



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**“Evaluación de Riesgos Ante Amenazas de Inundación por
Desborde del Rio Chorobal, Sector El Inca, Chao, Virú, La
Libertad – 2020”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR(ES):

Guillen Castro, Cristhian Pool (ORCID: 0000-0002-1632-2747)

Sifuentes Peramas, Harol Max (ORCID: 0000-0002-8138-8822)

ASESOR(A):

Dr. Cerna Chavez, Rigoberto (ORCID: 0000-0003-4245-5938)

LINEA DE INVESTIGACION:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

CHIMBOTE – PERÚ

2020

Índice de contenidos

Caratula.....	i
Índice de contenido.....	ii
Índice de tablas	iii
Índice de figuras	iv
Resumen	v
Abstracto	vi
I. INTRODUCCION.....	1
II. MARCO TEROCIO	9
III. METODOLOGIA.....	16
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	16
3.2. Variables y operacionalizacion	16
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5. Procedimientos.....	18
3.6. Método de análisis de datos	18
3.7. Aspectos éticos	19
IV. RESULTADOS	20
V. DISCUSION.....	53
VI. CONCLUSIONES.....	57
VII. RECOMENDACIONES.....	59
Referencias.....	
Anexos.....	

Índice de Tablas

Tabla 1. Caudales máximos anuales del río Chorobal.....	26
Tabla 2. Cálculo de sumatoria de caudales.....	27
Tabla 3. Valores de Y_n , Y_{qn} en función de N	28
Tabla 4. Caudales máximos para diferentes TR.....	29
Tabla 5. Niveles de peligro en relación al tirante y velocidad del flujo.....	46

Índice de Figuras

Figura 1. Plano general topográfico del tramo en estudio del río Chorobal	26
Figura 2. Sección transversal el río Chorobal aplicado a la progresiva 0 + 050 km	27
Figura 3. Sección transversal el río Chorobal aplicado a la progresiva 0 + 100 km	28
Figura 4. Sección transversal el río Chorobal aplicado a la progresiva 0 + 150 km	29
Figura 5. Sección transversal el río Chorobal aplicado a la progresiva 0 + 200 km	32
Figura 6. Sección transversal el río Chorobal aplicado a la progresiva 0 + 250 km	35
Figura 7. Sección transversal el río Chorobal aplicado a la progresiva 0 + 300 km	35
Figura 8. Sección transversal el río Chorobal aplicado a la progresiva 0 + 350 km	38
Figura 9. Sección transversal el río Chorobal aplicado a la progresiva 0 + 400 km	35
Figura 10. Sección transversal el río Chorobal aplicado a la progresiva 0 + 450 km	39
Figura 11. Sección transversal el río Chorobal aplicado a la progresiva 0 + 500 km	40
Figura 12. Sección transversal el río Chorobal aplicado a la progresiva 0 + 550 km	41
Figura 13. Sección transversal el río Chorobal aplicado a la progresiva 0 + 600 km	41
Figura 13. Sección transversal el río Chorobal aplicado a la progresiva 0 + 600 km	41
Figura 14. Modelo digital de elevación de la zona del proyecto	41
Figura 15. Valores de Coeficiente de Rugosidad “N” para cauces Naturales	42
Figura 16. Asignación de puntos topográficos para simulación	42
Figura 17. Caudal de río para un tiempo de retorno de 25 años	43
Figura 18. Perfil del flujo para un tiempo de retorno de 25 años.	43
Figura 19. Secciones transversales del río Chorobal para un TR de 25 años.	44
Figura 20. Vista en perspectiva del río Chorobal, para un TR de 25 años.	44
Figura 21. Caudal de río para un tiempo de retorno de 50 años	45
Figura 22. Perfil del flujo para un tiempo de retorno de 50 años.	45
Figura 23. Secciones transversales del río Chorobal para un TR de 50 años.	46
Figura 24. Vista en perspectiva del río Chorobal, para un TR de 50 años.	46
Figura 25. Caudal de río para un tiempo de retorno de 100 años	47
Figura 26. Perfil del flujo para un tiempo de retorno de 100 años.	47
Figura 27. Secciones transversales del río Chorobal para un TR de 100 años.	48
Figura 28. Vista en perspectiva del río Chorobal, para un TR de 100 años.	48
Figura 29. Caudal de río para un tiempo de retorno de 150 años	49
Figura 30. Perfil del flujo para un tiempo de retorno de 150 años	49
Figura 31. Secciones transversales del río Chorobal para un TR de 150 años.	50
Figura 32. Vista en perspectiva del río Chorobal, para un TR de 150 años.	50
Figura 33. Factores de susceptibilidad de la inundación.	50
Figura 34. Mapa de tirante de agua en el tramo de estudio, según análisis en GIS	51
Figura 35. Mapa de velocidad de flujo en (m/s) del tramo del río Chorobal	51
Figura 36. Mapa de peligro de inundación fluvial por desborde del río Chorobal	51
Figura 37. Evaluación de trayectorias críticas del Río Chorobal primeros 100 m	52
Figura 38. Evaluación de trayectorias críticas del Río Chorobal, últimos 100 m	53
Figura 39. Evaluación de trayectorias críticas del Río Chorobal a 300m	53
Figura 40. Estimación de partidas y metrados para la ejecución de trabajos	54
Figura 41. Estimación del presupuesto referencial para la ejecución de trabajos	54

Resumen

El presente desarrollo de averiguación tiene por finalidad la identificación de riesgo de desborde en flujo de agua Chorobal – sector el Inca, en este análisis se usó el procedimiento no empírico, teniendo como tipo de averiguación detallada, o sea se vio los sucesos tal y como está en su estado natural luego examinar sin alterar ningún elemento.

Con base a los resultados se pretende ofrecer solución a los inconvenientes dados en el recorrido del río durante su cauce primordial. Para poder hacer un adecuado diagnóstico de la problemática del área de análisis se logró la colección de información elemental y la ejecución de un análisis topográfico que posibilite detectar riesgo y estimar el peligro de inundación. Después se procesó los datos dando como consecuencia que en el tramo en análisis (Sector el Inca), no posee un grado de peligro de importante de inundación; no obstante, como es de mencionarse el peligro no puede ser nulo por lo que se considera tener en cuenta el tramo en análisis en un grado de peligro Bajo.

Palabras Clave: Inundación Fluvial, Peligro, riesgo.

Abstract

The purpose of this research development is to identify the risk of overflow in the Chorobal river - El Inca sector, in this study the non-experimental method was used, having as a type of descriptive research, that is, the events were observed as they are in its natural state after analyzing without altering any component.

Based on the results, it is intended to solve the problems given in the route of the river along its main channel. To achieve a correct diagnosis of the problem in the study area, basic information was collected and a topographic study was carried out to identify the danger and estimate the risk of flooding. Then the data was processed giving as a result that in the section under study (Sector the Inca), it does not have a significant risk level of flooding; However, as mentioned, the risk could not be null, therefore it is estimated that the section under study is considered to be a Low risk level.

Key Words: River Flood, Danger, risk

I. INTRODUCCIÓN

Las inundaciones son las ocupaciones de agua en las regiones que estaban libres de ellas, la ingeniería hidráulica es una especialidad en el campo de la ingeniería civil que se ocupa de proyectar y construir infraestructura fundamental para que no seamos dañados por las inundaciones, además estas se generan en nuestro mundo como resultado de varios componentes tales como fenómenos meteorológicos, naturales y actividades humanas o inclusive, a causa del calentamiento global. Asimismo en el Perú, en el departamento de La Libertad el fenómeno El niño generado por lluvias intensas, perjudico al norte del Perú en tres oportunidades en el año 1983, 1998 y 2017. En este último año de ocurrencia el fenómeno conocido como Niño Costero causo graves estragos en la población del norte del país, generando la activación de diversión peligros asociados al principal que fue el desborde de principales ríos del país, generando el colapso de algunas estructuras de contención y mitigación de riesgos.

Asimismo estas lluvias intensas producen huaycos, desbordes de ríos, escasez de recursos básicos e inundaciones en regiones críticas, debido a la falla en los trabajos de prevención y reducción de peligros con defensas ribereñas en riveras de ríos vulnerables, en ese sentido, en el sector El Inca del distrito de Chao, se encuentra ubicado un Rio denominado Rio Chorobal, el mismo que no cuenta con ningún trabajo de protección, y que a su vez existe menos de cincuenta (50) metros de distancia entre su faja marginal y el pueblo de El Inca, por otro lado se indica que en el Fenómeno del Niño Costero el sector El Inca fue uno de los más afectados dentro del distrito de Chao, al sufrir el desborde del rio Chorobal generando inundaciones en la zona afectando viviendas, sembríos y edificaciones de uso público. En base a la realidad problemática del sector El Inca, se plantea la siguiente incógnita ¿Cuál es el resultado de evaluar los riesgos ante amenazas de inundación por desborde del rio Chorobal, sector el inca, Chao, Virú, La Libertad?

En tal sentido, el propósito del presente trabajo de investigación fue evaluar el riesgo ante amenazas de inundación, de esta manera se podrá realizar un

mapa de riesgo según la intensidad de las precipitaciones y se podrá determinar los niveles de riesgos presentes en el territorio de estudio, para tener un conocimiento técnico y amplio con la finalidad de realizar la prevención mediante la construcción de estructuras de protección (defensas ribereñas) a lo largo de la trayectoria del río Chorobal en la zona del sector El Inca, para mitigar las pérdidas humanas y económicas ocasionada por inundaciones y peligros asociados. Esta investigación cuenta con las características fundamentales de poder brindar información de los riesgos por inundación, peligros, recursos y vulnerabilidades, causas que conllevan a proponer el diseño de defensa ribereña para una prevención estructural lo que mitigara daños de diferentes índoles de encontrarse un riesgo muy alto de desborde.

Es así como, el objetivo general de la investigación es Evaluar los riesgos ante amenazas de inundación por desborde del río Chorobal, sector El Inca, Chao, Virú, La Libertad. Además para lograr al objetivo general se realizaran diversas actividades clasificadas como objetivos específicos como, elaborar el levantamiento topográfico del cauce del río Chorobal, tramo límite con el sector El Inca, así mismo determinar el nivel de peligro y riesgo a través de la elaboración de mapas en el área de estudio, además Identificar puntos críticos de desborde a lo largo del Río Chorobal, límite con el sector El Inca y por último, proponer una medida técnica estructural de solución que reduzca el riesgo existente en el tramo del Río Chorobal límite con el sector El Inca.

II. MARCO TEORICO

Con el fin de brindar sustento científico a la investigación se presentó referencias de los trabajos preliminares y a su vez conceptos básicos para la correcta comprensión, los mismos que ayudaran a un mejor entendimiento de la teoría utilizada en la presente tesis para el desarrollo de los objetivos, presentación de los resultados correspondientes y lograr un análisis entre la teoría y la practica realizada en la presente investigación.

En tal sentido, para Castrillón (2014), que en su tesis se centró en evaluar las estrategias de manejo de inundaciones en la zona urbana referente de la cuenca del río Meléndez, para la selección de las estrategias a implementar considero la información del diagnóstico y las propuestas por la comunidad, luego de esto, formulo tres escenarios de inundaciones que las evaluó con el modelo PCSWMM Professional 2012, es así como, en el primer escenario consistió en aumentar la capacidad hidráulica del río y la ampliación de puntos de descarga de canales, con lo que se redujo el riesgo de desbordamiento del río, sin embargo, aumento el riesgo de desbordamiento de los canales, asimismo el segundo escenario consistió en aumentar la capacidad del almacenamiento formulados a partir del diagnóstico, con lo cual se disminuyeron los picos en los hidrogramas y no se presentó desbordamiento del río, finalmente el tercer escenario fue una combinación del primer y segundo escenario, en donde se incluye la recuperación de la sección del río Meléndez, la implementación de SUDS y el enrocado del río en tramos críticos, con lo cual no se presentaron inundaciones.

Asimismo, tenemos a Vallejo (2014), que en su tesis describió y estudio las condiciones hidrometeorológicas de caudal y precipitación que provoco inundaciones en los ríos Tomebamba, Tarqui y Yanuncay entre los años 1997 y 2011, es así como determinó la relevancia de las estaciones pluviométricas ubicadas en las cuencas de estos tres ríos, finalmente los valores de precipitación y descarga están juntos para la determinación del comportamiento de estos dos parámetros ante la ocurrencia de una inundación, en tal sentido fue posible proponer valores de flujo que implican un riesgo y volúmenes de precipitación en un cierto número de días que podrían causar pendientes de

referencia de la relación flujo acumulado versus volumen de precipitación acumulado.

Así pues, para Moreno y Oliva (2017), en su tesis evaluaron la capacidad que tiene un canal para resistir un determinado caudal de inundación para evitar o reducir los daños causados por inundaciones, de modo que las estructuras puedan estar diseñadas para adaptar los flujos a medida que pasan, ya que en las zonas urbanas, existen diferentes formas de simular el flujo de avenidas, para ello se necesita mapear el terreno y un modelo digital para conocer las características hidráulicas del suelo, por ello investigaron las inundaciones históricas que han ocurrido en el área del estudio y datos pluviométricos, además con ayuda del software IBER que utiliza un modelo matemático bidimensional que simula el flujo libre de flujo y transporte en ríos y estuarios.

Además, Lleclish y Loayza. (2017) en su tesis “Propuesta de solución para evitar inundaciones provenientes de la quebrada san ildefonso” en la cual estimaron la cantidad de agua proveniente de la quebrada San Ildefonso, en donde emplearon métodos hidrológicos para la estimación del riesgo de inundación, obteniendo como resultado un riesgo de inundación por desborde Alto, también estimaron la infiltración a través del método del Soil Conservation Service (SCS), asimismo diseñaron estructuras que garanticen que un fenómeno como lo es el fenómeno del niño costero, no perjudique la vida humana, bienes materiales y cause daños económicos. Por lo que la medida de control propuesta por los autores consistió en una estructura de ensamble y un canal de excedencia con descarga hacia los diversos puntos de control, vale decir: hacia el mar y hacia el río Moche.

Por otro lado, tenemos a Loyola (2019) que en su tesis se centró en la evaluación del nivel de riesgo de inundación, generado por el barranco del Río Grande en el tramo que va desde el Puente Candopata al Puente Cumbicus en la ciudad de Huamachuco, su investigación fue descriptiva y se basó en la aplicación de tablas manuales de esa manera se analizó y evaluó los datos obtenidos, asimismo, analizó la vulnerabilidad de las familias cercanas al barranco de Río Grande y propuso medidas estructurales y no estructurales para reducir el riesgo de inundación existente en el barranco de Río Grande, utilizando el Manual

Básico para la Estimación del Riegos del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), con información de carácter social, económica, geológica y ambiental, asimismo su metodología consistió en el uso de técnicas de observación, por otro lado al momento de procesar la información obtenida en campo se determinó que el nivel de peligros es alto y el nivel de vulnerabilidad científica educativa es muy alto, mientras que la vulnerabilidad institucional es media, por lo tanto se obtuvo que el nivel de riesgo del Río Grande es Alto.

En ese mismo contexto, Buenaño (2013) en su tesis “Diagnóstico de vulnerabilidades y capacidades sociales en las familias que habitan en el sector nueva Prosperina para la identificación de estrategias de reducción de riesgos frente a la amenaza de deslizamientos e inundaciones” en la cual el autor tuvo como propósito: identificar los principales peligros, riesgos y vulnerabilidades sociales en el sector Nueva Prosperina, en consecuencia se identificó un peligro de inundación a causa del desprendimiento de aguas del Rio Prosperina a lo cual el autor realizo diferentes análisis tanto físicos, hidrológicos e hidráulicos en la cuenca del rio, determinando que el riesgo de desborde que presenta es de grado Alto, así mismo planteo medidas estructurales como el diseño de defensas ribereñas con roca al volteo de un tramo de 2.5 km en ambas márgenes del rio, estos trabajos incluyeron la limpieza y descolmatacion del cauce de rio, así mismo estableció medidas no estructurales para la mitigación del riesgo tales como el fortalecimiento de capacidades vinculadas a la respuesta de la población ante las amenazas identificadas.

Mientras tanto, Hernández (2018), en su tesis de investigación tuvo por objetivo identificar el riesgo de desbordamiento en río Lacramarca, en su estudio utilizó el método no experimental, por lo que se considera una investigación tipo descriptiva, es decir que los eventos que han observado se encuentran en su estado natural, después de los sucesos se analizó sin alterar ningún componente, es así que sobre los resultados se anticipó a dar solución a los problemas encontrados en el recorrido del río, para lograr una correcta identificación del problema en el área de estudio se recopilo la información con una ficha técnica debidamente validada por expertos y un estudio topográfico que permitió adecuar con precisión la identificación de riesgo de

desbordamiento, luego se procesaron los datos resultando en un riesgo de desbordamiento muy alto en la ruta de Pampa Dura hasta San José, por lo que se presentó propuestas para dar solución como fue el caso de la construcción y diseño de defensas ribereñas en las zonas críticas, de modo que haya una reducción de riesgo.

Al mismo tiempo, Mendoza (2017) con su tesis “Evaluación del riesgo por Inundación en la Quebrada Romero, del distrito de Cajamarca, período 2011 - 2016” donde realizó una recopilación de información del tipo social, económica y ambiental por lo que se tuvo como objetivo general evaluar el nivel de riesgo por inundación, generado por la quebrada Romero del distrito de Cajamarca durante el periodo 2011 -2016, asimismo se evaluó la peligrosidad de la quebrada, se analizó la vulnerabilidad de las familias aledañas a ésta y en base a ello se propusieron medidas que reduzcan el riesgo de inundación como fue el diseño e instalación de una defensa ribereña con gaviones en un tramo de 3.45 km, obteniéndose además una topografía accidentada y un nivel de colmatación del cauce del río extremo, la propuesta planteo una intervención integral del lecho de río, para finalmente determinar que el nivel de peligrosidad es alto al igual que el nivel de vulnerabilidad, por lo que obtuvo como conclusión general que el nivel de riesgo en la quebrada Romero es alto.

Finalmente tenemos a Autoridad Nacional del Agua (2017) que en su estudio en donde su principal objetivo es el Control de Inundaciones en la Cuenca del río Santa, nos dice que en el lecho del río Santa las inundaciones catastróficas se producen por el desbordamiento de una avenida ordinaria o con gran capacidad de erosión o sedimentación, en este proceso de inundación hay pérdida tanto de cultivos, disminución de las tierras de agrícolas, como deterioro de las carreteras, vías fluviales y centros poblados; atentando vidas humanas, por lo tanto el valle de Santa se considerada vulnerable a la presencia de estas inundaciones; debido a la insuficiente de las obras de defensa de las 12 orillas, cobertura vegetal casi inexistente, cauces bloqueados, etc., en su investigación utilizo caudales máximos para la simulación del río, correspondiente a los periodos de retorno de 25 y 50 años, calculados con información de caudales de la estación de Cóndor Cerro. En ese sentido la estimación de los parámetros hidráulicos y

geomorfológicos, tuvo como fuente a estudios previos relacionados con el tema, tanto por el personal profesional del ANA, ALA, como la Junta de Usuarios.

En síntesis, asumimos que las inundaciones ponen la vida humana en constante peligro, por ello, para Carreño (2005, p. 15), el “peligro, es el factor de riesgo externo de un sujeto o un sistema, representado por un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural”, por lo que “el peligro dado a su origen, podría ser de dos clases: los causados por fenómenos de procedencia natural como sismos, tsunamis, erupciones volcánicas y los inducidos por la acción humana”. (Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, 2018, p. 20).

Así pues, es necesario resaltar que “las inundaciones se producen cuando las lluvias intensas o continuas sobrepasan la capacidad de campo del suelo, el volumen máximo de transporte del río es superado y el cauce principal se desborda e inunda los terrenos circundantes” (Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, 2018, p.69), en tal sentido dado su naturaleza “las inundaciones pueden clasificarse por su duración y origen. Por su duración tenemos que se producen en ríos cuyas cuencas presentan fuertes pendientes, por efecto de las lluvias intensas. Las crecidas de los ríos son repentinas y de corta duración. Son las que producen los mayores daños en la población e infraestructura debido a que el tiempo de reacción es casi nulo”. (Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, 2018, p.61).

Asimismo, dentro de “las inundaciones por su duración tenemos las rápidas o dinámicas que generalmente se producen cuando las lluvias son persistentes y generalizadas, producen un aumento paulatino del caudal del río hasta superar su capacidad máxima de transporte, por lo que el río se desborda, inundando áreas planas cercanas al mismo, a estas áreas se les denomina llanuras de inundación”. (Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, 2018, p.61).

Igualmente, se tiene a “las inundaciones estáticas o lentas que generalmente se producen cuando las lluvias son persistentes y generalizadas, producen un

aumento paulatino del caudal del río hasta superar su capacidad máxima de transporte, por lo que el río se desborda, inundando áreas planas cercanas al mismo, a estas áreas se les denomina llanuras de inundación”. (Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, 2018, p.62),

Por otro lado, dado a su origen natural las inundaciones pueden ser: pluviales y fluviales, en donde las inundaciones pluviales se producen por la acumulación de agua de lluvia en un determinado lugar o área geográfica sin que este fenómeno coincida necesariamente con el desbordamiento de un cauce fluvial. “Este tipo de inundación se genera tras un régimen de lluvias intensas persistentes, es decir, por la concentración de un elevado volumen de lluvia en un intervalo de tiempo muy breve o por la incidencia de una precipitación moderada y persistente durante un amplio periodo de tiempo sobre un suelo poco permeable” (Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, 2018, p.62).

Mientras tanto, las inundaciones fluviales son causadas por el desbordamiento de los ríos y los arroyos. “Es atribuido al aumento brusco del volumen de agua más allá de lo que un lecho o cauce es capaz de transportar sin desbordarse, durante lo que se denomina crecida” (Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, 2018, p.62).

Además, tenemos las inundaciones por operaciones incorrectas de obras de infraestructura hidráulica o rotura de una presa, que por pequeña que esta sea, puede llegar a causar una serie de estragos no solo a la población sino también a sus bienes, infraestructura y al ambiente. La propagación de la onda de agua en ese caso resultara más dañina cuando mayor sea el caudal circulante, menor en el tiempo de propagación y más importante sean los elementos existentes en la zona afectada. Por lo que tomamos cinco parámetros de evaluación frente a las inundaciones que son: geología, geomorfología, meteorología, hidrología e hidrografía. Donde la geología nos indica las características de las zonas de estudio como zonas relacionadas con procesos aluviales y su génesis.

Al mismo tiempo, se tiene a la geomorfología que estudia las características del terreno, el tipo y distribución de la vegetación, la magnitud de las pendientes de

las cuencas y la litología, por otra parte, la meteorología estudia la precipitación, la humedad y la temperatura. Así mismo la hidrología que estudia la distribución espacial y temporal, y las propiedades del agua. Incluyendo escorrentía, humedad del suelo, evapotranspiración, caudales y el equilibrio de las masas glaciares.

Finalmente, la hidrografía nos indica las características de la red de drenaje, obras realizadas en los cauces, los tipos de usos de suelo, etc. Todo estudio tiene un determinado riesgo, en cambio para Salazar, Mariscal y Cortes (2002, p.12), “el nivel esperado de pérdida de los componentes en riesgo debido a la aparición de peligros. Puede ser indicado en términos de pérdidas personas como en daños de materiales y detener la actividad económica”, en efecto, el riesgo se divide en riesgo bajo, medio, alto y muy alto. Donde el riesgo bajo es probabilidad que un peligro se materialice con baja intensidad, no teniendo mucha influencia en la afectación de vulnerabilidades o elementos expuesto de un determinado territorio.

Por otra parte, el riesgo medio es la ocurrencia de un peligro, generando mediana peligrosidad debido a que el área de influencia se encuentra protegida o alejada de la zona de mayor impacto, asimismo el riesgo alto es cuando las probabilidades de sufrir daños por un peligro determinado generaran graves consecuencias y afectación de las vulnerabilidades expuestas en el territorio de estudio. No obstante, el riesgo muy alto demanda de mayor atención, la probabilidad de ocurrencia de un peligro que está próximo a ocurrir, generando daños insostenibles e incontrolables si es que no se atiende a tiempo la necesidad de contener dicha emergencia o peligro. “Para evitar el riesgo de inundaciones es necesario que las zonas adyacentes a los ríos propensos a inundaciones se ejecuten las obras de protección como lo son las defensas ribereñas, las cuales son estructuras construidas en las márgenes de los ríos para evitar procesos de erosión y desbordamiento. En general pueden ser de dos tipos: no estructurales y estructurales” (Aliados ante las Inundaciones, 2015, p.3).

No obstante, se tiene el encausamiento, según Sánchez (2008, p.10), menciona que “en base a material arrimado de río, revestido con roca pesada en su cara húmeda, pudiendo ser otra estructura en función a la disponibilidad de

materiales, recursos económicos y cercanía de las canteras, caso de gaviones, etc.". Para las presentes obras de protección se considera factores importantes como lo son: la durabilidad y densidad de la piedra, la velocidad, la pendiente del lecho del río, el ángulo de reposo para la piedra, la forma y angulosidad de la piedra, y el espesor de protección se requiere. "Para el encauzamiento tenemos que el ancho del río es muy importante la selección adecuada del ancho de encauzamiento, el que guarda mucha relación con la idea de los ríos en equilibrio, precisamente, allí se señala que en función del autoajuste un río tiene una tendencia a fijar sus propias variables hidráulicas (ancho, tirante y pendiente)". (Rocha, 2010, p. 17).

Además, el diseño de la sección del enrocado donde, Sánchez (2005, p. 40), menciona que "para concretizar el diseño del enrocado de protección es necesario determinar los siguientes factores como: altura, talud, espesor y filtro del enrocado". La altura del enrocado se obtiene agregando al tirante de agua obtenido en el modelamiento hidráulico durante la máxima avenida de diseño, una altura adicional denominada borde libre, luego tenemos el talud del enrocado donde un talud adecuado da estabilidad a un enrocado está muy relacionado con las características del material de apoyo y este depende de las condiciones topográficas existentes en el terreno, también está el espesor del enrocado según estudios se recomienda que debe ser lo suficiente para acomodar la roca de mayor tamaño. Se podrá adoptar. $T = 2 * D_{50}$, igualmente el filtro que es una capa de transición de arena gruesa, piedra pequeña, o tejido puesta entre la tierra subyacente y la estructura. El filtro previene de migración de las partículas de tierra fina a través de la estructura.

