UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO

ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DE RIESGOS

TITULO DEL PROYECTO:

ANÁLISIS DE LA AMENAZA DE DESBORDAMIENTO DEL RÍO SOLOMA COMO MEDIDA DE REDUCCIÓN DE RIESGOS EN EL CANTÓN ECHEANDÍA. PERIODO MAYO- SEPTIEMBRE 2023.

PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERIA EN ADMINISTRACION PARA DESASTRES Y GESTION DE RIESGOS

AUTOR(ES)

DIANA NICOLE MORA GUTIERREZ

MERCY BEATRIZ CHIMBORAZO QUICALIQUIN

TUTOR:

ING. LUIS VILLACIS

GUARANDA- ECUADOR

NOVIEMBRE-2023

CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO, EMITIDO POR EL TUTOR.

Guaranda, 18 de diciembre de 2023.

El suscrito Ingeniero Luis Villacis Taco MSc. Director del Proyecto de Investigación de Pre Grado de la carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo de la Universidad Estatal de Bolívar, en calidad de Docente – Tutor.

CERTIFICA:

Que el proyecto de investigación titulado: "ANALISIS DEL DESBORDAMIENTO DEL RÍO SOLOMA COMO MEDIDA DE REDUCCIÓN DE RIESGOS EN EL CANTÓN ECHEANDÍA, PERIÓDO MAYO – SEPTIEMBRE 2023."; realizado por las estudiantes: **Diana Nicole Mora Gutiérrez y Mercy Beatriz Chimborazo Quicaliquin** ha sido debidamente revisado e incorporado las observaciones realizadas durante las asesorías; en tal virtud, autorizo su presentación para la aprobación respectiva de acuerdo al reglamento de la Universidad.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a verdad.

ING. LUIS VILLACIS TACO.

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE PRE GRADO

DERECHOS DE AUTOR

Nosotras Chimborazo Quicaliquin Mercy Beatriz y Mora Gutiérrez Diana Nicole portadores de la Cédula de Identidad No 0250049160 y 0202364881 en calidad de autor/esy titular/es de los derechos morales y patrimoniales del Trabajo de Titulación: "Análisis de la amenaza de desbordamiento del río Soloma como medida de reducción de riesgos en el cantón Echeandía. 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 nuestro favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, 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 de la 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.

Chimborazo Quicaliquin Mercy Beatriz	Mora Gutiérrez Diana Nicole
Nombre del Autor 1	Nombre del Autor 2
0250049160	0202364881

DEDICATORÍA

El presente trabajo lo dedico a mis padres Ángel Chimborazo & Rosa Quicaliquin, quienes me dieron sus consejos y apoyo incondicional, quienes nunca dudaron en brindar su apoyo, también a mi esposo y mis hermanos quienes estaban siempre presente, animándome y apoyándome a cumplir un logro más.

Mercy Chimborazo

El presente trabajo de investigación se lo dedico primeramente a Dios, por darme la oportunidad de cumplir cada uno se mis sueños, a mis padres Byron Mora, Magali Gutiérrez y hermanos Camila Mora, Iván Gutiérrez, que han de mí una persona de bien, por siempre darme la valentía y la confianza para seguir adelante en cada una de las etapas de mi vida, a mi hijo Ezequiel Arguello Mora por que el ah sido mi motor principal de inspiración para culminar esta etapa y empezar nuevos retos junto a él, a mi pareja Angel Arguello por estar siempre con su apoyo incondicional en toda mi carrera universitaria.

Nicole Mora

AGRADECIMIENTO

Primeramente, Agradezco a Dios por darme salud y vida quien ha sido el guía en cumplir cada uno de los logros y propósitos en mi vida, un agradecimiento eterno a mis padres quienes son mi ejemplo, motivo e inspiración para cumplir cualquier sueño añorado y quienes me apoyaron en culminar esta carrera universitaria.

A mi esposo por su cariño, dedicación, comprensión, por su apoyo incondicional en este camino que de una u otra forma estuvo ahí apoyándome.

Finalmente agradecer a mis docentes de la Universidad Estatal de Bolívar quienes han sabido impartir sus conocimientos para llegar a cumplir una meta más.

Mercy Chimborazo

Agradezco a Dios, a mis padres y a mi familia por su apoyo incondicional porque me han permitido alcanzar todas mis metas personales y académicas, ya que con su amor siempre me animaron a perseguir mis objetivos y nunca rendirme ante cualquier adversidad llenando mi vida de mucha felicidad y satisfacción, también quiero agradecer por la confianza y la paciencia a mi tutor Ing. Luis Villacis que compartió con nosotros su conocimiento y estaba siempre en todo momento para ayudarnos y hacer de este trabajo el mejor, agradezco de igual manera a la UEB por impartir todo lo que ahora se y de esa manera ayudarnos a ser unos buenos profesionales.

Nicole Mora

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO 5

RESUMEN 8

TEMA 9

INTRODUCCIÓN 9

CAPÍTULO I:

EL PROBLEMA 14

1.1. Planteamiento del Problema 14

1.2. Formulación del Problema 15

1.3. Objetivos 15

1.3.1 Objetivo general 15

1.3.2 Objetivos específicos 15

1.4. Justificación de la Investigación 15

1.5. Limitaciones 16

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO 17

2.1 MARCO REFERENCIAL 17

2.1.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 19

2.2. BASES TEÓRICAS 22

2.3 MARCO LEGAL 35

2.4 GLOSARIO 38

CAPÍTULO III: 46

MARCO METODOLÓGICO 46

3.1. Nivel de Investigación 46

3 2. DISEÑO 47

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA 47

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 48

3.5. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS. 49

3.5.1 Técnicas aplicadas al objetivo 1. Caracterizar la amenaza de desbordamiento mediante el modelamiento hidrológico e hidráulico. 49

3.5.2 Técnicas de aplicación al objetivo 2. Analizar la exposición de la población de la parte Urbana del cantón Echeandía. 64

3.5.3 Técnicas aplicadas al objetivo 3. Proponer medidas de mitigación de impactos ante la amenaza de inundaciones de la cabecera cantonal de Echeandía cantón Echeandía. .. 65

CAPITULO IV:
RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS 67

4.1 Resultados según objetivo 1 67

4.1.1 Método racional modificado 67

4.1.2 Cálculo de la intensidad máxima esperada 67

4.1.3 Relleno de datos faltantes estación meteorológica M0383 Echeandía. 68

4.1.4 Determinación de datos dudosos 71

4.1.5 Cálculo de curvas IDF 74

4.1.6 Cálculo de del tiempo de concentración 75

4.1.8. Cálculo de coeficiente de ajuste K 80

4.1.8 Modelamiento hidráulico del río Echeandía 82

4.2 Resultados según objetivo 2. Analizar la exposición de la población del casco Urbano del cantón Echeandía ante la amenaza de inundación 91

4.2.1 Exposición de manzanas del casco urbano del cantón Echeandía para periodo de retorno de 10 años 91

4.2.2 Exposición de manzanas del casco urbano del cantón Echeandía para periodo de retorno de 50 años 93

4.2.3 Exposición de edificaciones del casco urbano del cantón Echeandía para periodo de retorno de 100 años 97

Resultado objetivo 3.- Proponer medidas de mitigación de impactos ante la amenaza de inundaciones de la cabecera cantonal de Echeandía cantón Echeandía. 99

CAPITULO V:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 103

5.1 Conclusiones 103

5.2 Recomendaciones 104

BIBLIOGRAFÍA 105

ANEXOS 107

TABLA DE CONTENIDOS

Tabla 1; Datos de relleno estación M0383 .....**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 2 Valores Kn para prueba de datos dudosos .....**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 3 Parámetros estadísticos de datos dudosos de precipitación máximas en 24h.... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 8 *Parámetros estadísticos*.....**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 9 **¡Error! Marcador no definido.***Cálculo de las intensidades máximas esperadas para los diferentes periodos de retorno.* .....**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 10 *Uso de suelo de la cuenca*.....**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 11 Cálculo de CN para condiciones de humedad normal .....**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 12 *Cálculo de precipitaciones totales*.....**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 13 Cálculo de coeficiente de escorrentía. .....**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 14 *Cálculo de caudales máximo esperados*.....**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 16. Enfoque simplificado para la categorización del resultado de los calados por la velocidad .....**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 17. Nivel de amenaza del área de inundación Tr 10 años.....**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 18. Nivel de amenaza del área de inundación Tr 50 años.....**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 20 Exposición de edificaciones esenciales identificadas en el casco urbano del cantón Echeandía Tr 10 años.....**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 21 Exposición de manzanas en el casco urbano del cantón Echeandía Tr 50 años .....**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 22 ...Exposición de edificaciones identificadas en el casco urbano del cantón Echeandía Tr 100 años .....**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 23 Medidas de mitigación no estructurales ante la amenaza de inundación ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 24 .....**¡Error! Marcador no definido.**

RESUMEN

El proyecto de investigación denominado "ANÁLISIS DE LA AMENAZA DE DESBORDAMIENTO DEL RÍO SOLOMA COMO MEDIDA DE REDUCCIÓN DE RIESGOS EN EL CANTÓN ECHEANDÍA. PERIODO MAYO - SEPTIEMBRE 2023.", se elaboró un modelamiento hidrológico e hidráulico para la microcuenca del río Soloma, de esta manera se identificó zonas de exposición ante la amenaza de inundación en el área de estudio; para el primer objetivo se obtuvieron caudales para un periodo de retorno de 10, 50 y 100 años, donde se generó la caracterización de la microcuenca (MDT), se realizó un análisis de acuerdo al coeficiente de rugosidad de Manning para calibrar el modelo con eventos reales suscitados en la cabecera cantonal de Echeandía, se validó las simulaciones en el software IBER para los diferentes tiempos de retornos planteados, al multiplicar el calado por la velocidad se visualizaron zonas de inundación que serían impactadas con fuerza, siendo así los asentamientos que se encuentran en el margen izquierdo del río Soloma como por ejemplo la Unidad Educativa Adolfo Páez, el barrio el puente y el Malecón Bajo, por último se estableció medidas de mitigación estructurales con el objetivo de reducir daños inevitables en la zona de estudio.

Palabras claves: Amenaza, calado, exposición, inundación, mitigación, rugosidad de Manning, velocidad.

TEMA

Análisis de la amenaza de desbordamiento del río Soloma como medida de reducción de riesgos en el cantón Echeandía. periodo mayo- septiembre 2023.

INTRODUCCIÓN

Las inundaciones son riesgos naturales las cuales causan mayores problemas sociales, económicos y ambientales, son una serie de fenómenos que ocurre durante el periodo de crecida fluvial y da lugar a fuertes precipitaciones, la mayoría de ellas se dan en zonas costeras o regiones normalmente secas debido a que existe aportes inusuales y más o menos repentinos de agua superiores a las que el propio cauce no puede descargar.

Según el informe de la ONU las inundaciones mundiales y las precipitaciones extremas asociadas al cambio climático han aumentado más de un 50% y en la actualidad está sucediendo cuatro veces mayor a los normal. (Zarza F. L., 2020)

Las inundaciones son sucesos complejos, causadas por una serie de vulnerabilidades humanas, una planificación de desarrollo inapropiada y la variabilidad climática. las inundaciones son predecibles en gran medida, con la excepción de las inundaciones repentinas, cuya escala y naturaleza son veces más inciertas. (ALNAP, 2008)

Tomando en cuenta que el Ecuador es uno de los países latinoamericanos en el cual se presenta con mayor frecuencia eventos hidrometeorológicos de gran magnitud los cuales provocan en sus habitantes daños y perjuicios de dimensiones devastadoras para su población. Las zonas más afectadas por estas inmensas precipitaciones o desastres naturales son las costeras ya que el caudal de los ríos aumenta de manera desproporcionada y a su paso va dejando un rastro de destrucción y precariedad.

El cantón Echeandía no es ajeno a este tipo de evento peligroso. Dicho así, este trabajo se centra en el desbordamiento del río Soloma que atraviesa el cantón. En épocas de lluvias, el agua sube mucho el nivel y llega a cubrir las zonas que normalmente se consideran secas y pobladas por habitantes quienes se han asentado en las orillas del río.

Evaluar la amenaza es predecir la ocurrencia de un fenómeno a partir de; estudios de los mecanismos por los que se presenta, monitoreo y registros de eventos a largo tiempo.

El tema de gestión de riesgos en de suma interés para la comunidad y las diferentes organizaciones para poder tener un mejor manejo del riesgo con las diferentes tecnologías, recursos humanos y financiero. El objetivo del proyecto de investigación se basa en analizar la amenaza del desbordamiento del río Soloma, con la finalidad de reducir el riesgo para el cantón Echeandía y sus habitantes.

Este trabajo consiste en analizar la problemática del desbordamiento del río Soloma mediante la metodología del modelamiento hidrológico para medir el caudal y el modelamiento hidráulico para observar las áreas de inundación, con el fin de evaluar la exposición y preparación de la población del cantón Echeandía frente a este fenómeno natural. Logrando así proponer medidas de mitigación de impactos ante la amenaza de inundación en el cantón Echeandía.

Con cada uno de los resultados obtenidos, mediante las autoridades gubernamentales se espera que lleguen a tomar buenas decisiones para que puedan salvaguardar y mejorar la calidad de vida de las personas que viven junto al río Soloma, y reforzar las capacidades de respuesta ante la amenaza de inundación y así el nivel de riesgo pueda ser bajo.

CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

El río Soloma es un afluente del río Catarama, tributario del río Babahoyo presenta relieves fuertemente colinados con morfologías degradadas, cimas aplanadas y redondeadas.

El crecimiento el caudal del río se da en los meses de enero hasta mayo, esto hace que afecte a las personas que viven alrededor del río y por lo tanto a las infraestructuras haciendo que esto ponga en riesgo la vida de las personas dejando en ellos un daño irreversible tanto en la agricultura y ambiente.

Las personas que hoy en día habitan en el cantón Echeandía no están capacitados o prevenidos de los diferentes riesgos a los que se iban a enfrentar ubicándose en zonas de riesgos.

El principal problema de este río es el desbordamiento prolongadas por horas de lluvia, así como los aluviones que se presentan en la mayoría del territorio echandiense. Se tiene como premisa que los daños causados por el desbordamiento del río Soloma es el deterioro de calles, vías, y viviendas de la localidad afectando en la población en general y por ende el retroceso en el desarrollo del cantón.

En el cantón Echeandía no existe un análisis técnico acerca de desbordamiento de ríos, por lo tanto, tampoco existe un análisis de reducción de riesgos actualizado es por eso por lo que la población actúa de manera tardía al presentarse un desastre, otro factor importante es la inexistencia de un análisis integral de cuencas hidrográficas para poder identificar la zona más propensa a inundarse. La falta de capacitación constante a la población hace que el nivel de riesgo aumente considerablemente en etapas de lluvias.

1.2. Formulación del Problema

¿El análisis de desbordamiento del río Soloma permitirá el planteamiento de medidas de reducción de riesgos ante la amenaza de inundaciones en el cantón Echeandía en el periodo mayo-septiembre 2023?

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Analizar la amenaza de desbordamiento del río Soloma como medida de reducción de riesgos en el cantón Echeandía periodo mayo- septiembre 2023.

1.3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar la amenaza de desbordamiento mediante el modelamiento hidrológico e hidráulico.
- Determinar la exposición de la población de la parte Urbana del cantón Echeandía.
- Proponer medidas de mitigación de impactos ante la amenaza de inundaciones de la cabecera cantonal de Echeandía.

1.4. Justificación de la Investigación

El cantón Echeandía se encuentra situada en la provincia Bolívar, se caracteriza por ser una zona sub trópica la misma que tiene un alto nivel de vulnerabilidad en épocas lluviosas, siendo así una ciudad que recibe una mayor afectación de daños debido a la crecida y desbordamiento del río. Por esta razón se realiza el presente estudio debido a un nivel bajo de conocimientos sobre las amenazas que trae consigo el desbordamiento del río, por otro lado, la cuenca del río Soloma cuenta con estudios limitados por parte de las entidades gubernamentales del cantón Echeandía.

Mediante este estudio nos permitirá identificar zonas de alto nivel, por lo tanto, se observará las áreas no aptas para realizar actividades y áreas en donde se deberían priorizar estrategias de mitigación, este trabajo de investigación les permitirá también ahorrar recursos económicos priorizando las zonas más vulnerables del cantón.

Los beneficiarios directos serán todos los habitantes del barrio El Puente, el Malecón Bajo y la Playita del cantón Echeandía obteniendo un mejor desarrollo socioeconómico y cultural, con esta información se pretende contribuir para la toma de decisiones de los organismos competentes en la planificación territorial y gestionar acciones para la reducción de riesgos de desastres.

1.5. Limitaciones

- Escasa comunicación por parte de los moradores urbanos del cantón Echeandía para la socialización de la planificación.
- Ausencia de información actualizada y registrada de los eventos suscitados suscitado por las entidades gubernamentales.
- Cambio climático (fuertes lluvias, nubosidad) creando un escenario peligroso.
- Acceso no permitido a la información del INHAMI.
- Mínima información por parte de Unidad de gestión de riesgos del GAD del cantón Echeandía para aportación al tema.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO REFERENCIAL

El área geográfica de estudio se encuentra en el cantón Echeandía ubicado al nor-occidente de la Provincia de Bolívar, a 65 km de la capital provincial, abarca una superficie de 232,06 km2 y representa el 5.9% de la superficie total de la provincia de Bolívar. De acuerdo con el censo poblacional y vivienda (INEC, 2017), la población es de 12.114 habitantes.

Su altitud se encuentra entre los 119 hasta los 1757 msnm. Comprende la cabecera cantonal, y no posee parroquias rurales, Echeandía se encuentra los -143020 de longitud y -7927756 de latitud. (Ecured, 2020)

Límites del cantón

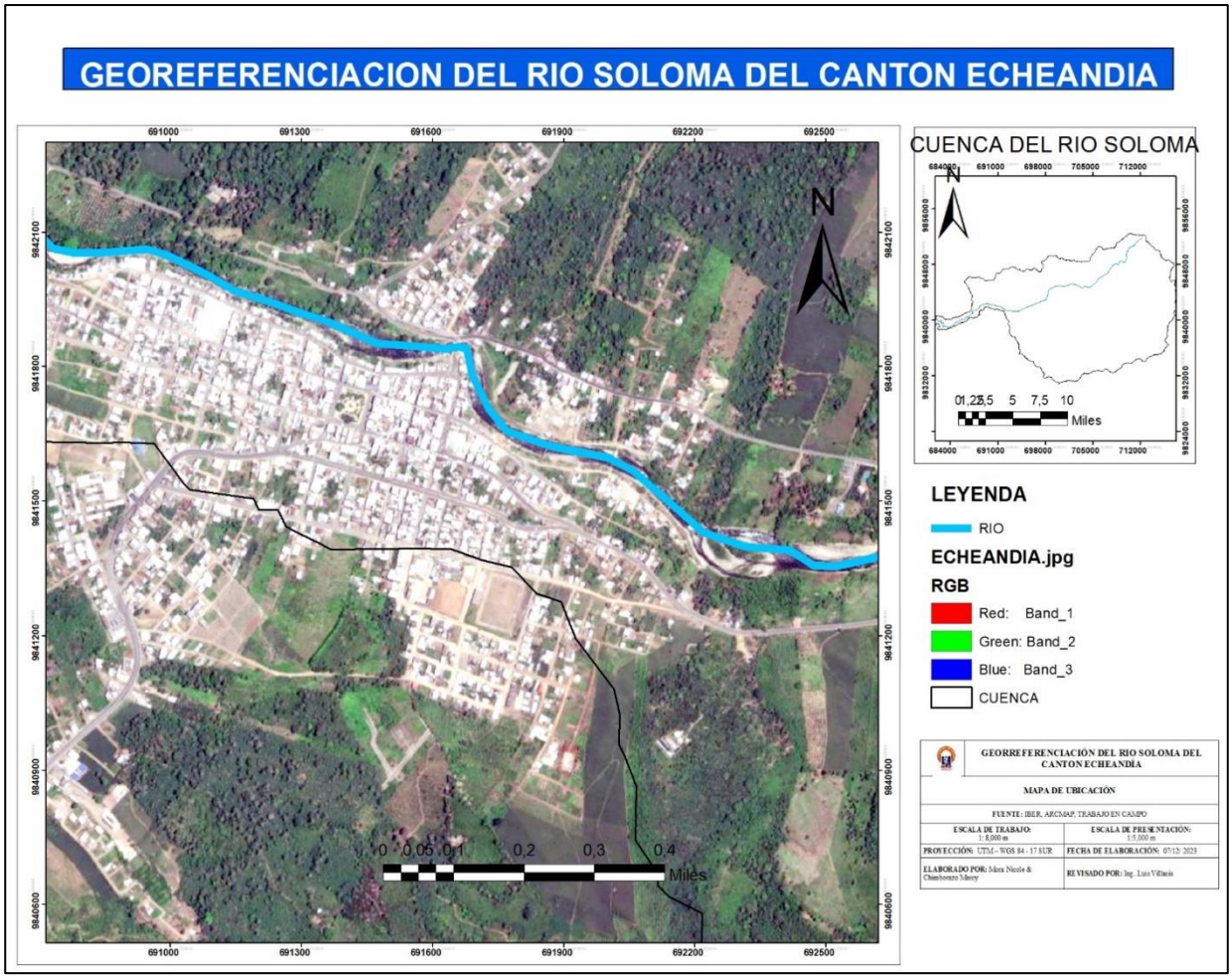
El cantón Echeandía se encuentra geográficamente ubicado entre los cantones;

NORTE: Parroquia Zapotal. Cantón Las Naves. Parroquia Salinas.

SUR: Cantones Guaranda y Caluma. Parroquia Ricaurte.

ESTE: Parroquia Salinas y Cantón Guaranda.

OESTE: Parroquia Ricaurte. Cantón Ventanas y Parroquias Los Ángeles y Chacarita.



Elaborado por; Chimborazo Mercy, Mora Nicole.

El río Soloma, objeto de esta investigación, se encuentra ubicado en la cabecera y centro del cantón Echeandía, su nombre se da inicio en la comunidad de Shiraguan en la parte norte se forma por los ríos como de Pitiambi, río Camarón, río Chazo-Juan y demás afluentes como esteros, riachuelos de las otras comunidades como Soloma, Oronguillo, pasando el sector Las Casitas, Arroz-uco en donde se integra el río Verde de la comunidad Santa lucia, así llegando únicamente al centro poblado del cantón Echeandía los barrios urbanos como; La Playita, El Malecón Alto, Malecón Bajo, Lucha de los pobres, el Mirador finalmente en la parte sur se integra el río El Tesoro, río Las Piedras y así llegando hasta unirse con otros ríos de la provincia de los Ríos.

