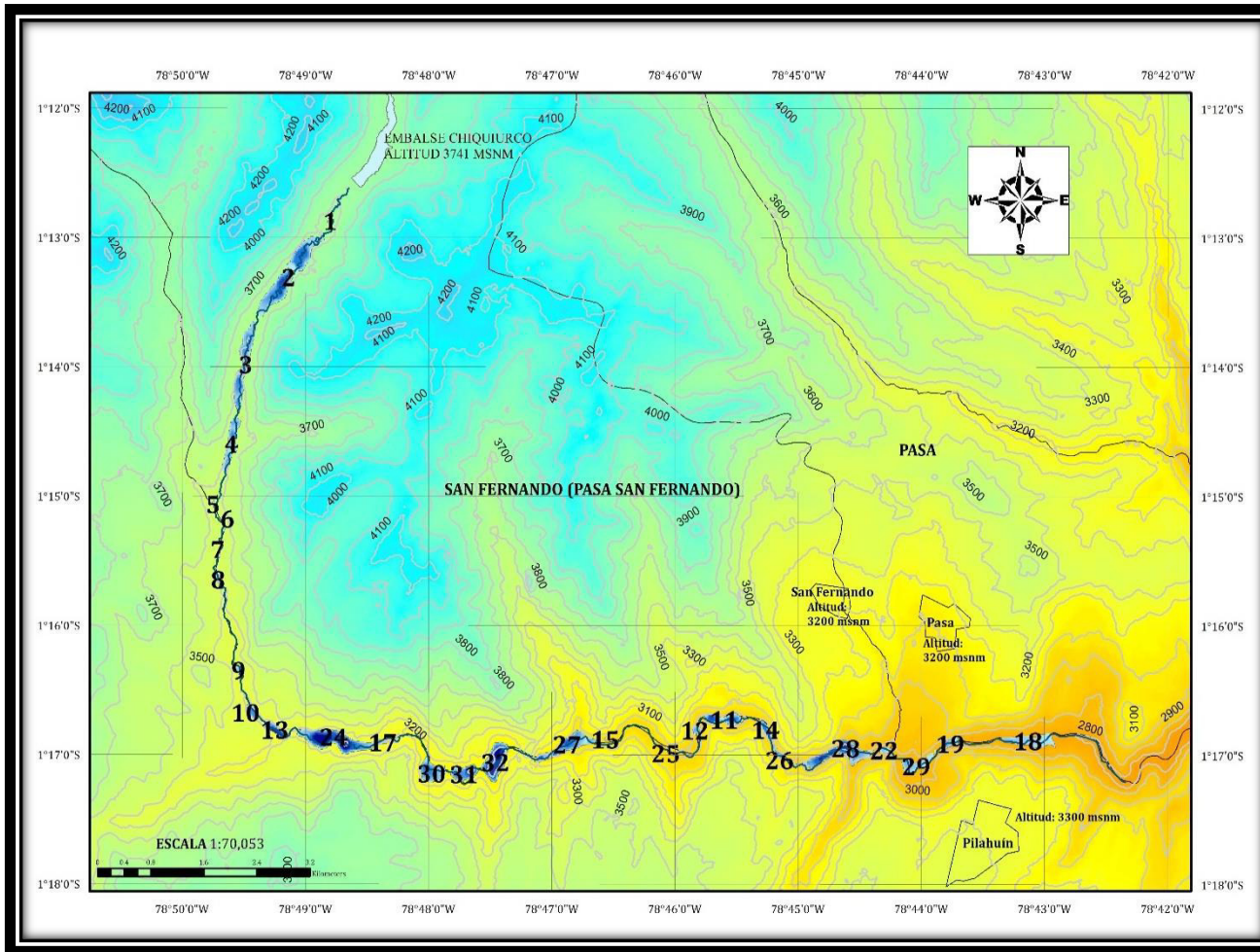


Tabla 4 Perímetro y Área

ID	PERÍMETRO M	ÁREA M2	ANCHO MAX M
1	260.92	4108.61	72
2	3364.91	253785.03	252
3	2869.84	159449.54	177
4	1799.65	86833.33	128
5	252.97	2975.21	67
6	217.46	2195.56	27
7	259.86	3682.52	60
8	401.17	8514.07	84
9	318.03	4441.18	41
10	632.71	23075.34	106
11	1387.18	60133.73	169
12	375.29	8893.75	94
13	925.80	31825.08	87
14	671.28	17504.63	66
15	141.45	938.73	27
16	75.46	273.87	14
17	549.86	11065.35	69
18	1859.39	94805.85	116
19	716.22	24486.93	92
20	176.91	1416.49	33
21	75.46	273.87	20
22	464.34	11360.02	74
23	113.47	539.94	14
24	2671.00	207900.55	274
25	321.05	4952.51	52
26	401.83	6412.96	49
27	2197.23	123498.87	188
28	2526.54	145697.14	222
29	1336.38	56990.43	156
30	1213.73	83791.93	238
31	1093.04	66954.11	201
32	1512.45	133116.94	321

El siguiente mapa representa el cálculo del perímetro y área de afectación por el evento de la ruptura del embalse de Chiquirco, cada una de las zonas poseen un dimensionamiento el cual está representado en la Figura N 20 con valores numéricos para su posterior comparación con la tabla N4.



Estos resultados nos permiten evaluar el impacto ambiental y social en caso de que se manifieste la ruptura del embalse, además de fomentar la realización de proyectos de construcción y desarrollo a lo largo de ríos.

**Figura 17** mapa zona de estudio



Con la herramienta de ARCSCEINE se puede tener una idea de lo que abarca el desbordamiento del río por la ruptura del embalse en las zonas de estudio, también se observa que, por la topografía del lugar, en las zonas de mayor impacto del desbordamiento del embalse son infraestructura presente en las riberas del río.