III. METODOLOGIA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación.

La investigación fue del tipo explicativo, se realizó el estudio teniendo una visualización de la realidad tal y como se presenta sin manipular o alterar ninguna variable en su estado natural, luego fue evaluado, determinado o analizado con la finalidad de proponer una mejora a la problemática existente.

Diseño de investigación.

El diseño de la investigación fue del tipo no experimental, se realizó en relación y al orden de los objetivos planteados, es decir el diseño constituyo en un plan general para obtener respuesta a los objetivos.

3.2. Variables y operacionalización

La variable utilizada en la investigación fue el riesgo de desborde que presenta el Rio Chorobal, se trató de una variable de categoría dependiente de factores según la topografía del rio, hidrología de la cuenca y clima de la zona en estudio, asimismo la operacionalización de esta variable se describe de la siguiente forma, el riesgo de desborde que “es la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas de acción o efecto de desbordar o desbordarse un límite” (Unisdr, 2009, p.90).

En tal sentido, en la definición operacional, para determinar el riesgo de desborde se identificó el área de influencia mediante el carácter geográfico, urbanístico y por medio de mapas, los niveles de riesgos a inundaciones en la zona de interés de la investigación.

Además, las dimensiones de la variable en estudio fue el área de influencia, que fue medida con indicadores de carácter geográfico y urbanístico, además de la información histórica de episodios en la zona, a una escala de medición por razón, igualmente el mapa de riesgos es otra de las

dimensiones de estudio de la variable en donde se utilizó por indicador a la topografía a una escala de medición por intervalo,

Por último, otra dimensión de la variable de estudio fue los datos hidrológicos, los mismos que fueron medidos bajo los indicadores de caudal de río, tirante hidráulico, velocidad del flujo, y la pendiente del cauce según los estudios topográficos, todos los indicadores antes descritos obedecen a una escala de medición por intervalo.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población y muestra

En la investigación se tuvo como población y muestra a una unidad que está conformada por 641.00 ml del cauce del Río Chorobal, comprendido entre la progresiva 0+000 km hasta 0+641 km, desde 300 m aguas arriba del puente El Inca, hasta terminar la trayectoria del sector El Inca.

Unidad de análisis

La unidad de análisis para la determinación del fenómeno de desborre fue cada 100 metros lineales.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Para el desarrollo de la investigación se utilizó como técnica la observación directa y encuestas

Instrumentos de recolección de datos

Para el recojo de datos se empleó como instrumento la ficha técnica, que consiste en armar ciertas incógnitas de búsqueda de la zona de estudio tales como procesos, eventos, características, hechos y ocurrencias a ser observadas, para esta investigación se tuvo como instrumento la ficha de recolección de datos formulados por los investigadores así como encuestas dirigidas a la población en la zona de estudio, las mismas que luego fueron

validadas por juicio de expertos para su correcta aplicación en la investigación.

3.5. Procedimiento

La investigación se desarrolló en dos etapas, la primera fue la recopilación de la información y la elaboración de los estudios básicos, para lo cual, se hicieron varias visitas al sector El Inca, del distrito de Chao en donde se encuentra el Rio Chorobal, en las cuales se observó el comportamiento natural del rio, estado situacional de su cauce con respecto al caudal que transcurre, de igual manera, se observó el estado situacional de la estructura de diques de protección de las fajas marginales, asimismo las visitas se aprovecharon para recopilar información basada en los antecedentes de la problemática existente, en donde en esta etapa se aplicaron los instrumentos de recolección de datos que fueron, la aplicación de la encuesta a la población de la zona y el llenado de la ficha técnica de recolección de datos. Para el caso de las encuestas las mismas están estructuradas con preguntas sencillas, fáciles y rápidas de responder, ya que la población del sector El Inca, es una población con un nivel de entendimiento y comprensión promedio, fueron aplicadas 100 encuestas dirigidas a mayores de edad.

Por otra parte, en el caso de la ficha técnica se recopilaron datos como: ubicación geográfica del punto de interés, datos de la cuenca, tipo de cobertura vegetal que presenta el cauce del rio, de igual forma las características de la población en la zona de influencia, número de familias y el tipo de vivienda que predomina, recogida la información se procedió al procesamiento, llevando estos resultados a una base de datos en el software Excel, para la elaboración de gráficas y estadísticas que nos ayuden a comprender de manera más clara la información recopilada, así mismo con la ayuda del levantamiento topográfico se pudo recolectar información del terreno y el cauce del rio, no obstante con la ayuda de la recolección de datos históricos de caudales máximos transcurridos en el rio Chorobal, se pudo procesar la información de caudales para la ejecución de un análisis hidráulico del rio, y observar su comportamiento con caudales de diseño, de

esta manera se pudo determinar los diferentes escenarios de riesgo a los cuales se encuentra expuesta la población del sector El Inca,

3.6. Método de análisis de datos

En la investigación el método de procesamiento de datos se realizó mediante una estadística descriptiva para de esta manera describir el comportamiento de la variable, a través de gráficos de barras, tablas, mapas de peligro y riesgo, con la ayuda de diferente software como Excel, ArcGis y Hec-Ras.

3.7. Aspectos éticos

En el proceso de esta tesis se estableció el comportamiento ético que es importante para realizar un proceso de investigación autentico y responsable, para el cual no se manipulo ni altero los datos y resultados que se obtuvieron, mostrando tal cual fueron ejecutados aplicando los principios éticos de beneficencia, no maleficiencia, autonomía y justicia, con el fin de evitar cuestiones de plagio, la literatura utilizada en esta investigación fue debidamente citada, siguiendo los lineamientos de la norma establecidas por la Asociación Americana de Psicología (APA sétima edición) y la norma International Organization for Standardization (ISO) 690 Y 690-2.

IV. RESULTADOS

Los resultados que se desarrollan a continuación se presentan según el orden de los objetivos, quedando de la siguiente manera:

1. Los resultados del primer objetivo relacionado a elaborar el levantamiento topográfico del cauce del río Chorobal, tramo límite con el sector El Inca, fueron lo siguiente:

Para la evaluación de la sección de río, perfil longitudinal y análisis de la trayectoria se realizó el levantamiento topográfico en donde se identificó el tramo en estudio que abarca una longitud total de 641 ml, desde 300 m aguas arriba del Puente El Inca tomado como punto de referencia en la progresiva 0+000 Km, hasta la progresiva 0+641 km, tal como se observa en el plano topográfico.

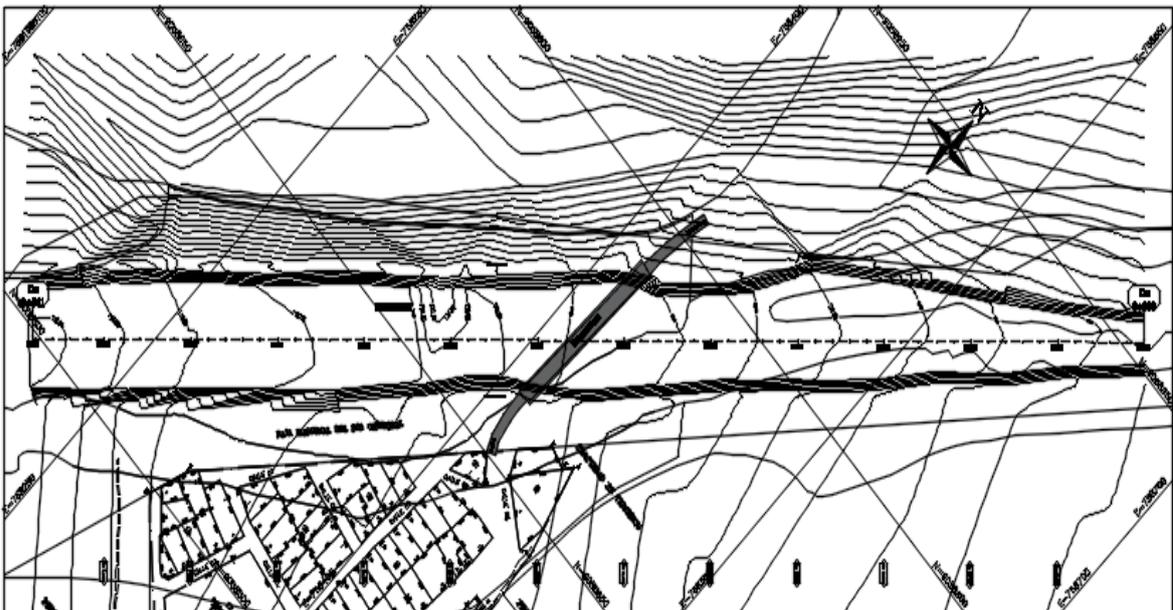


Figura 1. Plano general topográfico del tramo en estudio del río Chorobal, en el cual se muestran curvas de nivel del cauce y de la llanura de inundación, así como progresivas de análisis.

Para el análisis de la pendiente existente se obtuvo un nivel de terreno a nivel de rasante en la progresiva 0+641 km de 177.71 m, así mismo hasta llegar a la progresiva 0+000 km con un nivel de rasante de 124.24 m. por lo cual nos arroja una pendiente aproximada de 8.34%,(no presenta graves pendientes en el nivel de terreno por debajo del tirando de agua).

El tramo en estudio de la sección de río Chorobal, presenta un ancho de cauce de 30.00 m y 0.50 m de profundidad, además cuenta con una estructura de protección que es un dique de material de préstamo compactado, el mismo que ya se encuentra en malas condiciones debido al poco mantenimiento, así mismo en el estudio topográfico se verificó que el cauce se encuentra obstaculizado con maleza del tipo carricillo por lo tanto urge de un trabajo de descolmatación.

Por otra parte para el estudio del riesgo de inundación fluvial, se realizó también el levantamiento topográfico de la llanura de inundación, por lo que se realizó el estudio topográfico a 200 metros a los extremos de ambos márgenes del Río Chorobal en el tramo de estudio.

En el análisis de las secciones transversales, estas se realizaron cada 50 metros, no observándose mayores pendientes en el terreno de transición del cauce.

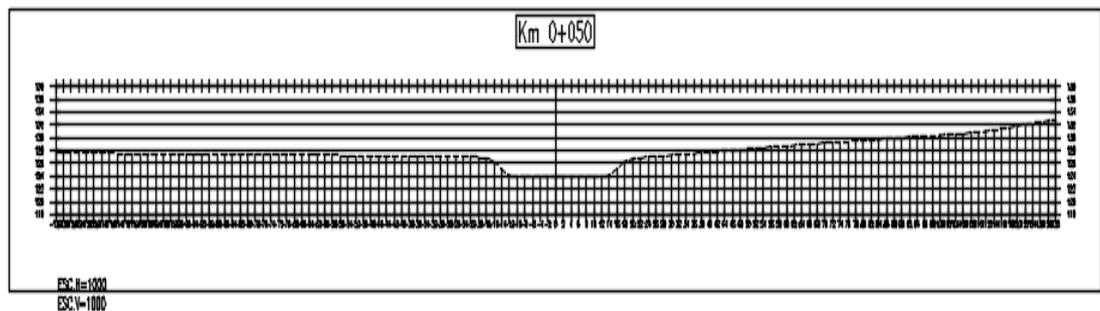


Figura 2: Sección transversal el río Chorobal aplicado a la progresiva 0 + 050 km.

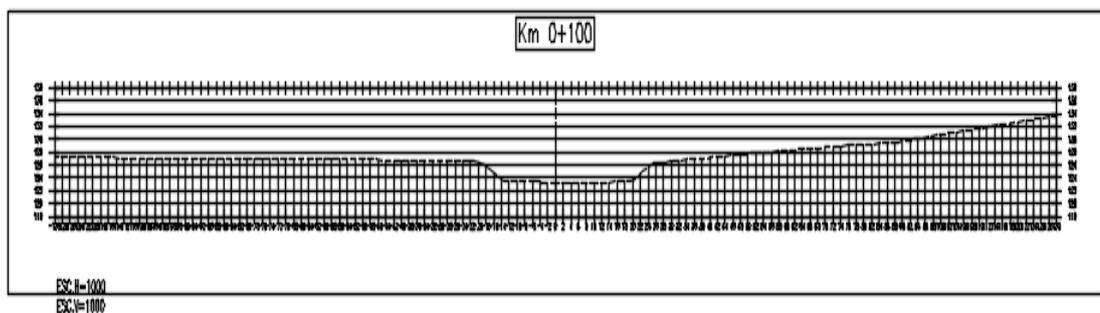


Figura 3: Sección transversal el río Chorobal aplicado a la progresiva 0 + 100 km.

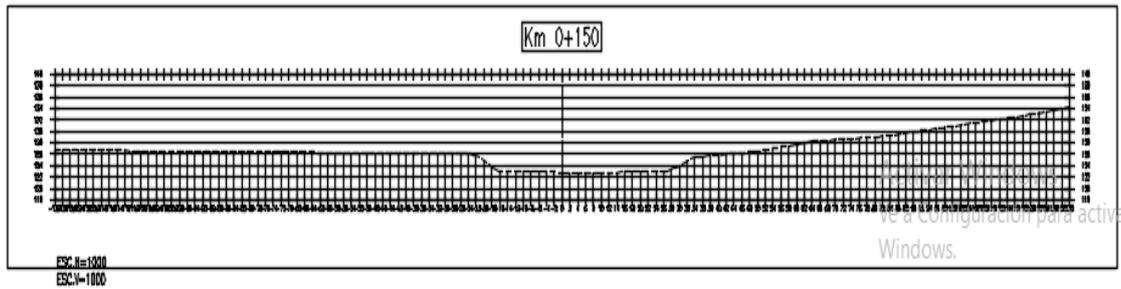


Figura 4: Sección transversal el rio Chorobal aplicado a la progresiva 0 + 150 km.

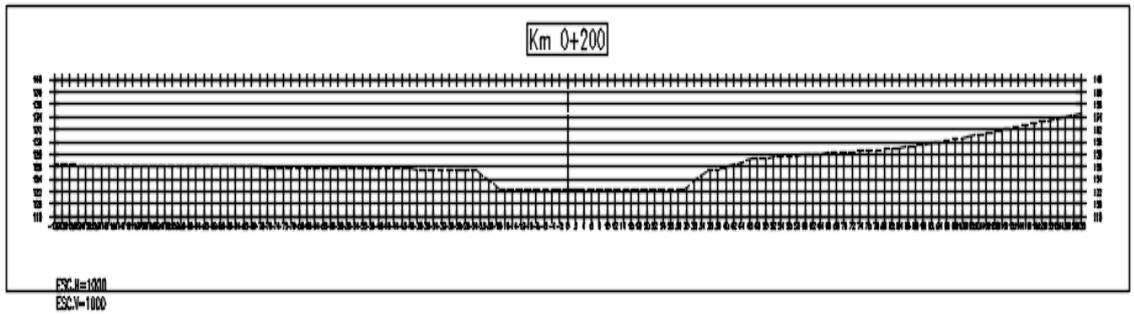


Figura 5: Sección transversal el rio Chorobal aplicado a la progresiva 0 + 200 km.

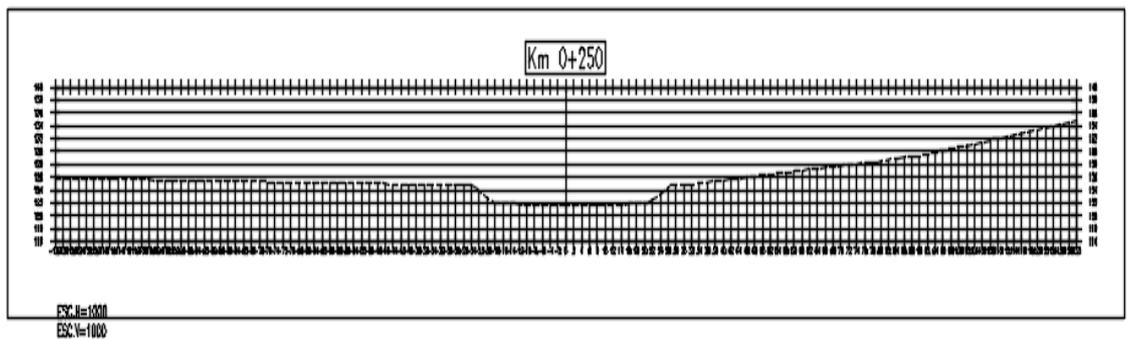


Figura 6: Sección transversal el rio Chorobal aplicado a la progresiva 0 + 250 km.

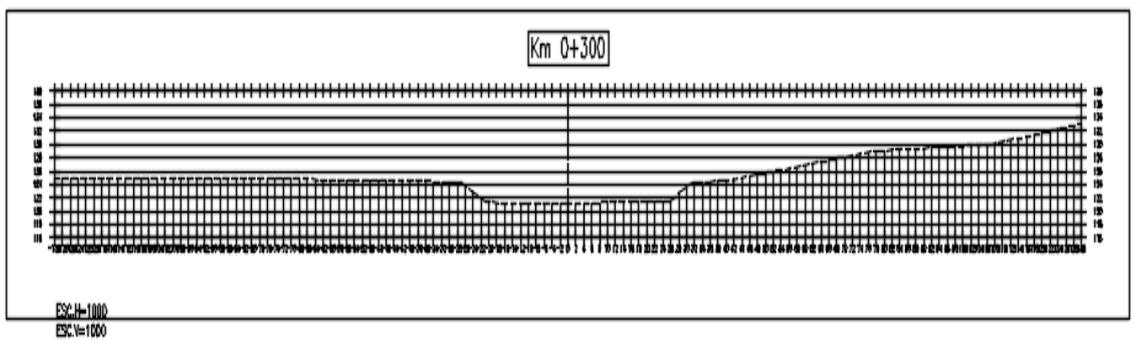


Figura 7: Sección transversal el rio Chorobal aplicado a la progresiva 0 + 300 km.

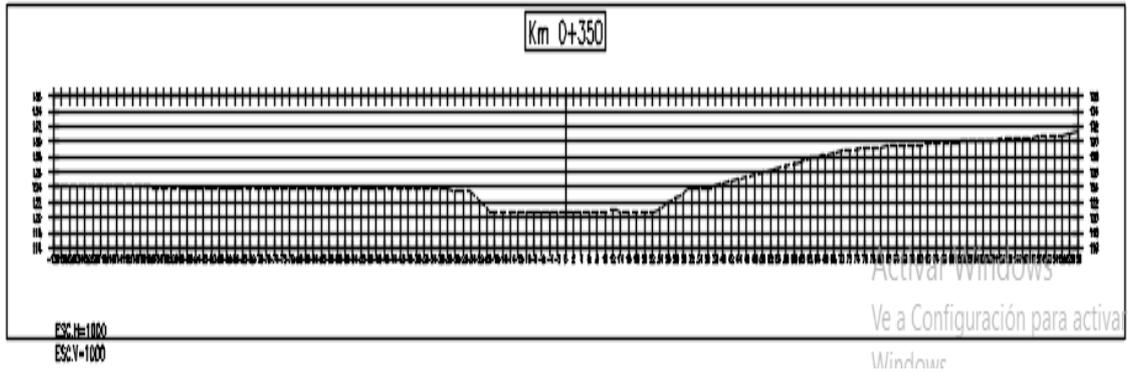


Figura 8: Sección transversal el rio Chorobal aplicado a la progresiva 0 + 350 km

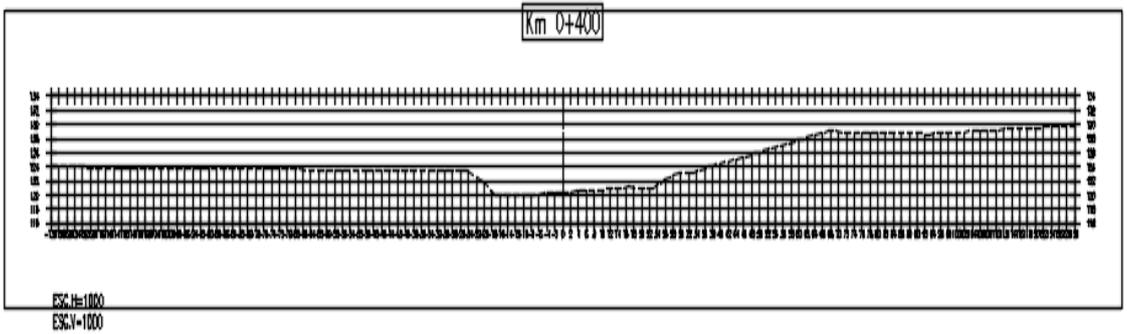


Figura 9: Sección transversal el rio Chorobal aplicado a la progresiva 0 + 400 km

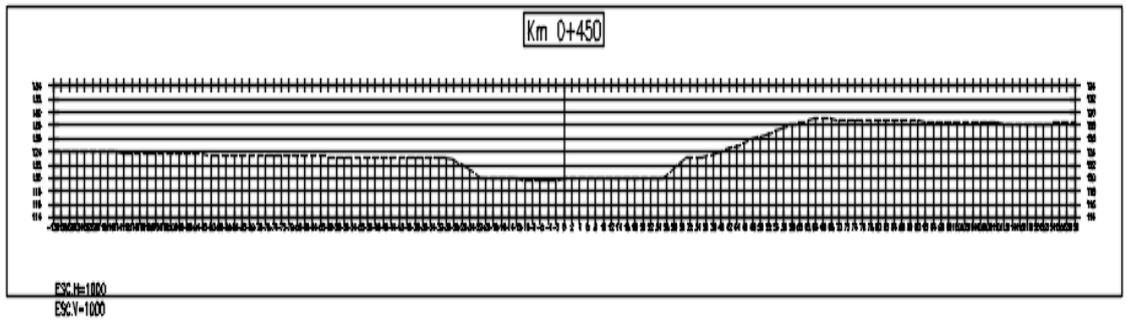


Figura 10: Sección transversal el rio Chorobal aplicado a la progresiva 0 + 450 km

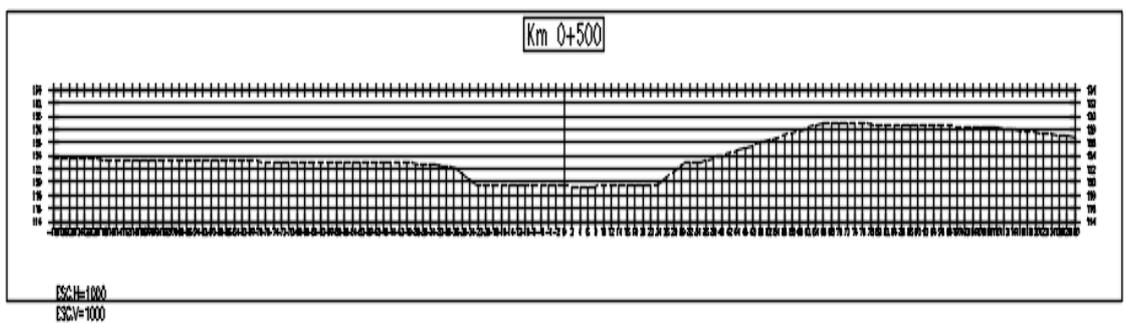


Figura 11: Sección transversal el rio Chorobal aplicado a la progresiva 0 + 500 km

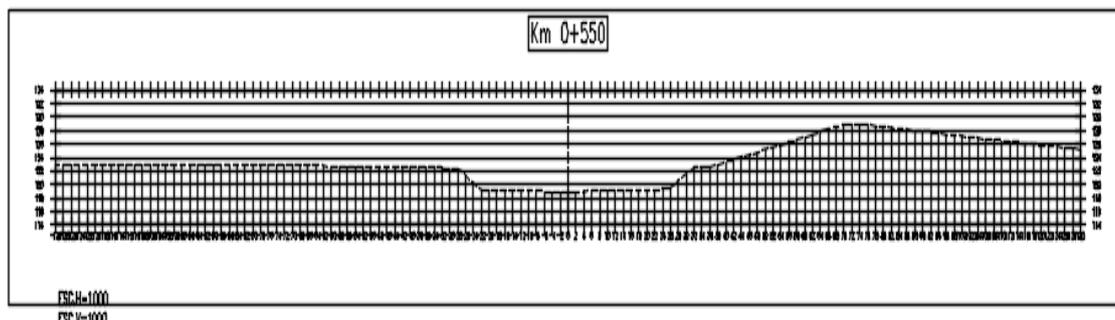


Figura 12: Sección transversal el rio Chorobal aplicado a la progresiva 0 + 550 km

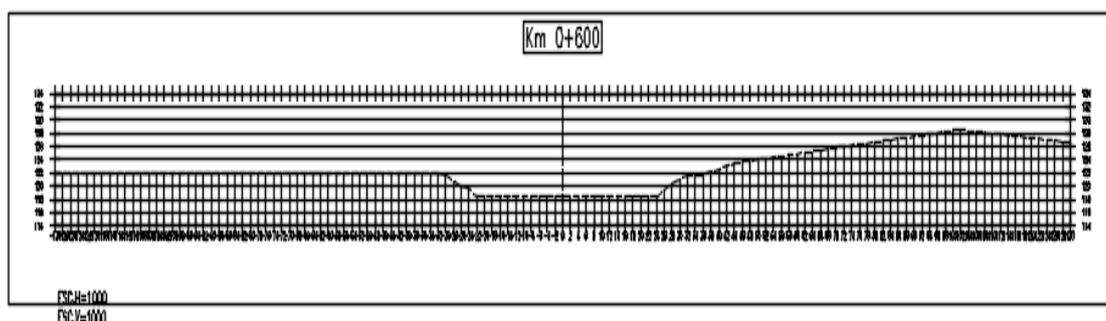


Figura 13: Sección transversal el rio Chorobal aplicado a la progresiva 0 + 600 km

DESCRIPCIÓN: Resultados - Objetivo 01

Los resultados obtenidos en base al desarrollo del primer objetivo relacionado al levantamiento topográfico del tramo en estudio del Rio Chorobal, ubicado en el distrito de Chao, indicaron que la unidad de estudio del rio tiene una longitud de tramo de 641 metros, desde los 300 metros aguas arriba del Puente El Inca tomado como punto de referencia en la progresiva 0+000 Km, hasta la progresiva 0+641 km, tal como se observa en el plano topográfico (Figura 1). Además con el levantamiento topográfico se obtuvieron más características del rio como el ancho de cauce equivalente a 30 metros, asimismo para el análisis de la pendiente existente se obtuvo un nivel de terreno a nivel de rasante en la progresiva 0+641 km de 177.71 m, así mismo hasta llegar a la progresiva 0+000 km con un nivel de rasante de 124.24 m. por lo cual nos arrojó una pendiente aproximada de 8.34%, lo cual nos indicó que no presenta graves pendientes en el nivel de terreno por debajo del tirando de agua del cauce. Por otro lado se ejecutaron las secciones transversales del rio, obteniendo secciones cada 50 metros a lo largo de los 641 metros.