La topografía de la cabecera cantonal y la mayor parte de la zona baja del cantón es relativamente plana, pertenece a la llanura costera, presentando pequeñas elevaciones, asentada en un bosque tropical beneficioso hábitat para muchas especies de animales y plantas. (Ecured, 2020,pag.259)

2.1.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Inundaciones por Desbordamiento de ríos Calendaria y Palizada en el estado de Campeche.

En esta investigación intentan describir una metodología que les permita crear un escenario de desbordamiento de ríos, en la cual consiste en realizar estudios batimétricos y crear modelos topo batimétricos mediante el programa HecRas y definir las funciones de fronteras específicas de los ríos, se utilizó una ecosonda Valeport de 210 kHz con GPS integrado, este equipo se programó para que tomara registros de latitud, longitud y profundidad con una frecuencia de 4Hz, igualmente se utilizó una computadora para recolectar de manera inmediata los datos, tomando datos como referencia de la estación hidrométrica de la Conagua y obteniendo los modelamientos topo batimétricos. En donde mediante los resultados establecen medidas preventivas, reactivas para evitar pérdidas de vidas humanas, económicas y ambientales de la población. (Vega & Gregorio Posada, 2013)

Evaluación de la resiliencia de los Barrios Playita y Malecón ante la amenaza de desbordamiento del río Soloma del cantón Echeandía provincia Bolívar en el periodo mayo – agosto del 2017.

En este estudio se utilizará el diseño transversal que consta en facilitar la recolección de información mediante las encuestas para determinar la magnitud del problema, se evaluará las capacidades de respuesta frente a desbordamiento del río, poniendo a disposición esta

investigación a las autoridades competentes que implementen acciones de mitigación ante los barrios más vulnerables del cantón.

En esta tabla representamos una base de datos sobre los años que hubo afectaciones de inundación en los barrios playita y malecón que se han presentado durante las épocas invernales afecta las viviendas de los moradores del sector esta información se obtuvo en base de una recopilación de datos y encuestas a los moradores de los sector y entrevistas a las entidades de socorro. en los años 2000, 2001 2002 los barrios playita y malecón tuvieron que afrontar inundaciones leves por causa del desbordamiento o crecidas del río Soloma.

Fecha	Lugar sitio	Causa y tipo de afectación	Fuente
2000	Echeandía barrio Playita	Lluvias torrenciales afectan 7 viviendas	Encuestas realizadas a lo moradores del sector
2001	Echeandía barrio Playita	Lluvias torrenciales afecta 2 viviendas	Encuestas realizadas a lo moradores del sector
2002	Echeandía barrios Playita y Malecón	Fuertes lluvias afectan 1 vivienda en el barrio la playita y 3 viviendas en el barrio malecón	Encuestas realizadas a lo moradores del sector playita y malecón

Fuente:SNGR,2012. Elaborado por: Manobanda y Robayo, 2017.

Mediante las encuentas para evaluar la capacidad de socorro ante la amenaza menciona que las entidades de socorro del cantón Echeandía cuentan con conocimientos limitados en temas de Gestión de riesgos y no tienen una organización solida entre instituciones por lo tanto no tienen una previa planificación para actuar en conjunto ante un evento adverso.

Elaboración de hidrogramas de crecidas de las cuencas de los ríos Tomebamba, Tarqui y Yanuncay desde el año 1997– 2017

En esta investigación se utiliza el Método de las isoyetas. - Este método consiste en trazar, con la información registrada en las estaciones, líneas que unen puntos de igual altura de precipitación llamadas isoyetas, de modo semejante a como se trazan las curvas de nivel en topografía.

La precipitación media se lo desarrolló en forma similar a la ecuación anterior, pero ahora el peso es el área Ai entre cada dos isoyetas y el parteaguas de la cuenca y la cantidad que se pesa es la altura de precipitación promedio entre las dos isoyetas realizando varios procedimientos también se elaboraron los hidrogramas de crecida en las cuencas de los ríos Tomebamba, Tarqui y Yanuncay, como resultados de la investigación realizada se determinaron la pertinencia de las estaciones pluviométricas y de descarga colocadas en las cuencas de los tres ríos, así como los volúmenes acumulados de precipitación que han desencadenado crecidas. (Naranjo, 2018).

Estudio de amenaza de inundación del río Culaga, sector puente pr2+500 en la vía Toledo – Labateca, departamento norte de Santander.

Para realizar esta investigación se utilizaron las metodologías del modelamiento hidrológico e hidráulico, tomando como punto de estudio el río Culaga en el sector Puente, correspondientes a diferentes probabilidades de excedencia o períodos de retorno. Se considerarán periodos de retorno correspondientes a 2.33, 10, 20, 50, 100 y 500 años. Dado el tamaño de la cuenca (221.17 km^2) y la disponibilidad de información, se utiliza el modelo hidrológico del número de curva implementado por el Soil Conservation Serivice, aplicando el software Hec-HMS. Para la aplicación de este modelo fueron consideradas las características morfométricas de la cuenca, usos del suelo, coeficientes de resistencia al flujo e información meteorológica más cercana a la cuenca. También se realiza la delimitación de las cuencas una vez obtenido dicha información se obtiene la caracterización morfométrica de la cuenca, el tiempo de

concentración utilizando los datos del área de la cuenca, la longitud y la pendiente del cauce principal; obtenidos en los cálculos morfométricos, se determinó del tiempo de concentración por medio de las distintas ecuaciones.

Luego de procesar la información para generar una superficie hidráulicamente correcta, se delimitó y calculó el área de drenaje hasta el sitio del proyecto, usando funciones típicas de los Sistemas de Información Geográfica – SIG para el ajuste hidrológico de la superficie (Fill, Flow Direction, Flow Accumulation, Watershed) se delimitó la cuenca aferente hasta el sitio del proyecto y se determinó un área de drenaje de 221.17 km².

Una vez realizado las investigaciones se obtiene como resultado que al desarrollar el análisis de las áreas inundables del río Culaga, se determina que, para el tiempo de retorno de 100 años, existe la probabilidad de se vean afectadas las viviendas del borde derecho y el camino de acceso que comunica cabeceras municipales, adicionalmente la sección hidráulica del puente no cumple con el gálibo mínimo exigido en la normativa del INVIAS para el periodo de diseño. Se evidencia que estas afectaciones podrían ocurrir por un represamiento que se presenta a la margen derecha generada por una reducción de la sección del río Culaga aguas arriba en cercanías al puente. (Diaz, 2020).

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1 **INUNDACIONES**

Una inundación es un evento que debido a la precipitación (lluvia, nieve o granizo), oleaje, o falla de alguna estructura hidráulica provoca un incremento en el nivel de la superficie libre de del agua de los ríos o del mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay provocando daños en la población agricultura, ganadería e infraestructura. (Jerez Cando, 2017) cuando el suelo no está protegido por una buena capa vegetal como árboles o matorrales el agua se infiltra menos y comienza a formar torrentes que

se desplazan a velocidades hacia abajo causando desbordamiento de quebradas y ríos provocando la inundación de terrenos planos. (Sarmiento Prieto , 1990).

Recordando, las inundaciones son de evento catastrófico que afecta a la mayoría de las áreas con mayor frecuencia en el cantón Echeandía causado por el río Soloma especialmente en épocas de lluvias.

2.2.2 Tipos de inundaciones

2.2.2.1 Inundaciones repentinas: se dan en tiempos cortos a grandes velocidades desarrollando un gran caudal ocasionando una creciente del río en tiempos que suelen ser menores de dos horas desde que comienza las fuertes lluvia, cuando las lluvias son demasiadas intensas sobre zonas montañosas el agua escurre rápidamente por la superficie produciendo crecientes torrenciales y peligrosas que amenazan la vida y la propiedad de las personas (Sarmiento Prieto , 1990).

Estas inundaciones repentinas se caracterizan por su larga duración y gran velocidad de la corriente provocando desbordamiento de ríos como es el río Soloma del cantón Echeandía.

2.2.2.2 Inundaciones lentas: se desarrollan durante horas o en días proveniente del desbordamiento de una corriente de agua que va cubriendo poco a poco zonas cercanas al cauce llenando de agua a las propiedades, construcciones, lotes y cultivos, las cuencas de los ríos son los más vulnerables debido a su tipo de suelo (Sarmiento Prieto , 1990)

2.2.2.3 Inundaciones costeras: se dan por la presencia de intensos vientos, como por ejemplo un ciclón este tipo de inundación se da en las zonas costeras cubriendo grandes extensiones de tierra ocasionando vulnerabilidad a las personas de la comunidad ya que estas no se encuentran capacitadas para actuar durante la amenaza de inundación.

2.2.3 Factores que influyen en una inundación.

Los factores que influyen para que se produzca una inundación puede ser de tipo climático, y de otros tipos como por ejemplo antrópico en el primer flujo tenemos a las lluvias prolongadas. (Miranda, 2023)

2.2.3.1 Inundaciones producidas por las precipitaciones.

Este tipo de inundaciones presenta un flujo directo, el agua va por las laderas superficiales según las características físicas que tenga la cuenca y la lluvia como por ejemplo la vegetabilidad, cubierta, suelos y pendiente. La crecida hay que tomar en cuenta que no es uniforme en todas las cuencas es normal que unas áreas que contribuyan más que otro a la formación del caudal.

a) Crecidas Simples; presentan un hidrograma simple, aunque su duración es más larga que en el caso anterior. Este tipo de crecidas es el más común en todas partes, y se generan por lluvias muy diversas que duran varios días.

b) Crecidas Múltiples; se dan cuando se producen varios picos de crecida seguidos. Responden a una situación meteorológica complicada, que suele asociarse a lluvias que duran varias semanas o meses.

c) Crecidas Estacionales; son las que se producen anualmente durante la estación húmeda, con un periodo de aguas altas que se extiende durante varios meses y con un área de Inundación de miles de km2.

2.2.4 **Método para la evaluación del riesgo de inundación**

El avance tecnológico nos permite diseñar nuevas técnicas que integran varios componentes de análisis, la necesidad de diseñar metodologías de evaluación de riesgo por inundación ha

aumentado en las últimas décadas. La revisión está basada en el método denominado "Revisión Sistemática de la Literatura" (SLR por sus siglas en inglés Systematic Literature Review) propuesto por Kitchenham & Charters (2007). La metodología consiste en un análisis textual cualitativo sistemático mediante la revisión crítica de la bibliografía primaria, secundaria y la literatura académica. Su principio se basa en la desintegración de los textos y su síntesis para su posterior reinserción con elementos similares en categoría que forman nuevos textos, y que reúnen los aspectos esenciales del objeto de análisis.

2.2.4.1 Modelo Hidrológico

El método hidrológico es el primer método planteado para estimar el caudal ecológico, desarrollado en las épocas de los años 60 y 70 del siglo 20. Existen diferentes métodos para estimar el caudal, tales como: hidrológicos, hidráulicos, eco-hidráulicos y métodos holísticos. El método hidrológico es una representación simplificada de un sistema llamada prototipo bajo la forma física o matemática la cual es representada de una forma analítica. la mayoría de los trabajos de investigación relacionados con la hidrología de los recursos naturales que se encuentran en el medio ambiente, debido a esto es muy importante conocer el comportamiento de las aguas y así saber las precipitación del río Soloma en el cantón Echeandía es de gran importancia, es por eso que utilizaremos este método ya que consta de información registrada de un régimen fluvial de caudales naturales y los resultados caracteriza a un flujo que garantiza un nivel de protección. El modelamiento hidrológico es el más apropiado para calcular el caudal debido a que es muy práctico, mediante este modelamiento es más factible obtener datos registrados de hace 20 años, si en tal caso no exista datos se puede obtener datos de los últimos 10 años como mínimo. (Alvarez Villanueva & Huamán Vidaurre, 2022)

El modelo hidrológico es la comprensión del ciclo hidrológico de los procesos superficiales y subsuperficiales esto implica medir y se lo hará de manera indirecta lo que conlleva a tener un fuerte incertidumbre acerca del ciclo hidrológico, el modelo hidrológico es una herramienta necesaria para conocer el funcionamiento y comportamiento de los componentes del ciclo del agua por este motivo se está utilizando para obtener una mayor comprensión del rol de los componentes del ciclo hidrológico en una determinada cuenca. Entender el ciclo hidrológico es entender la respuesta de la cuenca en el tiempo y espacio. Para poder empezar a realizar el modelamiento hidrológico hay que establecer un modelo perceptual es poder observar y decidir cuáles serán las variables que intervienen dentro del estudio investigativo del río Soloma, la disponibilidad de datos es determinante en el modelamiento ya que claramente debe entenderse la relación que existen entre ellas y que directamente van de la mano.

2.2.4.2 Clasificación de los modelos hidrológicos:

- De acuerdo a la conceptualización de los procesos básicos; pueden ser empíricos, conceptuales o basados en procesos
- De acuerdo a la naturaleza de los algoritmos básicos; pueden ser determinísticos o estocásticos
- De acuerdo a su representación espacial; pueden ser agrupados o distribuidos. (Cabrera, 2011)

2.2.4.3 Modelo Hidráulico

El estudio hidráulico consta de varios elementos esenciales como la geometría del cauce y las condiciones del flujo definidas por el caudal y las condiciones del contorno. La combinación de geometría y condiciones dan como producto diferentes resultados que pueden ser analizados por separados o conjuntamente. (Soto Carrasco , 2017). El modelo hidráulico es una

herramienta apropiada para ayudarnos a prevenir el comportamiento del de una red de distribución de agua mismo y describir matemáticamente el flujo en canales abiertos ríos, lagos y zonas costeras, también es utilizado para describir el flujo sobre las planicies de inundaciones, este modelo es importante ya que nos permite comprender los patrones de flujo de sistema acuático lo cual nos ayuda a observar los niveles y velocidades del río a evaluar, esto nos conlleva a realizar un análisis para saber cuáles serán los daños y perjuicios. Todo esto servirá para mejorar las situaciones desfavorables y el nivel de exposición sea bajo y así evitar los conflictos con la sociedad y las diferentes autoridades del cantón Echeandía. (Alvarez Villanueva & Huamán Vidaurre, 2022)

El riesgo puede asociarse a los eventos que pueden darse diariamente y por lo tanto tienen diferentes niveles de impacto debido a varios factores naturales por lo cual nos encontramos expuestos a sufrir daños estructurales y no estructurales ya sea de manera baja o muy alta.

2.2.5 Desbordamiento del río

El desbordamiento del río se produce cuando aumenta de forma desproporcionada de la capa de los canales por los cuales circula el agua, por lo tanto, produce daños en el ámbito ambiental, social y económico.

Sin embargo, las principales causas del desbordamiento de los ríos se las acredita a las actividades agrícolas realizadas en las zonas altas de las cuencas de los ríos, cuyo territorio ha sufrido la erosión eólica y erosión hídrica por la tala indiscriminada de los bosques los cuales sirven de resguardo natural para evitar el desbordamiento de los ríos.

La tala indiscriminada de los árboles localizados en las orillas de los ríos es un factor importante para el desbordamiento ya que sin ellos no existe un buen dragado y drenaje los cuales ayudan a que el cauce del río no suba en exceso y siga su curso con normalidad.

Otra de las causas del desbordamiento de los ríos se la acredita a la agricultura en gran masa, la agricultura industrial sigue cada día en expansión. Esta actividad que comúnmente es desarrollada en las cuencas de los ríos con la minina intervención de organismos reguladores que no ponen énfasis en la conservación de los suelos. Provoca al momento de presentarse un torrencial agujero los daños más grabes sufran poblaciones asentadas en las riberas de los ríos aguas abajo. (López Paredes, 2016)

Este fenómeno se produce por el mal drenaje de río y falta de dragado para aumentar el canal de desplazamiento de agua y principalmente es ocasionado por las fuertes temporadas invernales y deslizamientos en las zonas altas

2.2.5,1 Causas del desbordamiento del río

La causa principal del desbordamiento del río son las lluvias torrenciales y las tormentas que provocan escorrentías superficiales a medida que el suelo se satura y no se puede almacenar más agua. Estos eventos son favorecidos por las actividades humanas por ejemplo en áreas cada vez más urbanizadas donde encontramos asfalto y se impermeablita el suelo e impide la absorción del agua, la deforestación quita la cobertura del suelo, promueve la escorrentía y proporciona materia en suspensión lo que agrava los efectos en un desbordamiento. (Sánchez, 2018)

2.2.6 Exposición

Es el grado o la posibilidad de que se produzca u ocurra un evento ya sea de manera natural o antrópica con la acción de recibir la exposición de un agente extraño poniendo en peligro la salud de las personas, ganadería y elementos que se encuentren en riesgo que hacen que existan perdidas potenciales.

La exposición la podemos medir mediante encuestas que se va a realizar a la población que se encuentra cerca al río Soloma ubicado en el cantón Echeandía, tomando en cuenta las vulnerabilidades de los elementos expuestos, la medición a la exposición en la investigación de trabajo es de manera cuantitativa relacionado con el peligro en la zona de interés.

Los riesgos tienden a ser de alto grado de afectación, si exposición es frecuente a ellos o en tiempos prologados esto se debe al comportamiento total de la naturaleza, debemos tomar en cuenta que a veces la exposición puede ser inferior a la duración de la intensidad es por eso que cuando se combina la vulnerabilidad con la exposición se está evaluando de manera cuantitativa por lo tanto se puede presentar una vulnerabilidad muy elevada pero con valor de exposición bajo, para esto debemos realizar medidas de reducción ante eventos adversos y así tener una población más capacitada y el nivel de exposición sea baja.

2.2.6.1 Impacto

El impacto social de un fenómeno depende de la exposición (de personas o bienes) y de la vulnerabilidad de la población. A la hora de analizarlo conviene considerar también otros factores como:

- Daños económicos
- Complejidad y naturaleza del riesgo
- Sectores productivos afectados
- Comportamiento de las personas frente a la situación de riesgo

2.2.6.2 Impacto Económico

Los desbordamientos son los eventos más frecuentes y los que provoca mayores pérdidas económicas ya que afectan a las actividades agrarias, industriales y comerciales,

infraestructuras, tomando en cuenta que puede causar daños en sistemas energéticos de telecomunicaciones, también en este caso se toma en cuenta los gastos indirectos ocasionados por los daños ´psicológicos de las víctimas.

2.2.6.3 Impacto ambiental de los desbordamientos

Los factores que ocasionan más impacto en el entorno son la rapidez con la que se producen las crecidas, la velocidad del agua y la elevada carga de sedimentos, as inundaciones destruyen las comunidades ecológicas (vegetación, animales), bien porque las cubren o porque las arrastran. La fuerza del agua arrastra parte del sustrato y de la vegetación, así como las semillas poco profundas, lo que puede afectar a la capacidad de rebrotamiento y por tanto de colonización, de las especies. Otro de los efectos sobre el medio ambiente que pueden tener las inundaciones es la dispersión de contaminantes cuando éstas se producen en zonas en las que hay tales sustancias. También son importantes los cambios que provocan en los cursos fluviales y las perturbaciones que se producen en las zonas costeras cercanas a la desembocadura de los cursos fluviales. (Escuder, Matheu, & Castillo, 2010)

El medio natural se adapta a estas perturbaciones de maneras diversas. Es cuando entran en juego los métodos de control de estas avenidas cuando los efectos sobre el medio pueden convertirse en más agresivos. Es por ello que es necesaria una planificación sostenible del control de las avenidas, crecidas, como sería conservar un espacio libre para que se pueda inundar con las crecidas periódicas. Esta medida, por un lado, evita el daño a infraestructuras y/o personas y, por otra, permite el desarrollo de un entorno con una elevada biodiversidad. De manera ideal, una correcta y sostenible planificación frente a situaciones de riesgo hídrico debería dar el mismo peso a su función ecológica como la protección frente al riesgo que suponen (Pickup et al., 2003). En consecuencia, sería necesario mantener las zonas inundables por la importancia que tienen como reservorio de biodiversidad, como reguladoras de la

velocidad del agua y por tanto de las avenidas y la erosión y como retención de la carga sedimentaria, recargando los acuíferos y fertilizando el suelo con la aportación de lodos.

Los efectos de las inundaciones en el entorno, especialmente el vegetal, no son todos negativos. Según Folch (1993) los cambios en el régimen hídrico dan lugar a ambientes con una elevada diversidad biológica. En el caso de los bosques de ribera, las crecidas modelan su estructura. Por un lado, en los ríos con cursos permanentes y más caudalosos dominan los árboles caducifolios. La mayoría de los árboles y arbustos de estas comunidades tienen capacidad de rebrotamiento del tronco, como adaptación a la posible destrucción de las partes aéreas por crecidas violentas. Su poder de regeneración es una característica de este tipo de vegetación y por ello en muchas ocasiones se ha utilizado como fuente de madera. Sin embargo, en ambientes más secos las comunidades son perennifolias, como respuesta adaptativa a la disponibilidad de agua. En el caso de los cursos intermitentes que suelen estar secos en verano, sus alrededores suelen ser más áridos y la vegetación de ribera más pobre. En estos ambientes las comunidades que se desarrollan están dominadas por arbustos perennifolios y de pequeño tamaño. En el lecho de estos cursos, si además tienen régimen torrencial, crece vegetación caracterizada por su crecimiento y reproducción rápida, adaptada a que periódicamente es destruida. (GAMA, 2016)

2.2.7 Medidas Estructurales

Las medidas estructurales se refieren a cualquier construcción física que reduce o evita el impacto de una inundación, integrando, la funcionalidad de esta medida se encuentra limitada ya que se diseñan para eventos asociadas a una cierta probabilidad anual de excedencia, de esta manera que si se produce un evento superior al que es diseñado la estructura no sería capaz de dar la protección adecuada frente al evento de inundación, y al mismo tiempo pierde su funcionalidad. (Escuder, Matheu, & Castillo, 2010)

Las medidas estructurales se dividen en tres grupos:

- Estructuras de retención
- Estructuras de protección
- Sistema de drenaje.