**Figura 18** mapa zona de estudio

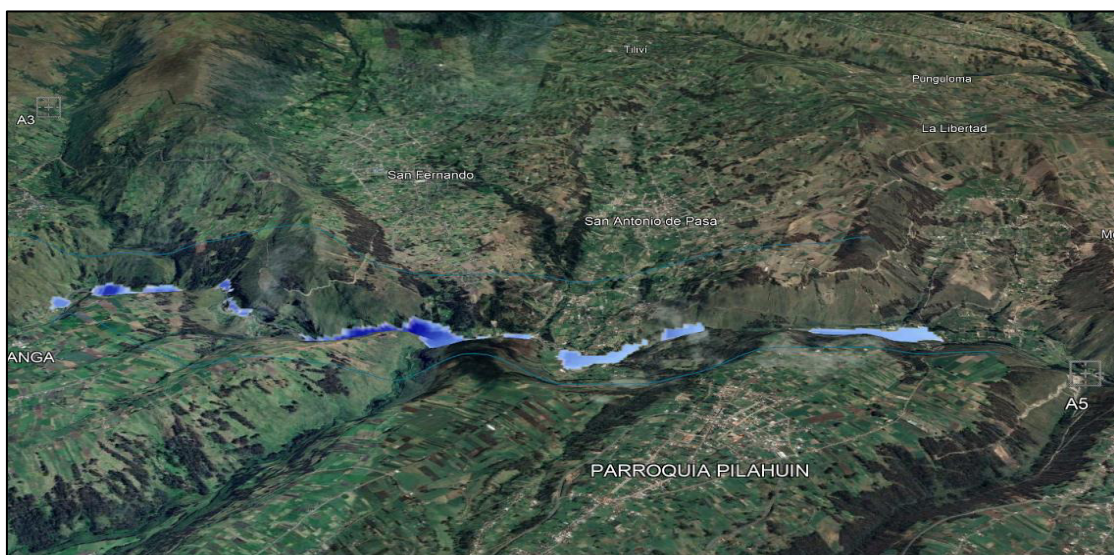




Figura 19 mapa zona de estudio

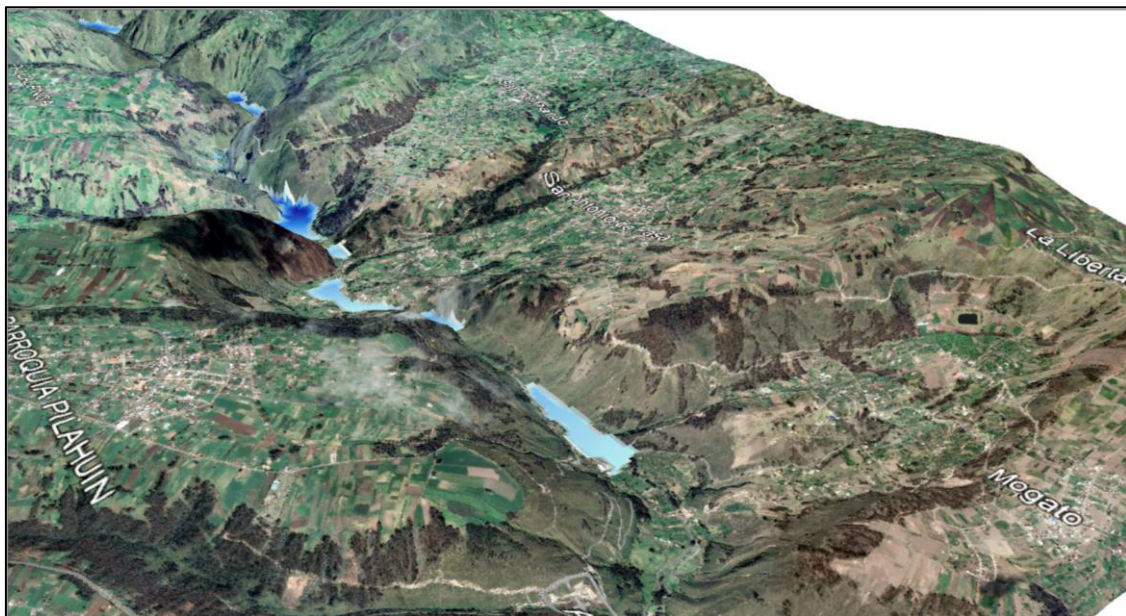
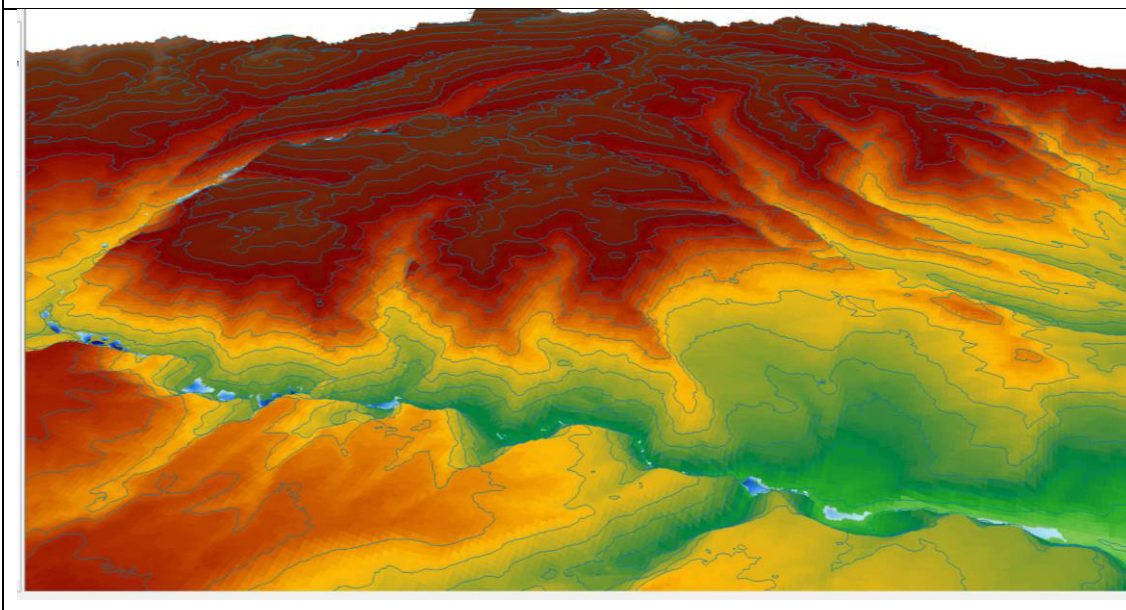


Figura 20 mapa del relieve topográfico

Representación del relieve topográfico de las zonas de estudio.



# REPRESENTACIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO EN RELACIÓN AL MODELAMIENTO DEL EVENTO DE INUNDACIÓN DEL EMBALSE DE CHIQUIURCO.

