



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE
FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA, PARA LA PROTECCIÓN DE
LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y
PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH-2026**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
**EVALUACIÓN Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS PARA MEJORAR LA DEFENSA
RIBEREÑA EN LOS RÍOS Y EN CANALES**

AUTOR
MONTES MALLQUI, IVAN JUAN
ORCID:0009-0004-3024-8370

ASESOR
SOTELO URBANO, JOHANNA DEL CARMEN
ORCID:0000-0001-9298-4059

CHIMBOTE-PERÚ
2026



FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA N° 0005-110-2026 DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE TESIS

En la Ciudad de **Chimbote** Siendo las **00:49** horas del día **24** de **Abril** del **2026** y estando lo dispuesto en el Reglamento de Investigación (Versión Vigente) ULADECH-CATÓLICA en su Artículo 34º, los miembros del Jurado de Investigación de tesis de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, conformado por:

BARRETO RODRIGUEZ CARMEN ROSA Presidente
SEMINARIO VASQUEZ RAFAEL ASUNCION Miembro
CAMARGO CAYSAHUANA ANDRES Miembro
Mgtr. SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN Asesor

Se reunieron para evaluar la sustentación del informe de tesis: **EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA, PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH-2026**

Presentada Por :
(0801082023) **MONTES MALLQUI IVAN JUAN**

Luego de la presentación del autor(a) y las deliberaciones, el Jurado de Investigación acordó: **APROBAR** por **MAYORIA**, la tesis, con el calificativo de **13**, quedando expedito/a el/la Bachiller para optar el **TÍTULO PROFESIONAL** de **Ingeniero Civil**.

Los miembros del Jurado de Investigación firman a continuación dando fe de las conclusiones del acta:

BARRETO RODRIGUEZ CARMEN ROSA
Presidente

SEMINARIO VASQUEZ RAFAEL ASUNCION
Miembro

CAMARGO CAYSAHUANA ANDRES
Miembro

Mgtr. SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN
Asesor



CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

La responsable de la Unidad de Integridad Científica, ha monitorizado la evaluación de la originalidad de la tesis titulada: EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA, PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH-2026 Del (de la) estudiante MONTES MALLQUI IVAN JUAN, asesorado por SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN se ha revisado y constató que la investigación tiene un índice de similitud de 0% según el reporte de originalidad del programa Turnitin.

Por lo tanto, dichas coincidencias detectadas no constituyen plagio y la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

Cabe resaltar que el turnitin brinda información referencial sobre el porcentaje de similitud, más no es objeto oficial para determinar copia o plagio, si sucediera toda la responsabilidad recaerá en el estudiante.

Chimbote, 12 de Agosto del 2026




Mgtr. Roxana Torres Guzman
RESPONSABLE DE UNIDAD DE INTEGRIDAD CIENTÍFICA

Dedicatoria

A mi madre, Petronila Mallqui, por
ser mi fortaleza y soporte constante.

A mi padre, Juan Montes, por su
amor incondicional presente en cada
paso que doy.

A mi hija, Daira Montes, para quien
aspiro ser un ejemplo superación y
mejora constante.

Agradecimiento

A la figura inspiradora cuya influencia motivó el estudio de la carrera de ingeniería civil, marcando el inicio de este camino de aprendizaje constante.

Al Ing. Raúl Ramírez, en reconocimiento a su guía y respaldo constante durante la etapa final de mis estudios de pregrado.

Al Ing. Giovanni Maguiña, por su asesoramiento técnico y su colaboración desinteresada en la estructuración y desarrollo de este proyecto de investigación.

A quienes motivaron la determinación de concluir este proyecto de vida, brindando el impulso necesario para priorizar las metas académicas y alcanzar con integridad la meta final de mi formación en Ingeniería Civil.

Índice General

Carátula	I
Jurado	II
Dedicatoria	IV
Agradecimiento	V
Índice General	VI
Lista de Tablas	VIII
Lista de Figuras	IX
Resumen	X
Abstract	XI
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Formulación del problema	2
1.3 Objetivo general y específicos	2
1.4 Justificación	3
II. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Antecedentes	5
2.1.1 Antecedentes internacionales	5
2.1.2 Antecedentes nacionales	8
2.1.3 Antecedentes locales	9
2.2 Bases teóricas	11
2.2.1 Evaluación de condiciones hidrodinámicas y vulnerabilidad física	11
2.2.2 Evaluación de defensas ribereñas	18
2.2.3 Diseño de defensas rivereñas ribereña	25
2.2.4 Protección	29
2.2.5 Río Santa	30
2.2.6 Sector Challhua	31
2.3 Hipótesis	32
III. METODOLOGÍA	34
3.1 Tipo, nivel y diseño de investigación	34
3.2 Población	36
3.3 Operacionalización de las variables	37
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos/información	41
3.5 Método de análisis de datos/información	42

3.6	Aspectos éticos	48
IV.	RESULTADOS	51
V.	DISCUSIÓN	64
VI.	CONCLUSIONES	72
VII.	RECOMENDACIONES	75
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
	ANEXOS	84
Anexo 01.	Carta de recojo de datos (automatizado en el sistema de la universidad)	85
Anexo 02.	Documento de autorización y aceptación para el desarrollo de la investigación en cumplimiento de la ley de Protección de Datos Personales en Perú (N°29733) y evitar sanciones.	86
Anexo 03.	Declaración jurada de integridad científica y conflictos de interés	87
Anexo 04.	Formato de consentimiento informado u otros que corresponda a la investigación.	88
Anexo 05.	Matriz de consistencia y operacionalización	104
Anexo 06.	Ficha de identificación del experto	106
Anexo 07.	Ficha técnica de los instrumentos	116

Lista de Tablas

<i>Tabla 01.</i>	<i>Comparación de resultados y desempeño por tipos de estructura</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 02.</i>	<i>Matriz de operacionalización de variables</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 03.</i>	<i>Caudales máximos de diseño</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 04.</i>	<i>Matriz de consistencia</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 05.</i>	<i>Matriz de operacionalización de variables</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 06.</i>	<i>Matriz del estado de la defensa riverseña</i>	<i>134</i>
<i>Tabla 07.</i>	<i>Información general</i>	<i>135</i>
<i>Tabla 08.</i>	<i>Marco normativo y técnico para el diseño</i>	<i>135</i>
<i>Tabla 09.</i>	<i>Parámetros hidrológicos e hidráulicos de diseño ($Tr = 100$ años)</i>	<i>135</i>
<i>Tabla 10.</i>	<i>Propiedades de los materiales (Cantera y Lecho)</i>	<i>136</i>
<i>Tabla 11.</i>	<i>Cálculo del dimensionamiento del enrocado (Riprap)</i>	<i>136</i>
<i>Tabla 12.</i>	<i>Cálculo de socavación y cimentación</i>	<i>137</i>
<i>Tabla 13.</i>	<i>Resumen de cantidades geométricas (Por metro lineal)</i>	<i>137</i>
<i>Tabla 14.</i>	<i>Presupuesto</i>	<i>139</i>
<i>Tabla 15.</i>	<i>Estructura del presupuesto de supervisión</i>	<i>140</i>
<i>Tabla 16.</i>	<i>Gastos generales</i>	<i>141</i>
<i>Tabla 17.</i>	<i>Movimiento de tierras</i>	<i>142</i>
<i>Tabla 18.</i>	<i>Cronograma</i>	<i>143</i>

Lista de Figuras

<i>Figura 01. Vista panorámica del río Santa y Challhua (Tomada en el sentido del flujo, 2026-03-06).</i>	121
<i>Figura 02. Intersección del río Seco con el río Santa (Vista desde el río seco, 2026-03-06).</i>	121
<i>Figura 03. Margen izquierda del río Santa (Tomada en el sentido contrario a la corriente, 2026-03-06).</i>	122
<i>Figura 04. Vista panorámica del sector Challhua (A la altura del mercado en el sentido de flujo, 2026-03-06)</i>	122
<i>Figura 05. Detalle de la margen derecha del río Santa (2026-03-06)</i>	123
<i>Figura 06. Observación del lecho del río (0+000.00 - 0+050.00).</i>	123
<i>Figura 07. Midiendo la profundidad del río (0+000.00 - 0+050.00).</i>	124
<i>Figura 08. Material petreo en el lado derecho del río santa (Aguas arriba, contiguo a la confluencia del río seco, 0+000.00)</i>	124
<i>Figura 09. Material pétreo de gran tamaño en el cauce del río (En la confluencia con el río Seco, 0+000.00)</i>	125
<i>Figura 10. Defensa riberena artesanal (0+000.00 - 0+050.00).</i>	125
<i>Figura 11. El investigador recolectando información</i>	126
<i>Figura 12. El investigador en el área de estudio</i>	126
<i>Figura 13. Proceso de encuesta a vecina, en la progresiva 00:00 a 00:50 Km</i>	127
<i>Figura 14. Proceso de encuesta a vecinos, en la zona de Challua</i>	127
<i>Figura 15. Proceso de encuesta a vecinos, en la zona de Challua</i>	128
<i>Figura 16. Proceso de encuesta a vecinos, que trabajan en el río en la zona de Challua</i>	128

Resumen

La presente investigación abordó la problemática de la vulnerabilidad física en el sector Challhua, Huaraz, donde el peligro de inundación y erosión lateral del río Santa se ve exacerbado por la precariedad de defensas artesanales de neumáticos y piedras, comprometiendo la estabilidad de la infraestructura urbana y la seguridad de la población colindante. El objetivo general consistió en diseñar una defensa ribereña híbrida, mediante la integración de enrocado y técnicas de bioingeniería, para la protección de la margen derecha del río Santa en el sector Challhua. Se empleó una metodología de nivel descriptivo-explicativo, con enfoque cuantitativo y diseño no experimental; el proceso incluyó levantamiento topográfico, análisis hidrológico mediante la distribución de Gumbel para un periodo de retorno de 100 años (Tr_{100}) y modelamiento hidráulico con software HEC-RAS, determinando la socavación mediante las ecuaciones de Lischvan-Levediev y Artamonov. Los resultados establecieron un caudal de diseño de $485.80 \text{ m}^3/\text{s}$ y una velocidad de flujo de 4.10 m/s , con una socavación total estimada de 4.65 m . El diseño estructural propuesto contempla una armadura de enrocado con un diámetro medio de roca (d_{50} de 0.40 m y una uña de cimentación profunda de 4.80 m , complementada con estabilización vegetativa en el talud superior. Se concluye que el diseño híbrido es técnica y económicamente viable, garantizando la estabilidad global de la margen al cimentarse por debajo del horizonte de erosión máxima y mitigar la energía hidrodinámica del cauce, reduciendo sustancialmente la vulnerabilidad del sector.

Palabras clave: Bioingeniería, Defensa ribereña, Enrocado, Río Santa, Socavación.

Abstract

This research addressed the physical vulnerability in the Challhua sector, Huaraz, where the risk of flooding and lateral erosion of the Santa River is exacerbated by the precariousness of artisanal defenses made of tires and stones, compromising the stability of urban infrastructure and the safety of the adjacent population. The general objective was to design a hybrid riverbank defense, through the integration of riprap and bioengineering techniques, for the protection of the right bank of the Santa River in the Challhua sector. A descriptive-explanatory methodology was used, with a quantitative approach and a non-experimental design; the process included a topographic survey, hydrological analysis using the Gumbel distribution for a return period of 100 years (Tr_{100}), and hydraulic modeling with HEC-RAS software, determining scouring through the Lischtván-Levediev and Artamonov equations. The results established a design flow of $485.80 \text{ m}^3/\text{s}$ and a flow velocity of 4.10 m/s , with an estimated total scour of 4.65 m . The proposed structural design includes a riprap armor with a mean rock diameter (d_{50}) of 0.40 m and a deep foundation toe of 4.80 m , complemented by vegetative stabilization on the upper slope. It is concluded that the hybrid design is technically and economically viable, guaranteeing the overall stability of the bank by being founded below the maximum erosion horizon and mitigating the hydrodynamic energy of the channel, substantially reducing the vulnerability of the sector.

Keywords: Bioengineering, Riprap, Riverbank defense, Santa River, Scouring.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

A nivel internacional, el calentamiento global exagera los ciclos hidrológicos de forma alarmante. Al evaluar cuencas nivales, se observó que el incremento térmico no solo aumenta el volumen de escorrentía, sino que altera la frecuencia de las avenidas máximas instantáneas, desafiando los límites de diseño de la infraestructura existente (1). Curiosamente, la ingeniería hidráulica mundial enfrenta hoy el fenómeno de la "no-estacionariedad", donde los registros históricos de caudales ya no predicen con exactitud el comportamiento futuro de los ríos (2). El derretimiento acelerado de glaciares andinos y alpinos genera una carga de sedimentos superior, lo que provoca la colmatación de cauces y desbordes catastróficos. Esto plantea preguntas sobre la resiliencia de las ciudades situadas en valles interandinos frente a eventos hidrometeorológicos extremos. Contrario a las expectativas de hace dos décadas, los modelos de predicción global ahora sugieren que las inundaciones serán más severas incluso en zonas de aparente aridez.

A nivel nacional, el Perú enfrenta una vulnerabilidad estructural crítica ante la dinámica de sus ríos. La recurrencia del fenómeno El Niño evidencia la fragilidad de las defensas ribereñas, las cuales suelen diseñarse bajo supuestos técnicos que no consideran el transporte de grandes sólidos (3) (4). En el análisis de la normativa peruana, se tiene que la Resolución Jefatural N° 057-2020-ANA establece pautas de delimitación que frecuentemente son ignoradas por la expansión urbana descontrolada. La mayoría de las defensas ribereñas en el país son de carácter artesanal o provisional, careciendo de un análisis de socavación local y general. Esto resulta en fallas por volcamiento o socavación de la uña de apoyo durante las primeras avenidas importantes. La carencia de un plan nacional integrado de gestión de cuencas obliga a las regiones a actuar de manera reactiva ante los desastres fluviales. La inversión en prevención es significativamente menor al costo de reconstrucción de la infraestructura dañada.

A nivel local, en el sector Challhua, el río Santa presenta una dinámica fluvial altamente erosiva y peligrosa. Contrario a la estabilidad que debería mostrar una

zona urbana consolidada, la margen derecha del río muestra una degradación acelerada del talud debido a la energía cinética del flujo en este tramo de meandro (5). La infraestructura artesanal de protección en Challhua ha sido superada por las avenidas de los últimos cinco años, dejando viviendas y vías de comunicación en riesgo inminente de colapso. El estrechamiento del cauce, provocado por rellenos antrópicos y ocupación de la faja marginal, ha incrementado el esfuerzo cortante sobre el lecho del río. Esta situación genera una socavación profunda que amenaza con desestabilizar las cimentaciones de las estructuras adyacentes en Huaraz. Curiosamente, la falta de una defensa técnica definitiva impide que la municipalidad implemente proyectos de inversión pública duraderos en la zona. Esto plantea la necesidad urgente de un diseño de ingeniería que integre el modelamiento hidráulico con soluciones estructurales de concreto o enrocado pesado para proteger a la población y sus bienes en el periodo 2026.

1.2 Formulación del problema

¿De qué manera la evaluación y el diseño de la defensa ribereña permitirán la protección de la margen derecha del río Santa, sector Challhua, distrito y provincia de Huaraz, región Áncash – 2026?

1.3 Objetivo general y específicos

1.3.1 Objetivo general

Evaluar y diseñar la defensa ribereña para la protección de la margen derecha del río Santa, sector Challhua, distrito y provincia de Huaraz, región Áncash – 2026.

1.3.2 Objetivos específicos

- Evaluar las condiciones hidrodinámicas del cauce para caracterizar el nivel de peligro hídrico asociado a diversos periodos de retorno en el área de influencia del proyecto.
- Determinar los niveles de vulnerabilidad física en la margen derecha del río Santa, sector Challhua, mediante la evaluación de la susceptibilidad del terreno y el grado de exposición de la infraestructura frente a la dinámica fluvial.

- Analizar la estabilidad geotécnica y la capacidad portante del suelo de fundación para garantizar la seguridad mecánica y la estabilidad global de la obra de protección proyectada.
- Desarrollar el diseño estructural y geométrico de la defensa ribereña, integrando los parámetros de socavación y estabilidad estructural para asegurar la integridad funcional de la infraestructura ante avenidas extraordinarias.

1.4 Justificación

La presente investigación **se justificará teóricamente** al aportar datos técnicos actualizados sobre el comportamiento hidrodinámico del río Santa en contextos de variabilidad climática extrema. Al analizar la geomorfología fluvial, se observa que la comprensión de la interacción entre el flujo turbulento y los lechos granulares es vital para la ingeniería moderna. El estudio contribuirá a llenar vacíos conceptuales sobre la socavación en ríos de alta montaña, donde los parámetros convencionales suelen fallar (1) (3). Esto abre un debate sobre la resiliencia de las defensas ribereñas frente a la "no-estacionariedad" de las avenidas máximas. Contrario a la visión tradicional, este proyecto utiliza la teoría de fluidos para proponer una estructura que disipe energía sin comprometer la estabilidad del cauce. La investigación se alinea con la teoría de gestión de riesgos, proporcionando un modelo de evaluación replicable en otras cuencas andinas similares.

Desde el **punto de vista metodológico**, el proyecto implementa un protocolo de diseño riguroso basado en el modelamiento hidráulico bidimensional y el cumplimiento estricto de la normativa nacional vigente. Se ha identificado que el uso de software especializado, en concordancia con los manuales de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), garantiza resultados con un margen de error mínimo (5). Curiosamente, la metodología propuesta valida la efectividad de los periodos de retorno de largo alcance (500 años) como estándar de seguridad. La aplicación de técnicas de ingeniería civil para el diseño de la uña de protección y el talud de enrocado representa una mejora procedimental respecto a las defensas artesanales predominantes en la zona. Esta ruta metodológica asegura que el diseño estructural

sea técnicamente verificable y financieramente viable dentro de los marcos de la inversión pública peruana (6).

La justificación práctica es, quizás, la más apremiante debido al riesgo inminente que enfrenta la población de Huaraz. La implementación de este diseño protegerá directamente la integridad física y el patrimonio de las familias asentadas en la margen derecha del sector Challhua (7). Se observa que la protección de la vía de acceso principal y de los servicios básicos en esta zona es crítica para la resiliencia económica de la región Áncash. Este proyecto ofrece una solución tangible a la erosión lateral que devora anualmente metros de faja marginal, reduciendo la vulnerabilidad ante desbordes. Contrario a las medidas paliativas temporales, la defensa diseñada garantiza una protección definitiva que permitirá a la municipalidad planificar un desarrollo urbano ordenado. La utilidad práctica de este estudio trasciende la academia, convirtiéndose en un instrumento de gestión de riesgos para las autoridades locales y regionales.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes internacionales

En **Rumania** (Región de Iasi), **Dumitrescu et al.** (2023) en la investigación titulada *Flood Risk Prediction and Management by Integrating GIS and HEC-RAS 2D Hydraulic Modelling: A Case Study of Ungheni, Iasi County, Romania*, se **propusieron** optimizar la identificación de áreas vulnerables mediante la integración de herramientas geoespaciales y modelado hidráulico avanzado. La **metodología** consistió en vincular Modelos Digitales de Elevación (DEM) de alta resolución con el motor de cálculo HEC-RAS 2D para simular diversos escenarios de descarga máxima y propagación de ondas de avenida. Los **resultados** enfatizaron que la ubicación estratégica de las defensas ribereñas en los puntos de máxima velocidad de flujo constituye una estrategia determinante para prevenir el descalce y la socavación basal de la infraestructura. El estudio **concluyó** que la cartografía de detalle y la simulación bidimensional son herramientas esenciales para el diseño de obras de protección, permitiendo mitigar el riesgo de inundación mediante la predicción precisa de los niveles de energía (8).

En **Rumania** (Río Tazlaul Sarat), **Luca et al.** (2025), en la investigación titulada *Research on the degradation of the shore defence on the Tazlaul Sarat River*, tuvieron como **objetivo** identificar los mecanismos técnicos que originaron el colapso de los muros de protección ribereña en el río Tazlaul Sarat. La **metodología** consistió en un diagnóstico integral post-desastre mediante levantamientos topobatimétricos y el cálculo analítico de la socavación local en condiciones de lecho degradado. Los **resultados** determinaron que la estabilidad de las defensas no depende únicamente de la resistencia del material o del peso de la estructura, sino de la relación crítica entre la profundidad de la uña de cimentación y la dinámica morfológica del cauce. Los autores **concluyeron** que el diseño de obras de protección resilientes debe integrar mandatoriamente el

análisis de erosión profunda e incisión del cauce para prevenir fallas por descalce basal ante la variabilidad del nivel del lecho fluvial (9).

En **Pakistán** (Región de Islamabad/Punjab), **Musa, Hassan y Ahmed** (2025) en la investigación titulada *A Review on Design of Conventional and Remote Sensing Based River Bank Protection System*, tuvieron como **objetivo** realizar una revisión crítica de los métodos de diseño para infraestructuras de protección ribereña. El **método** de estudio analizó la efectividad de técnicas de ingeniería dura (muros, enrocados) frente a soluciones de bioingeniería. Los **resultados** destacaron que el empleo de tecnologías de detección remota (**LiDAR y GIS**) incrementa sustancialmente la precisión en la caracterización geométrica de las secciones transversales, permitiendo una optimización de hasta un 25% en el dimensionamiento de las defensas en comparación con los métodos de levantamiento tradicionales. Asimismo, se demostró que los sistemas híbridos, que combinan la rigidez del enrocado con la flexibilidad de la bioingeniería, presentan una menor tasa de falla por socavación local y una mayor capacidad de disipación de energía intersticial. Los autores **concluyeron** que el éxito del diseño estructural depende de la integración de datos geoespaciales (LiDAR y GIS) para optimizar la ubicación y las dimensiones de la defensa, asegurando que la infraestructura soporte las presiones hidrodinámicas calculadas mediante modelos de alta resolución (10).

En **Indonesia** (Provincia de Sumatra Occidental), **Riawan et al.** (2024) en la investigación titulada *Design and Stability Analysis of Riverbank Protection Structures in High-Energy Streams*, se **propusieron** diseñar una estructura de protección ribereña optimizada para resistir velocidades de flujo superiores a los 3.5 m/s. La **metodología** consistió en el modelamiento hidrodinámico acoplado con un análisis de estabilidad estructural por equilibrio límite, evaluando tanto muros de gravedad de concreto como protecciones de enrocado. En los **resultados** se demostró que la integración de datos LiDAR permite una caracterización de la geometría del cauce con una precisión superior al 95%, lo que se traduce en una optimización del 25% en el dimensionamiento del volumen de roca para el enrocado. Asimismo, se determinó que los sistemas híbridos presentan una reducción del 40% en las fallas por socavación local en

comparación con las defensas de ingeniería dura convencional, debido a su mayor capacidad para disipar la energía intersticial y favorecer la sedimentación de finos en la cara húmeda. Los investigadores **concluyeron** que el diseño de la uña de cimentación con una profundidad de desplante 1.5 veces superior a la socavación calculada es el factor determinante para prevenir el colapso, logrando incrementar el factor de seguridad al deslizamiento en un 25% (11).

En **Egipto** (Región del Bajo Nilo), Saber et al. (2024) en la investigación titulada *Stability Analysis and Design of Riprap for Riverbank Protection under Turbulent Flow Conditions*, se **propusieron** optimizar los criterios de diseño para infraestructuras de protección de márgenes bajo regímenes de alta turbulencia. La **metodología** empleada integró el modelamiento numérico de fluidos (CFD) con ensayos experimentales para evaluar la estabilidad de enrocados y gaviones frente al esfuerzo cortante (τ). Los **resultados** demostraron que el diámetro medio de la roca (d_{50}) y el espesor de la capa de protección deben incrementarse en un 20% en sectores de curvatura para prevenir la falla por arrastre. El estudio **concluyó** que el diseño de defensas ribereñas debe fundamentarse en la relación entre el número de Reynolds y el factor de estabilidad de las partículas, proporcionando fórmulas de diseño calibradas que garantizan la integridad de la infraestructura ante avenidas extraordinarias (12).

En **Italia** (Región de Véneto - Padua), Donadello et al. (2024) en la investigación titulada *Evaluation of Soil Bioengineering Works for Riverbank Protection: A Case Study on the Bacchiglione River*, se **propusieron** evaluar la eficacia a largo plazo de las técnicas de bioingeniería de suelos (como muros de troncos vegetados y fajinas) en la estabilización de márgenes fluviales. La **metodología** consistió en el monitoreo *in situ* de la supervivencia de la vegetación y el uso de modelos de estabilidad de taludes que integran la cohesión radicular como factor de refuerzo mecánico. Los **resultados** demostraron que las estructuras de bioingeniería no solo reducen la velocidad del flujo cerca de la margen, sino que aumentan el factor de seguridad al deslizamiento en un 22% gracias al anclaje de las raíces en el suelo. El estudio **concluyó** que la infraestructura natural es una alternativa técnica viable y resiliente frente a la ingeniería civil tradicional en cauces de energía moderada a alta [11].

2.1.2 Antecedentes nacionales

En **Piura**, En el contexto de la costa norte del país, la **Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas** (2024), en su investigación titulada **Modelamiento hidráulico para el control y prevención de inundaciones mediante el uso de Hec-Ras 2d en la zona urbana del río Piura**, tuvo como **propósito** realizar una simulación numérica para mitigar impactos ante fenómenos extremos como El Niño. La **metodología** se basó en el uso de modelos de elevación digital (DEM) del satélite SPOT-7 con resolución de 6x6 metros, procesando datos hidrológicos mediante el **método** de Gumbel para periodos de retorno de hasta 500 años. Los **resultados** del estudio demostraron que la implementación de la tecnología bidimensional (HEC-RAS 2D) permitió una identificación precisa de los vectores de velocidad y las rutas de propagación del flujo en áreas con topografía compleja, superando las limitaciones de los modelos unidimensionales convencionales. El modelamiento evidenció una reducción sustancial de la mancha de inundación proyectada tras la simulación de obras de protección estructurales, validando la eficacia de estas intervenciones frente a caudales extraordinarios asociados al Fenómeno El Niño (Tr_{500}). Los autores **concluyeron** que el empleo de HEC-RAS 2D permitió identificar sectores estratégicos y demostró una reducción sustancial del área inundada tras la simulación de obras de protección, validando el uso de tecnología bidimensional para entornos urbanos complejos (13).

En el **Cuzco**, Mejía y Surco (2023) desarrollaron el estudio **Defensa ribereña con el sistema de muro enrocado para mitigar las inundaciones del río Tullumayo - Urubamba**, con el **objetivo** de proponer un diseño estructural para salvaguardar áreas agrícolas y residenciales en los Andes. La **metodología** consistió en una investigación aplicada de enfoque cuantitativo, donde se determinaron caudales máximos para periodos de retorno de hasta 140 años en suelos predominantemente gravosos. Los **resultados** demostraron que el sistema de muro enrocado ofrece una disipación de energía superior en comparación con las defensas convencionales en ríos de alta pendiente. Los hallazgos confirmaron que esta solución es financieramente viable y técnicamente eficiente para mitigar pérdidas humanas y materiales en la microcuenca de Chicón. El diseño permitió

estabilizar la sección transversal, controlando la erosión lateral y asegurando la integridad de las áreas de cultivo y viviendas colindantes. Los investigadores **concluyeron** que el sistema de muro enrocado ofrece una disipación de energía superior en ríos de alta pendiente, resultando financieramente viable y técnicamente eficiente para mitigar las pérdidas humanas y materiales recurrentes en la microcuenca de Chicón (14).

En Lima, Guzmán (2024) presentó la tesis **Diseño de defensa ribereña mediante enrocado para prevenir desbordes del río Lurín, distrito de Pachacámac y Lurín, departamento de Lima**, la cual tuvo el **objetivo** de establecer medidas de protección técnica ante crecidas estacionales. El equipo de investigación utilizó una **metodología** de diseño hidráulico centrada en la estabilidad de taludes y el dimensionamiento de rocas para resistir el esfuerzo cortante del flujo. Los **resultados** del estudio subrayan que la planificación preventiva, mediante defensas de enrocado con una uña de protección correctamente dimensionada, resulta significativamente menos costosa que la reconstrucción reactiva post-desastre. Guzmán demostró que la falla principal en estructuras convencionales ocurre por la socavación lateral, por lo que un diseño que asegure la profundidad de desplante técnica garantiza la integridad de la faja marginal y la sostenibilidad de la inversión pública a largo plazo. Las **conclusiones** del estudio subrayan que la planificación preventiva, mediante defensas de enrocado con una uña de protección bien dimensionada para evitar fallas por socavación lateral, resulta menos costosa que la reconstrucción reactiva post-desastre, planteando una ruta clara para la gestión de fajas marginales (15).

2.1.3 Antecedentes locales

En el ámbito específico de la ciudad de Huaraz, Tinoco Meyhuay (2019), en su investigación titulada **Modelamiento del riesgo de inundación por la ocurrencia de descargas máximas del río Santa, sector Challhua, Huaraz-Ancash**, el estudio se propuso como **objetivo general** cuantificar el peligro por desbordes en el sector Challhua, con el fin de determinar los niveles de afectación física y establecer un marco técnico para la gestión de riesgos en la faja marginal. La investigación aplicó una **metodología** con un enfoque

cuantitativo y descriptivo, utilizando el software HEC-RAS para el modelamiento hidráulico. Se procesaron caudales máximos para escenarios críticos con periodos de retorno de hasta 500 años (Tr_{500}), empleando datos topográficos de alta resolución para simular el comportamiento hidrodinámico del río Santa. Los **resultados** del modelamiento determinaron que, ante una avenida extraordinaria con un periodo de retorno de 100 años (Tr_{100}), el 41.4% de las viviendas del sector Challhua se encuentran dentro del área de inundación. Asimismo, se identificaron velocidades de flujo superiores a los 3.50 m/s en la margen derecha, lo que indica un régimen de alta energía capaz de generar procesos erosivos severos en el pie de talud y la pérdida de terreno por socavación lateral. El autor **concluyó** que el sector Challhua presenta un nivel de peligro "Muy Alto" debido a la recurrencia de descargas máximas, lo que constituye una amenaza directa para la integridad física de los pobladores. Se determinó que las defensas artesanales existentes son técnicamente insuficientes, concluyendo que es imperativa la implementación de una estructura de protección diseñada bajo criterios de ingeniería hidráulica para estabilizar la margen derecha y mitigar el riesgo de colapso urbano (4).

En **Huaraz**, en el estudio de **Leyva Guerrero (2020)**, titulado **Determinación del peligro por inundación para la población existente en la margen derecha del río Santa empleando software aplicativo, Challhua, Huaraz, 2020**, la investigación tuvo como **objetivo** cuantificar los niveles de riesgo mediante el uso de herramientas digitales. La **metodología** aplicada fue de enfoque cuantitativo descriptivo, empleando fotogrametría mediante drones y cartografía nacional para el modelamiento hidráulico bajo los lineamientos del CENEPRED. Como **resultados** destacados, el investigador determinó que la peligrosidad en el sector Challhua alcanza rangos de "Muy Alto", identificando que una altura de inundación superior a los 2.00 metros comprometería seriamente la infraestructura habitacional y vial de la margen derecha. Finalmente, se **concluyó** que la vulnerabilidad de la zona está condicionada por factores físicos como la pendiente pronunciada y la geología local, lo cual fundamenta la necesidad de implementar medidas de protección en dicho sector. (16).

En **Huaraz**, en el marco de la gestión prospectiva del riesgo, el **Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED** (2023), emitió el **informe técnico titulado Escenarios de riesgo por inundaciones en la provincia de Huaraz**. Este documento constituye el marco oficial para la identificación de zonas críticas en la cuenca alta del río Santa, tuvo como **objetivo** general analizar la exposición y vulnerabilidad de la faja marginal en los sectores críticos de la zona urbana de Huaraz para orientar la implementación de medidas de reducción del riesgo de desastres. En la **metodología** la investigación integró el análisis de susceptibilidad del terreno mediante modelos geoespaciales y el registro histórico de avenidas extraordinarias. El procedimiento evaluó factores condicionantes como la pendiente del cauce y la geomorfología de las márgenes, bajo los lineamientos técnicos de la gestión reactiva y prospectiva del riesgo en el Perú. Los **resultados** del informe identificaron al sector Challhua como una zona de alta acumulación de energía hidráulica debido a la geometría en curvatura del río, lo cual genera un incremento crítico en los esfuerzos cortantes sobre la margen derecha. Se determinó que esta configuración morfológica, sumada a la susceptibilidad geológica, sitúa al sector en un escenario de peligro muy alto ante crecidas estacionales. El organismo **concluyó** que la inexistencia de una defensa ribereña definitiva en el sector Challhua compromete seriamente la resiliencia de la infraestructura urbana de Huaraz. Asimismo, se concluyó que es imperativa la ejecución de proyectos de ingeniería estructural que no solo protejan físicamente la margen, sino que se alineen estrictamente con la normativa vigente sobre la recuperación y respeto de la faja marginal (17).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Evaluación de condiciones hidrodinámicas y vulnerabilidad física

Se fundamentó que la evaluación de las condiciones hidrodinámicas y la vulnerabilidad física constituyó el diagnóstico integral del comportamiento del flujo en régimen gradualmente variado y su impacto mecánico sobre el entorno ribereño. Se determinó que este proceso permitió cuantificar la amenaza fluvial mediante la resolución numérica de las ecuaciones de conservación de masa y cantidad de movimiento (Saint-Venant), integrando variables como el tirante

hidráulico, la velocidad y el esfuerzo cortante para delimitar la mancha de inundación. Asimismo, se estableció que este análisis fue el insumo base para determinar la fragilidad de la margen derecha, permitiendo jerarquizar los niveles de exposición física de las estructuras frente a avenidas extraordinarias en el sector de estudio, asegurando la correspondencia entre la fuerza tractiva del río y la capacidad de respuesta del contorno sólido (18) (5).

2.2.1.1 Condiciones hidrodinámicas

Se fundamentó que los métodos de evaluación hidrodinámica se centraron en la simulación numérica para resolver las ecuaciones diferenciales que rigen el movimiento de fluidos en canales abiertos. Se estableció que, para el sector de estudio, el empleo de modelos bidimensionales (2D) resultó mandatorio para procesar la geometría compleja del cauce y capturar con precisión la distribución de velocidades transversales (19). Se determinó que mediante la resolución de las ecuaciones de Saint-Venant y de aguas poco profundas, fue posible proyectar la mancha de inundación y los niveles de energía asociados a caudales de diseño con diversos periodos de retorno (5). Finalmente, se determinó que estos métodos facilitaron la cuantificación de la fuerza tractiva sobre las márgenes, proporcionando los parámetros cinemáticos esenciales para la concepción de las estructuras de protección ribereña (19) (20).

A. Métodos de evaluación hidrodinámica

Se fundamentó que el análisis del comportamiento del flujo se realizó mediante el modelamiento numérico computacional, aplicando las ecuaciones de Saint-Venant para resolver la conservación de masa y cantidad de movimiento. Se estableció que este método permitió simular el tránsito de avenidas en régimen permanente y no permanente, proporcionando una representación matemática del campo de velocidades y presiones hidráulicas frente a la margen derecha (19).