2.2.8 Medidas no estructurales

Estas medidas son las que no precisan la actuación directa de un evento sobre la red, ni la construcción de ninguna infraestructura estas medidas no estructurales incluyen políticas, concientización y desarrollo del conocimiento y reglas de operación, como participación pública, información poblacional y así poder reducir el riego existente y los impactos que puede causar una inundación, dentro de esta medida también se encuentra la política y planeamiento urbano, predicción de inundaciones, comunicación, movilización, coordinación y procedimiento de operación, estas medidas aunque son un poco frecuentes tienen un papel importante dentro de los procesos de la gestión del riesgo de desastres ya que se podría decir que son más eficaces al momento de atender riesgos actuales o futuros. (Pettan Cedeño, 2019)

Dentro de estas medidas no estructurales se encuentra:

- **Resiliencia:** capacidad del sistema, sociedad que se encuentra expuesta a amenazas a adaptarse con el fin de alcanzar y mantener el nivel aceptable en su funcionamiento y estructura. la resiliencia. Se determina por el grado en el cual la sociedad es capaz de autoorganizarse para que sean capacitados acerca de tema de desastres con el fin de que la protección futura mejore y reducir vulnerabilidades (PNUD, 2009).
- **Gestión de riesgos:** Es un proceso social, planificado, concertado, participativo e integral impulsado por instituciones y organizaciones que desean reducir los riesgos

sociales y su control a través de políticas o acciones encaminadas al desarrollo sostenible. (Jerez Cando, 2017)

2.2.9 Medidas de reducción de desastre y emergencias

Son procesos que tratan de disminuir los riesgos existentes y poder evitar nuevos riesgos en la población a través de medidas de reducción o mitigación y prevención, que sean factibles para dicha amenaza, y así poder disminuir la vulnerabilidad de las personas, los medios de subsistencia, los bienes, la infraestructura, y los recursos ambientales.

2.2.9.1 Concientización y sensibilización

En este aspecto se podría aumentar el grado de conocimiento sobre temas de reducción de desastres mediante capacitaciones y establecer las acciones a ser tomadas para reducir la vulnerabilidad socio económico y ambiental. En este aspecto se podría aumentar el grado de conocimiento sobre temas de reducción de desastres mediante capacitaciones y establecer las acciones a ser tomadas para reducir la vulnerabilidad socio económico y ambiental.

2,2.9.2 Capacidad de preparación

Contar con preparativos adecuados es fundamental en una población, ya que los riesgo jamás se podrá eliminarlos por completo, la preparación mediante los sistemas de alerta temprana, planes de emergencia y reacción de comité locales se podría salvar vidas y proteger los medios de sustento, y esta sería una de las maneras más fáciles en función de los costos para minimizar los impactos. (Villagrán De León, 2017)

2.2.9.3 Capacidad de organización

Es el desempeño de la organización en su conjunto lo que se busca y no solo el del individuo aislado. Desde este punto de vista, la organización debe analizar y evaluar, de manera continuada y sistemática, para una mejor interacción entre los pobladores o un grupo determinado.

2.2.9.4 Impermeabilización del suelo

En una cuenca hidrográfica el cambio del uso del suelo de condiciones rurales a urbanas varia la respuesta hidrológica de un territorio, se presenta con mayor magnitud al escurrimiento de las aguas. ya que en varios sectores de los ríos no tiene la misma capacidad de transportar el excedente de agua presentando así un fenómeno de impermeabilización.

Mientras tanto para (Stanuikynas, 2000) el proceso de impermeabilización de suelos se caracteriza por evitar el curso del agua hacia el interior del suelo causados por métodos naturales como antrópicos, además se presenta un mayor grado de impermeabilización del suelo dependiendo de los materiales que conforman la superficie.

La hidrología básica es un proceso fundamental para comprender lo que sucede en nuestro planeta, depende de varias disciplinas para el total entendimiento, se prioriza que todos los estados del agua en la naturaleza son importantes de frente a la relación del hombre y su incidencia en el ciclo del agua.

El agua es uno de los recursos naturales más importantes para la vida en el planeta y por ello su estudio es importante para la comprensión de este recurso y a su vez para la conservación y sostenibilidad. para esto se emplea la modelación hidrológica puesto que es un recurso valioso y una herramienta fundamental para el conocimiento de los sistemas hídricos presentes en el país. el fin de esta modelación es dar soporte o ayuda a la toma de decisiones sobre la gestión

integral de recursos hídricos. además, ayuda a generar informes estimativos acerca del caudal de los ríos. A su vez identifica los eventos extremos de aumento de caudal como así mismo la reducción del caudal en épocas de sequía.

2.3 MARCO LEGAL

En cuanto al marco legal respectivo a esta investigación se tiene como fuente la Constitución de la Republica del Ecuador en su sección novena concerniente a Gestión del riesgo en su artículo número 389 que ratifica la actuación de la unidad de gestión de riesgo, además como las obligaciones que tiene el estado ecuatoriano frente a un desastre natural o antrópico y las diferentes funciones que tiene esta entidad para el bienestar de la población en general.

Art. 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 riesgo 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. Hay que asegurar 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 los 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 y 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. (Constitucion de la Republica del Ecuador , 2008)**.**

Mientras tanto en artículo 390 de la CRE hace referencia a la administración y a la logista en la cual actuara la unidad de gestión de riesgo, así como de su gestión que será designada a la entidad dependiendo de la unidad geográfica en la cual ocurra un desastre.

Art. 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. (Constitucion de la Republica del Ecuador , 2008)

Por otro lado, el Código Orgánico de Organización Territorial, autonomías y Descentralización (COOTAD) en su artículo 140 manifiesta la competencia que tiene la unidad de gestión de riesgo frente a un desastre naturales y las acciones que se deben tomar siempre y cuando vayan en estricto apego a la Constitución y a las leyes vigentes.

Art. 140.- Ejercicio de la competencia de gestión de riesgos. - La gestión de riesgos que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al territorio se gestionarán de manera concurrente y de forma articulada por todos los niveles de gobierno de acuerdo con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable, de acuerdo con la Constitución y la ley. (Codigo Organico de Organizacion Territorial , 2019)

La ley orgánica de la defensa nacional en su articulado numero 5 manifiesta que cuando se produzca un desastre natural y se declare un estado de emergencia el jefe del comando conjunto de las fuerzas armadas tendrá la potestad de dirigir las operaciones dependiendo de las normas y planes estipulados con el fin de que la fuerza coercitiva del país colabore en un desastre natural.

Art. 5.- En caso de grave conmoción interna o catástrofes naturales, previa declaratoria del estado de emergencia, el presidente de la República, a través del jefe del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas, podrá delegar la conducción de las operaciones militares, a los comandantes de las Fuerzas de Tarea, quienes tendrán mando y competencias, de acuerdo con las normas y planes respectivos. (Ley Organica de la Defensa Nacional , 2009)

2.4 GLOSARIO

Amenaza natural Una amenaza natural es todos los fenómenos atmosféricos, hidrológicos, geológicos (especialmente sísmicos y volcánicos) y a los incendios que, por su ubicación, severidad y frecuencia, tienen el potencial de afectar adversamente al ser humano, a sus estructuras y a sus actividades. (OAS, 2021)

Ancho de la cuenca Es el cociente entre el área de la cuenca y la longitud de la cuenca, en unidades de km. Existen diferentes letras en su representación, en este caso el autor lo identifica con la letra W. Su fórmula es W= A/L. (GOMEZ, 2020)

Área de la cuenca Superficie limitada por la proyección horizontal del parteaguas. Se obtiene en el SIG, planímetro o cuadrícula. Se reporta en km2 en superficies grandes y en ha en superficies pequeñas. (GOMEZ, 2020)

Caudal volumen de agua que atraviesa una superficie en un tiempo determinado.

Un caudal se calcula mediante la siguiente fórmula: Q=V/t, siendo Q (caudal), V (volumen) y t (tiempo). Normalmente se mide el volumen en litros y el tiempo en segundos. (Valdivielso, 2014)

Coeficiente de rugosidad Es un índice el cual determina la resistencia del flujo en un determinado canal. En sí, el objetivo de este coeficiente es determinar el grado o porcentaje de resistencia de un canal o tubería a la hora de trasportar cualquier fluido. (Rodriguez, 2021)

IBER es un software libre modelo matemático bidimensional, que incluye un módulo hidrodinámico para la simulación de flujos de ríos, canales y cauces naturales, permitiendo así el cálculo de avenidas e inundaciones y la delimitación de zonas inundables. (Imasga)

Inundaciones Una inundación es la ocupación por parte del agua de zonas o regiones que habitualmente se encuentran secas, como consecuencia de la aportación inusual y más o menos repentina de una cantidad de agua superior a la que puede drenar el propio cauce del río. (Zarza L. , 2008)

Intensidad de lluvia Es un índice que relaciona la cantidad de lluvia en función del tiempo. Su importancia radica no solo en la influencia que ejerce sobre el espacio geográfico, sino que también es considerada como un indicador de extremo climático, dado que las precipitaciones intensas tuvieron cambios significativos durante las últimas décadas. (Blanco, 2019)

Longitud del cauce Generalmente, los caudales medios, máximos y mínimos crecen con la longitud de los cauces. (Londoño, 2001), esto se debe a la normal relación que existe entre las longitudes de los cauces y las áreas de las cuencas hidrográficas correspondientes, de tal manera que el área crece con la longitud y la superficie de captación.

Microcuenca corresponde al área de aguas superficiales, que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar; la microcuenca está delimitada por la línea del divorcio de las aguas. Considerando el tamaño se puede decir que la microcuenca es aquella cuenca cuya área de drenaje es menor a 500 Km2". (Ministerio del Ambiente, 2021)

Modelo hidráulico Ingresan propiedades del sistema, demandas de agua y reglas de operación del sistema, etc.; con lo que el software calcula caudales, presiones, gradientes hidráulicos, calidad de agua, etc. Un modelo hidráulico sirve entre otras cosas para dimensionar elementos como bombas, tuberías o tanques, calibrar y detectar fugas, analizar la calidad del agua, analizar costos de energía, realizar simulaciones en períodos de horas o días de la red, etc. (Gonzales, 2018)

Precipitación La precipitación es importante para el pluviómetro y los pluviógrafos, estos últimos se utilizan para determinar las precipitaciones pluviales de corta duración y alta intensidad. (Instituto Geografico Aragon, 2017)

Reconstrucción: Reedificación a mediano y largo plazo, incluye la restauración

sostenible de infraestructuras vitales resilientes, servicios, viviendas, instalaciones y medios de vida necesarios para el pleno funcionamiento de una comunidad o sociedad afectada por un desastre, siguiendo los principios del desarrollo sostenible y de "reconstruir mejor", con el fin de evitar o reducir el riesgo de desastres en el futuro. (SNGRE, 2018)

SIG: Sistema de información geográfica (SIG) es un marco de trabajo para reunir, gestionar y analizar datos. Arraigado en la ciencia geográfica, SIG integra diversos tipos de datos. Analiza la ubicación espacial y organiza capas de información para su visualización, utilizando mapas y escenas 3D. Con esta capacidad única, SIG revela el conocimiento más profundo escondido en los datos, como patrones, relaciones y situaciones, ayudando a los usuarios a tomar decisiones más inteligentes. (AEROTERRA, 1969)

Tiempo de retorno: El tiempo de retorno sirve para determinar la frecuencia con la que ocurre un evento extremo. Estos datos adquieren su confiabilidad cuando son determinados estadísticamente. (Sánchez, 2002)

Tiempo de concentración: El tiempo de concentración es una definición abstracta, sin embargo, representa el tiempo que tarde en llegar una gota de agua al lugar más alejado de la cuenca (desagüe). Una definición más técnica define al tiempo de concentración como el estado uniforme durante el cual la precipitación está aportando homogéneamente al desagüe de la cuenca. (Barranco & Javier Álvarez, 2020)

Vulnerabilidad: Condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales que aumentan la susceptibilidad de una persona, una comunidad, los bienes o los sistemas a los efectos de las amenazas.

Velocidad Magnitud física que expresa el espacio recorrido por un móvil en la unidad de tiempo, y cuya unidad en el sistema internacional es el metro por segundo (m/s). (Real Academia Española, 2023)

2.4. Sistemas de hipótesis

La aplicación del modelamiento hidrológico, hidráulico para analizar las amenazas del desbordamiento del río Soloma para la implementación de medidas de reducción de riesgos en el cantón Echeandía, periodo mayo-septiembre 2023.

2.5. Sistemas de Variables

Tabla 1

Variable independiente

Variable	Definición	Dimensión	Indicadores	Escala	Instrumento
Análisis de la amenaza de desbordamiento del río Soloma.	Se basa en los estudios técnicos, obtención de datos numéricos ya sean estadística mente, con modelamientos, mapas, u otro que ayude a ver cuál es la situación actual y futura de la población por el impacto del desbordamiento del río, para ello es necesario	Modelo hidrológico	Longitud del cauce	37290 m	Sistemas de información geográfica
			Tiempo de concentración	2.99 h	Formula de Témez
			Uso de suelo	Cuerpo de agua artificial	SIG Tierras, Sistemas de información geográfica
				Natural	
				Vegetación herbácea	
				Infraestructura	
				Plantación forestal	
				Área sin cobertura vegetal	
				Cuerpo de agua natural	
				Área poblada	
				Páramo	
				Cultivo anual	
				Vegetación arbustiva	
				Bosque nativo	
				Mosaico agropecuario	
				Pastizal	
			Área de drenaje	418 km2	DEM, Sistemas de

	tener modelos hidrológicos e hidráulicos con el fin de poder ver de forma visual a través de mapas de amenaza hasta donde se verían afectada las ciudades y con ello estimar las consecuencias, perdidas económicas, humanas entre otras.				información geográfica
			Curvas IDF	Tr 10 años = 37.39 mm/h	Datos de precipitaciones Estación M0038 Echeandía
				Tr 50 años = 43.35 mm/h	
				Tr 100 años = 45.46 mm/h	
			Caudales máximos	Tr 10 años = 2762 m3/s	Método racional modificado
				Tr 50 años = 3378 m3/s	
				Tr 100 años = 3676 m3/s	
		Modelo hidráulico	TIN		Sistemas de información geográfica
			MDT	Min: Max:	ALOS PALSAR, Sistemas de información geográfica
			Uso de suelo	Río	Trabajo en campo, Sistemas de información geográfica.
				Infraestructura	
				Vegetación densa	
				Vegetación dispersa	
				Asfalto	
			Rugosidad Manning	0.025	Sistemas de información geográfica. IBER
				0.020	
				0.032	
				0.08	
				0.018	
			Malla computacional de condiciones de contorno	Mallas de 5m x 5m	IBER
			Calados	Tr 10 años = 9m	IBER
				Tr 50 años = 11.12m	
				Tr 100 años = 12m	

			Exposición	**Muy alto:** Las manzanas, edificaciones, vías se encuentran dentro del área de calados mayores a 4.51m, con afectaciones considerables a la población e infraestructura, cultivos, sistema eléctrico, alcantarillado, entre otros.	Sistemas de información geográfica, IBER.
				Alto: Las manzanas, edificaciones, vías se encuentran dentro del área de calados entre 2.31m - 4.51m, con afectaciones considerables a la población e infraestructura, cultivos, sistema eléctrico, alcantarillado, entre otros.	
				Medio: Las manzanas, edificaciones, vías se encuentran dentro del área de calados entre 1.77m –	

				2.30m, con afectaciones considerables a la población e infraestructura, cultivos, sistema eléctrico, alcantarillado, entre otros.	
				Bajo: Las manzanas, edificaciones, vías se encuentran dentro del área de calados <=1.76m con afectaciones considerables a la población e infraestructura, cultivos, sistema eléctrico, alcantarillado, entre otros.	

Tabla 2

Variable dependiente

Variable	Definición	Dimensión	Indicadores	Escala	Instrumento
	Las medidas de reducción de riesgos son aquellas que		Reubicación del casco urbano	Reubicar a las familias que se encuentran en la zona de impacto directo.	Plan de reubicación por parte del MIDUVI
			Ordenanzas de expansión urbanísticas	No permitir construir en zonas de	Ordenanzas municipales

Medidas de reducción de riesgos	permiten la toma de decisiones en base a estudios realizados previamente, estas medidas se basan en el minimizar el impacto de los eventos que pueden ocurrir en el territorio con el fin de mejorar de forma continua y tener ciudades resilientes.	Medidas de mitigación		impacto directo por inundación.	
			Polígonos de intervención territorial	Conservación histórica	Mapas temáticos realizados por UGR, PLANIFICACIÓN
				Consolidación	
				Mejoramiento integral	
				Conservación ecológica y de riesgo	
				Desarrollo	
			Clasificación de suelo urbano	Suelo consolidado	Mapas temáticos realizados por UGR, PLANIFICACIÓN
				Suelo no consolidado	
				Suelo de protección	
			Medidas no estructurales	Comité comunitario Capacitaciones a la población Reforestar zonas de impacto Estudios de amenaza vulnerabilidad y riesgos	Estudios de perfiles de proyectos
			Medidas estructurales	Dragado del río	Estudios de perfiles de proyectos
				Construcción de sistemas de aprovechamiento de agua del rio para riego	
				Muros de gaviones	

CAPÍTULO 3:

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Nivel de Investigación

El presente trabajo de investigación sobre el "Análisis de la amenaza de desbordamiento del río Soloma como medida de reducción de riesgos en el cantón Echeandía periodo mayo – septiembre 2023", esta encaminada a una metodología mixta, la cual los cual abarca los dos enfoques de la investigación tanto cualitativo, como cuantitativo.

Método cuantitativo: se realizará un modelamiento hidrológico que les permitirá observar cuales son los caudales máximos que se encuentran en el río Soloma, de la misma manera se implementa el modelo hidráulico que les ayudará a ver la velocidad en m/s y evaluar a amenaza de inundación del río Soloma.

Método cualitativo: se investiga los sucesos anteriores de desbordamiento del río por lo tanto se observa ciertas características del lugar de estudio por lo que se pretende obtener datos sobre precipitación durante los últimos 10 años del cantón, y así saber el nivel de exposición que tiene para poder plantear las medidas de mitigación de impacto ante la amenaza de inundación que beneficien a las sociedades y autoridades para la toma de decisiones y así mejorar la calidad de vida de las personas.

Descriptivo: es descriptiva ya que se relacionará una serie de definiciones acerca de los sucesos anteriores del desbordamiento del río Soloma y los diferentes estudios realizados a los barrios que se encuentren cerca y de esa manera se establece las variables y relacionándolas entre sí.

Documental: se realizará las respectivas investigación en diferentes fuentes las definiciones y así poder aclarar dudas en el lapso de la investigación para extender nuestro trabajo acerca del desbordamiento del río Soloma y plantear medidas de reducción de riesgos de desastres

3 2. DISEÑO

El diseño de la investigación a emplearse en el actual proyecto de investigación tiene un enfoque transversal.

- **Transversal:** este diseño nos facilitara la recolección de información mediante encuestas que serán aplicadas a las personas que viven cerca al río Soloma y determinar la magnitud del problema sin ningún tipo de manipulación en el entorno del área de estudio este tipo de investigación se realiza en tiempo real lo cual permite una eficaz organización y así poder hacer frente a los eventos adversos de desbordamiento del río Soloma en épocas de lluvia.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población y muestra se utilizó para la estimación del número de viviendas de la población significativo de los cuales se puede obtener información, que se inició únicamente por un aproximado número de viviendas que son 70 que se encuentran en las orillas del río Soloma y se estima que por cada vivienda existen 5 integrantes y se define un total de 350 personas, realizando los cálculos requeridos, se obtiene una muestra de 183 personas. Los datos que se obtuvieron mediante la siguiente fórmula.

$$n= \frac{n*Z^2*p*q}{(n-1)\ *e^2+Z^2*p*q}$$

Donde;

n= Número de población

Z^2= Nivel de confianza

e^2= Margen de error

p= proporción de la población

$$n= \frac{350*1.96^2*0.5*(1.05)}{(350-1)\ *0.05+1.96^2*0.5*(1-0.5)}$$

$$n= \frac{350*3,8416*0,5*\ (0,5)}{(349)\ *0,0025+3,8416*0,5*\ (0,5)}$$

$$n= \frac{336.14}{0.872+0.96}$$

$$n= \frac{336.14}{1.832}$$

n= 183

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la elaboración de este estudio se aplicó varios métodos de recolección de información, los mismos que permitieron tener los insumos necesarios para el cumplimiento de cada uno de los objetivos propuestos y planteados las técnicas se describen a continuación:

3.4.1 Observación directa: se tuvo que realizar visitas a campo para poder contrastar información sobre el uso y cobertura vegetal que se tiene en la zona de estudio, especialmente las zonas cercanas a la cabecera cantonal de Echeandía, con el fin de poder visualizar la zona del cauce del río y hasta donde podría verse afectado por las crecidas del caudal, esto debido a la morfología del sector, las famosas zonas fluviales, con esta información se puede contrastar

los datos obtenidos por SIG TIERRAS sobre el uso y cobertura vegetal de la cuenca, y así poder obtener la rugosidad de Manning.

3.4.2 Fuentes bibliográficas

En la recopilación de información, se consultó e investigo los antecedentes y registros históricos existenciales a la ocurrencia de las inundaciones en el cantón Echeandía, (INAHMI, NASA), la cartografía del geo portal, el sistema ArcGIS para delimitar la cuenca de estudio, el DTM del cantón y se obtuvo información de datos históricos de precipitaciones máximas anuales las estaciones meteorológicas, (M0383 Echeandía, M0123, M0129 y M0385) desde el año 1985 hasta el año 2015 con el fin de poder tener información y procesarla.

3.5. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.

3.5.1 Técnicas aplicadas al objetivo 1. Caracterizar la amenaza de desbordamiento mediante el modelamiento hidrológico e hidráulico.

3.5.1.1 Relleno de datos meteorológicos faltantes

Para el cumplimiento del primer objetivo determinar el modelamiento hidrológico e hidráulico del río Echeandía, se utilizó varios métodos.

Para poder tener datos completos de la estación M383 Echeandía se hizo uso del método del servicio nacional de agua de los Estados Unidos conocido también como método de vecinos ponderados, con el mismo se realizó el relleno de datos de precipitaciones máximas, tomando en cuenta la distancia desde las estaciones con datos completos a la estación que se quiere rellenar en este caso es el M0383, este procedimiento consiste en ponderar los valores observados en una cantidad W, igual al recíproco del cuadrado de la distancia (D) entre cada estación vecina y la estación M0383, utilizando la siguiente formula.

$$\boldsymbol{Px} = \frac{\sum PWi}{\sum Wi} \quad (1)$$

Donde

Px= Precipitación observada para la fecha de la faltante, en las estaciones auxiliares circundantes

Wi= $1/D^2$, siendo D, la distancia entre cada estación circundante y la estación incompleta en km.

