



**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE  
FACULTAD DE HUMANIDADES, CIENCIAS Y SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA  
RIBEREÑA EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO LACRAMARCA KM 14+0 AL KM  
14+250, DEL CENTRO POBLADO DE NUEVA ESPERANZA, DISTRITO DE  
CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH - 2024**

**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**

**DELGADO HUARAJARE, ERICK JUNIOR**

**ORCID:0000-0002-9198-9912**

**ASESOR**

**RETAMOZO FERNANDEZ, SAUL WALTER**

**ORCID: 0000-0002-3637-8780**

**CHIMBOTE-PERÚ**

**2024**



**FACULTAD DE HUMANIDADES, CIENCIAS Y SALUD**

**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**

**ACTA N° 0020-110-2025 DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE TESIS**

En la Ciudad de **Chimbote** Siendo las **19:40** horas del día **04** de **Enero** del **2025** 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:

**PISFIL REQUE HUGO NAZARENO** Presidente  
**SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN** Miembro  
**BARRETO RODRIGUEZ CARMEN ROSA** Miembro  
**Mgtr. RETAMOZO FERNANDEZ SAUL WALTER** Asesor

Se reunieron para evaluar la sustentación del informe de tesis: **EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO LACRAMARCA KM 14+0 AL KM 14+250, DEL CENTRO POBLADO DE NUEVA ESPERANZA, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH - 2024**

**Presentada Por :**  
(0101162101) **DELGADO HUARAJARE ERICK JUNIOR**

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

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

**PISFIL REQUE HUGO NAZARENO**  
Presidente

**SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN**  
Miembro

**BARRETO RODRIGUEZ CARMEN ROSA**  
Miembro

**Mgtr. RETAMOZO FERNANDEZ SAUL WALTER**  
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 MEJORAMIENTO DEL ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO LACRAMARCA KM 14+0 AL KM 14+250, DEL CENTRO POBLADO DE NUEVA ESPERANZA, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH - 2024 Del (de la) estudiante DELGADO HUARAJARE ERICK JUNIOR, asesorado por RETAMOZO FERNANDEZ SAUL WALTER se ha revisado y constató que la investigación tiene un índice de similitud de 13% 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, 06 de Marzo del 2025



Mgtr. Roxana Torres Guzman  
RESPONSABLE DE UNIDAD DE INTEGRIDAD CIENTÍFICA

## **JURADO**

### **PRESIDENTE**

MGTR. PISFIL REQUE HUGO NAZARENO

**ORCID: 0000-0002-1564-682X**

### **PRIMER MIEMBRO**

MGTR. SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN

**ORCID ID: 0000-0001-9298-4059**

### **SEGUNDO MIEMBRO**

MGTR. BARRETO RODRÍGUEZ CARMEN ROSA

**ORCID: 0009-0004-5166-3100**

## **Dedicatoria**

A Dios.

Ante todo, dedico este trabajo de investigación a Dios ya que gracias a ÉL que me dio la vida y permitió estar aquí en la tierra, a mi familia y amigos quienes siempre están ahí conmigo dándome fuerzas de aliento y nunca me ha abandonado ya que en lo que sea necesario me apoyan, para poder ser a través de mi profesión una guía para las demás generaciones y también un instrumento de servicio a la comunidad.

## **Agradecimiento**

Doy gracias a Dios por darme la vida y por todos las habilidades y dones que me ha otorgado, ya que gracias a todo ello estoy superando todos los obstáculos de la vida y la carrera y de esta manera poco a poco alcanzar mis metas propuestas en mi vida.

Mi familia mi mamá, papá mi esposa y mis hijos también mis amigos me apoyaron incondicionalmente.

También doy gracias a mi alma mater la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, por brindarme los conocimientos necesarios que permitió mi formación tanto profesional y como personal a través de administradores y docentes.

## Índice General

### Páginas Preliminares

Carátula.....	I
<b>JURADO</b> .....	IV
Dedicatoria .....	V
Agradecimiento.....	VI
<b>Índice General</b> .....	VII
Lista de Tablas.....	X
Lista de Figuras .....	XI
Resumen .....	XII
Abstracts.....	XIII
<b>I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	1
1.1 Descripción del problema: .....	1
1.2 Formulación del problema: .....	3
1.3 Justificación: .....	3
1.4 Objetivos.....	4
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	5
2.1 Antecedentes.....	5
2.2 Bases teóricas.....	14
2.2.1 Evaluación del enrocado: .....	14
2.2.1.1 Enrocado .....	15
2.2.1.1.1 Definición.....	15
2.2.1.1.2 Formas de colocación.....	15
2.2.1.1.3 Filtro bajo del enrocado.....	16
2.2.1.1.4 Tamaño de rocas.....	17
2.2.1.1.5 Espesor de la capa de enrocado .....	17
2.2.1.1.6 Altura del enrocado .....	17