Figura 21 mapa de afectación de la parroquia Pilahuin

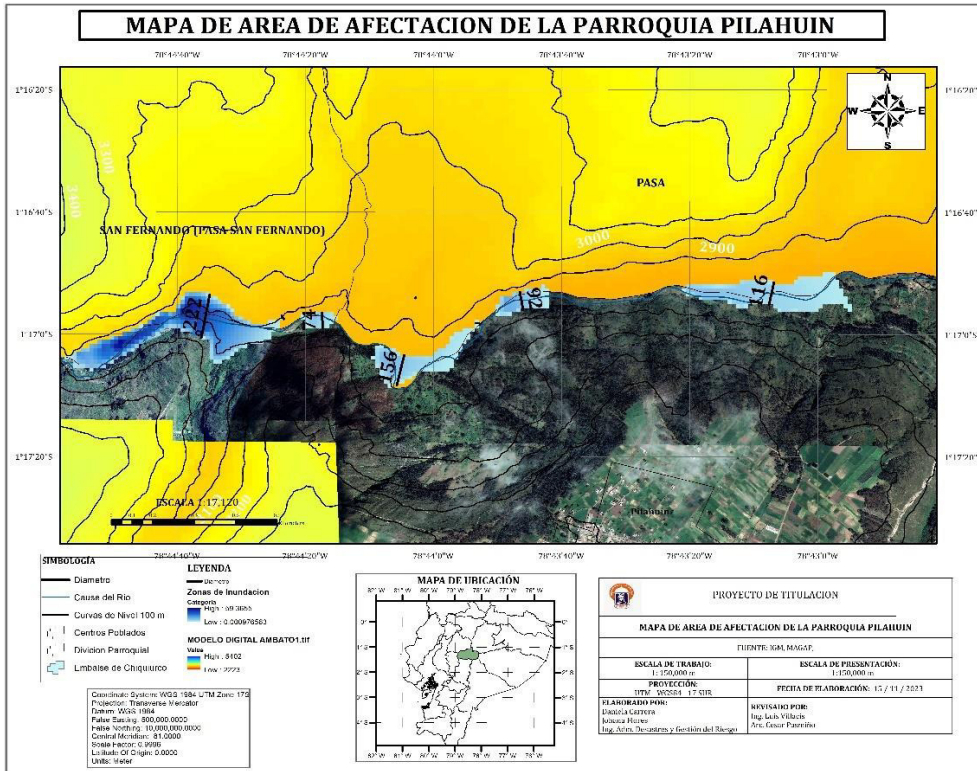


Figura 22 mapa de afectación de la parroquia San Fernando

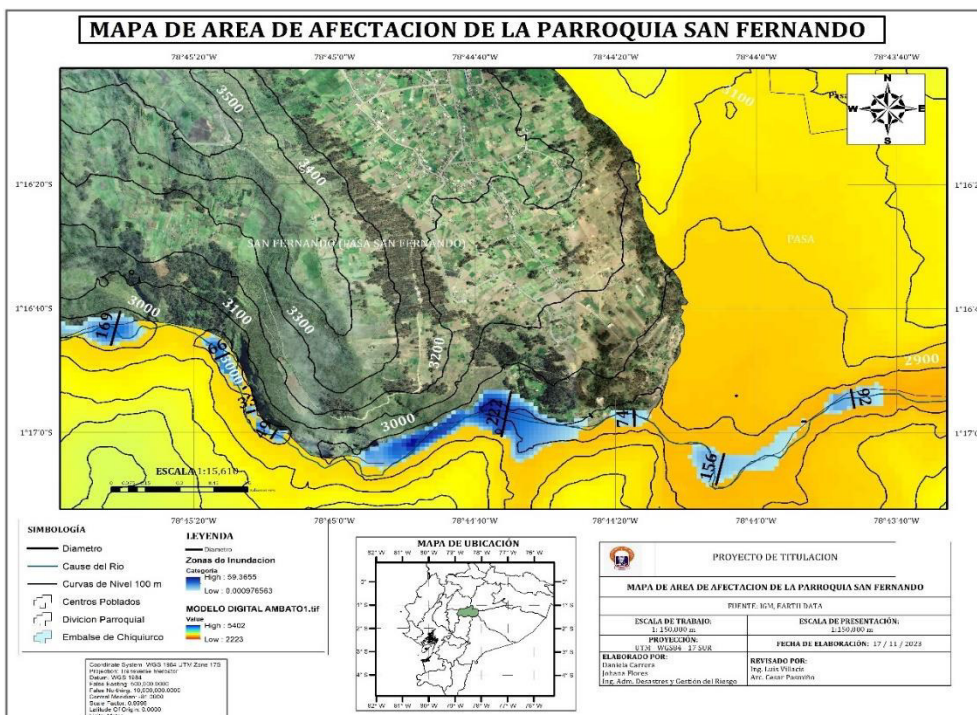
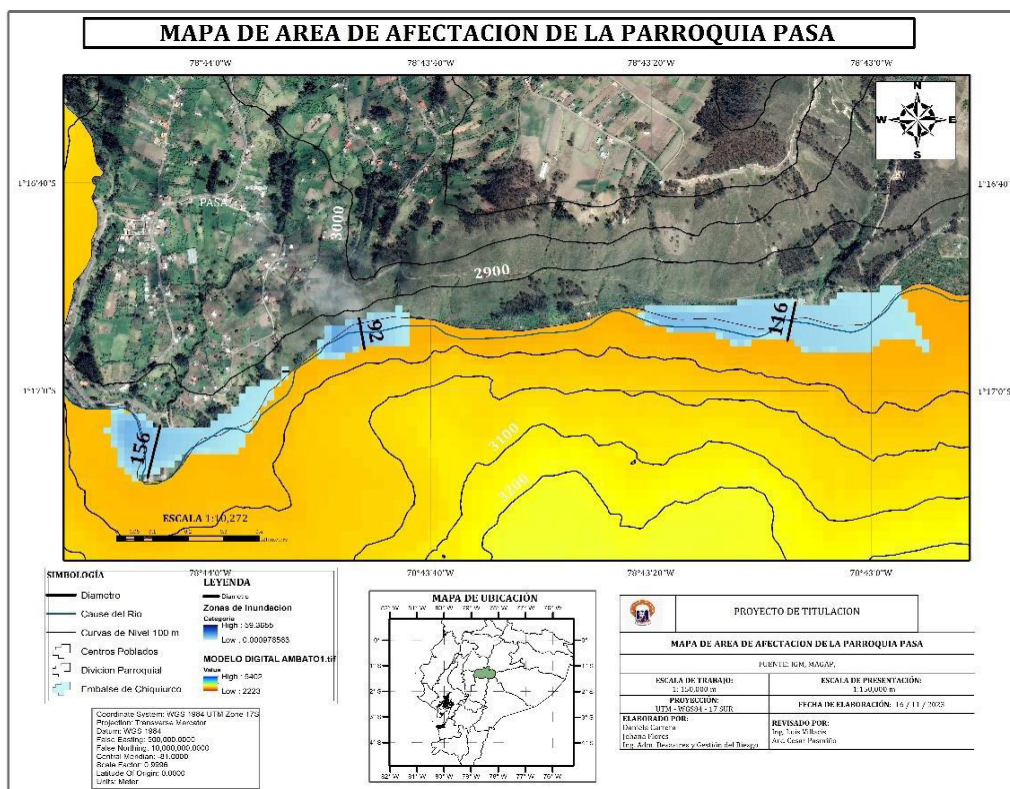




Figura 23 mapa de afectación de la parroquia Pasa



Según el modelamiento las afectaciones por el evento del colapso del embalse de las parroquias San Fernando, Pasa y Pilahuin, se observa que las zonas inferiores de las parroquias San Fernando, Pasa y la zona superior de la parroquia Pilahuin sufriran afectaciones por que se encuentra cercanas al cauce del río, además se observar que esto se debe por la topografía del lugar donde se puede observar que el cauce del río se encuentra a una altura de 2900 m.s.n.m mientras que los centros poblados de las parroquias se encuentran a una altura promedio de 3000 m.s.n.m teniendo una diferencia de 100 metros lo que no hace factible la inundación de las áreas más pobladas, sin embargo también existen sectores poblados en el cauce del río, en estos sectores donde se realizo la investigación de este proyecto.

## 4.2 RESULTADOS SEGÚN EL OBJETIVO 2

### EVALUAR EL NIVEL DE VULNERABILIDAD FÍSICA DE LAS POBLACIONES EN LAS ÁREAS DE INUNDACIÓN ANTE UN POSIBLE COLAPSO DEL EMBALSE CHIQUIURCO.

Mediante la Identificación de las áreas potencialmente afectadas utilizando el modelos hidrológicos, se delimito las áreas que estarían en riesgo de inundación en caso de un colapso del embalse.

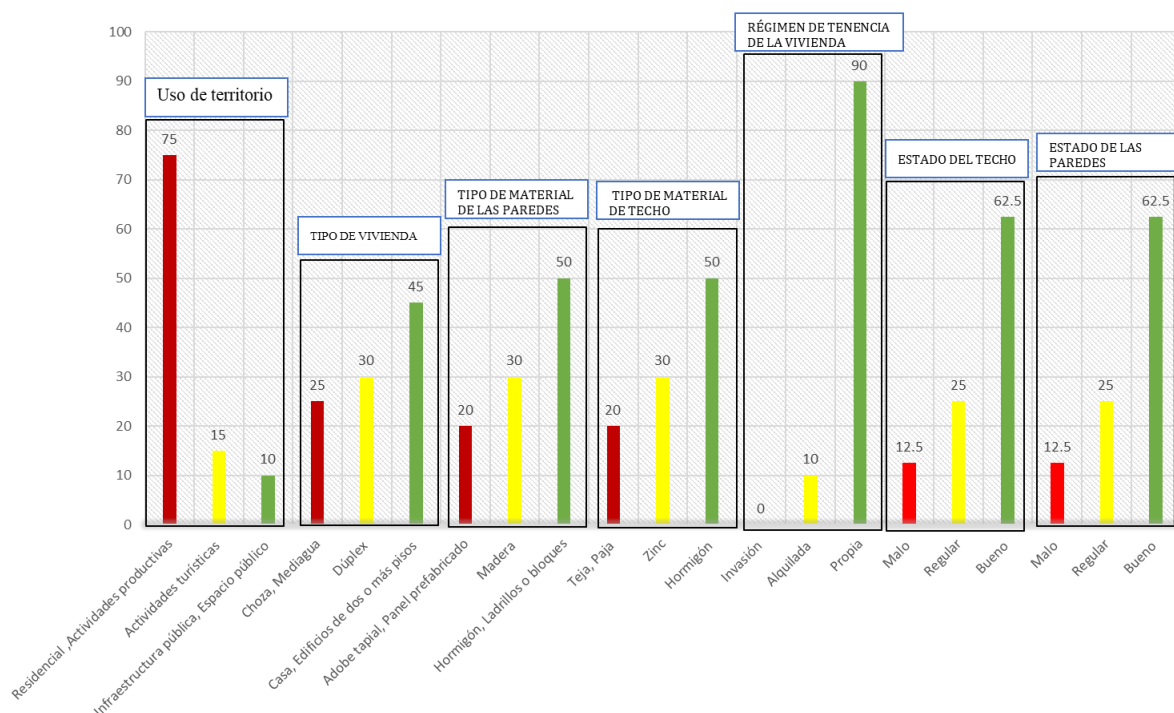
Para la evaluación del nivel de vulnerabilidad física estructural se considero una serie de paramatros con lo que se logro determinar el nivel de la vulnerabilidad.

*Tabla 5 Datos Recolectados*

<b>VIVIENDAS AFECTADAS</b>			
<b>USO DE TERRITORIO</b>	<b>CATEGORIA</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Residencial Actividades productivas	ALTO	30	75%
Actividades turísticas	MEDIO	6	15%
Infraestructura pública, Espacio público	BAJO	4	10%
<b>TIPO DE VIVIENDA</b>			
Choza, Mediagua	ALTO	10	25%
Dúplex	MEDIO	12	30%
Casa, Edificios de dos o más pisos	BAJO	18	45%
<b>TIPO DE MATERIAL DE LAS PAREDES</b>			
Adobe tapial, Panel prefabricado	ALTO	8	20%
Madera	MEDIO	12	30%
Hormigón, Ladrillos o bloques	BAJO	20	50%
<b>TIPO DE MATERIAL DE TECHO</b>			
Teja, Paja	ALTO	8	20%
Zinc	MEDIO	12	30%
Hormigón	BAJO	20	50%
<b>RÉGIMEN DE TENENCIA DE LA VIVIENDA</b>			
Invasión	ALTO		0%

Alquilada	MEDIO	4	10%
Propia	BAJO	36	90%
<b>Estado del techo de la vivienda</b>			
Malo	ALTO	5	12.5%
Regular	MEDIO	10	25%
Bueno	BAJO	25	62.5%
<b>Estado de las paredes de la vivienda</b>			
Malo	ALTO	5	12.5%
Regular	MEDIO	10	25%
Bueno	BAJO	25	62.5%
Total		40	100

Ilustración 1 Viviendas Afectadas



**Análisis:**

Se realizó un estudio de las viviendas que existen a la orilla del río que son las que se verían afectados en el caso de que se dé el evento del colapso y así conocer el estado en que estas viviendas se encuentran y conocer la vulnerabilidad a las que se encuentran expuestas tanto la infraestructura como las personas que habitan en la misma y de esta manera conocer la categoría si se encuentran en un nivel alto, medio o bajo y tomar medidas en estos sitios de estudio.