Tabla 2*;* Datos de relleno estación M0383

3.5.1.2 Datos de relleno estación M0383

AÑOS	ENE	FFEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAX
1968	21	188,9	324,8	21,1	59,4	14,5	56	24,2	19,6	36,8	24,4	93,7	324,8
1969	248	189	379	535	170	121	9	30	8	7	34	68,7	535,0
1970	437	240,4	141,9	472,3	348,3	30,5	4,9	0	18,7	6,6	23,5	85,2	472,3
1971	235,7	560,4	634,9	200,9	100,3	24,8	2,3	2,5	18,5	8,1	24,9	187,2	634,9
1972	446,3	450,2	864,6	566,9	192,9	262	23,7	36,2	27	83,9	145,6	271,3	864,6
1973	418,5	705,5	409	440,3	275,6	65,2	9	9,1	51,7	25,5	17,2	91,2	705,5
1974	242,3	442,4	387,4	289,5	108,7	18,8	11,2	25,8	23,5	40,1	259,9	168,1	442,4
1975	290	554	431,5	102,6	77,8	13,5	17,6	3,2	64,6	172,8	32,3	102,1	554,0
1976	472,6	722	775,8	219,7	70,5	2,3	8,4	17,9	8,1	56,3	150	134,3	775,8
1977	345,9	305,3	521,1	353	45,4	31,5	35,3	18	70,5	17,1	12,4	103,2	521,1

1978	371,7	435,6	423,7	211,3	126	11,3	12,3	3,6	35,8	29,8	18,7	132,5	435,6
1979	350,9	486,3	392	329,3	36,6	9,1	2	10,6	24,6	11,6	4,1	17,3	486,3
1980	312,6	489,2	279,5	768,5	7,3	5,2	16,7	27,3	19,6	73,3	69,4	88,2	768,5
1981	183,3	489,6	356,6	282,8	11,3	1,4	13,9	0,7	1	4,3	11,6	90,2	489,6
1982	353,5	382,6	155	218,3	26,6	0,3	0,4	62,4	140,6	277,7	765,3	216,6	765,3
1983	433,8	514,8	727	657,9	570	333,9	294	70,3	159,9	109,7	188	765,3	765,3
1984	100,8	797	457,6	271	5,1	43,7	4,9	4	25,6	18,4	28,6	129,8	797,0
1985	253,8	268,2	463,5	165,2	5,1	10	4,4	7	0,4	2	0,9	140,6	463,5
1986	621	134	267,9	59,7	39,7	2,2	0,7	7,6	11,4	37,6	148,8	121,0	621,0
1987	75,8	80,6	54,4	474,9	3,7	3,3	13,5	2,7	6,6	18,4	45	70,8	474,9
1988	40,3	54,7	32,4	45,6	23,3	10,6	14,5	15,5	23,7	340,5	10,6	101,2	340,5
1989	870,4	674,6	1446,3	724,8	234,5	103	36,2	6	53	125,5	84,9	169,7	1446,3
1990	319,7	608,5	456,1	634,9	134,9	69	26,2	4,8	24,4	65,4	32,2	150,2	634,9
1991	150,8	761,9	449,5	129	106,8	11,7	8	16,2	8,9	25,4	25,1	258,1	761,9
1992	633	492,1	816,1	480,1	296,2	161,2	44,1	13,7	40,3	29,8	27,1	69,8	816,1
1993	528,1	673,6	771,1	502,7	0,3	42,5	9,9	12,7	47,7	11,1	24,7	186,3	771,1

1994	472,3	534,8	366	408	166,3	28	11,5	19,1	34,7	38,2	40,1	224,4	534,8
1995	593,4	321,3	295	414,7	42,1	21,3	56	18,9	17,3	32,8	43,5	76,1	593,4
1996	317,4	534,6	394	188,5	32,3	12,2	58,9	4,5	26	14	57,2	121,3	534,6
1997	331,2	422	632	363,8	302,9	279,3	142,4	89,7	221,5	140,9	497,5	827,5	827,5
1998	539,1	390	421,1	633,5	188,6	122,8	36	18,3	48,8	41,9	67,5	228,0	633,5
1999	255,6	600,3	523,3	373,7	229,1	15	35,8	8,8	29,7	72,3	90,8	360,1	600,3
2000	212,3	243,4	407,7	265,3	118,9	61,6	5,5	7,6	35	9,3	8,4	125,0	407,7
2001	734,7	370,6	411,9	448,2	97,7	5,9	11,5	5	12	21,8	48,5	137,6	734,7
2002	290,3	433	629	550,2	174,3	10	15,2	61,4	73,4	242	48,8	56,7	629,0
2003	372,9	323,1	166,3	58,8	12,2	24,5	5,5	85,9	31	166,8	12,2	39,6	372,9
2004	133,3	474,7	330,8	181,1	10,1	11,5	1,5	25,1	76,1	16,3	8,2	48,3	474,7
2005	172,1	159,7	317	415,2	3,7	2,6	9,5	20	18,9	23,2	60,8	47,1	415,2
2006	291,4	672	527,9	264,6	127,8	27,7	27,4	20,8	36	10,3	51,1	110,6	672,0
2007	315,9	433,1	445	293,8	285,9	64	21,5	52,8	143,5	56,6	63,5	107,2	445,0
2008	628,2	713,6	543	344,9	31,9	32,7		43,2	26,4	45,2	26,0	155,5	713,6
2009	186,6	346,8	177,2	349,2	125,5	49,9	29,2	21,2	42,1	63,6	67,7	205,0	349,2

2010	301,8	305,8	184,6	356,8	128,2	51,0		5,8	44,7	43,1	30,7	240,1	356,8
2011	311,4	46,6	23,2	33,8	2,5	5,3	4,9	2	16,5	7,1	11,3	92,9	311,4
2012	423,7	458,5	783,1	412,3	124,2	42,8	2,1	3,4	2,4	25,3	23,1	51,7	783,1
2013	228	328,5	535,9	251,1	79,1	11,9	3,9	4	14,4	16,7	7,1	50,8	535,9
2014	497,9	321,2	394,7	261,8	265,1	33,9	2,9	9,7	51,7	46,4	20,8	161,9	497,9
2015	200,6	564,6	569,3	743,7	401,6	78,6	183,5	2,6	3,5	8,5	7,4	34,1	743,7

Nota: Se describe los datos para rellenar mediante el método de vecinos ponderados.

3.5.1.3 Determinación de datos dudosos

Una vez alcanzado los datos faltantes de la estación M0383 de Echeandía, es necesario realizar un contraste o prueba de datos dudosos, lo que nos permite evidenciar si hay datos anómalos o sesgos en los mismos, para ello se necesita obtener estadística básica como el número total de datos que se van contrastar, la suma de todos los valores, el valor máximo de los datos, el valor mínimo de los datos, el promedio de los datos, la varianza de los datos, la desviación estándar, el coeficiente de variación, el coeficiente de sesgo, el valor de Kn para datos dudosos se lo saca de la tabla proporcionada por recursos del agua de los Estados Unidos (ver tabla 2), con estos datos se realiza el cálculo de los umbrales máximos y mínimos .

Tabla 2

Valores Kn para prueba de datos dudosos

Tamaño de muestra n	Kn	Tamaño de muestra n	Kn
30	2.563	44	2.719

31	2.577	45	2.727
32	2.591	46	2.736
33	2.604	47	2.744
34	2.616	48	2.753
35	2.628	49	2.760
36	2.639	50	2.768
37	2.650	51	2.804
38	2.661	52	2.837
39	2.671	53	2.866
40	2.682	54	2.893
41	2.692	55	2.917
42	2.700	56	2.940
43	2.710	57	2.961

Nota: recuperado de U.S Water Resources Council 1981.

Se calcula los parámetros estadísticos de los datos rellenados para así poder obtener los umbrales limites altos y bajos, a continuación, se puede observar cómo se calculan.

Tabla 3

Parámetros estadísticos de datos dudosos de precipitación máximas en 24h

Parámetros estadísticos	P24hr	Log(P24hr)
Número de datos (N)	48	48
Sumatoria	28259,18	132,14
Valor Máximo	870,40	2,94
Valor Mínimo	311,40	2,49
Media:	588,73	2,75

Varianza:	26046,76	0,02
Desviación Estándar (S):	161,39	0,13
Coeficiente Variación:	0,27	0,05
Coeficiente de Sesgo:	0,05	-0,34

Nota: Descripción de datos estadísticos para el cálculo de datos dudosos

A continuación, se realiza el cálculo de los umbrales o límites permisibles de las precipitaciones altos y bajos con las siguientes formulas.

Fórmula de cálculo de umbral superior

$$x_H = \bar{x} + K_n \cdot s \qquad (2)$$

Donde

$\boldsymbol{X_H}$**=**Umbral de datos dudosos altos

$\boldsymbol{\bar{x}}$ **=** Promedio de datos

$\boldsymbol{K_n}$= Valor kn dependiendo del tamaño de la muestra

S= Desviación estándar

Con estos datos se calcula la precipitación máxima admisible con un alfa o error del 10%, para ello se lo calcula con la siguiente fórmula.

Fórmula de cálculo de precipitación admisible límite superior

$$Ph = 10^{x_H} \quad (3)$$

Donde

Ph= Precipitación máxima admisible

$\boldsymbol{X_H}$ = Umbral de datos altos

Ahora se realiza lo mismo para el cálculo de datos dudosos bajos mediante la siguiente formula

Fórmula de cálculo de umbral inferior

$$x_L = \bar{x} - K_n \cdot s \qquad (4)$$

Donde

$\boldsymbol{X_L}$**=**Umbral de datos dudosos bajos

$\boldsymbol{\bar{x}}$ **=** Promedio de datos

$\boldsymbol{K_n}$= Valor kn de un lado dependiendo del tamaño de la muestra

S= Desviación estándar

Con estos datos se calcula la precipitación máxima admisible con un alfa o error del 10%, para ello se lo calcula con la siguiente fórmula.

Fórmula de cálculo de precipitación admisible límite inferior

$$Pl = 10^{x_H} \quad (5)$$

Donde

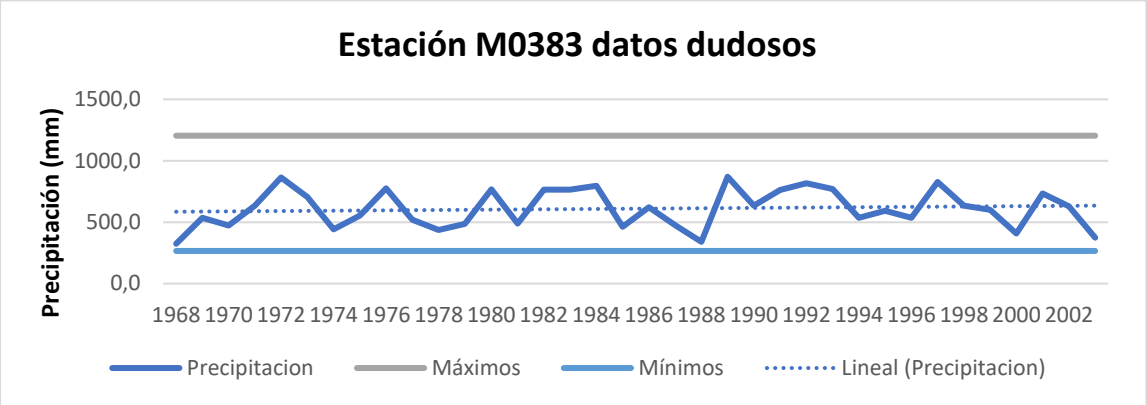
Pl= Precipitación máxima admisible

$\boldsymbol{X_L}$ = Umbral de datos bajos

Con ello se obtiene los datos de límites de consistencia inferior de color celeste y superior de color plomo, no se muestra ningún dato dudoso por lo tanto no se ha salido de estos límites, así como se muestra en la ilustración 2.

Ilustración 1

Gráfico visual de datos dudosos



Nota: Visualización gráfica de datos dudosos de estación M0383 Echeandía

3.5.1.4 Curvas Intensidad Duración y Frecuencia (IDF)

Las curvas de intensidad duración y frecuencia conocidas también como IDF, son una representación gráfica y matemática expresando cuanto de precipitación hubo en un tiempo determinado en un periodo de retorno determinado, es decir que cuando existe una tormenta se mide el resultado de juntar los puntos precipitación en mm y la duración de la lluvia en horas para un periodo de retorno de 10, 50, 100 hasta 1000 años si así se lo requiere, para poder determinar las intensidades en base a los diferentes periodo de retorno y duraciones se lo expresa con la siguiente fórmula matemática.

Fórmula de cálculo de Intensidad

$$\mathrm{I} = \frac{k \times T^{m}}{D^{n}} \quad (6)$$

Donde:

I= intensidad en mm/h

T= periodo de retorno en años

D= duración de la lluvia en minutos

K= pendiente de las dos variables

m= logaritmo del coeficiente de la duración de la lluvia en minutos

n= logaritmo del coeficiente del del tiempo de retorno

3.5.1.5 Modelo de Dick Peschke

Este modelo permite obtener las intensidades máximas a partir de datos pluviométricos, por esta razón es uno de los métodos más utilizados en el cálculo de intensidades, la fórmula matemática que se aplica es la siguiente**:**

$$\boldsymbol{P_D = P_{24h} \times (\frac{D}{1440})^{0.25}} \qquad (7)$$

Donde:

***PD*=** precipitación máxima de duración D, en mm

P24h **=** precipitación máxima de 24 horas, en mm

D **=** duración de la precipitación, en horas

Una vez que se obtuvo los datos de precipitación máxima para las diferentes duraciones se procede a realizar el cálculo de las intensidades en base a la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P_D}{D} \qquad (8)$$

Donde:

I= Intensidad de lluvia en mm/h

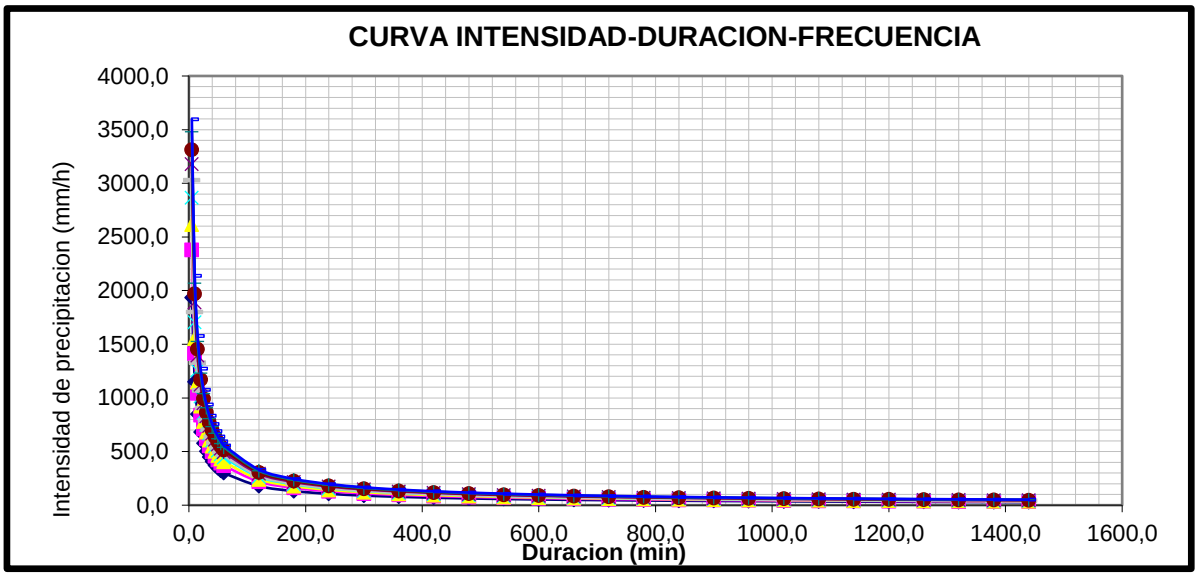
PD **=** precipitación máxima de duración D, en mm

D **=** duración de la precipitación, en horas

El resultado de las curvas I-D-F se las puede observar mediante un gráfico que representa los valores obtenidos, como se muestra a continuación.

Ilustración 2

Gráfico de representación de curvas IDF



Nota: Curvas IDF para diferente periodo de retorno.

3.5.1.6 Método de bloque alterno

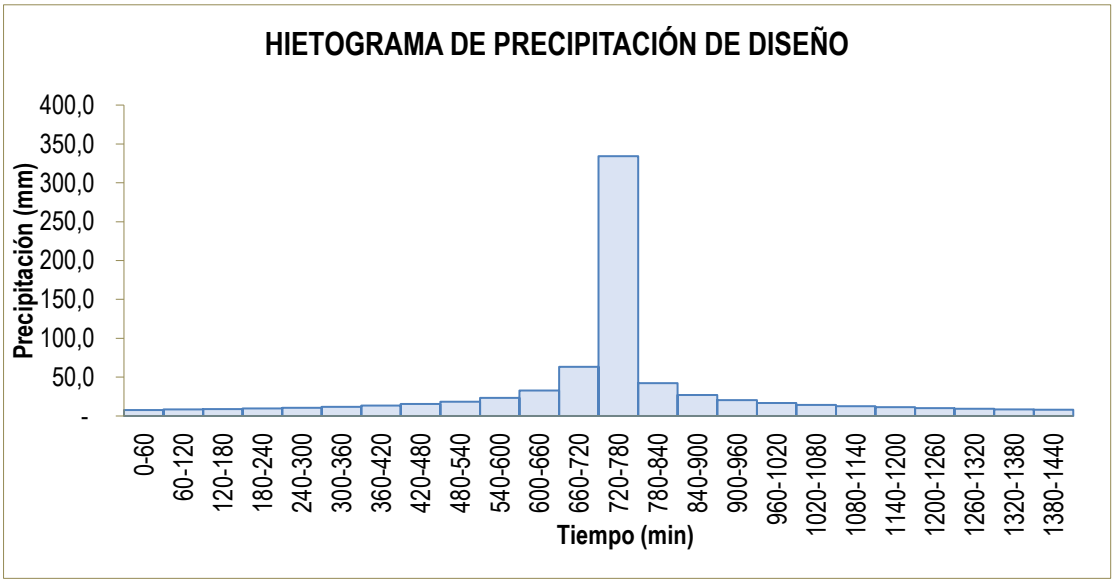
El método de bloque alterno también llamado hietograma de diseño refleja la distribución de los valores de las precipitaciones producidas a lo largo de las 24 horas de lluvia.

Para poder obtener esta distribución es necesario tener los valores o parámetros de la duración en minutos de la lluvia, la intensidad en mm/h, la lluvia acumulada en mm, en el centro de la distribución se registra en valor más altos de la precipitación en las 12 horas de lluvia, así como se representa a continuación.

Nota: El hietograma de precipitación representa la lluvia acumulada en intervalo de tiempo de 1 hora.

Ilustración 3

Hietograma de precipitación



3.5.1.7 Determinación de tiempos de concentración

El tiempo de concentración (Tc) es un parámetro que refleja la distribución temporal del hidrograma de lluvia o caudal, este es un parámetro requerido para poder realizar modelamientos hidráulicos de ríos, canales entre otros, se lo calcula de la siguiente manera.

$$Tc = 0.02 * L^{0.77} * S^{-0.33} \qquad (9)$$

Donde:

Tc: tiempo de concentración en minutos

L: longitud máxima del rio en km, desde agua arriba hacia agua abajo

S: Pendiente del río m/m

Para el cálculo de la longitud del río se hace uso de los SIG, con ello se determinar la longitud del cauce o rio en km.

Para el cálculo de la pendiente se tiene que establecer la cota máxima y cota mínima de la cuenca hidrográfica, también se debe tener la longitud del rio en metros, la fórmula para calcular la pendiente es la siguiente.

$$S = \frac{C\ max - Cmin}{L} \qquad (10)$$

Donde:

S= pendiente media

C max= cota máxima en m.s.n.m

C min= cota mínima en m.s.n.m

L= longitud del rio en km

3.5.1.8 Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía es un parámetro que nos permite entender si el agua que llueve se escurre por el cauce o se infiltra, y esto va a depender de uso y cobertura vegetal de la cuenca, es decir una zona donde exista mayor cantidad de vegetación habrá mucha más infiltración de agua que en una zona donde sea pavimento.

Cálculo de CN a partir de uso de suelo o cobertura vegetal de la cuenca

El cálculo del número de curva se lo realiza a través del uso de la cobertura vegetal y del grupo de suelo al que pertenece, como se muestra a continuación.

Ilustración 3

Valores para el cálculo de CN II

			GRUPO DE SUELO			
			A	B	C	D
Tierras cultivadas	con tratamiento de conservación		72	81	88	91
	sin tratamiento de conservación		62	71	78	81
Pastizales	Condición pobre		68	79	86	89
	Condición buena		39	61	74	80
Praderas			30	58	71	78
Bosques	Cubierta pobre		45	66	77	83
	Cubierta buena		25	55	70	77
Espacios abiertos:con césped, parques, campos de golf,	Buena condición: cubierta de pastos sobre más del 75% del área.		39	61	74	80
	Condición aceptable: cubierta de pastos sobre el 50 a 75% del área		49	69	79	84
Áreas comerciales y de tiendas (85% impermeable)			89	92	94	95
Zonas industriales (75% impermeable)			81	88	91	93
Zonas residenciales	Tamaño medio de parcela	% medio imp				
	500	65	77	85	90	92
	1000	38	61	75	83	87
	1350	30	57	72	81	86
	2000	25	54	70	80	85
	4000	20	51	68	79	84
Tejados, parkings, superficies impermeables en general			98	98	98	98
Calles y carreteras	Pavimentadas, con bordillos y bocas de tormenta		98	98	98	98
	De grava		76	85	89	91
	De tierra		72	82	87	89

Nota: Valores para el cálculo de CN II dependiendo el uso y cobertura vegetal de la cuenca de estudio.

Para el cálculo de la precipitación efectiva se utiliza la siguiente fórmula matemática.

$$Pe = \frac{(P - 0{,}2 * S)^2}{(P + 0.8 * S)} \quad (11)$$

Donde:

Pe= precipitación efectiva en mm

P= precipitación total en mm

S= retención potencial en mm

Una vez que se obtiene los valores correspondientes para cada periodo de retorno, las intensidades, tiempo de concentración, se procede a realizar el cálculo del coeficiente de escorrentía dado por la siguiente fórmula matemática.

$$C = \frac{Pe}{P} \quad (12)$$

Donde:

C= coeficiente de escorrentía

Pe= precipitación efectiva en mm

P= precipitación total en mm

Cálculo del coeficiente de ajuste K

Para determinar el coeficiente de ajuste (k) para el cálculo de caudales se tiene que elaborar una tormenta de diseño que se la obtiene a partir de las curvas IDF, entonces a partir de ahí se utilizan las siguientes ecuaciones.