2.2.1.1.7 Ancho de uña.....	17
2.2.1.1.8 Talud del enrocado .....	18
2.2.1.2 Consideraciones a tener en cuenta al evaluar un enrocado:.....	18
2.2.1.2.1 Inspección Visual .....	18
2.2.1.2.2 Zonas vulnerables.....	18
2.2.1.2.3 Análisis de Estabilidad .....	19
2.2.1.2.4 Análisis de Erosión.....	19
2.2.1.2.5 Monitoreo Ambiental .....	19
2.2.1.2.6 Calidad de los Materiales .....	20
2.2.1.3 Fichas de evaluación .....	20
2.2.1.4 Río:.....	22
2.2.1.4.1 Inundaciones:.....	22
2.2.1.5 Software para simulación de inundación: .....	22
2.2.1.5.1 Hec – Ras 2025: .....	23
2.2.2 Mejora de la defensa ribereña.....	23
2.2.2.2 Defensa ribereña: .....	23
2.2.2.1.1 Tipos de defensa ribereña: .....	24
2.3 Hipótesis .....	27
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>28</b>
3.1 Nivel, Tipo y Diseño de Investigación .....	28
3.2 Población y Muestra .....	29
3.3 Variables. Definición y Operacionalización .....	30
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de información .....	31
3.5 Método de análisis de datos .....	32
3.6 Aspectos Éticos.....	33
3.6.1 Respeto y protección de los derechos de los intervinientes .....	33
3.6.2 Cuidado del medio ambiente.....	33

3.6.3 Libre participación por propia voluntad.....	33
3.6.4 Beneficencia y no-maleficencia .....	33
3.6.5 Integridad y honestidad .....	33
3.6.6 Justicia.....	34
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>35</b>
4.1 Respuesta al primer objetivo específico .....	35
4.2 Respuesta al segundo objetivo específico.....	37
4.3 Respuesta al tercer objetivo específico.....	44
<b>IV. DISCUSIÓN .....</b>	<b>47</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>50</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>51</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>52</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>57</b>
Anexo 01. Matriz de Consistencia .....	57
Anexo 02. Instrumento de recolección de información .....	59
Anexo 03. Validez del instrumento .....	60
Anexo 04. Confiabilidad del instrumento.....	62
Anexo 05. Formato de Consentimiento Informado .....	64
Anexo 06. Documento de aprobación de institución para la recolección de información .....	68
Anexo 07. Evidencias de ejecución .....	69

## Lista de Tablas

Tabla 1. Caudales máximos para la simulación en Hec Ras 2025 .....	23
Tabla 2. Variables. Definición y Operacionalización.....	30
Tabla 3. Caudales máximos introducidos en la simulación en Hec Ras 2025 .....	36
Tabla 4. Áreas de inundación según el programa Hec Ras 2025 .....	36
Tabla 5. Resumen de evaluación de los 5 tramos evaluados del enrocado de la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 a 14+250 .....	43

## Lista de Figuras

Figura 1. Evaluación de estructuras de enrocado .....	14
Figura 2. Perfil típico de una presa de enrocado .....	19
Figura 3. Geoceldas para defensa ribereña.....	24
Figura 4. Gaviones para defensa ribereña .....	25
Figura 5. Muros de concreto armado en defensa ribereña.....	25
Figura 6. Enrocado para defensa ribereña .....	26
Figura 7. Zona vulnerable de inundación elaborado en HEC - RAS 2025 .....	35
Figura 8. Vista panorámica de la defensa ribereña tipo enrocado en el centro poblado. ....	69
Figura 9. Medición del enrocado (50” a 70”)......	69
Figura 10. Observamos malezas en la defensa ribereña la cual puede causar fallas en la estructura. ....	70
Figura 11. Observamos erosión en la parte baja del enrocado. ....	71
Figura 12. Observamos caída de rocas del km 14+153 al 14+180.....	72
Figura 13. Observamos vegetación en medio del enrocado y el desprendimiento de rocas en el km 14 +030 .....	73
Figura 14. Observamos el final del enrocado en la progresiva el km 14 +250 .....	74
Figura 15. Incorporando datos del terreno en el software Hec – Ras 2025.....	77
Figura 16. Delimitación del río y enrocado en el software Hec – Ras 2025 .....	77
Figura 17. Resultado de inundación de 201748 m2 para el caudal de 68.21 m3/s del periodo de retorno de 10 años.....	78
Figura 18. Resultado de inundación de 201872 m2 para el caudal de 78.78 m3/s del periodo de retorno de 35 años.....	78
Figura 19. Resultado de inundación de 220882 m2 para el caudal de 92.47 m3/s del periodo de retorno de 70 años.....	79
Figura 20. Resultado de inundación de 202461 m2 para el caudal de 106.39 m3/s del periodo de retorno de 140 años.....	79
Figura 21. Resultado de inundación de 221471 m2 para el caudal de 110.67 m3/s del periodo de retorno de 175 años.....	80
Figura 22. Resultado de inundación de 203050 m2 para el caudal de 133.68 m3/s del periodo de retorno de 500 años.....	80