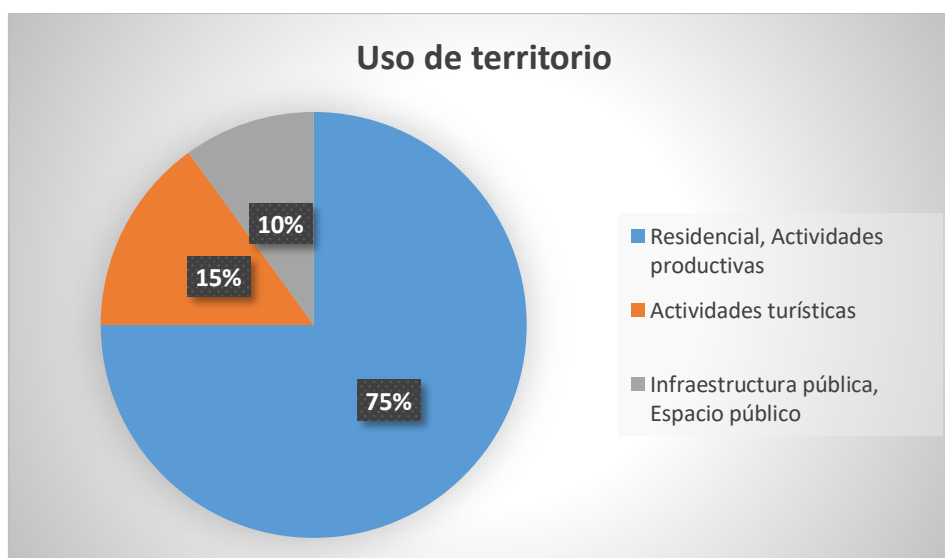


## USO DE TERRITORIO

*Tabla 6 Uso Territorio*

INDICADOR	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Residencial, Actividades productivas	30	75%
Actividades turísticas	6	15%
Infraestructura pública, Espacio público	4	10%

*Ilustración 2 Uso Territorio*



### **Análisis:**

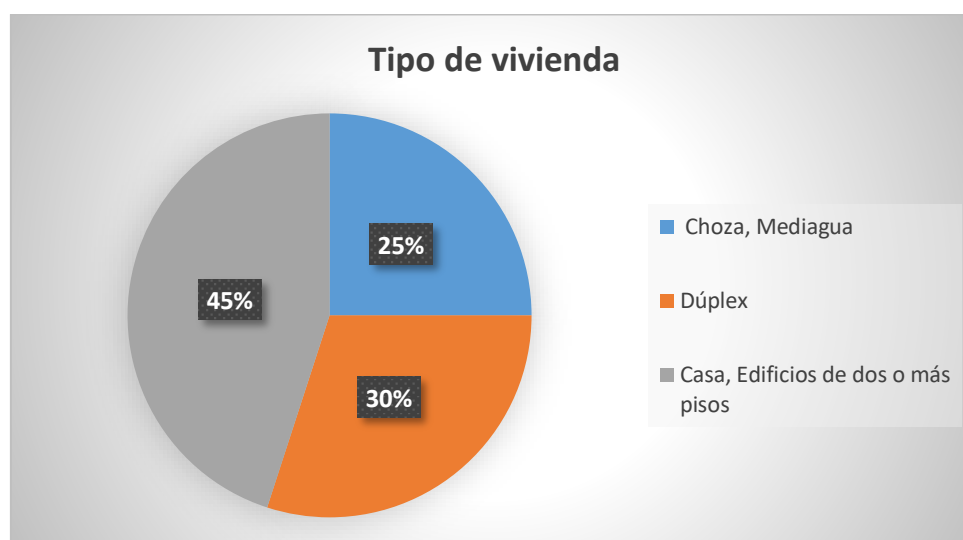
El resultado obtenido sobre el uso del territorio muestra que dentro de las poblaciones donde se realizó el estudio la mayoría de viviendas con un porcentaje alto son las de residencia y actividades productivas, así incrementado la vulnerabilidad en caso de existir el colapso ya que la mayoría de las personas que habitan esas viviendas y los fines de semana, las actividades turísticas en estos centros son visitados por turistas de diferentes sitios, así incrementando el riesgo para personas que visitan estos centros de recreación.

## TIPO DE VIVIENDA

*Tabla 7 Tipo de Vivienda*

INDICADOR	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Choza, Mediagua	10	25%
Dúplex	12	30%
Casa, Edificios de dos o más pisos	18	45%

*Ilustración 3 Tipo de Vivienda*



### Análisis:

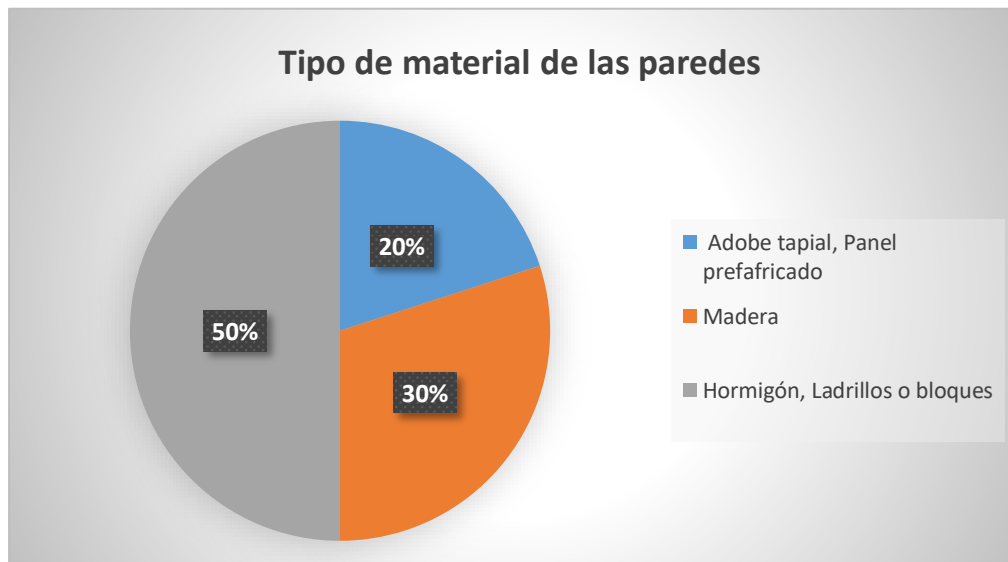
Los datos que se obtuvieron sobre el tipo de vivienda se puede conocer la vulnerabilidad de estas que se puede resaltar que su riesgo es más alto se da debido a la presencia infraestructura sin un sistema de construcción definido.

## TIPO DE MATERIAL DE LAS PAREDES

*Tabla 8 Material de Paredes*

INDICADOR	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Adobe tapial, Panel prefabricado	8	20%
Madera	12	30%
Hormigón, Ladrillos o bloques	20	50%

*Ilustración 4 Materiales*



### **Análisis:**

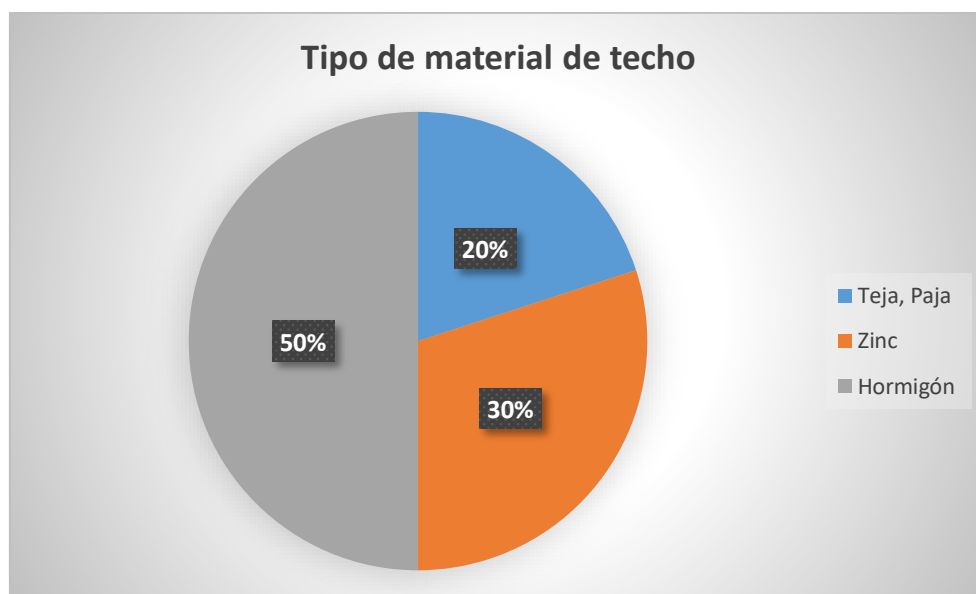
Los resultados obtenidos del tipo de material de las paredes indican que sobresalen el material de hormigón, ladrillos y bloques haciendo un poco más resistentes por su tipo de material, las viviendas que se encuentran con una vulnerabilidad alta son las de madera, adobe tapial y prefabricado ya que si se llegaría a suscitar el evento estas edificaciones que se encuentran cercanas a la cuenca del río se verían afectadas por la fuerza del agua ya provocarían grietas o incluso hacer que las paredes colapsen completamente.