En cuencas pequeñas a medianas para el cálculo de KA se utiliza la siguiente ecuación.

$$k_A = 1 - \frac{logA}{15} \quad (13)$$

Donde

A= área de la cuenca en km2

Para la zona de estudio se consideró el reparto no uniforme de la escorrentía dentro del intervalo de t_c (horas) a través de la siguiente relación:

$$k_u = 1 + \frac{tc^{1.25}}{tc^{1.25} + 14} \quad (14)$$

Donde:

Tc= tiempo de concentración en horas

Por último, se obtiene el cálculo del coeficiente de ajuste K

$$K = k_A * K_u \quad (15)$$

Donde:

KA= coeficiente de reducción arenal (adimensional)

Cálculo de caudales mediante el método racional modificado

El método de hidrograma unitario racional fue creado por Lloid-George, generalmente se usa para calcular el caudal máximo esperado para una obra hidráulica como alcantarillas, represas, avenidas máximas de caudales de río, entre otros, hay una versión mejorada por J.R Témez del método racional que se llama método racional modificado y se lo expresa matemáticamente de la siguiente forma.

$$Qmax = \frac{I * A * C * K}{3{,}60} \quad (16)$$

Donde:

Qmax= caudal máximo en m3/s

I= intensidad en mm/h

C= coeficiente de escorrentía

K= coeficiente de ajuste

A= área de la cuenca en Km2

3.5.2 Técnicas de aplicación al objetivo 2. Analizar la exposición de la población de la parte Urbana del cantón Echeandía.

Se analizó la exposición de la población de la parte urbana del cantón Echeandía, en donde se tuvo que realizar el modelamiento hidráulico del río Soloma para los diferentes periodos de retorno de 10, 50 y 100 años respectivamente, en base a esto se identificó las manzanas, edificaciones y con ello las familias que se verían afectadas, además también se tomó en cuenta los elementos esenciales como escuelas, centros de salud, hospitales, colegios, guarderías, cuerpo de bomberos, viviendas en general, observándolos a través de la ortofoto, también se podrá evidenciar la longitud de vías que serían afectadas por el impacto de la crecida del caudal del río Soloma, todo esto representado en mapas de exposición de la amenaza y en cuadros estadísticos como se muestra a continuación

Tabla 3

Niveles de exposición de la amenaza.

Nivel exposición	Descripción	Valor
Bajo	Las manzanas, edificaciones, vías se encuentran dentro del área de amenazas de <= 0.2 m^2/s	1

Medio	Las manzanas, edificaciones, vías se encuentran dentro del área de amenazas de entre 0.2-0.5 m^2/s con afectaciones considerables a la población e infraestructura.	2
Alto	Las manzanas, edificaciones, vías se encuentran dentro del área de amenazas de entre 0.5-1.5 m^2/s con afectaciones graves a la población e infraestructura, sistema eléctrico, alcantarillado, entre otros.	3
Muy Alto	Las manzanas, edificaciones, vías se encuentran dentro del área de amenazas mayores a 1.5-2.5 m^2/s con afectaciones considerables a la población e infraestructura, cultivos, sistema eléctrico, alcantarillado, entre otros.	4
Extremo	Las manzanas, edificaciones, vías se encuentran dentro del área de amenazas extremo >83.73 m^2/s con grandes afectaciones a la mayor parte de las infraestructuras, cultivos, sistemas eléctricos que se encuentran en el cantón Echeandía.	5

Elaborado por: Chimborazo M, & Mora N, 2023

3.5.3 Técnicas aplicadas al objetivo 3. Proponer medidas de mitigación de impactos ante la amenaza de inundaciones de la cabecera cantonal de Echeandía cantón Echeandía.

Una vez realizado los estudios requeridos se planeó la propuesta de medidas de mitigación de impactos ante la amenaza de inundaciones en la cabecera cantonal serán de medidas estructurales como no estructurales las mismas que se las investigó de fuentes bibliográficas secundarias como por ejemplo en estudios realizados referente a la temática planteada en esta investigación, uno de ellos son los artículo científicos de alto impacto, PDOT del cantón Echeandía, además del criterio de los autores de esta investigación para ver la mejor opción y así poder reducir el impactos del evento peligroso, y con ello se mejore notablemente la calidad de vida de las personas y reducir las pérdidas económicas y humanas de la población.

Las medidas serán descritas en el formato de la siguiente tabla, la misma tendrá las siguientes variables:

Tabla 4

Medidas de mitigación estructurales

Sitio crítico	Medidas estructurales	Responsables y colaboradores

Elaborado por: Chimborazo M, & Mora N, 2023

Tabla 5

Medidas de mitigación no estructurales

Sitio crítico	Medidas no estructurales	Responsables y colaboradores

Elaborado por: Chimborazo M, & Mora N, 2023

CAPITULO 4

RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

4.1 Resultados según objetivo 1

Para obtener los resultados del objetivo 1 se realizó de la siguiente manera.

4.1.1 Método racional modificado

El método racional modificado fue creado por Lloid George en 1906, pero fue modificado por Témez, este método permite calcular los caudales máximos esperados a partir de variables como las que se describe a continuación:

$$Qmax = \frac{KCIA}{3.60}$$

Donde:

K:

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad mm/h

A: Área de la cuenca en km2

4.1.2 Cálculo de la intensidad máxima esperada

La intensidad máxima calculada para los periodos de retorno de 50, 100 y 500 años se basan en datos de la estación meteorológica M0383 Echeandía, la cual se la representa mediante la siguiente fórmula matemática que fue creada por las autoras de esta investigación, debido a que

la institución INAMHI no cuenta con una fórmula para calcular las intensidades máximas esperadas para esta estación.

4.1.3 Relleno de datos faltantes estación meteorológica M0383 Echeandía.

Se completó la base datos de los años faltantes de la estación M383 Echeandía, mediante el método de vecinos ponderados el mismo es explicado en el capítulo III, con estos datos completos se puede proseguir y verificar la confiabilidad de los datos de precipitaciones, los datos que fueron rellenados están resaltados de color amarillo, se escogió este método de relleno de datos porque es el que mejor se adapta y refleja datos consistentes o aproximados a lo real, para esto se utilizó datos de las estaciones vecinas M123, M129 y M385 que están de color azul mientras que la estación de relleno está de color rojo formando así una red triangular como se muestra a continuación:

Ilustración 4

Ilustración de red de estaciones utilizadas para relleno de datos faltantes

Nota: Descripción gráfica de ubicación de estaciones meteorológicas

Elaborado por: Chimborazo M, & Mora N, 2023

Tabla 5

Datos de distancia entre estaciones meteorológicas

	Estaciones	Este	Norte	Distancia(m)
	M0383	691424.3	9841682.6	0
	M0385	720067.8	9844670.2	28799
	M0129	692179.5	9819722.4	21973
	M0123	713430.1	9874468.2	39486

Elaborado por: Chimborazo M, & Mora N, 2023

Tabla 6

Datos rellenos estación meteorológica M0383 Echeandía

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1968	21	188.9	324.8	21.1	59.4	14.5	56	24.2	19.6	36.8	24.4	93.7	885
1969	248	189	379	535	170	121	9	30	8	7	34	68.7	1799
1970	437	240.4	141.9	472.3	348.3	30.5	4.9	0	18.7	6.6	23.5	85.2	1809
1971	235.7	560.4	634.9	200.9	100.3	24.8	2.3	2.5	18.5	8.1	24.9	187.2	2001
1972	446.3	450.2	864.6	566.9	192.9	262	23.7	36.2	27	83.9	145.6	271.3	3371
1973	418.5	705.5	409	440.3	275.6	65.2	9	9.1	51.7	25.5	17.2	91.2	2518
1974	242.3	442.4	387.4	289.5	108.7	18.8	11.2	25.8	23.5	40.1	259.9	168.1	2018
1975	290	554	431.5	102.6	77.8	13.5	17.6	3.2	64.6	172.8	32.3	102.1	1862
1976	472.6	722	775.8	219.7	70.5	2.3	8.4	17.9	8.1	56.3	150	134.3	2638
1977	345.9	305.3	521.1	353	45.4	31.5	35.3	18	70.5	17.1	12.4	103.2	1859
1978	371.7	435.6	423.7	211.3	126	11.3	12.3	3.6	35.8	29.8	18.7	132.5	1812
1979	350.9	486.3	392	329.3	36.6	9.1	2	10.6	24.6	11.6	4.1	17.3	1674
1980	312.6	489.2	279.5	768.5	7.3	5.2	16.7	27.3	19.6	73.3	69.4	88.2	2157
1981	183.3	489.6	356.6	282.8	11.3	1.4	13.9	0.7	1	4.3	11.6	90.2	1447
1982	353.5	382.6	155	218.3	26.6	0.3	0.4	62.4	140.6	277.7	765.3	216.6	2599
1983	433.8	514.8	727	657.9	570	333.9	294	70.3	159.9	109.7	188	765.3	4825
1984	100.8	797	457.6	271	5.1	43.7	4.9	4	25.6	18.4	28.6	129.8	1887
1985	253.8	268.2	463.5	165.2	5.1	10	4.4	7	0.4	2	0.9	140.6	1321
1986	621	134	267.9	59.7	39.7	2.2	0.7	7.6	11.4	37.6	148.8	121.0	1452
1987	75.8	80.6	54.4	474.9	3.7	3.3	13.5	2.7	6.6	18.4	45	70.8	850
1988	40.3	54.7	32.4	45.6	23.3	10.6	14.5	15.5	23.7	340.5	10.6	101.2	713
1989	870.4	674.6	1446.3	724.8	234.5	103	36.2	6	53	125.5	84.9	169.7	4529
1990	319.7	608.5	456.1	634.9	134.9	69	26.2	4.8	24.4	65.4	32.2	150.2	2526
1991	150.8	761.9	449.5	129	106.8	11.7	8	16.2	8.9	25.4	25.1	258.1	1951
1992	633	492.1	816.1	480.1	296.2	161.2	44.1	13.7	40.3	29.8	27.1	69.8	3104
1993	528.1	673.6	771.1	502.7	0.3	42.5	9.9	12.7	47.7	11.1	24.7	186.3	2811
1994	472.3	534.8	366	408	166.3	28	11.5	19.1	34.7	38.2	40.1	224.4	2343
1995	593.4	321.3	295	414.7	42.1	21.3	56	18.9	17.3	32.8	43.5	76.1	1932
1996	317.4	534.6	394	188.5	32.3	12.2	58.9	4.5	26	14	57.2	121.3	1761
1997	331.2	422	632	363.8	302.9	279.3	142.4	89.7	221.5	140.9	497.5	827.5	4251
1998	539.1	390	421.1	633.5	188.6	122.8	36	18.3	48.8	41.9	67.5	228.0	2736
1999	255.6	600.3	523.3	373.7	229.1	15	35.8	8.8	29.7	72.3	90.8	360.1	2595
2000	212.3	243.4	407.7	265.3	118.9	61.6	5.5	7.6	35	9.3	8.4	125.0	1500
2001	734.7	370.6	411.9	448.2	97.7	5.9	11.5	5	12	21.8	48.5	137.6	2305
2002	290.3	433	629	550.2	174.3	10	15.2	61.4	73.4	242	48.8	56.7	2584
2003	372.9	323.1	166.3	58.8	12.2	24.5	5.5	85.9	31	166.8	12.2	39.6	1299
2004	133.3	474.7	330.8	181.1	10.1	11.5	1.5	25.1	76.1	16.3	8.2	48.3	1317
2005	172.1	159.7	317	415.2	3.7	2.6	9.5	20	18.9	23.2	60.8	47.1	1250
2006	291.4	672	527.9	264.6	127.8	27.7	27.4	20.8	36	10.3	51.1	110.6	2168
2007	315.9	433.1	445	293.8	285.9	64	21.5	52.8	143.5	56.6	63.5	107.2	2283
2008	628.2	713.6	543	344.9	31.9	32.7		43.2	26.4	45.2	26.0	155.5	2591
2009	186.6	346.8	177.2	349.2	125.5	49.9	29.2	21.2	42.1	63.6	67.7	205.0	1664
2010	301.8	305.8	184.6	356.8	128.2	51.0		5.8	44.7	43.1	30.7	240.1	1693
2011	311.4	46.6	23.2	33.8	2.5	5.3	4.9	2	16.5	7.1	11.3	92.9	558
2012	423.7	458.5	783.1	412.3	124.2	42.8	2.1	3.4	2.4	25.3	23.1	51.7	2353
2013	228	328.5	535.9	251.1	79.1	11.9	3.9	4	14.4	16.7	7.1	50.8	1531
2014	497.9	321.2	394.7	261.8	265.1	33.9	2.9	9.7	51.7	46.4	20.8	161.9	2068
2015	200.6	564.6	569.3	743.7	401.6	78.6	183.5	2.6	3.5	8.5	7.4	34.1	2798

Nota: Se observa los datos rellenos de la estación que se encuentra dentro de la cuenca de estudio.

Elaborado por: Chimborazo M, & Mora N, 2023

4.1.4 Determinación de datos dudosos

Una vez que se realizó el relleno de datos se tuvo que determinar estadística mente si los datos rellenados o datos no rellenados no tienen valores atípicos o anómalos que pueden sesgar mucho la predicción de las precipitaciones, para ello lo que se saco es la precipitación máxima de todos los 12 meses de cada año, y a ese valor se le calculó el logaritmo de cada valor de precipitación máxima de 24h por año los cuales se encuentran en la tabla 3, además de sacar los parámetros estadísticos como el número de datos, sumatoria, valor máximo, valor mínimo, media, varianza, desviación estándar, coeficiente de variación y coeficiente de sesgo los cuales se encuentran en la tabla 4, determinado que no se evidencia datos anómalos o dudosos en la base de datos, esto también se lo puede visualizar mediante un gráfico el cual es mucho más interactivo una vez que se calculó los límites superior e inferior como se muestra en la tabla 7

Tabla 7

Datos de relleno

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Pmax24	Log(P24hr)
1968	21	188.916	324.8	21.1	59.4	14.5	56	24.24	19.61	36.838	24.432	93.696	884.5	324.8	2.51
1969	248	189	379	535	170	121	9	30	8	7	34	68.7	1798.7	535.0	2.73
1970	437	240.4	141.9	472.3	348.3	30.5	4.9	0	18.7	6.6	23.5	85.2	1809.3	472.3	2.67
1971	235.7	560.4	634.9	200.9	100.3	24.8	2.3	2.5	18.5	8.1	24.9	187.2	2000.5	634.9	2.80
1972	446.3	450.2	864.6	566.9	192.9	262	23.7	36.2	27	83.9	145.6	271.3	3370.6	864.6	2.94
1973	418.5	705.5	409	440.3	275.6	65.2	9	9.1	51.7	25.5	17.2	91.2	2517.8	705.5	2.85
1974	242.3	442.4	387.4	289.5	108.7	18.8	11.2	25.8	23.5	40.1	259.9	168.15	2017.7	442.4	2.65
1975	290	554	431.5	102.6	77.8	13.5	17.6	3.2	64.6	172.76	32.275	102.1	1861.9	554.0	2.74
1976	472.6	722	775.8	219.7	70.5	2.3	8.4	17.9	8.1	56.3	150	134.27	2637.9	775.8	2.89
1977	345.9	305.3	521.1	353	45.4	31.5	35.3	18	70.5	17.1	12.4	103.2	1858.7	521.1	2.72
1978	371.7	435.6	423.7	211.3	126	11.3	12.3	3.6	35.8	29.8	18.7	132.5	1812.3	435.6	2.64
1979	350.9	486.3	392	329.3	36.6	9.1	2	10.6	24.6	11.6	4.1	17.3	1674.4	486.3	2.69
1980	312.6	489.2	279.5	768.5	7.3	5.2	16.7	27.3	19.6	73.349	69.402	88.227	2156.9	768.5	2.89
1981	183.3	489.6	356.6	282.8	11.3	1.4	13.9	0.7	1	4.3	11.6	90.2	1446.7	489.6	2.69
1982	353.5	382.6	155	218.3	26.6	0.3	0.4	62.4	140.6	277.7	765.3	216.61	2599.3	765.3	2.88
1983	433.8	514.8	727	657.9	570	333.9	294	70.3	159.9	109.7	188	765.3	4824.6	765.3	2.88
1984	100.8	797	457.6	271	5.1	43.7	4.9	4	25.6	18.4	28.6	129.8	1886.5	797.0	2.90
1985	253.8	268.2	463.5	165.2	5.1	10	4.4	7	0.4	2	0.9	140.6	1321.1	463.5	2.67
1986	621	134	267.9	59.7	39.7	2.2	0.7	7.6	11.4	37.6	148.8	120.96	1451.6	621.0	2.79
1987	75.8	80.6	54.4	474.87	3.7	3.3	13.5	2.7	6.6	18.4	45	70.806	849.68	474.9	2.68
1988	40.3	54.7	32.4	45.6	23.3	10.6	14.5	15.5	23.7	340.5	10.6	101.2	712.9	340.5	2.53
1989	870.4	674.6	0	724.8	234.5	103	36.2	6	53	125.5	84.9	169.7	3082.6	870.4	2.94
1990	319.7	608.5	456.1	634.9	134.9	69	26.2	4.8	24.4	65.4	32.2	150.2	2526.3	634.9	2.80
1991	150.8	761.9	449.5	129	106.8	11.7	8	16.2	8.9	25.4	25.1	258.1	1951.4	761.9	2.88
1992	633	492.1	816.1	480.1	296.2	161.2	44.1	13.7	40.3	29.8	27.1	69.8	3103.5	816.1	2.91
1993	528.1	673.6	771.1	502.7	0.3	42.5	9.9	12.7	47.7	11.1	24.7	186.3	2810.7	771.1	2.89
1994	472.3	534.8	366	408	166.3	28	11.5	19.1	34.7	38.2	40.1	224.4	2343.4	534.8	2.73
1995	593.4	321.3	295	414.7	42.1	21.3	56	18.9	17.3	32.8	43.5	76.1	1932.4	593.4	2.77
1996	317.4	534.6	394	188.5	32.3	12.2	58.9	4.5	26	14	57.2	121.3	1760.9	534.6	2.73
1997	331.2	422	632	363.8	302.9	279.3	142.4	89.7	221.5	140.9	497.5	827.5	4250.7	827.5	2.92
1998	539.1	390	421.1	633.5	188.6	122.8	36	18.3	48.8	41.9	67.5	227.96	2735.6	633.5	2.80
1999	255.6	600.3	523.3	373.7	229.1	15	35.8	8.8	29.7	72.3	90.8	360.1	2594.5	600.3	2.78
2000	212.3	243.4	407.7	265.3	118.9	61.6	5.5	7.6	35	9.3	8.4	125	1500	407.7	2.61
2001	734.7	370.6	411.9	448.2	97.7	5.9	11.5	5	12	21.8	48.5	137.6	2305.4	734.7	2.87
2002	290.3	433	629	550.2	174.3	10	15.2	61.4	73.4	242	48.84	56.688	2584.3	629.0	2.80
2003	372.9	323.1	166.3	58.8	12.2	24.5	5.5	85.9	31	166.8	12.173	39.594	1298.8	372.9	2.57
2004	133.3	474.7	330.8	181.1	10.1	11.5	1.5	25.1	76.1	16.254	8.1698	48.338	1317	474.7	2.68
2005	172.1	159.7	317	415.2	3.7	2.6	9.5	20	18.9	23.2	60.8	47.135	1249.8	415.2	2.62
2006	291.4	672	527.9	264.6	127.8	27.7	27.4	20.8	36	10.3	51.1	110.6	2167.6	672.0	2.83
2007	315.9	433.1	445	293.8	285.9	64	21.5	52.8	143.5	56.6	63.453	107.2	2282.8	445.0	2.65
2008	628.2	713.6	543	344.9	31.9	32.7	0	43.183	26.41	45.165	26.014	155.49	2590.6	713.6	2.85
2009	186.6	346.8	177.2	349.22	125.5	49.872	29.213	21.245	42.1	63.578	67.699	205.04	1664.1	349.2	2.54
2010	301.8	305.8	184.6	356.82	128.2	50.956	0	5.7978	44.67	43.132	30.705	240.13	1692.6	356.8	2.55
2011	311.4	46.6	23.2	33.8	2.5	5.3	4.9	2	16.5	7.1	11.3	92.9	557.5	311.4	2.49
2012	423.7	458.5	783.1	412.3	124.2	42.8	2.1	3.4	2.4	25.3	23.1	51.7	2352.6	783.1	2.89
2013	228	328.5	535.9	251.1	79.1	11.9	3.9	4	14.4	16.7	7.1	50.8	1531.4	535.9	2.73
2014	497.9	321.2	394.7	261.8	265.1	33.9	2.9	9.7	51.7	46.4	20.8	161.9	2068	497.9	2.70
2015	200.6	564.6	569.3	743.7	401.6	78.6	183.5	2.5699	3.454	8.5282	7.4478	34.145	2798	743.7	2.87

Nota: Datos de precipitaciones máxima de 24h anuales,

Elaborado por: Chimborazo M, & Mora N, 2023

Tabla 8

Parámetros estadísticos

PARÁMETROS ESTADISTICOS	P24hr	Log(P24hr)
Número de datos (N)	48	48
Sumatoria	28259.18	132.14
Valor Máximo	870.40	2.94
Valor Mínimo	311.40	2.49
Media:	588.73	2.75
Varianza:	26046.76	0.02
Desviación Estándar (S):	161.39	0.13
Coeficiente Variación:	0.27	0.05
Coeficiente de Sesgo:	0.05	-0.34
Se Considera:	Aplicar pruebas para detectar datos dudosos altos y bajos	

n= 48
Kn= 2.616

Kn: Valor recomendado, varia según el valor de n (significancia:10%)

Umbral de datos dudosos **altos (xH: unidad. Logaritmicas)**

$$x_H = \bar{x} + k_n \cdot s$$ **xH=** **3.08**

Precipitacion maxima aceptaba

PH= 10^{xH} **PH=** **1204.15 mm**

NO EXISTEN DATOS DUDOSOS ALTO DE LA MUESTRA

Umbral de datos dudosos bajos **(xL: unidad. Logaritmicas)**

$$x_L = \bar{x} - k_n \cdot s$$ **xH=** **2.43**

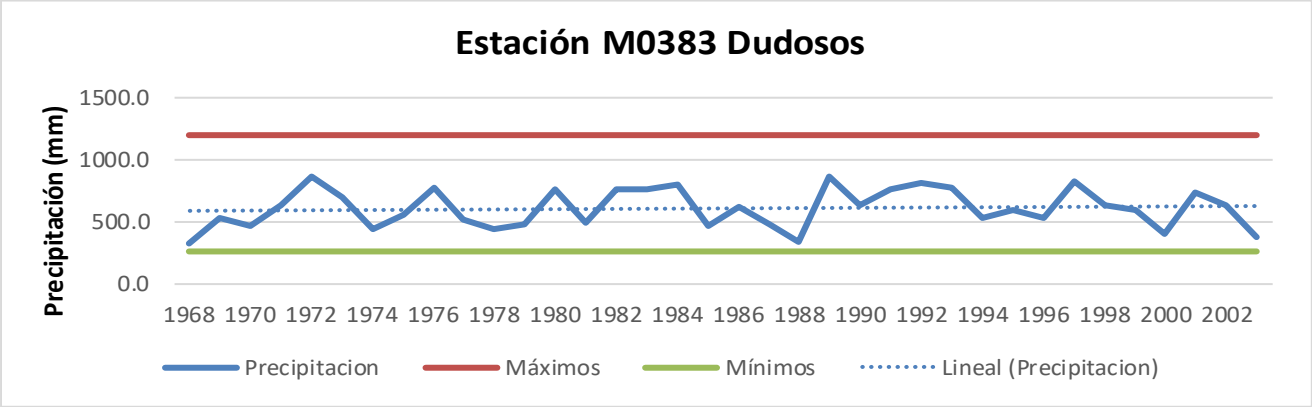
Precipitacion minima aceptaba

PH= 10^{xH} **PL=** **266.12 mm**

NO EXISTEN DATOS DUDOSOS MINIMO DE LA MUESTRA

Ilustración 5

Análisis visual de datos dudosos



Nota: Visualización de datos máximos y mínimos

Elaborado por: Chimborazo M, & Mora N, 2023

4.1.5 Cálculo de curvas IDF

Se realizó el cálculo de las curvas IDF mediante una formula creada por los autores de esta investigación debido a que el INAMHI no tiene ninguna fórmula para estimar la intensidad de las precipitaciones, por esta razón se vio la necesidad de desarrollar una formula propia para el cálculo de las intensidades máximas para los diferentes periodos de retorno 10, 50 y 100 años respectivamente, la fórmula utilizada se describe a continuación:

$$I = \frac{6764 \times T^{0.0917}}{D^{0.750}}$$

Donde:

I: Intensidad (mm/h)

T: Periodo de retorno en años

D: Duración en minutos

Esta fórmula realizada por los autores de esta investigación aporta de forma sustancial para poder calcular el caudal máximo esperado, y los valores de intensidad se los puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 9

Cálculo de las intensidades máximas esperadas para los diferentes periodos de retorno.