## Resumen

La investigación tuvo la **formulación del problema** ¿La evaluación del enrocado, mejorará la defensa ribereña en la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250, del centro poblado de Nueva Esperanza, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2024?, el **objetivo general**: Evaluar el enrocado para el mejoramiento de la defensa ribereña en la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250, del centro poblado de Nueva Esperanza, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2024. La **metodología** fue de tipo descriptivo, de nivel cualitativo y cuantitativo de y diseño no experimental y de corte transversal. Los **resultados**, el enrocado en la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 a km 14+250, construido en 2022, presenta tramos caídos especialmente comprendidos entre los km 14+030 al 14+035 y 14+153 al 14+180 que exponen los cultivos cercanos al riesgo de huaycos e inundaciones. Una simulación mostró que, sin la defensa ribereña, las lluvias intensas podrían inundar áreas cercanas. El enrocado son de rocas de 50” a 70” y altura de 4 m, afectado por erosión, sedimentos y raíces vegetales, presenta baja consistencia, especialmente en zonas vulnerables. Como **conclusión** El enrocado está en un estado de considerable deterioro, y su evaluación contribuirá a mejorar la defensa ribereña.

**Palabras clave:** Dique enrocado, evaluación de enrocados, mejoramiento de defensa ribereña.

## Abstracts

The research had the **formulation of the problem**: Will the evaluation of the rockfill improve the riparian defense on the right bank of the Lacramarca River km 14 + 0 to km 14 + 250, of the town of Nueva Esperanza, district of Chimbote, province of Santa, Ancash region - 2024?, the **general objective**: To evaluate the rockfill for the improvement of the riparian defense on the right bank of the Lacramarca River km 14 + 0 to km 14 + 250, of the town of Nueva Esperanza, district of Chimbote, province of Santa, Ancash region - 2024. The **methodology** was descriptive, of qualitative and quantitative level and non-experimental and cross-sectional design. The **results** show that the rockfill on the right bank of the Lacramarca River, from km 14+0 to km 14+250, built in 2022, has fallen sections, especially between km 14+030 to 14+035 and 14+153 to 14+180, which expose nearby crops to the risk of landslides and flooding. A simulation showed that, without the riparian defense, heavy rains could flood nearby areas. The rockfill is made of 50” to 70” rocks and 4 m high, affected by erosion, sediments and plant roots, and has low consistency, especially in vulnerable areas. In **conclusion**, the rockfill is in a considerable state of deterioration, and its evaluation will contribute to improving the riparian defense.

**Keywords:** Rockfill dike, rockfill assessment, riverbank defense improvement.

## I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción del problema:

#### **A nivel Internacional**

Según expresa la Organización de las Naciones Unidas (1) En los últimos cincuenta años, aproximadamente la mitad de los daños humanos y económicos provocados por catástrofes están vinculados al agua y al clima. Los desastres relacionados específicamente con el agua han causado la muerte de cerca de 1,3 millones de personas, representando el 50% del total de catástrofes.

Como señala García (2) Las inundaciones se producen cuando el agua se desborda e invade diferentes tipos de suelo, y pueden ser causadas por lluvias intensas, marejadas, el rápido derretimiento de la nieve o la ruptura de presas y diques. Estas pueden manifestarse con tan solo unos pocos centímetros de agua o llegar a cubrir una vivienda hasta la azotea, y su duración varía desde minutos u horas hasta días, semanas o incluso más tiempo.

En Ecuador, según información publicada por El Comercio (3) el 18 de febrero de 2023, los ríos Ambocas y Granadillo se desbordaron debido a intensas lluvias, lo que provocó la destrucción de un puente, la devastación de campos de cultivo y la inundación de viviendas en comunidades de Portovelo, en la provincia de El Oro. El represamiento del río Ambocas generó un aluvión en sectores como Chunchi, Ambocas, El Pindo del cantón Portovelo, arrastrando lodo, árboles y escombros hacia las comunidades. Además, centros turísticos y balnearios de agua dulce sufrieron graves daños. En El Trapiche, las viviendas quedaron cubiertas de lodo, palizadas y rocas, dejando a familias incomunicadas, afectando la planta potabilizadora y dejando a la zona sin suministro de agua.