## TIPO DE MATERIAL DE TECHO

*Tabla 9 Material Techo*

INDICADOR	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Teja, Paja	8	20%
Zinc	12	30%
Hormigón	20	50%

*Ilustración 5 Material del Techo*



### **Análisis:**

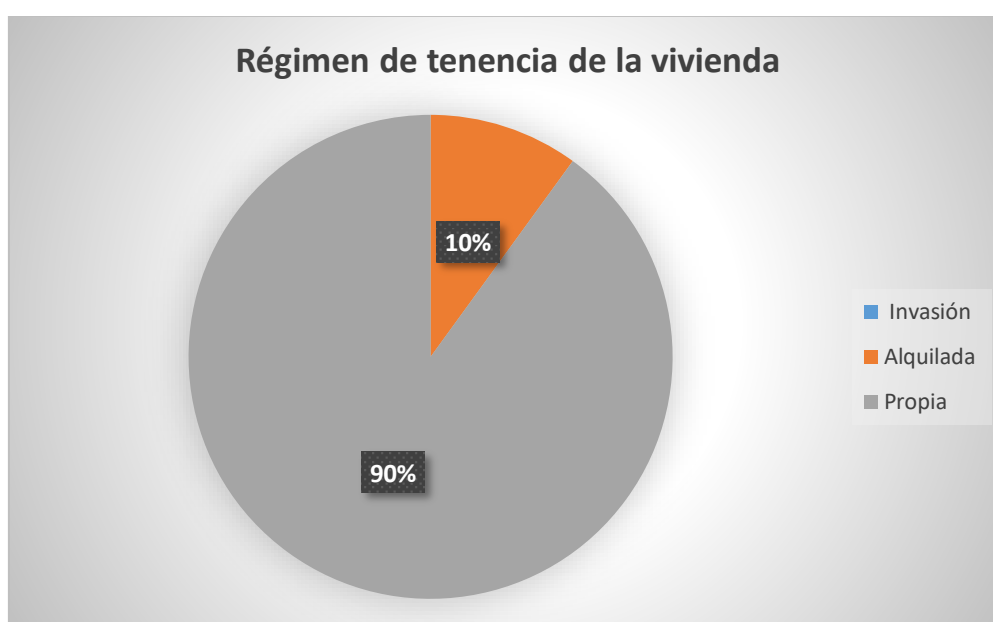
Dentro de los resultados del tipo de material del techo se indican que sobresalen el material de hormigón haciendo un poco más resistente que las otras viviendas que su material son de zinc, teja y paja ya que estas se encuentran en una vulnerabilidad alta si se llegaría a suscitar el evento porque el agua afectaría estos techos.

## RÉGIMEN DE TENENCIA DE LA VIVIENDA

*Tabla 10 Tenencia de la vivienda*

INDICADOR	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Invasión	0	0%
Alquilada	4	10%
Propia	36	90%

*Ilustración 6 Tenencia*



### **Análisis:**

Los resultados obtenidos de la tenencia de la vivienda la mayoría de viviendas son propias su vulnerabilidad es alta donde se verían afectado por el colapso, dañando las infraestructuras, causando el desplazamiento de las personas que habitan en estos lugares y perdidas de materiales significativos. A demás el impacto psicológico en los habitantes afectados también sería considerable en las zonas donde se realizó el estudio.

## ESTADO DEL TECHO DE LA VIVIENDA

*Tabla 11 Estado del Techo*

INDICADOR	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Malo	5	12%
Regular	10	25%
Bueno	25	63%

*Ilustración 7 Estado del Techo*



### **Analisis:**

El estado del techo de las viviendas la mayoría de estas es bueno haciendo que la vulnerabilidad de estas edificaciones sean más resistentes en caso de sucitar el evento, las edificaciones restantes su estado es regular teniendo un indice de vulnerabilidad mas alto ya que sus estructuras podrian colapsar por el impacto del evento.

## ESTADO DE LAS PAREDES DE LAS VIVIENDA

*Tabla 12 Estado de las Paredes*

INDICADOR	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Malo	5	12%
Regular	10	25%
Bueno	25	63%

*Ilustración 8 Estado de las paredes*



### **Análisis:**

Los resultados obtenidos sobre el estado de las paredes de las viviendas, la mayoría de estas edificaciones sus estructuras se encuentran en buen estado haciendo que la vulnerabilidad sean de bajo riesgo a diferencia de las demás estructuras que se encuentran en estado regular y malo ya que su vulnerabilidad es más alta y llegarían a colapsar durante el evento.

### **4.3 RESULTADOS SEGÚN EL OBJETIVO 3**

#### **IMPLEMENTAR LAS ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN DE RIESGO MEDIANTE UN PLAN DE RESPUESTA ANTE UN POSIBLE COLAPSO.**

Se realizó el plan de respuesta con la información que se obtuvo de las encuestas y el modelamiento para conocer cuáles fueron las zonas con mayor riesgo, para tomar medidas

#### **PLAN DE RESPUESTA ANTE EL POSIBLE COLAPSO DEL EMBALSE CHIQUIURCO**

##### **INTRODUCCIÓN**

El plan de respuesta ante el posible colapso del embalse Chiquiurco, se han incluido dentro del mismo las tres parroquias que se verían afectadas que son: Pasa, Pilahuin y San Fernando ya que puede tener consecuencias devastadoras para las áreas cercanas y las comunidades aguas abajo. Ante esta amenaza, es esencial contar con un plan de respuesta integral y eficaz que permita afrontar la situación de manera rápida y coordinada.

La seguridad de las comunidades ubicadas agua abajo de un embalse es de vital importancia debido al riesgo potencial de colapso de estas estructuras. Ante la posibilidad de un evento catastrófico, es esencial contar con un plan de respuesta exhaustivo y bien coordinado. Este plan tiene como objetivo principal salvar vidas humanas, proteger la infraestructura crítica y reducir al mínimo los daños ambientales. Al anticipar los riesgos, establecer protocolos de alerta temprana, coordinar acciones de evacuación y respuesta, y promover la conciencia pública, se busca garantizar una respuesta efectiva y una recuperación rápida en caso de emergencia. Esta introducción proporciona el marco inicial para la elaboración detallada de un plan de respuesta integral ante un posible colapso de un embalse.



## 1. INFORMACIÓN GENERAL

### UBICACIÓN GEOGRÁFICA

*Figura 21 Ubicación Geográfica*



**Provincia:** Tungurahua.

**Cantón:** Ambato.

**Parroquia:** San Fernando.

La presa está localizada al Nor Occidente de la ciudad de Ambato, a 3.741,2 m.s.n.m. La zona de implantación de la Presa Chiquiurco está localizada en la cuenca media del río Calamaca, dentro de propiedades de los miembros de las comunidades de Calamaca Grande, Calamaca Central y Santa Ana de Calamaca (Junta Parroquial de San Fernando), perteneciente a la parroquia de San Fernando del cantón Ambato.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO DEL RIESGO

### Escenario del colapso

La presa Chiquiurco normalmente suministra agua potable y de riego a las ciudades de Ambato y Pelileo. Al menos 40.000 personas se benefician de este líquido esencial en estos dos estados de Tungurahua. Estos grandes embalses fueron construidos por la Diputación Foral y supervisados por los técnicos de la organización. Un informe difundido por la provincia señala que los niveles de almacenamiento se mantuvieron

prácticamente constantes durante toda la temporada, es decir, en Chiquiurco se almacenaron 3.250.000 m<sup>3</sup> de líquidos esenciales.