Estación meteorológica	Periodo de retorno (años)	Intensidad máxima esperada en 24h (mm/h)
M0383 Echeandía	10 años	37.39 mm/h
	50 años	43.35 mm/h
	100 años	45.46 mm/h

Elaborado por: Chimborazo M, & Mora N, 2023

4.1.6 Cálculo de del tiempo de concentración

Para el cálculo del tiempo de concentración de la cuenca del río Echeandía se utiliza la fórmula empírica de Kirpich que fue desarrollada por SCS (Soil Conservation Service).

$$Tc = 0.02 * L^{0.77} * S^{-0.33}$$

Tc: Tiempo de concentración

L: Longitud del cauce principal

S: Pendiente media del cauce principal

Para el cálculo se tiene que tener la longitud del cauce principal y la pendiente media del cauce, para ello vamos a utilizar los siguientes datos

Área (km^2)	Longitud (m)	Cota Mayor (m.s.n.m.)	Cota Menor (m.s.n.m.)
418	37290	2980	175

Elaborado por: Chimborazo M, & Mora N, 2023

Remplazando los datos de la cota mayor, cota menor y la longitud del cauce principal en la siguiente formula queda de la siguiente manera:

$$S = \frac{2980m.s.n.m - 175m.s.n.m}{37290\ m}$$

$$S = \frac{2805\ m}{37290\ m} = 0.07522124$$

Una vez que tenemos el valor de la pendiente media la remplazamos en la formula del tiempo de concentración y queda de la siguiente manera:

$$Tc = 0.02 * 37290m^{0.77} * 0.07522124^{-0.385}$$

Tc= 179.38 minutos = 2.99 horas

4.1.7 Cálculo del coeficiente de escorrentía

Para el cálculo del coeficiente de escorrentía se tiene que determinar y calcular algunos factores o variables como son:

Uso de suelo de la cuenca del río Echeandía

La información de uso de suelo se lo obtuvo del SIG TIERRAS a escala 1:25000 la misma que fue procesada en el software ArcMap y Excel, para representarla en un cuadro en el que se observa que la mayor parte de la cuenca está cubierta por pastizales con el 30%, seguido de mosaico agropecuario con el 23%, bosque nativo con el 22%, vegetación arbustiva con el 15%, cultivo anual con el 7.9%, páramo con el 0.351%, área poblada con el 0.329%, cuerpo de agua natural con el 0.286%, área sin cobertura vegetal con el 0.240%, plantación forestal con el 0.197%, infraestructura con 0.019%, vegetación herbácea con el 0.014% , natural con el 0.010% y cuerpo de agua artificial con apenas el 0.007%.

Tabla 10

Uso de suelo de la cuenca

Uso de suelo	Valor de Grupo de suelo (1)	% Uso de suelo (2)
AREA POBLADA	87	0.329
AREA SIN COBERTURA VEGETAL	78	0.240
BOSQUE NATIVO	77	22.369
CULTIVO ANUAL	81	7.954
INFRAESTRUCTURA	17	0.019
MOSAICO AGROPECUARIO	77	23.126
NATURAL	77	0.010
PARAMO	89	0.351
PASTIZAL	80	30.030
PLANTACION FORESTAL	77	0.197
VEGETACION ARBUSTIVA	77	15.066
VEGETACION HERBACEA	77	0.014
CUERPO DE AGUA ARTIFICIAL	90	0.007
CUERPO DE AGUA NATURAL	90	0.286
	77	**100.00**

Fuente: SIG TIERRAS escala 1:25000

Elaborado por: Chimborazo M, & Mora N, 2023

Cálculo de las pérdidas de precipitación

El método de SCS ayudan al cálculo de la perdida de precipitaciones en escorrentía, es decir cuánto de la precipitación total se convierte en escorrentía y se lo puede calcular de la siguiente forma.

Tabla 11

Cálculo de CN para condiciones de humedad normal

Uso de suelo	Valor de Grupo de suelo (1)	% Uso de suelo (2)	% en fracción de uso suelo (3)	CN (II) (1*3)	Área ha
AREA POBLADA	87	0.329	0.003	0.287	137
AREA SIN COBERTURA VEGETAL	78	0.240	0.002	0.188	100
BOSQUE NATIVO	77	22.369	0.224	17.224	9303
CULTIVO ANUAL	81	7.954	0.080	6.443	3308
INFRAESTRUCTURA	17	0.019	0.000	0.003	8
MOSAICO AGROPECUARIO	77	23.126	0.231	17.807	9618
NATURAL	77	0.010	0.000	0.007	4
PARAMO	89	0.351	0.004	0.312	146
PASTIZAL	80	30.030	0.300	24.024	12489
PLANTACION FORESTAL	77	0.197	0.002	0.152	82
VEGETACION ARBUSTIVA	77	15.066	0.151	11.601	6266
VEGETACION HERBACEA	77	0.014	0.000	0.011	6
CUERPO DE AGUA ARTIFICIAL	90	0.007	0.000	0.006	3
CUERPO DE AGUA NATURAL	90	0.286	0.003	0.258	119
	77	**100.00**	**1.00**	**78.323**	41589

Nota: Se realizó el cálculo del CN para el cada uso de suelo que existe en la cuenca del río Echeandía

Elaborado por: Chimborazo M, & Mora N, 2023

Se establece las condiciones de humedad de la cuenca del río Echeandía, con el cálculo del CN categoría III (significa con parámetros de humedad), esto se realiza con la siguiente ecuación:

$$CN\ (III) = \frac{23\ (CN\ II)}{10 + 0{,}13\ (CN\ II)}$$

$$CN\ (III) = \frac{23\ (78)}{10 + 0{,}13\ (78)} = 89.259$$

Por tanto, la retención potencial máxima será:

$$S = \frac{25400}{CN\ III} - 245$$

$$S = 39.56\ mm$$

Conocida la lluvia que quedará acumulada en el suelo se determinó el coeficiente de escorrentía C a través de la siguiente ecuación:

$$C = \frac{Pe}{P}$$

Donde

C: coeficiente de escorrentía

Pe: escorrentía directa (mm)

P: precipitación total (mm)

Para obtener las precipitaciones totales se multiplica las intensidades calculadas anteriormente para los diferentes periodos de retorno.

$$P = I_{Tr} \times t_c$$

Tabla 12

Cálculo de precipitaciones totales

Tr	I_{Tr} (mm/h)	t_c (horas)	P (mm)	
2 años	30.84	2.99	92.20	30.839
5 años	33.54		100.28	33.543
10 años	35.75		106.86	35.745
25 años	38.88		116.23	38.879
50 años	41.43		123.86	41.431
100 años	44.15		131.99	44.151

200 años	47.05		140.66	47.049
500 años	51.17		152.99	51.175
1000 años	54.53		163.03	54.534

Elaborado por: Chimborazo M, & Mora N, 2023

Para el cálculo de la escorrentía directa acumulada Pe y del coeficiente de escorrentía (C) se utilizó la siguiente fórmula en la cual se tiene la tabla resumen con todos los cálculos para el coeficiente de escorrentía (C) en función de los tiempos de retorno.

$$Pe = \frac{(P - 0{,}2\,x\,S)^2}{P + 0{,}8 \times S}$$

$$C = \frac{Pe}{P}$$

Tabla 13

Cálculo de coeficiente de escorrentía.

Tr	I_{Tr}	t_c	P	S	Pe	C
2 años	30.84		92.20		57.36	0.62
5 años	33.54		100.28		64.67	0.64
10 años	35.75		106.86		70.69	0.66
25 años	38.88		116.23		79.34	0.68
50 años	41.43	2.99	123.86	39.56	86.45	0.70
100 años	44.15		131.99		94.08	0.71
200 años	47.05		140.66		102.27	0.73
500 años	51.17		152.99		113.99	0.75
1000 años	54.53		163.03		123.60	0.76

Elaborado por: Chimborazo M, & Mora N, 2023

4.1.8. Cálculo de coeficiente de ajuste K

Para determinar el coeficiente de ajuste (K) para el cálculo de caudales en el río Echeandía se elaboró la tormenta de diseño que se obtiene a partir de una lluvia uniforme en el tiempo y en el espacio de intensidad obtenida a partir de la curva IDF, donde se aplicó la siguiente relación para calcular el coeficiente de reducción real:

$$k_A = 1 - \frac{logA}{15}$$

$$k_A = 0.82525$$

Dnde

A= área de la cuenca en km2

Para la zona de estudio se consideró el reparto no uniforme de la escorrentía dentro del intervalo de t_c (horas) a través de la siguiente relación:

$$k_u = 1 + \frac{tc^{1.25}}{tc^{1.25} + 14}$$

$$k_u = 1.22$$

Donde:

Tc= tiempo de concentración en horas

Por último, se obtiene el cálculo del coeficiente de ajuste K

$$K = k_A * K_u$$

MICROCUENCA	K_A	K_u	K
ECHEANDIA	0.83	1.22	**1.01**

Elaborado por: Chimborazo M, & Mora N, 2023

Cálculo de caudales máximos esperados

Para el presente estudio de investigación se calculó los caudales máximos esperados para los periodos de retorno de 10, 50 y 100 años respectivamente utilizando el método racional modificado, el cual se establece con la siguiente formula:

Donde se puede observar que para el periodo de retorno de 100 años el caudal sería mucho mayor con 3676 m3/s.

Tabla 14

Cálculo de caudales máximo esperados

TR (años)	I_{TR} (mm/h)	C	K	A (km^2)	Qmáx (m^3)	Probabilidad	%
10	35.75	0.66	1.01	418	2762.35	0.1	10
50	41.43	0.7			3378.39	0.02	2
100	44.15	0.71			3676.59	0.01	1

Elaborado por: Chimborazo M, & Mora N, 2023

4.1.8 Modelamiento hidráulico del río Echeandía

4.1.8.1 Construcción del DEM

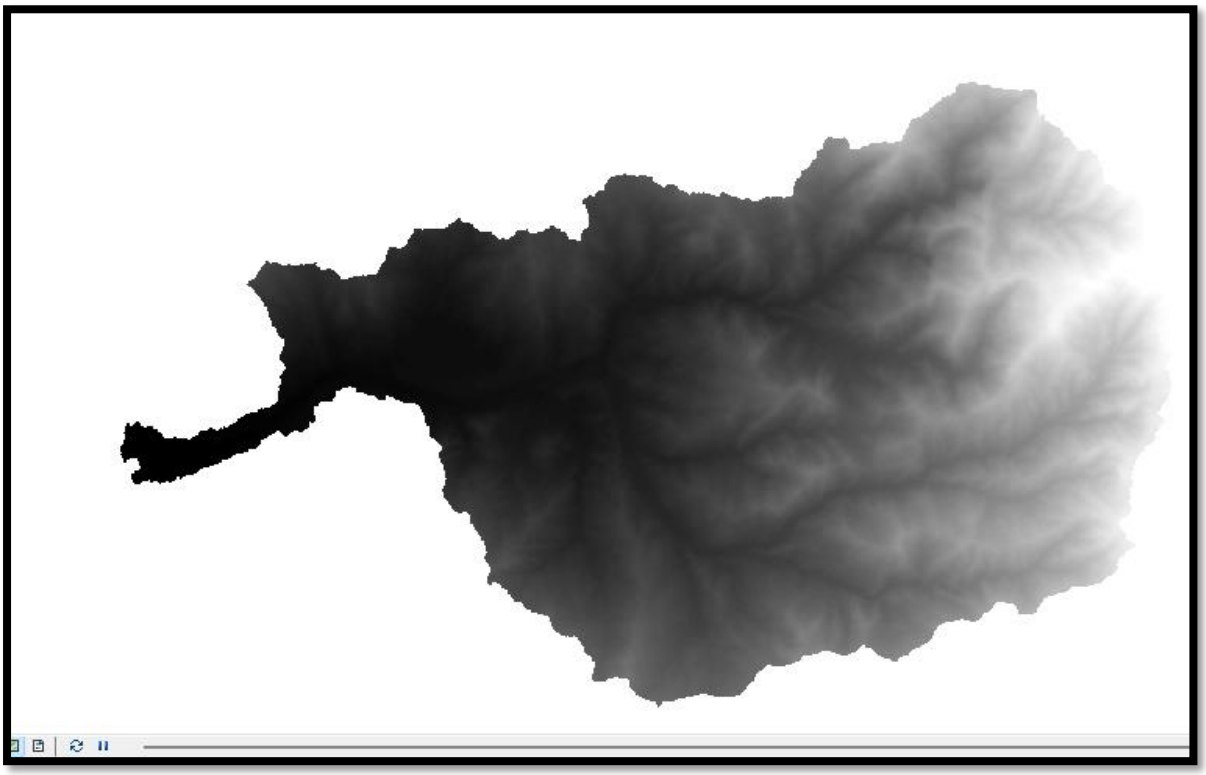
Para el modelamiento hidráulico es necesario tener algunas variables como el modelo digital de elevación, el cual se lo obtuvo de la plataforma ALOSPALSAR de EARTH DATA, con una resolución de 12m x 12m de pixel.

El DEM es de vital importancia porque mediante este se puede obtener el cauce principal de la cuenca, la morfología del sector para la construcción de la rugosidad de Manning.

Fuente: ALOSPALSAR EARTHDATA

Ilustración 15

Modelo DEM de la cuenca de estudio



Elaborado por: Chimborazo M, & Mora N, 2023

4.1.8.2 Rugosidad de Manning

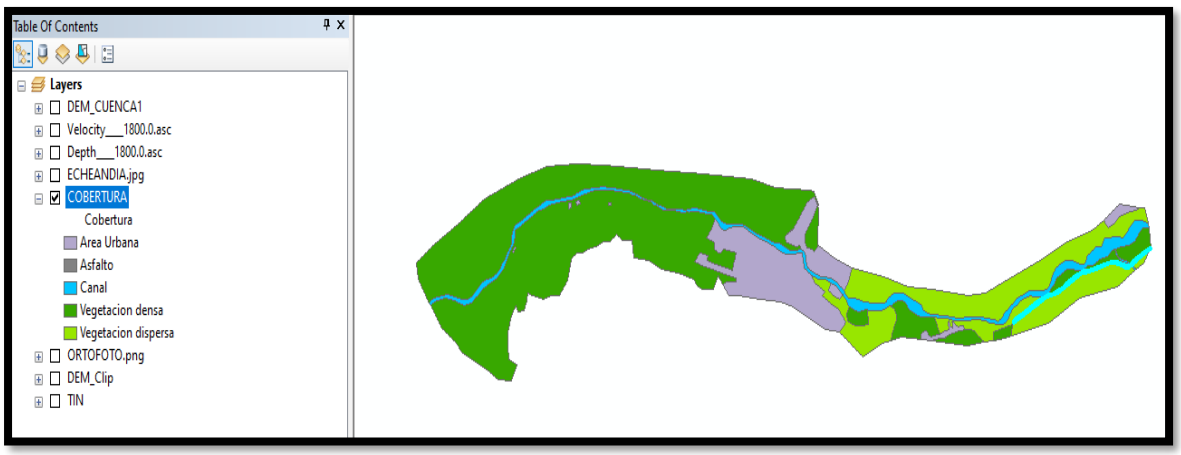
Esta variable es necesaria para poder determinar en base al uso y cobertura del suelo como se va a comportar el caudal de agua, es decir si se va a tener mucho más volumen de agua o no dependiendo del tipo de cobertura vegetal, porque en base a esto se infiltra el agua o se escurre, por ejemplo en el área de estudio se determina que hay mucho más vegetación densa entonces el agua se comportara de forma diferente a continuación se detallará los valores de la rugosidad de Manning para el cálculo hidráulico.

Tabla 15

Coeficiente de rugosidad de Manning

Uso de suelo	Coeficiente Manning
Rio	0.025
Infraestructura	0.020
Vegetación densa	0.032
Vegetación dispersa	0.08
Asfalto	0.018

Fuente: Influencia del método de estimación en el coeficiente de Manning para cauces naturales (Ingeniería hidráulica y ambiental)



Elaborado por: Chimborazo M, & Mora N, 2023

4.1.8.3 Modelamiento hidráulico para un periodo de retorno de Tr 10 años

De acuerdo con el resultado del modelamiento hidráulico para un periodo de retorno de 10 años, conjuntamente con la herramienta de algebra de mapas en ArcMap se realizó la multiplicación de la velocidad por el calado obteniendo un resultado en m^2/s donde se obtuvo una amenaza alta de 83,74 m^2/s que nos quiere decir que el 72,35% del área de inundación tendría una amenaza extrema, el 6, 08% una amenaza muy alta, el 9,25% alta, 4,07% media y el 8,24% una amenaza de acuerdo con el cálculo realizado.

Tabla 16. Enfoque simplificado para la categorización del resultado de los calados por la velocidad

Categoría de Gravedad de Inundación	Depth * Velocity Range (m^2/s)
Bajo	<0.2
Medio	0.2 – 0.5
Alto	0.5 – 1.5
Muy alto	1.5 - .2.5
Extremo	>2.5

Fuente: (Verdugo Rodriguez, Arbelaez Salazar, Caicedo Carrascal, Triana García, & Vargas Martínez, 2017)

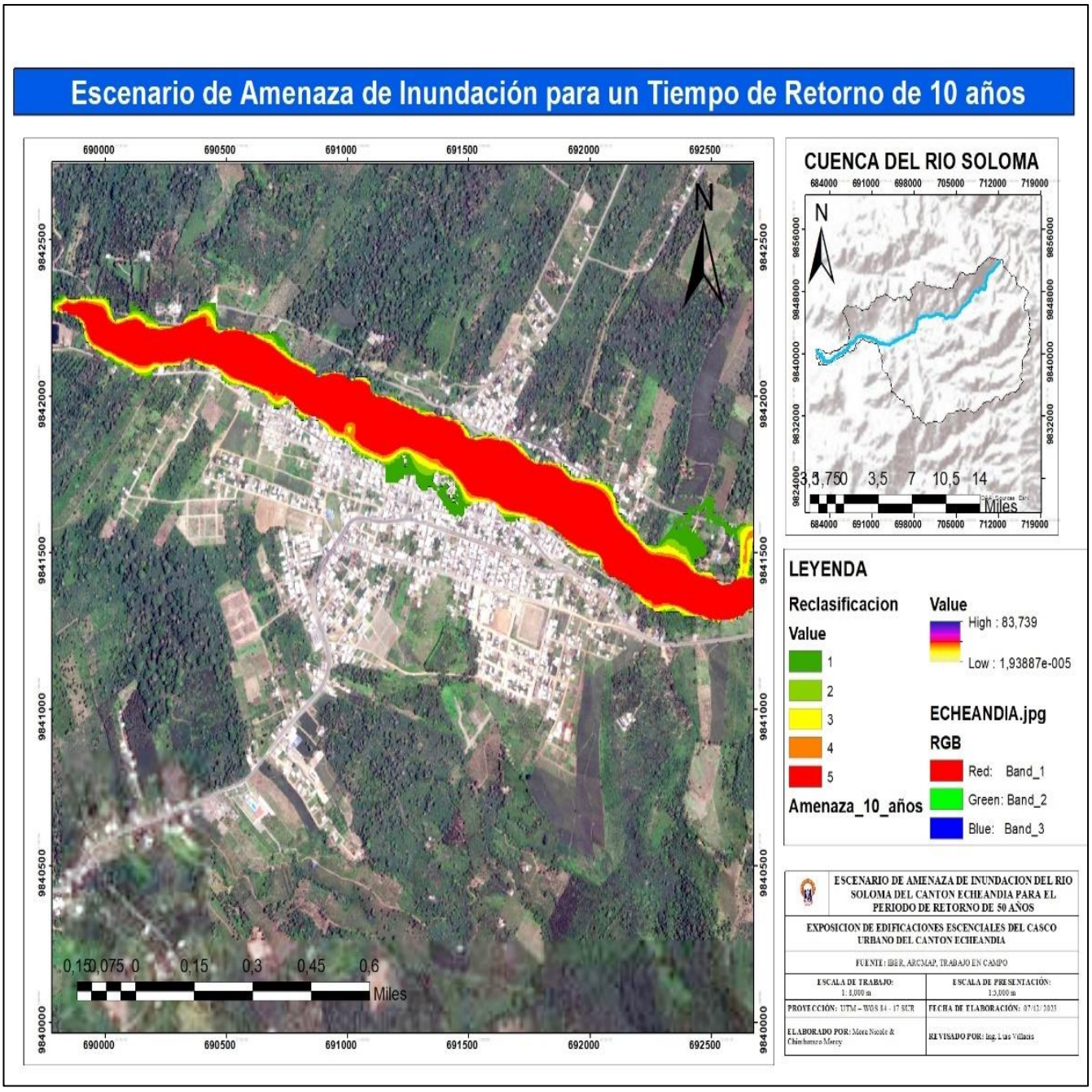
Tabla 17. Nivel de amenaza del área de inundación Tr 10 años

Nivel	Area	Porcentahe
1	10,180195	8,24
2	5,028568	4,07
3	11,436781	9,25
4	7,517182	6,08
5	89,413231	72,35
Total	123,575957	100

Elaborado por: Chimborazo M, & Mora N, 2023

Ilustración 7

Escenario de la amenaza de inundación Tr 10 años



Elaborado por: Chimborazo M, & Mora N, 2023

4.1.8.4 Modelamiento hidráulico para un periodo de retorno de Tr 50 años

De acuerdo con el resultado del modelamiento hidráulico para un periodo de retorno de 50 años, con un valor del caudal de 3378m3/s, con la herramienta de algebra de mapas en ArcMap se realizó la multiplicación de la velocidad por el calado obteniendo un resultado de 83,31 m^2/s que nos detalla que el 72,17% del casco urbano tendría una amenaza extrema, el 6, 56% una amenaza muy alta, el 9,15% alta, 3,93% media y el 8,18% una amenaza baja de acuerdo con el cálculo realizado.