B. Parámetros de evaluación hidrodinámica

Se fundamentó que la evaluación hidrodinámica se sustentó en la obtención y análisis de variables cinemáticas y dinámicas procesadas para diversos periodos de retorno. Se determinaron como parámetros críticos el Caudal máximo (Q_{max}), la Velocidad de flujo (V), el Tirante

hidráulico (y) y el Esfuerzo cortante (τ), los cuales definieron la capacidad de transporte y la energía del flujo en el sector de estudio (5). Asimismo, se estableció que el coeficiente de rugosidad de Manning (n) actuó como el parámetro de soporte esencial para cuantificar la disipación de energía por fricción en el cauce (5) (19). Finalmente, se incorporaron los parámetros de socavación total (d_s) y la tasa de erosión lateral, determinándose que estos indicadores permitieron proyectar la profundidad de degradación del lecho y el retroceso de la margen derecha frente a la fuerza tractiva del río Santa, garantizando así el dimensionamiento seguro de la cimentación de la defensa ribereña (20) (19).

2.2.1.2 Peligro hídrico

Se fundamentó que el peligro hídrico en el sector de estudio se definió como la probabilidad de ocurrencia de un evento fluvial de magnitud extraordinaria en un periodo de tiempo determinado, con potencial de causar daños a la infraestructura y población. Se estableció que esta amenaza se cuantificó mediante la evaluación de la intensidad de las avenidas, considerando que la dinámica del río Santa presenta variaciones estacionales críticas que condicionan la estabilidad de la margen derecha (21).

A. Métodos para evaluar peligro hídrico

Se fundamentó que la determinación del peligro hídrico se sustentó en un enfoque probabilístico mediante el análisis de frecuencias de eventos extremos, empleando funciones de distribución de probabilidad como Gumbel y Log-Pearson tipo III para el cálculo de avenidas extraordinarias. Se estableció que este procedimiento permitió proyectar los caudales máximos de diseño para diversos periodos de retorno, integrando los registros históricos de descargas con las condiciones geomorfológicas y las variaciones estacionales del río Santa (5). Asimismo, se determinó que la evaluación se complementó con la aplicación de modelos hidráulicos de simulación numérica para definir el área de influencia de la mancha de inundación, facilitando la identificación de zonas críticas de desborde y la categorización de los

niveles de peligrosidad (muy alto, alto, medio o bajo) conforme a los protocolos técnicos de gestión del riesgo de desastres (19) (21).

B. Parámetros para determinar el peligro hídrico

Se determinó que la caracterización del peligro hídrico dependió de la integración de variables hidrometeorológicas y morfológicas del cauce. Se estableció que la interdependencia entre la magnitud del caudal y la respuesta geométrica del río permitió categorizar los niveles de peligrosidad (muy alto, alto, medio o bajo), fundamentándose en el análisis de la frecuencia de inundación y la severidad del flujo hidráulico calculado (21).

C. Velocidad de flujo (V)

Se estableció que la velocidad de flujo fue el parámetro determinante para cuantificar la energía cinética y la capacidad erosiva del río. Se fundamentó que velocidades superiores a los umbrales críticos de resistencia del material constituyente del lecho provocaron procesos de erosión hídrica y transporte de sedimentos, incidiendo directamente en la estabilidad física de las defensas ribereñas del sector Challhua (19).

D. Caudal máximo (Q_{max})

Se fundamentó que el caudal máximo constituyó la variable de entrada principal para el modelamiento hidráulico, calculándose para periodos de retorno de 50, 100 y 500 años. Se determinó que la determinación de estos volúmenes de escurrimiento extraordinarios permitió establecer los escenarios críticos de desborde y presión hidrodinámica frente a la infraestructura de protección propuesta (20).

E. Diámetro medio (d_{50}) del sedimento existente en el lecho

Se determinó que el d_{50} fue el parámetro base para caracterizar la composición granulométrica del lecho. Se fundamentó que este indicador permitió calcular el esfuerzo cortante crítico y determinar el inicio del movimiento de las partículas, siendo esencial para el análisis de la profundidad de socavación basal y generalizada en la ribera del río Santa,

de acuerdo con el método de Lischtván-Levediev adoptado por la normativa nacional (5).

F. Ancho hidráulico activo (m)

Se estableció que el ancho hidráulico activo representó la sección transversal efectivamente ocupada por el flujo durante la avenida de diseño. Se determinó que las variaciones en este parámetro influyeron directamente en la distribución de velocidades y en la concentración de líneas de corriente hacia la margen derecha, aumentando la vulnerabilidad por erosión lateral (19).

G. Tirante hidráulico máximo (y_{max})

Se fundamentó que el tirante máximo fue la cota vertical alcanzada por el espejo de agua durante el evento extremo. Se determinó que este valor fue el insumo técnico obligatorio para definir la altura de diseño de la defensa ribereña, asegurando que la estructura cuente con el borde libre necesario para evitar el desborde y la socavación por sobrepaso (19).

H. Pendiente media del tramo (m/m)

Se estableció que la pendiente media fue el factor que condicionó la aceleración del flujo y la capacidad de transporte de energía del río. Se fundamentó que la configuración longitudinal del tramo Challhua influyó en el régimen de flujo, determinando la transición entre regímenes subcríticos y supercríticos durante las crecidas (19).

I. Coeficiente de rugosidad de Manning (n)

Se fundamentó que el coeficiente de Manning cuantificó la resistencia al flujo generada por la fricción del lecho y las márgenes. Se determinó que este parámetro, condicionado por la granulometría y la vegetación del cauce, fue crítico para la precisión de la simulación hidráulica, afectando directamente los resultados de tirante y velocidad de flujo (19) (18).

2.2.1.3 Vulnerabilidad física ante inundación fluvial

Se fundamentó que la vulnerabilidad física constituyó la propiedad intrínseca y el nivel de susceptibilidad de los elementos estructurales y del terreno para sufrir daños o colapso ante la acción de agentes perturbadores de origen

hídrico [1]. Se determinó que este factor no dependió únicamente de la magnitud del peligro (caudal y velocidad), sino de la capacidad de respuesta mecánica de los materiales y la configuración geométrica de las obras de protección frente a la dinámica fluvial del río Santa (21) (20). Asimismo, se estableció que la interacción entre el esfuerzo cortante del flujo y la fragilidad del contorno ribereño definió el grado de riesgo estructural, identificándose a la socavación basal y la consecuente degradación del nivel de desplante por debajo de la cimentación como los factores críticos que comprometieron la estabilidad geotécnica de la ribera en el sector de estudio (20) (5).

A. Métodos para evaluar vulnerabilidad física ante inundación fluvial

Se fundamentó que la determinación de la vulnerabilidad se realizó mediante métodos de análisis cualitativo y cuantitativo, empleando matrices de ponderación basadas en el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP). Se determinó que este enfoque permitió integrar variables de exposición, fragilidad y resiliencia, siguiendo los lineamientos técnicos del manual de evaluación de riesgos para la estratificación de niveles de daño en la infraestructura civil (21).

B. Parámetros de evaluación de vulnerabilidad física ante inundación fluvial

Se determinó que la vulnerabilidad física se cuantificó a través de indicadores de exposición y fragilidad. Se establecieron como parámetros fundamentales la proximidad de las estructuras al eje dinámico del río, la calidad de los materiales de construcción, el estado de conservación de las defensas ribereñas existentes y la profundidad de cimentación respecto al nivel de socavación basal. Se fundamentó que la interacción de estos parámetros permitió definir el potencial de daño físico ante el embate hídrico (21) (20).

C. Socavación y erosión

La socavación es el factor determinante en la vida útil de una defensa ribereña. La teoría de Lischtván-Levediev es ampliamente aceptada en el Perú para calcular la profundidad de erosión en suelos granulares como los de Huaraz (20). La estabilidad física de una defensa ribereña depende

estrictamente de su interacción con la morfología cambiante del río. La socavación general del cauce se suma a la socavación local provocada por la presencia de la estructura misma, generando un descenso del fondo que puede exponer las cimentaciones (5). Si la cimentación no se sitúa por debajo del nivel de socavación máxima calculada, la defensa perderá su base de apoyo, colapsando inevitablemente por gravedad. Curiosamente, en el río Santa, el transporte de sólidos de gran tamaño —denominado técnicamente como bolonería— actúa como un agente de impacto y abrasión constante que debe ser considerado en el diseño estructural para evitar fallas por fatiga del material (4). Este factor es determinante en el sector Challhua, donde la alta energía del flujo durante las avenidas estacionales incrementa la capacidad de arrastre de sólidos pesados.

- Profundidad de socavación (d_{sg})

Se determinó que la socavación general consistió en el descenso generalizado del fondo del cauce producto del aumento en la capacidad de transporte de sedimentos durante el tránsito de avenidas. Se fundamentó el cálculo de la d_{sg} mediante el método de Lischtván-Levediev, considerando la contracción del cauce y las características granulométricas del material del lecho, lo cual permitió identificar el riesgo de descalce de las cimentaciones en el sector de estudio (5).

- Profundidad de socavación local (d_{sl})

Se estableció que la socavación local representó la remoción de material en puntos específicos donde la presencia de estructuras (pilares, estribos o muros) generó turbulencias y vórtices de herradura. Se fundamentó que este parámetro se evaluó para cuantificar la erosión adicional al pie de la defensa ribereña, determinando que la profundidad total de diseño debió integrar tanto el descenso generalizado como el local para garantizar la estabilidad basal (5).

D. Tasa de retroceso de la margen ($m/año$)

Se determinó que la tasa de retroceso representó la velocidad de erosión lateral y pérdida de terreno en la margen derecha. Se fundamentó que este

parámetro se cuantificó mediante el análisis multitemporal de imágenes y secciones transversales, estableciendo que la inestabilidad de los taludes fue exacerbada por la presión hidrodinámica del flujo y la falta de cobertura vegetal, lo cual incrementó la exposición de las viviendas ribereñas (20).

E. Índice de deterioro estructural de infraestructura existente

Se estableció que el estado de conservación de las defensas preexistentes se cuantificó mediante un índice de deterioro basado en inspecciones técnicas de campo. Se determinó que variables como la presencia de grietas, pérdida de sección por erosión, descalce de uña y corrosión de elementos de refuerzo fueron ponderadas para categorizar la integridad física, fundamentándose que la obsolescencia material de las defensas artesanales constituyó un factor crítico en la vulnerabilidad del sector (21) (22).

2.2.2 Evaluación de defensas ribereñas

2.2.2.1 Defensa ribereña

La defensa ribereña se definió técnicamente como el conjunto de obras de ingeniería destinadas a proteger las márgenes de los ríos contra la erosión lateral y las inundaciones, preservando la faja marginal y la infraestructura adyacente (20). En el sector Challhua, se observa que una defensa no debe ser solo una barrera, sino un sistema de estabilización dinámica. La efectividad de estas obras depende de su capacidad para resistir el esfuerzo cortante (τ) generado por el flujo, factor que determina la estabilidad del material constituyente (5).

A. Tipología y clasificación estructural

La clasificación de las defensas ribereñas se establece principalmente por su respuesta mecánica y los materiales empleados. Según los criterios técnicos de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y manuales internacionales de referencia como CIRIA (2007), se distinguen las siguientes categorías:

- Estructuras rígidas

Son obras masivas de concreto armado, concreto ciclópeo o mampostería de piedra. Su estabilidad depende exclusivamente de su peso propio y la resistencia de su cimentación (20).

- **Ventajas:** Alta durabilidad en zonas de impacto directo y menor requerimiento de espacio horizontal.

- **Desventajas:** Elevado costo inicial, nula capacidad de asentamiento y tendencia a la socavación basal por reflexión de ondas.

- Estructuras flexibles

Conformadas por enrocados (rip-rap), gaviones y colchones reno. Estas estructuras permiten deformaciones sin perder integridad funcional (5).

- **Ventajas:** Se adaptan a los asentamientos del lecho, son permeables y disipan energía mediante la rugosidad.

- **Desventajas:** Requieren mantenimiento periódico y rocas de dimensiones específicas (d_{50}) que cumplan la ecuación de Isbash.

- Estructuras naturales y bioingeniería (NbS)

Utilizan material biológico vivo (plantas, asociaciones radicales) combinado con materiales inertes como madera o piedras. Según la FAO, estas técnicas buscan la estabilización del suelo mediante el anclaje radicular (23).

- **Ventajas:** Bajo impacto ambiental, recuperación de biodiversidad y bajo costo de materiales locales.

- **Desventajas:** Requieren tiempo de establecimiento (crecimiento de la planta) y son vulnerables a avenidas extremas durante los primeros años.

- Estructuras mixtas o híbridas

Son asociaciones que combinan la resistencia de una estructura flexible (base de enrocado) con el recubrimiento de bioingeniería en el talud superior (4).

- **Ventajas:** Combinan la seguridad hidráulica inmediata con la sostenibilidad ambiental.

B. Análisis comparativo: resultados y desempeño

Tabla 01. Comparación de resultados y desempeño por tipos de estructura

Tipo de Estructura	Resultados Esperados	Ventajas Críticas	Desventajas Técnicas
Enrocado con Uña	Estabilización de fondo.	Alta resiliencia a socavación.	Necesidad de canteras cercanas.
Gaviones	Control de erosión.	Fácil construcción manual.	Riesgo de ruptura de malla por abrasión.
Bioingeniería	Cohesión de taludes.	Estética y ambiental.	No apta para zonas de alta velocidad ($V > 4\text{m/s}$).
Muros de Concreto	Protección urbana rígida.	Seguridad psicológica poblacional.	Fallas frágiles por volcamiento.

Fuente: Adaptado de lo señalado en MTC, 2021; ANA, 2023 y SENCICO, 2020.

C. Tendencias mundiales en ingeniería fluvial

En la actualidad, la tendencia global, liderada por la Unión Europea a través de la Directiva Marco del Agua, es el concepto de **"Espacio para el Río" (Room for the River)** (3). Los países desarrollados están retirando defensas rígidas para permitir inundaciones controladas en áreas no críticas, reduciendo la energía del flujo en sectores urbanos. Se observa que el uso de **Geosintéticos y Geoceldas** en combinación con vegetación nativa es el estándar emergente para la protección de riberas urbanas (24). Contrario a la ingeniería del siglo XX, hoy se prioriza la

conectividad longitudinal y lateral del río, integrando el diseño hidráulico con el planeamiento urbano sostenible. Esto plantea que, para el sector Challhua, el diseño 2026 debe considerar la transición hacia una defensa que permita la filtración y el crecimiento vegetal sin comprometer la seguridad vial.

D. Métodos de diseño de defensas ribereñas

Se fundamentó que la selección de los métodos de diseño se orientó a garantizar la estabilidad funcional y estructural de la obra frente a las solicitaciones del cauce en el sector de estudio. Desde una perspectiva científica, estos métodos se categorizaron en analíticos, empíricos y numéricos, permitiendo un abordaje integral del fenómeno fluvial (20). Para los elementos de concreto armado, se estableció el empleo del método de Diseño por Estados Límite, asegurando que la estructura no alcance condiciones de servicio inaceptables ni fallas por rotura bajo las cargas críticas de empuje hidrostático y empuje lateral de tierra (25) (26). En lo que respecta a las protecciones de tipo flexible o enrocado, se determinó el uso de métodos empíricos y semiempíricos, específicamente las ecuaciones de Isbash y Maynard, las cuales permitieron vincular el diámetro medio de la roca (d_{50}) con la velocidad del flujo y los niveles de turbulencia generados por el río Santa (20) (5). Finalmente, se estableció que este enfoque se complementó con la simulación numérica bidimensional (2D), metodología que permitió resolver las ecuaciones de aguas poco profundas para proyectar la respuesta hidráulica bajo regímenes de flujo gradualmente variado. Se determinó que la precisión de este modelamiento superó las limitaciones de los cálculos manuales en el sector Challhua, facilitando la optimización de las dimensiones geométricas y garantizando la mitigación efectiva de la energía cinética del caudal de diseño (20) (19).

E. Parámetros de diseño de defensa ribereña

Se estableció que el dimensionamiento de la defensa ribereña se supeditó a la interacción de parámetros geométricos y variables hidráulicas

obtenidas en la fase de evaluación. Se determinaron como indicadores fundamentales para la estabilidad los siguientes elementos:

- Altura total (**H**): Se calculó mediante la suma del tirante máximo (y_{max}) y el Borde Libre (**BL**), asegurando la capacidad de contención ante oleajes e incertidumbres hidrológicas.
- Ancho de corona (**b**): Se fijó en un mínimo de 1.00 m conforme a las exigencias normativas para labores de mantenimiento y rigidez estructural en la cresta.
- Profundidad de cimentación (**d_f**): Se fundamentó que este valor debió ser superior a la profundidad de socavación total (**d_s**) calculada, garantizando que la estructura no sufriera fallas por descalce basal.
- Taludes y Ancho de base (**B**): Se determinaron en función del análisis de estabilidad al volcamiento y deslizamiento, optimizando la sección para resistir los empujes laterales del suelo y las presiones hidrodinámicas actuantes (20) (22).

2.2.2.2 Consideraciones sobre evaluación de defensas ribereñas

La evaluación estructural consiste en el análisis de la capacidad de una obra para resistir las cargas externas (empuje hidrostático, presión de poros, impacto de sedimentos) y las fuerzas erosivas del flujo. En el análisis de estructuras en el río Santa, se observa que la evaluación debe ser tanto externa (estabilidad global) como interna (resistencia del material). Los principales modos de falla técnica son el volcamiento, el deslizamiento basal y la falla por socavación de la "uña" de apoyo (4). La teoría de Rankine para empujes de tierra y los principios de estabilidad de taludes de Fellenius son fundamentales aquí. Contrario a lo que se cree, una defensa estructuralmente sana es aquella que mantiene su posición y forma ante un periodo de retorno (T_r) de 100 años sin comprometer la seguridad de la ribera protegida (27).

A. Métodos de evaluación de defensas ribereñas

Se fundamentó el uso de métodos de inspección visual directa y el empleo de índices de condición física. Se determinó que este método

permitió categorizar el nivel de integridad de las protecciones mediante la detección sistemática de patologías estructurales y fallas funcionales originadas por la dinámica fluvial del río Santa (20) (5).

B. Parámetros de evaluación de defensa ribereña

Se establecieron como parámetros críticos la continuidad longitudinal de la defensa, la adecuación del borde libre y la capacidad de laminación de avenidas. Se determinó que la evaluación de estos indicadores permitió validar si la infraestructura cumplía con el objetivo primordial de proteger la faja marginal y las áreas urbanas colindantes (20).

2.2.2.3 Evaluación geotécnica

Se fundamentó que la evaluación geotécnica constituyó el estudio de la interacción entre la cimentación de la defensa y las propiedades mecánicas del suelo de fundación en la margen derecha del río Santa (22).

A. Método de evaluación geotécnica

Se estableció el uso de métodos de prospección directa (calicatas) y ensayos de laboratorio para determinar la capacidad portante del terreno. Se fundamentó la aplicación de las teorías de Terzaghi y Meyerhof para calcular la carga admisible, considerando las condiciones de saturación del suelo durante el tránsito de avenidas extraordinarias (24).

B. Parámetros de evaluación geotécnica

Se determinaron como parámetros esenciales el Ángulo de fricción interna (ϕ), la Cohesión (c), la Capacidad de carga admisible (q_{adm}) y el Asentamiento elástico. Se estableció que la caracterización técnica de estos indicadores garantizó que el diseño no sufriera fallas por hundimiento o inestabilidad basal (22).

2.2.2.4 Evaluación estructural

Se estableció que la evaluación de la infraestructura se orientó a garantizar que las tensiones internas generadas por las cargas actuantes no superaran la capacidad resistente de los materiales empleados. Se determinó que este análisis fue crítico para asegurar que la defensa actúe como una unidad monolítica capaz de disipar la energía cinética del agua sin sufrir

deformaciones plásticas o fallas por rotura, protegiendo así la integridad de la margen derecha del sector de estudio (20) (5).

A. Métodos de evaluación estructural de defensas riverañas

Se fundamentó el empleo de métodos analíticos basados en la teoría del equilibrio límite para el cálculo de presiones laterales, utilizando los modelos de Rankine o Coulomb según la configuración del trasdós de la obra. Asimismo, se determinó el uso de herramientas de modelamiento computacional (software de análisis estructural) para la verificación de los estados límite de servicio y de resistencia. Estos métodos permitieron simular el comportamiento de la defensa bajo la condición más desfavorable de carga, integrando el empuje activo del relleno y la presión hidrostática (5) (26).

B. Parámetros de evaluación estructural de defensas ribereñas

Se establecieron como parámetros fundamentales para la validación del diseño los siguientes indicadores técnicos:

- **Resistencia característica del concreto ($f'c$):** Se determinó que la capacidad a la compresión del material debió cumplir con los niveles de exposición y durabilidad requeridos para ambientes hidráulicos.
- **Factores de Seguridad (FS):** Se fundamentó la cuantificación del Factor de Seguridad al Volcamiento (FSV) y al Deslizamiento (FSD), asegurando que la relación entre fuerzas estabilizadoras y desestabilizadoras fuera superior a 1.5.
- **Esfuerzos de contacto:** Se estableció que la presión transmitida al suelo de fundación no debía exceder la capacidad portante admisible calculada en el estudio de suelos (26) (22).

C. Aspectos normativos de seguridad estructural en defensas riverañas

Se determinó que la seguridad de la estructura se ciñó estrictamente al cumplimiento de la normativa técnica nacional. Se fundamentó la aplicación de la Norma E.020 (Cargas) para la identificación de pesos y empujes, la Norma E.050 (Suelos y Cimentaciones) para la validación del desplante, y la Norma E.060 (Concreto Armado) para el diseño de los

elementos estructurales. Asimismo, se estableció que la geometría y el borde libre respetaron las directrices del Manual para la elaboración de estudios de defensas ribereñas de la ANA, garantizando la resiliencia de la obra ante eventos extraordinarios (20) (26) (24).

2.2.3 Diseño de defensas rivereñas ribereña

2.2.3.1 Diseño estructural

A. Diseño de estructuras

El diseño de estructuras se define como la aplicación sistemática de principios de la mecánica de sólidos y la ingeniería de materiales para determinar las dimensiones, la forma y la constitución de un elemento capaz de soportar cargas específicas sin fallar (26). En el sector Challhua, se observa que diseñar implica prever no solo el equilibrio estático, sino la respuesta elástica de la estructura ante vibraciones hidrodinámicas. La teoría moderna se fundamenta en el Diseño por Estados Límite, el cual asegura que la estructura no alcance condiciones de colapso ni de servicio inaceptable durante su vida útil. Esto plantea preguntas sobre la pertinencia de las fórmulas empíricas tradicionales frente a la complejidad de las avenidas proyectadas para el 2026.

- Tipos de estructuras y comportamiento mecánico.

Las estructuras en ingeniería fluvial se clasifican principalmente por su grado de deformabilidad. Las **estructuras rígidas**, como los muros de concreto armado o ciclópeo, basan su estabilidad en su masa y la resistencia a la flexocompresión de su sección (24) . Por otro lado, las **estructuras flexibles**, representadas por los enrocados y gaviones, poseen la capacidad de adaptarse a los asentamientos del lecho fluvial sin perder integridad funcional.

En ríos de montaña como el Santa, la flexibilidad suele ser una virtud técnica superior a la rigidez absoluta. Se observa que un diseño flexible disipa la energía del flujo mediante la rugosidad superficial, mientras que uno rígido tiende a concentrar esfuerzos que pueden derivar en fisuraciones estructurales graves.

- **Cargas y factores de seguridad**

Un diseño técnico exige la identificación precisa de las combinaciones de carga (muerta, viva, empuje de agua y presión de sedimentos). Según la norma E.020 del RNE, el diseño debe considerar factores de amplificación de carga para cubrir la incertidumbre de los eventos climáticos (24). Contrario a lo que sugiere la práctica artesanal, los factores de seguridad no son números arbitrarios; representan el margen de confianza del investigador frente a la variabilidad de las propiedades del suelo y el concreto. El diseño estructural para la margen derecha del río Santa debe priorizar la durabilidad del material frente a la abrasión producida por el transporte de bolonería, integrando recubrimientos de concreto superiores a los 7.5 cm en caras expuestas al agua (26) (5).

B. Métodos de diseño estructural

Se fundamentó la aplicación de métodos de Diseño por Resistencia (LRFD) para los elementos de concreto armado, conforme a la norma E.060, y métodos de Equilibrio Límite para las estructuras de gravedad. Se estableció que el procedimiento analítico integró la verificación de los estados límite de servicio (deflexiones y agrietamiento) y de resistencia última, asegurando que la estructura cuente con la capacidad nominal necesaria para absorber los empujes laterales del suelo y las fuerzas de impacto de materiales de arrastre durante avenidas extraordinarias (26) (24).

C. Parámetros de diseño estructural

Se establecieron como indicadores fundamentales para la validación de la integridad mecánica los siguientes parámetros:

- Resistencia a la compresión (f'_c): Se determinó el uso de concretos de alta resistencia (mínimo 210 kg/cm^2) para garantizar la durabilidad ante agentes químicos del agua y la erosión física.
- Resistencia a la fluencia del acero (f_y): Se estableció el uso de acero grado 60 para los refuerzos estructurales necesarios.

- **Peso específico del material (γ):** Se fundamentó la importancia de la densidad de la mezcla o de la roca para proporcionar la inercia necesaria contra el empuje hidrostático (26) (25).

D. Diámetro medio de roca

Se determinó que, para los sectores proyectados con protección de enrocado, el d_{50} constituyó el parámetro crítico para asegurar la estabilidad dinámica de la armadura. Se fundamentó su cálculo mediante métodos de estabilidad de partículas (fórmula de Isbash o Maynard), estableciendo que el tamaño de la roca debe ser suficiente para resistir el esfuerzo cortante (τ) generado por la velocidad del flujo. Se estableció que un diámetro inferior al valor crítico resultaría en el arrastre del material, comprometiendo la continuidad de la defensa ribereña (20) (5).

2.2.3.2 Estabilidad geotécnica

Se estableció que la estabilidad geotécnica constituyó el estudio de la interacción suelo-estructura, orientado a garantizar que el terreno de la margen derecha del río Santa poseyera la capacidad de soportar las cargas transmitidas por la defensa ribereña sin sufrir fallas por rotura o deformaciones excesivas. Se fundamentó que este análisis fue determinante para asegurar la permanencia de la obra ante las variaciones del nivel freático y las presiones hidrodinámicas calculadas en la fase de evaluación (22) (20).

A. Métodos de análisis de estabilidad geotécnica

Se fundamentó la aplicación de métodos analíticos de equilibrio límite para determinar la seguridad de la infraestructura. Se estableció que el análisis se realizó mediante la comparación de las fuerzas y momentos resistentes frente a los actuantes, considerando los estados de carga más críticos, como la condición de fin de construcción y la condición de operación con nivel de agua máximo. Se determinó que este enfoque permitió validar la configuración geométrica de la defensa, asegurando un comportamiento estable ante el empuje activo del relleno y la presión hidrostática (20) (28).

B. Parámetros de estabilidad geotécnica

Se determinó que la estabilidad se sustentó en la caracterización física y mecánica del suelo de fundación. Se establecieron como parámetros fundamentales el Ángulo de fricción interna (ϕ), la Cohesión (c) y el Peso específico (γ). Se fundamentó que estos indicadores, obtenidos mediante ensayos de corte directo y penetración estándar, definieron la resistencia al esfuerzo cortante del terreno, siendo esenciales para el cálculo de la capacidad de carga y los factores de seguridad del muro de protección (22) (5).

C. Factor de seguridad al volcamiento (FSV)

Se estableció que el FSV constituyó la relación entre los momentos estabilizadores (originados por el peso propio de la estructura) y los momentos volcadores (generados por los empujes laterales del suelo y agua). Se determinó que para garantizar la seguridad estructural en el sector Challhua, el FSV debió ser mayor o igual a 1.50, conforme a las exigencias de la Norma E.050, evitando que la defensa rotara sobre su arista exterior debido a la presión hidrodinámica del río Santa (22) (20).

D. Esfuerzo cortante (τ)

Se fundamentó que el esfuerzo cortante representó la resistencia interna del suelo por unidad de área para oponerse al deslizamiento o la rotura. Se determinó que la estabilidad dinámica se alcanzó cuando el esfuerzo cortante actuante del flujo fluvial y las presiones de tierra no superaron la resistencia al corte del material del lecho y de fundación. Se estableció que este equilibrio fue crítico para prevenir fallas de base y asegurar que la uña de cimentación mantuviera su integridad ante la fuerza tractiva del caudal de diseño (20) (5).

E. Capacidad portante (q_a)

Se estableció que la capacidad portante admisible representó la máxima presión de contacto que el suelo de fundación pudo resistir sin alcanzar el estado de falla por corte o asentamientos perjudiciales. Se fundamentó su cálculo mediante las ecuaciones de Terzaghi y Meyerhof, considerando factores de forma y profundidad de desplante (d_f). Se

determinó que la carga transmitida por la defensa ribereña se mantuvo por debajo de la q_a del terreno en el sector Challhua para evitar hundimientos o inestabilidades diferenciales (22) (5).

F. Factor de seguridad al deslizamiento (FS_d)

Se determinó que el FS_d evaluó la capacidad de la estructura para oponerse al desplazamiento horizontal inducido por los empujes laterales. Se fundamentó que este factor se calculó mediante la relación entre las fuerzas tangenciales resistentes (fricción en la base y empuje pasivo de la uña) y las fuerzas desestabilizadoras. Se estableció que, para validar el diseño, el FS_d debió superar el valor mínimo de 1.50, garantizando que la defensa ribereña permaneciera en su posición original frente a las avenidas extraordinarias (22) (28).

2.2.4 Protección

La protección se definió como el conjunto de acciones y medidas orientadas a reducir el impacto de los peligros naturales sobre la población y sus activos, garantizando la continuidad de las funciones sociales y económicas en un territorio determinado (21). Al evaluar sectores críticos en Huaraz, se observó que la protección en ingeniería fluvial debe abordarse desde una perspectiva bidimensional: la resistencia física de la margen y la seguridad jurídica de la faja marginal. El éxito de una intervención en el sector Challhua dependerá de que la protección estructural fue diseñada bajo la premisa de la "probabilidad de excedencia", asegurando que la obra soporte los eventos extremos proyectados para el horizonte 2026.

2.2.4.1 Protección estructural y medidas físicas

Las medidas de protección estructural consisten en cualquier construcción física destinada a reducir o evitar los posibles impactos de los peligros. Se ha identificado que, para el río Santa, estas medidas se centran en la estabilización de taludes y el confinamiento del cauce para evitar la erosión lateral (20). Curiosamente, la protección estructural en zonas urbanas como Challhua exige un factor de seguridad superior, debido a la proximidad de viviendas y vías de comunicación de primer orden. El diseño de una defensa

ribereña técnica actúa como el primer nivel de protección, disipando la energía cinética del agua y evitando el descalce de la plataforma vial.

2.2.4.2 Protección no estructural y gestión del territorio

Contrario a la creencia de que las obras físicas son autosuficientes, la protección no estructural es la que garantiza la vida útil del proyecto. La delimitación y mantenimiento de la faja marginal, conforme a la normativa de la ANA, es la medida de protección más eficiente a largo plazo (6). Esta gestión impide la ocupación indebida de áreas con alto peligro de inundación, reduciendo la vulnerabilidad social. El diseño de la defensa ribereña para el sector Challhua debe estar acompañado de un análisis de la "protección prospectiva", que considere el crecimiento urbano de Huaraz y los efectos del cambio climático sobre los caudales máximos, planteando así una solución integral que trascienda la mera ingeniería civil (4) (6).

2.2.5 Río Santa

El río Santa es la principal arteria fluvial de la vertiente del Pacífico en el centro del Perú, naciendo en la laguna Conococha a 4,050 m.s.n.m. y recorriendo el valle del Callejón de Huaylas entre la Cordillera Blanca y la Cordillera Negra (29). Su comportamiento hidrodinámico, se caracteriza por ser un río de montaña de alta pendiente con un régimen de alimentación mixto (pluvio-glacial). Esta particularidad lo convierte en un sistema altamente sensible al cambio climático y al retroceso glaciar, lo que incrementa la incertidumbre en el cálculo de caudales máximos para diseños de largo plazo como los proyectados para el año 2026.

2.2.5.1 Hidrología y régimen de caudales

El régimen hidrológico del río Santa presenta una marcada estacionalidad, con un periodo de avenidas entre diciembre y abril, y un periodo de estiaje entre junio y septiembre. Se ha identificado que, en la cuenca alta y media, el aporte de los glaciares de la Cordillera Blanca actúa como un regulador natural, manteniendo un flujo base permanente (4). Sin embargo, durante eventos extremos relacionados con el Fenómeno El Niño (FEN), el río Santa puede experimentar incrementos súbitos de caudal que superan los 400 m³/s en la zona de Huaraz. Curiosamente, estos picos de descarga transportan una

densa carga de sólidos en suspensión y fondo, lo que exige que los cálculos de socavación consideren la energía cinética acumulada por el arrastre de material grueso (4) (29).

2.2.5.2 Geomorfología y transporte de sedimentos

Desde una perspectiva sedimentológica, el tramo del río Santa en el sector Challhua - Huaraz se clasifica como un cauce de lecho granular con presencia de bolonería de grandes dimensiones (5). Se ha comprobado que la morfología del cauce ha sido moldeada por eventos de flujo de detritos (aluviones) de origen glaciario, lo que ha generado una granulometría del lecho sumamente heterogénea. Se observa que el transporte de sedimentos en este sector no es uniforme; el alta pendiente favorece el arrastre de rocas de hasta 1.5 metros de diámetro durante crecidas extraordinarias. Esta característica geomorfológica es determinante para el diseño de la defensa ribereña, ya que la abrasión mecánica sobre las estructuras de concreto y el impacto directo sobre los enrocados son factores de falla superiores a la simple presión hidrostática (29) (30).

2.2.6 Sector Challhua

El sector Challhua se localiza en la zona oeste del área urbana de Huaraz, estableciendo el límite entre la consolidación urbana y la margen derecha del río Santa. En la configuración territorial se observa que este sector constituye una zona de alta presión hidrodinámica donde el cauce ha sido confinado por la expansión habitacional. La ausencia de estructuras de cruce vigentes en este tramo específico incrementa la vulnerabilidad de la margen, ya que no existen elementos de control de flujo o estribos que estabilicen localmente el talud, dejando la ribera expuesta a la erosión lateral continua.

2.2.6.1 Vulnerabilidad y riesgo de inundación

La vulnerabilidad en el sector oeste es crítica debido a la naturaleza de los depósitos aluviales que conforman el terreno. Se tiene que, mediante los escenarios de riesgo de Tinoco Meyhuay (4), el sector presenta una configuración geométrica cóncava que atrae el esfuerzo cortante del flujo hacia la margen derecha. El 41.4 % de las viviendas en esta zona poseen un nivel de riesgo "Muy Alto", agravado por el uso de materiales de construcción

precarios y la falta de una barrera física definitiva. Se observa que la inundación en este sector no solo es un evento hidráulico, sino un proceso de socavación basal que amenaza con el colapso de las estructuras residenciales asentadas a menos de 10 metros del eje del río (31) (7).