2. Los resultados del segundo objetivo relacionado a determinar el nivel de peligro y riesgo a través de la elaboración de mapas en el área de estudio fueron lo siguiente:

Para la evaluación del peligro por inundación fluvial, primero se evaluaron los caudales históricos desde el año 1995 hasta el 2020, obteniendo así el caudal máximo transcurrido en el cauce del Rio Chorobal obtenido por SENAMHI.

A partir de la información obtenida se procede a encontrar los periodos de retorno que para el caso de esta investigación se trabajaron con periodos de 25, 50 y 100 años

Tabla 1. *Caudales máximos anuales del Rio Chorobal*

AÑOS	CAUDAL (Q)
1995	1.735
1996	1.004
1997	1.725
1998	1.902
1999	0.54
2000	1.01
2001	0.567
2002	0.72
2003	0.92
2004	1.74
2005	1.424
2006	1.034
2007	1.204
2008	0.567
2009	1.034
2010	0.92
2011	1.923
2012	1.023
2013	1.182
2014	17.867
2015	2.233
2016	0.78
2017	39
2018	0.567
2019	0.838
2020	0.92

Fuente: Senamhi -2020

A continuación se procedió al cálculo de caudales máximos de diseño para diferentes tiempos de retorno.

- a. Cálculo promedio de caudales (Q_m): Es la sumatoria de todos los caudales indicados (ΣQ) dividido entre el número de años (N)

$$Q_m = \frac{\Sigma q}{N}$$

Tabla 1. Cálculo de sumatoria de caudales

AÑOS	CAUDAL (Q)	Q ²
1995	1.735	3.01
1996	1.004	1.008
1997	1.725	2.976
1998	1.902	3.618
1999	0.54	0.292
2000	1.01	1.02
2001	0.567	0.321
2002	0.72	0.518
2003	0.92	0.846
2004	1.74	3.028
2005	1.424	2.028
2006	1.034	1.069
2007	1.204	1.45
2008	0.567	0.321
2009	1.034	1.069
2010	0.92	0.846
2011	1.923	3.698
2012	1.023	1.047
2013	1.182	1.397
2014	17.867	319.23
2015	2.233	4.986
2016	0.78	0.608
2017	39	1521
2018	0.567	0.321
2019	0.838	0.702
2020	0.92	0.846
TOTAL	84.379	1877.257

Fuente: elaboración propia.

Con la siguiente tabla se estimó los caudales máximos de diseño para los diferentes tiempos de retorno. (**N=26**)

$$\text{CAUDAL MEDIO (Qm)} = 3.245 \text{ m}^3/\text{seg}$$

- b. Cálculo de la desviación estándar de los caudales (σQ): Es la raíz cuadrada de la sumatoria de los cuadrados de cada caudal ($\sum Q_i^2 - N Q_m^2$), dividido entre el número de años restando 1 ($N-1$)

$$\sigma Q = \sqrt{\frac{\sum Q_i^2 - N Q_m^2}{N-1}}$$

$$\text{DESVIACION ESTANDAR (Q)} = 8.009$$

- c. Calculo coeficientes según la siguiente tabla:

Tabla 2. Valores de Y_n , Y_{Qn} en función de N

VALORES DE Y_n Y_{Qn} en función de N		
N	Y_n	Y_{Qn}
8	0.4843	0.9043
9	0.4902	0.9288
10	0.4952	0.9497
20	0.52355	1.06283
26	0.53571	1.09256
30	0.53622	1.11238
40	0.54362	1.14132

Fuente: Hidrología (M. Villon, 2002)

- d. Se obtuvo caudales máximos de diseño para tiempos de retorno de **25, 50 y 100** años, aplicando la siguiente fórmula.

$$Q_{max} = Q_m \left[\frac{\sigma Q}{Y_{Qn}} \left(Y_n - \ln T \right) \right]$$

Tabla 3. Caudales máximos para diferentes TR

TR	Q max
25	22.913 m ³ /seg
50	27.995 m ³ /seg
100	33.076 m ³ /seg
200	38.157 m ³ /seg

Fuente: Elaboración Propia

Para el análisis del peligro y riesgo se trabajó en un modelamiento del comportamiento hidráulico del río Chorobal, con la finalidad de conocer el comportamiento hidráulico de la superficie de agua en el espacio y tiempo, sobre el cauce actual del río Chorobal frente al caudal de diseño seleccionado, es necesario realizar cálculo hidráulico, para lo cual se está utilizando el software HEC-RAS 6.0 producido por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos.

Calculo Hidráulico mediante modelo HEC-RAS

Paso n°01. Generación de la Geometría 2D

A partir de las curvas de nivel se ha elaborado el Modelo Digital de Elevación (TIN) la cual es la representación digital de la superficie terrestre; el conjunto de capas (generalmente ráster) corresponde a la información requerida para el procesamiento en el RAS MAPER del Hec-Ras 6.0.

A continuación, detallaremos la información y parámetros hidráulicos requeridos para el desarrollo del modelamiento hidráulico.

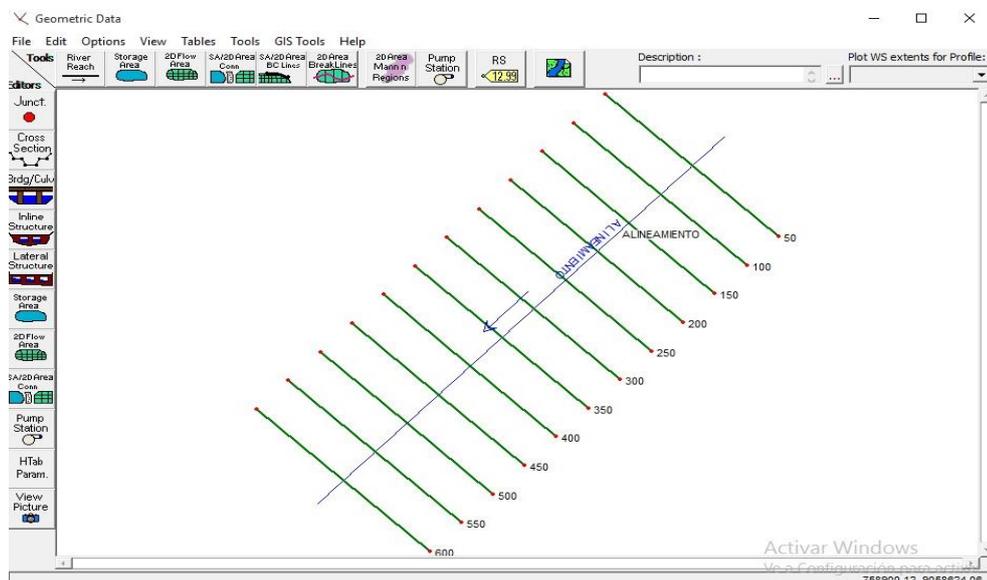


Figura 14. Modelo digital de elevación de la zona del proyecto, arrastrada del civil 3D, de los planos topográficos.

Estimación del Coeficiente de Manning, la elección del coeficiente de rugosidad (“n” de Manning), se realizó mediante la observación en campo

de las características del cauce principal y de las márgenes derecha e izquierda, así como la comparación con estudios anteriores y tablas.

Tipo de Canal y descripción	Minimo	Normal	Maximo
A.- Cuaces Naturales			
1.- Canales Principales			
a.- Limpio, recto, lleno, sin fisuras, fondo profundo	0.025	0.030	0.033
b.- Igual al anterior, pero con algo de piedras y hierba	0.030	0.035	0.040
c.- Limpio, sinuoso, poco profundo y bancos	0.033	0.040	0.045
d.- Igual al anterior, pero con algo de piedras y hierba Igual al anterior, niveles inferiores, más pendientes y	0.035	0.045	0.050
e.- secciones menos efectivas.	0.040	0.048	0.055
f.- Como el "d" pero mas piedras	0.045	0.050	0.060
g.- Tramo lento, hierbas , fondo profundo Tram con mayor maleza, fon profundo, o recorrido de	0.050	0.050	0.060
h.- crecidas con soporte de madera y arbustos bajos.	0.070	0.100	0.150
2.- Llanura de Inundación			
a.- Pastura sin arbustos			
1.- Pasto corto	0.025	0.030	0.035
2.- Pasto alto	0.030	0.035	0.050
b.- Áreas cultivadas			
1.- Sin Cultivo	0.020	0.030	0.040
2.- Cultivo maduro alineado	0.025	0.035	0.045
3.- Campo de cultivo Maduro	0.030	0.040	0.050
c.- Arbusto			
1.- Arbustos escasos, mucha maleza	0.035	0.050	0.070
2.- Pequeños arbustos y árboles en invierno	0.035	0.050	0.060
3.- Pequeños arbustos y árboles en verano	0.040	0.060	0.080
4.- Arbustos mediano a denso en invierno	0.045	0.070	0.110
5.- Arbustos mediano a denso en verano	0.070	0.100	0.160
d.- Árboles			
1.- Terreno despejado con tacones de arboles, sin brotes	0.030	0.040	0.050
2.- Igual que el anterior, pero con muchos brotes Soporte de madera, algunos árboles caídos, pequeño	0.050	0.060	0.080
3.- crecimiento inferior, flujo por debajo de las ramas. Igual que el anterior, pero con flujo por encima de las	0.080	0.100	0.120
4.- ramas.	0.100	0.120	0.160
5.- Sauces densos en verano, rectos	0.110	0.150	0.200
3.- Cuaces de montañas, sin vegetacion en el canal, margenes usualmente empinados, con arboles y arbustos sobre márgenes sumergidos			
a.- Fondo : gravas, guijarros y algo de cantos rodados	0.030	0.040	0.050
b.- Fondo: guijarros con mucho canto odado	0.040	0.050	0.070

Fuente : HEC-RAS, River Analysis System Hydraulic.

Figura 15. Valores de Coeficiente de Rugosidad "N" para cauces Naturales

Por lo tanto, En base a evolución en campo de las características del cauce del río Chorobal en el tramo en estudio se han asignado los coeficientes de rugosidad para el cauce principal de **n= 0.035**.

Generación de la Geometría del Cauce

La geometría del cauce del río Chorobal en el Tramo del sector El Inca, se ha creado en el RAS Mapper del HECRAS, secciones del cauce, con la finalidad de representar adecuadamente la geometría del cauce de tramo del río en estudio.

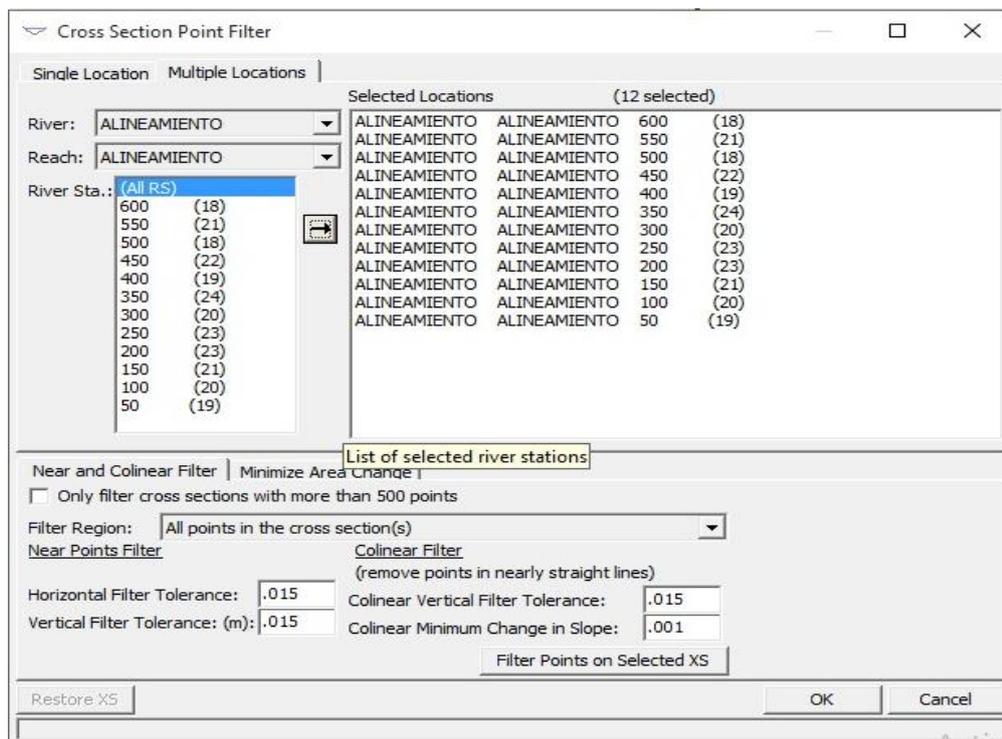


Figura 16. Asignación de puntos topográficos para simulación

Resultados del Modelo Hidráulico

Como resultado del modelo se obtienen diferentes capas raster, siendo las que presentan mayor interés para este estudio los niveles de flujo, la velocidad del flujo y los niveles de peligro, que nos permiten caracterizar la magnitud de la inundación y el tipo de peligro que se presenta en el tramo de río estudiado.

A continuación, se detallan los escenarios según periodo de retorno de 25, 50, 100 y 200 años evaluados en el presente estudio:

a. Análisis para un periodo de retorno de 25 años

El caudal considerado para este escenario es de 22.913 m³/s; según se detalla en la Figura siguiente:

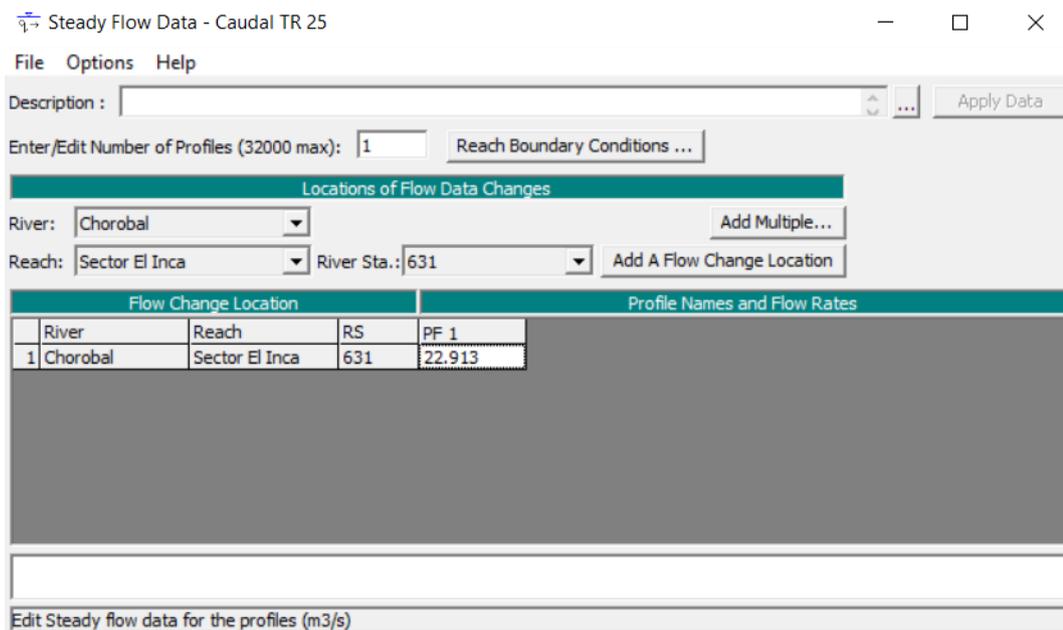


Figura 17. Caudal de río para un tiempo de retorno de 25 años

Perfiles de Flujo

Representa del comportamiento del cauce es en la forma del perfil de flujo.

Los resultados que se observan en el perfil de flujo suministran información muy importante, puesto que es posible detectar los sitios en los cuales no se pueden presentar problemas por la presencia de resaltos hidráulicos, socavación del cauce, remansos del flujo; aunque, en general, se ha observado que el cauce del río Chorobal que transporta material mediano, la presencia de bajas velocidades de flujo hace pensar que no existen problemas de socavación e inestabilidad de taludes a lo largo de su recorrido.

Además, en el perfil de flujo se aprecia que, para el perfil estudiado de 25 años de periodo de retorno, con ejecución de los trabajos de encauzamiento realizados el flujo no sobrepasa los niveles de corona del dique de

encauzamiento existente, este no generara mayor interferencia al caudal máximo de diseño por lo que aguas arriba y debajo del puente el perfil de flujo creado no sobrepasa las estructuras existentes.

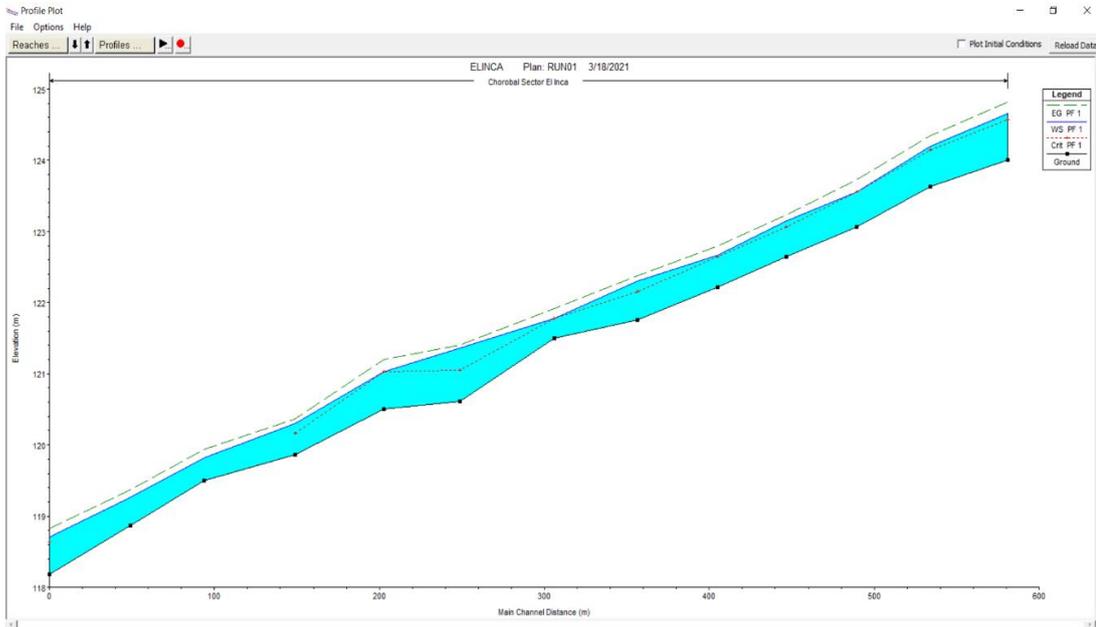


Figura 18. Perfil del flujo para un tiempo de retorno de 25 años.

Secciones Transversales

El modelo HEC-RAS suministra información para cada sección sobre los niveles de flujo alcanzado; a continuación, se presentan algunos niveles de flujo que se consideran de interés para el estudio.

A continuación, se presenta secciones representativas del tramo de estudio, en los cuales se observa la altura del flujo para el caudal para TR 25 años, no sobre pasa el nivel de encauzamiento existente.

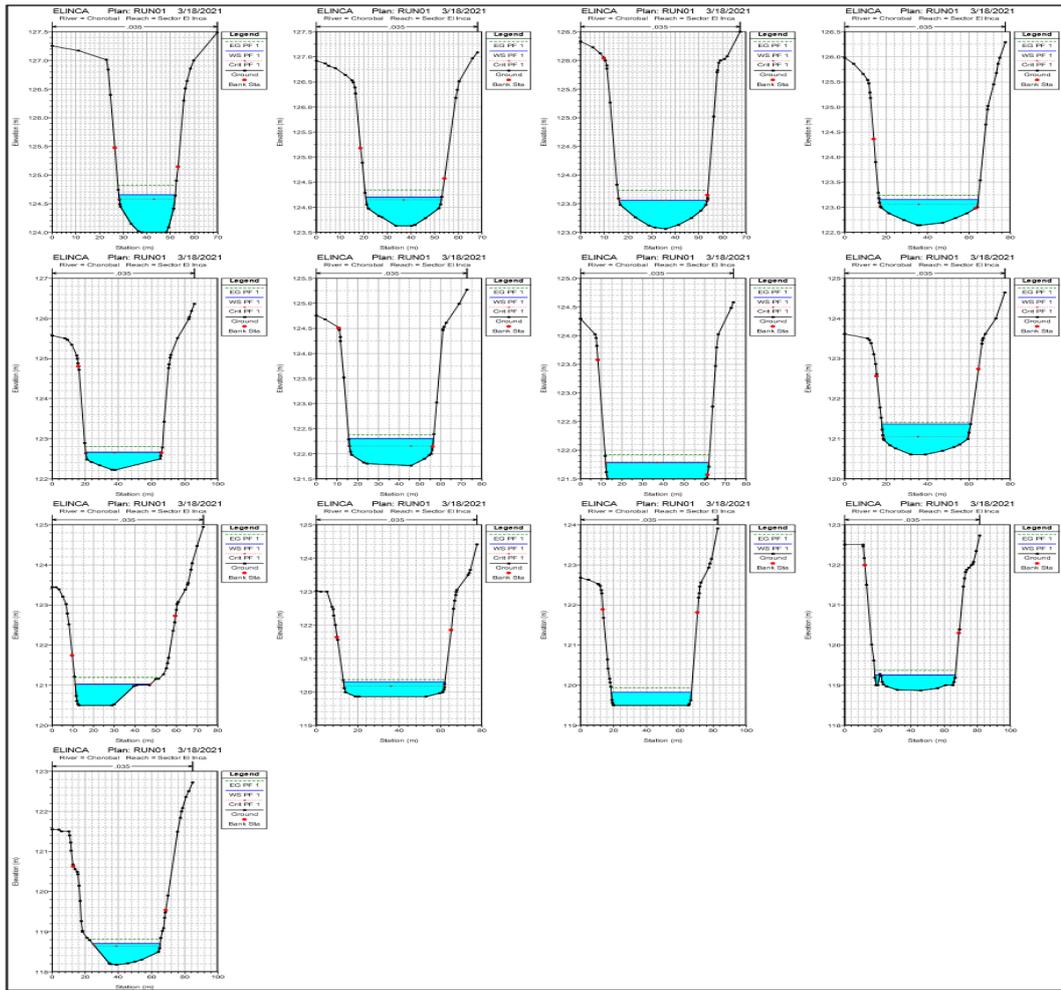


Figura 19. Secciones transversales del rio Chorobal para un TR de 25 años.

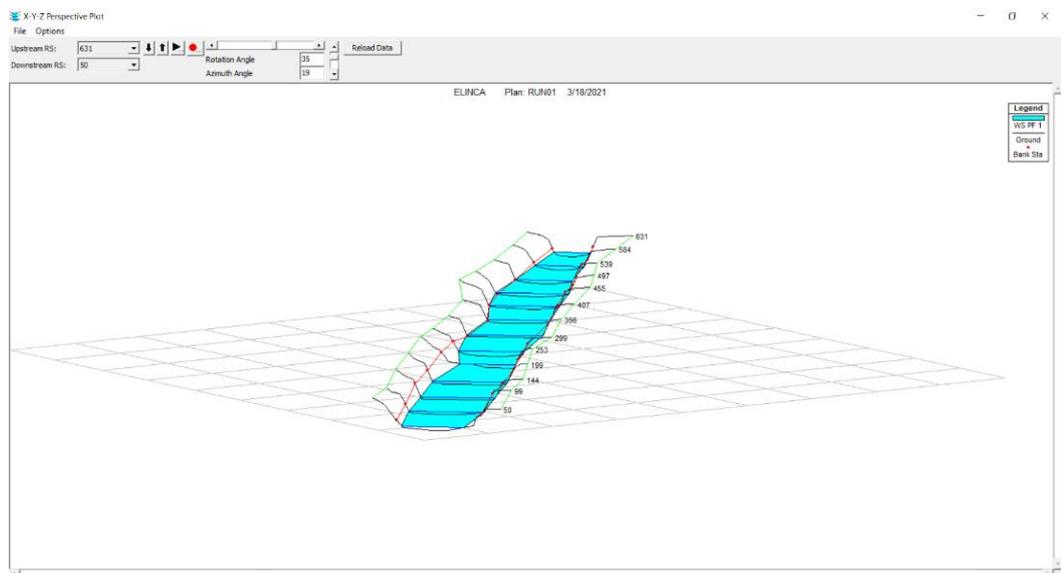


Figura 20. Vista en perspectiva del río Chorobal, para un TR de 25 años.

b. Análisis para un periodo de retorno de 50 años

El caudal considerado para este escenario es de 27.995 m³/s; según se detalla en la Figura siguiente:

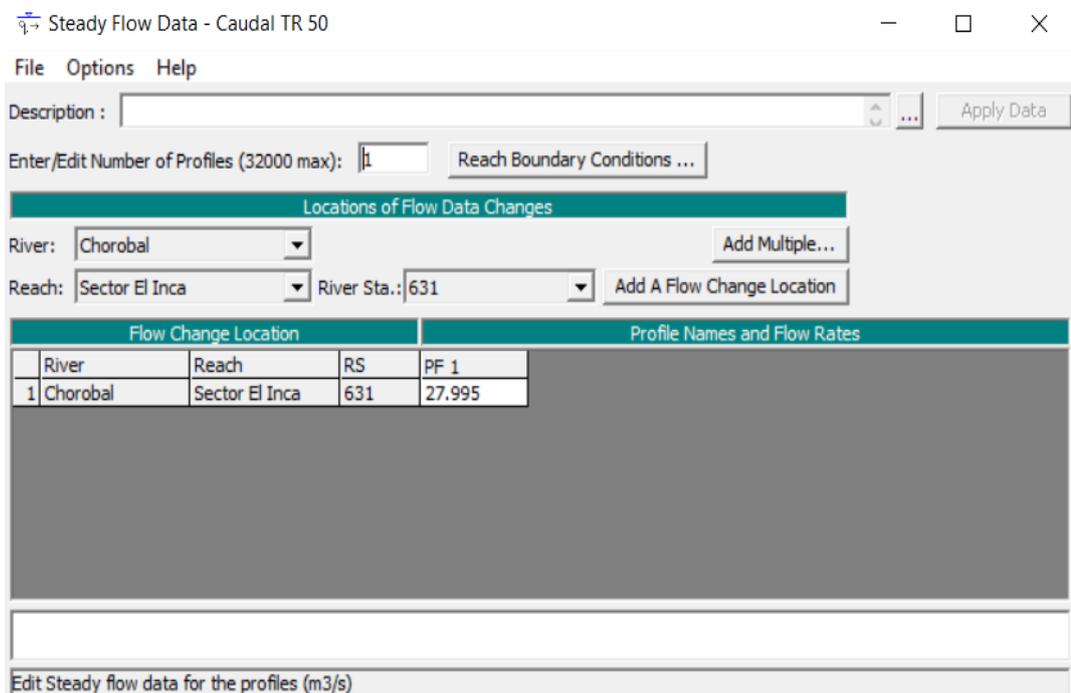


Figura 21. Caudal de río para un tiempo de retorno de 50 años

Perfiles de Flujo

Representa del comportamiento del cauce es en la forma del perfil de flujo.