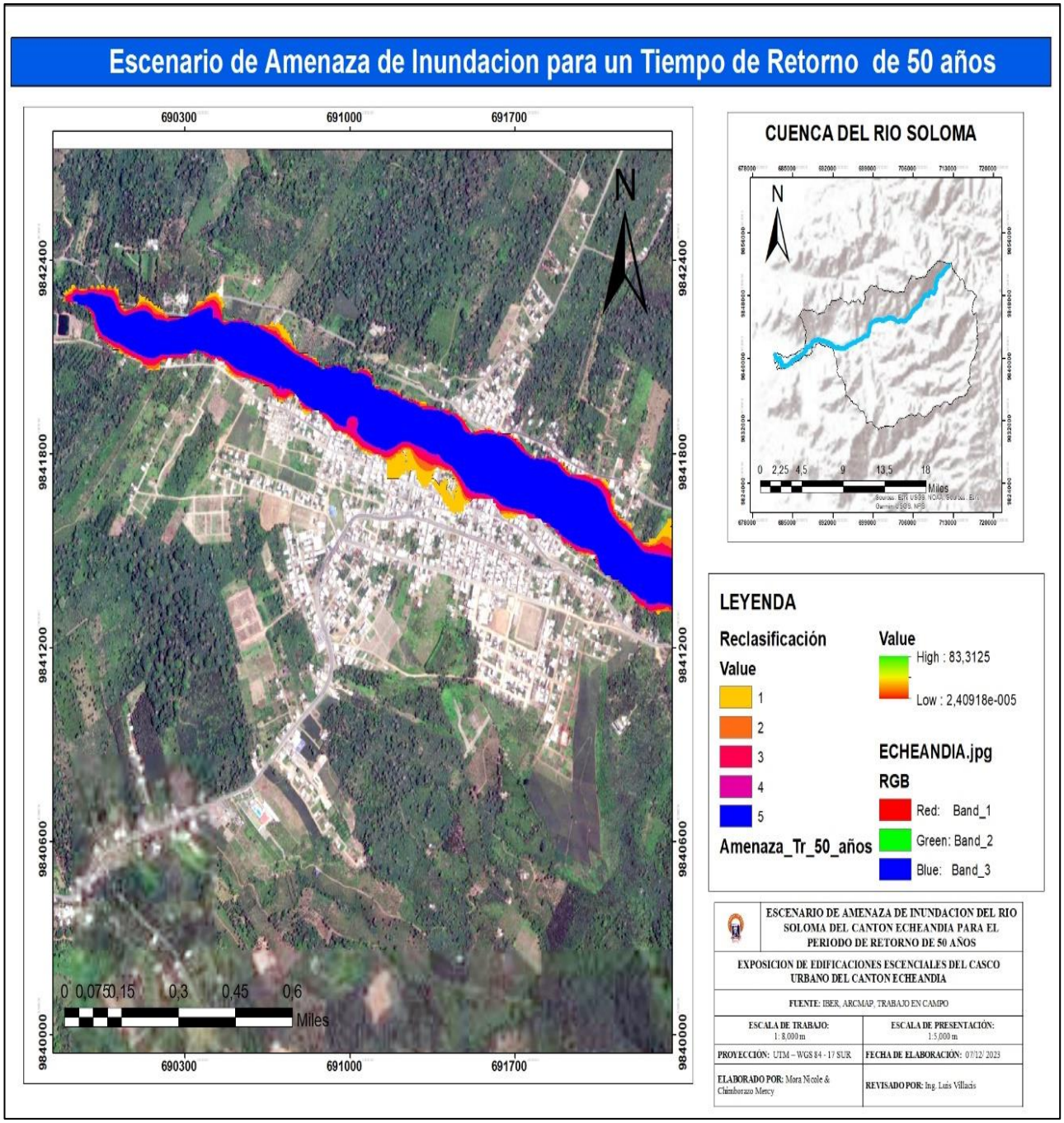
Tabla 18. Nivel de amenaza del área de inundación Tr 50 años

Nivel	Area	Porcentaje
1	10,1171	8,18
2	4,85708	3,93
3	11,3184	9,15
4	8,11641	6,56
5	89,2436	72,17
Total	123,65259	100

Elaborado por: Chimborazo M, & Mora N, 2023

Ilustración 8

Escenario de amenaza de inundación de Tr 50 años



Elaborado por: Chimborazo M, & Mora N, 2023.

4.1.8.5 Modelamiento hidráulico para un periodo de retorno de Tr 100 años

En el modelamiento hidráulico para un periodo de retorno de 100 años nos dio como resultado del caudal 3676m3/s, al cual se le realizó la multiplicación del calado por la velocidad obteniendo un valor alto de 112,94m^2/s donde nos manifiesta que la zona será impactada con fuerza afectando a la población que vive alrededor, obteniendo una área de 108,10 ha que representa el 74,92% que se encuentra en nivel de afectación extrema, el 9,07 ha representa el 6,21% nivel muy alto de la amenaza, 12,66 del área representa el 8,66 que se encuentra en el nivel de amenaza alto, el 6,68 del área representa el 4,57% que nos dice que se encuentra en un nivel medio, el 9,54 del área nos dice que se encuentra en nivel bajo de amenaza para la población que se encuentra alrededor

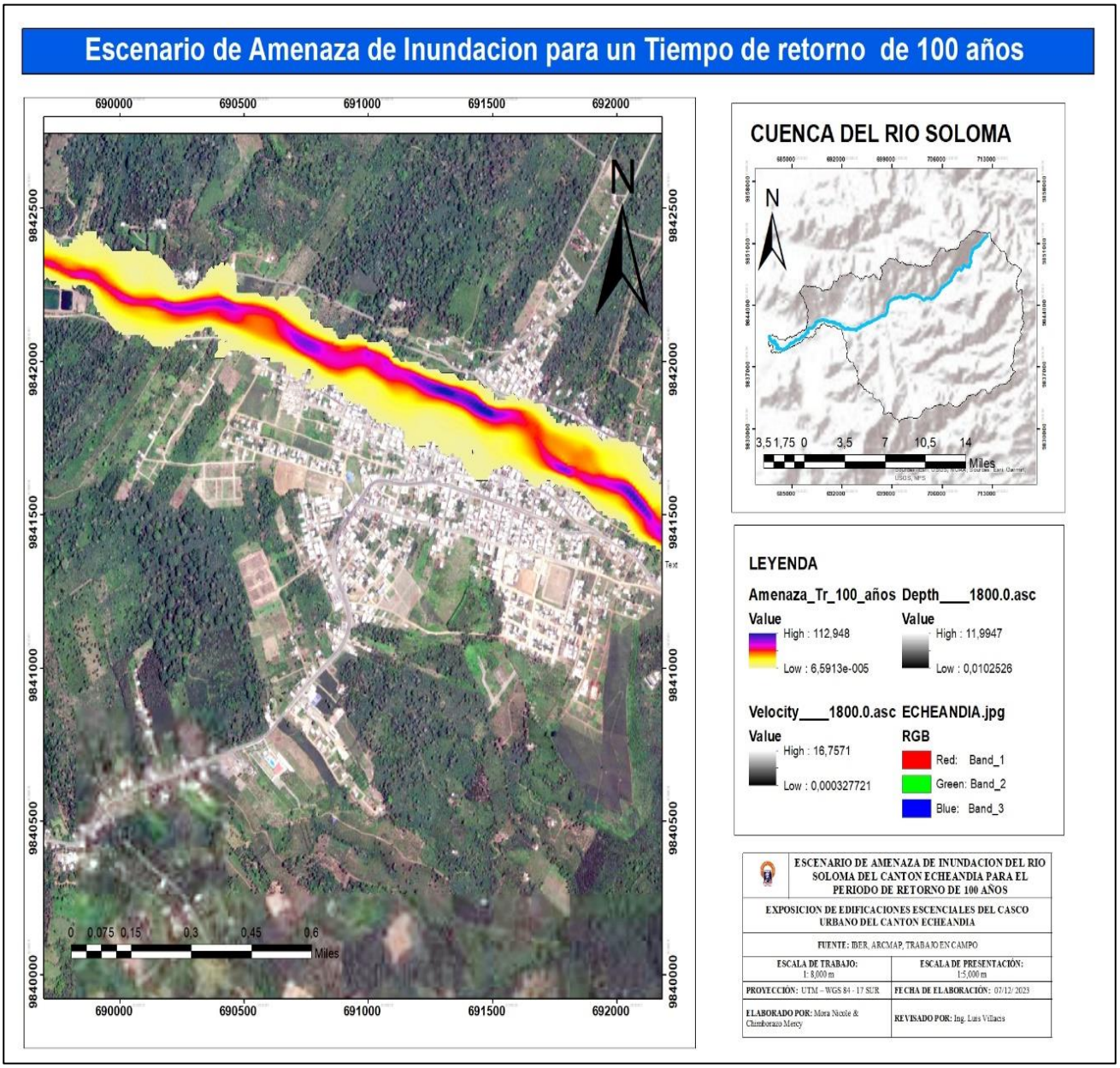
Tabla 19. Nivel de amenaza del área de inundación Tr 100 años

Nivel	Área	Porcentaje
1	9,548256	6,53
2	6,685006	4,57
3	12,656689	8,66
4	9,079119	6,21
5	108,192716	74,02
Total	146,161786	100

Elaborado por: Chimborazo M, & Mora N, 2023.

Ilustración 9

Escenario de amenaza de Inundación Tr 100 años



Elaborado por: Chimborazo M, & Mora N, 2023

4.2 Resultados según objetivo 2. Analizar la exposición de la población del casco Urbano del cantón Echeandía ante la amenaza de inundación

4.2.1 Exposición de manzanas del casco urbano del cantón Echeandía para periodo de retorno de 10 años.

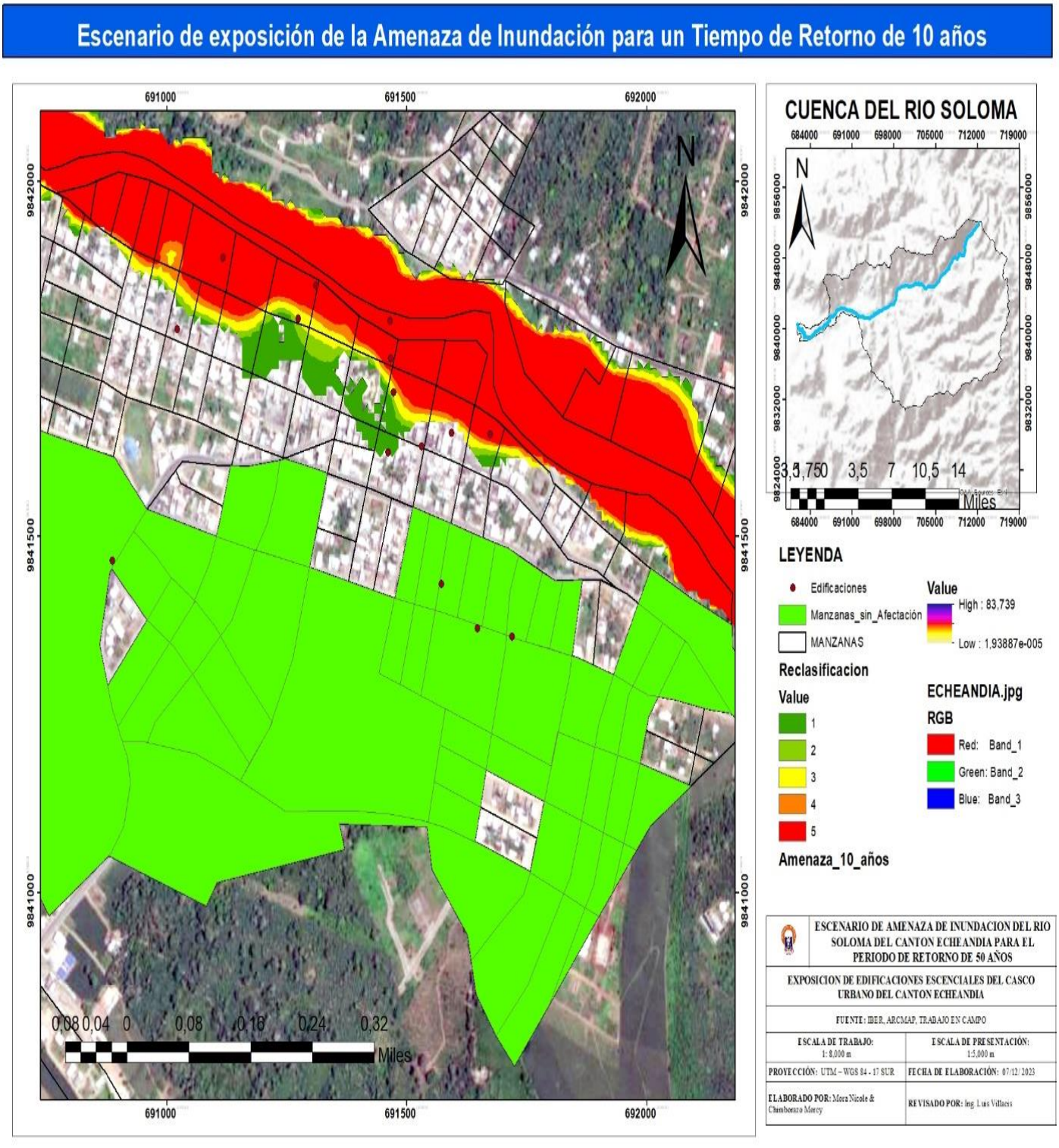
Para el escenario de exposición de la amenaza de inundación con periodo de retorno de 10 años se pudo observar que de las 15 edificaciones esenciales (Unidades Educativas, centros de salud, abastecimiento de alimentos, cuerpo de bomberos, entre otros), que se encuentran en el casco urbano del cantón Echeandía, 7 se encuentran en el área de afectación es decir el 46,66% , de acuerdo a los niveles de rangos de amenaza se puede observar que 6 manzanas se encuentran en un nivel bajo de exposición lo cual pertenece al 3,47%, dentro del nivel medio se encuentran 2 manzanas con un porcentaje de 1,16% y de acuerdo al nivel alto tenemos 2 edificaciones que representa el 13,33%, como nivel muy alto tenemos 2 manzanas con un porcentaje de 1,16%, en el nivel extremo tenemos 19 manzanas que representa el 10,98% y 5 edificación con un 33,39%, es decir 8 edificaciones que representando al 53.33% son identificadas y no se encuentran dentro del área de afectación directa ante la amenaza de inundación observada en el mapa.

Tabla 20

Exposición de edificaciones esenciales identificadas en el casco urbano del cantón Echeandía Tr 10 años

Nivel de exposición	Cantidad de Edificaciones	Porcentaje
BAJO	0	0%
MEDIO	0	0,00%
ALTO	2	13,33%
MUY ALTO	0	0,00%
EXTREMO	5	33,33%
IDENTIFICADAS SIN AMENAZA	8	53,33%
TOTAL	**15**	**100,00**

Elaborado por: Chimborazo M, & Mora D, 2023



Elaborado por: Chimborazo M, & Mora D, 2023

ANÁLISIS

De acuerdo al resultado obtenido en el mapa de exposición ante inundaciones en un tiempo de retorno de 10 años se evidencia que de las 15 edificaciones esenciales de la zona de estudio 8 no se encuentran en zonas de riesgos por lo que quiere decir que están en zonas seguras y serán útiles para satisfacer algunas necesidades que posee los barrios afectados.

4.2.2 Exposición de manzanas del casco urbano del cantón Echeandía para periodo de retorno de 50 años.

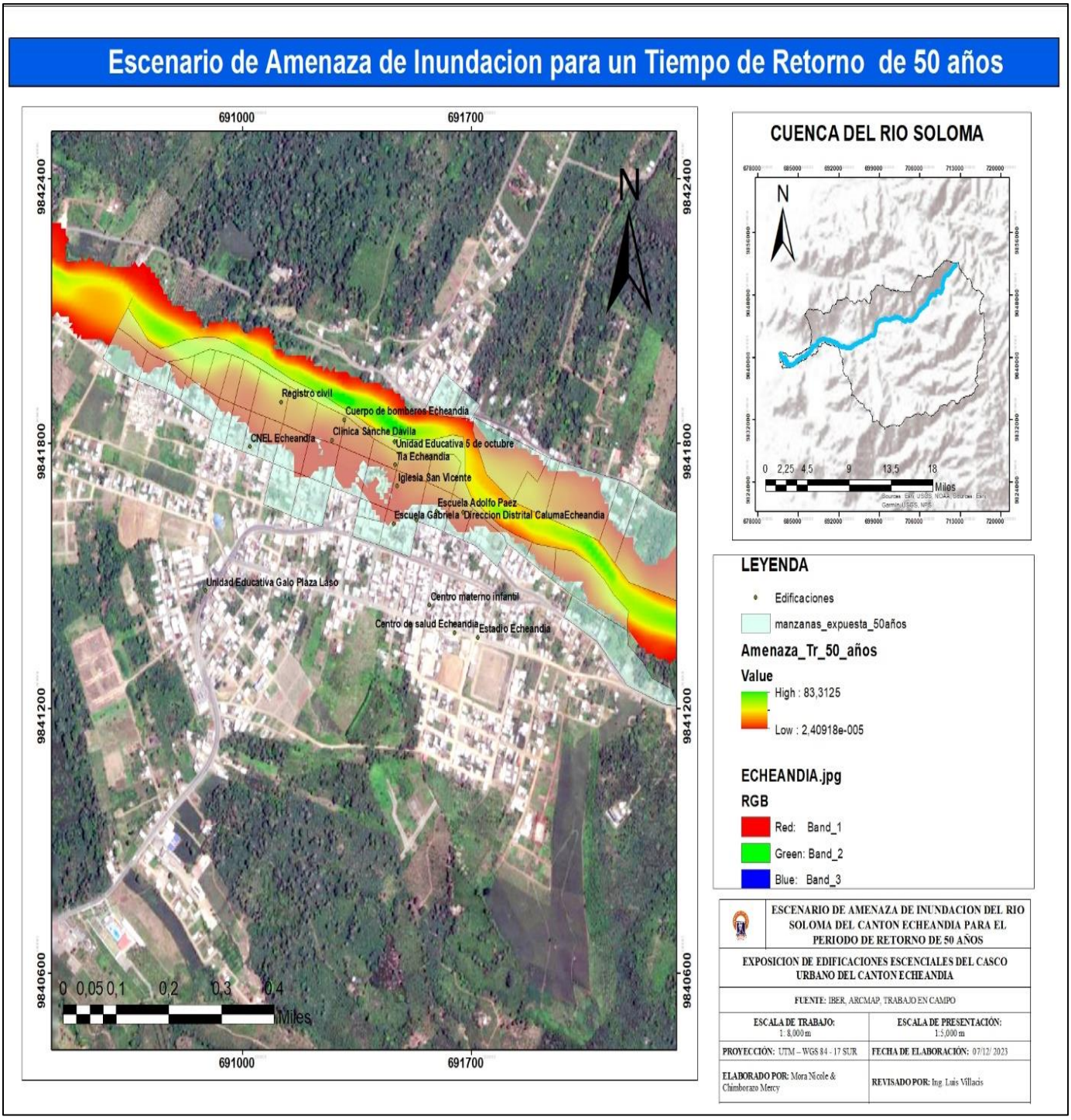
De acuerdo al mapa de exposición de la amenaza para un tiempo de retorno de 50 años se pudo observar que las edificaciones esenciales (Unidades Educativas, centros de salud, abastecimiento de alimentos, cuerpo de bomberos, entre otros), que se encuentran en el casco urbano del cantón Echeandía, 7 se encuentran en el área de afectación es decir el 46,66% , de acuerdo a los niveles de rangos de amenaza se puede observar que 6 manzanas se encuentran en un nivel bajo de exposición lo cual pertenece al 3,47%, dentro del nivel medio se encuentran 2 manzanas con un porcentaje de 1,16%, de acuerdo al nivel alto tenemos 2 edificaciones que representa el 13,33%, como nivel muy alto tenemos 2 manzanas con un porcentaje de 1,16%, en el nivel extremo tenemos 19 manzanas que representa el 10,98% y 5 edificación con un 33,39%, es decir 8 edificaciones que representando al 53.33% son identificadas y no se encuentran dentro del área de afectación directa ante la amenaza de inundación observada en el mapa.

Tabla 21

Exposición de manzanas en el casco urbano del cantón Echeandía Tr 50 años

Nivel de exposición	Cantidad de edificaciones	Porcentaje
BAJO	0	0,00%
MEDIO	0	0,00%
ALTO	2	13,33%
MUY ALTO	0	0,00%
EXTREMO	5	33,33%
IDENTIFICADAS SIN AFECTACIÓN	8	53,33%
TOTAL	**15**	**100,00**

Elaborado por: Chimborazo M, & Mora D, 2023



Elaborado por: Chimborazo M, & Mora

ANÁLISIS

De acuerdo al resultado obtenido en el mapa de exposición ante inundaciones en un tiempo de retorno de 50 años se evidencia que de las 15 edificaciones esenciales de la zona de estudio 7 edificaciones esenciales se encuentran en zonas de alto riesgos por lo que requiere una reubicación inmediata ya que son edificaciones entre ellas denominados alojamientos temporales.