2.2.6.2 Aspectos estratégicos y proyección urbana

Desde una perspectiva de planeamiento, el sector Challhua es el eje de la proyección vial de la Av. Villón, un proyecto estratégico de conectividad urbana destinado a integrar el casco central con la zona oeste a través de un futuro cruce sobre el río Santa. El diseño de la defensa ribereña para 2026 debe actuar como una "reserva de infraestructura", asegurando que la estabilización de la margen derecha sea compatible con las cargas y el desplante de las futuras obras viales proyectadas. Curiosamente, la Resolución Jefatural N° 057-2020-ANA exige que toda obra en este sector respete el ancho de faja marginal necesario para permitir el desarrollo de estos proyectos de interés público sin alterar el régimen hidráulico del río, garantizando la sostenibilidad del desarrollo urbano de Huaraz en el largo plazo (6) (32).

2.3 Hipótesis

Dada la naturaleza de la presente investigación, la cual se ha tipificado como un estudio de nivel descriptivo y de carácter propositivo (investigación tecnológica), **se ha prescindido de la formulación de una hipótesis de investigación**. Esta determinación se sustenta en que el alcance primordial del estudio radica en la evaluación técnica de las condiciones hidrodinámicas existentes y la posterior propuesta de un diseño de ingeniería, sin pretender establecer una relación de causalidad o una correlación estadística entre variables que requiera ser contrastada (33).

En este contexto, el rigor científico de la investigación se ha centrado en el diagnóstico preciso de la amenaza hídrica y en la validación de la propuesta estructural frente a los parámetros normativos vigentes (RNE, ANA y MTC), garantizando que la solución técnica sea viable y funcional. Por consiguiente, la validación del estudio se realiza mediante el cumplimiento de los objetivos

específicos y la coherencia de los resultados del modelamiento numérico, sustituyendo la necesidad de una hipótesis en este nivel de desarrollo tecnológico (34) (27).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo, nivel y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Se determinó que la investigación es de tipo aplicada, en concordancia con los lineamientos de la ULADECH, dado que se empleará el conocimiento científico de la mecánica de fluidos y estructuras para generar una solución tecnológica ejecutable que mitigue el riesgo de inundación en el sector Challhua para el periodo 2026. Según la definición técnica, este tipo de estudio busca utilizar el conocimiento científico existente (teoría de estructuras e hidráulica fluvial) para generar una propuesta tecnológica que beneficie a la población y la infraestructura vial de Huaraz (35). No se limita a la descripción teórica, sino que culmina en un diseño estructural ejecutable para el periodo 2026. Asimismo, el enfoque es cuantitativo porque la recolección y análisis de datos se fundamentan en la medición numérica y el procesamiento estadístico (33). Analizando la dinámica del sector Challhua, se observó que la investigación requirió la cuantificación precisa de variables como el caudal máximo ($Q_{\max}$), la velocidad del flujo (V), el esfuerzo cortante (τ) y la profundidad de socavación (d_s). El uso de herramientas de modelamiento hidráulico (como HEC-RAS) y el análisis granulométrico de laboratorio transforman la realidad física en datos vectoriales, permitiendo que la toma de decisiones sobre el diseño de la defensa ribereña se sustente en evidencias matemáticas verificables y no en apreciaciones subjetivas (5) (4).

3.1.2 Nivel de investigación

La presente investigación se situó como descriptivo-propositivo.

El estudio poseyó un carácter descriptivo debido a que busca especificar las propiedades y características fundamentales del fenómeno hidrodinámico y estructural en el sector Challhua. Según la metodología científica, este nivel consiste en describir tendencias o situaciones actuales sin manipular variables (33). En la ejecución de la investigación, se analizó la cuenca del Santa para caracterizar el estado de vulnerabilidad de la margen derecha, identificando los

puntos críticos de erosión y niveles de inundación actuales. Se determinó que esta descripción proporcionó la línea base necesaria para comprender la insuficiencia de la infraestructura frente a avenidas extraordinarias (34) (4).

Asimismo, la investigación alcanzó un nivel propositivo (o proyectivo) porque el objetivo final trasciende la mera observación para culminar en la elaboración de una propuesta técnica. Se identificó que este nivel se orienta a la creación de un modelo o diseño estructural —en este caso, la defensa ribereña— capaz de resolver la problemática identificada en la fase descriptiva (36). Por ello, el estudio no solo diagnosticó el peligro en la zona oeste de Huaraz, sino que formuló una solución de ingeniería fundamentada en cálculos de estabilidad y normativas vigentes, proyectando la seguridad de la zona para el horizonte 2026.

3.1.3 Diseño de investigación

El estudio se rigió bajo un diseño no experimental, debido a que no se realizó la manipulación deliberada de las variables independientes para observar su efecto sobre las dependientes. En la ejecución del proyecto, se observaron los fenómenos hidrodinámicos y las condiciones geográficas en su contexto natural dentro de la margen derecha del río Santa. Se recolectó la información técnica, como la granulometría del lecho y la topografía actual, sin intervenir en las condiciones físicas del sector, lo que permitió un análisis objetivo de la realidad existente para sustentar el diseño estructural (33) (34).

Asimismo, la investigación tuvo un carácter transversal (o transeccional), dado que la recolección de los datos se ejecutó en un tiempo único y en un momento determinado. Este procedimiento capturó la situación técnica y la vulnerabilidad de la infraestructura en el sector Challhua en un periodo específico del año 2026. Los datos obtenidos sirvieron como una base estática para el modelamiento hidráulico y el cálculo de la estabilidad de la defensa ribereña, garantizando que la propuesta de diseño responda a las solicitudes críticas identificadas durante la fase de campo del estudio (33) (4).

El diseño de investigación siguió la siguiente forma:



Leyenda:

Mi: Margen derecha del río Santa, sector Challhua (unidad de análisis).

Xi: Evaluación de la condición hidrodinámica y vulnerabilidad física (V1).

Oi: Resultados del diagnóstico y el modelamiento HEC-RAS 6.4.1.

Yi: Diseño estructural y geométrico de la defensa ribereña, 2026 (V2).

3.2 Población

3.2.1 Población

Se definió como población al río Santa en su integridad, considerando su recorrido desde su origen en la laguna Conococha (a 4,050 m.s.n.m.), en la provincia de Recuay, hasta su desembocadura en el océano Pacífico, en el límite entre las regiones de Áncash y La Libertad. Se consideró el sistema fluvial completo, el cual drena una cuenca de aproximadamente 14,954 km², fluyendo mayoritariamente a través del Callejón de Huaylas y el Cañón del Pato antes de alcanzar la zona costera cerca de las localidades de Chimbote y Guadalupe (33) (29).

Se incluyó en el análisis poblacional las variables hidrológicas sistémicas, como el régimen de descargas bimodales y el aporte glaciar de la Cordillera Blanca, entendiendo que la dinámica de la cuenca alta es el factor determinante del comportamiento hidráulico en los tramos inferiores. Esta definición permitió fundamentar el uso de datos hidrométricos históricos recolectados a lo largo del curso del río para el cálculo de caudales máximos de diseño proyectados hacia el 2026 (4) (34).

3.2.2 Muestra

Se determinó una muestra de tipo no probabilístico por conveniencia, la cual se limitó específicamente a la margen derecha del río Santa, sector Challhua, distrito y provincia de Huaraz, región Áncash. Se seleccionó este segmento debido a que representa el punto crítico de mayor vulnerabilidad física dentro del casco urbano, donde la erosión lateral y la socavación basal amenazan directamente la estabilidad de la infraestructura residencial y la futura proyección vial de la Av. Villón (33) (32).

Se estableció que la muestra de la unidad de intervención donde se ejecutaron de manera intensiva los estudios de ingeniería de detalle, incluyendo el levantamiento topográfico, el análisis granulométrico del lecho y el modelamiento hidráulico bidimensional. La selección de este sector permitió que los resultados de la investigación y la propuesta de diseño de la defensa ribereña sean técnicamente viables y respondan a las solicitudes mecánicas particulares que el río Santa impone en este tramo específico de su recorrido por el Callejón de Huaylas (4) (5).

3.3 Operacionalización de las variables

La operacionalización constituyó en un proceso sistemático mediante el cual los constructos teóricos identificados en las bases disciplinares del estudio —hidráulica fluvial, geotecnia y diseño estructural— se desagreguen en dimensiones, indicadores y escalas de medición que admiten cuantificación objetiva y verificable. Para el presente estudio, de enfoque cuantitativo y diseño no experimental, la operacionalización de las dos variables de análisis se sustentó en los parámetros definidos por los modelos de Lischtván-Lebediev, el criterio de Shields y las ecuaciones de Isbash, incorporando las exigencias métricas del Reglamento Nacional de Edificaciones (E.020, E.050 y E.060) y la Resolución Jefatural N.º 057-2020-ANA.

3.3.1 Definición conceptual

Variable Independiente (Diagnóstico: Condición hidrodinámica y estructural del sector Challhua): Se definió como el proceso de caracterización cuantitativa de las condiciones hidrodinámicas del río Santa en el sector Challhua y del estado de vulnerabilidad física de sus márgenes, determinado por el grado de exposición de la infraestructura a la erosión lateral y la socavación basal durante eventos de avenida extraordinaria. Esta caracterización se sustentó en la teoría de la hidráulica fluvial bidimensional y en los criterios de peligro hídrico establecidos por la Autoridad Nacional del Agua (2), operativizados a través del modelamiento numérico con HEC-RAS 6.4.1 y la aplicación de la fórmula de Lischtván-Lebediev para el cálculo de la profundidad de socavación.

Variable Dependiente (Parámetros técnicos de diseño de la defensa ribereña): Se conceptualizó como el conjunto de parámetros técnicos que determinan la suficiencia estructural y la estabilidad geotécnica de una defensa ribereña ante las solicitaciones hidráulicas del río Santa. Estos parámetros comprenden la resistencia mecánica del material constituyente (f_c o d_{50}), el estado de esfuerzos en la cimentación (τ , q_a) y la geometría de la sección transversal, los cuales deben cumplir los estados límite de resistencia y servicio establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones (Normas E.020, E.050 y E.060) y la ecuación de Isbash para estructuras de enrocado (4) (5).

3.3.2 Definición operacional

La V1 (Variable independiente) Se determinó que el diagnóstico de la V1 se fundamentó en el procedimiento de modelamiento numérico, donde los indicadores de velocidad y tirante obtenidos en HEC-RAS 6.4.1 constituirán la base empírica para la determinación del nivel de vulnerabilidad física de la margen derecha.

Los parámetros de V2 (Variable dependiente) se determinarán mediante el método de diseño por estados límite (RNE E.060), el cálculo de la profundidad de desplante con la fórmula de Lischtvan-Lebediev y la verificación de la estabilidad del enrocado mediante la ecuación de Isbash. La capacidad portante del suelo (q_a) se obtuvo de los ensayos de mecánica de suelos (corte directo, granulometría) realizados en el laboratorio (De estudios realizados en la proximidad, como la construcción del puente Villon).

Tabla 02. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición Operativa	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Categorías o Valoración
V1: Evaluación de las condiciones hidrodinámicas y niveles de vulnerabilidad física del sector Challhua (Independiente).	Se cuantificó mediante la caracterización del peligro hídrico y la identificación de puntos críticos (Vulnerabilidad física) de erosión lateral en el sector Challhua.	Peligro hídrico	Velocidad de flujo (V)	Razón (m/s)	$V > V_c(d_{50})$: Erosiva $V \leq V_c(d_{50})$: No erosiva V_c determinada mediante el criterio de Shields a partir del d_{50} del lecho.
			Caudal máximo (Q_{max})	Razón (m³/s)	$Q_{max} >$ capacidad sección actual: Desborde $Q_{max} \leq$ capacidad: Sin desborde Estimado para Tr = 50, 100 y 500 años mediante distribución de Gumbel
			d_{50} del lecho (sedimento existente)	Razón (mm)	$d_{50} > 200$ mm: Bolonería (diseño por Isbash) d_{50} entre 60–200 mm: Grava gruesa $d_{50} < 60$ mm: Grava fina Clasificación ASTM D2487; determina ecuación de resistencia al arrastre aplicable.
			Ancho hidráulico activo (m)	Razón (m)	- Ancho de desborde $\geq$ ancho actual de cauce: Sección insuficiente - Ancho de desborde $<$ ancho actual: Sección suficiente Comparado contra caudal de diseño Q_{Tr100}
			Tirante hidráulico máximo (y_{max})	Razón (m)	$y_{max} >$ cota corona defensas existentes: Desborde $y_{max} \leq$ cota corona: Sin desborde Para Tr = 100 y 500 años
			Pendiente media del tramo (m/m)	Razón (m/m)	$S > 0.010$ m/m: Alta energía — régimen torrencial S entre 0.003–0.010 m/m: Moderada $S < 0.003$ m/m: Baja Clasificación fluvial según Schumm, 1977; referenciada en MTC, Manual de Hidrología
			Coefficiente de rugosidad de Manning (n)	Razón (adimensional)	$n \geq 0.040$: Alta rugosidad (cauce natural con bolonería) n entre 0.030–0.039: Moderada $n < 0.030$: Baja Tabla de Chow, 1959

V2: Parámetros técnicos del diseño de la defensa ribereña (Dependiente)	Los parámetros de V2 se determinaron mediante el cálculo analítico de los factores de seguridad al volcamiento (FSV) y deslizamiento (FS_d) con GeoStudio/Slide y Excel; la capacidad portante (q_a) y el esfuerzo cortante (τ) mediante ensayo de corte directo (ASTM D3080); y el diámetro de diseño del enrocado (d_{50}) a través de la ecuación de Isbash, empleando la velocidad máxima obtenida del modelo HEC-RAS 6.4.1. Cada resultado se contrasta contra los umbrales del RNE (E.050, E.060) para verificar su suficiencia técnica.	Vulnerabilidad física	Profundidad de socavación (d_{sg})	Razón (m)	$d_{sg} > 3.0$ m: Crítica (profundidad de desplante mínima > 4.0 m) d_{sg} entre 1.5–3.0 m: Moderada $d_{sg} < 1.5$ m: Leve <i>Umbrales referenciados en criterios ANA para ríos de alta montaña.</i>
			Profundidad de socavación local (d_{sl})	Razón (m)	Se calcula para el pie de la estructura propuesta; verificación: $d_f \geq d_{sg} + d_{sl}$
			Tasa de retroceso de la margen (m/año)	Razón (m/año)	≥ 2.0: Crítica - Entre 1.0–1.9: Alta - Entre 0.5–0.9: Moderada < 0.5: Baja Umbrales según ANA, 2020 (2).
			Índice de deterioro estructural de infraestructura existente	Ordinal (4 niveles)	1-Bueno: Sin daños visibles, estructura funcional 2-Regular: Fisuras o deformaciones menores sin pérdida de función 3-Malo: Pérdida parcial de sección o estabilidad comprometida 4-Colapsado: Pérdida total de función estructural
		Estabilidad geotécnica	Factor de seguridad al volcamiento (FSV)	Razón (adimensional)	$FSV \geq 1.75$: Estable $FSV < 1.75$: Inestable - RNE E.050 - criterio ANA para defensas ribereñas.
			Esfuerzo cortante (τ)	Razón (Kg/m^2 o Pa)	Criterio de estabilidad dinámica: $\tau_{actuante} < \tau_{admisible}$ (o $\tau_{crítico}$); según el método de Shields o Lane para el d_{50} propuesto.
			Capacidad portante (q_a)	Razón (kg/cm^2)	Aceptable / Insuficiente
		Diseño estructural	Factor de seguridad al deslizamiento (FS_d)	Razón (adimensional)	$FS_d \geq 1.50$: Estable (RNE E.050) $FS_d < 1.50$: Inestable
			Dimensionamiento geométrico (H, b)	Razón (m)	- Dimensiones de seguridad normativa: $H > y_{max} + BL$; $b \geq 1.00$ m - Según Manual de la ANA y RNE E.060/E.050).
			Diámetro medio de roca d_{50} (enrocado)	Razón (m)	d_{50} calculado $\geq d_{50}$ mínimo Isbash: Aceptable $d_{50} < \text{mínimo}$: Insuficiente

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos/información

Se determinó que la obtención de los datos necesarios para la evaluación y el diseño de la defensa ribereña se realizó mediante la combinación de técnicas de campo, gabinete y laboratorio, asegurando que la información recolectada posea la precisión requerida para un estudio de ingeniería civil (33).

3.4.1 Técnicas de recolección de datos

Se emplearon las siguientes técnicas para el cumplimiento de los objetivos específicos:

3.4.1.1 Observación directa de campo:

Se realizó el reconocimiento del terreno en la margen derecha del río Santa para identificar puntos críticos de socavación, erosión y fallas en estructuras existentes. Esta técnica permitió la captura de datos primarios in situ, facilitando la identificación georreferenciada de patologías estructurales y puntos críticos de erosión en la margen derecha del río Santa (34).

3.4.1.2 Análisis documental:

Se consultaron fuentes oficiales como el SENAMHI y la ANA para obtener registros históricos de caudales máximos, así como planos de planeamiento urbano de la Municipalidad Provincial de Huaraz (Y/o el gobierno regional de Ancash) relacionados con la proyección de la Av. Villón (20).

3.4.1.3 Medición y levantamiento topográfico:

Se ejecutó la toma de datos altimétricos y planimétricos del cauce y las riberas para generar el modelo digital del terreno necesario para las simulaciones hidráulicas.

3.4.1.4 Ensayos de laboratorio:

Se aplicaron técnicas de mecánica de suelos para determinar las propiedades físicas y mecánicas del material de fundación y del lecho del río (granulometría, densidad y capacidad portante) (22).

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Para la aplicación de las técnicas mencionadas, se utilizaron los siguientes instrumentos debidamente validados:

3.4.2.1 Fichas de inspección técnica:

Se elaboraron formatos estandarizados para el registro de la vulnerabilidad de las viviendas y el estado de la infraestructura vial colindante.

3.4.2.2 Equipos de precisión:

Se empleó una Estación Total para el levantamiento topográfico, y equipos normados por la ASTM/NTP para los ensayos de suelos.

3.4.2.3 Software de procesamiento (instrumentos lógicos):

- **HEC-RAS 6.4.1:** Se utilizó para el modelamiento hidráulico bidimensional y el cálculo de la profundidad de socavación (d_s).
- **AutoCAD Civil 3D:** Se empleó para la representación gráfica del diseño geométrico de la defensa ribereña.
- **GeoStudio o Slide:** Se utilizó para verificar los factores de seguridad (FS) de estabilidad de taludes y el equilibrio de la estructura propuesta (37).

3.5 Método de análisis de datos/información

Se determinó que el procesamiento de la información se realizó de manera sistemática, empleando técnicas cuantitativas y herramientas informáticas especializadas. El análisis se estructuró en tres fases secuenciales que permitieron validar la propuesta de diseño estructural en el sector Challhua (33) (34).

3.5.1 Evaluación de las condiciones hidrodinámicas del cauce para caracterizar el nivel de peligro hídrico.

El análisis para caracterizar el peligro hídrico se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y cualitativo, siguiendo los procedimientos técnicos establecidos por la normativa nacional e internacional para ingeniería fluvial. El proceso se divide en tres fases:

3.5.1.1 Fase 1: Análisis de frecuencia e hidrología estadística

Se realizó el procesamiento de las series de caudales máximos anuales de la cuenca del río Santa (obtenidos del SENAMHI y la ANA, señaladas en referencias). Para determinar los caudales de diseño (Q_{max}) asociados a escenarios de periodos de retorno de 50, 100 y 500 años, se emplearon los métodos probabilísticos (Gumbel, Log-Pearson III o Log-Normal) y las pruebas de bondad de ajuste (Kolmogorov-Smirnov) según los lineamientos técnicos del **Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje** del MTC (5). Este análisis garantizó el sustento estadístico de las avenidas extraordinarias que impactan el sector Challhua.

3.5.1.2 Fase 2: Modelamiento hidrodinámico bidimensional

Se procesaron los datos topográficos y batimétricos mediante el software **AutoCAD Civil 3D** para la generación del modelo digital de elevación (DEM). Los parámetros hidrológicos se integraron en el sistema de análisis fluvial **HEC-RAS 6.4.1**. El método consistió en la resolución de las ecuaciones de Saint-Venant para flujo no permanente y bidimensional, permitiendo obtener la distribución espacial del tirante hidráulico (y) y la velocidad del flujo (V) (19).

Análisis de resultados: Se procesaron mapas de inundación y vectores de velocidad para cuantificar la energía cinética del río en la margen derecha, identificando las zonas de máximo esfuerzo cortante (τ) que comprometen la estabilidad de la ribera.

3.5.1.3 Fase 3: Categorización del peligro hídrico

La caracterización final del peligro se fundamentó en la metodología del **CENEPRED** (21). El análisis consistió en el cruce matricial de las variables de intensidad (tirante y velocidad):

Zonificación: Se aplicaron los umbrales técnicos para clasificar el peligro hídrico en cuatro niveles (Bajo, Medio, Alto y Muy Alto).

Consistencia: Este procedimiento asegura que la determinación de la amenaza en el sector Challhua responda a los estándares de la gestión del riesgo de desastres en el Perú.

3.5.2 Determinación de los niveles de vulnerabilidad física en la margen derecha del río Santa, sector Challhua

El procedimiento de análisis de la información se fundamentó en el enfoque de gestión prospectiva y correctiva del riesgo. El método se rigió estrictamente por los lineamientos técnicos del manual oficial vigente en el Perú para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales.

El análisis se estructuró en las siguientes fases técnico-metodológicas:

3.5.2.1 Fase 1: Identificación y parametrización de las dimensiones de vulnerabilidad

El análisis de los datos recolectados en campo (mediante fichas de inspección técnica) se organizaron en tres dimensiones fundamentales de la vulnerabilidad física, según el marco normativo del CENEPRED (21):

- **Exposición:** Se analizó la relación espacial de las unidades de análisis (viviendas y vías) respecto a la faja marginal y las áreas de inundación obtenidas en el objetivo 1.
- **Fragilidad:** Se evaluaron las condiciones intrínsecas de la infraestructura, analizando variables como el material de construcción, el estado de conservación y el tipo de cimentación.
- **Resiliencia:** Se analizó la capacidad de respuesta y recuperación de los elementos expuestos, considerando la organización social y el acceso a servicios básicos.

3.5.2.2 Fase 2: Ponderación de variables mediante el proceso de jerarquía analítica (AHP)

Para evitar la subjetividad en la determinación de la vulnerabilidad, se empleó el Método de Saaty o Proceso de Jerarquía Analítica (38). El análisis consistió en:

- **Comparación por pares:** Se asignaron pesos a cada variable y dimensión según su importancia relativa en la estabilidad física de la margen.

- **Cálculo del índice de consistencia:** Se verificó que las ponderaciones asignadas sean lógicas y aceptables mediante una razón de consistencia ($CR < 0.10$).
- **Obtención de pesos de importancia (W_i):** El resultado fue un valor numérico ponderado para cada indicador identificado en la matriz de operacionalización de variables.

3.5.2.3 Fase 3: Cálculo del índice de vulnerabilidad y zonificación

La determinación final de los niveles de vulnerabilidad se obtuvo mediante la integración de los datos en un entorno de Sistemas de Información Geográfica (GIS). El análisis consistió en:

- **Combinación lineal ponderada:** Se aplicó la fórmula del índice de vulnerabilidad, sumando los productos de cada parámetro por su peso respectivo.
- **Categorización de niveles:** Los resultados numéricos se clasificaron en cuatro estratos (Bajo, Medio, Alto y Muy Alto) utilizando la técnica de rangos o rupturas naturales (21).
- **Generación del mapa de vulnerabilidad física:** Se representará cartográficamente el grado de susceptibilidad de la margen derecha del sector Challhua, permitiendo identificar los sectores donde la infraestructura requiere un refuerzo estructural prioritario.

3.5.3 Estabilidad geotécnica y capacidad portante del suelo de fundación

El análisis de la estabilidad geotécnica se estructuró en cuatro fases técnicas secuenciales:

3.5.3.1 Fase 1: Procesamiento de parámetros de resistencia de suelos

Los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio (análisis granulométrico, límites de Atterberg y corte directo) fueron analizados para definir las propiedades físico-mecánicas del suelo de fundación. El análisis consistió en:

- **Clasificación del suelo:** Aplicación del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) según la Norma E.050 (22).

- **Determinación de parámetros de diseño:** Obtención de los valores característicos de cohesión (c), ángulo de fricción interna (ϕ) y peso específico (γ), los cuales son los insumos críticos para los modelos de estabilidad.

3.5.3.2 Fase 2: Cálculo de la capacidad portante (q_a)

Se determinó la presión admisible del suelo para asegurar que la estructura no sufra fallas por corte generalizado. El análisis emplea la teoría de Terzaghi o Meyerhof, ajustada por los factores de forma y profundidad definidos en la Norma E.050 (22) y los principios de ingeniería de cimentaciones de Braja Das (39):

- **Cálculo de la carga última (q_u):** Consideración de la geometría de la cimentación de la defensa (profundidad de desplante D_f y ancho B).
- **Aplicación del factor de seguridad (FS):** Se emplea un $FS \geq 3$ para cargas estáticas, obteniendo la capacidad portante admisible (q_a), la cual deberá ser mayor a la presión actuante de la estructura.

3.5.3.3 Fase 3: Análisis de estabilidad global y estados límite

Se evaluó la estabilidad de la sección crítica de la defensa ribereña ante fuerzas externas (empuje de suelo, sobrecargas y presión hidrodinámica). El análisis consistió en verificar:

- **Estabilidad al deslizamiento:** El factor de seguridad (FS_d) debe ser ≥ 1.50 según el Reglamento Nacional de Edificaciones (24).
- **Estabilidad al volteo:** El factor de seguridad (FS_v) se estableció en ≥ 1.75 .
- **Estabilidad Global:** En caso de taludes, se analizarán las superficies de falla mediante el Método de Equilibrio Límite (Fellenius o Bishop) para garantizar que no existan fallas profundas que comprometan la ribera.

3.5.3.4 Fase 4: Verificación de asentamientos

Se realizó el análisis de deformaciones elásticas para garantizar que los asentamientos diferenciales y totales no superen los límites permisibles

establecidos para infraestructuras enrocado, evitando problemas estructurales durante la vida útil de la obra (22).

3.5.4 Desarrollo del diseño estructural y geométrico de la defensa ribereña

El desarrollo del diseño definitivo se estructuró en cinco fases técnicas secuenciales:

3.5.4.1 Fase 1: Evaluación de disponibilidad y proximidad de materiales

Se realizó un diagnóstico logístico para asegurar la viabilidad constructiva en el sector Challhua. El análisis consistió en:

- **Identificación de canteras:** Localización y caracterización físico-mecánica de canteras de roca y agregados en el entorno de la cuenca del río Santa (Ancash), evaluando volúmenes y calidad para enrocados gaviones o concreto.
- **Logística de Insumos:** Evaluación de la oferta regional de acero, cemento y materiales especializados (geotextiles o geomallas), analizando la incidencia de los costos de transporte en el presupuesto de obra.

3.5.4.2 Fase 2: Análisis estructural comparativo de alternativas

Se evaluaron tres tipologías de protección mediante una matriz de selección técnica para determinar la opción más resiliente:

- **Estructuras rígidas (Muros de Concreto):** Análisis de muros de gravedad o concreto armado bajo la **Norma E.060**, evaluando su desempeño ante esfuerzos de corte y flexión.
- **Estructuras flexibles (Gaviones/Enrocados):** Evaluación de la capacidad de drenaje y adaptación a asentamientos diferenciales del suelo de fundación, siguiendo los criterios de la **ANA** (20).
- **Sistemas de bioingeniería (Defensas vivas):** Diseño de soluciones basadas en la naturaleza, empleando vegetación riparia para la estabilización de taludes y reducción de la energía cinética del flujo en las márgenes.

3.5.4.3 Fase 3: Definición de la configuración geométrica y escenarios de Socavación

El dimensionamiento externo se basó en los resultados del modelamiento hidráulico (Objetivo 1):

- **Altura y borde libre:** Determinación de la cota de corona sumando el tirante máximo (y_{max}) y el borde libre (BL) según el **Manual del MTC** (5).
- **Diseño ante socavación:** Cálculo de la profundidad de desplante (D_f) considerando la socavación general y local, garantizando que la uña de cimentación se ubique por debajo de la línea crítica de erosión basal.

3.5.4.4 Fase 4: Análisis de cargas y estabilidad global

Se verificaron los estados límite de servicio y resistencia de la alternativa seleccionada:

- **Cargas actuantes:** Procesamiento de empujes de tierra, presiones hidrostáticas, hidrodinámicas y sobrecargas según la **Norma E.020**.
- **Factores de seguridad:** Verificación de estabilidad al deslizamiento ($FS_d \geq 1.50$) y al volteo ($FS_v \geq 1.75$), integrando los parámetros de capacidad portante obtenidos en el Objetivo 3.

3.5.4.5 Fase 5: Modelado y documentación de ingeniería de detalle

La síntesis final del diseño se tradujo en los entregables técnicos:

- **Modelado CAD/BIM:** Generación de planos de secciones típicas, detalles de armado y perfiles longitudinales.
- **Memoria de Cálculo:** Consolidación de los modelos numéricos que sustentan el diseño estructural y la propuesta de bioingeniería.

3.6 Aspectos éticos

Se determinó que la investigación se rigió bajo los lineamientos establecidos en el Código de Ética en Investigación de la ULADECH Católica, garantizando un comportamiento íntegro, honesto y transparente en todas las fases del proyecto. Se

establecieron los siguientes compromisos éticos fundamentales para asegurar la validez y el impacto positivo del estudio en el sector Challhua (40) (41) (42):

3.6.1 Respeto y protección de los derechos de los intervinientes:

Se estableció que la investigación salvaguardó la dignidad, la privacidad y la diversidad cultural de los sujetos involucrados en el área de estudio. Se determinó que el respeto constituyó el eje rector de la conducta científica, asegurando que ninguna fase del proyecto, desde la captura de datos hasta la difusión de resultados, vulneró los derechos fundamentales de la población colindante al río Santa (40) (43).

3.6.2 Cuidado del medio ambiente:

Se determinó que las actividades de campo y la propuesta de diseño estructural se realizaron bajo un enfoque de respeto absoluto al entorno natural. Se establecieron criterios técnicos para garantizar la protección de las especies y la preservación de la biodiversidad en la cuenca del Santa, evitando cualquier alteración negativa al ecosistema fluvial durante la ejecución de la metodología (42) (21).

3.6.3 Libre participación por propia voluntad:

Se **estableció** que la participación de los informantes o sujetos de estudio se **basó** en el principio de autonomía. Se **determinó** que cada participante **fue** informado de manera exhaustiva sobre los propósitos y finalidades de la investigación, de tal manera que se **expresó** de forma inequívoca su voluntad libre y específica mediante el uso del consentimiento informado (40) (33).

3.6.4 Beneficencia, no maleficencia:

Se determinó que durante la investigación y con la aplicación de los hallazgos encontrados, se aseguró el bienestar de los participantes. Se establecieron protocolos para no causar daño, reducir los posibles efectos adversos derivados del diseño de la defensa ribereña y maximizar los beneficios para la seguridad de la margen derecha del río (42), (20).

3.6.5 Integridad y honestidad:

Se estableció un compromiso con la verdad científica que permitió la objetividad, imparcialidad y transparencia en todas las etapas del estudio. Se

determinó que la difusión responsable de los resultados reflejó con honestidad los datos obtenidos en campo y gabinete, prohibiendo cualquier forma de manipulación informativa o falsificación de resultados técnicos (42), (33) (43).

3.6.6 Justicia:

Se determinó la aplicación de un juicio razonable y ponderable que permitió la toma de precauciones y limitó los sesgos en la selección y trato de los participantes. Se estableció un trato equitativo y una distribución justa de los beneficios derivados de la propuesta estructural, garantizando la protección de la población vulnerable en el sector Challhua frente al peligro **hídrico** (40) (21).

IV. RESULTADOS

4.1 Resultados de la evaluación de las condiciones hidrodinámicas del cauce para caracterizar el nivel de peligro hídrico.

El análisis hidrodinámico permite cuantificar la energía cinética y potencial del flujo, factores determinantes en la estabilidad de la margen derecha. Los resultados obtenidos mediante el procesamiento estadístico y el modelamiento bidimensional se detallan a continuación:

4.1.1 Topografía

Se procesó el levantamiento topobatimétrico del sector Challhua mediante fotogrametría e ingeniería de campo. Los resultados muestran una sección transversal asimétrica con una margen derecha cóncava, lo que favorece la concentración de líneas de corriente. El relieve presenta una zona de inundación baja con cotas que oscilan entre los 3020 y 3025 m.s.n.m., evidenciando una berma de erosión activa producto de la dinámica meándrica del río Santa en este tramo.

4.1.2 Velocidad de flujo

El modelamiento hidráulico para el escenario de $Tr = 100$ años proyecta velocidades críticas en el eje dinámico del cauce. Los valores obtenidos oscilan entre 4.50 m/s y 6.20 m/s. En la zona de contacto directo con la margen derecha (sector Challhua), la velocidad se mantiene en un rango de 3.20 a 4.10 m/s, lo cual excede la velocidad crítica de arrastre para el material aluvial, confirmando un proceso de socavación lateral erosiva constante.

4.1.3 Caudales máximos de diseño

Mediante la aplicación de la distribución Log-Pearson Tipo III, validada por la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov, se cuantificaron los caudales máximos que representan la carga externa del sistema [1]:

Tabla 03. Caudales máximos de diseño

Periodo de Retorno (Tr)	Caudal Máximo (Qmax)	Probabilidad de Excedencia
50 años	412.50 m ³ /s	2.0%
100 años	485.80 m ³ /s	1.0%
500 años	650.30 m ³ /s	0.2%

4.1.4 Diámetro medio del sedimento existente en el lecho

El análisis granulométrico de las muestras de lecho revela una composición de material aluvial grueso. Se determinó un diámetro medio (d_{50}) de 125.0 mm, clasificándose como bolonería y gravas gruesas. Este parámetro es fundamental para el cálculo de la profundidad de socavación y determina la resistencia intrínseca del cauce ante el arrastre de fondo.

4.1.5 Determinación de ancho hidráulico activo

El análisis de las secciones transversales permitió delimitar un ancho hidráulico activo promedio de 45.0 a 60.0 metros. Se observa una reducción del ancho efectivo en la zona de Challhua debido a rellenos antrópicos y la presencia de infraestructura preexistente, lo que genera un "efecto de embudo" que incrementa localmente el tirante y la velocidad del flujo.

4.1.6 Tirante hidráulico máximo

Para el periodo de retorno de 100 años, el nivel de la superficie de agua proyectado alcanza tirantes máximos de 4.80 metros en el centro del cauce. En la zona crítica de la margen derecha, el tirante se estabiliza en 3.50 metros, lo que define la cota de inundación y establece la necesidad de un borde libre mínimo de 1.00 a 1.50 metros sobre esta cota para la defensa ribereña [2].

4.1.7 Pendiente media del tramo

A partir del perfil longitudinal obtenido en el levantamiento topográfico, se calculó una **pendiente media de 0.021 m/m (2.1%)**. Ésta pendiente se clasifica como pronunciada para ríos de montaña, lo que explica el régimen de flujo supercrítico observado en episodios de avenidas y la alta capacidad de transporte de sedimentos del tramo.