Los resultados que se observan en el perfil de flujo suministran información muy importante, puesto que es posible detectar los sitios en los cuales no se pueden presentar problemas por la presencia de resaltos hidráulicos, socavación del cauce, remansos del flujo; aunque, en general, se ha observado que el cauce del río Chorobal que transporta material mediano, la presencia de bajas velocidades de flujo hace pensar que no existen problemas de socavación e inestabilidad de taludes a lo largo de su recorrido.

Además, en el perfil de flujo se aprecia que, para el perfil estudiado de 50 años de periodo de retorno, con ejecución de los trabajos de encauzamiento realizados el flujo no sobrepasa los niveles de corona del dique de encauzamiento existente, este no generara mayor interferencia al caudal

máximo de diseño por lo que aguas arriba y debajo del puente el perfil de flujo creado no sobrepasa las estructuras existentes.

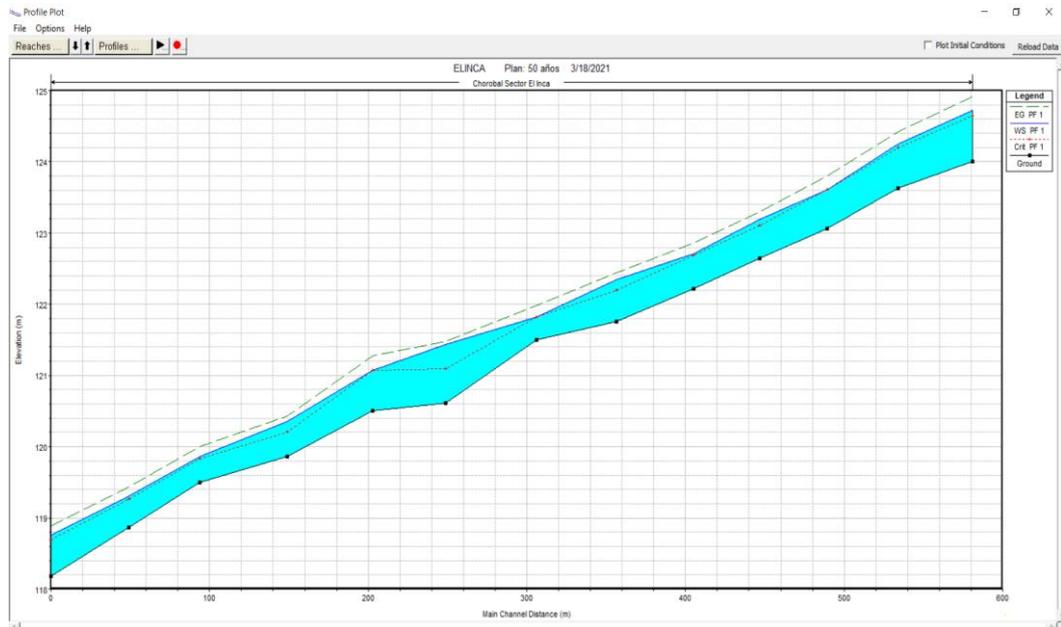


Figura 22. Perfil del flujo para un tiempo de retorno de 50 años

Secciones Transversales

El modelo HEC-RAS suministra información para cada sección sobre los niveles de flujo alcanzado; a continuación, se presentan algunos niveles de flujo que se consideran de interés para el estudio.

A continuación, se presenta secciones representativas del tramo de estudio, en los cuales se observa la altura del flujo para el caudal para TR 50 años, no sobre pasa el nivel de encauzamiento existente.

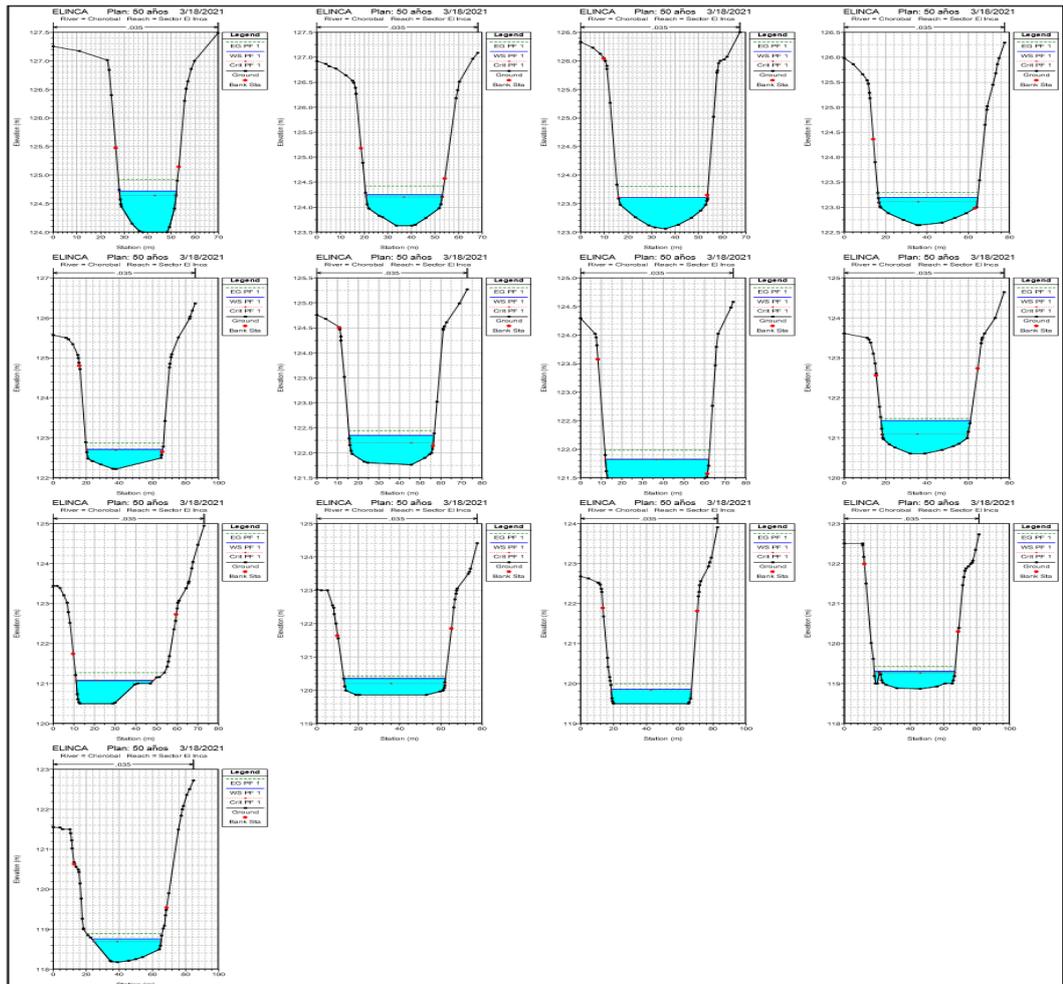


Figura 23. Secciones transversales del rio Chorobal para un TR de 50 años.

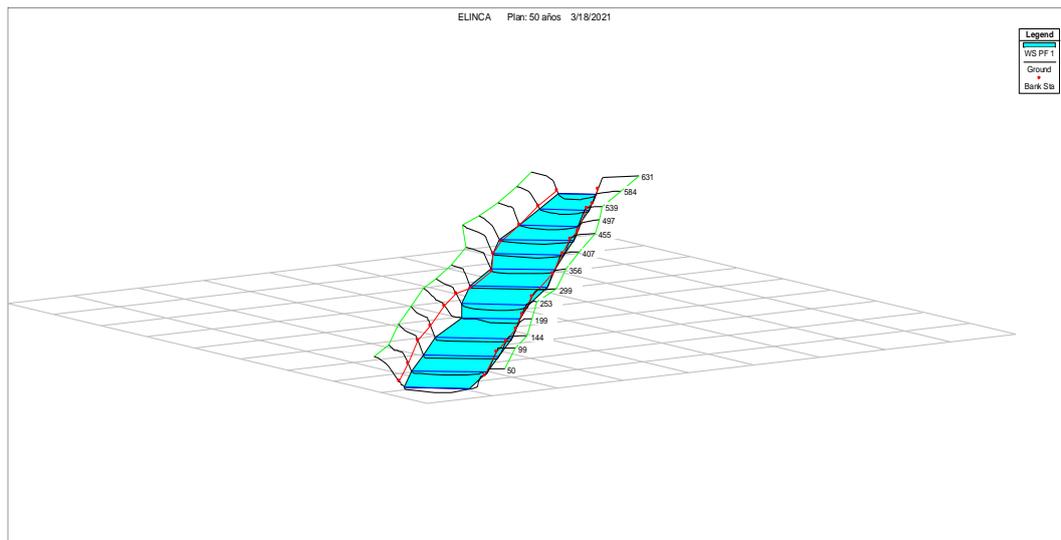


Figura 24. Vista en perspectiva del rio Chorobal, para un TR de 50 años.

c. Periodo de retorno de 100 años

El caudal considerado para este escenario es de 33.076 m³/s; según se detalla en la Figura siguiente:

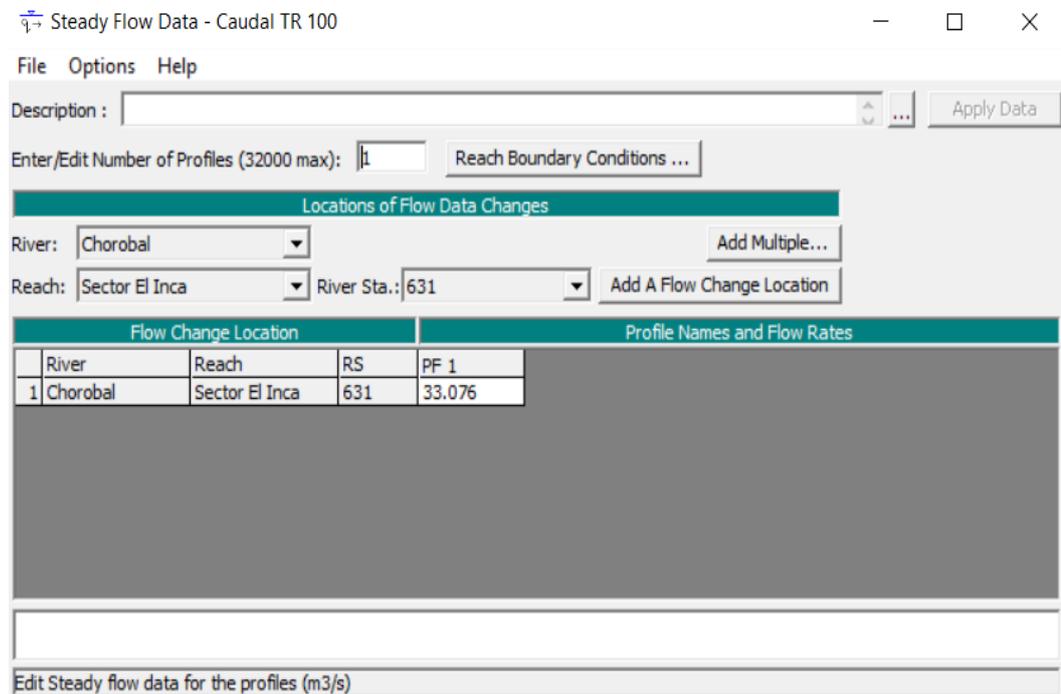


Figura 25. Caudal de río para un tiempo de retorno de 100 años

Perfiles de Flujo

Representa del comportamiento del cauce es en la forma del perfil de flujo.

Los resultados que se observan en el perfil de flujo suministran información muy importante, puesto que es posible detectar los sitios en los cuales no se pueden presentar problemas por la presencia de resaltos hidráulicos, socavación del cauce, remansos del flujo; aunque, en general, se ha observado que el cauce del río Chorobal que transporta material mediano, la presencia de bajas velocidades de flujo hace pensar que no existen problemas de socavación e inestabilidad de taludes a lo largo de su recorrido.

Además, en el perfil de flujo se aprecia que, para el perfil estudiado de 100 años de periodo de retorno, con ejecución de los trabajos de encauzamiento realizados el flujo no sobrepasa los niveles de corona del dique de encauzamiento existente, este no generara mayor interferencia al caudal

máximo de diseño por lo que aguas arriba y debajo del puente el perfil de flujo creado no sobrepasa las estructuras existentes.

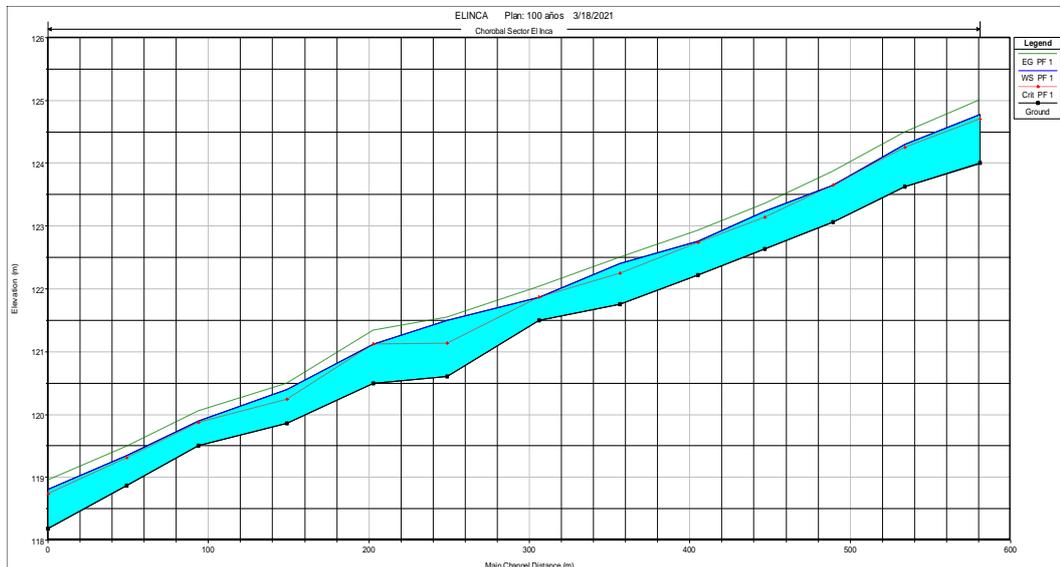


Figura 26. Perfil del flujo para un tiempo de retorno de 100 años

Secciones Transversales

El modelo HEC-RAS suministra información para cada sección sobre los niveles de flujo alcanzado; a continuación, se presentan algunos niveles de flujo que se consideran de interés para el estudio.

A continuación, se presenta secciones representativas del tramo de estudio, en los cuales se observa la altura del flujo para el caudal para TR 100 años, no sobre pasa el nivel de encauzamiento existente.

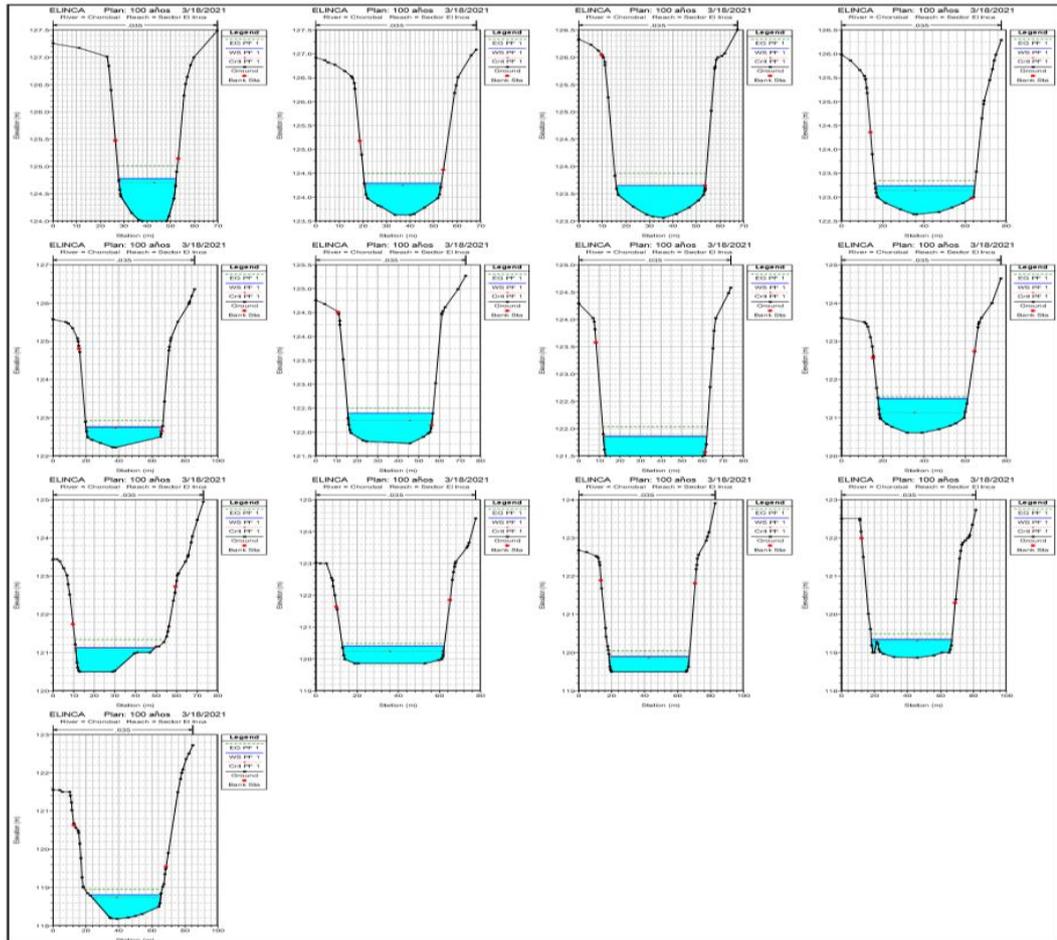


Figura 27. Secciones transversales del rio Chorobal para un TR de 100 años.

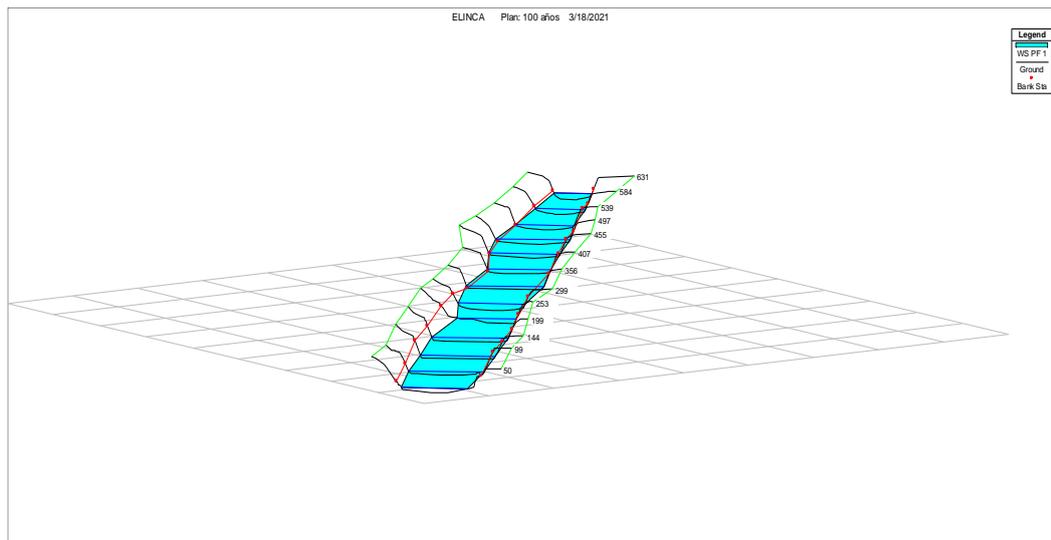


Figura 28. Vista en perspectiva del rio Chorobal, para un TR de 100 años.

d. Periodo de retorno de 200 años

El caudal considerado para este escenario es de 38.157 m³/s; según se detalla en la Figura siguiente:

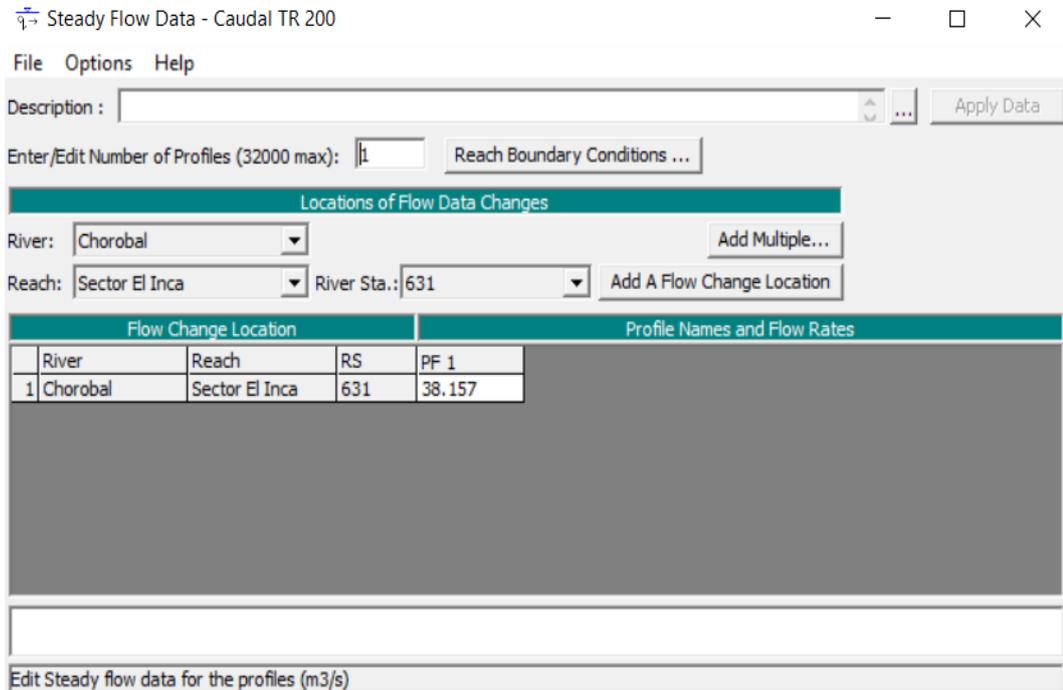


Figura 29. Caudal de río para un tiempo de retorno de 200 años

Perfiles de Flujo

Representa del comportamiento del cauce es en la forma del perfil de flujo.

Los resultados que se observan en el perfil de flujo suministran información muy importante, puesto que es posible detectar los sitios en los cuales no se pueden presentar problemas por la presencia de resaltos hidráulicos, socavación del cauce, remansos del flujo; aunque, en general, se ha observado que el cauce del río Chorobal que transporta material mediano, la presencia de bajas velocidades de flujo hace pensar que no existen problemas de socavación e inestabilidad de taludes a lo largo de su recorrido.

Además, en el perfil de flujo se aprecia que, para el perfil estudiado de 200 años de periodo de retorno, con ejecución de los trabajos de encauzamiento realizados el flujo no sobrepasa los niveles de corona del dique de

encauzamiento existente, este no generara mayor interferencia al caudal máximo de diseño por lo que aguas arriba y debajo del puente el perfil de flujo creado no sobrepasa las estructuras existentes.