4.2.3 Exposición de edificaciones del casco urbano del cantón Echeandía para periodo de retorno de 100 años.

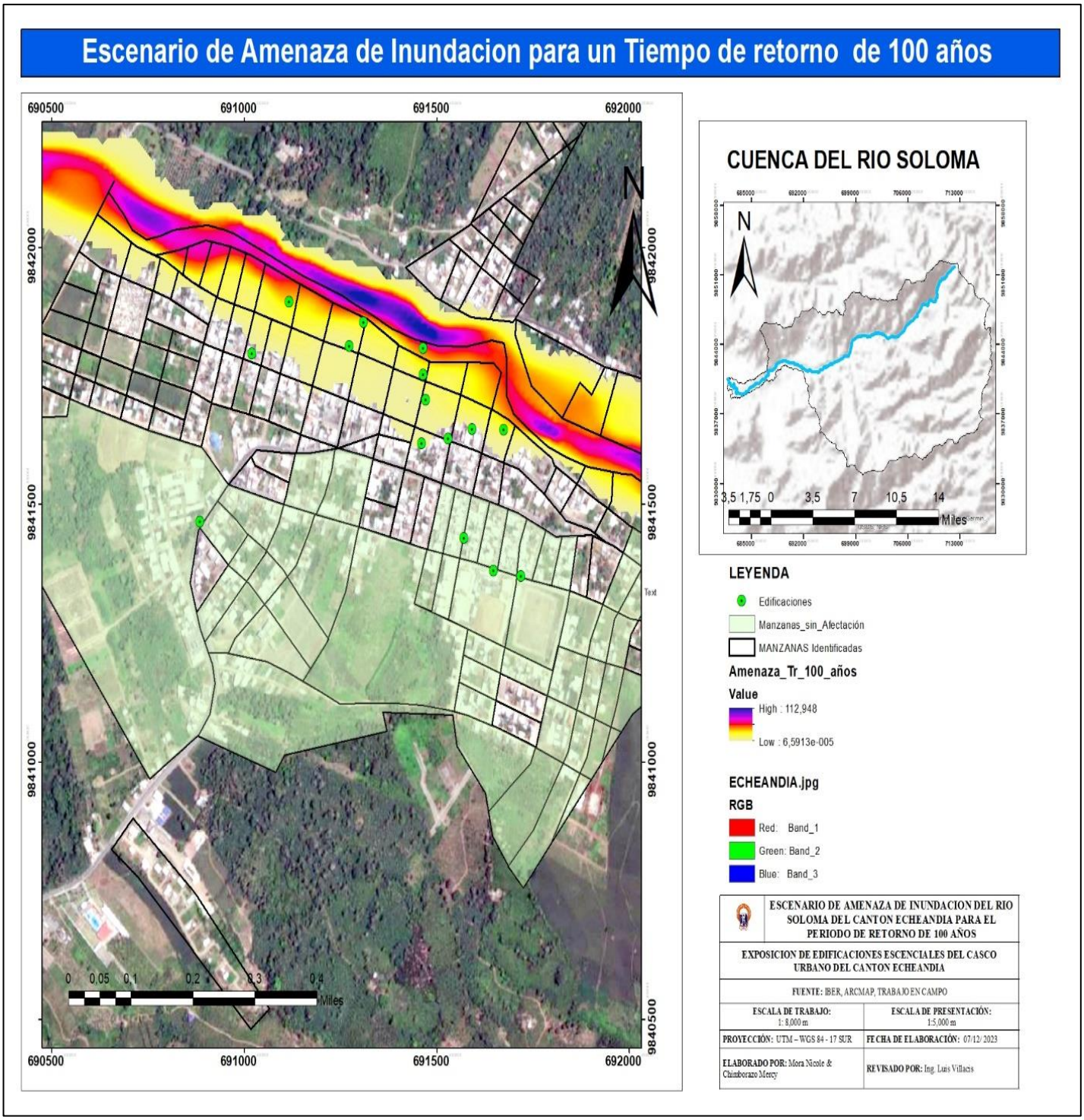
De acuerdo al mapa de exposición de la amenaza para un tiempo de retorno de 100 años se pudo observar que de las 15 edificaciones esenciales (Unidades Educativas, centros de salud, abastecimiento de alimentos, cuerpo de bomberos, entre otros), que se encuentran en el casco urbano del cantón Echeandía, 8 se encuentran en el área de afectación es decir el 53,33% , de acuerdo a los niveles de rangos de amenaza se puede observar que 8 manzanas se encuentran en un nivel bajo de exposición lo cual pertenece al 4.62%, dentro del nivel medio se encuentran 2 manzanas con un porcentaje de 1,16% y 1 edificación con un 6,66%, de acuerdo al nivel alto tenemos 6 manzanas con un porcentaje de 3,47%, como nivel muy alto tenemos 8 manzanas que corresponde al 4.62% y 2 edificaciones con un 13,33%, en el nivel extremo tenemos 21 manzanas que representa el 12,14% y 5 edificación con un 33,39%, es decir 7 edificaciones que representando al 46,66% son identificadas y no se encuentran dentro del área de afectación directa ante la amenaza de inundación observada en el mapa.

Tabla 22

Exposición de edificaciones identificadas en el casco urbano del cantón Echeandía Tr 100 años

Nivel de exposición	Cantidad de Edificaciones	Porcentaje
BAJO	0	0
MEDIO	1	6,67
ALTO		0,00
MUY ALTO	2	13,33
EXTREMO	5	33,33
IDENTIFICADAS SIN AMENAZA	7	46,67
TOTAL	**15**	**100,00**

Elaborado por: Chimborazo M, & Mora D, 2023



Elaborado por: Chimborazo M, & Mora D, 2023

ANÁLISIS

De acuerdo con el resultado obtenido en el mapa de exposición ante inundaciones en un tiempo de retorno de 100 años se evidencia que de las 15 edificaciones esenciales de la zona de estudio 7 no se encuentran en zonas de riesgos, pero no son zonas seguras, porque se encuentra dentro de las manzanas que se encuentran en zona de un nivel medio de riesgo.

INTERPRETACIÓN

Realizando una comparación entre los 3 mapas de exposición ante la amenaza de inundación de los diferentes tiempos de retorno podemos deducir que existe una pequeña variación, ya que acorde va subiendo los años la aceleración aumenta estos datos son verificados mediante las visitas en campo y procesamiento en el programa ArcMap, de acuerdo con la tabla de atributos se pudo diferenciar las edificaciones y manzanas que se encuentra en niveles de amenaza, para los diferentes periodos de retorno que se planteó en el trabajo de investigación.

Resultado objetivo 3.- Proponer medidas de mitigación de impactos ante la amenaza de inundaciones de la cabecera cantonal de Echeandía cantón Echeandía.

Tabla 23

Medidas de mitigación no estructurales ante la amenaza de inundación

MEDIDAS NO ESTRUCTURALES	RESPONSABLES
Crear un comité comunitario de gestión de riesgos para que tengan una mayor organización en gestionar los riesgos de los barrios mas afectados como la	Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE) Unidad Gestión de Riesgos GAD Cantonal y Parroquial.

Playita, El Malecón Bajo, El mercado, Lucha de los Pobres.	
Realizar capacitaciones para que la población se empodere de conocimiento en reducir el riesgo por inundación, en todos los barrios del cantón Echeandía	Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE) Unidad Gestión de Riesgos GAD Cantonal y Parroquial. Academia (UEB)
Sembrar arboles nativos para evitar la erosión, en los Barrios de la Floresta alta, Floresta medio, el Mercado, La Lucha de los Pobres	Comunidad GAD Cantonal
Realizar limpiezas de todos los lugares en especial de los ríos de Camarón, Pitiambe, Piedra Grande, quebradas, concientizando a la población en generar una cultura que no provoque contaminación.	Comunidad GAD Cantonal
Generar estudios de amenaza, vulnerabilidad, exposición y susceptibilidad para conocer las posibles afectaciones que podrían tener en caso de una inundación del cantón Echeandía.	Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE) Unidad Gestión de Riesgos GAD Cantonal y Parroquial. Academia (UEB)

Que se aplique ordenanzas para que no se construyan edificaciones en los Barrios como La playita, El Malecón, El Mercado, La lucha de Los Pobres ya que son barrios que se encuentran sobre un alto riesgo de inundación.	GAD cantonal- GAD parroquial

Elaborado por: Chimborazo M, & Mora D, 2023

Tabla 24

Medidas de mitigación estructurales ante la amenaza de inundación

MEDIDAS ESTRUCTURALES	RESPONSABLES
Realizar dragados en la zona central del río ubicado por el Barrio la Floresta, la cual, da mayor afectación y retirar obstáculos como los desechos para que el cauce abastezca el aumento de precipitación	Unidad Gestión de Riesgos GAD Cantonal- Dirección de Obras Públicas del GAD Provincial- GAD parroquial.
Construir muros de encauzamiento, muro de gaviones para que de esta manera el río no se desborde y afecte a los Barrios como La Floresta, La Playita y las demás viviendas que se encuentran junto al río.	Unidad Gestión de Riesgos GAD Cantonal- Dirección de Obras Públicas del GAD Provincial- GAD parroquial.

En el Barrio del Puente, La Floresta realizar reforzamiento estructural de viviendas que por razones algunas no puedan ser reubicadas. Reforzamiento estructural de edificaciones esenciales como hospitales, bomberos, subestaciones eléctricas y reservorios de agua para brindar atención y que no sobrepase las capacidades de respuesta. Al igual escuelas Unidad Educativa Adolfo Páez, Unidad Educativa Juan Benigno Vela, colegio Adolfo Páez, iglesia, coliseo ya que pueden ser sitios de alojamiento y acopio de personas damnificadas y afectadas.	Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) Ministerio de Salud Pública (MSP) Ministerio de educación (MINEDUC) Unidad Gestión de Riesgos GAD Cantonal GAD parroquial.
Construcción de albarradas para el aprovechamiento de agua lluvia y su conservación en tiempos de sequía en las comunidades como, Oronguillo, Arroz Uco, El Tesoro.	Ministerio de agricultura y ganadería (MAG)
Implementar sistemas de monitoreo, de alarma o de alerta para que la población tengo cierto tiempo para preparase o evacuar en caso de evento por inundación.	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) Unidad Gestión de Riesgos GAD Cantonal GAD Parroquial.

Elaborado por: Chimborazo M, & Mora D, 2023

CAPITULO V:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Para realizar el modelamiento hidrológico se tuvo que completar 44 datos de precipitación faltantes de la estación meteorológica 0383 Echeandía mediante el método de vecinos ponderados, por siguiente se obtuvo caudales máximos del río Soloma para cada tiempo de retorno, los cuales van desde 2762 m^3/s para 10 años, para un tiempo de retorno de 50 años se pudo calcular un caudal de 3378 m^3/s, finalmente para el periodo de retorno de 100 años el caudal fue de 3676 m^3/s.

- El modelamiento hidráulico bidimensional del río Soloma permitió identificar las zonas de inundación de la cabecera urbana del cantón Echeandía, con variaciones de calado desde los 9m en el periodo de retorno de 10 años hasta 9,64 m en el período de retorno de 100 años, mientras que en la amenaza va desde los 83.73 m^2/s a 112.94 m^2/s, evidenciándose además mediante cartografía que si existiese un evento catastrófico, este ocasionaría mayor impacto al margen izquierdo del cauce donde se encuentra la mayor parte del área consolidada del cantón.

- Con base en los mapas de exposición a la amenaza de inundación se determinó que para un tiempo de retorno de 10 años existen 7 de 15 edificaciones esenciales que se encuentran en el área de afectación, es decir un 46,66%. Para un tiempo de retorno de 50 años, se mantendrían 7 edificaciones en el área de afectación, mientras que, para un tiempo de retorno de 100 años, 8 edificaciones se encuentran en el área de afectación es decir el 53,33%.

Una vez realizado los 3 mapas para cada tiempo de retorno, se pudo evidenciar que algunas manzanas y edificaciones se mantienen en las mismas categorías de los diferentes niveles de amenaza debido a que la diferencia de área de inundación es mínima.

- De acuerdo con los modelamientos realizados en el río Soloma, se plantearon medidas estructurales y no estructurales, nos ayuda para la toma de decisiones y así las autoridades correspondientes puedan mitigar y prevenir futuros riesgos de tal manera minimizar los costes de afectación dentro del cantón Echeandía.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda con la información obtenida trabajar conjuntamente con el Gad municipal para la destinación de los recursos apropiados para obtención de los datos meteorológicos del cantón Echeandía.

- Realizar estudios científicos para aplicar de manera correcta el software adecuado para realizar el análisis de la amenaza de desbordamiento del río Soloma, es decir, aprovechar las nuevas tecnologías globales que nos favorecen para realizar los estudios hidrológicos e hidráulicos.

- Se recomienda preparar constantemente a la población con información viable acerca de como actuar ante, durante y después de la amenaza de desbordamiento del río, por parte de las entidades correspondiente del Gad municipal de Echeandía, SNGRE, Cuerpo de Bomberos, para obtener una buena coordinación con la población, así, disminuir el nivel de amenazas en el cantón.

BIBLIOGRAFÍA

AEROTERRA. (1969). Historia de SIG. *ERSI*. Obtenido de https://www.aeroterra.com/es-ar/que-es-gis/historia-de-gis

ALNAP. (2008). *Inundaciones .* Londres : instituto de Estudios sibre Conflictos y Accion Humanitarias .

Alvarez Villanueva , J., & Huamán Vidaurre, J. (2022). *Modelos Hifrologicos para la estimacion del caudal ecologico.* Trujillo.

Blanco, P. (2019). LLUVIAS. file:///C:/Users/User/Downloads/razares,+Gestor_a+de+la+revista,+n34a04.pdf.

Cabrera, J. (2011). *Modelos Hidrólogicos .* Universida Nacional de Ingenieria .

Codigo Organico de Organizacion Territorial . (2019). *codigo organico de organizacion territorial y autonomias y descentralizacion.* Quito: corporacion de estudios y publicaciones.

Constitucion de la Republica del Ecuador . (2008). *Asamblea del Ecuador .* Quito: corporacion de estudios y publicaciones .

Diaz, A. (2020). estudio de amenaza de inundaciones. Recuperado el 2023 de 06 de 25, de https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/9f2b263e-353e-4d56-a7c6-73cefbafe8bd/content

Ecured. (2020). Canton echeandiía. *Ecured*, 259. Recuperado el 12 de 06 de 2023, de https://www.ecured.cu/Cant%C3%B3n_Echeand%C3%ADa_(Ecuador)#Ubicaci.C3.B3n

El Diario . (18 de septiembre de 2019). *eldiario.es.* Obtenido de seis causas y seis soluciones para reducir los daños por inundaciones: https://www.eldiario.es/opinion/tribuna-abierta/causas-soluciones-inundaciones_129_1476292.html

Escuder, I., Matheu, E., & Castillo, J. (2010). *Análisis y evaluación de riesgos de inundación: estimación del impacto de medidas estructurales y no estructurales.*

Ferrado, F. (2006). Sobre inundaciones y anegamientos. *URBANISMO*, 2-3.

GAMA. (2016). *Impacto de las inundaciones*. Obtenido de http://www.floodup.ub.edu: http://www.floodup.ub.edu/el-impacto-de-las-inundaciones/

GOMEZ, G. (2020). COMEII RIEGO. https://www.riego.mx/files/webinars/webinar04.pdf. Recuperado el 11 de 2023

Gonzales, A. (2018). Modelamiento hidraulico. *Geografica de America Central*. Recuperado el 15 de 06 de 2023, de https://www.scielo.sa.cr/pdf/rge/n63/2215-2563-rge-63-247.pdf

Imasga. (s.f.). IBER. *Imasga*, https://imasgal.com/que-es-iber/. Recuperado el 2023

INEC. (2017). SENSO ESTADISTICO. Recuperado el 19 de 06 de 2023, de https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/03/proyeccion_cantonal_total_2010-202012016-v1.pdf

Instituto Geografico Aragon. (2017). Precipitación Beta.

Jerez Cando, M. (2017). *VALORACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA ESTRUCTURAL PARA VIVIENDAS ANTE INUNDACIONES EN LA PARTE CÉNTRICA DEL CANTÓN SAN PEDRO DE PELILEO.* Ambato.

Ley Organica de la Defensa Nacional . (2009). *Asamblea Nacional .* quito: orporacion de estudios y publicaciones .

Londoño. (2001). Longuitud. https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/Planes_y_Programas/Planes_de_Ordenacion_y_Manejo_de_Cuencas_Hidrografica/La%20Vieja%20-%20POMCA%20en%20Ajuste/Fase%20Diagnostico/7_CapituloI_Diagnostico_Morfometria.pdf.

López Paredes, G. (2016). *Memoria del desastre : afectados por las inundaciones provocadas por los desbordamientos del río Bulubulu en el cantón del Triunfo: caserío Payo Chico.* Quito.

Ministerio del Ambiente. (2021). Microcuencas. *Proteccion de vida.* Recuperado el 15 de 06 de 2023, de https://www.minambiente.gov.co/gestion-integral-del-recurso-hidrico/microcuencas/

Miranda, L. (2023). *riesgo de inundación.* Tarragona: Mòduls URV.

Naranjo, D. (2018). Elaboración de hidrogramas de crecidas de las cuencas de os ríos Tomebamba, Tarqui y Yanuncay desde el año 1997-2017. Recuperado el 2023 de 06 de 24, de https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/8304/1/14027.pdf

OAS. (2021). Amenaza natural. *OAS*, 1. Recuperado el 2023, de https://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea57s/ch005.htm#TopOfPage

Pettan Cedeño, D. (2019). *ANÁLISIS DEL RIESGO E IDENTIDICACION DE MEDIDAS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCUTRALES PARA EVENTOS DE INUNDACION EN EL CANTON MOCACHE.* MOCACHE.

PNUD. (2009). *LINEAMIENTOS METODOLOGICOS PARA LA CONTRUCCION DE PLANES MUNICIPALES DE CONTINGENCIA POR INUNDACION.* QUITO: MANTIS.

Real Academia Española. (2023). velocidad. https://dle.rae.es/velocidad. Recuperado el 2023

Rodriguez, V. (2021). ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO. Recuperado el 2023

Sánchez, J. (16 de Abril de 2018). *Causas y Consecuencias de las inundaciones*. Obtenido de https://www.ecologiaverde.com: https://www.ecologiaverde.com/causas-y-consecuencias-de-las-inundaciones-1282.html

Sanchez, J. (16 de Abril de 2018). *ecologiaverde.* Obtenido de https://www.ecologiaverde.com: https://www.ecologiaverde.com/causas-y-consecuencias-de-las-inundaciones-1282.html

Sarmiento Prieto , J. (1990). *Inundaciones .*

SNGRE. (2018). Gestion de riesgos. Recuperado el 15 de 06 de 2023, de https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/01/GLOSARIO-DE-T%C3%89RMINOS-DE-GESTI%C3%93N-DE-RIESGOS-DE-DESASTRES-GUIA-DE-CONSULTA.pdf

Soto Carrasco , J. (2017). *Modelamiento hidráulico y diseño de defensas ribereñas del río Amojú, localidad El Parral - Jaén - Cajamarca.* Cajamarca.

Stanuikynas, V. (2000). *Metodología de superficie imperiosa.* New Jersy: New Jersy Water Supply Authority.

UNGRD. (2021). riesgos de desastres. *Potencia de la vida*. Recuperado el 15 de 06 de 2023, de https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Reduccion-Riesgo-Desastres.aspx

Valdivielso, V. (2014). *iagua*, https://www.iagua.es/respuestas/que-es-caudal.

Vargas, G. (2019). RIESGO FÍSICO FRENTE A INUNDACIONES FLUVIALES Y PLUVIALES EN LA CABECERA PARROQUIAL ROCAFUERTE DE CANTÓN RIOVERDE, PROVINCIA DE ESMERALDAS, ECUADOR. *PUCE*. Recuperado el 23 de 06 de 2023, de

http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14441/RIESGO%20F%C3%8DSICO%20FRENTE%20A%20INUNDACIONES%20FLUVIALES%20Y%20PLUVIALES%20EN%20LA%20CABECERA%20PARROQUIAL%20ROCAFUERTE%20DE.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vega, B., & Gregorio Posada. (2013). Desbordamiento de Ríos. *Peligro Naturales*. Recuperado el 22 de 06 de 2023, de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/46693261/Peligros_Naturales_en_el_Estado_de_Campe20160621-4214-pp1yqz-libre.pdf?1466564633=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DPeligros_naturales_en_el_estado_de_Campe.pdf&Expires=1687552844&Signature=W

Verdugo Rodriguez, N., Arbelaez Salazar, J. D., Caicedo Carrascal, F. M., Triana García, J. V., & Vargas Martínez, N. O. (2017). *GUÍA METOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE MAPAS DE INUNDACIÓN.* Bogota.

Villagrán De León, J. (2017). *Experiencias y contribuciones para la preparación antes losdesastres naturales en América Central. Guatemala, Mexico.* Guatemala: Magna Terra Editores.

Zarza, F. L. (2020). *iagua*. Obtenido de https://www.iagua.es: https://www.iagua.es/respuestas/que-es-inundacion

Zarza, L. (2008). Inundaciones. *el agua*. Recuperado el 15 de 06 de 2023, de https://www.iagua.es/respuestas/que-es-inundacion

ANEXOS

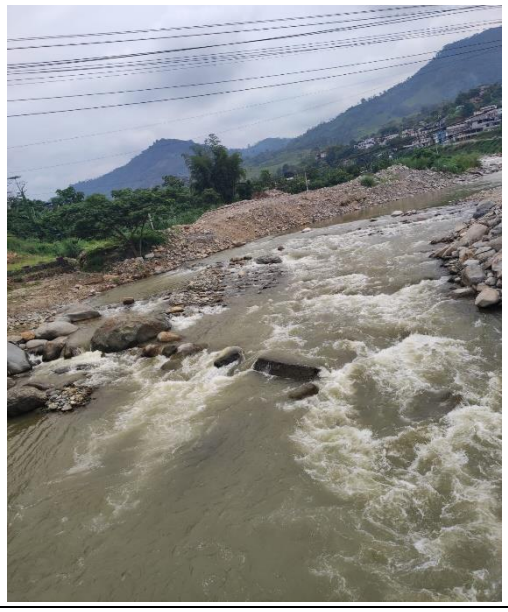


Foto 1; identificación de las zonas de estudio	Foto 2; levantamiento de información.
Foto 3; visualización de los barrios que se requiere de reubicación.	Foto 4; viviendas afectadas por las inundaciones.

Foto 5; reunión con la coordinadora del URG del cantón	Foto 6; validación de la información ene l campo

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO	AUTOR
trabajo Nicole Mora Mercy Chimborazo.docx	Nicole - Mercy Mora - Chimborazo

RECUENTO DE PALABRAS	RECUENTO DE CARACTERES
17556 Words	93901 Characters
RECUENTO DE PÁGINAS	**TAMAÑO DEL ARCHIVO**
101 Pages	8.6MB
FECHA DE ENTREGA	**FECHA DEL INFORME**
Dec 18, 2023 3:19 PM GMT-5	Dec 18, 2023 3:21 PM GMT-5

● **7% de similitud general**

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

- 7% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de Internet
- Base de datos de trabajos entregados
- Bloques de texto excluidos manualmente

Firmado electrónicamente por:
LUIS HERNAN
VILLACIS TACO