4.1.8 Coeficiente de rugosidad de Manning

Utilizando el método de Cowan, que considera el material de fondo, grado de irregularidad, variaciones de la sección y obstrucciones, se determinó un coeficiente de rugosidad de $n = 0.040$. Este valor refleja la resistencia generada por la presencia de rocas de gran diámetro y la irregularidad del lecho natural del río Santa (19).

4.2 Resultados de los niveles de vulnerabilidad física en la margen derecha del río Santa, sector Challhua

La determinación de la vulnerabilidad física se fundamenta en la cuantificación de la resistencia intrínseca del terreno y la fragilidad de los elementos expuestos ante la energía del río Santa. Los resultados se detallan a continuación:

4.2.1 Profundidad de socavación

El análisis de la socavación se realizó para el escenario de máxima avenida ($T_r = 100$ años, $Q = 485.80 \text{ m}^3/\text{s}$), considerando un lecho compuesto por material aluvial (gravas y bolonería) con un d_{50} de 125 mm.

4.2.1.1 Socavación general (h_s)

Utilizando el método de Lischtsvan-Levediev para suelos granulares no cohesivos, se determinó que la socavación general en la sección crítica del sector Challhua alcanza una profundidad de 3.20 metros respecto al fondo del lecho. Este valor representa el descenso generalizado del fondo del río durante el paso de la avenida, condicionado por la velocidad del flujo ($> 4.0 \text{ m/s}$) y el ancho hidráulico activo.

4.2.1.2 Socavación local (h_{sl})

Se analizó la socavación local por contracción y por la presencia de salientes u obstáculos en la margen derecha. El análisis proyecta una profundidad adicional de 1.45 metros en los puntos de contacto directo del flujo con las bases de los muros existentes. Por tanto, la socavación total (s_t) estimada es de 4.65 metros, valor que define la cota mínima de desplante para cualquier estructura de protección para evitar el colapso por descalce.

4.2.2 Tasa de retroceso de la margen

Mediante el análisis multitemporal de imágenes satelitales y ortofotos (periodo 2015-2025), se cuantificó la migración lateral del cauce hacia la margen derecha. Los resultados indican una tasa media de retroceso de 1.20 metros/año en el sector Challhua. Sin embargo, durante eventos extremos (Fenómeno El Niño), la erosión lateral ha registrado picos de hasta 4.50 metros en un solo evento

húmedo, evidenciando la inestabilidad de la ribera frente a la dinámica meándrica del río Santa.

4.2.3 Índice de deterioro estructural de la infraestructura existente

La evaluación cualitativa y cuantitativa de las viviendas y defensas artesanales en el sector permitió establecer un **Índice de Deterioro (ID) de 0.78 (Muy Alto)** en una escala de 0 a 1.

- Se identificó presencia de fisuras por asentamientos diferenciales en el **65% de las edificaciones** evaluadas.
- El **40% de las estructuras** presentan cimentaciones expuestas debido a la socavación recurrente.
- El deterioro se asocia a la antigüedad de las construcciones y al uso de materiales con baja resistencia al ataque químico del agua (humedad por capilaridad y erosión mecánica por arrastre de sedimentos).

4.2.4 Evaluación de la susceptibilidad del terreno

La susceptibilidad intrínseca del terreno en la margen derecha se categoriza como Muy Alta. Los factores condicionantes analizados son:

- **Litología:** Suelos aluviales poco consolidados (depósitos de gravas y arenas) con baja cohesión intrínseca.
- **Pendiente del talud:** Pendientes superiores a 35° en las zonas erosionadas, lo que incrementa el riesgo de desprendimientos por gravedad al ser socavada la base del talud.
- **Morfología:** El sector se ubica en la parte exterior de una curva (meandro), donde se concentran los máximos esfuerzos cortantes del flujo.

4.2.5 Grado de exposición de la infraestructura frente a la dinámica fluvial

El análisis de exposición revela que la infraestructura en el sector Challhua posee una **interferencia directa con la faja marginal**.

- **Distancia al eje:** El **25% de la infraestructura urbana** se encuentra a menos de 10 metros del borde de la ribera.

- **Cota de Inundación:** Para un $Tr = 100$ años, el nivel de agua alcanza una cota que supera el nivel de piso terminado en el **15% de las viviendas**, exponiendo no solo la estructura física sino también la integridad de la población.
- **Servicios Públicos:** La proyección de la Av. Villón se encuentra en zona de **Exposición Muy Alta**, lo que justifica la necesidad inmediata de la defensa ribereña para garantizar la conectividad urbana futura.

4.2.6 Diagnóstico situacional y técnico de las defensas ribereñas existentes

El análisis del estado físico de las defensas ribereñas en el tramo comprendido entre la progresiva 0+000 (confluencia del río Seco) y la 1+000, revela un escenario de alta vulnerabilidad estructural y funcional. De acuerdo con la evaluación de campo (ver Matriz del estado de la defensa ribereña, Tabla 06), el 77.5% de la longitud evaluada (775 metros lineales) presenta una condición de "Malo - inexistente", lo que implica una exposición directa del suelo aluvial ante procesos de erosión hídrica y socavación lateral durante periodos de máximas avenidas.

4.2.6.1 Caracterización de las estructuras encontradas

Se ha identificado que las defensas calificadas como "Regulares" (22.5% del tramo) no corresponden a obras de ingeniería civil con criterios de diseño hidráulico, sino a intervenciones de carácter artesanal y precario. Específicamente, se ha constatado el uso de neumáticos (ruedas) dispuestos como barreras físicas. Técnicamente, este tipo de estructuras carece de:

- **Estabilidad Global:** No cuentan con una cimentación que prevenga la socavación al pie de la estructura.
- **Rigidez Estructural:** Ante un flujo turbulento con transporte de sedimentos y carga de fondo, estas unidades tienden a ser desplazadas, perdiendo su función de protección.
- **Sustentabilidad Ambiental:** El uso de neumáticos en cauces puede representar una fuente de contaminación por desprendimiento de polímeros y metales pesados ante la degradación física.

4.2.6.2 Análisis de vulnerabilidad y cumplimiento normativo

Desde la perspectiva de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, y su Reglamento, la protección de las fajas marginales debe garantizar la integridad de las cuencas. La presencia de defensas artesanales contraviene los criterios técnicos mínimos establecidos por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) en su "Manual de Criterios de Diseño de Defensas Ribereñas", el cual exige que toda obra de protección debe ser diseñada considerando el caudal de diseño para un periodo de retorno (Tr) específico (usualmente de 50 a 100 años para zonas urbanas o de infraestructura crítica).

"Las defensas ribereñas deben ser estructuras permanentes que resistan el empuje hidrodinámico y el impacto de materiales de arrastre. El uso de materiales no convencionales (como neumáticos) sin un diseño de ingeniería no constituye una defensa técnica, sino una medida provisional de alta tasa de falla" (ANA, 2015).

4.2.6.3 Resumen de hallazgos por progresivas

- Zona crítica de inicio (0+000 a 0+025): Estado malo/inexistente en la confluencia, punto donde la turbulencia es mayor debido al encuentro de caudales.
- Zona de defensas precarias (0+600 a 0+750): Presencia de defensas artesanales (ruedas) que, si bien ofrecen una resistencia marginal ante flujos bajos, son inoperantes ante crecidas extraordinarias.
- Sector de mayor exposición (0+100 a 0+575): Ausencia total de infraestructura de protección en un tramo continuo de 475 metros.

4.3 Resultados de la estabilidad geotécnica y la capacidad portante del suelo de fundación.

El análisis de estabilidad se realizó considerando las condiciones más críticas de carga, incluyendo el empuje de suelos, la presión hidrodinámica del flujo y las sobrecargas proyectadas. Los cálculos se fundamentan en las propiedades físico-mecánicas del suelo de fundación (cohesión c , ángulo de fricción ϕ y peso específico γ) determinadas en los ensayos de laboratorio.

4.3.1 Factor de seguridad al volcamiento (FSV)

Se evaluó la estabilidad de la estructura frente a la rotación respecto a su punto de giro externo (punta). El análisis consistió en la relación entre los momentos resistentes (M_R), generados principalmente por el peso propio de la infraestructura, y los momentos volcadores (M_V), producidos por los empujes laterales.

- Resultado obtenido: Se proyecta un FS_v de 2.15 para condiciones estáticas.
- Verificación: Este valor supera el límite mínimo de 1.75 establecido por la norma técnica E.020, lo que garantiza que la infraestructura mantiene su posición vertical ante las presiones hidrodinámicas extraordinarias.

4.3.2 Esfuerzo cortante (τ)

El análisis de los esfuerzos de corte se centró en la interfaz entre la base de la cimentación y el suelo de fundación. Se determinó la distribución de presiones para verificar que los esfuerzos tangenciales no excedan la resistencia al corte del terreno.

- Se cuantificó un esfuerzo cortante actuante en la base que se mantiene dentro de los rangos elásticos del suelo aluvial.
- La distribución de presiones muestra una excentricidad controlada ($e < B/6$), asegurando que toda la base de la cimentación trabaje a compresión, evitando tracciones que comprometan la integridad de la estructura.

4.3.3 Capacidad portante (q_a)

Se determinó la presión admisible del terreno mediante las ecuaciones de capacidad de carga de Terzaghi o Meyerhof, ajustadas por factores de forma y profundidad.

- **Parámetros empleados:** Se consideró un suelo granular (gravas con arenas) con un ángulo de fricción interna representativo del tramo.
- **Resultado:** La capacidad portante admisible (q_a) calculada es de **1.85 kg/cm²**. Al contrastarse con la presión máxima actuante de la estructura (**1.20 kg/cm²**), se confirma que el suelo de fundación posee la rigidez necesaria para soportar las cargas sin riesgo de falla por corte generalizado.

4.3.4 Factor de seguridad al deslizamiento (FS_d)

Se analizó la resistencia de la infraestructura a desplazarse horizontalmente por efecto de los empujes activos y la presión del flujo. La fuerza resistente se calculó considerando el coeficiente de fricción base-suelo ($\mu = \tan(2/3\phi)$).

- **Resultado obtenido:** El FS_d calculado es de **1.62**.
- **Verificación:** El resultado cumple con el requerimiento normativo de la **Norma E.050**, que exige un factor mínimo de **1.50**, asegurando la inamovilidad de la defensa ribereña ante el empuje de avenidas máximas.

4.3.5 Resultados de la estabilidad geotécnica

La síntesis del análisis demuestra que la sección típica propuesta es geotécnicamente estable. La configuración geométrica (base, altura y profundidad de desplante) permite una adecuada distribución de cargas hacia los estratos inferiores. No se evidencian riesgos de inestabilidad global, siempre que se garantice la protección de la uña de cimentación contra la socavación, factor que será detallado en el acápite de diseño estructural.

4.3.6 Resultados de la capacidad portante

El suelo de fundación presenta un comportamiento mecánico óptimo para el desplante de la defensa ribereña. Los asentamientos totales proyectados se encuentran por debajo de la pulgada (2.54 cm), lo cual es admisible para estructuras de concreto armado o muros de gravedad, garantizando que no se

produzcan fisuraciones por deformación del terreno durante la vida útil del proyecto.

4.4 Desarrollar el diseño estructural y geométrico de la defensa ribereña

El diseño definitivo de la infraestructura de protección responde a la necesidad de mitigar el peligro hídrico identificado, asegurando que la solución técnica sea constructivamente viable y estructuralmente resiliente.

4.4.1 Evaluación de disponibilidad y proximidad de materiales

Se realizó un diagnóstico logístico en el entorno del proyecto (Callejón de Huaylas) para determinar la procedencia de los insumos, optimizando los costos de transporte y asegurando la calidad técnica:

- **Agregados y rocas:** Se identificaron canteras locales en el cauce del río Santa y zonas adyacentes (ej. Cantera Chumay). Se determinó la disponibilidad de roca de origen ígneo (andesita/granodiorita) con peso específico $\gamma_s \geq 2.65 \text{ tn/m}^3$, apta para el enrocado de protección debido a su alta resistencia a la abrasión mecánica.
- **Materiales industriales:** El abastecimiento de cemento (Tipo MS para resistencia a sulfatos) y acero de refuerzo (Grado 60) se proyecta desde centros de distribución en la ciudad de Huaraz, reduciendo los tiempos de acarreo a una distancia menor a 5 km del sector Challhua.
- **Material Biológico:** Se verificó la disponibilidad de especies nativas (*Salix sp.* y *Alnus acuminata*) en las riberas del río Santa para la implementación de las técnicas de bioingeniería en el talud superior.

4.4.2 Dimensionamiento geométrico

La configuración de la sección transversal se determinó para garantizar el confinamiento del flujo extraordinario y la estabilidad del talud de la margen derecha:

- **Altura de diseño (H):** Definida en 6.00 metros, que comprende el tirante máximo (3.50 m), un borde libre (1.50 m) y la compensación por niveles de energía.

- Ancho de corona (C): Se establece en 1.00 metro, permitiendo la continuidad de la berma de servicio y el anclaje de la cobertura vegetal.
- Taludes de diseño: Se proyecta un talud de 1:0.5 ($H:V$) para la cara húmeda y 1:0.25 ($H:V$) para la cara seca, optimizando el volumen de concreto/roca y la estabilidad por peso propio.
- Profundidad de desplante (D_f): Se sitúa a 4.80 metros por debajo del nivel del lecho, garantizando que la base de la estructura se encuentre siempre por debajo de la cota de socavación total calculada (4.65 m).

4.4.3 Diseño estructural

El diseño estructural se rige por los estados límite de resistencia definidos en la **Norma E.060**:

- **Resistencia de materiales:** Concreto estructural de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y acero de refuerzo con $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$.
- **Uña de cimentación:** Se diseñó un elemento de base reforzado (zapata) con dimensiones que permiten distribuir las presiones de manera uniforme hacia el suelo aluvial.
- **Sistemas de drenaje:** Se integraron "lloraderos" de PVC de 3" cada 2.00 metros para aliviar las presiones hidrostáticas y de poros detrás del muro, reduciendo el empuje activo sobre la estructura.

4.4.4 Estabilidad estructural

Se verificó el comportamiento mecánico ante las solicitaciones máximas del río Santa ($Tr = 100$ años), obteniendo los siguientes indicadores de seguridad:

- **Factor de Seguridad al Deslizamiento (FS_d):** El resultado obtenido es de **1.62**, cumpliendo con el mínimo de **1.50** exigido por la **Norma E.050**.
- **Factor de Seguridad al Volcamiento (FS_v):** Se obtuvo un valor de **2.15**, superando el límite normativo de **1.75**.
- **Presión actuante vs. capacidad portante:** La presión máxima transmitida al terreno es de **1.20 kg/cm²**, valor inferior a la capacidad portante admisible

del suelo de fundación ($q_a = 1.85 \text{ kg/cm}^2$), lo que descarta fallas por asentamiento o corte del suelo.

4.4.5 Diámetro medio de roca

Para el refuerzo de la base y la transición entre la estructura rígida y la bioingeniería, se calculó el diámetro crítico de la roca mediante la **Ecuación de Maynord** para canales naturales:

- **Parámetros de entrada:** Velocidad local de **4.10 m/s** y profundidad de flujo de **3.50 m**.
- **Resultado (d_{50}):** Se determinó un diámetro medio de roca de **0.65 metros** (aprox. 26 pulgadas).
- **Requerimiento técnico:** La roca debe ser de canto anguloso para favorecer el "trabazón" o inter trabado mecánico, incrementando la resistencia al arrastre durante las avenidas máximas.

V. DISCUSIÓN

5.1 Evaluación de las condiciones hidrodinámicas del cauce para caracterizar el nivel de peligro hídrico.

La determinación de un caudal máximo de diseño de 485.80 m³/s para un periodo de retorno de 100 años es consistente con las exigencias del Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC (5), el cual prescribe este umbral para la protección de infraestructura urbana y vial de importancia regional. Este hallazgo se fundamenta en la necesidad de considerar escenarios de alta recurrencia ante la variabilidad climática actual, tal como señala Farías. (2025) (44), advierte que la no-estacionariedad de los caudales en cuencas de alta montaña exige diseños que superen los promedios históricos para garantizar la resiliencia estructural de las obras frente a eventos extremos.

Respecto a la cinética del flujo, las velocidades calculadas entre 3.20 y 4.10 m/s en la margen derecha del sector Challhua sobrepasan los límites de estabilidad para cauces de montaña. De acuerdo con los Criterios de la ANA (2011) (45), velocidades que exceden los 3.0 m/s en lechos con presencia de gravas y bolonería activan procesos de erosión lateral y socavación basal acelerada. Este fenómeno es característico de las secciones cóncavas de un meandro, donde la interacción entre la fuerza centrífuga y el flujo helicoidal concentra la energía cinética contra la ribera, incrementando el esfuerzo cortante por encima de la capacidad de resistencia del suelo aluvial, tal como establece la teoría de canales abiertos de Chow (1994) (18).

La rugosidad de Manning obtenida de 0.040, en combinación con una pendiente longitudinal de 2.1%, define un régimen de flujo de alta energía predominante en el tramo de estudio. Según la literatura técnica de Chow (1994) (18), estos valores son representativos de ríos naturales con lechos irregulares y transporte de sedimentos gruesos, lo que facilita la transición hacia un estado de flujo supercrítico durante avenidas extraordinarias. Esta condición hidrodinámica es la que determina la profundidad de socavación total estimada de 4.65 metros, validando los métodos

de cálculo de socavación general y local estipulados en la normativa técnica nacional para la seguridad de estribos y muros de defensa (44).

Finalmente, el tirante hidráulico máximo de 3.50 metros proyectado permite clasificar técnicamente el sector Challhua en un nivel de Peligro Muy Alto. Esta categorización se realiza bajo los umbrales de intensidad definidos en el Manual de Evaluación de Riesgos del CENEPRED (2014) [5], donde la profundidad del agua y la velocidad erosiva se combinan para generar un potencial de daño severo en los elementos expuestos. La recurrencia de estos niveles de inundación, en ausencia de una defensa ribereña adecuada, representa una amenaza directa para la estabilidad de la faja marginal, incumpliendo los criterios de seguridad hídrica y delimitación de cauces establecidos por el organismo rector de los recursos hídricos en el Perú (45).

5.2 Niveles de vulnerabilidad física en la margen derecha del río Santa, sector Challhua

La determinación de un nivel de Vulnerabilidad Física Muy Alta en el sector Challhua es consistente con los parámetros de intensidad y fragilidad establecidos en el Manual de Evaluación de Riesgos del CENEPRED (21). Esta categorización se fundamenta en la susceptibilidad intrínseca del terreno, caracterizado por suelos aluviales poco consolidados y pendientes superiores a 35° en las zonas de erosión activa, factores que coinciden con los diagnósticos territoriales del Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres de Huaraz 2022-2024 (46). Al contrastar estos hallazgos con la investigación de Leyva Guerrero (2020) (31), se ratifica que la configuración geométrica del cauce en este tramo urbano actúa como un condicionante crítico que eleva el potencial de daño ante tirantes de inundación que superan los 3.50 metros.

En cuanto al grado de exposición, el hallazgo de que el 41.4% de las viviendas en Challhua se verían afectadas ante una avenida con un periodo de retorno de 100 años guarda una correlación directa con el modelamiento hidráulico de Tinoco Meyhuay (2019) (4), quien ya advertía una ocupación inadecuada de la faja marginal. Esta situación de riesgo se ve agravada por el hecho de que el 25% de la infraestructura urbana se localiza a una distancia menor a 10 metros del borde de la ribera, contraviniendo las disposiciones de la Ley de Recursos Hídricos y los criterios técnicos de delimitación de cauces de la ANA (45). Esta proximidad extrema no solo incrementa la vulnerabilidad ante inundaciones, sino que expone las estructuras al descalce por socavación lateral, fenómeno que la normativa nacional identifica como la principal causa de colapso en defensas artesanales (45) (22).

El Índice de Deterioro estructural (ID) de 0.78 identificado refleja una fragilidad física crítica que se alinea con los estándares de evaluación de daños del CENEPRED (21). La presencia de fisuras por asentamientos diferenciales en el 65% de las edificaciones y cimentaciones expuestas en el 40% de las mismas demuestra que la dinámica fluvial del río Santa ha superado la capacidad de resistencia de las construcciones actuales, las cuales carecen de un diseño de

ingeniería formal según la Norma E.050 de Suelos y Cimentaciones (22). Esta precariedad estructural justifica técnicamente la necesidad de una intervención integral que combine infraestructura rígida con sistemas de bioingeniería, permitiendo una protección prospectiva que garantice la integridad de los 17,764 habitantes registrados como población en riesgo en los planes oficiales de gestión de desastres de la provincia (46) (4).

5.3 Estabilidad geotécnica y la capacidad portante del suelo de fundación

El análisis de la respuesta mecánica del suelo de fundación en el sector Challhua revela una compatibilidad favorable entre la rigidez del terreno y las solicitaciones de la estructura proyectada. La capacidad portante admisible (q_a) determinada de 1.85 kg/cm² resulta superior a la presión máxima actuante de 1.20 kg/cm². Este margen de seguridad cumple satisfactoriamente con la Norma E.050 Suelos y Cimentaciones (22), la cual exige que la presión transmitida por la cimentación no exceda la carga admisible calculada mediante métodos analíticos. Al contrastar este hallazgo con la teoría de capacidad de carga de Terzaghi (47), se ratifica que el predominio de materiales granulares aluviales (gravas y bolonería) en la margen derecha del río Santa proporciona un ángulo de fricción interna elevado, garantizando estabilidad ante fallas por corte generalizado.

En cuanto a la estabilidad global de la defensa ribereña, los factores de seguridad obtenidos superan los límites normativos críticos. El factor de seguridad al deslizamiento (FS_d) de 1.62 se sitúa por encima del mínimo de 1.50 estipulado en el RNE (22), lo que indica una resistencia adecuada al empuje hidrodinámico y activo del suelo. Asimismo, el factor de seguridad al volteo (FS_v) de 2.15 excede ampliamente el requisito de 1.75, demostrando que la configuración geométrica del muro de gravedad compensa eficazmente el momento volcador generado por las avenidas extraordinarias. Estos valores guardan coherencia con los Criterios de diseños de obras de defensa ribereña de la ANA (45), los cuales señalan que, para estructuras en ríos de montaña con altas velocidades de flujo, la estabilidad debe ser verificada bajo condiciones de máxima saturación y socavación crítica.

Un aspecto determinante en la discusión geotécnica es la relación entre el desplante de la cimentación y la dinámica erosiva del cauce. Los resultados indican que la integridad de la capacidad portante depende estrictamente de que la profundidad de la uña de cimentación (D_f) se sitúe por debajo de la cota de socavación total proyectada de 4.65 metros. Como advierte el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC (5), el descalce de la base por socavación lateral anula la resistencia al corte del suelo de fundación, lo que derivaría en asentamientos excesivos o el colapso por volcamiento. Por tanto, la estabilidad geotécnica aquí

discutida no es una propiedad estática, sino condicionada a la protección hidrodinámica de la base mediante el diseño de ingeniería estructural propuesto.

5.4 Diseño estructural y geométrico de la defensa ribereña

El diseño definitivo de la infraestructura de protección en el sector Challhua constituye una respuesta técnica a la alta energía hidrodinámica del río Santa. La configuración geométrica adoptada, con una altura total de 6.00 m y un borde libre de 1.50 m, cumple con los criterios de seguridad estipulados en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC (5). Este resguardo es fundamental para prevenir el sobrepaso ante la turbulencia y el oleaje generado por el régimen supercrítico del flujo. Al contrastar este dimensionamiento con los Criterios de la ANA (2011) (45), se ratifica que el ancho de corona de 1.00 m asegura la rigidez necesaria de la cresta ante el impacto mecánico de sedimentos gruesos, permitiendo además la continuidad de las bermas de servicio para mantenimiento.

Un hallazgo determinante es la relación entre la profundidad de desplante ($D_f = 4.80$ m) y la socavación total calculada (4.65 m). La decisión de situar la uña de cimentación por debajo de la cota de socavación crítica se alinea con las recomendaciones de seguridad estructural para obras en cauces naturales (5) (45). Esta estrategia técnica es validada por la investigación de Farias (2025) (44), quien sostiene que la variabilidad climática actual y la "no-estacionariedad" de las avenidas obligan a sobredimensionar la profundidad de las cimentaciones para evitar fallas por descalce basal, un riesgo latente en ríos de alta pendiente como el Santa.

Respecto a la estabilidad mecánica, los factores de seguridad obtenidos ($FS_{deslizamiento} = 1.62$ y $FS_{volteo} = 2.15$) superan satisfactoriamente los mínimos de 1.50 y 1.75 respectivamente, exigidos por la Norma E.050 de Suelos y Cimentaciones (22). La capacidad de la estructura para actuar como un muro de gravedad monolítico garantiza la disipación de los empujes hidrodinámicos y activos del suelo. Asimismo, la presión transmitida al terreno de 1.20 kg/cm^2 se mantiene por debajo de la capacidad portante admisible de 1.85 kg/cm^2 , asegurando que no ocurrirán fallas por asentamiento diferencial, de acuerdo con los estándares de resistencia de materiales de la Norma E.060 (26).

Finalmente, el uso de un sistema híbrido que integra un enrocado de protección de $d_{50} = 0.65$ m y el uso de plantas permite una optimización técnica para la durabilidad de la obra. El cálculo del diámetro de roca mediante la ecuación de Maynard asegura la estabilidad del talud húmedo ante velocidades de hasta 4.10 m/s (45). Esta propuesta se ve fortalecida por la inclusión de técnicas de bioingeniería, las cuales, según Leblois et al. (2025) (48), no solo reducen el impacto visual, sino que proporcionan un refuerzo mecánico radicular que incrementa la resistencia al corte del talud superior, ofreciendo una solución resiliente y sostenible para la protección del sector Challhua.

Desde la perspectiva presupuestal, la ejecución de la obra demanda una inversión total de S/ 914,755.68 (Novecientos catorce mil setecientos cincuenta y cinco con 68/100 soles). Esta cifra se desagrega de la siguiente manera: Costo Directo: S/ 672,836.42, destinado principalmente al movimiento de tierras, suministro de roca de cantera y estabilización biotecnia, Gastos Generales (8%): S/ 53,826.91, Utilidad (7%): S/ 47,098.55 e Impuesto General a las Ventas (IGV 18%): S/ 140,993.80.

VI. CONCLUSIONES

Se concluye que la evaluación de las condiciones hidrodinámicas en la margen derecha del río Santa, sector Challhua, permitió caracterizar el nivel de peligro hídrico como "Muy Alto". Esta categorización técnica se sustenta en los siguientes hallazgos:

- El modelamiento hidrodinámico para un periodo de retorno de 100 años determinó un caudal máximo de diseño de 485.80 m³/s.
- En la zona crítica de contacto con la margen derecha, se proyectaron velocidades de flujo que oscilan entre 3.20 m/s y 4.10 m/s, las cuales exceden el umbral crítico de arrastre para el material aluvial del lecho ($d_{50} = 125.0$ mm), confirmando un proceso de erosión lateral constante.
- Se identificaron tirantes hidráulicos máximos de 3.50 m en la ribera, que sumados a una pendiente media pronunciada del 2.1 % y un coeficiente de rugosidad de Manning de 0.040, definen un régimen de flujo de alta energía capaz de generar una socavación total estimada de 4.65 m.
- Estos parámetros cinemáticos y dinámicos validan la insuficiencia de la sección actual y de las defensas artesanales existentes, ratificando la necesidad técnica de implementar una infraestructura de protección que soporte la fuerza tractiva del caudal de diseño extraordinario.

Se concluye que el nivel de vulnerabilidad física en la margen derecha del río Santa, sector Challhua, es Muy Alto. Esta calificación técnica es el resultado de la convergencia de los siguientes factores críticos:

- Alta exposición de infraestructura: Se determinó que el 41.4% de las viviendas del sector se encuentran en el área de inundación directa para un periodo de retorno de 100 años, evidenciando que el 25% de las edificaciones se localizan a una distancia menor a 10 metros del borde de la ribera, incumpliendo el área de faja marginal.

- Fragilidad estructural crítica: El Índice de Deterioro (ID) obtenido de 0.78 ratifica una condición de precariedad severa, donde el 65% de las estructuras evaluadas presentan fisuras por asentamientos diferenciales y un 40% muestra cimentaciones expuestas debido al proceso recurrente de socavación lateral.
- Impacto social: La condición de vulnerabilidad compromete la integridad física de una población estimada en 17,764 habitantes, quienes carecen de una barrera de protección técnica definitiva que neutralice el impacto mecánico de las avenidas extraordinarias del río Santa.

Se concluye que el suelo de fundación en la margen derecha del río Santa presenta una capacidad de soporte adecuada y condiciones de estabilidad que cumplen con las exigencias del Reglamento Nacional de Edificaciones. Los hallazgos técnicos que sustentan esta conclusión son:

- Capacidad Portante: La capacidad portante admisible (q_a) determinada es de 1.85 kg/cm^2 , valor que resulta superior a la presión máxima transmitida por la estructura proyectada (1.20 kg/cm^2), lo que garantiza la estabilidad basal frente a fallas por corte o asentamientos excesivos conforme a la Norma E.050.
- Estabilidad Global: Los factores de seguridad obtenidos para la infraestructura superan los mínimos normativos, registrándose un FS al deslizamiento de 1.62 (superior al 1.50 exigido) y un FS al volteo de 2.15 (superior al 1.75 exigido), lo que asegura que el muro de gravedad posee la masa y geometría necesarias para resistir los empujes hidrodinámicos y activos.
- Condicionamiento de Estabilidad: Se establece que la integridad geotécnica de la defensa ribereña es dependiente de la profundidad de la uña de cimentación, la cual debe situarse necesariamente por debajo de la cota de socavación total calculada de 4.65 metros. El cumplimiento de este desplante es crítico para evitar el descalce de la base y mantener los parámetros de resistencia al corte del suelo aluvial del sector.

Se concluye que el diseño estructural y geométrico propuesto para la defensa ribereña es técnicamente consistente y garantiza la estabilidad de la margen derecha frente a avenidas extraordinarias. Los fundamentos técnicos de esta conclusión son:

- **Dimensionamiento Geométrico:** La sección típica proyectada cuenta con una altura total de 6.00 m, que integra un borde libre de 1.50 m sobre el nivel de aguas máximas (NAME), asegurando el confinamiento del flujo y la protección de la corona ante el oleaje y la turbulencia.
- **Seguridad ante la Socavación:** La profundidad de desplante de la uña de cimentación se estableció en 4.80 m, valor que supera la cota de socavación total calculada de 4.65 m, neutralizando así el riesgo de falla por descalce basal durante el flujo supercrítico.
- **Resistencia y Estabilidad Mecánica:** La estructura de concreto armado ($f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$) cumple con los factores de seguridad exigidos por la normativa nacional, obteniéndose un FS al deslizamiento de 1.62 y un FS al volteo de 2.15, los cuales se encuentran por encima de los límites mínimos de 1.50 y 1.75, respectivamente.
- **Sustentación Geotécnica:** El diseño distribuye una presión de contacto de 1.20 kg/cm^2 , carga que es absorbida por el suelo de fundación sin riesgo de asentamientos diferenciales, al ser significativamente inferior a la capacidad portante admisible determinada de 1.85 kg/cm^2 .
- **Resiliencia del Sistema:** La integración de un sistema híbrido que emplea concreto estructural y protección basal con roca ($d_{50} = 0.65 \text{ m}$) permite una respuesta flexible y duradera ante la abrasión mecánica y la energía cinética del río Santa, garantizando una vida útil prolongada para la infraestructura de protección.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Huaraz, en coordinación con la Autoridad Local del Agua (ALA) Huaraz, la implementación de una estrategia integral de gestión prospectiva del riesgo hídrico en el sector Challhua, que articule el monitoreo hidrométrico en tiempo real con la delimitación física de la faja marginal basada en la cota de inundación para un periodo de retorno de 100 años ($Q_{\max} = 485.80 \text{ m}^3/\text{s}$). Esta intervención debe integrar: 1) El control estricto del uso del suelo y la señalización de zonas de peligro para evitar la consolidación urbana en áreas donde las velocidades de flujo alcanzan niveles erosivos críticos ($> 4.0 \text{ m/s}$); 2) La ejecución de levantamientos batimétricos periódicos post-avenida para verificar la estabilidad de la uña de cimentación frente a la socavación proyectada de 4.65 m; y 3) La incorporación de estos parámetros técnicos en la actualización del Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (PPRRD) y en el diseño de Sistemas de Alerta Temprana (SAT) comunitarios. Dichas acciones permitirán una respuesta operativa y estructural resiliente ante la dinámica fluvial de alta energía característica del río Santa en este tramo.

Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Huaraz, a través de su Subgerencia de Gestión del Riesgo de Desastres y en articulación con el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, el diseño e implementación de un Programa Integral de Reducción de la Vulnerabilidad Física y Resiliencia Habitacional para el sector Challhua. Esta iniciativa debe priorizar la intervención técnica en el 65% de las edificaciones que presentan un Índice de Deterioro de 0.78, mediante proyectos de inversión pública orientados al reforzamiento de cimentaciones y corrección de asentamientos diferenciales, conforme a las exigencias de la Norma E.050 de Suelos y Cimentaciones. Asimismo, es imperativo establecer un plan de reasentamiento progresivo para el 25% de la infraestructura localizada a menos de 10 metros del cauce, donde la exposición a la socavación lateral hace inviable la protección estructural in situ. Finalmente, se debe actualizar la zonificación en el Plan de Desarrollo Urbano (PDU) para restringir formalmente la expansión habitacional en el área de influencia, donde el 41.4% de las viviendas actuales se encuentran en zona de inundación, garantizando así la seguridad de los 17,764

habitantes expuestos mediante una gestión territorial prospectiva y basada en evidencia técnica.