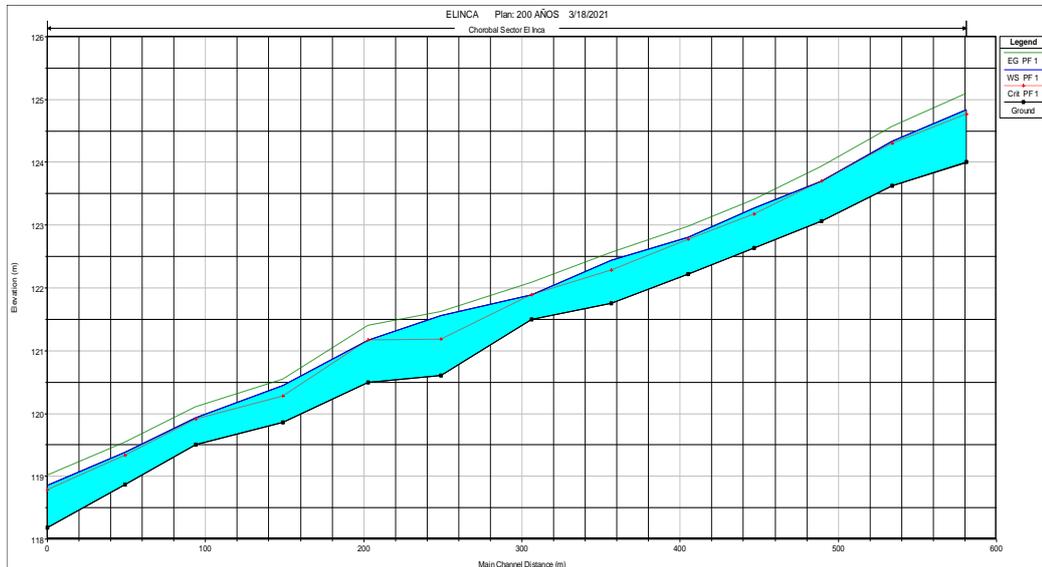


Figura 30. Perfil del flujo para un tiempo de retorno de 200 años

Secciones Transversales

El modelo HEC-RAS suministra información para cada sección sobre los niveles de flujo alcanzado; a continuación, se presentan algunos niveles de flujo que se consideran de interés para el estudio.

A continuación, se presenta secciones representativas del tramo de estudio, en los cuales se observa la altura del flujo para el caudal para TR 200 años, no sobre pasa el nivel de encauzamiento existente.

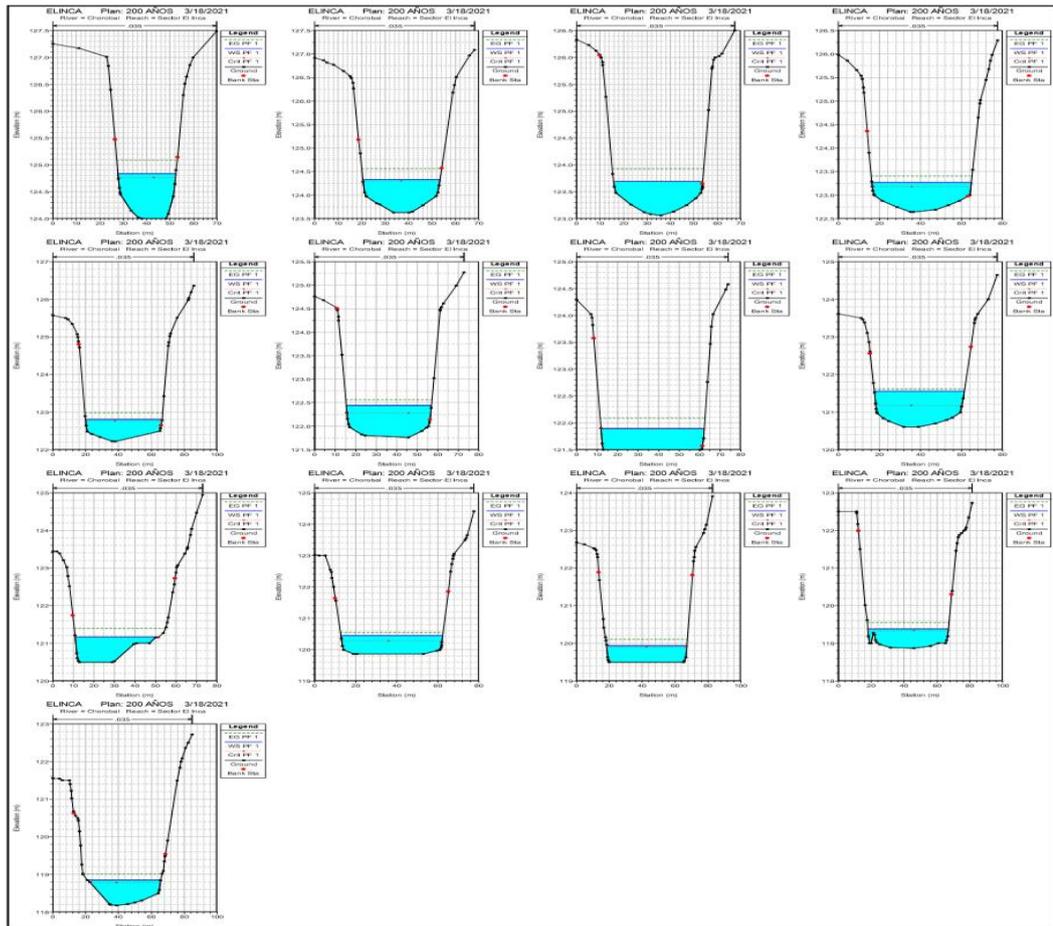


Figura 31. Secciones transversales del rio Chorobal para un TR de 200 años.

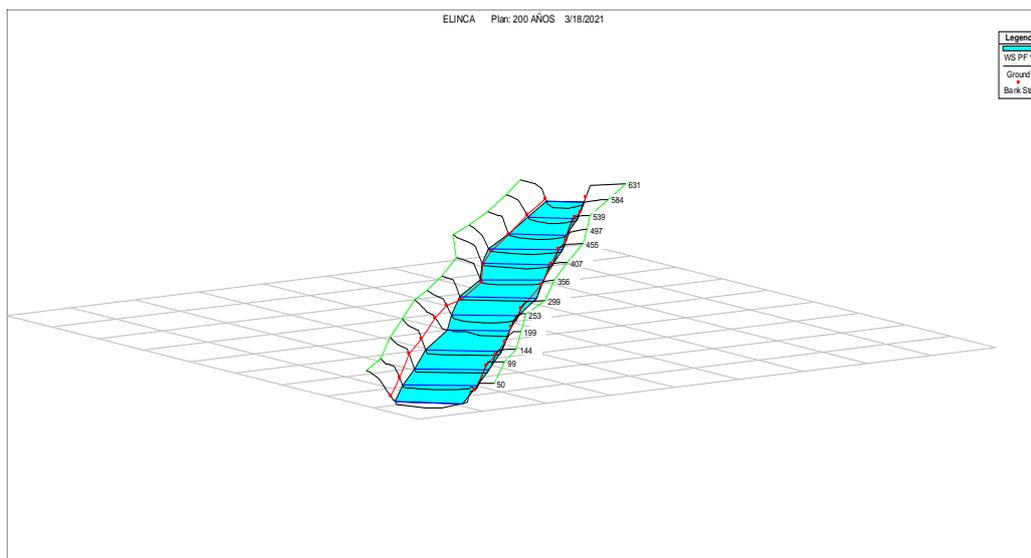


Figura 32. Vista en perspectiva del rio Chorobal, para un TR de 200 años.

Identificación y caracterización de los factores de la inundación

Se identifica y caracteriza los factores que “condicionan” y “desencadenan” las áreas susceptibles a inundaciones.

Los factores condicionantes, son parámetros propios del ámbito geográfico de estudio, el cual contribuye de manera favorable o no al desarrollo del fenómeno de origen natural (magnitud e intensidad), así como su distribución espacial.

Los factores desencadenantes, son parámetros que desencadenan eventos y/o sucesos asociados que pueden generar peligros en un ámbito geográfico específico.

Se identificó los factores que condicionan y desencadenan la susceptibilidad por inundaciones, los cuales sirven de input para el modelamiento hidráulico, el cual permitirá obtener y mapear la inundación con sus respectivos tirantes y velocidades, para distintos tiempos de retorno, los cuales permitirán zonificar los peligros.

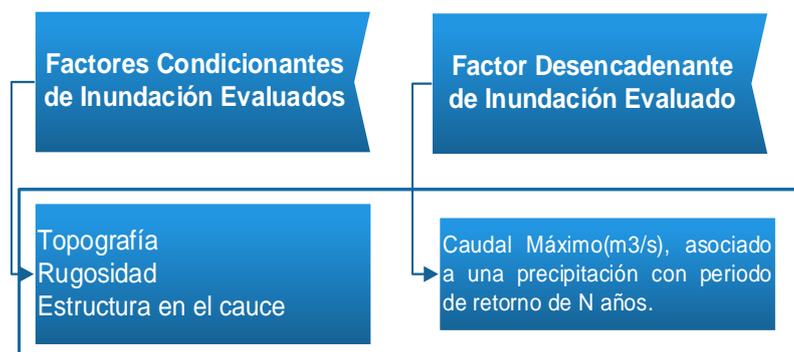


Figura 33. Factores de susceptibilidad de la inundación.

Proceso para determinar peligrosidad

Posterior a la realización del modelamiento hidráulico se obtuvo como resultado los raster de Tirante y velocidad y el producto de estos; el cual viene siendo el Peligro.

Finalmente, el software HEC RAS genera escenarios modelados en función de la probabilidad estadística de ocurrencia (tiempo de retorno) de la inundación.

Generación de los mapas del peligro por inundación

En base a los resultados de la modelización hidráulica, se obtiene el nivel de peligro ocasionado por inundación, para lo cual se evalúa parámetros en base a la altura de agua (tirante) y la velocidad del flujo alcanzada en los cauces y en las planicies de inundación. Los criterios de tirante y velocidad establecidos están en relación a la seguridad de las personas y los niveles de peligro está directamente relacionada con la capacidad de empuje o arrastre que muestra el flujo.

Los criterios se describen en la siguiente tabla:

Tabla 5. Niveles de peligro en relación al tirante y velocidad del flujo

NIVELES DE PELIGRO	DESCRIPCION	RANGO
ALTO	Zona donde las condiciones hidráulicas presentan un tirante superior a 1.0 metro, una velocidad superior a 1.0 m/s o el producto de ambas superior a 0.5m ² /s	H= 1.0 m V≥1.0m/s H*V≥0.5m ² /s
MEDIO	Zona donde las condiciones hidráulicas presentan un tirante entre 1.0 a 0.4 metro, una velocidad entre 1.0 a 0.4 m/s o el producto de ambas entre 0.08 a 0.50 m ² /s	0.4<H<1.0m 0.4<V<1.0m/s 0.08<H*V<0.5m ² /s
BAJO	Zona donde las condiciones hidráulicas presentan un tirante igual o menor a 0.4 metro, una velocidad menor a 0.4 m/s y el producto de ambas menores que 0.08 m ² /s	H<0.4m V≤0.4m/s H*V≤0.08m ² /s

Fuente: Autoridad Nacional de Agua, 2018.

Una vez asignado el nivel de peligro, se generaron los siguientes mapas de zonificación del peligro para escenario en función de la probabilidad estadística de ocurrencia de la inundación.

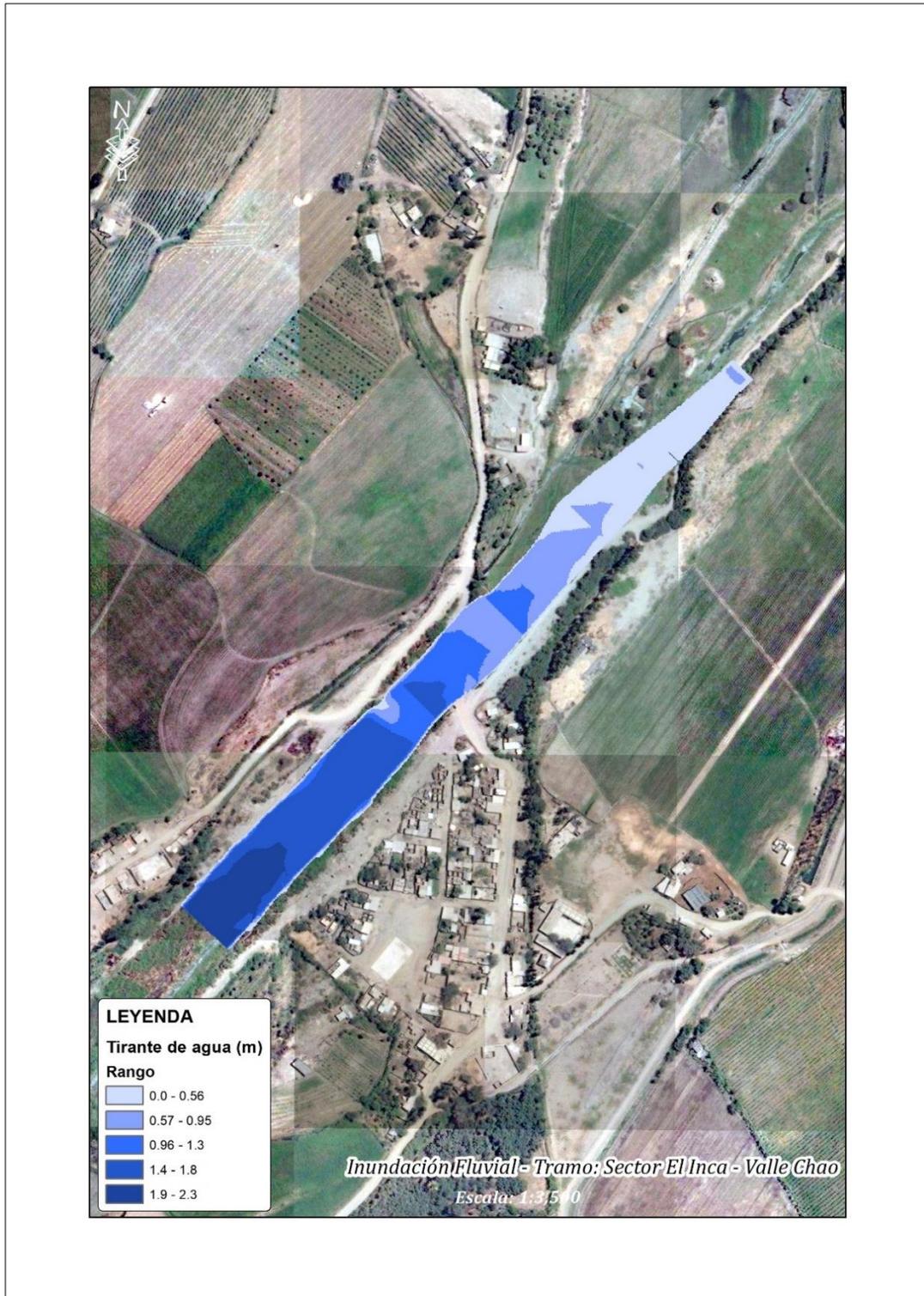


Figura 34. Mapa de tirante de agua en el tramo de estudio, según análisis en GIS.

En la presente figura se muestran los resultados por el análisis de tirante de agua, (en metros), se visualiza en que zonas del río chorobal existe un mayor tirante de agua, según los intervalos señalados en la leyenda del mapa.

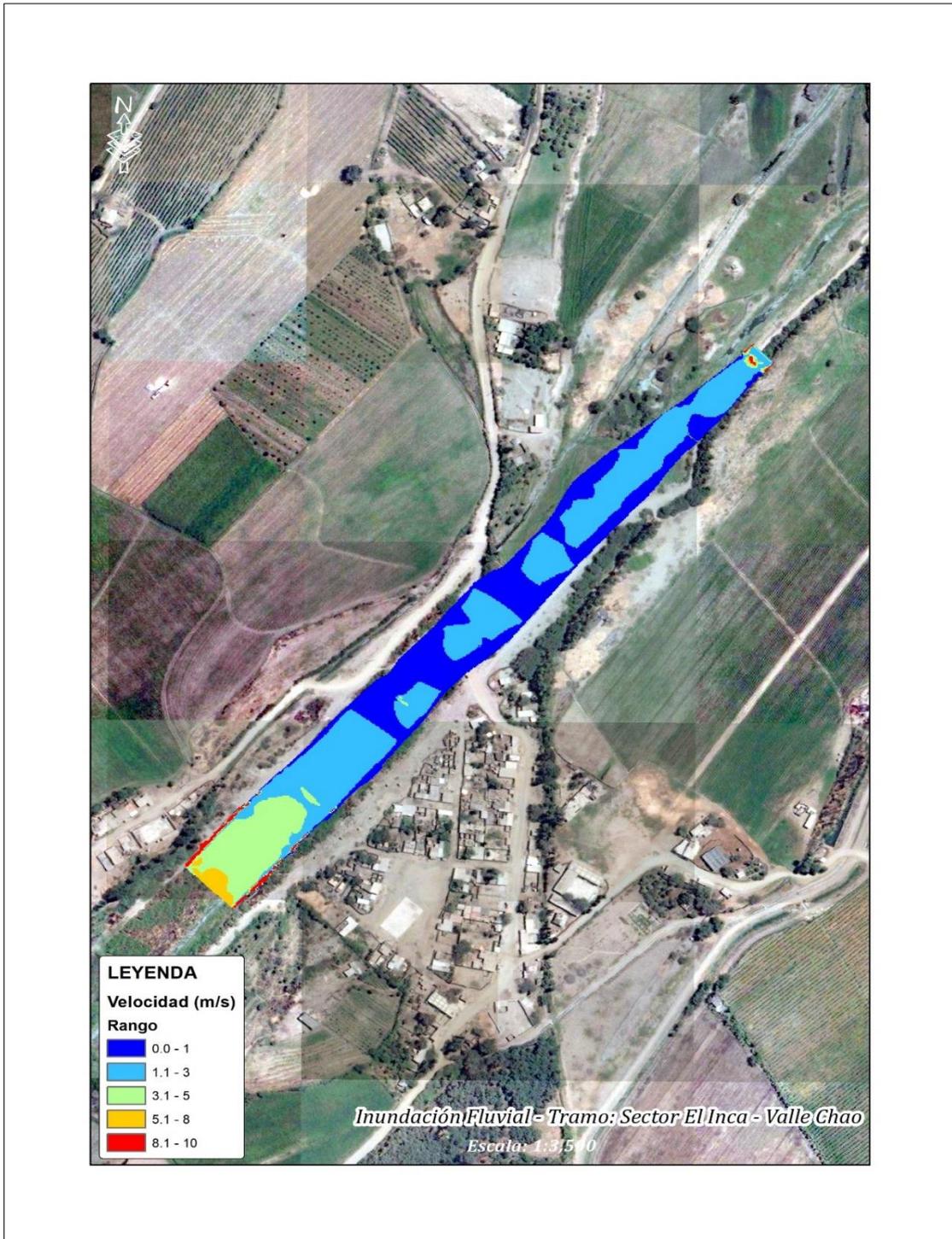


Figura 35. Mapa de velocidad de flujo en (m/s) del tramo del río Chorobal

En la figura se muestra la velocidad de flujo obtenido en el software ArcGis, del tramo en estudio, en donde predomina una velocidad que oscila entre 1.1 – 3, según la leyenda del mapa, además en los extremos del cauce se determinaron corrientes bajas con velocidades que van de 0 a 1.

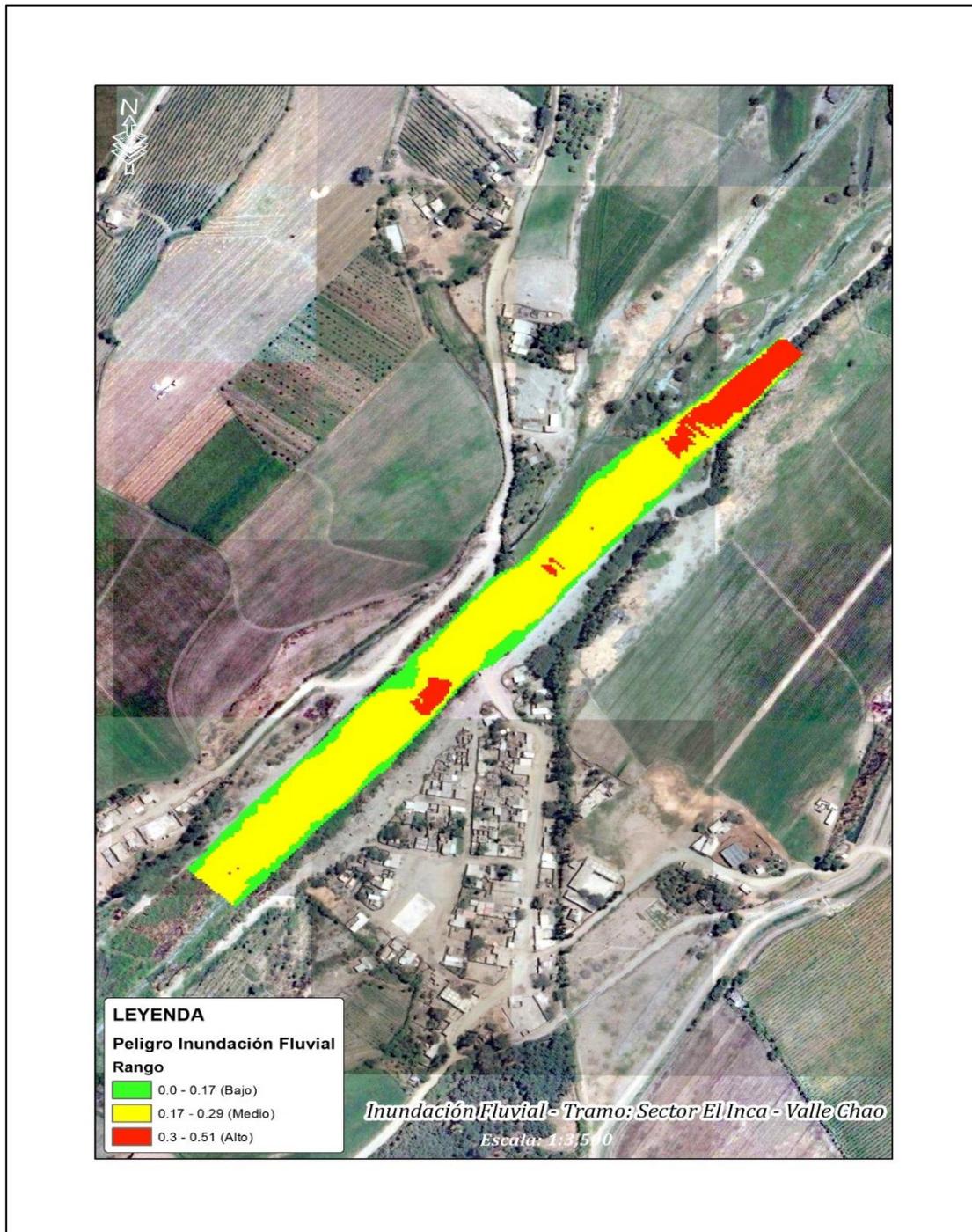


Figura 36. Mapa de peligro de inundación fluvial por desborde del río Chorobal

En la figura se muestra al mapa de peligro por inundación, en donde se aprecia que el peligro por desborde de río es medio, debido a los factores antes estudiados, en tal sentido no llega a desbordarse con las condiciones actuales que se ejecutó el estudio, sin embargo el riesgo de desborde no es nulo, en consecuencia se tendrá que trabajar en mejorar ciertos puntos críticos previamente identificados físicamente.

DESCRIPCIÓN: Resultados - Objetivo 02

Los resultados obtenidos en base al desarrollo del segundo objetivo relacionado a determinar el nivel de peligro y riesgo a través de la elaboración de mapas en el área de estudio, se precisa que se inició con la simulación hidráulica de los caudales máximos obtenidos a raíz de los datos de caudales instantáneos que se recopilaron del Rio Chorobal, para luego determinar los caudales máximos de diseño para los tiempos de retorno de 25, 50, 100 y 200 años. Asimismo con el levantamiento topográfico de las secciones transversales del cauce, se pudo simular cada caudal máximo correspondiente a 22.913, 27.995, 33.076 y 38.157 m³/seg, respectivamente, obteniendo como resultado que en ninguno de los casos el cauce del rio llega a desbordarse, con esta información se trabajó en la elaboración de mapas de riesgo, para determinar de manera gráfica los niveles de riesgo por desborde siendo estos, riesgo bajo, medio, alto y muy alto. Encontrándose que en el área de estudio predomina el nivel de riesgo medio al peligro de inundación por desborde.

3. Los resultados del tercer objetivo relacionado a Identificar puntos críticos de desborde a lo largo del Rio Chorobal, límite con el sector El Inca fueron lo siguiente:

Luego del análisis hidráulico del tramo en estudio no se encontró punto crítico latente de desborde, sin embargo en las visitas a campo se pudo observar in situ el recorrido del rio obteniéndose a la vista puntos críticos que podían generar un desborde por razones que obstaculizan el cauce del Rio en estudio. En los primeros 100 metros aguas abajo del Puente El Inca, se aprecia crecida de maleza en el cauce del rio, la misma que genera una mala circulación del caudal y hace que se formen pequeños riachuelos, lo cual puede generar que la corriente de agua no encuentre su camino guía y pueda escurrirse en las fajas marginales lavando por erosión el dique de protección de material de préstamo compactado.



Figura 37. Evaluación de trayectorias críticas del Rio Chorobal, primeros 100 metros aguas abajo del puente El Inca.

En los últimos 100 metros aguas abajo del Puente El Inca, se repite la problemática de crecida de maleza en el cauce del rio, la misma que genera una mala circulación del caudal lo cual puede generar que la corriente de agua no encuentre su camino guía y pueda escurrirse en las fajas marginales lavando por erosión el dique de protección de material de préstamo compactado.



Figura 38. Evaluación de trayectorias críticas del Rio Chorobal, últimos 100 metros aguas abajo del puente El Inca

El mismo estado situacional se repite aguas arriba del puente El Inca hasta los 300 metros de análisis de la trayectoria del rio Chorobal, en donde se aprecia crecida de maleza en el cauce generando una mala circulación del caudal lo cual puede generar que la corriente de agua no encuentre su camino guía y pueda escurrirse en las fajas marginales lavando por erosión el dique de protección de material de préstamo compactado.



Figura 39. Evaluación de trayectorias críticas del Rio Chorobal, 300 metros aguas arriba del puente El Inca

DESCRIPCIÓN: Resultados - Objetivo 03

Los resultados obtenidos en base al desarrollo del tercer objetivo relacionado a Identificar puntos críticos de desborde a lo largo del Rio Chorobal, límite con el sector El Inca, nos indican que en el análisis hidráulico no se identificaron puntos críticos de desborde, en tal sentido solo en base a la observación directa se describe puntos críticos a raíz del recorrido y el análisis topográfico de las fajas marginales del rio Chorobal se observó que se encuentran deterioradas y con presencia de maleza en el cauce, lo cual podría ser consecuencia para un desborde de sus aguas a causa de avenidas extraordinarias.