Los embalses tanto como Ciquirco y Mulacorral están cumpliendo su función que es abastecer de agua a una parte de la ciudad como Santa Rosa, Chibuleo, Huachi Chico, Nueva Ambato, Las Catilinarias, La Presidencial, Ciudadela España, Juan Benigno Vela y más. Otras 30 000 personas que habitan en el norte de Ambato reciben agua a través del sistema Quillán Alemania.

El Inicio del colapso puede ser desencadenado por diversas causas, como la erosión del suelo que sostiene la presa, un aumento repentino en el nivel del agua debido a fuertes lluvias o un terremoto que daña la estructura.

La rápida liberación de agua una vez que se produce el colapso libera una gran cantidad de agua represada de manera súbita y violenta, el agua liberada rápidamente desciende por el valle, provocando una inundación súbita y devastadora en las áreas situadas aguas abajo de la presa.

Las comunidades, infraestructuras y terrenos a lo largo de la ruta de la inundación sufren graves daños. Esto puede incluir pérdida de vidas humanas, destrucción de viviendas, carreteras, puentes y otros elementos de infraestructura.

Las autoridades locales y los equipos de emergencia responden rápidamente para evacuar a las personas en riesgo y llevar a cabo operaciones de rescate. Una vez que se ha controlado la situación, se llevan a cabo esfuerzos de mitigación para prevenir daños adicionales y se inician los procesos de recuperación para ayudar a las comunidades afectadas a reconstruir y recuperarse del desastre.

Este escenario ilustra la gravedad y la complejidad de un colapso de embalse y resalta la importancia de la preparación, la respuesta rápida y la mitigación de desastres.

### 2.3. Análisis de la vulnerabilidad en territorio

#### 2.3.1. Vulnerabilidad Social

Se encuentran tres parroquias expuestas al posible colapso del embalse que son:

Figura 22 Sectores y población posiblemente afectados

Nº	CANTÓN	PARROQUIAS	NUMERO DE HABITANTES	PRESIDENTE DEL GAD
1	Ambato	San Fernando	2,035	Lic. Gisela Moscoso
2	Ambato	San Antonio de Pasa	6,499	Sr. Alonso Dias
3	Ambato	Pilahuin	12,128	Sr. Cesar Medina
<b>Total</b>			<b>20662</b>	

La afectación a los habitantes de estas tres parroquias, así como infraestructura turística, proyectos turísticos y afectaciones psicológicas.

#### 2.3.2. Vulnerabilidad Física

Pasa en cuanto a la infraestructura vial, todas las comunidades tienen vías de primer orden, sin embargo, existen vías intercomunitarias de segundo y tercer orden que deben ser mejoradas. La red vial asfaltada cubre 81,25 Km y las otras vías adicionando los senderos, tiene una longitud de 289, 22 km, por consiguiente, en la parroquia se cuenta con 370,47 km de vías transitables.

En el caso de la parroquia San Fernando, la extensión total de sus vías es la de aproximadamente 124.18 kilómetros

## Centros de Salud

Figura 23 Centros de Salud

Parroquia	Tipología	Nivel de atención	MSP	IESS
<b>Pasa</b>	Centro de Salud	Nivel I	1	
<b>Pilahuín</b>	Centro de Salud	Nivel I	3	
	Puesto de Salud	Nivel I	1	1
<b>San Fernando</b>	Centro de Salud	Nivel I	1	

## División político administrativa

Determina que el cantón presenta la siguiente División político administrativa con sus respectivas superficies parroquiales rurales.

Figura 24 División política

Área	Parroquia	Superficie (ha)	% Superficie
<b>Rural</b>	<b>Pasa</b>	4.793,35	4,70
	<b>Pilahuín</b>	42.591,18	41,66
	<b>San Fernando</b>	10.622,73	10,40

### 2.3.2.3 Afectación en canales de riego

La parroquia cuenta con una infraestructura de riego que nace desde el sector de Tomapamba hasta las comunidades bajas, el agua transportada a través de un canal es almacenada en los reservorios de ponduko y luego distribuida para todas las acequias de las comunidades. Además, existen otros canales que provienen de otros lugares como el caso de Yanasacha que riega la comunidad de Lirio, Santo Suelo que riega la comunidad de Cuatro Esquinas y Yanchunga que riega el sector de Quindivana. Las conducciones en su mayor parte son de tierra, con la excepción del canal de la primera coronaria que tiene el recubrimiento de cemento desde el sector de Tiliví hasta El Redondel de Castillo.

### 2.3.2.5. Zona económicamente productiva

Figura 25 Producción agrícola

Producción agrícola		
Pasa	Pilahuin	San Fernando
Papa	Zanahoria	Chocho
Melloco	Papa	Haba
Mashua	Maiz	Maiz
Zanahoria blanca	Melloco	Mashua
Oca	Cebolla	Melloco
Chocho	Mashua	Papa
Maiz	Chocho	Zahaoria amarilla
Cebolla		
Col		

### Lugares turisticos

Figura 26 Lugares turísticos

Sitios Turísticos		
Pilahuin	Pasa	San fernando
Playa del chispo	Complejo recreacional aguaján	La Gran Rivera
Quebrada Aguachaca	Peñon del río	

## 3. Capacidad institucional (recursos)

### 3.1. Equipo caminero

La dirección de Vías y Construcción del Gobierno Provincial de Tungurahua cuenta con el siguiente recurso.

Figura 27 Recursos

Equipo caminero	Cantidad
Tractor	1
Motoniveladora	3
Cargadora	1
Excavadora	2
Retroexcavadora	1

Minicargador	1
Rodillo	1
Camión	1
Tanquero	1
Volqueta	5
Plataforma	1
Total	18

**Fuente:** Documento línea base 2023 - UGR

**Elaborado por:** Ing. Vinicio Almeida - Dirección de Vías y Construcción

## **COORDINACIÓN INTERINSTITUCIONAL POR EMERGENCIA ANTE EL COLAPSO DEL EMBALSE CHIQUIURCO**

### **Objetivo general**

Desarrollar e implementar un plan de respuesta integral y eficaz que garantice la seguridad y el bienestar de la población, mitigando los impactos negativos del colapso del embalse mediante la implementación de medidas de prevención, respuesta y recuperación para proteger vidas, propiedades y restaurar la normalidad en la zona afectada.

### **Objetivos específicos**

1. Establecer un equipo de respuesta de emergencia y protocolos claros de alerta temprana, coordinando acciones con las autoridades locales, para garantizar El bienestar de las poblaciones.
2. Definir las responsabilidades para garantizar la disponibilidad de recursos humanos, financieros y tecnológicos necesarios para llevar a cabo las acciones de respuesta de manera efectiva y oportuna.
3. Identificar y mapear las áreas afectadas por el colapso del embalse, para identificar las zonas seguras y puntos de encuentro.

### **Estructura organizativa institucional para la atención de la emergencia**

Las poblaciones que se encuentran ubicadas a la orilla del río están expuestas a sufrir afectaciones por el colapso del embalse.

La capacidad de respuesta se evalúa de acuerdo con: la suficiente capacidad operativa y técnica de atención de las unidades operativas del Gobierno Provincial de Tungurahua.

Cabe resaltar que las emergencias pueden variar en el tiempo según la dinámica y la complejidad del evento.

### 5.3.1. Organización interna del Gobierno provincial de Tungurahua

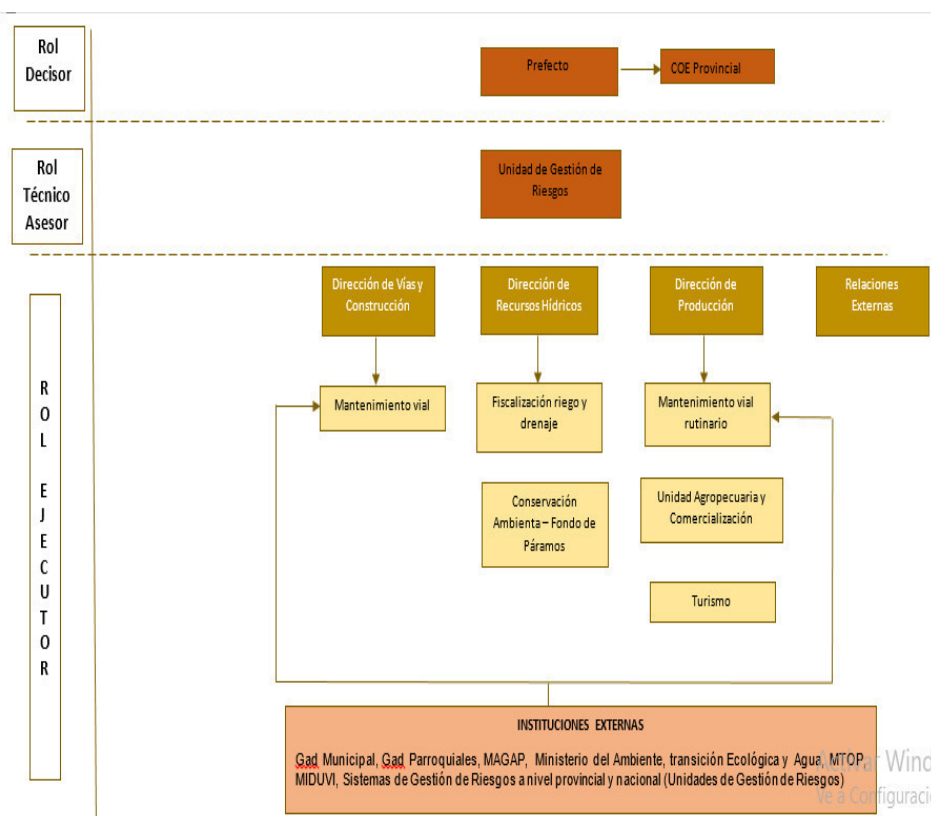
El Grupos de Trabajo operativo conjuntamente con la Unidad de Gestión de Riesgos de la dirección de Planificación coordina y articula la gestión prospectiva, correctiva y reactiva; y articulan la gestión reactiva en caso de emergencias, desastres o eventos catastróficos- a través del Sistema Integral de Gestión de Riesgos y del Servicios Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias.