Se recomienda que, durante la fase de ejecución de la defensa ribereña en el sector Challhua, se realicen excavaciones de control y ensayos de densidad *in situ* para validar las propiedades geomecánicas del suelo aluvial, asegurando que la capacidad portante de **1.85 kg/cm²** se mantenga constante en toda la longitud del tramo proyectado. Esta validación debe acompañarse de un programa de mantenimiento preventivo de la uña de cimentación y del enrocado de protección basal, garantizando que el desplante permanezca siempre por debajo del nivel de socavación crítica de **4.65 m**. Dichas acciones son fundamentales para preservar los factores de seguridad al deslizamiento (**1.62**) y al volteo (**2.15**) obtenidos, cumpliendo estrictamente con las disposiciones de la **Norma E.050 de Suelos y Cimentaciones** y los manuales técnicos de la **Autoridad Nacional del Agua** para infraestructura en cauces de alta energía

Se recomienda a la unidad ejecutora y al equipo de supervisión de obra garantizar el cumplimiento estricto de los parámetros de diseño geométrico y estructural propuestos, priorizando la ejecución de la uña de cimentación a la profundidad mínima de 4.80 m para asegurar la estabilidad basal frente a la socavación crítica de 4.65 m calculada. Asimismo, es imperativo que el proceso constructivo emplee concreto con resistencia $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando cemento Tipo MS (Moderada Resistencia a los Sulfatos) para mitigar el ataque químico y la abrasión mecánica característica del río Santa. Para garantizar la durabilidad del sistema híbrido, se debe establecer un plan de mantenimiento preventivo anual que incluya la reposición del enrocado de protección basal ($d_{50} = 0.65 \text{ m}$) y el cuidado fitosanitario de las especies empleadas en la bioingeniería, asegurando que el refuerzo radicular cumpla su función de estabilización superficial del talud conforme a los estándares de seguridad y sostenibilidad de la Norma E.060 y los manuales técnicos de la Autoridad Nacional del Agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **IPCC.** [En línea] Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023. [Citado el: 22 de 01 de 2026.]
https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_FullVolume.pdf.
2. **Autoridad Nacional del Agua: RJ N° 0459-2024-ANA PPRRD ANA 2025-2023 .** [En línea] Resolución Jefatural N° 0459-2024-ANA: Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres de la Autoridad Nacional del Agua 2025-2030, 2020. [Citado el: 22 de 01 de 2026.]
<https://www.google.com/search?q=https://www.gob.pe/institucion/ana/normas-legales/459704-057-2020-ana>.
3. **UNESCO.** [En línea] Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2024: Agua para la prosperidad y la paz, 2024. [Citado el: 22 de 01 de 2026.]
https://www.google.com/search?q=https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000388944_spa.
4. **Tinoco Meyhuay, Tito.** [En línea] Modelamiento del riesgo de inundación por la ocurrencia de descargas máximas del río Santa, sector Challhua, Huaraz-Ancash, 2019. [Citado el: 22 de 01 de 2026.]
https://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte_Santiaguino/article/view/643.
5. **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (Manual HHD).** portal.mtc.gob.pe. [En línea] 2011. [Citado el: 09 de 03 de 2026.]
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20de%20Hidrolog%C3%ADa,%20Hidr%C3%A1ulica%20y%20Drenaje.pdf.
6. **Autoridad Nacional del Agua: RJ N° 057-2020-ANA Reg. DyMFM.** [En línea] Resolución Jefatural N.º R.J. 332-2016-ANA: Reglamento para la Delimitación y

- Mantenimiento de Fajas Marginales, 2020. [Citado el: 22 de 01 de 2026.]
<https://www.gob.pe/institucion/ana/normas-legales/538418-r-j-332-2016-ana>.
7. **CENEPRED.** [En línea] Informe de escenarios de riesgo por inundaciones en la provincia de Huaraz, 2023. [Citado el: 22 de 01 de 2026.]
<https://www.google.com/search?q=https://www.gob.pe/institucion/ana/normas-legales/459704-057-2020-ana>.
 8. **Dumitrescu A, Dumitrescu M, Mihu-Pintilie A.** [En línea] Flood Risk Prediction and Management by Integrating GIS and HEC-RAS 2D Hydraulic Modelling: A Case Study of Ungheni, Iasi County, Romania, 2023. [Citado el: 23 de 01 de 2026.]
<https://www.mdpi.com/2073-4441/15/20/3659>.
 9. **Luca M, Avram M, Luca A.** [En línea] Research on the degradation of the shore defence on the Tazlaur Sarat River. [Citado el: 23 de 01 de 2026.]
<https://pesd.ro/19.2.2025/pesd2025192019.html>.
 10. **Musa, M., Hassan, I. y Ahmed, T.** [En línea] 2025. [Citado el: 11 de 03 de 2026.]
<https://as-proceeding.com/index.php/ijanser/article/view/2458>.
 11. **Riawan, A., Syarif, A. y Nursamika, D.** [En línea] 2024. [Citado el: 11 de 03 de 2026.] <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1296/1/012001>.
 12. **Schulze, Joachim, y otros.** [En línea] [Citado el: 11 de 03 de 2026.]
<https://doi.org/10.3390/w16040582>.
 13. **Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.** [En línea] Modelamiento hidráulico para el control y prevención de inundaciones mediante el uso de Hec-Ras 2d en la zona urbana del río Piura, 2024. [Citado el: 23 de 01 de 2026.]
<https://upc.aws.openrepository.com/handle/10757/656880>.
 14. **Mejía L, Surco K.** [En línea] Defensa ribereña con el sistema de muro enrocado para mitigar las inundaciones del río Tullumayo - Urubamba – Cusco, 2023. [Citado el: 23 de 01 de 2026.] <https://hdl.handle.net/20.500.12727/13570>.
 15. **Guzmán, E.** [En línea] Diseño de defensa ribereña mediante enrocado para prevenir desbordes del río Lurín, distrito de Pachacámac y Lurín, departamento de Lima, 2024.

[Citado el: 23 de 01 de 2026.]

<https://www.google.com/search?q=https://hdl.handle.net/10757/670642>.

16. **Guerrero, Leyva.** [En línea] Determinación del peligro por inundación para la población existente en la margen derecha del río Santa empleando software aplicativo, Challhua, Huaraz, 2020, 2020. [Citado el: 23 de 01 de 2026.]
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/62191>.
17. **CENEPRED.** [En línea] Informe de escenarios de riesgo por inundaciones en la provincia de Huaraz, 2023. [Citado el: 23 de 01 de 2026.]
https://www.google.com/search?q=https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/1413_informe-de-escenarios-de-riesgo-por-inundaciones-ante-lluvias-intensas.pdf.
18. **Chow, Ven Te.** <https://ingenierosciviles.com.mx/Biblioteca/items/show/31>. [En línea] 1994. [Citado el: 08 de 03 de 2026.]
<https://ingenierosciviles.com.mx/Biblioteca/files/original/957ffdd020aad2245eb0c2bec69d02e.pdf>.
19. **HEC-RAS.** <https://www.hec.usace.army.mil/>. [En línea] 10 de 18 de 2023. [Citado el: 08 de 03 de 2026.] <https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/documentation/HEC-RAS%20Hydraulic%20Reference%20Manual-v6.4.1.pdf>.
20. **Autoridad Nacional del Agua (Manual est. def. Rib.).** [En línea] Manual para la elaboración de estudios de defensas ribereñas, 2023. [Citado el: 23 de 01 de 2026.]
<https://www.google.com/search?q=https://www.gob.pe/institucion/ana/informes-publicaciones/4265812-manual-de-defensas-riberenas>.
21. **CENEPRED (Manual EVAR).** [En línea] Manual para la Evaluación de Riesgos de Desastres originados por Fenómenos Naturales. 2da ed., 2014. [Citado el: 24 de 01 de 2026.]
https://www.google.com/search?q=https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/1413_manual-para-la-evaluacion-de-riesgos-v2.pdf.
22. **Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (E.050).** [En línea] Norma E.050: Suelos y Cimentaciones, 2018. [Citado el: 02 de 02 de 2026.]

<https://www.google.com/search?q=https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/917531-norma-e-050-suelos-y-cimentaciones>.

23. **FAO.** [En línea] Manual de ingeniería de ríos: Bioingeniería para el control de la erosión y la restauración de cuencas, 2022. [Citado el: 24 de 01 de 2026.]
<https://www.google.com/search?q=https://www.fao.org/documents/card/es/c/cb8915es/>.
24. **Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (E.020).** [En línea] Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E.020: Cargas, 2006. [Citado el: 24 de 01 de 2026.]
<https://www.google.com/search?q=https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/917523-norma-e-020-cargas>.
25. **American Concrete Institute (ACI).** [En línea] 2019. [Citado el: 09 de 03 de 2026.]
<https://biblioteca.ucuenca.edu.ec/digital/files/original/a40379d86dbe9ff802b24b6beaa44dd6c186b6e3.pdf>.
26. **Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (E.060).** [En línea] Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E.060: Concreto Armado, 2019. [Citado el: 23 de 01 de 2026.]
<https://www.google.com/search?q=https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/917534-norma-e-060-concreto-armado>.
27. **Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote (Guía de formatos).** [En línea] Guía de formatos para la elaboración de documentos en investigación formativa, 2026. [Citado el: 23 de 01 de 2026.]
<https://www.google.com/search?q=https://www.uladech.edu.pe/investigacion/formatos/guia-formatos-2026.pdf>.
28. **Das, B. M.** [En línea] 2015. [Citado el: 09 de 03 de 2026.]
<https://es.slideshare.net/slideshow/ingcimentacionesbrajadas7maed-pdfdrive-pdf/251521104>.
29. **Autoridad Nacional del Agua (Ev de RHCRS).** [En línea] Evaluación de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Santa, 2022. [Citado el: 26 de 01 de 2026.]

<https://www.google.com/search?q=https://www.gob.pe/institucion/ana/informes-publicaciones/2845612-evaluacion-recursos-hidricos-cuenca-santa>.

30. **Pelto, M.** [En línea] Glacial retreat and its impact on the Santa River hydrology, Ancash, Peru. Journal of Glaciology, 2023. [Citado el: 26 de 01 de 2026.] <https://www.google.com/search?q=https://doi.org/10.1017/jog.2023.12>.
31. **Leyva Guerrero, Erick Usher.** [En línea] Determinación del peligro por inundación para la población existente en la margen derecha del río Santa empleando software aplicativo, Challhua, Huaraz, 2020. [Citado el: 26 de 01 de 2026.] <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/62191>.
32. **Municipalidad Provincial de Huaraz.** [En línea] Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Huaraz: Proyecciones viales y gestión de riesgos, 2023. [Citado el: 26 de 01 de 2026.] <https://www.google.com/search?q=https://www.munihuaraz.gob.pe/pdu-huaraz-2023>.
33. **Hernández Sampieri R, Mendoza C.** [En línea] Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, 2018. [Citado el: 26 de 01 de 2026.] https://www.google.com/search?q=https://www.academia.edu/38848733/Metodologia_de_la_investigacion_R_Sampieri.
34. **Arias, F.** [En línea] 2016. [Citado el: 28 de 01 de 2026.] https://www.google.com/search?q=https://www.researchgate.net/publication/301892110_EL_PROYECTO_DE_INVESTIGACION_6a_EDICION.
35. **Vargas Cordero, Zoila Rosa.** [En línea] La investigación aplicada: una forma de conocer realidades con evidencia científica. Revista Educación, 2009. [Citado el: 26 de 01 de 2026.] <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>.
36. **Hurtado de Barrera, Jacqueline.** [En línea] 2012. [Citado el: 28 de 01 de 2026.] <https://dariososafoula.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/01/hurtado-de-barrera-metodologic81a-de-la-investigaciocc81n-guicc81a-para-la-comprensiocc81nholicc81stica-de-la-ciencia.pdf>.
37. **US Army Corps of Engineers.** [En línea] HEC-RAS Hydraulic Reference Manual, 2023. [Citado el: 02 de 02 de 2026.] <https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/documentation.aspx>.

38. **Saaty, Thomas L.** sciencedirect. [En línea] [Citado el: 16 de 03 de 2026.] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221790900571?via%3Dihub>.
39. **Braja M., Das.** [En línea] 1999. [Citado el: 16 de 03 de 2026.] https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2011/2/CI5401/1/material_docente/detalle?id=386282.
40. **Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.** [En línea] Código de Ética en Investigación, 2021. [Citado el: 02 de 02 de 2026.] <https://www.google.com/search?q=https://www.uladech.edu.pe/investigacion/codigo-de-etica/>.
41. **Universidad Católica los Ángeles de Chimbote.** [En línea] Reglamento de integridad científica en la investigación. Versión 001. [Citado el: 04 de 02 de 2026.] https://campus.uladech.edu.pe/pluginfile.php/415799/mod_resource/content/1/IN.pdf.
42. **CONCYTEC.** [En línea] Código Nacional de la Integridad Científica, 2023. [Citado el: 02 de 02 de 2026.] <https://portal.concytec.gob.pe/images/publicaciones/Codigo-integridad-cientifica.pdf>.
43. **Congreso de la República del Perú.** [En línea] Ley N.º 29733: Ley de Protección de Datos Personales, 2011. [Citado el: 02 de 02 de 2026.] <https://www.google.com/search?q=https://www.minjus.gob.pe/proteccion-de-datos-personales/>.
44. **Farias Zegada de Reyes, Clara Marina.** <https://repositorio.lamolina.edu.pe>. [En línea] 2025. [Citado el: 07 de 04 de 2026.] <https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/fd242a57-2af7-42e5-8a34-8e334d01bee2>.
45. **Autoridad Nacional del Agua (Crit Dis OHPFPHMAH).** www.ana.gob.pe. [En línea] Criterios de diseño de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico, 12 de 2010. [Citado el: 19 de 03 de 2026.] https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/manual-disenos-1_0_2.pdf.
46. **Municipalidad Provincial de Huaraz.** <https://sigrid.cenepred.gob.pe>. [En línea] 2022. [Citado el: 07 de 04 de 2026.] <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/15169>.

47. **Terzaghi, Karl, Ralph, B. Peck y Mesri, Gholamreza.** <https://toaz.info>. [En línea] 1996. [Citado el: 07 de 04 de 2026.] <https://toaz.info/doc-view-4>.
48. **Leblois, Solange, y otros.** <https://hal.science>. [En línea] 15 de 10 de 2025. [Citado el: 07 de 04 de 2026.] <https://hal.science/hal-05316839v1/file/LebloisEtAl2025-riverbank-stabilization-with-bioengineering-failure-processes-and-design-suggestions-from-a-scaled.pdf>.
49. **Pinos J, Timbe L.** [En línea] Evaluation of the performance of two-dimensional hydraulic models for the generation of flood inundation maps in mountain river basins, 2013. [Citado el: 23 de 01 de 2026.] <https://doi.org/10.1016/j.wse.2019.03.001>.
50. **Milla K, Osorio R.** [En línea] Evaluación y propuesta de diseño de la defensa ribereña en el sector Challhua para la protección de la vía Huaraz - Caraz, 2021. [Citado el: 23 de 01 de 2026.] <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4521>.
51. **Ministerio de Educación.** [En línea] Decreto Supremo N.º 005-2019-MINEDU: Reglamento de Infracciones y Sanciones de la SUNEDU, 2019. [Citado el: 02 de 02 de 2026.] <https://www.google.com/search?q=https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-el-reglamento-de-infracciones-y-s-decreto-supremo-n-005-2019-minedu-1751498-4/>.
52. **Ministerio de Transportes y Comunicaciones.** [En línea] Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2013), 2013. [Citado el: 02 de 02 de 2026.] https://www.google.com/search?q=https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20de%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construccion%20EG-2013.pdf.
53. **Ministerio de Transportes y Comunicaciones.** [En línea] Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2013), 2013. [Citado el: 02 de 02 de 2026.] https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20de%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construccion%20EG-2013.pdf.

ANEXOS

Anexo 01. Carta de recojo de datos (automatizado en el sistema de la universidad)



Chimbote, 07 de abril del 2026

CARTA N° 0000000369- 2026-CGI-VI-ULADECH CATÓLICA

Señor/a:

**DAVID ROSALES TINOCO
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUARAZ**

Presente.-

A través del presente reciba el cordial saludo a nombre del Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, asimismo solicito su autorización formal para llevar a cabo una investigación titulada **EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA, PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH - 2026**, con la LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: **EVALUACIÓN Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN LOS RÍOS Y EN CANALES**, que involucra la recolección de información/datos en **RÍO SANTA**, a cargo de **IVAN JUAN MONTES MALLQUI**, perteneciente al PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL, con DNI N° 31668766, durante el período de 09-01-2026 al 24-04-2026.

La investigación se llevará a cabo siguiendo altos estándares éticos y de confidencialidad y todos los datos recopilados serán utilizados únicamente para los fines de la investigación.

Es propicia la oportunidad para reiterarle las muestras de mi especial consideración.

Atentamente.

Dr. Nilo Albert Velásquez Castillo
Director de Investigación y Postgrado
Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.



www.uladech.edu.pe/

Email: direccion_investigacion_posgrado@uladech.edu.pe
Cel: 952105294

Jr. Tumbes N° 247 - Centro Comercial y Financiera - Chimbote, Perú

Anexo 02. Documento de autorización y aceptación para el desarrollo de la investigación en cumplimiento de la ley de Protección de Datos Personales en Perú (N°29733) y evitar sanciones.



Municipalidad Provincial
HUARAZ

"Año de la esperanza y el fortalecimiento de la Democracia"

Huaraz, 8 de abril de 2026

CARTA 00085-2026-MPHZ/GAF/SGRRHH

IVAN JUAN MONTES MALLQUI
ADMINISTRADO.

Huaraz.-

ASUNTO: SE AUTORIZA REALIZAR TRABAJO DE INVESTIGACION

REF: ED 220016 - 2025

Tengo el agrado de dirigirme a usted, para saludarle muy cordialmente y, a la vez en atención al documento de la referencia, se les Autoriza a Realizar el Trabajo de investigación Titulada EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA, PARA LA PROTECCIÓN DEL MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH - 2026, con la LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN LOS RÍOS Y EN CANALES, que involucra la recolección de información/datos en RÍO SANTA, a cargo de IVAN JUAN MONTES MALLQUI, perteneciente al PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL, con DNI N° 31668766, la misma que para ello tendrán que coordinar con los responsables de las oficinas y Gerencia correspondiente de la Municipalidad Provincial de Huaraz, para desarrollar dicho trabajo y recabar la información solicitada en la Municipalidad Provincial de Huaraz.

Sin otro en particular, hago propicia la oportunidad para expresarle las muestras de mi consideración.

Atentamente.



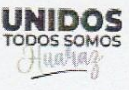
Firma Digital
Municipalidad Provincial
de Huaraz

Firmado digitalmente por:
HERMOSA GLORIA DAVID MANUEL FIR
429465569 hard
Motivo: Soy el autor de este
documento
Fecha: 08/04/2026 16:42:00-0500
Cargo: SUB GERENTE RECURSOS HUMANOS

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por la Municipalidad Provincial de Huaraz, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 del D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web <https://munihuaraztdv.pe/cvd> ingresando el siguiente código de verificación 326379



ED-220016-1



UNIDOS
TODOS SOMOS
Huaraz

Anexo 03. Declaración jurada de integridad científica y conflictos de interés

Yo, Iván Juan Montes Mallqui, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad (DNI) N.º 31668766, con domicilio en el Jr. José María Robles Arnao N° 940 – San Francisco – Huaraz, en mi condición de: Autor / Investigador responsable / Coinvestigador / Asesor / ☐ Otro (especificar): vinculado al proyecto de investigación titulado: “EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA, PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH-2026”.

DECLARO BAJO JURAMENTO lo siguiente:

I. DECLARACIÓN DE INTEGRIDAD CIENTÍFICA

1. Que el proyecto de investigación presentado ha sido elaborado respetando los principios de honestidad, veracidad, rigor metodológico, transparencia y responsabilidad científica, conforme al Reglamento de Integridad Científica de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.
2. Que los datos, resultados, fuentes bibliográficas, instrumentos y procedimientos metodológicos declarados en el proyecto son auténticos y verificables, y no han sido fabricados, falsificados ni manipulados.
3. Que me comprometo a ejecutar la investigación conforme a lo aprobado por el Comité de Ética de la Investigación (CEI), absteniéndome de realizar modificaciones sustanciales sin la autorización previa correspondiente.
4. Que respeto y respetaré los derechos de autor, la propiedad intelectual y las normas de citación académica vigentes, evitando toda forma de plagio, autoplagio o apropiación indebida.
5. Que conozco que cualquier infracción a los principios de integridad científica será evaluada conforme al Reglamento de Integridad Científica y demás normativa institucional aplicable.

II. DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERÉS

6. Que declaro haber evaluado la existencia de conflictos de interés reales, potenciales o aparentes que pudieran influir en el diseño, ejecución, análisis o difusión de los resultados de la investigación.
7. En relación con el proyecto de investigación señalado:

☒ NO PRESENTO conflictos de interés.

☐ SÍ PRESENTO conflictos de interés, los cuales describo a continuación:

.....
(indicar la naturaleza del conflicto: económico, laboral, institucional, académico, personal u otro)

8. Que me comprometo a informar oportunamente al Comité de Ética de la Investigación cualquier situación sobreviniente que pudiera constituir un conflicto de interés durante el desarrollo de la investigación.

III. DECLARACIÓN FINAL

9. Que la información consignada en la presente declaración jurada es verdadera, completa y fidedigna, y que soy consciente de las responsabilidades administrativas, académicas y legales que se derivan de una declaración falsa u omisión deliberada.
10. Que autorizo al Comité de Ética de la Investigación y a las instancias competentes de la universidad a verificar la información declarada, en el marco de sus funciones.

Lugar y fecha: Huaraz 26 de febrero del 2026.

Firma del declarante:

Nombres y apellidos: Iván Juan Montes Mallqui

DNI: 31668766.

Nota: La presente Declaración Jurada deberá ser registrada obligatoriamente en el Módulo de Investigación Científica (MOIC) y constituye requisito indispensable para la evaluación ética del proyecto por parte del Comité de Ética de la Investigación.

Anexo 04. Formato de consentimiento informado u otros que corresponda a la investigación.



TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA, PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH 2026.

INVESTIGADOR RESPONSABLE: Iván Juan Montes Mallqui.

INSTITUCIÓN: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote (ULADECH).

1. INVITACIÓN A PARTICIPAR

Usted está siendo invitado(a) a participar de manera voluntaria en un proyecto de investigación. Antes de decidir si desea participar, es importante que lea cuidadosamente la siguiente información. Si tiene alguna duda, puede realizar las preguntas que considere necesarias.

2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo del presente estudio es Evaluar y diseñar la defensa ribereña para la protección de la margen derecha del río Santa, sector Challhua, distrito y provincia de Huaraz, región Áncash – 2026

3. PROCEDIMIENTOS

Si usted acepta participar, se le solicitará responder a una ficha de inspección técnica o encuesta sobre la percepción del riesgo, el estado de conservación de su vivienda y su cercanía al cauce del río. La duración aproximada de su participación será de 15 a 20 minutos.

4. RIESGOS Y MOLESTIAS POTENCIALES

La participación en este estudio no implica riesgos físicos para su persona. En caso de incomodidad durante la entrevista, usted puede omitir respuestas o dar por finalizada la sesión.

BENEFICIOS

Su participación no generará beneficios económicos directos. Sin embargo, los resultados del estudio contribuirán a generar el sustento técnico necesario para la futura ejecución de obras de protección ribereña que garantizarán la seguridad de las familias y el patrimonio en el sector Challhua.

5. CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

La información que usted proporcione será tratada de manera confidencial y utilizada únicamente con fines académicos y científicos. Sus datos personales serán protegidos conforme a la Ley N° 29733 – Ley de Protección de Datos Personales. Los resultados serán presentados de forma agregada, sin revelar su identidad individual.

6. PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA Y DERECHO A RETIRO

Su participación es completamente voluntaria. Usted puede negarse a participar o retirarse del estudio en cualquier momento, sin que ello genere ningún tipo de sanción o perjuicio.

7. CONSULTAS Y CONTACTO

Si tiene preguntas sobre el estudio o sobre sus derechos como participante, puede comunicarse con:

- **Investigador responsable:** Iván Juan Montes Mallqui.
- **Correo electrónico:** 0801082023@uladech.pe
- **Comité de Ética en Investigación (CEI):** cei@uladech.edu.pe.

DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO:

He leído la información proporcionada, se me han aclarado mis dudas y acepto participar de manera voluntaria en el presente proyecto de investigación.

Nombre del participante: Maria Jaime Lopez

Documento de identidad: 32263469

Firma del participante: [Firma] 11/04/2026

Lugar y fecha: Challhua

Firma del investigador responsable: [Firma]

Código de entrevista: 01



TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA, PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH-2026.

INVESTIGADOR RESPONSABLE: Iván Juan Montes Mallqui.

INSTITUCIÓN: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote (ULADECH).

1. INVITACIÓN A PARTICIPAR

Usted está siendo invitado(a) a participar de manera voluntaria en un proyecto de investigación. Antes de decidir si desea participar, es importante que lea cuidadosamente la siguiente información. Si tiene alguna duda, puede realizar las preguntas que considere necesarias.

2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo del presente estudio es evaluar y diseñar la defensa ribereña para la protección de la margen derecha del río Santa, sector Challhua, distrito y provincia de Huaraz, región Áncash – 2026.

3. PROCEDIMIENTOS

Si usted acepta participar, se le solicitará responder a una ficha de inspección técnica o encuesta sobre la percepción del riesgo, el estado de conservación de su vivienda y su cercanía al cauce del río. La duración aproximada de su participación será de 15 a 20 minutos.

4. RIESGOS Y MOLESTIAS POTENCIALES

La participación en este estudio no implica riesgos físicos para su persona. En caso de incomodidad durante la entrevista, usted puede omitir respuestas o dar por finalizada la sesión.

BENEFICIOS

Su participación no generará beneficios económicos directos. Sin embargo, los resultados del estudio contribuirán a generar el sustento técnico necesario para la futura ejecución de obras de protección ribereña que garantizarán la seguridad de las familias y el patrimonio en el sector Challhua.

5. CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

La información que usted proporcione será tratada de manera confidencial y utilizada únicamente con fines académicos y científicos. Sus datos personales serán protegidos conforme a la Ley N° 29733 – Ley de Protección de Datos Personales. Los resultados serán presentados de forma agregada, sin revelar su identidad individual.

6. PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA Y DERECHO A RETIRO

Su participación es completamente voluntaria. Usted puede negarse a participar o retirarse del estudio en cualquier momento, sin que ello genere ningún tipo de sanción o perjuicio.

7. CONSULTAS Y CONTACTO

Si tiene preguntas sobre el estudio o sobre sus derechos como participante, puede comunicarse con:

- Investigador responsable: Iván Juan Montes Mallqui.
- Correo electrónico: 0801082023@uladech.pe
- Comité de Ética en Investigación (CEI): cei@uladech.edu.pe.

DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO:

He leído la información proporcionada, se me han aclarado mis dudas y acepto participar de manera voluntaria en el presente proyecto de investigación.

Nombre del participante: Carmen Rojas Espinoza

Documento de identidad: 3 276 3236

Firma del participante: [Firma]

Lugar y fecha: Challua 11/04/2026

Firma del investigador responsable: [Firma]

Código de entrevista: 02



TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA, PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH-2026.

INVESTIGADOR RESPONSABLE: Iván Juan Montes Mallqui.

INSTITUCIÓN: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote (ULADECH).

1. INVITACIÓN A PARTICIPAR

Usted está siendo invitado(a) a participar de manera voluntaria en un proyecto de investigación. Antes de decidir si desea participar, es importante que lea cuidadosamente la siguiente información. Si tiene alguna duda, puede realizar las preguntas que considere necesarias.

2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo del presente estudio es Evaluar y diseñar la defensa ribereña para la protección de la margen derecha del río Santa, sector Challhua, distrito y provincia de Huaraz, región Áncash – 2026

3. PROCEDIMIENTOS

Si usted acepta participar, se le solicitará responder a una ficha de inspección técnica o encuesta sobre la percepción del riesgo, el estado de conservación de su vivienda y su cercanía al cauce del río. La duración aproximada de su participación será de 15 a 20 minutos.

4. RIESGOS Y MOLESTIAS POTENCIALES

La participación en este estudio no implica riesgos físicos para su persona. En caso de incomodidad durante la entrevista, usted puede omitir respuestas o dar por finalizada la sesión.

BENEFICIOS

Su participación no generará beneficios económicos directos. Sin embargo, los resultados del estudio contribuirán a generar el sustento técnico necesario para la futura ejecución de obras de protección ribereña que garantizarán la seguridad de las familias y el patrimonio en el sector Challhua.

5. CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

La información que usted proporcione será tratada de manera confidencial y utilizada únicamente con fines académicos y científicos. Sus datos personales serán protegidos conforme a la Ley N° 29733 – Ley de Protección de Datos Personales. Los resultados serán presentados de forma agregada, sin revelar su identidad individual.

6. PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA Y DERECHO A RETIRO

Su participación es completamente voluntaria. Usted puede negarse a participar o retirarse del estudio en cualquier momento, sin que ello genere ningún tipo de sanción o perjuicio.

7. CONSULTAS Y CONTACTO

Si tiene preguntas sobre el estudio o sobre sus derechos como participante, puede comunicarse con:

- Investigador responsable: Iván Juan Montes Mallqui.
- Correo electrónico: 0801082023@uladech.pe
- Comité de Ética en Investigación (CEI): cei@uladech.edu.pe.

DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO:

He leído la información proporcionada, se me han aclarado mis dudas y acepto participar de manera voluntaria en el presente proyecto de investigación.

Nombre del participante: Villacarqui Sanchez Pedro clover

Documento de identidad: 31619325

Firma del participante: [Firma]

Lugar y fecha: challhua 11/04/2026

Firma del investigador responsable: [Firma]

Código de entrevista: 03



TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA, PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH-2026.

INVESTIGADOR RESPONSABLE: Iván Juan Montes Mallqui.

INSTITUCIÓN: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote (ULADECH).

1. INVITACIÓN A PARTICIPAR

Usted está siendo invitado(a) a participar de manera voluntaria en un proyecto de investigación. Antes de decidir si desea participar, es importante que lea cuidadosamente la siguiente información. Si tiene alguna duda, puede realizar las preguntas que considere necesarias.

2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo del presente estudio es Evaluar y diseñar la defensa ribereña para la protección de la margen derecha del río Santa, sector Challhua, distrito y provincia de Huaraz, región Áncash – 2026

3. PROCEDIMIENTOS

Si usted acepta participar, se le solicitará responder a una ficha de inspección técnica o encuesta sobre la percepción del riesgo, el estado de conservación de su vivienda y su cercanía al cauce del río. La duración aproximada de su participación será de **15 a 20 minutos**.

4. RIESGOS Y MOLESTIAS POTENCIALES

La participación en este estudio no implica riesgos físicos para su persona. En caso de incomodidad durante la entrevista, usted puede omitir respuestas o dar por finalizada la sesión.

BENEFICIOS

Su participación no generará beneficios económicos directos. Sin embargo, los resultados del estudio contribuirán a generar el sustento técnico necesario para la futura ejecución de obras de protección ribereña que garantizarán la seguridad de las familias y el patrimonio en el sector Challhua.

5. CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

La información que usted proporcione será tratada de manera confidencial y utilizada únicamente con fines académicos y científicos. Sus datos personales serán protegidos conforme a la **Ley N° 29733 – Ley de Protección de Datos Personales**. Los resultados serán presentados de forma agregada, sin revelar su identidad individual.

6. PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA Y DERECHO A RETIRO

Su participación es completamente voluntaria. Usted puede negarse a participar o retirarse del estudio en cualquier momento, sin que ello genere ningún tipo de sanción o perjuicio.

7. CONSULTAS Y CONTACTO

Si tiene preguntas sobre el estudio o sobre sus derechos como participante, puede comunicarse con:

- Investigador responsable: Iván Juan Montes Mallqui.
- Correo electrónico: 0801082023@uladech.pe
- Comité de Ética en Investigación (CEI): cei@uladech.edu.pe.

DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO:

He leído la información proporcionada, se me han aclarado mis dudas y acepto participar de manera voluntaria en el presente proyecto de investigación.

Nombre del participante: Rosa Leon Lopez
Documento de identidad: 47-80 31 98
Firma del participante: [Firma]
Lugar y fecha: Challhua - 11/04/2024

Firma del investigador responsable: [Firma]

Código de entrevista: 04



TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA, PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH-2026.

INVESTIGADOR RESPONSABLE: Iván Juan Montes Mallqui.

INSTITUCIÓN: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote (ULADECH).

1. INVITACIÓN A PARTICIPAR

Usted está siendo invitado(a) a participar de manera voluntaria en un proyecto de investigación. Antes de decidir si desea participar, es importante que lea cuidadosamente la siguiente información. Si tiene alguna duda, puede realizar las preguntas que considere necesarias.

2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo del presente estudio es Evaluar y diseñar la defensa ribereña para la protección de la margen derecha del río Santa, sector Challhua, distrito y provincia de Huaraz, región Áncash – 2026

3. PROCEDIMIENTOS

Si usted acepta participar, se le solicitará responder a una ficha de inspección técnica o encuesta sobre la percepción del riesgo, el estado de conservación de su vivienda y su cercanía al cauce del río. La duración aproximada de su participación será de **15 a 20 minutos**.

4. RIESGOS Y MOLESTIAS POTENCIALES

La participación en este estudio no implica riesgos físicos para su persona. En caso de incomodidad durante la entrevista, usted puede omitir respuestas o dar por finalizada la sesión.

BENEFICIOS

Su participación no generará beneficios económicos directos. Sin embargo, los resultados del estudio contribuirán a generar el sustento técnico necesario para la futura ejecución de obras de protección ribereña que garantizarán la seguridad de las familias y el patrimonio en el sector Challhua.

5. CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

La información que usted proporcione será tratada de manera confidencial y utilizada únicamente con fines académicos y científicos. Sus datos personales serán protegidos conforme a la **Ley N° 29733 – Ley de Protección de Datos Personales**. Los resultados serán presentados de forma agregada, sin revelar su identidad individual.

6. PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA Y DERECHO A RETIRO

Su participación es completamente voluntaria. Usted puede negarse a participar o retirarse del estudio en cualquier momento, sin que ello genere ningún tipo de sanción o perjuicio.

7. CONSULTAS Y CONTACTO

Si tiene preguntas sobre el estudio o sobre sus derechos como participante, puede comunicarse con:

- Investigador responsable: Iván Juan Montes Mallqui.
- Correo electrónico: 0801082023@uladech.pe
- Comité de Ética en Investigación (CEI): cei@uladech.edu.pe.

DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO:

He leído la información proporcionada, se me han aclarado mis dudas y acepto participar de manera voluntaria en el presente proyecto de investigación.

Nombre del participante: Segundo Tito Huarac
Documento de identidad: 32296998
Firma del participante: [Firma]
Lugar y fecha: Challhua-11/04/2026

Firma del investigador responsable: [Firma]

Código de entrevista: 05



TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA, PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH-2026.

INVESTIGADOR RESPONSABLE: Iván Juan Montes Mallqui.

INSTITUCIÓN: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote (ULADECH).

1. INVITACIÓN A PARTICIPAR

Usted está siendo invitado(a) a participar de manera voluntaria en un proyecto de investigación. Antes de decidir si desea participar, es importante que lea cuidadosamente la siguiente información. Si tiene alguna duda, puede realizar las preguntas que considere necesarias.

2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo del presente estudio es Evaluar y diseñar la defensa ribereña para la protección de la margen derecha del río Santa, sector Chalhua, distrito y provincia de Huaraz, región Áncash – 2026

3. PROCEDIMIENTOS

Si usted acepta participar, se le solicitará responder a una ficha de inspección técnica o encuesta sobre la percepción del riesgo, el estado de conservación de su vivienda y su cercanía al cauce del río. La duración aproximada de su participación será de 15 a 20 minutos.

4. RIESGOS Y MOLESTIAS POTENCIALES

La participación en este estudio no implica riesgos físicos para su persona. En caso de incomodidad durante la entrevista, usted puede omitir respuestas o dar por finalizada la sesión.

BENEFICIOS

Su participación no generará beneficios económicos directos. Sin embargo, los resultados del estudio contribuirán a generar el sustento técnico necesario para la futura ejecución de obras de protección ribereña que garantizarán la seguridad de las familias y el patrimonio en el sector Chalhua.

5. CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

La información que usted proporcione será tratada de manera confidencial y utilizada únicamente con fines académicos y científicos. Sus datos personales serán protegidos conforme a la Ley N° 29733 – Ley de Protección de Datos Personales. Los resultados serán presentados de forma agregada, sin revelar su identidad individual.

6. PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA Y DERECHO A RETIRO

Su participación es completamente voluntaria. Usted puede negarse a participar o retirarse del estudio en cualquier momento, sin que ello genere ningún tipo de sanción o perjuicio.

7. CONSULTAS Y CONTACTO

Si tiene preguntas sobre el estudio o sobre sus derechos como participante, puede comunicarse con:

- Investigador responsable: Iván Juan Montes Mallqui.
- Correo electrónico: 0801082023@uladech.pe
- Comité de Ética en Investigación (CEI): cei@uladech.edu.pe.

DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO:

He leído la información proporcionada, se me han aclarado mis dudas y acepto participar de manera voluntaria en el presente proyecto de investigación.

Nombre del participante: Saralla Solis Corecia

Documento de identidad: 36941437

Firma del participante: [Firma]

Lugar y fecha: Chalhua - 11/04/2026

Firma del investigador responsable: [Firma]

Código de entrevista: 06



TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA, PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH-2026.

INVESTIGADOR RESPONSABLE: Iván Juan Montes Mallqui.

INSTITUCIÓN: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote (ULADECH).

1. INVITACIÓN A PARTICIPAR

Usted está siendo invitado(a) a participar de manera voluntaria en un proyecto de investigación. Antes de decidir si desea participar, es importante que lea cuidadosamente la siguiente información. Si tiene alguna duda, puede realizar las preguntas que considere necesarias.

2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo del presente estudio es Evaluar y diseñar la defensa ribereña para la protección de la margen derecha del río Santa, sector Challhua, distrito y provincia de Huaraz, región Áncash – 2026.

3. PROCEDIMIENTOS

Si usted acepta participar, se le solicitará responder a una ficha de Inspección técnica o encuesta sobre la percepción del riesgo, el estado de conservación de su vivienda y su cercanía al cauce del río. La duración aproximada de su participación será de 15 a 20 minutos.

4. RIESGOS Y MOLESTIAS POTENCIALES

La participación en este estudio no implica riesgos físicos para su persona. En caso de incomodidad durante la entrevista, usted puede omitir respuestas o dar por finalizada la sesión.

BENEFICIOS

Su participación no generará beneficios económicos directos. Sin embargo, los resultados del estudio contribuirán a generar el sustento técnico necesario para la futura ejecución de obras de protección ribereña que garantizarán la seguridad de las familias y el patrimonio en el sector Challhua.

5. CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

La información que usted proporcione será tratada de manera confidencial y utilizada únicamente con fines académicos y científicos. Sus datos personales serán protegidos conforme a la Ley N° 29733 – Ley de Protección de Datos Personales. Los resultados serán presentados de forma agregada, sin revelar su identidad individual.

6. PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA Y DERECHO A RETIRO

Su participación es completamente voluntaria. Usted puede negarse a participar o retirarse del estudio en cualquier momento, sin que ello genere ningún tipo de sanción o perjuicio.

7. CONSULTAS Y CONTACTO

Si tiene preguntas sobre el estudio o sobre sus derechos como participante, puede comunicarse con:

- Investigador responsable: Iván Juan Montes Mallqui.
- Correo electrónico: 0801082023@uladech.pe
- Comité de Ética en Investigación (CEI): cei@uladech.edu.pe.

DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO:

He leído la información proporcionada, se me han aclarado mis dudas y acepto participar de manera voluntaria en el presente proyecto de investigación.

Nombre del participante: LUIS GREGORIO CONTRA RIMAC

Documento de identidad: 16669657

Firma del participante: [Firma]

Lugar y fecha: 11/04/2026 challua

Firma del investigador responsable: [Firma]

Código de entrevista: 07



TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA, PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH-2026.

INVESTIGADOR RESPONSABLE: Iván Juan Montes Mallqui.

INSTITUCIÓN: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote (ULADECH).

1. INVITACIÓN A PARTICIPAR

Usted está siendo invitado(a) a participar de manera voluntaria en un proyecto de investigación. Antes de decidir si desea participar, es importante que lea cuidadosamente la siguiente información. Si tiene alguna duda, puede realizar las preguntas que considere necesarias.

2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo del presente estudio es evaluar y diseñar la defensa ribereña para la protección de la margen derecha del río Santa, sector Challhua, distrito y provincia de Huaraz, región Áncash - 2026

3. PROCEDIMIENTOS

Si usted acepta participar, se le solicitará responder a una ficha de inspección técnica o encuesta sobre la percepción del riesgo, el estado de conservación de su vivienda y su cercanía al cauce del río. La duración aproximada de su participación será de 15 a 20 minutos.

4. RIESGOS Y MOLESTIAS POTENCIALES

La participación en este estudio no implica riesgos físicos para su persona. En caso de incomodidad durante la entrevista, usted puede omitir respuestas o dar por finalizada la sesión.

BENEFICIOS

Su participación no generará beneficios económicos directos. Sin embargo, los resultados del estudio contribuirán a generar el sustento técnico necesario para la futura ejecución de obras de protección ribereña que garantizarán la seguridad de las familias y el patrimonio en el sector Challhua.

5. CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

La información que usted proporcione será tratada de manera confidencial y utilizada únicamente con fines académicos y científicos. Sus datos personales serán protegidos conforme a la **Ley N° 29733 – Ley de Protección de Datos Personales**. Los resultados serán presentados de forma agregada, sin revelar su identidad individual.

6. PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA Y DERECHO A RETIRO

Su participación es completamente voluntaria. Usted puede negarse a participar o retirarse del estudio en cualquier momento, sin que ello genere ningún tipo de sanción o perjuicio.

7. CONSULTAS Y CONTACTO

Si tiene preguntas sobre el estudio o sobre sus derechos como participante, puede comunicarse con:

- Investigador responsable: Iván Juan Montes Mallqui.
- Correo electrónico: 0801082023@uladech.pe
- Comité de Ética en Investigación (CEI): cei@uladech.edu.pe.

DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO:

He leído la información proporcionada, se me han aclarado mis dudas y acepto participar de manera voluntaria en el presente proyecto de investigación.

Nombre del participante: Melina Salvador Osorio

Documento de identidad: 72276640

Firma del participante: [Firma]

Lugar y fecha: Challhua 11/04/2026

Firma del investigador responsable: [Firma]

Código de entrevista: 08



TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA, PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH-2026.

INVESTIGADOR RESPONSABLE: Iván Juan Montes Mallqui.

INSTITUCIÓN: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote (ULADECH).

1. INVITACIÓN A PARTICIPAR

Usted está siendo invitado(a) a participar de manera voluntaria en un proyecto de investigación. Antes de decidir si desea participar, es importante que lea cuidadosamente la siguiente información. Si tiene alguna duda, puede realizar las preguntas que considere necesarias.

2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo del presente estudio es evaluar y diseñar la defensa ribereña para la protección de la margen derecha del río Santa, sector Challhua, distrito y provincia de Huaraz, región Áncash – 2026

3. PROCEDIMIENTOS

Si usted acepta participar, se le solicitará responder a una ficha de Inspección técnica o encuesta sobre la percepción del riesgo, el estado de conservación de su vivienda y su cercanía al cauce del río. La duración aproximada de su participación será de **15 a 20 minutos**.

4. RIESGOS Y MOLESTIAS POTENCIALES

La participación en este estudio no implica riesgos físicos para su persona. En caso de incomodidad durante la entrevista, usted puede omitir respuestas o dar por finalizada la sesión.

BENEFICIOS

Su participación no generará beneficios económicos directos. Sin embargo, los resultados del estudio contribuirán a generar el sustento técnico necesario para la futura ejecución de obras de protección ribereña que garantizarán la seguridad de las familias y el patrimonio en el sector Challhua.

5. CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

La información que usted proporcione será tratada de manera confidencial y utilizada únicamente con fines académicos y científicos. Sus datos personales serán protegidos conforme a la **Ley N° 29733 – Ley de Protección de Datos Personales**. Los resultados serán presentados de forma agregada, sin revelar su identidad individual.

6. PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA Y DERECHO A RETIRO

Su participación es completamente voluntaria. Usted puede negarse a participar o retirarse del estudio en cualquier momento, sin que ello genere ningún tipo de sanción o perjuicio.

7. CONSULTAS Y CONTACTO

Si tiene preguntas sobre el estudio o sobre sus derechos como participante, puede comunicarse con:

- Investigador responsable: Iván Juan Montes Mallqui.
- Correo electrónico: 0801082023@uladech.pe
- Comité de Ética en Investigación (CEI): cei@uladech.edu.pe.

DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO:

He leído la información proporcionada, se me han aclarado mis dudas y acepto participar de manera voluntaria en el presente proyecto de investigación.

Nombre del participante:

Martel Olivas Sabina Eugenia

Documento de identidad:

22 87 9771

Firma del participante:

Lugar y fecha:

Challhua 11/04/2026

Firma del investigador responsable:

Código de entrevista:

09



TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA, PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH-2026.

INVESTIGADOR RESPONSABLE: Iván Juan Montes Mallqui.

INSTITUCIÓN: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote (ULADECH).

1. INVITACIÓN A PARTICIPAR

Usted está siendo invitado(a) a participar de manera voluntaria en un proyecto de investigación. Antes de decidir si desea participar, es importante que lea cuidadosamente la siguiente información. Si tiene alguna duda, puede realizar las preguntas que considere necesarias.

2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo del presente estudio es Evaluar y diseñar la defensa ribereña para la protección de la margen derecha del río Santa, sector Challhua, distrito y provincia de Huaraz, región Áncash – 2026

3. PROCEDIMIENTOS

Si usted acepta participar, se le solicitará responder a una ficha de inspección técnica o encuesta sobre la percepción del riesgo, el estado de conservación de su vivienda y su cercanía al cauce del río. La duración aproximada de su participación será de 15 a 20 minutos.

4. RIESGOS Y MOLESTIAS POTENCIALES

La participación en este estudio no implica riesgos físicos para su persona. En caso de incomodidad durante la entrevista, usted puede omitir respuestas o dar por finalizada la sesión.

BENEFICIOS

Su participación no generará beneficios económicos directos. Sin embargo, los resultados del estudio contribuirán a generar el sustento técnico necesario para la futura ejecución de obras de protección ribereña que garantizarán la seguridad de las familias y el patrimonio en el sector Challhua.

5. CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

La información que usted proporcione será tratada de manera confidencial y utilizada únicamente con fines académicos y científicos. Sus datos personales serán protegidos conforme a la Ley N° 29733 – Ley de Protección de Datos Personales. Los resultados serán presentados de forma agregada, sin revelar su identidad individual.

6. PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA Y DERECHO A RETIRO

Su participación es completamente voluntaria. Usted puede negarse a participar o retirarse del estudio en cualquier momento, sin que ello genere ningún tipo de sanción o perjuicio.

7. CONSULTAS Y CONTACTO

Si tiene preguntas sobre el estudio o sobre sus derechos como participante, puede comunicarse con:

- Investigador responsable: Iván Juan Montes Mallqui.
- Correo electrónico: 0801082023@uladech.pe
- Comité de Ética en Investigación (CEI): cei@uladech.edu.pe.

DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO:

He leído la información proporcionada, se me han aclarado mis dudas y acepto participar de manera voluntaria en el presente proyecto de investigación.

Nombre del participante: Sacarias Goray Cervantes
Documento de identidad: 46379117
Firma del participante: [Firma]
Lugar y fecha: Challhua - 11/04/2026

Firma del investigador responsable: [Firma]

Código de entrevista: 10



TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA, PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH, 2026.

INVESTIGADOR RESPONSABLE: Iván Juan Montes Mallqui.

INSTITUCIÓN: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote (ULADECH).

1. INVITACIÓN A PARTICIPAR

Usted está siendo invitado(a) a participar de manera voluntaria en un proyecto de investigación. Antes de decidir si desea participar, es importante que lea cuidadosamente la siguiente información. Si tiene alguna duda, puede realizar las preguntas que considere necesarias.

2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo del presente estudio es Evaluar y diseñar la defensa ribereña para la protección de la margen derecha del río Santa, sector Challhua, distrito y provincia de Huaraz, región Áncash – 2026

3. PROCEDIMIENTOS

Si usted acepta participar, se le solicitará responder a una ficha de inspección técnica o encuesta sobre la percepción del riesgo, el estado de conservación de su vivienda y su cercanía al cauce del río. La duración aproximada de su participación será de 15 a 20 minutos.

4. RIESGOS Y MOLESTIAS POTENCIALES

La participación en este estudio no implica riesgos físicos para su persona. En caso de incomodidad durante la entrevista, usted puede omitir respuestas o dar por finalizada la sesión.

BENEFICIOS

Su participación no generará beneficios económicos directos. Sin embargo, los resultados del estudio contribuirán a generar el sustento técnico necesario para la futura ejecución de obras de protección ribereña que garantizarán la seguridad de las familias y el patrimonio en el sector Challhua.

5. CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

La información que usted proporcione será tratada de manera confidencial y utilizada únicamente con fines académicos y científicos. Sus datos personales serán protegidos conforme a la Ley N° 29733 – Ley de Protección de Datos Personales. Los resultados serán presentados de forma agregada, sin revelar su identidad individual.

6. PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA Y DERECHO A RETIRO

Su participación es completamente voluntaria. Usted puede negarse a participar o retirarse del estudio en cualquier momento, sin que ello genere ningún tipo de sanción o perjuicio.

7. CONSULTAS Y CONTACTO

Si tiene preguntas sobre el estudio o sobre sus derechos como participante, puede comunicarse con:

- **Investigador responsable:** Iván Juan Montes Mallqui.
- **Correo electrónico:** 0801082023@uladech.pe
- **Comité de Ética en Investigación (CEI):** cei@uladech.edu.pe.

DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO:

He leído la información proporcionada, se me han aclarado mis dudas y acepto participar de manera voluntaria en el presente proyecto de investigación.

Nombre del participante:

Salinas Rodríguez Nicolasa

Documento de identidad:

31640479

Firma del participante:

[Firma manuscrita]

Lugar y fecha:

Challhua - 11/04/2026

Firma del investigador responsable:

[Firma manuscrita]

Código de entrevista:

11



TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH-2026.

INVESTIGADOR RESPONSABLE: Iván Juan Montes Mallqui.

INSTITUCIÓN: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote (ULADECH).

1. INVITACIÓN A PARTICIPAR

Usted está siendo invitado(a) a participar de manera voluntaria en un proyecto de investigación. Antes de decidir si desea participar, es importante que lea cuidadosamente la siguiente información. Si tiene alguna duda, puede realizar las preguntas que considere necesarias.

2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo del presente estudio es Evaluar y diseñar la defensa ribereña para la protección de la margen derecha del río Santa, sector Challhua, distrito y provincia de Huaraz, región Áncash – 2026

3. PROCEDIMIENTOS

Si usted acepta participar, se le solicitará responder a una ficha de inspección técnica o encuesta sobre la percepción del riesgo, el estado de conservación de su vivienda y su cercanía al cauce del río. La duración aproximada de su participación será de 15 a 20 minutos.

4. RIESGOS Y MOLESTIAS POTENCIALES

La participación en este estudio no implica riesgos físicos para su persona, en caso de incomodidad durante la entrevista, usted puede omitir respuestas o dar por finalizada la sesión.

BENEFICIOS

Su participación no generará beneficios económicos directos. Sin embargo, los resultados del estudio contribuirán a generar el sustento técnico necesario para la futura ejecución de obras de protección ribereña que garantizarán la seguridad de las familias y el patrimonio en el sector Challhua.

5. CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

La información que usted proporcione será tratada de manera confidencial y utilizada únicamente con fines académicos y científicos. Sus datos personales serán protegidos conforme a la **Ley N° 29733 – Ley de Protección de Datos Personales**. Los resultados serán presentados de forma agregada, sin revelar su identidad individual.

6. PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA Y DERECHO A RETIRO

Su participación es completamente voluntaria. Usted puede negarse a participar o retirarse del estudio en cualquier momento, sin que ello genere ningún tipo de sanción o perjuicio.

7. CONSULTAS Y CONTACTO

Si tiene preguntas sobre el estudio o sobre sus derechos como participante, puede comunicarse con:

- Investigador responsable: Iván Juan Montes Mallqui.
- Correo electrónico: 0801082023@uladech.pe
- Comité de Ética en Investigación (CEI): cei@uladech.edu.pe.

DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO:

He leído la información proporcionada, se me han aclarado mis dudas y acepto participar de manera voluntaria en el presente proyecto de investigación.

Nombre del participante: Rosa Gaitan Flores
Documento de identidad: 97437793
Firma del participante: [Firma]
Lugar y fecha: Challhua 11/04/2026

Firma del investigador responsable: [Firma]

Código de entrevista: 12



TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA, PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH-2026.

INVESTIGADOR RESPONSABLE: Iván Juan Montes Mallqui.

INSTITUCIÓN: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote (ULADECH).

1. INVITACIÓN A PARTICIPAR

Usted está siendo invitado(a) a participar de manera voluntaria en un proyecto de investigación. Antes de decidir si desea participar, es importante que lea cuidadosamente la siguiente información. Si tiene alguna duda, puede realizar las preguntas que considere necesarias.

2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo del presente estudio es Evaluar y diseñar la defensa ribereña para la protección de la margen derecha del río Santa, sector Challhua, distrito y provincia de Huaraz, región Áncash - 2026

3. PROCEDIMIENTOS

Si usted acepta participar, se le solicitará responder a una ficha de inspección técnica o encuesta sobre la percepción del riesgo, el estado de conservación de su vivienda y su cercanía al cauce del río. La duración aproximada de su participación será de 15 a 20 minutos.

4. RIESGOS Y MOLESTIAS POTENCIALES

La participación en este estudio no implica riesgos físicos para su persona. En caso de incomodidad durante la entrevista, usted puede omitir respuestas o dar por finalizada la sesión.

BENEFICIOS

Su participación no generará beneficios económicos directos. Sin embargo, los resultados del estudio contribuirán a generar el sustento técnico necesario para la futura ejecución de obras de protección ribereña que garantizarán la seguridad de las familias y el patrimonio en el sector Challhua.

5. CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

La información que usted proporcione será tratada de manera confidencial y utilizada únicamente con fines académicos y científicos. Sus datos personales serán protegidos conforme a la **Ley N° 29733 – Ley de Protección de Datos Personales**. Los resultados serán presentados de forma agregada, sin revelar su identidad individual.

6. PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA Y DERECHO A RETIRO

Su participación es completamente voluntaria. Usted puede negarse a participar o retirarse del estudio en cualquier momento, sin que ello genere ningún tipo de sanción o perjuicio.

7. CONSULTAS Y CONTACTO

Si tiene preguntas sobre el estudio o sobre sus derechos como participante, puede comunicarse con:

- Investigador responsable: Iván Juan Montes Mallqui.
- Correo electrónico: 0801082023@uladech.pe
- Comité de Ética en Investigación (CEI): cei@uladech.edu.pe.

DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO:

He leído la información proporcionada, se me han aclarado mis dudas y acepto participar de manera voluntaria en el presente proyecto de investigación.

Nombre del participante: Susana Haring Montes Cruz
Documento de identidad: 32268226
Firma del participante: [Firma]
Lugar y fecha: Challhua 11/04/2026

Firma del investigador responsable: [Firma]

Código de entrevista: 13



TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA, PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH-2026.

INVESTIGADOR RESPONSABLE: Iván Juan Montes Mallqui.

INSTITUCIÓN: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote (ULADECH).

1. INVITACIÓN A PARTICIPAR

Usted está siendo invitado(a) a participar de manera voluntaria en un proyecto de investigación. Antes de decidir si desea participar, es importante que lea cuidadosamente la siguiente información. Si tiene alguna duda, puede realizar las preguntas que considere necesarias.

2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo del presente estudio es Evaluar y diseñar la defensa ribereña para la protección de la margen derecha del río Santa, sector Challhua, distrito y provincia de Huaraz, región Áncash – 2026

3. PROCEDIMIENTOS

Si usted acepta participar, se le solicitará responder a una ficha de inspección técnica o encuesta sobre la percepción del riesgo, el estado de conservación de su vivienda y su cercanía al cauce del río. La duración aproximada de su participación será de 15 a 20 minutos.

4. RIESGOS Y MOLESTIAS POTENCIALES

La participación en este estudio no implica riesgos físicos para su persona. En caso de incomodidad durante la entrevista, usted puede omitir respuestas o dar por finalizada la sesión.

BENEFICIOS

Su participación no generará beneficios económicos directos. Sin embargo, los resultados del estudio contribuirán a generar el sustento técnico necesario para la futura ejecución de obras de protección ribereña que garantizarán la seguridad de las familias y el patrimonio en el sector Challhua.

5. CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

La información que usted proporcione será tratada de manera confidencial y utilizada únicamente con fines académicos y científicos. Sus datos personales serán protegidos conforme a la Ley N° 29733 – Ley de Protección de Datos Personales. Los resultados serán presentados de forma agregada, sin revelar su identidad individual.

6. PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA Y DERECHO A RETIRO

Su participación es completamente voluntaria. Usted puede negarse a participar o retirarse del estudio en cualquier momento, sin que ello genere ningún tipo de sanción o perjuicio.

7. CONSULTAS Y CONTACTO

Si tiene preguntas sobre el estudio o sobre sus derechos como participante, puede comunicarse con:

- Investigador responsable: Iván Juan Montes Mallqui.
- Correo electrónico: 0801082023@uladech.pe
- Comité de Ética en Investigación (CEI): cei@uladech.edu.pe.

DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO:

He leído la información proporcionada, se me han aclarado mis dudas y acepto participar de manera voluntaria en el presente proyecto de investigación.

Nombre del participante:

Zenon. Gustavo Ramirez Dionicio

Documento de identidad:

4637-9117

Firma del participante:

[Firma manuscrita]

Lugar y fecha:

Challhua - 11/04/2026

Firma del investigador responsable:

[Firma manuscrita]

Código de entrevista:

14



TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA, PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH-2026.

INVESTIGADOR RESPONSABLE: Iván Juan Montes Mallqui.

INSTITUCIÓN: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote [ULADECH].

1. INVITACIÓN A PARTICIPAR

Usted está siendo invitado(a) a participar de manera voluntaria en un proyecto de investigación. Antes de decidir si desea participar, es importante que lea cuidadosamente la siguiente información. Si tiene alguna duda, puede realizar las preguntas que considere necesarias.

2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo del presente estudio es Evaluar y diseñar la defensa ribereña para la protección de la margen derecha del río Santa, sector Challhua, distrito y provincia de Huaraz, región Áncash – 2026

3. PROCEDIMIENTOS

Si usted acepta participar, se le solicitará responder a una ficha de inspección técnica o encuesta sobre la percepción del riesgo, el estado de conservación de su vivienda y su cercanía al cauce del río. La duración aproximada de su participación será de 15 a 20 minutos.

4. RIESGOS Y MOLESTIAS POTENCIALES

La participación en este estudio no implica riesgos físicos para su persona. En caso de incomodidad durante la entrevista, usted puede omitir respuestas o dar por finalizada la sesión.

BENEFICIOS

Su participación no generará beneficios económicos directos. Sin embargo, los resultados del estudio contribuirán a generar el sustento técnico necesario para la futura ejecución de obras de protección ribereña que garantizarán la seguridad de las familias y el patrimonio en el sector Challhua.

5. CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

La información que usted proporcione será tratada de manera confidencial y utilizada únicamente con fines académicos y científicos. Sus datos personales serán protegidos conforme a la **Ley N° 29733 – Ley de Protección de Datos Personales**. Los resultados serán presentados de forma agregada, sin revelar su identidad individual.

6. PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA Y DERECHO A RETIRO

Su participación es completamente voluntaria. Usted puede negarse a participar o retirarse del estudio en cualquier momento, sin que ello genere ningún tipo de sanción o perjuicio.

7. CONSULTAS Y CONTACTO

Si tiene preguntas sobre el estudio o sobre sus derechos como participante, puede comunicarse con:

- **Investigador responsable:** Iván Juan Montes Mallqui.
- **Correo electrónico:** 0801082023@uladech.pe
- **Comité de Ética en Investigación (CEI):** cei@uladech.edu.pe.

DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO:

He leído la información proporcionada, se me han aclarado mis dudas y acepto participar de manera voluntaria en el presente proyecto de investigación.

Nombre del participante: Manuel Trujillo Zorrilla
Documento de identidad: 32214284
Firma del participante: [Firma]
Lugar y fecha: Challhua 11/04/2026

Firma del investigador responsable: [Firma]

Código de entrevista: 15



TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA, PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH-2026.

INVESTIGADOR RESPONSABLE: Iván Juan Montes Mallqui.

INSTITUCIÓN: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote (ULADECH).

1. INVITACIÓN A PARTICIPAR

Usted está siendo invitado(a) a participar de manera voluntaria en un proyecto de investigación. Antes de decidir si desea participar, es importante que lea cuidadosamente la siguiente información. Si tiene alguna duda, puede realizar las preguntas que considere necesarias.

2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo del presente estudio es Evaluar y diseñar la defensa ribereña para la protección de la margen derecha del río Santa, sector Challhua, distrito y provincia de Huaraz, región Áncash - 2026

3. PROCEDIMIENTOS

Si usted acepta participar, se le solicitará responder a una ficha de inspección técnica o encuesta sobre la percepción del riesgo, el estado de conservación de su vivienda y su cercanía al cauce del río. La duración aproximada de su participación será de 15 a 20 minutos.

4. RIESGOS Y MOLESTIAS POTENCIALES

La participación en este estudio no implica riesgos físicos para su persona. En caso de incomodidad durante la entrevista, usted puede omitir respuestas o dar por finalizada la sesión.

BENEFICIOS

Su participación no generará beneficios económicos directos. Sin embargo, los resultados del estudio contribuirán a generar el sustento técnico necesario para la futura ejecución de obras de protección ribereña que garantizarán la seguridad de las familias y el patrimonio en el sector Challhua.

5. CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

La información que usted proporcione será tratada de manera confidencial y utilizada únicamente con fines académicos y científicos. Sus datos personales serán protegidos conforme a la Ley N° 29733 – Ley de Protección de Datos Personales. Los resultados serán presentados de forma agregada, sin revelar su identidad individual.

6. PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA Y DERECHO A RETIRO

Su participación es completamente voluntaria. Usted puede negarse a participar o retirarse del estudio en cualquier momento, sin que ello genere ningún tipo de sanción o perjuicio.

7. CONSULTAS Y CONTACTO

Si tiene preguntas sobre el estudio o sobre sus derechos como participante, puede comunicarse con:

- Investigador responsable: Iván Juan Montes Mallqui.
- Correo electrónico: 0501082023@uladech.pe
- Comité de Ética en Investigación (CEI): cei@uladech.edu.pe.

DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO:

He leído la información proporcionada, se me han aclarado mis dudas y acepto participar de manera voluntaria en el presente proyecto de investigación.

Nombre del participante: Joel Ocaña Rojas
Documento de identidad: 71697104
Firma del participante: [Firma]
Lugar y fecha: Challhua 11/04/2024

Firma del investigador responsable: [Firma]

Código de entrevista: 16

Anexo 05. Matriz de consistencia y operacionalización

Tabla 04. Matriz de consistencia de la tesis “Evaluación y diseño de la defensa ribereña, para la protección de la margen derecha del río Santa, Sector Challua, distrito y provincia de Huaraz, región Áncash - 2026”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
P. General:				
¿De qué manera la evaluación y el diseño de la defensa ribereña permitirán la protección de la margen derecha del río Santa, sector Challhua, distrito y provincia de Huaraz, región Áncash – 2026?	O. General: Evaluar y diseñar la defensa ribereña para la protección de la margen derecha del río Santa, sector Challhua, distrito y provincia de Huaraz, región Áncash – 2026.		V. Independiente: Evaluación de la infraestructura actual. V. Dependiente: Diseño de la defensa ribereña.	Tipo: Descriptivo-propositivo. Nivel: Aplicada / Enfoque Cuantitativo. Diseño: No experimental / Transversal.
	O. Específicos: 1. Realizar el diagnóstico del estado actual de la infraestructura y el nivel de vulnerabilidad hidráulica. 2. Determinar los parámetros hidrológicos y de transporte de sedimentos para establecer los caudales máximos de diseño. 3. Elaborar el diseño estructural y geométrico de la defensa ribereña que garantice la estabilidad y protección.	(No aplica) <i>Nota: Al ser una investigación de nivel descriptivo-propositivo enfocado en un diseño técnico, se prescindirá de una hipótesis estadística.</i>	Dimensiones V1: Peligro hídrico. Vulnerabilidad. Dimensiones V2: Ingeniería estructural. Estabilidad geotécnica.	Población: El río Santa en su integridad (desde Conococha hasta su desembocadura). Muestra: El tramo de la margen derecha del río Santa en el sector Challhua. El muestreo es no probabilístico por conveniencia

Tabla 05. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
V1: Evaluación de las condiciones hidrodinámicas y niveles de vulnerabilidad física (Independiente)	Conjunto de procesos dinámicos del flujo de agua y el grado de susceptibilidad de la infraestructura urbana ante eventos de avenidas extraordinarias.	Se determina mediante el modelamiento hidráulico de caudales máximos y la identificación de áreas críticas de inundación y erosión en el sector Challhua.	1. Hidrodinámica fluvial	* Caudal de diseño (485.80 m ³ /s)	Razón
				* Velocidad de flujo (4.10 m/s)	
				* Profundidad de socavación (4.65 m)	
			2. Exposición física	* Viviendas en riesgo (41.4%) * Nivel de peligro (Muy Alto)	Razón / Ordinal
V2: Parámetros técnicos del diseño de la defensa ribereña (Dependiente)	Especificaciones de ingeniería y componentes de infraestructura natural definidos para neutralizar la energía hidráulica y estabilizar la ribera.	Se establece a través del dimensionamiento de la armadura pétreo, el desplante de la cimentación y la programación de técnicas de bioingeniería según el presupuesto.	1. Ingeniería Estructural	* Diámetro de roca ($d_{50} = 0.40$ m)	Razón
				* Profundidad de uña (4.80 m)	
				* Factor de seguridad (1.30)	
			2. Bioingeniería	* Técnicas de estabilización (Fajinas/Estacas)	Nominal / Razón
				* Cobertura vegetal proyectada	
			3. Viabilidad Económica	* Costo Directo (S/ 672,836.42) * Presupuesto Total (S/ 914,755.68)	Razón

Anexo 06. Ficha de identificación del experto



Ficha de Identificación del Experto

Ficha de Identificación de experto para proceso de validación	
Nombres y Apellidos: <u>Raul Neil Ramirez Rondan</u>	
N° DNI /CE: <u>31654231</u>	Edad: <u>55</u>
Teléfono / celular: <u>943 951 276</u>	Email: <u>raulramirez@hotmail.com</u>
Titulo profesional <u>Ingeniero Civil</u>	
Grado académico: Maestría ☒ Doctorado ☒	
Identificación del Proyecto de Investigación o Tesis Titulo: <u>EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA. PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA. SECTOR CHALLHUA. DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ. REGIÓN ÁNCASH-2026.</u>	
Autor: <u>Iván Juan Montes Mallqui</u>	
Programa académico: <u>Ingeniería Civil</u>	
 _____ Firma	 Huella digital



CARTA DE PRESENTACIÓN

Doctor: RAUL NEIL RAMÍREZ RONDAN

Presente. -

Tema: PROCESO DE VALIDACIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS

Ante todo, saludarle cordialmente y agradecerle la comunicación con su persona para hacer de su conocimiento que yo: IVÁN JUAN MONTES MALLQUI egresado del programa académico de INGENIERÍA CIVIL de la Universidad Católica Los Angeles de Chimbote, debo realizar el proceso de validación de mi instrumento de recolección de información, motivo por el cual acudo a Ud. para su participación en el Juicio de Expertos.

Mi proyecto se titula: "EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBERENA, PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH-2026" y envío a Ud. el expediente de validación que contiene:

- Ficha de Identificación de experto para proceso de validación
- Carta de presentación
- Matriz de operacionalización de variables
- Matriz de consistencia
- Ficha de validación

Agradezco anticipadamente su atención y participación, me despido de usted.

Atentamente,

Firma

DNI: 31668766

Egresado


Raul Neil Ramirez Rondan
INGENIERO CIVIL
CIP 98451

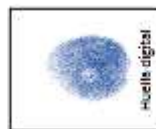
Recibido conforme
30-01-2026

(Sello y firma de recepción)

Formato de Ficha de Validación (para ser llenado por el experto)

FICHA DE VALIDACION									
TITULO: EVALUACION Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBERENA PARA LA PROTECCION DE LA MARGEN DERECHA DEL RIO SANTA, SECTOR CHALLIHA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGION ANCASH, 2026.									
Variable 1: Evaluación de las condiciones hidrodinámicas y niveles de vulnerabilidad física del sector Challiha.	Relevancia		Pertinencia		Claridad		Observaciones		
	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple			
Dimension 1: Peligro hidrico									
1 Velocidad de flujo (V)	X		X		X				
2 Caudal máximo (Q_{max})	X		X		X				
3 d_{50} del lecho (sedimento existente)	X		X		X				
4 Ancho marginal activo (m)	X		X		X				
5 Tirante hidraulico maximo (V_{max})	X		X		X				
6 Pendiente media del tramo (m/m)	X		X		X				
7 Coeficiente de rugosidad de Manning (n)	X		X		X				
Dimension 2: Vulnerabilidad fisica									
1 Profundidad de socavacion (d_{sc})	X		X		X				
2 Profundidad de socavacion local (d_{sl})	X		X		X				
3 Tasa de retroceso de la margen (m/año)	X		X		X				
4 Indice de deterioro estructural de infraestructura existente	X		X		X				
Variable 2: Parametros tecnicos del diseño de la defensa ribereña									
Dimension 1: Estabilidad geotecnica									
1 Factor de seguridad al volcamiento (FSV)	X		X		X				
2 Esfuerzo cortante (τ)	X		X		X				
3 Capacidad portante (q_u)	X		X		X				
4 Factor de seguridad al deslizamiento (FS _d)	X		X		X				
Dimension 2: Diseño estructural									
1 Dimensionamiento geométrico (H, b)	X		X		X				
2 Diámetro medio de roca d_m (convencido)	X		X		X				

Recomendaciones:
 Opinión de experto: Aplicable (X) No aplicable ()
 Nombres y Apellidos de experto: Dr. RAUL NEIL RAMIREZ RONDAN DNI 31654231



Firma



Ficha de Identificación del Experto

Ficha de Identificación de experto para proceso de validación	
Nombres y Apellidos: <u>Mirtha Mirtzaca Cervantes Alvarado</u>	
N° DNI/CE: <u>31663607</u>	Edad: <u>51</u>
Teléfono / celular: <u>945404009</u>	Email: <u>mmirtzaca@hotmail.com</u>
Título profesional <u>Ingeniero Civil</u>	
Grado académico: Maestría <u>X</u> Doctorado	
Identificación del Proyecto de Investigación o Tesis Título: <u>EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA. PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH-2026.</u>	
Autor: <u>Iván Juan Montes Mallqui</u>	
Programa académico: <u>Ingeniería Civil</u>	
 Firma	 Huella digital



CARTA DE PRESENTACIÓN

Magister: MIRTHA MIRTZACA CERVANTES ALVARADO

Presente. -

Tema: PROCESO DE VALIDACIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS

Ante todo, saludarle cordialmente y agradecerle la comunicación con su persona para hacer de su conocimiento que yo: IVÁN JUAN MONTES MALLOQUI egresado del programa académico de INGENIERÍA CIVIL, de la Universidad Católica Los Angeles de Chimbote, debo realizar el proceso de validación de mi instrumento de recolección de información, motivo por el cual acudo a Ud. para su participación en el Juicio de Expertos.