4. El desarrollo de los resultados del cuarto objetivo relacionado a proponer una medida técnica estructural de solución que reduzca el riesgo existente en el tramo del Rio Chorobal límite con el sector El Inca, fueron lo siguiente:

Luego que se realizó el análisis de modelamiento hidráulico del tramo en estudio y haber obtenido como resultado que el tramo de interés presenta un nivel de riesgo bajo de desborde por inundación, cabe indicar en la presente investigación que en las visitas se observó que en la trayectoria estudiada del rio presenta crecida de maleza en el cauce, lo cual impide la buena circulación del flujo de agua en ese sentido en la presente investigación se optó como medida estructural de solución los trabajos de limpieza y descolmatacion del cauce, para lo cual se generó un análisis de la inversión a realizar por medio de la ejecución de metrados, costos y presupuestos para obtener un valor referencia de la inversión.

Así mismo añadido a la limpieza y descolmatacion se suma la propuesta de la colocación de plantones de forestación en el cauce como medida de protección del dique, colocados a una distancia de 6 metros uno del otro en ambas márgenes del rio, en el tramo del sector El Inca.

PLANILA DE METRAODS											
PROYECTO	LIMPIEZA, DESCOLMATACION Y FORESTACION DEL CAUCE DEL RIO CHOROBAL, SECTOR EL INCA										
UBICACIÓN	Distrito	CHAO	Provincia	VIRU	Departamento	LA LIBERTAD					
FECHA	Mar-21	LONG	641.00 m	ANCHO	30.00 ml	PROFUNDIDAD			0.50 ml		
ITEM	DESCRIPCION				UND	N° VECE S	DIMENSIONES			PARC	TOTAL
		LAR	ANCH	ALT							
1.00	LIMPIEZA, DESCOLMATACION Y FORESTACION DEL CAUCE DEL RIO CHOROBAL, SECTOR EL INCA										
1.01	OBRAS PROVINCIONALES										
1.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 3.60m X 4.80m				Und.					1.00	
	Cartel de identificación de obra					1.00				1.00	
1.01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA				glb					1.00	
	Movilización de maquinaria pesada					1.00				1.00	
1.01.03	HABILITACION DE CAMINO DE ACCESO				Km					0.641	
	Habilitación de camino						0.641			0.641	
1.02	TRABAJOS PRELIMINARES										
1.02.01	TRAZO Y REPLANTEO				Km					0.641	
	Trazo y replanteo					1.00	0.641			0.641	
1.02.02	CONTROL TOPOGRAFICO				Km					0.641	
	Topografía					1.00	641.00			0.641	
2.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS										
2.01	LIMPIEZA Y DESCOLMATACION CAUCE DEL RIO CHOROBAL				m3	1.00	641.00	30.00	0.50	9615.00	9615.00
2.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE				m3	1.00	641.00	30.00	0.50	9615.00	9615.00
3.00	REFORESTACION										
3.01	HABILITACION Y SUMINISTRO DE PLANTONES				und					212.00	
	Habilitación y suministro de plantones					2.00	106.00			212.00	
3.02	EXCAVACIO DE HOYOS Y PLANTACION				und					212.00	
	Excavación de hoyos y plantación					2.00	106.00			212.00	
3.03	RIEGO Y MANTENIMIENTO				und					212.00	
	Riego y mantenimiento					2.00	106.00			212.00	

Figura 40. Estimación de partidas y metrados para la ejecución de trabajos de limpieza y descolmataion en el cauce del rio Chorobal, trabajado en el software Excel.

PRESUPUESTO REFERENCIAL

PRESUPUESTO REFERENCIAL									
PROYECTO	LIMPIEZA, DESCOLMATACION Y FORESTACION DEL CAUCE DEL RIO CHOROBAL, SECTOR EL INCA								
UBICACIÓN	Distrito	CHAO	Provincia	VIRU	Depart	LA LIBERTAD			
FECHA	Mar-21	LONG	641.00 m	ANCHO	30.00 ml	PROFUNDIDAD	0.50 ml		
ITEM	DESCRIPCION					UNIDAD	METRADO	PRECIO	PARCIAL
1.00	LIMPIEZA, DESCOLMATACION Y FORESTACION DEL CAUCE DEL RIO CHOROBAL, SECTOR EL INCA								
1.01	OBRAS PRELIMINARES								19,625.74
1.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 3.60m X 4.80m					und	1.00	1541.47	1,541.47
1.01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA					glb	1.00	11780.66	11,780.66
1.01.03	HABILITACION DE CAMINO DE ACCESO					km	0.641	9834.02	6,303.61
1.02	TRABAJOS PRELIMINARES								2,067.81
1.02.01	TRAZO Y REPLANTEO					km	0.641	1773.73	1,136.96
1.02.02	CONTROL TOPOGRAFICO					km	0.640	1454.45	930.85
2.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS								186,338.70
2.01	LIMPIEZA Y DESCOLMATACION CAUCE DEL RIO CHOROBAL					m3	9615.00	4.88	46,921.20
2.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE					m3	9615.00	14.50	139,417.50
3.00	REFORESTACION								1,742.64
3.01	HABILITACION Y SUMINISTRO DE PLANTONES					und	212.00	5.48	1,161.76
3.02	EXCAVACIO DE HOYOS Y PLANTACION					und	212.00	2.38	504.56
3.03	RIEGO Y MANTENIMIENTO					und	212.00	0.36	76.32
COSTO DIRECTO								209,774.89	
GASTOS GENERALES (8%)								16,781.99	
UTILIDADES (10%)								20,977.49	
SUB TOTAL								247,534.37	
IGV (18%)								44,556.19	
TOTAL								292,090.55	

Figura 41. Estimación del presupuesto referencial para la ejecución de trabajos de limpieza y descolmataion en el cauce del rio Chorobal, trabajado en el software Excel.

DESCRIPCIÓN: Resultados - Objetivo 04

Los resultados obtenidos en base al desarrollo del cuarto objetivo relacionado a proponer una medida técnica estructural de solución que reduzca el riesgo existente en el tramo del Rio Chorobal límite con el sector El Inca, se describe que al determinarse un nivel de riesgo medio por desborde, la medida técnica estructural de solución planteada fue la ejecución de los trabajos de limpieza, descolmatación y forestación de las defensas del Rio Chorobal, en el tramo de estudio en ese sentido, se planteó la ejecución de los trabajos obteniendo que, se ejecutaran trabajos de limpieza y descolmatación de 641.00 metros del rio Chorobal límite con el sector El Inca, con un ancho de cauce de 30 metros, por una profundidad de limpieza de 0.50 metros, para lo cual se estimó un costo por los trabajos descritos de 292, 090.55 soles, en donde se incluyen la plantación de 106 plántones de algarrobo en ambos márgenes del río, haciendo un total de 212 plántones, los cuales servirán como defensas vivas frente a máximas avenidas.

V. DISCUSIÓN.

En el análisis de la discusión de los resultados se presenta dando referencia a los manuales o guías referentes del tema en estudio y con las investigaciones realizadas por otros autores. Por otro lado, el siguiente análisis es realizado con el fin de poder determinar la Identificación de riesgo de desborde en el río Chorobal-Tramo sector El Inca.

A partir de los resultados obtenidos con el objetivo de determinar el levantamiento topográfico del tramo en estudio del río Chorobal, en comparación con la investigación de Hernández (2018), en donde se centró en identificar el riesgo de desborde que presenta el río Lacramarca, en el distrito de Chimbote, luego de realizar su estudio topográfico entre los tramos de Pampa Dura hasta San José, se encontraron pendientes graves provocado por los diferentes niveles de terreno, las mismas que son índice a que frente una ocurrencia extraordinaria del caudal del río, las condiciones del terreno sean cómplices de un desborde de sus aguas, caso contrario sucedió en nuestra investigación ya que se identificaron en el estudio los niveles de terreno que se encuentran tanto en el cauce del río Chorobal, como en la faja marginal y en la llanura de inundación, los mismos que guardan relación con el estudio de evaluación de riesgo en el centro poblado de Chao realizado por CENEPRED en el año 2017, a causa del fenómeno del Niño Costero, en donde se identificaron que el distrito de Chao cuenta con pendientes relativamente graves.

En tal sentido como resultado del estudio topográfico se obtuvo una pendiente del cauce, para el análisis de la pendiente existente se obtuvo un nivel de terreno a nivel de rasante en la progresiva 0+641 km de 177.71 m, así mismo hasta llegar a la progresiva 0+000 km con un nivel de rasante de 124.24 m. por lo cual nos arroja una pendiente aproximada de 8.34%, por lo cual nos indica que no presenta graves pendientes en el nivel de terreno por debajo del tirando de agua). La topografía del terreno es muy importante para poder contrastarlo con los modelamientos hidráulicos, para entender el comportamiento del cauce en sus diferentes componentes. En el análisis de las secciones transversales,

se identificaron dichas secciones las mismas que fueron importantes para determinar con el análisis hidráulico si estas secciones están preparadas para soportar caudales máximos a los que actualmente contienen, haciendo propicia la evaluación de sus límites y el estado situacional de los diques de protección de rivera. Las secciones transversales se evaluaron cada 50 metros, para determinar si fuese el caso puntos críticos por secciones.

Asimismo, respecto a los resultados obtenidos con el objetivo de determinar el nivel de peligro y riesgo a través de la elaboración de mapas en el área de estudio, en la tesis de Hernández (2018), debido a las condiciones de terreno y la recopilación de datos, seguido de su análisis hidráulico se determinó un nivel de riesgo de desborde Muy Alto en su tramo de estudio del Río Lacramarca, ubicado en la ruta de Pampa Dura hasta San José identificándose el peligro y riesgos por medios de mapas, además de los posibles daños y perjuicios que afectaría a la población vulnerable en el área de influencia. De igual forma en la tesis de Loyola (2019), que se centró en la evaluación del nivel de riesgo de inundación, generado por el barranco del Río Grande en el tramo que va desde el Puente Candopata al Puente Cumbicus en la ciudad de Huamachuco, debido a los estudios topográficos, hidrológicos e hidráulicos se determinó que el nivel de riesgo por desborde en el lecho del barranco del río Grande es Muy Alto, por lo cual se plantearon en sus tesis medidas de solución estructurales y no estructurales.

Sin embargo en la presente investigación con los resultados del levantamiento topográfico se ejecutó el análisis hidráulico del tramo del Río Chorobal, en base a la recolección de datos y episodios se procedió a buscar las fuentes para la recolección de datos hidrológicos históricos, los mismos que fueron obtenidos del Senamhi con los caudales instantáneos del Río Chorobal se realizó el cálculo del caudal de diseño y la simulación hidráulica de los mismos para tiempos de retorno de 25, 50, 100 y 200 años, los mismos que gracias al levantamiento topográfico se pudo hacer un análisis por secciones para identificar en que tramo existe la probabilidad de desborde del río, comprobándose que para los tiempos de retorno antes descritos y para caudales máximos de 22.913 m³/s para un Tr=25 años, 27.995 para un Tr=50

años, 33.076 m³/s para un Tr=100 años y un caudal de 38.157 m³/s para un Tr=200 años. Nos se identificó punto crítico de desborde debido a los aspectos hidráulicos del río, por lo que además se ejecutó mapas de peligro y riesgo, obteniendo que el tramo en estudio presenta un Nivel de Riesgo Medio de desborde que contrastado con la evaluación de riesgos realizada por CENEPRED en el distrito de Chao y en el centro poblado del Inca en donde se indica que el Río Chorobal presenta riesgo alto de desborde, pero no específicamente en el punto donde la investigación de realizo

Además, en esta tesis se idéntico demás aspectos tales como el tirante de agua, y la velocidad que flujo del cauce, factores que también son importantes y que aumentan la probabilidad de desborde del río en una máxima avenida, sin embargo estos factores se encontraron dentro de lo normal, según las tablas indicadas en la bibliografía establecidas por la Autoridad Nacional de Agua. Descrito el resultado de los ensayos hidráulicos del río, se indicó en la investigación que el Río Chorobal específicamente en el tramo de estudio que limita con el sector El Inca, presenta un riesgo de desborde Medio y que las medidas de control del riesgo que serán adoptadas, se ejecutarán en fiel cumplimiento.

Igualmente, respecto a los resultados obtenidos para cumplir con el objetivo de identificar puntos críticos de desborde a lo largo del Río Chorobal, límite con el sector El Inca, se indicó que no se ha logrado identificar alguno, luego del análisis hidráulico, al obtener una pendiente promedio del cauce de 8.34 % y además por ser esta una zona de baja incidencia de las inundaciones; justificado con el anexo n° 07, en donde se puede apreciar que los caudales máximos del río Chorobal se presentan en el mes de marzo, siendo en el año 2017 el caudal máximo alcanzado en los últimos 26 años y de acuerdo a los análisis hidráulicos en la simulación de cuales máximos para la infraestructura actual del río, se logró concluir o identificar que el río chorobal tramo límite con el sector el inca presenta un nivel de riesgo frente a inundación medio, sin embargo existe un mal mantenimiento de los diques de protección y en ciertos tramos como en la progresiva 0+150, existe el deterioro de un extremo del

dique, debido al poco mantenimiento periódico se le debe hacer, en ese sentido se busca mejorar ciertos tramos para reducir el riesgo medio de desborde.

En efecto, respecto a los resultados obtenidos para proponer una medida técnica estructural de solución que reduzca el riesgo existente en el tramo del Rio Chorobal límite con el sector El Inca, se trabajó con con la propuesta de descolmatar el cauce del rio y realizar trabajos de forestación en los extremos del dique para que sirvan como defensas vivas ante la amenaza de un caudal máximo extraordinario, se ejecutó un análisis del metrados en donde se estima un limpieza del cauce de 641 metros lineales de faja de rio, que equivale a 9, 615 m³ de material a eliminar, así mismo se pretende implementar la defensa vivía a través de plantones de algarrobo en ambas márgenes del rio a una distancia de 6 metros una de la otra haciendo un notal de 106 plantones por margen, todos los trabajos descritos ascienden a una inversión de (Doscientos noventa y dos mil noventa y 55/100 soles) S/ 292, 090.55.

Mientras tanto, la investigación de Hernández (2018), en el cual desarrolla un análisis de desborde del rio Lacramarca del departamento de Ancash, en el cual sus resultados obtenidos son un alto riesgo de desborde del rio en mención generando una huella de inundación grande, la cual implico establecer una medida de control y prevención, como la construcción de una defensa ribereña como medida estructural; como se deja manifiesto en la presente investigación se realizó el mismo procedimiento pero se encontró un nivel de riesgo por desborde Medio, y la medida de control y/o prevención adoptada será la ejecución de los trabajos de limpieza y descolmatacion del cauce del Rio en estudio, evidenciándose que el riesgo nunca es nulo y es necesario realizar las actividades de prevención y mitigación de peligros por desbordamiento de rio a consecuencia de máximas avenidas extraordinarias en el Rio Chorobal.

Por otro lado, en la tesis de Loyola (2019), que se centró en la evaluación del nivel de riesgo de inundación, generado por el barranco del Río Grande en el tramo que va desde el Puente Candopata al Puente Cumbicus en la ciudad de Huamachuco, luego de los estudios de evaluación de riesgos en el lugar, se determinó un nivel de Riesgo Alto de desborde, para lo cual se implementaron medidas estructurales de solución como la construcción de un muro de

contención antivuelco en el sector Puente Candopata, además se propuso la construcción de defensas ribereñas con enrocado para la protección de los pilares del puente y la ribera cercana a viviendas, al tratarse de un riesgo de exposición Muy Alto, las medidas estructurales son más estrictas, caso contrario sucedió en nuestra investigación en donde los niveles de exposición y niveles de riesgo de desborde es Medio, en tal sentido como se describe líneas arriba las medidas de solución estructural fue: ejecución de trabajos de limpieza y descolmatación del cauce del Río Chorobal, de igual manera el mejoramiento de las márgenes de río, con la colocación de defensas vivas (plantones de algarrobo) en las márgenes del Río Chorobal.

VI. CONCLUSIONES.

1. En el desarrollo del primer objetivo específico de la investigación en la ejecución el levantamiento topográfico, se verifico en campo que la zona en estudio no presenta pendientes fuertes, obteniéndose una pendiente promedio de 8.34% producida por un desnivel de las cotas, encontrándose como cota mayor un valor de 177.71 m y cota menor de 124.24 m. ubicada en la progresiva 0+000 km con un recorrido total del cauce de rio en análisis de 641 m. Además el tramo en estudio del rio Chorobal, presenta un ancho de cauce de 30.00 m, así mismo se ratifica que el tramo en estudio abarca una longitud de 641 m, que van desde la progresiva 0+000 km a 300 metros aguas arriba del puente El Inca (punto de referencia), hasta la progresiva 0+641 km aguas abajo.
2. Para el desarrollo del segundo objetivo se identificó el nivel de riesgo a través de la elaboración de mapas y luego de haber realizado una simulación hidráulica del comportamiento del cauce de rio, en el software Hec-Ras, estimando caudales máximos de retorno para tiempos de $T=25$, $T=50$, $T=100$, $T=200$ años, obteniéndose caudales como 22.913, 27.995, 33.076 y 38.157 m³/seg, respectivamente tal y como se muestra en la Tabla N°04, ejecutada la simulación se procedió a contrastar la información para la elaboración de los mapas de identificación de riesgo, dando como resultado que no existe riesgo muy alto de inundación por desborde, por el contrario, presenta un nivel de riesgo Bajo en el tramo en estudio.
3. En el análisis de puntos críticos de desborde, se verifico in situ que el tramo en estudio está conformado en ambas márgenes por un dique de material de préstamo compactado, el mismo que se encuentra en óptimas condiciones, sin embargo, a la fecha existe maleza en el cauce por lo que una medida de reducción y prevención del riesgo de desborde seria la ejecución de trabajos de limpieza y descolmatacion del cauce.
4. Como propuesta técnica de solución al no generar un nivel Muy Alto de desborde, se planteó la iniciativa de ejecutar trabajos de limpieza y

descolmatacion de 641.00 metros del rio Chorobal límite con el sector El Inca, con un ancho de cauce de 30 m, por un profundidad de limpieza de 0.50 m, demandando de una inversión aproximada de 292, 090.55 soles, en donde se incluye trabajos de limpieza, descolmatacion y forestación en ambas márgenes del trayecto del Rio Chorobal, establecido como una medida de protección como defensa viva, para la protección del dique de protección el mismo que es de material de préstamo y que además se deberán ejecutar trabajos de mantenimiento a la estructura en mención.

VII. RECOMENDACIONES.

1. Para poder analizar futuros escenarios de inundación fluvial en el ámbito de estudio se puede realizar trabajos topográficos de mayor detalle que involucren las zonas más probables de inundación. En la presente investigación se ejecutó el levantamiento topográfico del cauce de río y de la llanura de inundación, sin embargo para futuros análisis se recomienda poder realizar el levantamiento topográfico de las calles del sector el inca, en donde está involucrada la población para poder desarrollar estimaciones más certeras de peligros por inundación fluvial en el ámbito de estudio.
2. Al obtenerse un nivel de riesgo bajo frente al riesgo de inundación por desborde, esto no significa que una máxima avenida el cauce de río pueda ceder, en ese sentido se recomienda realizar trabajos de mantenimiento periódico o rutinarios según sea el caso a los diques de material de préstamo compactado, de tal forma que se evite la erosión de los mismos a causa de caudales extraordinarios que a la fecha no han tenido presencia en el área de estudio.
3. Habiéndose elaborado la propuesta técnica de solución para prevenir la mala circulación del cauce, se espera que las autoridades competentes de los asuntos relacionados a la prevención y reducción del riesgo de desastres, tomen en cuenta la presente investigación y se puedan ejecutar las acciones recomendadas en la tesis, como es la pronta ejecución de los trabajos de limpieza, descolmatación y forestación del cauce del río en estudio. Además se debería considerar en implementar la instalación de estaciones pluviométricas; a fin de monitorear y registrar información hidrológica que permite en adelante generar data para complementar información referente a caudales de eventos extraordinarios que se presenten.
4. Descrita la medida estructural de solución, también se deberá implementar medidas no estructurales en la cual la Municipalidad a través de la Unidad y/ área correspondiente y con el apoyo del centro de operaciones de emergencia regional (COER) y el instituto nacional de defensa civil (INDECI) de la región, deberán de sensibilizar a la población residente de la zona

sobre los Sistemas de Alerta Temprana (SAT) comunitario, ejecutar Mapas de Evacuación, mapas de Zonas Seguras y la buena logística para la ayuda humanitaria de ser el caso. Así como la ejecución de talleres de sensibilización a la población en temas de gestión del riesgo de desastres.

REFERENCIAS.

Autoridad Nacional del Agua ANA. Reglamento para la delimitación y mantenimiento de fajas marginales [en línea]. Lima - Perú: ANA, 2016. [fecha de consulta: 15 de enero 2021]. Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/per167827anx.pdf>

BUENAÑO Sanginés, Diana. Diagnóstico de vulnerabilidades y capacidades sociales en las familias que habitan en el sector Nueva Prosperina para la identificación de estrategias de reducción de riesgos frente a la amenaza de deslizamientos e inundaciones. [en línea]. Trabajo de titulación. Guayaquil - Ecuador: Universidad Casa Grande – Facultad de administración y ciencias políticas, 2013. [Fecha de consulta: 22 de enero del 2021]. Disponible en: <http://repo.floodalliance.net/jspui/handle/44111/2399>

CALLALE Cueto, Clara. Análisis del riesgo de desastres en zona urbana periférica en el Asentamiento Humano Lomas de Nocheto, Santa Anita, Lima – 2016 [en línea]. Tesis de Titulación. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú [consulta: fecha de consulta: 15 de enero del 2021]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/7672>

Caritas del Perú. Informe final de llamamiento de emergencia por inundaciones y huaycos en el Perú generados por el Fenómeno del niño costero - 2017 [en línea]. Callao: Caritas del Perú, 2017. [fecha de consulta: 10 de enero 2021]. Disponible en: https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/sistematizacion_ea.pdf

CASTRILLON Ocampo, Yully. Estrategias para el control de inundaciones en la zona urbana de la cuenca del río Meléndez [en línea]. Tesis de Titulación. Cali – Colombia, 2014: Universidad del Valle – Facultad de ingeniería [consulta: fecha de consulta: 15 de enero del 2021]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/7667/3750-0446268.pdf;jsessionid=A365712D641355185B0429A2F4849B3E?sequence=1>

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres CENEPRED. Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales [en línea]. Lima - Perú: CENEPRED, 2º versión. 2015. [fecha de consulta: 15 de enero 2021]. Disponible en: https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf

CHOW, Ven Te. Hidráulica de canales abiertos [en línea]. Colombia: McGraw-Hill Inc., 2004. [fecha de consulta: 15 de enero 2021]. Disponible en: https://www.u-cursos.cl/usuario/037b375d320373e6531ad8e4ad86968c/mi_blog/r/2_Chow_Ven_Te_-_Hidraulica_De_Canales_Abiertos.PDF

Concepto Definicion. Concepto de Climatología. 2016 Disponible en: <http://conceptodefinicion.de/climatologia/>

Definicion ABC. Definicion de Intensidad. 2017. Disponible en: <https://www.definicionabc.com/general/intensidad.php>

Enciclopedia Cultural, Cual es el significado de caudal – Concepto, Definición, que es caudal. [en línea], 2013. [Fecha de consulta: 11 de enero del 2021]. Disponible en: <https://edukavital.blogspot.com/2013/03/caudal.html>

FERNANDEZ, Alex. Mapas de riego para evitar desastres naturales. [en línea], 2009. [Fecha de consulta: 11 de enero del 2021]. Disponible en: <https://www.consumer.es/medio-ambiente/mapas-de-riesgos-para-evitar-desastres-naturales.html>

FERNANDEZ, Juan, PUICON, Julio. Determinación del caudal de avenida para un periodo de retorno de 100años en el rio Lacramarca. Chimbote – Perú, 2005.

FLORENCIA, Ucha. Velocidad. Definición ABC. [en línea], 22 de diciembre del 2008. [Fecha de consulta: 11 de Julio de 2017]. Disponible en: <https://www.definicionabc.com/general/velocidad.php>

GARDEY, Ana y PORTO, Julián. Definición de clima [en línea], 2012. [Fecha de consulta: 22 de enero del 2021] Disponible en: <http://definicion.de/clima/>.

GUILLERMO, Pérez, 2018. Ciclo Hidrológico. En: Ciclo Hidrologico.com [en línea]. Disponible en: <https://www.ciclohidrologico.com/hidrologia> [fecha de consulta: 25 de enero del 2021].

HERNANDEZ Maceda, Manuel. Identificación de riesgo de desborde en el río Lacramarca – tramo pampa dura – San José – propuesta de solución 2018 [en línea]. Nuevo Chimbote - Perú: Universidad Cesar Vallejo - Facultad de Ingeniería, 2018 [Fecha consulta: 2 de enero 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/23749>

INGOL Blanco, Eusebio. Modelamiento Hidrológico Geoespacial Usando HEC- GeoHMS Aplicación a la Cuenca del Río Chilca agosto 2018. [en línea]. Lima - Perú: Autoridad Nacional del Agua, 2018. [fecha de consulta: 15 de enero 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/336737168_Modelamiento_Hidrologico_Geoespacial_Usando_HEC-GeoHMS_Aplicacion_a_la_Cuenca_del_Rio_Chilca_Agosto_2018 Doi: 10.13140/RG.2.2.11394.84169.