### 5.3.2. Grupo de Coordinación y tareas de respuesta

El Grupo de Trabajo Operativo realizará las acciones de coordinación que correspondan de acuerdo con las fases de atención de la emergencia según el detalle siguiente:

- Prefecto Provincial
- Unidad de Gestión de Riesgos de la Dirección de Planificación
- Direcciones: Recursos Hídricos, Producción, Vías y Construcciones.

Ilustración 9 Coordinación Provincial



#### 5.4. Protocolo básico de actuación para la respuesta institucional

El presente “**PROTOCOLO DE ACCIÓN POR el colapso del embalse**”, son las acciones que le permitirá al Gobierno provincial de Tungurahua enfrentar y disminuir la problemática de atención en la zona afectada especialmente en el tema de habilitación de vías, canales de riesgo y recuperación de la zona agropecuaria; en función de nuestras competencias.

#### Criterios para la activación del Comité de Operaciones de Emergencia

Para la activación del COE se recomienda considerar los siguientes criterios:

La Sala de Monitoreo de la SGR informa que un evento ha generado un evento peligroso calificado con:

*Figura 28 Comité de Operaciones de Emergencia*

Nivel 1	Se activa la COPAE
Nivel 2, 3, 4 y 5	Se activa el COE Municipal/Metropolitano
Nivel 3, 4 y 5	Se activa el COE Provincial
Nivel 4 y 5	Se activa el COE Nacional

Informe de Daños y Necesidades levantadas por las Unidades de Gestión de Riesgos de los GADs donde se confirma el impacto de un evento peligroso.

Como parte de los procesos de preparación para desastres se realicen simulaciones o simulacros.

Para facilitar esta complementariedad, la activación, soporte y acompañamiento de los COE, se relacionará con los niveles de eventos peligrosos de la siguiente forma:

#### Relación de activación entre los niveles territoriales del COE

*Figura 29 Niveles Del COE*

NIVEL	COPAE	COE Municipal/ Metropolitano	COE Provincial	COE Nacional
1	<b>Activado</b>	En Conocimiento	En Conocimiento	En Conocimiento
2	<b>Activado</b>	<b>Activado</b>	En Conocimiento	En Conocimiento
3	<b>Activado</b>	<b>Activado</b>	<b>Activado</b>	En Conocimiento
4 - 5	<b>Activado</b> <sup>1</sup> bajo requerimiento de COE - N	<b>Activado</b> <sup>2</sup> bajo requerimiento de COE - N	<b>Activado</b>	<b>Activado</b>



## ORGANIZACIÓN DE LOS GRUPOS DE TRABAJO

Tabla 13 Grupos de trabajo

GT	Institución responsable	Apoyo
GT-1: Apoyo Logístico	Dirección Financiera gobierno provincial de Tungurahua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirección de obras publicas</li> <li>• Talento humano</li> <li>• Fuerzas armadas</li> <li>• Otros requeridos</li> </ul>
GT-2: Seguridad y Control	Policía Nacional-distrito Ambato	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuerpo de Bomberos</li> <li>• Dirección de Tránsito.</li> <li>• Fuerzas Armadas.</li> <li>• Otros requeridos</li> </ul>
GT-3: Búsqueda, Salvamento y Rescate	Cuerpo de Bomberos-Ambato	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Policía Nacional:</li> <li>• GOE</li> <li>• Otros requeridos</li> </ul>