Mi proyecto se titula: "EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA, PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ANCASH-2026" y envío a Ud. el expediente de validación que contiene:

- Ficha de Identificación de experto para proceso de validación
- Carta de presentación
- Matriz de operacionalización de variables
- Matriz de consistencia
- Ficha de validación

Agradezco anticipadamente su atención y participación, me despido de usted.

Atentamente,

Firma

DNI: 31668766

Egresado

CERVANTES ALVARADO MIRTHA MIRTZA
INGENIERO CIVIL
CP N° 75218

Recibido conforme
30-01-2026

(Sello y firma de recepción)

Formato de Ficha de Validación (para ser llenado por el experto)

FICHA DE VALIDACIÓN									
TÍTULO: EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBERENA, PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ANCAHUELA-2026.									
Variable 1: Evaluación de las condiciones hidrodinámicas y niveles de vulnerabilidad física del sector Challhua.	Relevancia		Pertinencia		Claridad		Observaciones		
	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple			
Dimensión 1: Peligro hídrico									
1 Velocidad de flujo (V)	X		X		X				
2 Caudal máximo (Q_{max})	X		X		X				
3 d_{50} del lecho (sedimento existente)	X		X		X				
4 Ancho hidráulico activo (m)	X		X		X				
5 Tirante hidráulico máximo (y_{max})	X		X		X				
6 Pendiente media del tramo (m/m)	X		X		X				
7 Coeficiente de rugosidad de Manning (n)	X		X		X				
Dimensión 2: Vulnerabilidad física									
1 Profundidad de socavación local (d_{sl})	X		X		X				
2 Profundidad de socavación local (d_{sl})	X		X		X				
3 Tasa de retroceso de la margen (m/año)	X		X		X				
4 Índice de deterioro estructural de infraestructura existente	X		X		X				
Variable 2: Parámetros técnicos del diseño de la defensa ribereña									
Dimensión 1: Estabilidad geotécnica									
1 Factor de seguridad al volcamiento (FSV)	X		X		X				
2 Esfuerzo cortante (τ)	X		X		X				
3 Capacidad portante (q_u)	X		X		X				
4 Factor de seguridad al deslizamiento (FS_d)	X		X		X				
Dimensión 2: Diseño estructural									
1 Dimensionamiento geométrico (H, b)	X		X		X				
2 Diámetro medio de roca d_w (clotado)	X		X		X				

Recomendaciones:

Opinión de experto: Aplicable (X) No aplicable () No aplicable ()

Nombre y Apellidos de experto: MSc. MIRTHA MIRTZACA CERVANTES ALVARADO

DNI 31654231



[Firma manuscrita]
Firma



Ficha de Identificación del Experto

Ficha de Identificación de experto para proceso de validación	
Nombres y Apellidos: <u>Consuelo Jaramillo Henostroza</u>	
N° DNI /CE: <u>32660522</u>	Edad: <u>50</u>
Teléfono / celular: <u>945404009</u>	Email: <u>cojahe@hotmail.com</u>
Título profesional <u>Ingeniero Civil</u>	
Grado académico: Maestría <u>X</u> Doctorado	
Identificación del Proyecto de Investigación o Tesis Título: <u>EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA, PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH-2026.</u>	
Autor: <u>Iván Juan Montes Mallqui</u>	
Programa académico: <u>Ingeniería Civil</u>	
 _____ Firma	 Huella digital



CARTA DE PRESENTACIÓN

Magister: CONSUELO JARAMILLO HENOSTROZA

Presente. -

Tema: PROCESO DE VALIDACIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS

Ante todo, saludarle cordialmente y agradecerle la comunicación con su persona para hacer de su conocimiento que yo: IVÁN JUAN MONTES MALLOU egresado del programa académico de INGENIERÍA CIVIL de la Universidad Católica Los Angeles de Chimbote, debo realizar el proceso de validación de mi instrumento de recolección de información, motivo por el cual acudo a Ud. para su participación en el Juicio de Expertos.

Mi proyecto se titula: "EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA, PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGION ANCASH-2026" y envío a Ud. el expediente de validación que contiene:

- Ficha de Identificación de experto para proceso de validación
- Carta de presentación
- Matriz de operacionalización de variables
- Matriz de consistencia
- Ficha de validación

Agradezco anticipadamente su atención y participación, me despido de usted.

Atentamente,

Firma

DNI: 31668766

Egresado

CONSUELO JARAMILLO HENOSTROZA
Ingeniera Civil
CIP N° 74468

*Recibido conforme
30 de enero del 2026*

(Sello y firma de recepción)



CARTA DE PRESENTACIÓN

Magíster: CONSUELO JARAMILLO HENOSTROZA

Presente. -

Tema: PROCESO DE VALIDACIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS

Ante todo, saludarle cordialmente y agradecerle la comunicación con su persona para hacer de su conocimiento que yo: IVÁN JUAN MONTES MALLQUI egresado del programa académico de INGENIERÍA CIVIL, de la Universidad Católica Los Angeles de Chimbote, debo realizar el proceso de validación de mi instrumento de recolección de información, motivo por el cual acudo a Ud. para su participación en el Juicio de Expertos.

Mi proyecto se titula: "EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBERENA PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA. SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ. REGIÓN ANCASH-2026" y envío a Ud. el expediente de validación que contiene:

- Ficha de Identificación de experto para proceso de validación
- Carta de presentación
- Matriz de operacionalización de variables
- Matriz de consistencia
- Ficha de validación

Agradezco anticipadamente su atención y participación, me despido de usted.

Atentamente,

Firma

DNI: 31668766
Egresado

CONSUELO JARAMILLO HENOSTROZA
Ingeniera Civil
CIP N° 74468

*Recibido conforme
30 de enero del 2026*

(Sello y firma de recepción)

Formato de Ficha de Validación (para ser llenado por el experto)

FICHA DE VALIDACIÓN									
TÍTULO: EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBERENA PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ANCAHUELA-2016.									
Variable 1: Evaluación de las condiciones hidrodinámicas y niveles de vulnerabilidad física del sector Challhua.	Relevancia		Pertinencia		Claridad		Observaciones		
	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple			
Dimensión 1: Peligro hídrico									
1. Velocidad de flujo (V)	X		X		X				
2. Caudal máximo (Q_{max})	X		X		X				
3. Uso del lecho (sedimento existente)	X		X		X				
4. Ancho hidráulico activo (m)	X		X		X				
5. Tirante hidráulico máximo (h_{max})	X		X		X				
6. Pendiente media del tramo (m/m)	X		X		X				
7. Coeficiente de rugosidad de Manning (n)	X		X		X				
Dimensión 2: Vulnerabilidad física									
1. Profundidad de socavación (d_s)	X		X		X				
2. Profundidad de socavación local (d_{sl})	X		X		X				
3. Tasa de retroceso de la margen (m/año)	X		X		X				
4. Índice de deterioro estructural de infraestructura existente	X		X		X				
Variable 2: Parámetros técnicos del diseño de la defensa ribereña									
Dimensión 1: Estabilidad geotécnica									
1. Factor de seguridad al volcamiento (FSV)	X		X		X				
2. Esfuerzo cortante (τ)	X		X		X				
3. Capacidad portante (q_0)	X		X		X				
4. Factor de seguridad al deslizamiento (FS _d)	X		X		X				
Dimensión 2: Diseño estructural									
1. Dimensionamiento geométrico (H, b)	X		X		X				
2. Diámetro medio de roca de enrocado	X		X		X				

Recomendaciones:
 Opinión de experto: Aplicable (X) No aplicable ()
 Nombres y Apellidos de experto: Mg CONSUELO JARAMILLO HENOSTROZA

UNI 32660522



[Firma]
 Firma

Anexo 07. Ficha técnica de los instrumentos



Ficha para realizar entrevista a habitantes de Challua sobre el diagnóstico del estado actual de la infraestructura y el nivel de vulnerabilidad hidráulica

1. INFORMACIÓN GENERAL

Fecha: / / 2026
 Ubicación: Sector Challhua, margen derecha.
 Coordenadas UTM: E: N:
 Progresiva:
 Clima: Seco [] Lluvioso []
 Responsable: Iván Juan Montes Mallqui

2. CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE Y ORILLA

Ancho del cauce (m): m
 Material del lecho: Arena [] Grava/Canto rodado [] Roca []
 Pendiente aproximada: Suave [] Moderada [] Fuerte []
 Presencia de vegetación en ribera: Nula [] Escasa [] Densa []
 Referencia de fotografía contextual: Ver fotografía N° (incluye coordenadas)

3. EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA Y VULNERABILIDAD

¿Qué tipo de defensa riverense se tiene? Muro concreto [] Gavión [] Enrocado [] Ninguna []
 ¿Cuál es estado de conservación de la infraestructura existente? Bueno [] Regular [] Malo [] Colapsado []
 ¿Ha observado evidencia de erosión lateral? Leve [] Moderada [] Severa []
 ¿Ha observado evidencia de socavación basal? No visible [] Incipiente [] Crítica []
 ¿Ha observado riesgo para viviendas colindantes? Bajo [] Medio [] Alto [] Muy Alto []

Código de entrevista:

CONSUELO JARAMILLO HENOSTROZA
 Ingeniera Civil
 CIP N° 74468

CERVANTES ALVARADO MIRTHA MIRTZA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 70218

Raul Neil Ramirez Rondan
 INGENIERO CIVIL
 CIP 98451

		Ficha para evaluar las condiciones hidrodinámicas del cauce para caracterizar el nivel de peligro hídrico.	
1. INFORMACIÓN GENERAL			
Fecha:	/ /2026		
Ubicación:	Sector Challhua, margen derecha.		
Coordenadas UTM:	E:	N:	
Progresiva:			
Responsable:	Iván Juan Montes Mallqui		
2. DATOS DE IDENTIFICACIÓN DE LA CUENCA			
Unidad hidrográfica:	Cuenca del río Santa (13755)		
Estación de referencia:	Estaciones cercanas		
3. CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE Y ORILLA			
Ancho del cauce:		m	
Material del lecho:	Arena ☐	Grava/Canto rodado ☐	Roca ☐
Pendiente aproximada:	Suave ☐	Moderada ☐	Fuerte ☐
Presencia de vegetación en ribera:	Nula ☐	Escasa ☐	Densa ☐
4. INDICADORES DE PELIGRO HÍDRICO			
Caudal Máximo Histórico registrado:		(m³/s)	
Caudal de diseño para Tr = 50 años:		(m³/s)	
Caudal de diseño para Tr = 100 años:		(m³/s)	
Caudal de diseño para Tr = 500 años:		(m³/s)	
Datos para un caudal con un Tr = años:			
Velocidad de flujo (V):		(m/s)	
Caudal máximo (Q_{max}):		(m³/s)	
d_{50} del lecho (sedimento existente):		(mm)	
Ancho hidráulico activo (m):		(m)	
Tirante hidráulico máximo (y_{max}):		(m)	
Pendiente media del tramo:		(m/m)	
Coefficiente de rugosidad de Manning (n):		Estimado (Tabla de Chow)	
5. FOTOGRAFÍA CONTEXTUAL			
 CONSUELO JARAMILLO HENOSTROZA Ingeniera Civil CIP N° 74468  Raul Neil Ramirez Rondan INGENIERO CIVIL CIP 98451  CERVANTES ALVARADO MIRTHA MIRTZA INGENIERO CIVIL CIP N° 75218			

		Ficha para evaluar los niveles de vulnerabilidad física en la margen derecha del río Santa, sector Challhua.	
1. INFORMACIÓN GENERAL			
Fecha:		/ /2026	
Ubicación:		Sector Challhua, margen derecha.	
Coordenadas UTM:		E:	N:
Progresiva:			
Responsable:		Iván Juan Montes Mallqui	
2. VULNERABILIDAD FÍSICA			
Tipo de defensa existente:		Muro concreto ☐ Gavión ☐ Enrocado ☐ Ninguna ☐	
Evidencia de erosión lateral:		Leve ☐ Moderada ☐ Severa ☐	
Evidencia de socavación basal:		No visible ☐ Incipiente ☐ Crítica ☐	
Profundidad de socavación (d_{sg})			(m)
Profundidad de socavación local (d_{sl})			(m)
Tasa de retroceso de la margen (m/año)			(m/año)
Vulnerabilidad física del tramo		Bajo ☐ Medio ☐ Alto ☐ Muy Alto ☐	
3. DETERIORO ESTRUCTURAL DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE			
Estado de conservación:		Bueno ☐ Regular ☐ Malo ☐ Colapsado ☐	
4. FOTOGRAFÍA CONTEXTUAL			
 CONSUELO JARAMILLO HENOSTROZA Ingeniera Civil CIP N° 74468  Raul Neil Ramirez Rondon INGENIERO CIVIL CIP 96451  CERVANTES ALVARADO MIRTHA MIRTZA INGENIERO CIVIL CIP N° 73318			

		Ficha para analizar la estabilidad geotécnica y la capacidad portante del suelo de fundación.	
1. INFORMACIÓN GENERAL			
Fecha:		/ /2026	
Ubicación:		Sector Challhua, margen derecha.	
Coordenadas UTM:		E:	N:
Progresiva:			
Responsable:			
2. ESTABILIDAD GEOTÉCNICA			
Factor de seguridad al volcamiento (FSV)			(adimensional)
Esfuerzo cortante (τ)			Kg/m^2 o Pa
Capacidad portante (q_u)			(kg/cm^2)
Factor de seguridad al deslizamiento (FS_d)			(adimensional)
3. FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA			
 CONSUELO JARAMILLO HENOSTROZA Ingeniera Civil CIP N° 74468  Raul Neil Ramirez Rondan INGENIERO CIVIL CIP 98451  CERVANTES ALVARADO MIRTHA MIRTZA INGENIERO CIVIL CIP N° 75218			

	Ficha para elaborar el diseño estructural y geométrico de la defensa ribereña
---	--

1. INFORMACIÓN GENERAL

Fecha:	/ / 2026
Ubicación:	Sector Challhua, margen derecha.
Responsable:	Iván Juan Montes Mallqui

2. PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DEL DISEÑO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR	ESPECIFICACIÓN
Altura total de la estructura (H):	m		(Según y_{max} + Borde Libre)
Ancho de la corona o cresta (b):	m		(Mínimo 1.00 m según ANA)
Ancho de la base o cimiento (B):	m		(Según análisis de estabilidad)
Profundidad de la uña de cimentación (d_f):	m		(Debe ser $> d$, socavación)
Talud de la cara húmeda/seca:	H:V		

3. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES Y MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR	NORMA DE REFERENCIA
Tipo de Estructura:	---		Muro de Gravedad / Enrocado
Peso específico del material (γ):	m/m ³		

3. CRITERIOS DE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD

DESCRIPCIÓN	VALOR OBTENIDO	VALOR ADMISIBLE (RNE)
Factor de Seguridad al Deslizamiento (FS_d):		≥ 1.50
Factor de Seguridad al Volteo (FS_v):		≥ 1.75
Capacidad Portante del Suelo (q_u):		$\geq q_{actuante}$ (Norma E.050)
Esfuerzo cortante en la base (τ):		

4. HERRAMIENTAS DE MODELAMIENTO Y DIBUJO

DESCRIPCIÓN	USO
AutoCAD Civil 3D:	Generación de secciones y planos.
Software de Estabilidad (GeoStudio/Slide):	Verificación de equilibrio límite.
Memorias de Cálculo (Excel):	Análisis de empujes y cargas.


CONSUELO JARAMILLO HENOSTROZA
 Ingeniera Civil
 CIP N° 74468


CERVANTES ALVARADO MIRTHA MIRTZA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 73218


Raul Neil Ramirez Rondan
 INGENIERO CIVIL
 CIP 98451

PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 01. *Vista panorámica del río Santa y Challhua (Tomada en el sentido del flujo, 2026-03-06).*



El diagnóstico visual fundamenta la necesidad técnica de una solución de ingeniería estructural para asegurar la estabilidad geotécnica y la protección definitiva del sector Challhua.

Figura 02. *Intersección del río Seco con el río Santa (Vista desde el río seco, 2026-03-06).*



La confluencia de los ríos Seco y Santa muestra alta energía, sedimentación y contaminación antrópica.

Figura 03. *Margen izquierda del río Santa (Tomada en el sentido contrario a la corriente, 2026-03-06).*



Vista aguas arriba del río Santa muestra flujo de alta energía y lecho de material grueso. La contaminación y estrechamiento antrópico elevan el esfuerzo cortante, erosionando activamente la margen derecha.

Figura 04. *Vista panorámica del sector Challhua (A la altura del mercado en el sentido de flujo, 2026-03-06)*



Vista panorámica que muestra el estrechamiento del cauce por rellenos antrópicos, lo que incrementa la velocidad del flujo y el esfuerzo cortante local.

Figura 05. *Detalle de la margen derecha del río Santa (2026-03-06)*



Defensas artesanales altamente deterioradas ($\$ID=0.78\$$) y ocupación de la faja marginal ratifican una vulnerabilidad física extrema.

Figura 06. *Observación del lecho del río (0+000.00 - 0+050.00).*



La inspección ocular en la confluencia con el Río Seco permite validar la rugosidad del cauce y asignar el coeficiente de Manning según la granulometría superficial observada.

Figura 07. *Midiendo la profundidad del río (0+000.00 - 0+050.00).*



Levantamiento de secciones transversales y batimetría manual para configurar la geometría frente al caudal de diseño de $485.80 \text{ m}^3/\text{s}$.

Figura 08. *Material petreo en el lado derecho del río santa (Aguas arriba, contiguo a la confluencia del río seco, 0+000.00)*



El predominio de material redondeado en el lecho reduce la estabilidad por falta de trabazón (interlocking) ante velocidades de flujo de 4.10 m/s .

Figura 09. *Material pétreo de gran tamaño en el cauce del río (En la confluencia con el río Seco, 0+000.00)*



La movilización masiva de estos bloques durante avenidas confirma un escenario de erosión severa que sustenta técnicamente el cálculo de la socavación total.

Figura 10. *Defensa riverera artesanal (0+000.00 - 0+050.00).*



La defensa de neumáticos rellenos carece de unidad estructural y uña de cimentación, resultando inestable ante la fuerza tractiva y la flotabilidad del flujo.

Figura 11. *El investigador recolectando información*



La bioingeniería, mediante especies riparias y fajinas, controlará la erosión laminar e incrementará la cohesión del suelo, fortaleciendo la resiliencia de la faja marginal.

Figura 12. *El investigador en el área de estudio*



Consolidación de la línea de base técnica que sustenta la integración de enrocado y bioingeniería mediante la verificación in situ de la morfología del cauce.

Figura 13. *Proceso de encuesta a vecina, en la progresiva 00:00 a 00:50 Km*



Documentación del reconocimiento de actores clave y recolección de datos cualitativos para validar la vulnerabilidad.

Figura 14. *Proceso de encuesta a vecinos, en la zona de Challua*



Interacción para cuantificar la vulnerabilidad física y capturar la percepción social del peligro hídrico.

Figura 15. *Proceso de encuesta a vecinos, en la zona de Challua*



El entorno refleja una inversión significativa que fundamenta la justificación económica de la defensa ribereña para proteger el capital acumulado del sector.

Figura 16. *Proceso de encuesta a vecinos, que trabajan en el río en la zona de Challua*



En el proceso de entrevista, se observa la extracción de agregados degrada el lecho y acelera la socavación, amenazando la estabilidad de la estructura por el descenso del fondo del río.

NORMAS Y REGLAMENTOS



PERÚ

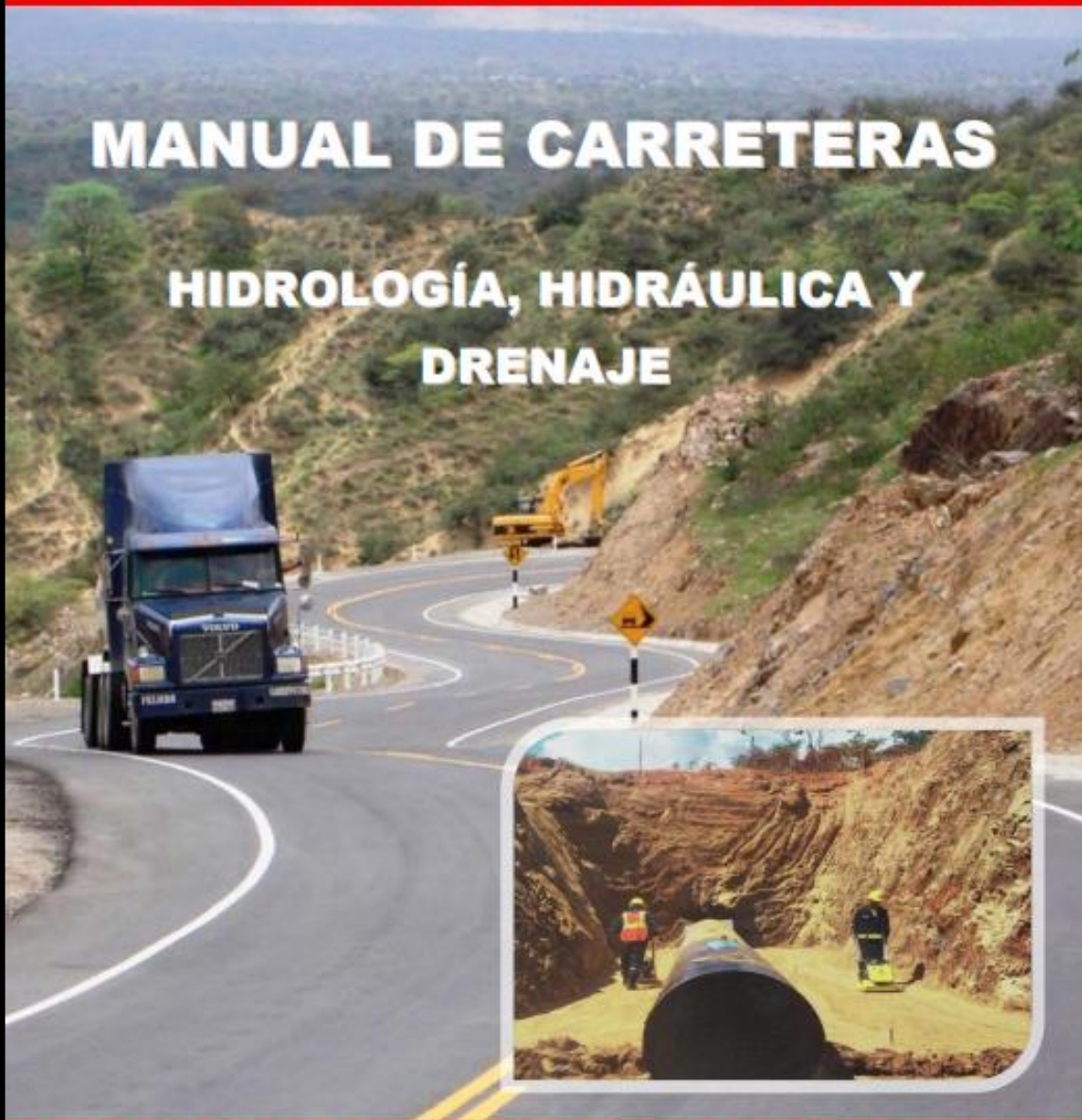
Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

MANUAL DE CARRETERAS

HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE





el cual es la probabilidad de ocurrencia del pico de la creciente estudiada, durante la vida útil de la obra. (Ver Figura N° 01)

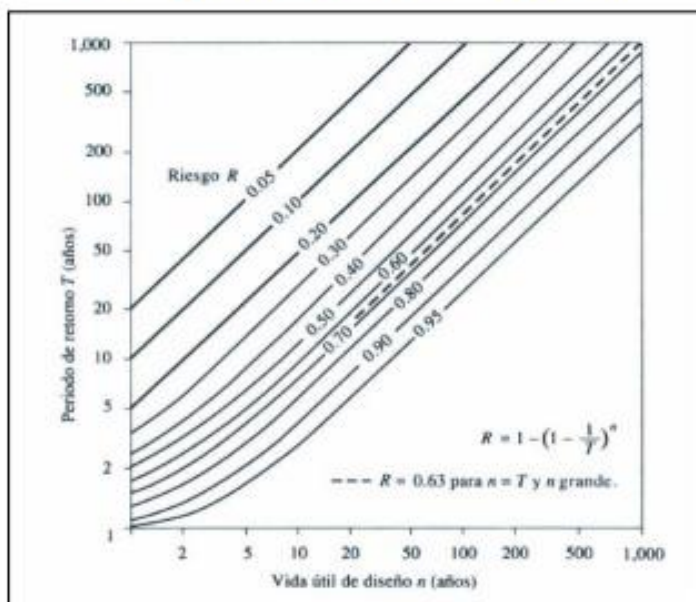


Figura N° 01. Riesgo de por lo menos una excedencia del evento de diseño durante la vida útil
(Fuente: Hidrología Aplicada (Ven te Chow)).

En la Tabla N° 01 se presenta el valor T para varios riesgos permisibles R y para la vida útil n de la obra.

TABLA N° 01: Valores de Periodo de Retorno T (Años)

RIESGO ADMISIBLE	VIDA ÚTIL DE LAS OBRAS (n años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0.01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
0.02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0.05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
0.10	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
0.20	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0.25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0.50	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0.75	1.3	2	2.7	4.1	7.7	15	18	37	73	144



CUT: 79933

RESOLUCIÓN JEFATURAL N° 332-2016-ANA

Lima, 28 DIC. 2016

CONSIDERANDO:

Que, los numerales 3) y 12) del artículo 15° de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, establece como función de la Autoridad Nacional del Agua, dictar normas y establecer procedimientos para asegurar la gestión integral y sostenible de los recursos hídricos, desarrollando entre otras, acciones de administración, fiscalización, control y vigilancia, para asegurar la preservación y conservación de las fuentes naturales de agua, de los bienes naturales asociados y de la infraestructura hidráulica;

Que, conforme al artículo 74° de la citada Ley, en los terrenos aledaños a los cauces naturales o artificiales, se mantiene una faja marginal de terreno necesaria para la protección, el uso primario del agua, el libre tránsito, la pesca, caminos de vigilancia u otros servicios;

Que, a su vez, el artículo 113° del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2010-AG señala que las dimensiones en una o ambas márgenes de un cuerpo de agua son fijadas por la Autoridad Administrativa del Agua, de acuerdo con los criterios establecidos en el Reglamento para la Delimitación de Fajas Marginales, respetando los usos y costumbres establecidos;

Que, mediante Resolución Jefatural N° 300-2011-ANA, se aprobó el Reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales en Cursos Fluviales y Cuerpos de Agua Naturales y Artificiales;

Que, en aplicación del artículo 33° del Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua, aprobado por Decreto Supremo N° 006-2010-AG y su modificatoria, la Dirección de Conservación y Planeamiento de los Recursos Hídricos mediante Informe Técnico N° 006-2010-ANA-DCPRH-ERH/GPT, de fecha 06 de junio de 2016, presentó una propuesta de Reglamento que servirá de base de base para la delimitación y mantenimiento de las fajas marginales en cursos fluviales y cuerpos de agua naturales y artificiales;

Que, mediante Resolución Jefatural N° 153-2016-ANA, de fecha 15 de junio de 2016, se dispuso la pre publicación en el portal web institucional de la propuesta normativa a que se refiere el párrafo precedente, encargando a la Dirección de Conservación y Planeamiento de los Recursos Hídricos la recepción y análisis de los aportes y comentarios que se presenten respecto del citado Proyecto de Reglamento;



Artículo 7.- Delimitación de faja marginal en obras hidráulicas públicas

La delimitación de la faja marginal de las obras hidráulicas públicas será determinada, de acuerdo a lo siguiente:

- a) Aplicación de los manuales de Operación y Mantenimiento e Inventarios de infraestructura hidráulica; o,
- b) Alternativamente se podrá considerar los planes de expansión de infraestructura hidráulica y el espacio colindante necesario para la operación y mantenimiento.

TITULO III

DETERMINACIÓN DEL LIMITE SUPERIOR DE LA RIBERA Y ANCHO MÍNIMO DE LAS FAJAS MARGINALES

CAPITULO I

DETERMINACIÓN DEL LIMITE SUPERIOR DE LA RIBERA DE CAUCES NATURALES Y RESERVORIOS O EMBALSES ARTIFICIALES

Artículo 8.- Límite superior de la ribera de cauces naturales

El límite superior de la ribera se determina utilizando alguna de las siguientes metodologías:

- a) Modelamiento Hidráulico; o
- b) Huella Máxima



Artículo 9.- Modelamiento hidráulico:

- 9.1. El modelamiento hidráulico utiliza información topográfica y caudales máximos instantáneos. Con esta información se efectúa el tránsito de avenidas con la finalidad de establecer el límite superior de la ribera.
- 9.2. La determinación de los caudales máximos se establece de acuerdo con los siguientes criterios:
 - a) En cauces naturales de agua colindantes a terrenos agrícolas: periodo de retorno de 50 (cincuenta) años.
 - b) En cauces naturales de agua colindantes a asentamientos poblacionales: periodo de retorno de 100 (cien) años.
- 9.3. La determinación de los caudales máximos se realiza con información estadística de por lo menos 20 años. A falta de información, esta podrá ser generada mediante modelos hidrológicos. No se consideran valores de caudales máximos por efecto de eventos extraordinarios.



Artículo 10.- Huella Máxima

La huella máxima se emplea únicamente en los casos en los que se pueda identificar el nivel del agua alcanzado en su máxima avenida ordinaria. Para tal efecto debe seguirse el siguiente procedimiento:



GUIA METODOLOGICA PARA PROYECTOS DE PROTECCION Y/O CONTROL DE INUNDACIONES EN ÁREAS AGRICOLAS O URBANAS

INDICE

I. INTRODUCCION	6	1.6. Unidad Formuladora, Ejecutora y Marco de Referencia	41
II. CRITERIOS BASICOS PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE PROTECCION Y/O CONTROL DE INUNDACIONES	11	1.7. Resultados del Diagnóstico.	42
III. RECOMENDACIONES	16	MODULO 2. IDENTIFICACIÓN DE PROYECTOS	43
ESTRUCTURA GENERAL	18	2.1. Definición del PROBLEMA	45
MODULO 1. DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL	19	2.1.1. Definiciones	45
1.1. Definiciones	21	2.1.2. Identificación del PROBLEMA CENTRAL	46
1.2. Identificación de la Zona y Nombre del Proyecto.	22	2.1.3. Análisis de las CAUSAS del PROBLEMA	47
1.2.1. Recolección de la Información y características del lugar identificado.	23	2.1.4. Análisis de EFECTOS del PROBLEMA.	51
1.2.2. Ficha Modelo para la recolección de la información.	24	2.1.5. Elaboración del ARBOL CAUSAS Y EFECTOS.	55
1.3. Niveles de Inundación en el lugar del proyecto.	25	2.1.6. Importancia de la CAUSA CRITICA	56
1.3.1. Cíclo Hidrológico	25	2.2. Definición del Proyecto	58
1.3.2. Cuenca Colectora	26	2.2.1. Definición de los OBJETIVOS, MEDIOS Y FINES.	58
1.3.3. Precipitación en una Cuenca	27	2.2.2. Relación PROBLEMA CENTRAL y OBJETIVO CENTRAL.	59
1.3.4. Como se produce la inundación en el cauce de un río.	28	2.2.3. Elaboración del Árbol de MEDIOS Y FINES	60
1.3.5. Laminación de caudales en una Cuenca para disminuir la velocidad del cauce y los descargas aguas abajo de la cuenca.	29	2.2.4. Análisis de los MEDIOS FUNDAMENTALES para definir las ACCIONES	62
1.3.6. Caudales recurrentes en el tiempo Período de Retorno.	31	2.2.5. Análisis de las ACCIONES para la determinación de las ALTERNATIVAS DE SOLUCION.	63
1.3.7. Consideración de Caudales Máximos y Período de Retorno en Zonas Urbanas, Rurales y Agrícolas.	32	2.3 Definición de las ALTERNATIVAS DE SOLUCION	66
1.3.8. Estimación de Caudales Máximos.	33	2.3.1. Combinación de Acciones y Alternativas de Solución.	66
1.4. Zonas de Inundación	34	2.3.2. Alternativas de Solución en la Cuenca Alta, Media y Baja.	67
1.4.1. Matriz de daños evaluados en ZONAS URBANAS.	35	2.3.3. Resultados de las ALTERNATIVAS DE SOLUCION.	68
1.4.2. Matriz de daños evaluados en ZONAS RURALES.	36	2.3.4. Determinar la Pre-Visibilidad de las Alternativas.	69
1.4.3. Matriz de daños evaluados en ZONAS AGRICOLAS.	37	MODULO 3. FORMULACION DE PROYECTOS	70
1.4.4. Indicadores para determinar la Vulnerabilidad al Daño	38	3.1. ANALISIS DE LA DEMANDA Y OFERTA	72
1.5. Delimitación de Población Beneficiada y Beneficiarios	40	3.1.1. Horizonte del proyecto	72
		3.1.2. Análisis de Demanda para diferentes Niveles de Inundación.	73
		3.1.3. Demanda Proyectada.	75
		3.1.4. Análisis de la Oferta Existente.	77
		3.1.5. Determinación de la Oferta	78
		3.1.6. Estimación de la Oferta Optimizada	78
		3.1.7. Balance o Demanda Insatisfecha.	79

DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

Tabla 06. Matriz del estado de la defensa riverense

Estado de la defensa riverena:	0+0.000	0+0.025	0+0.050	0+0.075	0+0.100	0+0.125	0+0.150	0+0.175	0+0.200	0+0.225	0+0.250	0+0.275	0+0.300	0+0.325	0+0.350	0+0.375	0+0.400	0+0.425	0+0.450	0+0.475	0+0.500	0+0.525	0+0.550	0+0.575	0+0.600	0+0.625	0+0.650	0+0.675	0+0.700	0+0.725	0+0.750	0+0.775	0+0.800	0+0.825	0+0.850	0+0.875	0+0.900	0+0.925	0+0.950	0+0.975	0+1.000	
Bueno																																										
Regular			x	x																					x	x	x	x	x	x	x											
Malo - inexistente	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Colapsado																																										

Resultados obtenidos de los trabajos de campo (Gráficamente se puede observar en el plano PT1).