Instituto Nacional de Defensa Civil INDECI. Manual Básico para la estimulación de Riesgos. [en línea]. Lima: INDECI, 2006. [Fecha de consulta: 15 de enero 2021]. Disponible en: http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc319/doc319_contenido.pdf

IPCC. Cambio Climático 2014 informe de síntesis [en línea]. Ginebra: IPCC, 2015 [fecha de consulta: 5 de enero 2021]. Disponible en: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf

JAHOUH, Maha. Riesgos de origen natural. [en línea], 9 de mayo de 2012. [Fecha de consulta: 22 de enero del 2021] Disponible en: <https://sites.google.com/site/riesgosdeorigennatural/definicion-de-riesgos-naturales>

JODGSON, John. Muestreo y descripción de suelos. Oxford: Editorial Reverte S.A., 1987. 240pp.
ISBN: 8429110178

LLECLISH Hernández, Kevin, LOAYZA Briones, Luis. Propuesta de solución para evitar inundaciones provenientes de la Quebrada San Idefonso [en línea]. Trabajo de titulación. Trujillo - Perú: Universidad Privada Antenor Orrego – Facultad de ingeniería, 2017. [Fecha de consulta: 22 de enero del 2021]. Disponible en: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/3604>

LOYOLA Morales, Juan. Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada del cauce del Río Grande, tramo desde el Puente Candopata hasta el Puente Cumbicus de la ciudad de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión – La Libertad [en línea]. Perú: Universidad Cesar Vallejo - Facultad de Ingeniería, 2019 [Fecha consulta: 2 de enero 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31347>

MENDOZA Solís, Miguel. Evaluación del riesgo por inundación en la Quebrada Romero, del distrito de Cajamarca [en línea]. Trabajo de titulación. Cajamarca - Perú: Universidad Privada Antonio Urrelo – Facultad de ingeniería, 2017. [Fecha de consulta: 22 de enero del 2021]. Disponible en: <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/289>

MORENO Palacios, Cristian. Análisis del riesgo por inundación utilizando herramientas SIG para la cuenca del Rio Quito. [en línea]. Trabajo fin de grado. Manizales - Colombia: Universidad de Manizales – Facultad de ciencias e ingeniería, 2016. [Fecha de consulta: 22 de enero del 2021]. Disponible en:

http://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/2896/Moreno_Cristian_TrabajodeGrado_2016.pdf.pdf?sequence=1

MORILLO Mejía, Einer. Diseño y construcción del Centro de Sensibilización y Capacitación de riesgos y desastres, Provincia de Trujillo – La Libertad [en línea]. Trabajo de titulación. Trujillo - Perú: Universidad Privada Antenor Orrego – Facultad de ingeniería, 2014. [Fecha de consulta: 22 de enero del 2021]. Disponible en:

<https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/612>

NIÑO Fierro, Karen. Análisis del riesgo de inundaciones en Bogotá: Un enfoque desde la construcción social de riesgo. [en línea]. Tesis magistral. Bogotá - Colombia: Pontificia Universidad Javeriana – Facultad de arquitectura y diseño, 2012. [Fecha de consulta: 22 de enero del 2021]. Disponible en:

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/15414/Ni%C3%B1oFierroKarenNatalia2012.pdf?sequence=1>

NORIEGA Orangel de Jesús, GUTIÉRREZ ROJAS, Yeison, RODRÍGUEZ BARRIOS, Javier. Análisis de la vulnerabilidad y el riesgo a inundaciones en la cuenca baja del río Gaira, en el Distrito de Santa Marta. PROSPECTIVA [en línea]. 2011, 9 (2), 93-102 [fecha de Consulta 2 de enero de 2021]. ISSN: 1692-8261. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496250980014>

OLIVERA, Robinson. Revista América latino en movimiento. [en línea]. 2017. [Fecha de consulta: 11 de enero del 2021]. Disponible en:

<https://www.consumer.es/medio-ambiente/mapas-de-riesgos-para-evitar-desastres-naturales.html>

PÉREZ Jara, Javiera. Riesgo de Inundación Producto del Cambio Climático Caso de Estudio: Quebrada San Ramón [en línea]. Santiago, Chile: Universidad de Chile - Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, 2011 [Fecha consulta: 2 de enero 2021]. Disponible en:

<http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/104319>

Portal de arquitectura Arqhys. Equipo de redacción profesional. 2012. Periodo de retorno. En: Arqhys.com [en línea]. Disponible en: <http://www.arqhys.com/construccion/periodo-retorno.html> [fecha de consulta: 16 de enero del 2021].

Real Academia Española. Diccionario de la lengua española. [en línea], [Fecha consulta: 2 de enero 2021]. Disponible en: <http://dle.rae.es/?id=CYtLV69>.

RODRIGUEZ, Héctor. Inundaciones en zonas urbanas. Medidas preventivas y correctivas, acciones estructurales y no estructurales, 2012.

SALAZAR, Luis, CORTEZ, Luis, MARISCAL, Jorge. Manual N°2 Gestión comunitaria de riesgos. Lima: INDECI 2002 [fecha de consulta: 18 de enero del 2021]. Disponible en: <http://sinpad.indeci.gob.pe/UploadPortalSINPAD/gestionriesgos.pdf>

Sistema Nacional de Información para la prevención y atención de desastres [en línea]. 2017. [Fecha de consulta: 11 de enero del 2021]. Disponible en: http://sinpad.indeci.gob.pe/sinpad/emergencias/Evaluacion/Reporte/rpt_em_e_situacion_emergencia.asp?EmergCode=00084355.

SOLANO Zuñiga, Tatiana, VINTIMILLA Villavicencio, Natalia. Estudio fluviomorfológico del río Vinces y determinación de las áreas de inundación de la zona de influencia del Proyecto Pacalori aplicando HEC GeoRas [en línea]. Tesis de Titulación. Cuenca: Universidad de Cuenca [consulta: fecha de consulta: 15 de enero del 2021]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/4628>

TEMPLE, Eduardo. REVISTA Semestral de la red de estudios sociales en prevención de desastre en América Latina. Diciembre 1998, n° 9 Desastres y Sociedad. La Red [en línea]. Diciembre de 1998, n°9. [Fecha de consulta: 28 de enero de 2021]. Disponible en: <https://www.desenredando.org/public/revistas/dys/rdys07/dys-7-1.0-may-2-2002-TODO.pdf>

UNISDR, Terminología sobre Reducción de Riesgo de Desastres 2009 para los conceptos de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo. [en línea]. Ginebra: UNISDR, 2009. [Fecha de consulta: 2 de febrero de 2021]. Disponible en: https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf

VALDIVIA Vera, Waldir, VASQUEZ Choque, Pool, BENITES Cañote, Alexandra. Evaluación geológica de las zonas afectadas por el niño costero 2017 en la región Ancash [en línea]. Perú: INGEMMET., 2017 [fecha de consulta: 15 de enero 2021]. Disponible en: http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//3677_informe-tecnico-n0-a6763-evaluacion-geologica-de-las-zonas-afectadas-por-el-nino-costero-ancash-2017.pdf

VILCAHUAMÁN, Iván. Concepto de medidas de prevención para reducir el riesgo de desastres por huaicos en Ica [en línea]. Tesis de titulación. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2012. [Fecha de consulta: 22 de enero del 2021]. Disponible en: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5988/VILCAHUAMAN_IVAN_CONCEPTO_MEDIDAS_PREVENCION.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

ANEXO N°01

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Variables de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Riesgo de desborde	Es la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas de acción o efecto de desbordar o desbordarse un límite. Unisdr (2009, p. 29)	Para determinar el riesgo de desborde se debe identificar el área de influencia mediante el carácter geográfico, urbanístico y por medio de mapas se identificaran los riesgos a inundaciones en la zona de interés de la investigación.	área de influencia	carácter geográfico y urbanístico	razón
				información histórica de episodios	
			Mapas de riesgo	topografía	intervalo
			Datos Hidrológicos	caudal de rio	intervalo
				tirante hidráulico	intervalo
				velocidad	intervalo
				pendiente	intervalo

ANEXO N°02

MATRIZ DE CONSISTENCIA

formulación del problema	objetivos	variables e indicadores		metodología	
¿Cuál es el resultado de evaluar los riesgos ante amenazas de inundación por desborde del río Chorobal, sector el inca, Chao, Virú, La Liberad?	objetivo principal	variable : desborde de rio		Método.	CIENTIFICO
	Evaluar los riesgos ante amenazas de inundación por desborde del río Chorobal, sector El Inca, Chao, Virú, La Libertad.	área de influencia	carácter geográfico y estadístico	(Maraví, 2009, p. 58), expresa que el método científico es la estrategia general de la investigación	
			información histórica de episodios	tipo	APLICADA
	(Pittet, 2013 p. 5), manifiesta que el tipo aplicada busca conocer, actuar y modificar una realidad problemática.				
	Nivel	EXPLICATIVO			
	objetivos específicos	mapas de riesgo	topografía	(Hernández, 2014, p. 98), revela que el nivel explicativo se enfoca en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta.	
	Elaborar el levantamiento topográfico del cauce del río Chorobal, tramo límite con el sector El Inca.				
	Determinar el nivel de peligro y riesgo a través de la elaboración de mapas en el área de estudio		datos hidrológicos	caudal	Diseño
tirante				(Hernández, 2014, p.152), expresa que el diseño no experimental da inicio al estudio de los fenómenos tal como se den en su ambiente natural para finalmente ser analizado.	

	Identificar puntos críticos de desborde a lo largo del Rio Chorobal, límite con el sector El Inca.		velocidad	METODO DE INVESTIGACION
				POBLACION Y MUESTRA
	Proponer una medida técnica estructural de solución que reduzca el riesgo existente en el tramo del Rio Chorobal límite con el sector El Inca.		pendiente	En la presente investigación se tuvo como población y muestra a una unidad que está conformada por 641.00 ml del cauce del Rio Chorobal,
				TECNICA
				la técnica a usar es la técnica de la observación directa
				INSTRUMENTO
				se utilizó como instrumento una ficha de recolección de datos y encuesta por los investigadores

ANEXO N°03

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE INFORMACION

PROYECTO DE INVESTIGACION	FICHA TECNICA	FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO	EVALUACION DE RIESGOS ANTE AMENAZAS DE INUNDACION POR DESBORDE DEL RIO CHOROBAL, SECTOR EL INCA, CHAO, VIRU, LA LIBERTAD-2020		
INVESTIGADOR(ES)	CRISTIAN POOL GUILLEN CASTRO SIFUENTES PERAMAS HARO MAX		
I. INFORMACION GENERAL			
1.1. UBICACIÓN			
DEPARTAMENTO			
PROVINCIA			
DISTRITO			
LOCALIDAD			
CLIMA			
ALTITUD			
ZONA DE ESTUDIO			
II. ESTUDIO DE PROYECTO			
1.1. CUENCA			
AREA			
PERIMETRO			
1.2. TIPO DE COBERTURA VEGETAL	1.3. TIPO DE INFRAESTRUCTURA		
BOSQUE	FUENTE DE AGUA	FUENTE DE DESAGUE	
PURMA	CENTRALES TELEFONICAS	CANALES DE RIEGO	
OTRO	FUENTE DE ENERGIA	OTROS	
1.4. POBLACION Y VIVIENDA			
NUMERO DE VIVIENDAS	NUMERO DE FAMILIAS	VIVIENDAS POSIBLEMENTE AFECTADAS	
1.5 UNIDADES DE PRODUCCION			
TIPO DE PRODUCCION	Ha SEMBRADA	POSIBLE AREA AFECTADA (%)	OBSERVACIONES
MAIZ			
PALTA			
UVA			
PAPA			
YUCA			
CEBOLLA			
MARACUYA			
CAÑA DE AZUCAR			
SANIDA			
PLATANO			

ANEXO N°04
VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

JUICIO DE EXPERTOS SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO

INSTRUCCIONES

Coloque en cada casilla la letra correspondiente al aspecto cualitativo que le parece que cumple cada ítem y alternativa de respuesta, según los criterios que a continuación se detallan:

E= excelente B= bueno M=mejorar X= eliminar C= cambiar

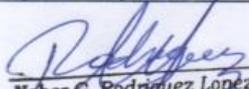
Las categorías a evaluar son: redacción, contenido, congruencia y pertinencia. En la casilla de observaciones puede sugerir el cambio o correspondencia.

preguntas		respuestas	observaciones
nº	ítem		
1	información general	D	
2	cuenca	B	
3	sistema unificado de clasificación de suelos	B	
4	pendiente	B	
5	tipo de cobertura vegetal	B	
6	tipo de infraestructura	B	
7	población y vivienda	B	
8	unidades de producción	B	

Evaluado por:

Nombre y Apellidos

Nóber Garat Rodríguez López.


Nóber G. Rodríguez López
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. N° 75739

DNI N° 30873011

FIRMA

CONSTANCIA DE VALIDACION

YO Nober Garate Rodriguez Lopez titular con DNI N° 32873011

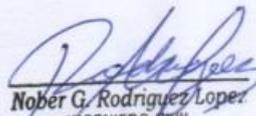
De profesión Ingeniero Civil ejerciendo actualmente como Residente de Obra. en la institución Obra Píblica.

Por medio del presente hago constar que he revisado con fines de validación del instrumento (ficha técnica) a los efectos de su aplicación al personal que estudia en Universidad Cesar Vallejo.

Que luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
congruencia de ítems			✓	
amplitud de conocimiento			✓	
redacción de ítems			✓	
calidad y precisión			✓	
pertinencia			✓	

Chao, 25 de febrero del 2021.


Nober G. Rodriguez Lopez
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. N° 75739

Firma

JUICIO DE EXPERTO INSTRUMENTO DE ENCUESTA

JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO

Coloque en cada casilla la letra correspondiente al aspecto cualitativo que le parece que cumple cada ítem y alternativa de respuesta, según los criterios que a continuación se detallan:

E= excelente B= bueno M=mejorar X= eliminar C= cambiar

Las categorías a evaluar son: redacción, contenido, congruencia y pertinencia. En la casilla de observaciones puede sugerir el cambio o correspondencia.

preguntas		respuestas	observaciones
nº	ítem		
1	usted ha recibido alguna capacitación sobre riesgos de inundación en su localidad	B	
2	en su localidad existe algún sistema de alerta temprana contra el peligro de inundación	B	
3	conoce usted las zonas seguras en su localidad para evacuar en caso de inundación	B	
4	ha participado usted en algún simulacro de prevención frente a inundaciones fluviales	B	
5	sabe usted si se viene realizando trabajos de limpieza en el cauce del río Chorobal en los últimos 6 meses	B	
6	estaría usted de acuerdo con la ejecución de alguna estructura de protección en el cauce del río chorobal	B	
7	ante la ocurrencia del fenómeno del niño costero del año 2017, su localidad sufrió algún daño	B	

Evaluado por:

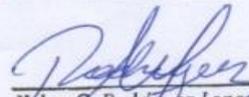
Nombre y Apellidos

Nober Garate Rodriguez López

DNI Nº

32873014

FIRMA


Nober G. Rodriguez Lopez
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 75739

CONSTANCIA DE VALIDACION

YO Nóber Garote Rodríguez López titular con DNI Nº 32873011

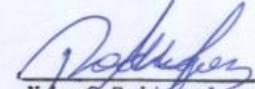
De profesión Ingeniero Civil ejerciendo actualmente como Residente de Obra. en la institución Obra Pública.

Por medio del presente hago constar que he revisado con fines de validación del instrumento (ficha técnica) a los efectos de su aplicación al personal que estudia en Universidad Cesar Vallejo.

Que luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
congruencia de ítems			✓	
amplitud de conocimiento			✓	
redacción de ítems			✓	
calidad y precisión			✓	
pertinencia			✓	

Chao, 25 de febrero del 2021.


Nóber G. Rodríguez López
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 75739

Firma

ANEXO N°05

ENCUESTA

1. ¿Ha recibido usted alguna capacitación sobre riesgos de inundación en su localidad?
 - a. Si
 - b. No
 - c. Nunca
 - d. No opina

2. ¿En su localidad existe algún sistema de alerta temprano contra el peligro de inundaciones?
 - a. Si
 - b. No
 - c. Nunca
 - d. No opina

3. ¿Conoce usted las zonas seguras de su localidad para evacuar en caso de inundación?
 - a. Si
 - b. No
 - c. Nunca
 - d. No opina

4. ¿Ha participado usted en algún simulacro de prevención frente a inundaciones fluviales?
 - a. Si
 - b. No
 - c. Nunca
 - d. No opina

5. ¿Sabe usted si se viene realizando trabajos de limpieza en el cauce del río Chorobal en los últimos 6 meses?
 - a. Si
 - b. No
 - c. Nunca
 - d. No opina

6. ¿Estaría de acuerdo con la ejecución de alguna estructura de protección en el cauce del río Chorobal?
 - a. Si
 - b. No
 - c. Nunca
 - d. No opina

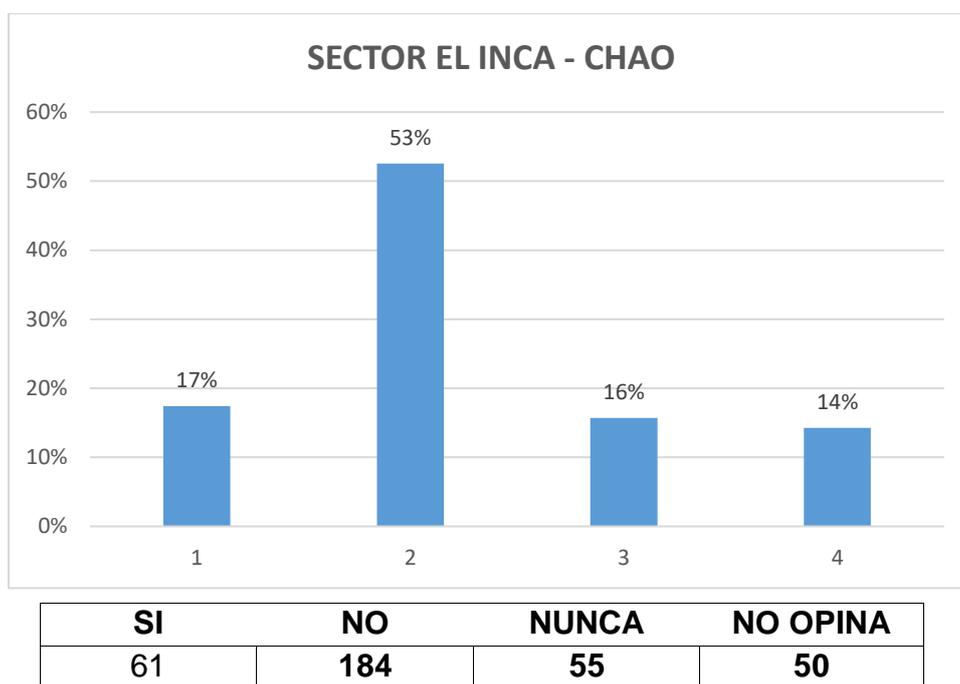
7. ¿Ante la ocurrencia del fenómeno del niño costero del año 2017, su localidad sufrió algún daño?
 - a. Si
 - b. No
 - c. Nunca
 - d. No opina

ANEXO N°06

RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LA ENCUESTA

Se realizó una encuesta a los pobladores del sector El Inca del distrito de Chao, Para la obtención del diagnóstico de prevención de riesgos ante inundaciones fluviales, la cual estas fueron las siguientes preguntas:

Grafica N° 01 ¿HA RECIBIDO USTED ALGUNA CAPACITACION SOBRE RIESGOS DE INUNDACIONES EN SU LOCALIDAD?

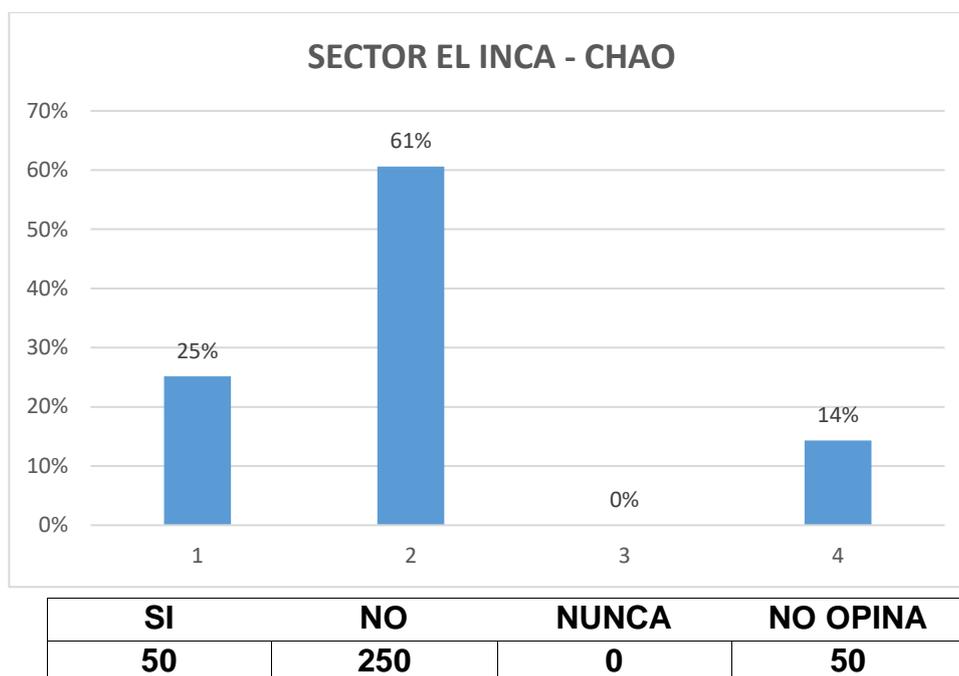


Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACION:

El grafico N°01, podemos observar que el 53% de la población del sector El Inca – Chao no recibió ningún tipo de capacitación sobre el riesgo de inundaciones, el 17% afirma que si recibió capacitaciones sobre los riesgos de inundaciones. Luego el 16 % nos indica que nunca ha recibido capacitaciones sobre el riesgo de inundación y otro 14% no opina al respecto de las capacitaciones sobre los riesgos de inundaciones

Grafica N°02 ¿EN SU LOCALIDAD EXISTE ALGUN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANO CONTRA EL PELIGRO DE INUNDACIONES?

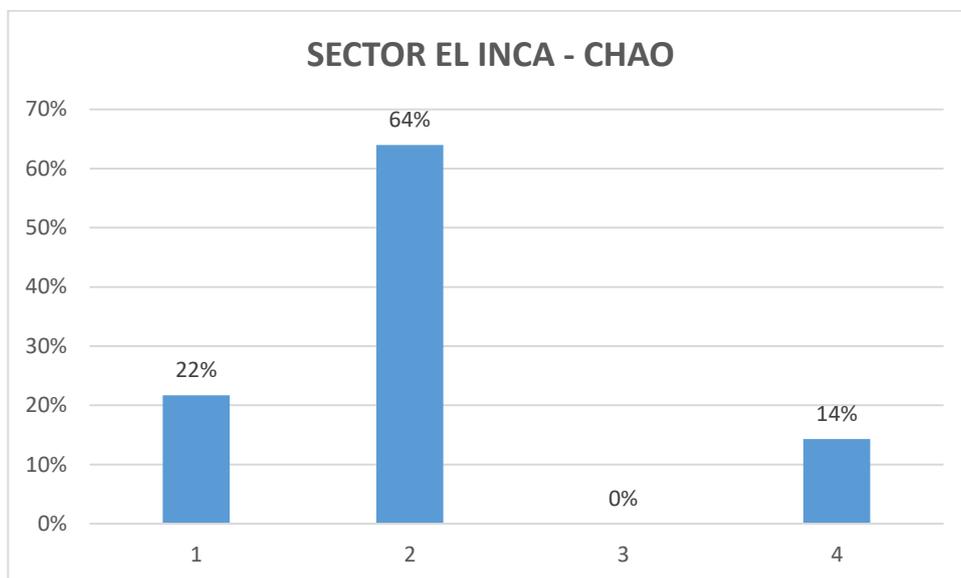


Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

El gráfico N°02, se puede observar que el 61% de la población del sector El Inca – Chao afirma que no existe algún sistema de alerta temprano para la prevención contra el peligro de inundaciones sin embargo otro 25 % afirma que si existe un sistema de alerta temprano para la prevención contra el peligro de inundaciones. Asimismo, tenemos un 14 % que no opina al respecto del sistema de alerta temprano para la prevención contra el peligro de inundaciones.

Grafica N°03 ¿CONOCE USTED LAS ZONAS SEGURAS DE SU LOCALIDAD PARA EVACUAR EN CASO DE INUNDACION?



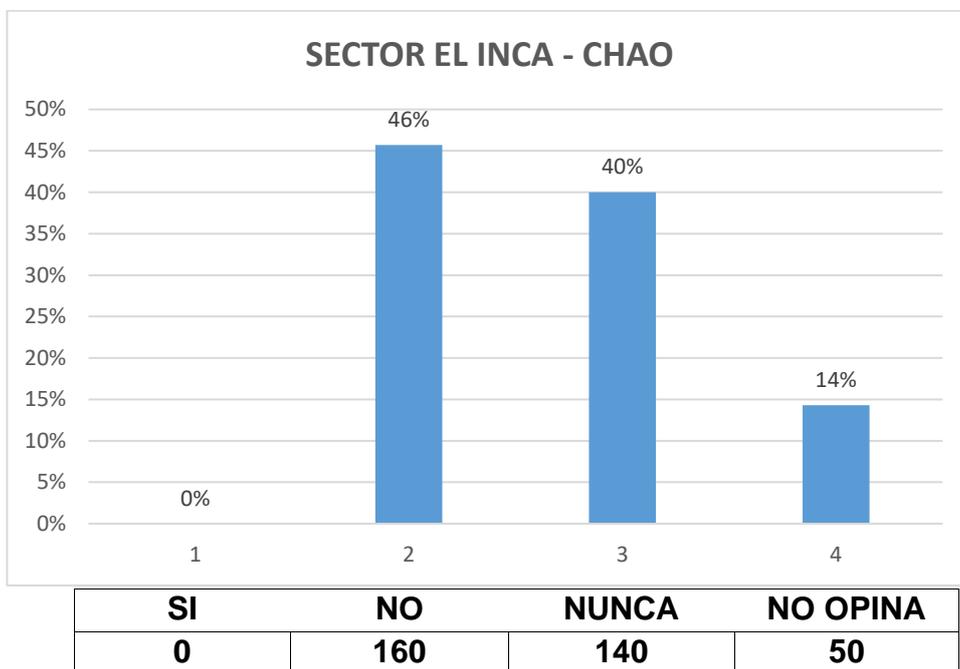
SI	NO	NUNCA	NO OPINA
76	224	0	50

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

El Grafico N° 03, podemos observar que el 64% de la población del sector El Inca – Chao afirma no conocer las zonas seguras de su localidad para evacuar en caso de inundación. También tenemos que el 22 % de la población del sector si conoce las zonas seguras de su localidad para evacuar en caso de inundación. Luego podemos observar que el 14% de la población del sector no opina acerca de si conoce o no las zonas seguras de su localidad para evacuar en caso de inundación.