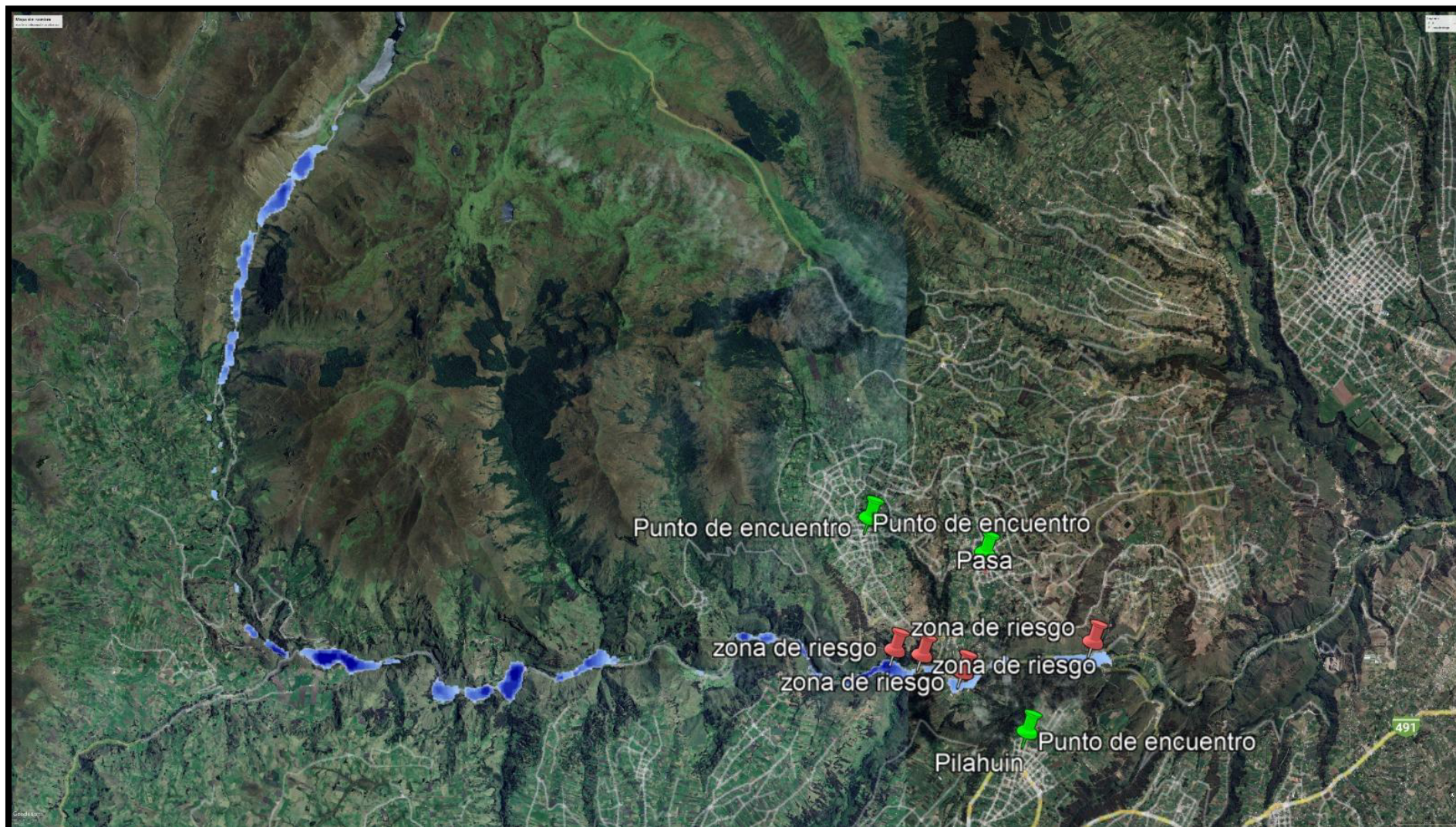
## ESTRATEGIAS DE RESPUESTA

Tabla 14 Estrategias de respuesta

	Nº	ESTRATEGIAS	ACCIONES	RESPONSABLES	PRODUCTOS
A N T E S	1	Identificación de poblaciones afectadas	Entrega de base de datos de los habitantes de las parroquias de Pilahuin, Pasa, y San Fernando con servidores públicos y voluntarios. Activación en las parroquias del plan de acción para la reducción de riesgos.	Gads parroquiales	Reporte preliminar
	2	Valoración de daños y estimación de necesidades	Determinación de vulnerabilidad física	Gads parroquiales	Reportes
D U R A N T E	3	Registro de personas damnificadas	Implementación de sistema de damnificados por parroquias	Desarrollo comunitario Gads	Registros
	4	Personal operativo de las instituciones de socorro	Ejecución en emergencias	Cuerpo de bomberos	Protocolo
	5	Traslado de recursos materiales y maquinarias	Responsabilidades en respuesta	Dirección de Vías y Construcciones, Recursos Hídricos y Producción del Gobierno Provincial de Tungurahua.	Estrategia de intervención
	6	Identificación y evaluación médica en las parroquias	Establecer redes de soporte de salud	Ministerio de salud Pública.	Protocolos nacionales MSP
D E S P U É S	7	Elaboración de informes	Realizar un informe de valoración y estimación de necesidades para poder incluir los puntos críticos y recomendaciones	Unidad de Gestión de Riesgos	Entrega de informes

## Punto de encuentro y zonas de riesgos

Figura 30 Zonas de encuentro y riesgo



## CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- El evento de la ruptura del embalse Chiquiurco, se verían afectadas las poblaciones que se encuentran a las orillas del río, con la simulación del evento se pudo obtener un aproximado de 1.65 km<sup>2</sup> de superficie afectada distribuida a lo largo del cauce en donde el estudio es de un aproximado de 27 km del río, esto se representa en una amenaza significativa para las poblaciones, mediante el análisis que se realizó en el software Hec-Ras se pudo obtener datos de la topografía del lugar y conocer las zonas afectadas e implementar medidas de prevención y mitigación para reducir el riesgo de daños físicos y también humanos, estas medidas deben ser parte integral para garantizar la seguridad y el bienestar de las comunidades que se encuentran en riesgo.
- Con los resultados del objetivo 2 se puede concluir que, si bien existe un nivel alto de vulnerabilidad referente al primer parámetro que se refiere al uso territorial a causa de que las edificaciones son destinadas en su mayoría a uso residencial lo que representa un 75% de la edificaciones analizadas, este nivel de vulnerabilidad disminuye cuando interactúa con las otras variables, puesto que el 63% representa que las edificaciones están en buen estado en su sistema estructural de paredes y techo, el 25% representa a las edificaciones que se encuentran en estado regular en su sistema estructural y un 12% que representa las edificaciones en mal estado.
- Los resultados que se obtuvieron nos permiten evaluar el impacto ambiental y social en caso de que se manifieste la ruptura del embalse, además de fomentar la realización de proyectos de construcción y desarrollo a lo largo de los ríos, priorizando la inversión en infraestructuras resilientes y estrategias para mitigar los riesgos, solo a través de un enfoque integral y colaborativo, que involucre a estas comunidades y reducir efectivamente el riesgo y proteger las presentes y futuras generaciones.

## 5.2.RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios estructurales además de monitoreos continuos del embalse mediante software de modelamiento como HEC\_RAS O IBER, drones, además se puede aplicar la inteligencia artificial para el análisis de datos de monitoreo, también se pueden realizar estudios comparativos con otros embalses que han sufrido colapso o algún tipo de problema similar. Proponer planes detallados y actualizados de riesgo para poder responder de manera correcta y eficaz en caso de que se haya producido la emergencia incluyendo protocolos de evacuación y comunicación con la comunidad.
- Realizar evaluaciones a las edificaciones a las comunidades para identificar y reparar errores de diseño, negligencia en el mantenimiento y examinar factores como la construcción, mantenimiento y condiciones, además de implementar programas de capacitación y concientización dirigidos a las comunidades locales, enfocados en la identificación de riesgos, medidas de autoprotección y procedimientos de emergencia
- Las autoridades pertinentes deben actualizar y revisar continuamente los protocolos de monitoreo, las medidas de seguridad y desarrollar programas de educación y concienciación publica sobre la importancia del monitoreo continuo y sus riesgos asociados.



## BIBLIOGRAFÍA

- Cardona, D. (2010). *desenredando* . Obtenido de desenredando :  
<https://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/html/cap3.htm>
- Cenapred. (2019). *Seguridad* . Obtenido de [https://pcivil.michoacan.gob.mx/wp-content/uploads/2018/02/Folleto\\_de\\_Inundaciones.pdf](https://pcivil.michoacan.gob.mx/wp-content/uploads/2018/02/Folleto_de_Inundaciones.pdf)
- Chaires, A. (2020). *Yuracomplexus* . Obtenido de Yuracomplexus :  
<https://yura.website/index.php/la-educacion-para-la-reduccion-del-riesgo-de-desastre-con-perspectivas-de-pensamiento-complejo-y-transdisciplinaridad/#:~:text=La%20vulnerabilidad%20corresponde%20a%20la,evento%20externo%20sobre%20los%20mismos.>
- Chile, S. d. (02 de 2014). *Evaluación* . Obtenido de Evaluación :  
[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35894/1/S2013806\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35894/1/S2013806_es.pdf)
- CRUZ, C. S. (2020). *Universidad San Luis Gonzaga*. Obtenido de  
<http://www.consultcreto.com/pdf/entendiendo.pdf>
- Ecomexico. (2021). *ecomexico.net*. Obtenido de  
<https://www.ecomexico.net/proyectos/soporte/Varios/Generalidades%20de%20topografia.pdf>
- Editorial. (28 de 08 de 2020). *concepto*. Obtenido de Editorial Etecé:  
<https://concepto.de/topografia/>
- ENEL. (2020). *Embalses* . Obtenido de <https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/energias-renovables/energia-hidroelectrica/embalse#:~:text=Un%20embalse%20es%20un%20lugar,interrumpe%20el%20curso%20del%20r%C3%ADO.>
- Esri. (2020). *Arcgis pro*. Obtenido de <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/3.0/tool-reference/3d-analyst/how-contouring-works.htm#:~:text=Las%20curvas%20de%20nivel%20son,precipitaci%C3%B3n%20contaminaci%C3%B3n%20o%20presi%C3%B3n%20atmosf%C3%A9rica.>
- Fernandes, A. (2013). *Ciencia* . Obtenido de  
<https://www.significados.com/precipitacion/>
- Geografia. (2019). *Significados* . Obtenido de <https://www.significados.com/relieve/>
- Goncalves, J., Marchezini, V., & Valencio, N. F. (09 de 2012). *JSTOR*. Obtenido de JSTOR: <https://www.jstor.org/stable/41938037>
- GOV. (2022). *Ambiente* . Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/amenaza-vulnerabilidad-y-riesgo/#:~:text=%E2%80%9CEI%20riesgo%20se%20entiende%20como,de%20los%20elementos%20expuestos%3B%20por>
- IAEA. (2023). *Organismo internacional de energia* . Obtenido de  
<https://www.iaea.org/es/newscenter/news/que-es-la-erosion-del->



Wilches. (2012). *IGUNNE*. Obtenido de IGUNNE:

<https://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/Geo2/contenid/vulner7.htm#:~:text=Vulnerabilidad%20f%C3%ADsica%3A%20se%20refiere%20a,humanos%20en%20Ozonas%20de%20riesgo>)

## ANEXOS



Levantamiento de información

**Elaborado por:** Carrera Daniela y Flores Johanna



Levantamiento de información

**Elaborado por:** Carrera Daniela y Flores Johanna





Reconocimiento del sitio de estudio

**Elaborado por:** Carrera Daniela y Flores Johanna



Reconocimiento del sitio de estudio

**Elaborado por:** Carrera Daniela y Flores Johanna



Recolección de datos

**Elaborado por:** Carrera Daniela y Flores Johanna



Recolección de datos

**Elaborado por:** Carrera Daniela y Flores Johanna



## Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

Tesisfff.docx

AUTOR

Daniela Carrera Johanna Flores

RECUENTO DE PALABRAS

12681 Words

RECUENTO DE CARACTERES

71605 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

85 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

21.0MB

FECHA DE ENTREGA

May 1, 2024 11:50 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 1, 2024 11:52 AM GMT-5

## ● 5% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 5% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- Base de datos de Crossref

## ● Excluir del Reporte de Similitud

- Base de datos de Internet
- Base de datos de trabajos entregados