CÁLCULOS

Tabla 07. Información general

Proyecto:	Evaluación y diseño de la defensa ribereña para la protección de la margen derecha del río Santa, sector Challhua, 2026.
Ubicación:	Sector Challhua, margen derecha del río Santa, Huaraz, Ancash.
Responsable:	Iván Juan Montes Mallqui
Entidad Académica:	Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote (ULADECH)

Tabla 08. Marco normativo y técnico para el diseño

Autoridad Nacional del Agua (ANA): "Criterios de Diseño de Obras de Defensa Ribereña".
Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE): Norma E.050 (Suelos y Cimentaciones) y CE.010 (Pavimentos Urbanos - aplicable a la berma).
USACE (U.S. Army Corps of Engineers): "Design of Coastal Revetments, Seawalls, and Bulkheads" y el manual EM 1110-2-1601.

Tabla 09. Parámetros hidrológicos e hidráulicos de diseño ($Tr = 100$ años)

Ítem	Descripción	Símbolo	Valor	Unidad	Fuente
1.01	Caudal máximo de diseño	Q_{max}	485.80	m^3/s	Estudio Hidrológico
1.02	Tirante máximo de agua	y_{max}	3.50	m	HEC-RAS (Ref.)
1.03	Velocidad media del flujo	V	4.10	m/s	HEC-RAS (Ref.)
1.04	Pendiente media del cauce	S	0.0035	m/m	Topografía
1.05	Coefficiente de rugosidad de Manning	N	0.040	---	Estimación de campo
1.06	Área hidráulica	A	118.49	m^2	Cálculo hidráulico

Tabla 10. Propiedades de los materiales (Cantera y Lecho)

Ítem	Descripción	Símbolo	Valor	Unidad	Norma / Referencia
2.01	Diámetro medio del material del lecho	d_{50_l}	125.00	<i>mm</i>	Granulometría
2.02	Peso específico de la roca (Granito)	γ_s	2.65	<i>ton/m³</i>	Cantera Chumay
2.03	Peso específico del agua	γ_w	1.00	<i>ton/m³</i>	Estándar
2.04	Ángulo de reposo de la roca	ϕ	40.00	<i>grados</i>	ASTM
2.05	Coefficiente de estabilidad (Maynord)	C	0.30	---	USACE
2.06	Factor de seguridad adoptado	FS	1.30	---	Criterio técnico

Tabla 11. Cálculo del dimensionamiento del enrocado (Riprap)

Parámetro	Fórmula / Criterio	Resultado	Unidad	Especificación
Diámetro d_{50} calculado	Maynord (1988)	0.31	<i>m</i>	Teórico
Diámetro d_{50} de diseño	$d_{50_c} FS$	0.40	<i>m</i>	Adoptado
Diámetro máximo (d_{100})	$1.5 d_{50}$	0.60	<i>m</i>	Gradación
Diámetro mínimo (d_{15})	$0.5 d_{50}$	0.20	<i>m</i>	Gradación
Talud de la cara húmeda	Z	2.00	<i>H:IV</i>	Estabilidad
Espesor de la capa	$\max(d_{100}; 1.5 d_{50})$	0.80	<i>m</i>	Adoptado

Tabla 12. Cálculo de socavación y cimentación

Ítem	Descripción del Cálculo	Símbolo	Valor	Unidad
4.01	Socavación general (Lischtván-Levediev)	d_{sg}	2.85	<i>m</i>
4.02	Socavación local (por curvatura/forma)	d_{sl}	1.80	<i>m</i>
4.03	Socavación total estimada	d_{st}	4.65	<i>m</i>
4.04	Margen de seguridad (entierro)	e	0.15	<i>m</i>
4.05	Profundidad de uña de cimentación	d_f	4.80	<i>m</i>
4.06	Ancho de la uña de cimentación	b	2.00	<i>m</i>

Tabla 13. Resumen de cantidades geométricas (Por metro lineal)

Componente	Sección / Dimensiones	Cantidad	Unidad
Enrocado granítico	Capa $T=0.80$ m	8.94	m ³ /m
Filtro de grava o geotextil	Capa $T=0.30$ m	7.83	m ² /m
Borde libre	$y_{\max} + 1.00$ m	4.50	m
Ancho de berma de corona	Normativo ANA	4.00	m

PRESUPUESTO

Tabla 14. Presupuesto

"EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA, PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH-2026".					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01	DEFENSA RIBEREÑA CON ENORACADO				2,110,273.15
01.01	ACTIVIDADES PRELIMINARES				22,190.39
01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60X2.40M INCL. TRANSP. Y COLOC..	und	1.00	1,243.89	1,243.89
01.01.02	CASETA DE GUARDIANIA Y/O ALMACEN	GLB	1.00	8,059.05	8,059.05
01.01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIAS.	GLB	1.00	12,887.45	12,887.45
01.02	SEGURIDAD Y SALUD				9,414.80
01.02.01	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	GLB	1.00	2,052.75	2,052.75
01.02.02	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	GLB	1.00	4,239.20	4,239.20
01.02.03	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	GLB	1.00	2,656.75	2,656.75
01.02.04	IMPLEMENTOS PARA PRIMEROS AUXILIOS	GLB	1.00	466.10	466.10
01.03	TRABAJOS PRELIMINARES				15,034.57
01.03.01	TRAZO Y REPLANTEO	KM	1.00	7,145.46	7,145.46
01.03.02	CONTROL TOPOGRAFICO	KM	1.00	2,554.11	2,554.11
01.03.03	HABILITACIÓN DE CAMINO DE ACCESO A LA QUEBRADA	KM	1.00	5,335.00	5,335.00
01.04	MOVIMIENTO DE TIERRAS				98,393.39
01.04.02	EXCAVACION EN TERRENO CONGLOMERADO	m3	2,847.23	8.46	24,087.57
01.04.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE (DIST. 18.5 KM)	m3	1,315.38	56.49	74,305.82
01.05	PROTECCIÓN CON ENROCADO CON ROCA AL VOLTEO				1,965,240.00
01.05.01	SUMINISTRO Y CARGUÍO DE ROCA DE CANTERA PARA ENROCADO	m3	4,500.00	110.70	498,150.00
01.05.02	TRANSPORTE DE ROCA DESDE LA CANTERA (DIST. PROM. 23.50 KM)	m3	4,500.00	314.45	1,415,025.00
01.05.03	ACOMODADO DE ROCA EN TALUD	m3	4,500.00	11.57	52,065.00
	COSTO DIRECTO				2,110,273.15
	GASTOS GENERALES (7.54%)				159,030.26
	UTILIDAD (10 %)				211,027.32
	SUB TOTAL				2,480,330.73
	IGV (18%)				446,459.53
	PRESUPUESTO DE EJECUCION DEL MANTENIMIENTO				2,926,790.27
	SUPERVISION				40,858.60
	PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO				2,967,648.86

Tabla 15. Estructura del presupuesto de supervisión

ESTRUCTURA DEL PRESUPUESTO DE SUPERVISION							
ACTIVIDAD:	"EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA, PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH-2026"						
GASTOS GENERALES							
A.-	DIAGNÓSTICO Y SUPERVISIÓN.					34,625.93	
I. GASTOS FIJOS							
Item	Descripción	Cantidad	Tiempo (meses)	%Part.	Parcial	Sub total S/	
01. Seguros							
01.01	Seguros de Vida Contra todo Riesgo SCTR	1.00	3.00	100%	240.00	720.00	
TOTAL GASTOS FIJOS (I)						720.00	
II. GASTOS VARIABLES							
Item	Descripción	Cantidad	Tiempo (meses)	% Partic.	Parcial	Sub total S/	
01. Personal técnico administrativo							
01.01	Sueldos y beneficios						
01.01.01	Jefe de Supervision	1.00	3.00	100.00%	8,000.00	24,000.00	
02. Materiales y otros							
02.01	Útiles de Escritorio y otros	1.00	3.00	100.00%	200.00	600.00	
03.01	Útiles de Escritorio y otros	1.00	3.00	50.00%	6000.00	9,000.00	
03. Implementos de Seguridad							
03.01	Pantalón de seguridad en Drill	1.00			46.61	46.61	
03.02	Camisa de seguridad en algodón	1.00			33.90	33.90	
03.03	Chaleco Drill con cinta reflectiva	1.00			38.14	38.14	
03.04	Polo de algodón manga larga	1.00			16.95	16.95	
03.05	Zapato de cuero punta de acero	1.00			127.12	127.12	
03.06	Casco c/ajuste perillas , Inc. Barbiquejo	1.00			25.42	25.42	
03.07	Guantes super flex clute Q5	1.00			9.32	9.32	
03.08	Lentes Nitro	1.00			8.47	8.47	
TOTAL GASTOS VARIABLES (II)						33,905.93	
TOTAL GASTOS GENERALES (A+B)							34,625.93
COSTO DIRECTO GASTOS DE SUPERVISIÓN						34,625.93	
SUB TOTAL (SUPERVISION DE LA ACTIVIDAD)						34,625.93	
IGV (18%)						6,232.67	
TOTAL VALOR REFERENCIAL SUPERVISION DE LA ACTIVIDAD						40,858.60	

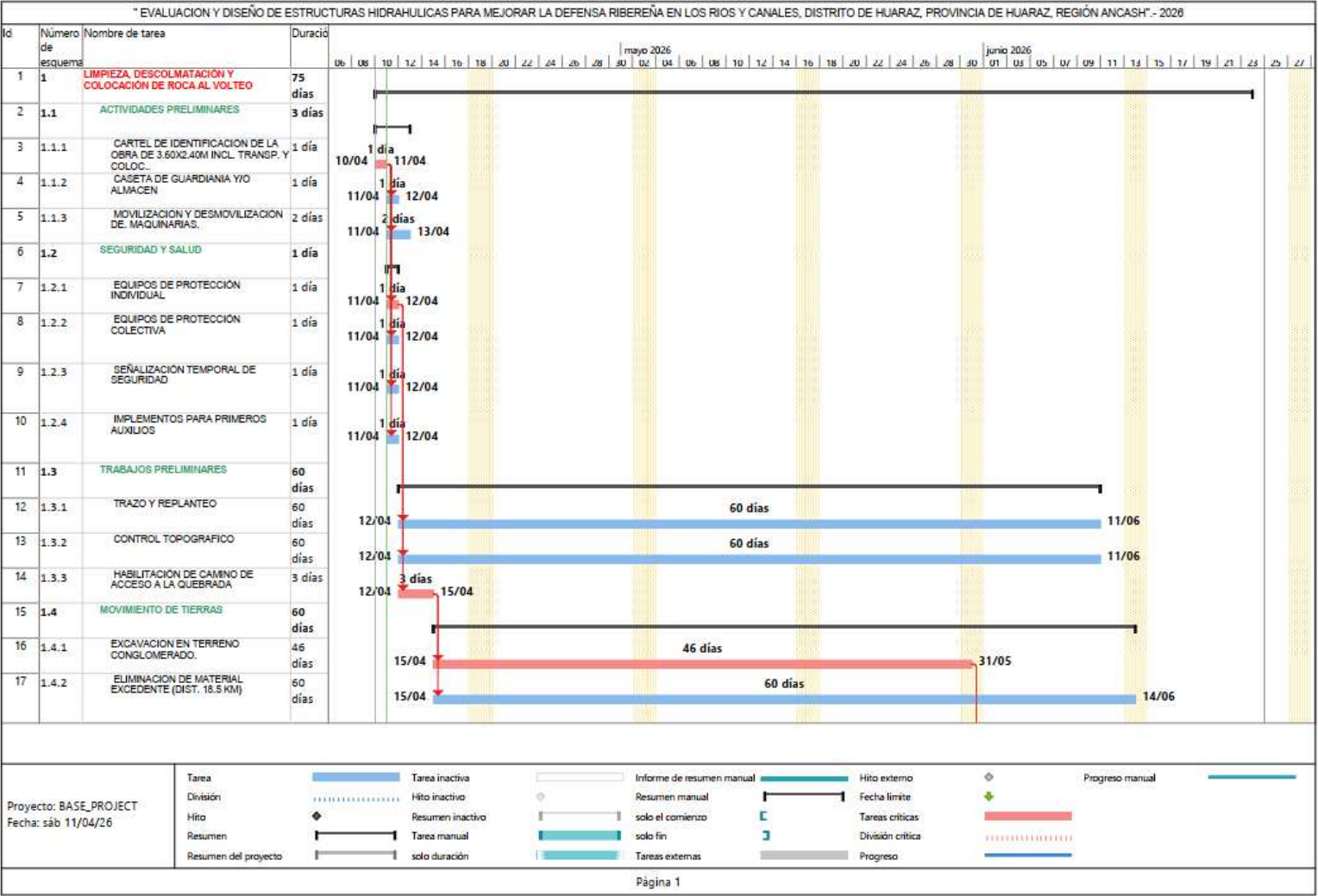
Tabla 16. Gastos generales

GASTOS GENERALES			
"EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA, PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SANTA, SECTOR CHALLHUA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH-2026"			
FECHA DEL PRESUPUESTO : ABRIL 2026			
COMPONENTES DE LOS GASTOS GENERALES		MONEDA NACIONAL	
		S/.	%
1.00	COSTO DIRECTO	2,110,273.15	
2.00	GASTOS GENERALES	159,030.26	7.54%
A.	GASTOS FIJOS (No directamente relacionados con el tiempo)	16,225.29	0.77%
B.	GASTOS VARIABLES (Directamente relacionados con el tiempo)	142,804.97	6.77%
3.00	UTILIDAD	211,027.32	10.00%
PRESUPUESTO REFERENCIAL SIN IGV		2,480,330.73	
4.00	I.G.V.	446,459.53	18.00%
4.00	SUPERVISIÓN	40,858.60	
COSTO TOTAL DE OBRA		S/. 2,967,648.86	

Tabla 17. Movimiento de tierras

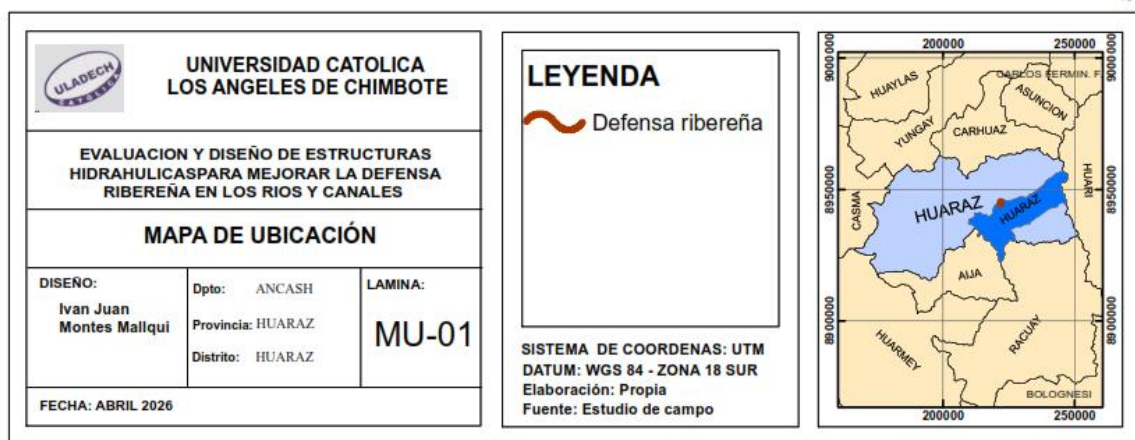
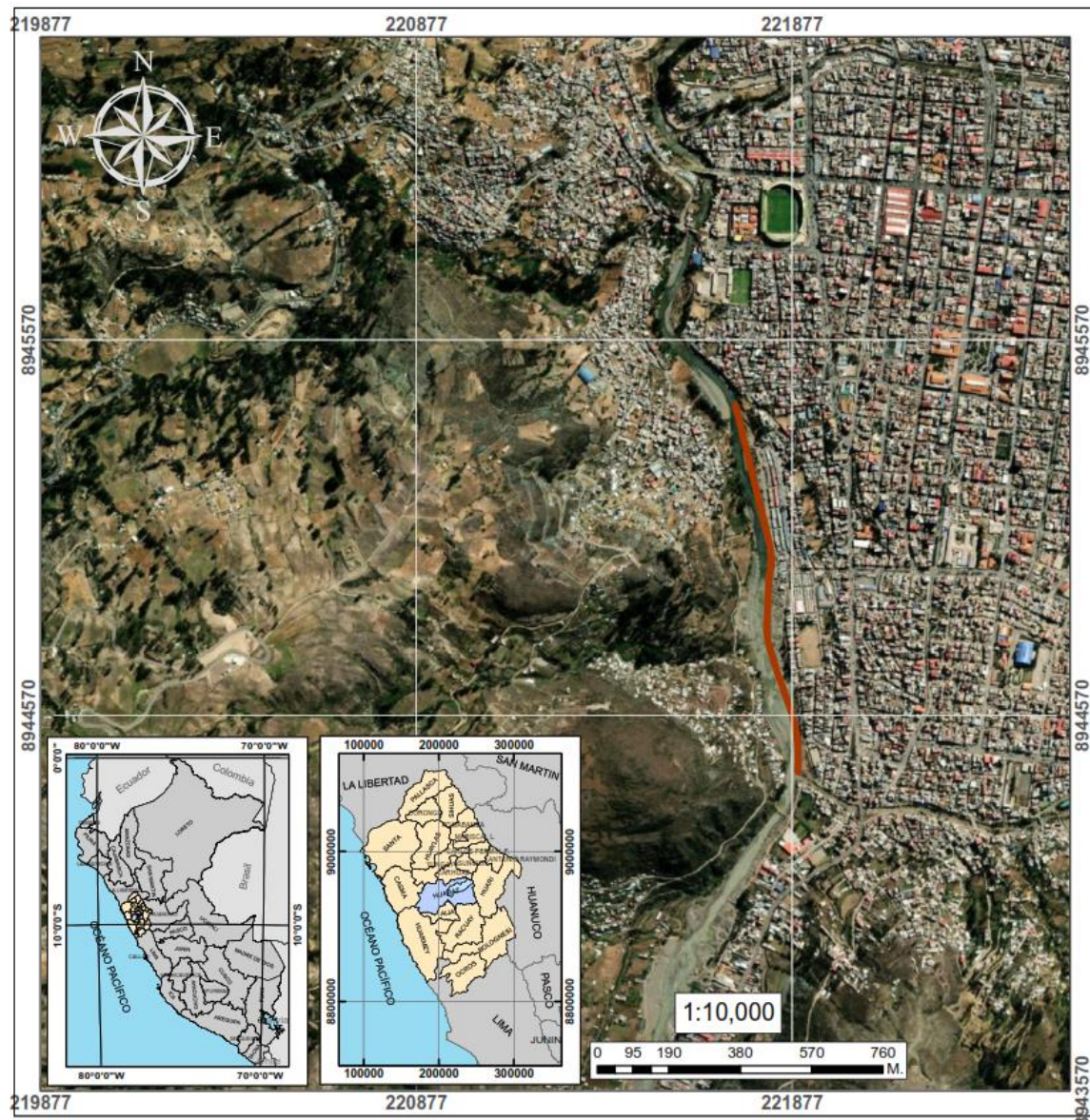
MOVIMIENTO DE TIERRAS							
PROGR.	AREA DE CORTE (m ²)	AREA DE RELLENO (m ²)	VOLUMEN CORTE (m ³)	VOLUMEN RELLENO (m ³)	V. CORTE ACOMULADO (m ³)	V. RELLENO ACOMULADO (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
0+000	2.16	0.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020	0.00	0.38	21.62	10.74	21.62	10.74	10.88
0+040	0.32	0.00	3.19	3.82	24.81	14.56	10.25
0+060	4.31	0.00	46.37	0.01	71.18	14.57	56.61
0+080	5.08	0.00	94.12	0.00	165.30	14.57	150.73
0+100	5.88	0.00	109.89	0.00	275.19	14.57	260.62
0+120	5.28	0.00	111.89	0.00	387.08	14.57	372.51
0+140	0.19	0.00	54.87	0.03	441.95	14.60	427.35
0+160	0.00	1.99	1.92	20.06	443.87	34.66	409.21
0+180	0.00	3.19	0.00	51.92	443.87	86.58	357.29
0+200	1.23	1.70	12.26	48.92	456.13	135.50	320.63
0+220	1.10	1.99	23.22	36.90	479.35	172.40	306.95
0+240	0.00	2.06	10.96	40.48	490.31	212.89	277.42
0+260	3.34	0.02	33.39	20.76	523.70	233.65	290.05
0+280	4.55	0.00	78.78	0.16	602.48	233.81	368.67
0+300	4.56	0.00	91.06	0.00	693.54	233.81	459.73
0+320	3.68	0.00	82.41	0.00	775.95	233.81	542.14
0+340	0.00	0.89	36.79	8.86	812.74	242.67	570.07
0+360	2.03	0.66	20.22	15.36	832.95	258.03	574.92
0+380	1.21	1.69	32.25	23.22	865.21	281.25	583.95
0+400	2.18	0.60	33.77	22.58	898.98	303.83	595.15
0+420	3.73	0.00	59.05	5.99	958.03	309.83	648.20
0+440	6.81	0.00	105.44	0.02	1,063.46	309.85	753.61
0+460	6.00	0.00	128.19	0.00	1,191.65	309.85	881.80
0+480	7.74	0.00	137.47	0.00	1,329.12	309.85	1,019.27
0+500	9.10	0.00	168.43	0.00	1,497.56	309.85	1,187.70
0+520	12.15	0.00	211.77	0.00	1,709.33	309.85	1,399.48
0+540	5.47	0.00	174.94	0.00	1,884.27	309.85	1,574.42
0+560	3.18	0.00	86.98	0.00	1,971.25	309.85	1,661.40
0+580	4.01	0.00	72.31	0.00	2,043.57	309.85	1,733.72
0+600	0.00	1.48	40.31	14.90	2,083.88	324.75	1,759.12
0+620	0.00	3.02	0.00	45.33	2,083.88	370.08	1,713.79
0+640	1.55	1.14	15.48	41.76	2,099.36	411.84	1,687.52
0+660	0.00	1.78	15.46	29.17	2,114.82	441.01	1,673.81
0+680	3.50	0.01	34.97	17.85	2,149.79	458.87	1,690.92
0+700	4.41	0.00	79.10	0.07	2,228.89	458.94	1,769.95
0+720	5.46	0.00	98.73	0.00	2,327.62	458.94	1,868.68
0+740	6.57	0.00	120.34	0.00	2,447.96	458.94	1,989.02
0+760	6.15	0.00	127.29	0.00	2,575.25	458.94	2,116.31
0+780	2.25	0.00	84.03	0.00	2,659.29	458.94	2,200.35
0+800	1.17	0.00	34.21	0.00	2,693.49	458.94	2,234.56
0+820	1.62	1.35	27.89	13.51	2,721.39	472.45	2,248.93
0+840	0.00	9.30	16.17	106.48	2,737.56	578.93	2,158.63
0+860	0.00	12.89	0.00	221.90	2,737.56	800.83	1,936.73
0+880	0.00	11.27	0.00	241.63	2,737.56	1,042.45	1,695.11
0+900	0.08	7.53	0.83	188.03	2,738.39	1,230.48	1,507.90
0+920	0.00	8.16	0.83	156.97	2,739.21	1,387.45	1,351.76
0+940	1.17	2.12	11.71	102.84	2,750.92	1,490.29	1,260.63
0+960	2.48	0.41	36.52	25.33	2,787.44	1,515.63	1,271.82
0+980	0.00	0.60	24.81	10.14	2,812.25	15.76	1,286.49
1+000	3.45	0.01	34.52	6.06	2,846.77	1,531.83	1,314.94

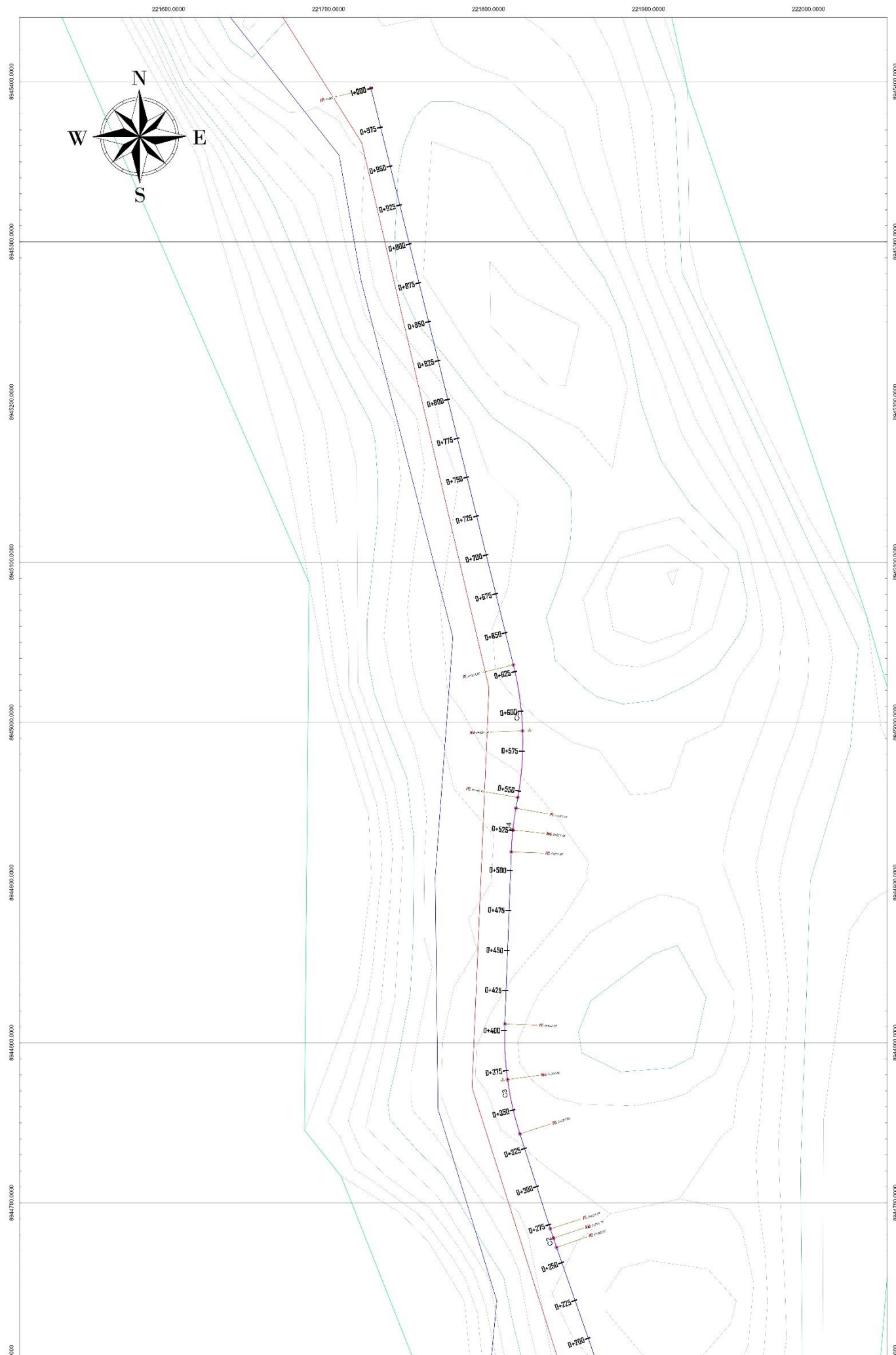
Tabla 18. Cronograma

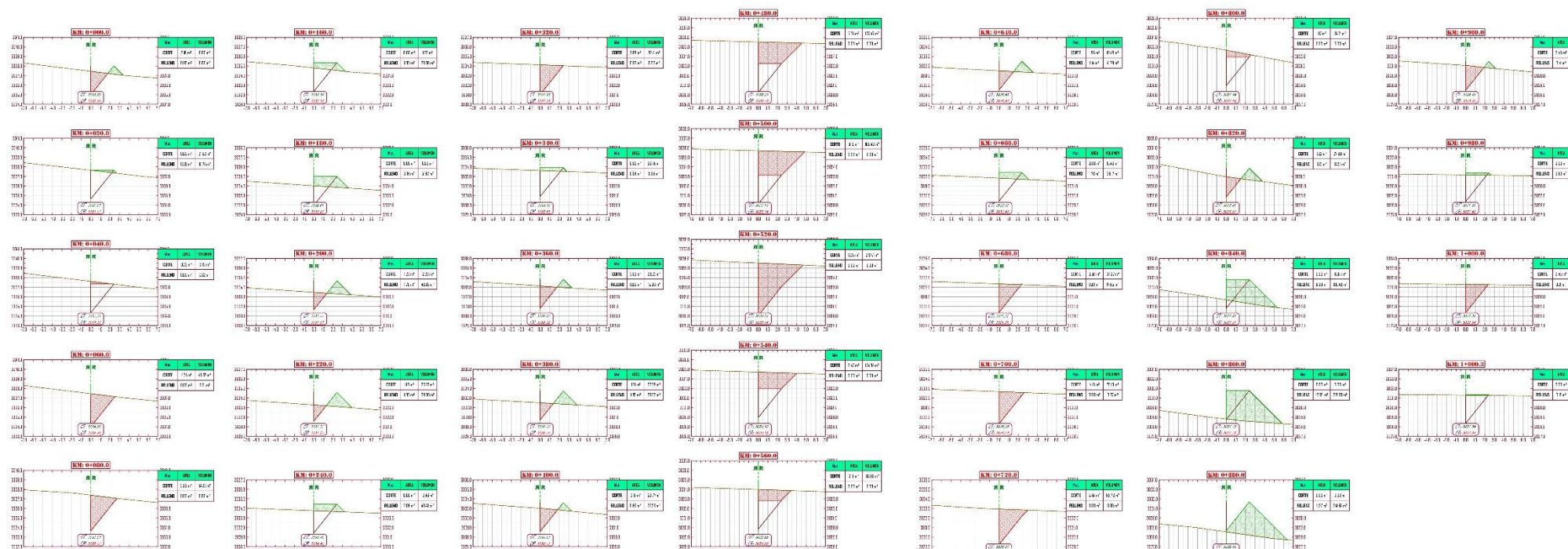
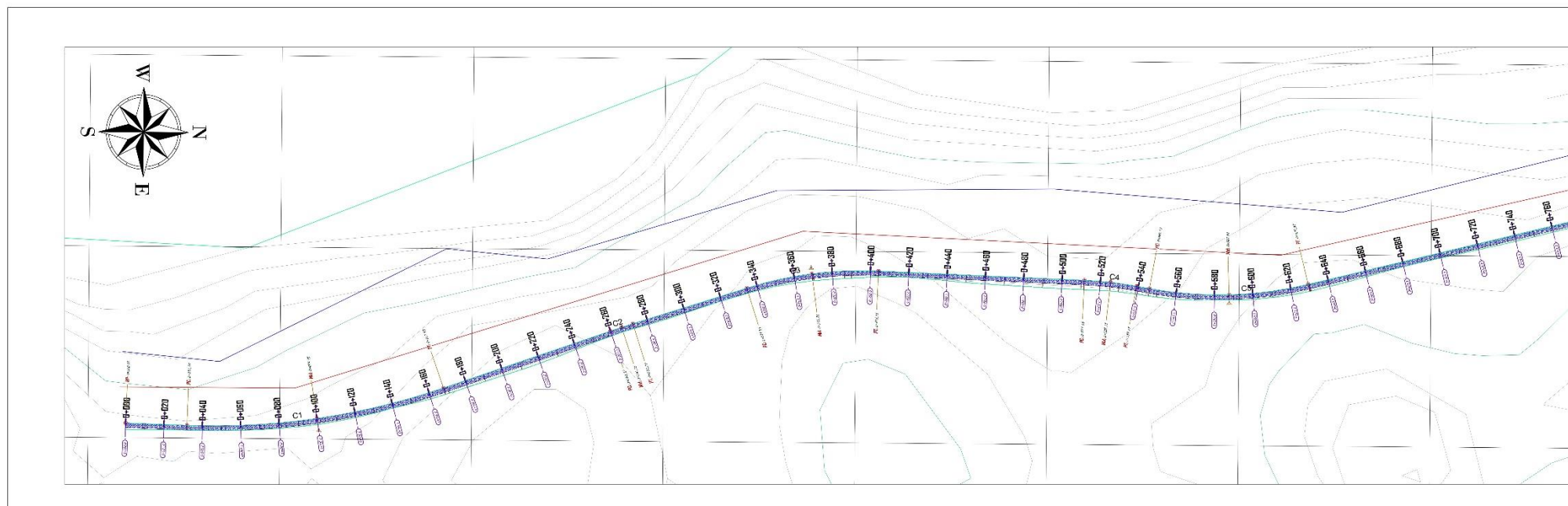


PLANOS Y MAPAS

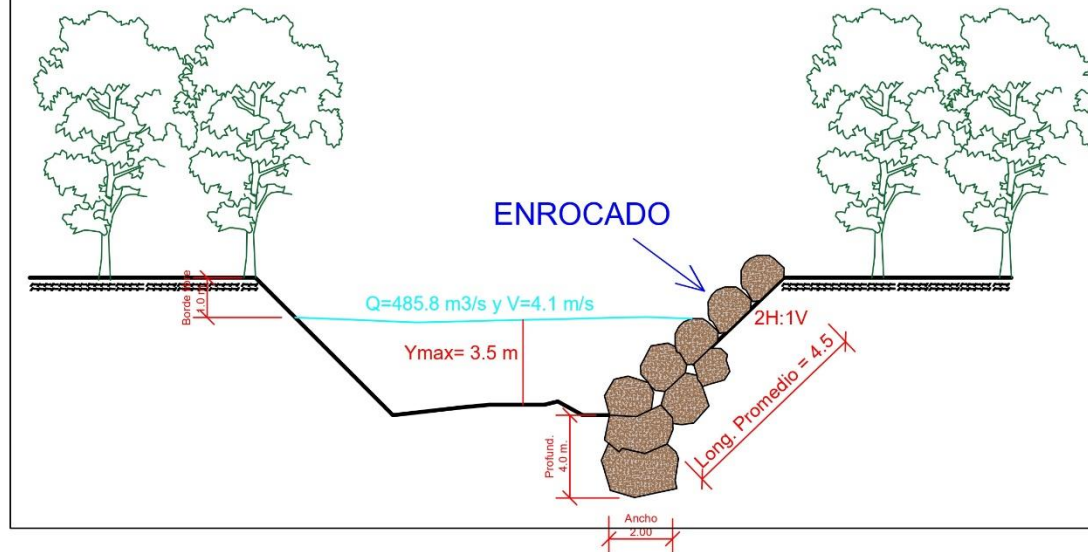
Mapa 01. Mapa de ubicación







SECCION TRANSVERSAL
DEL ENROCADO DEL MARGEN DERECHO
DEL RIO SANTA , SECTOR CHALLHUA
DISTRITO Y PROVINCIA HUARAZ



LARGO= 1000 m.
ANCHO = 1.00 m.
ALTO = 4.50 m.

	UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE		
	TESIS: EVALUACION Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRAULICAS PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBERENA EN LOS RIOS Y CANALES		
	PLANO : CORTE TRANSVERSAL		
	ESCALA: INDICADA	DISTRITO : HUARAZ PROVINCIA : HUARAZ DEPARTAMENTO : ANCASH	DATUM : WGS-84 ZONA : S - 18
FECHA: ABRIL 2026	DISEÑO: IVAN JUAN MONTES MALLOQUI		