Grafica N°4 ¿HA PARTICIPADO USTED EN ALGUN SIMULACRO DE PREVENCIÓN FRENTE A INUNDACIONES FLUVIALES?

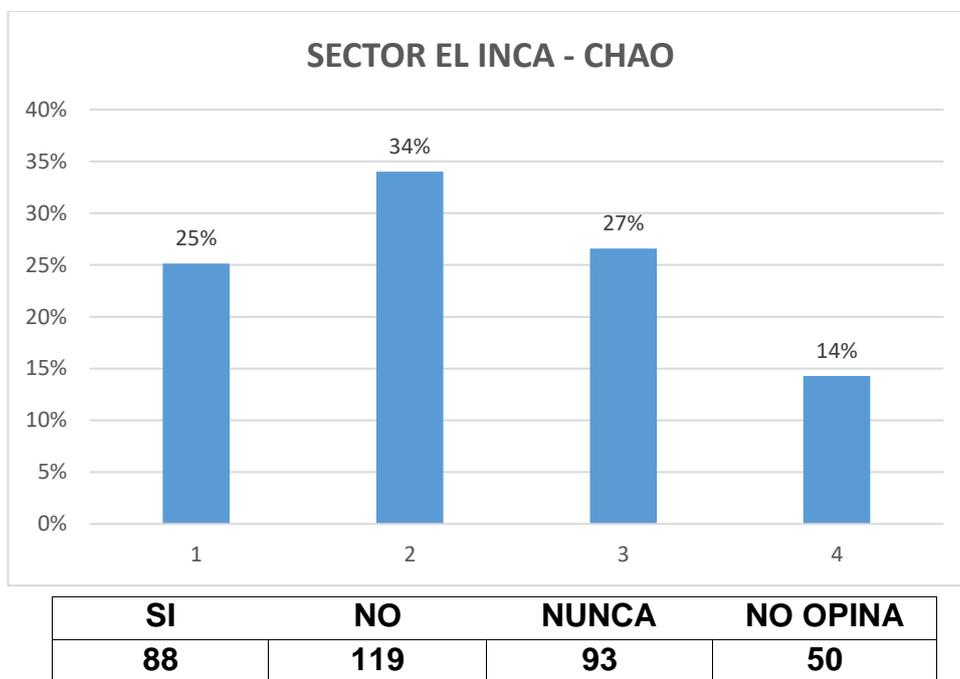


Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

El gráfico N° 4, se puede observar que el 46% de la población del sector El Inca – Chao afirma que no ha participado en algún simulacro de prevención frente a inundaciones fluviales de igual manera podemos observar que el 40 % de la población del sector El Inca-Chao afirma que nunca no ha participado en algún simulacro de prevención frente a inundaciones fluviales, por otro lado, tenemos al 14 % de la población del sector El Inca – Chao que no opina al respecto de si participo en algún simulacro de prevención frente a inundaciones fluviales.

Grafica N° 05: ¿SABE USTED SI SE VIENE REALIZANDO TRABAJOS DE LIMPIEZA EN EL CAUCE DEL RIO CHOROBAL EN LOS ULTIMOS 6 MESES?

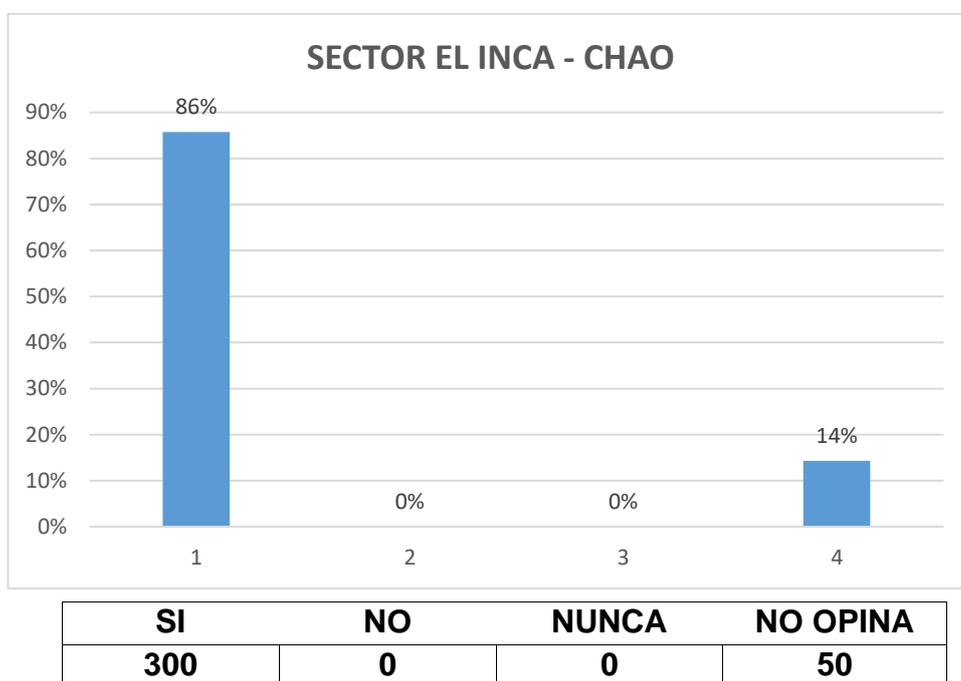


Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

El gráfico N° 5, muestra que el 34 % de la población del sector El Inca – Chao afirma que no sabe si se viene realizando trabajos de limpieza en el cauce del río Chorobal en los últimos 6 meses. Asimismo, el 27 % de la población del sector El Inca – Chao afirma que nunca ha tenido conocimiento acerca si se vienen realizando o no trabajos de limpieza en el cauce del río Chorobal. Por otro lado, el 25 % de la población del sector El Inca – Chao indica que si sabe acerca de los realizando trabajos de limpieza en el cauce del río Chorobal en los últimos 6 meses. Finalmente, el 14 % de la población del sector El Inca – Chao no opina al respecto.

Grafico N°06: ¿ESTARIA DE ACUERDO CON LA EJECUCION DE ALGUNA ESTRUCTURA DE PROTECCION EN EL CAUCE DEL RIO CHOROBAL?

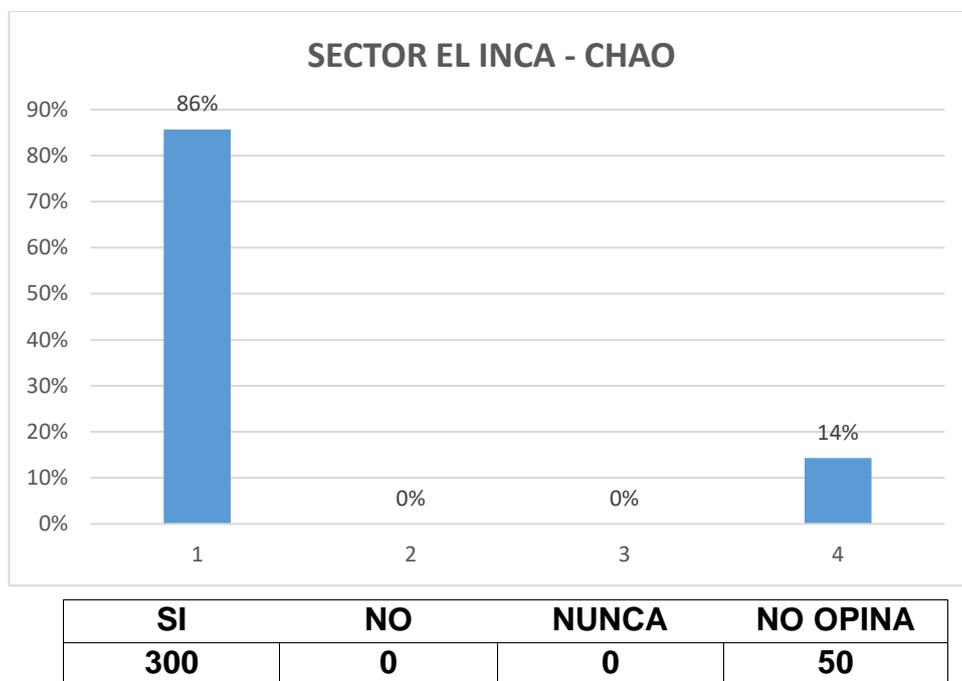


Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

El gráfico N° 06, nos muestra que el 86% de la población del sector El Inca – Chao si estaría de acuerdo con la ejecución de alguna estructura de protección en el cauce del Rio Chorobal, por otro lado, tenemos a un 14 % de la población del sector El Inca – Chao que no opina al respecto si estaría de acuerdo o no con la ejecución de alguna estructura de protección en el cauce del Rio Chorobal.

Grafico N° 07: **¿ANTE LA OCURRENCIA DEL FENOMENO DEL NIÑO COSTERO DEL AÑO 2017, SU LOCALIDAD SUFRIO ALGUN DAÑO?**



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

El gráfico N° 07, nos indica que el 86 % de la población del sector El inca – Chao si sufrió algún daño dentro de su localidad en el fenómeno del niño costero del año 2017 por otro lado tenemos un 0 % de la población del sector El inca – Chao que no sufrió algún daño dentro de su localidad en el fenómeno del niño costero del año 2017 asimismo otro 0 % de la población del sector El inca – Chao que nunca ha sufrido algún daño dentro de su localidad en el fenómeno del niño costero del año 2017. Finalmente un 14 % del sector El inca – Chao no opina acerca si sufrió o no algún daño dentro de su localidad en el fenómeno del niño costero del año 2017.

ANEXO N°07

**REGITRO DE CAUDALES RIO CHOROBAL DESDE EL AÑO 1995 AL 2020
OBTENIDOS DE LA PAGINA WEB DE SENAMHI**

AÑOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS	SETI	OCT	NOV	DICIEM
1995	0.001	0.002	1.001	1.735	0.954	0.202	0.100	0.081	0.003	0.000	0.000	0.000
1996	0.000	0.541	0.356	1.004	0.242	0.102	0.102	0.054	0.000	0.000	0.000	0.000
1997	0.003	0.003	0.023	1.725	0.456	0.234	0.091	0.450	0.000	0.001	0.000	0.000
1998	0.001	0.012	0.210	1.902	0.248	0.102	0.076	0.070	0.001	0.000	0.000	0.002
1999	0.190	0.235	0.123	0.340	0.540	0.104	0.096	0.046	0.023	0.001	0.000	0.000
2000	0.102	0.091	1.010	0.123	0.727	0.560	0.109	0.098	0.000	0.023	0.001	0.000
2001	0.192	0.134	0.030	0.567	0.300	0.300	0.102	0.045	0.023	0.019	0.000	0.002
2002	0.092	0.201	0.720	0.365	0.456	0.356	0.086	0.082	0.031	0.021	0.016	0.000
2003	0.100	0.195	0.460	0.267	0.023	0.345	0.920	0.102	0.056	0.043	0.000	0.003
2004	0.000	0.002	1.001	1.740	0.954	0.107	0.100	0.054	0.000	0.000	0.000	0.000
2005	0.000	0.541	0.356	1.424	0.369	0.102	0.102	0.070	0.001	0.000	0.000	0.002
2006	0.106	0.301	1.034	0.340	0.540	0.203	0.096	0.046	0.012	0.001	0.000	0.000
2007	0.000	0.234	1.204	0.192	0.521	0.560	0.109	0.098	0.000	0.023	0.001	0.000
2008	0.210	0.450	0.105	0.567	0.300	0.300	0.102	0.045	0.023	0.019	0.000	0.002
2009	0.095	0.344	1.034	0.365	0.456	0.356	0.086	0.082	0.043	0.021	0.016	0.000
2010	0.024	0.240	0.234	0.267	0.350	0.345	0.920	0.102	0.056	0.058	0.000	0.003
2011	0.145	0.091	1.923	0.340	0.540	0.203	0.096	0.046	0.023	0.001	0.000	0.000
2012	0.109	0.020	1.020	1.023	0.556	0.560	0.109	0.098	0.000	0.023	0.001	0.000
2013	0.023	0.985	1.182	0.567	0.300	0.123	0.102	0.045	0.023	0.019	0.000	0.002
2014	0.006	12.167	17.867	0.833	0.801	0.100	0.098	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000
2015	2.233	2.133	2.022	0.933	0.353	0.102	0.076	0.070	0.001	0.000	0.000	0.002
2016	0.190	0.560	0.780	0.340	0.540	0.203	0.096	0.046	0.023	0.001	0.000	0.000
2017	0.000	5.130	39.000	18.670	1.000	0.300	0.300	0.098	0.000	0.023	0.001	0.000
2018	0.290	0.450	0.154	0.567	0.300	0.300	0.102	0.045	0.023	0.019	0.000	0.002
2019	0.196	0.344	0.838	0.365	0.456	0.356	0.086	0.082	0.031	0.021	0.016	0.000
2020	0.169	0.240	0.043	0.267	0.350	0.345	0.920	0.102	0.056	0.058	0.000	0.003
N°Registros	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Promedio	0.172	0.986	2.836	1.416	0.486	0.264	0.199	0.084	0.017	0.015	0.002	0.001
Máximo	2.233	12.167	39.000	18.670	1.000	0.560	0.920	0.450	0.056	0.058	0.016	0.003
Mínimo	0.000	0.002	0.023	0.123	0.023	0.100	0.076	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000

ANEXO N°08

PLANOS

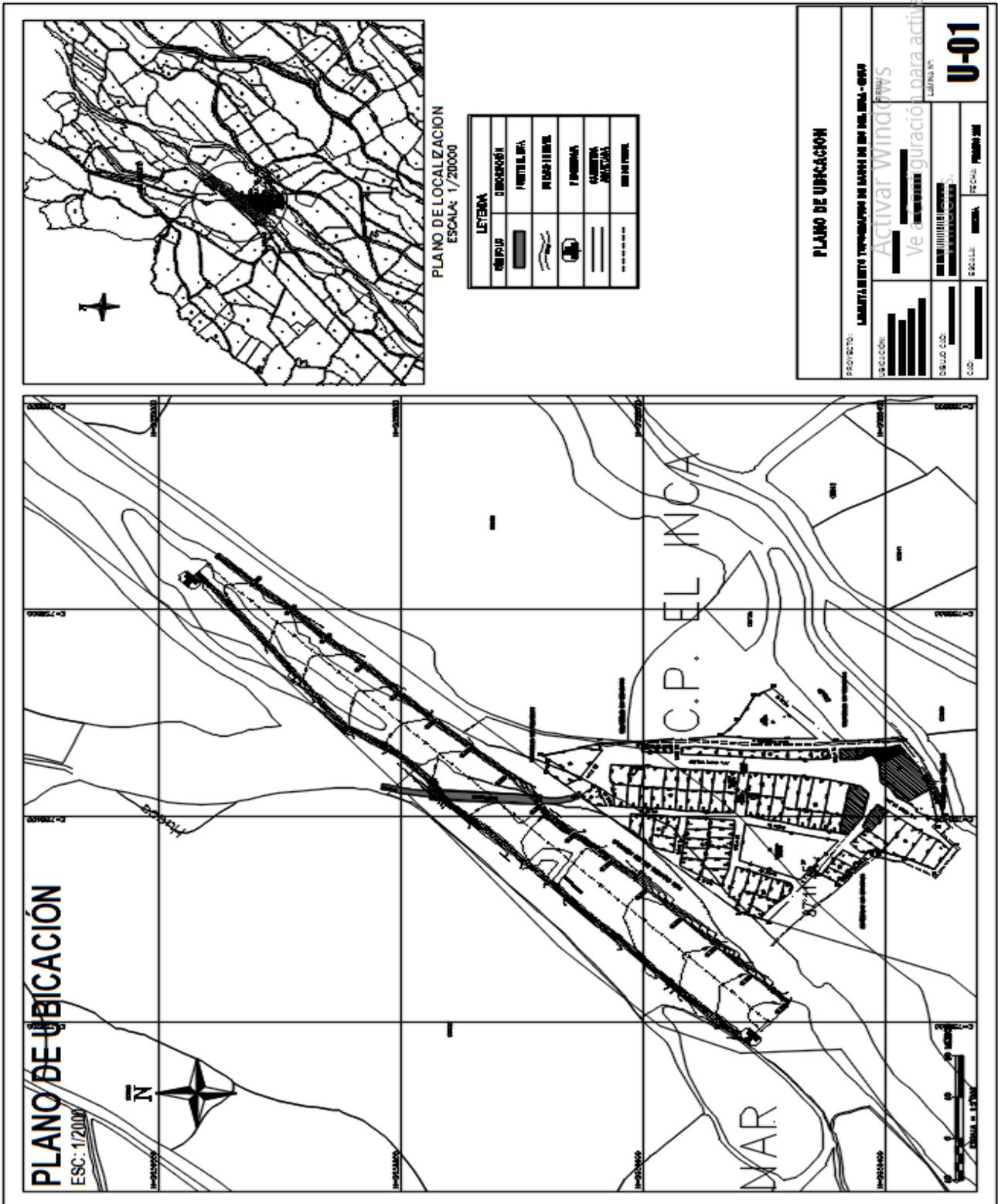


Figura 42. Plano de Ubicación y localización del área en estudio, rio Chorobal, sector el inca, distrito de Chao, Virú, La Libertad.

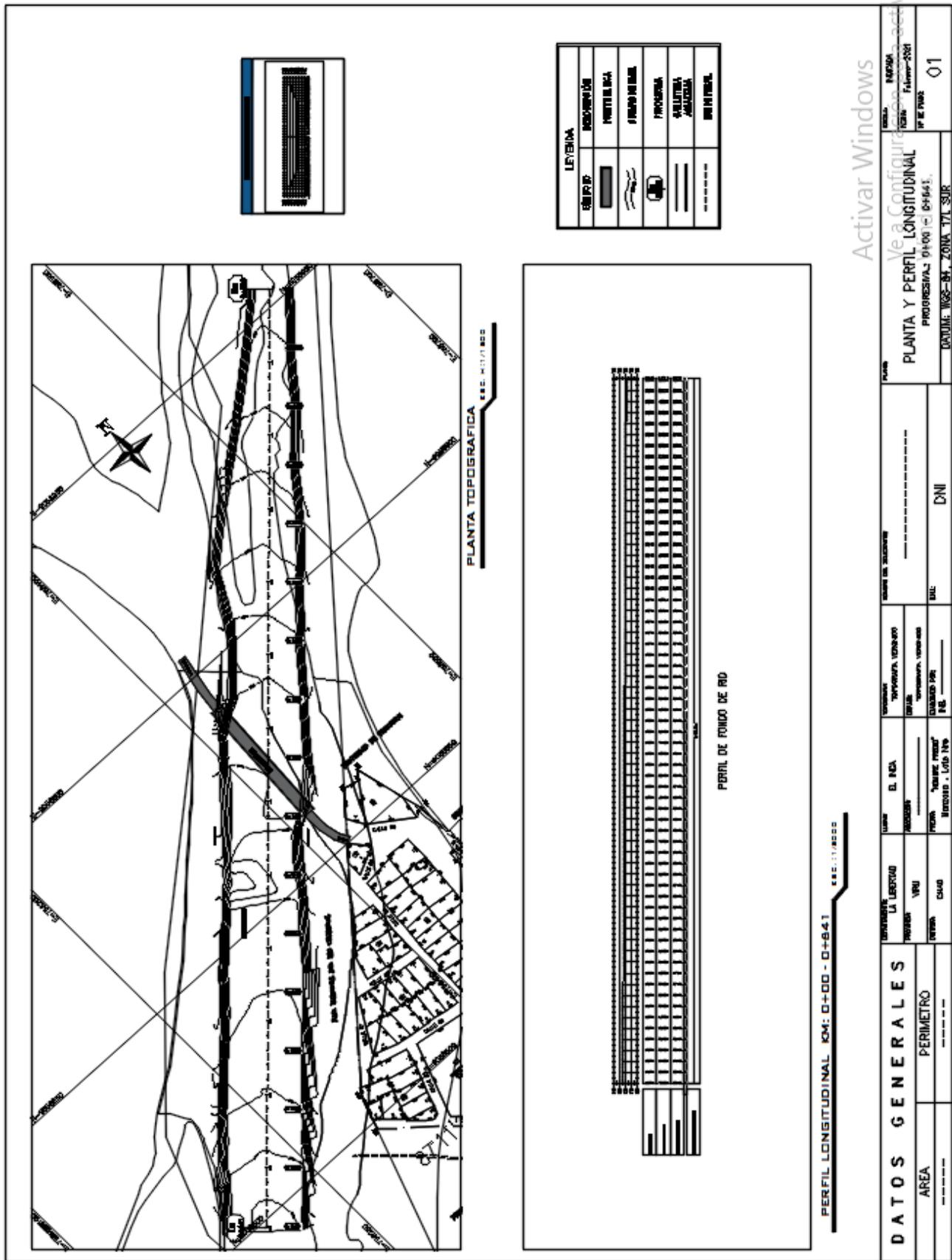


Figura 43. Plano topográfico, curvas de nivel y perfil del río Chorobal, sector El Inca, distrito de Chao, Virú, La Libertad.

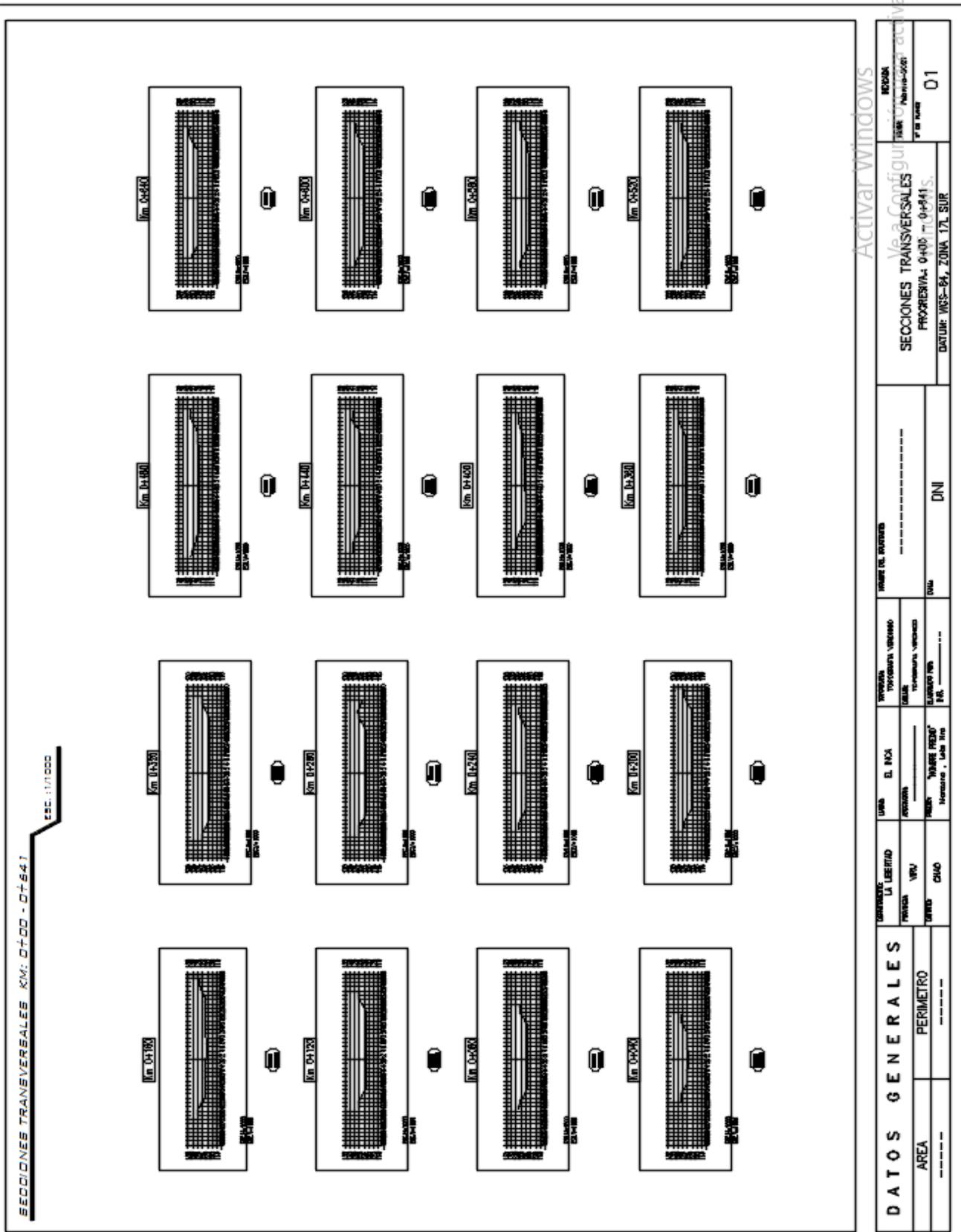


Figura 44. Plano de secciones transversales, ejecutadas cada 50 metros, en el cauce del río Chorobal, sector El Inca, distrito de Chao, Virú, La Libertad.

ANEXO N°09
PANEL FOTOGRAFICO



Figura 45. Ribera del Río Chorobal, en el tramo límite con el sector El Inca, cauce con presencia de vegetación



Figura 46.: Puente El Inca, tomado como punto de referencia de la zona de estudio



Figura 47. Ribera del río Chorobal, sector El Inca, margen derecho conformado por dique de material de préstamo compactado, se verifica cauce de río con vegetación, en la progresiva 0+450km



Figura 48. Verificación del ancho de faja marginal, se aprecia módulos de vivienda precaria instalados en la faja marginal del río Chorobal.



Figura 49. Ribera del río Chorobal, progresiva 0+641km, se verifico que como en todo el trayecto de estudio se observa crecida de vegetación en el cauce del río Chorobal, urgen trabajos de limpieza y descolmatacion.



Figura 50. Aplicación del instrumento de recolección de información y encuestas dirigidas a la población residente de la zona en