#### **A nivel nacional**

En Perú, las inundaciones causadas por ríos son un riesgo frecuente debido a su diversa geografía, que incluye desde áreas montañosas con ríos que desembocan en las regiones costeras. Según indica Chunga (4) la región de Piura, en el norte

del Perú, ha atravesado la temporada de lluvias más severa desde 2017, año en que el fenómeno de El Niño Costero provocó más de 20,400 personas afectadas, 2,300 viviendas inutilizables y 2,400 colapsadas únicamente en esta área. 400 damnificados, 2300 casas inhabitables y 2400 colapsadas solo en esta región.

Entre los años 2003 y 2012, las inundaciones y lluvias intensas afectaron al 4,3% de la población del Perú de diversas maneras. Según el Instituto Nacional de Defensa Civil (Indeci), un total de 687,820 personas resultaron damnificadas y 66,943 viviendas fueron destruidas.

### **A nivel local**

Según el Instituto Nacional de Defensa Civil INDECI (5) el 10 de marzo de 2023, alrededor de las 18:00 horas, las intensas lluvias en las zonas altas provocaron un aumento en el caudal y posterior desborde del río Sechín, lo que afectó viviendas y la vía nacional en la Red Vial Nacional: PE-1N (Panamericana Norte), en el tramo Huarney - Casma, específicamente en el sector de Quebrada Seca, Puente Sechín, entre los kilómetros 333+000 y 335+000, así como en el kilómetro 376+500, en el distrito de Casma, provincia de Casma.

Según la Agencia Peruana de Noticias ANDINA (6) las intensas lluvias registradas en la región Áncash causaron huaicos en los sectores de Santa Ana, Lupahuary y Lacramarca Alta, en la zona rural de Chimbote. Esto provocó un aumento en el caudal del río Lacramarca, lo que a su vez desencadenó desbordes que afectaron los cultivos agrícolas en las áreas de Chachapoyas, Compuerta de Palos, Santa Clemencia y La Campiña, en el kilómetro 8, del distrito de Chimbote, provincia del Santa.

## 1.2 Formulación del problema:

¿La evaluación del enrocado, mejorará la defensa ribereña en la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250, del centro poblado de Nueva Esperanza, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2024?

## 1.3 Justificación:

En la siguiente investigación se justifica debido a la necesidad de identificar y evaluar la efectividad y actuación del enrocado de defensa ribereña, de acuerdo con las especificaciones técnicas y siguiendo las normas establecidas de construcción, respetando la buena calidad. Luego de un análisis visual del enrocado, el cual estaba colocado en las márgenes del río, se observó que las precipitaciones aceleraron la erosión de las rocas, la cual aumentó debido a las lluvias producidas en el año 2024. La fuerza de la naturaleza fue implacable, y se destacó la necesidad de que las autoridades tomaran conciencia y ofrecieran charlas sobre cómo actuar y evacuar en caso de huaicos, ya que las estructuras podrían colapsar.

### Justificación teórica:

Como señala Bernal (7) En una investigación, la justificación teórica surge cuando el objetivo principal del estudio es promover la reflexión y el debate académico sobre el conocimiento existente, cuestionar una teoría, contrastar resultados o profundizar en la epistemología del campo estudiado, especialmente dentro de las ciencias económicas y administrativas.

Esta justificación implica describir cómo los hallazgos del estudio podrían contribuir al desarrollo y comprensión de conceptos, teorías o marcos conceptuales ya establecidos en un área académica específica. Elaborar una justificación teórica requiere demostrar que los resultados obtenidos tienen el potencial de enriquecer y ampliar el entendimiento de los fundamentos conceptuales o teóricos vinculados al tema investigado.

Justificación práctica:

Para justificar un proyecto en términos prácticos, es necesario presentar una síntesis de los resultados y observaciones obtenidos, destacando cómo estos pueden generar un impacto tangible en aspectos como el estilo de vida, los procesos de toma de decisiones o la solución de un problema específico.

Justificación metodológica:

La metodología de investigación se elige con base en la necesidad de aplicar un enfoque práctico y específico. La recolección de datos en campo evalúa las condiciones actuales de las defensas ribereñas y su entorno, y facilita la identificación de mejoras en las estructuras existentes.

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 Objetivo general:

Evaluar el enrocado para el mejoramiento de la defensa ribereña en la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250, del centro poblado de Nueva Esperanza, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2024.

### 1.4.2 Objetivos específicos:

- Identificar las zonas vulnerables del enrocado de la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250, del centro poblado de Nueva Esperanza, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2024.
- Evaluar el enrocado para el mejoramiento de la defensa ribereña del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250, del centro poblado de nueva esperanza, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2024.
- Determinar la mejora de la defensa ribereña en la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250, del centro poblado de Nueva Esperanza, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2024.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

#### **Antecedentes Internacionales:**

Guanocunga (8), Ecuador, 2019, en su tesis “Investigación hidrológica - hidráulica de socavación y protecciones de estructuras, tramo del río Capelo y río San Pedro, sector Armenia 1, Cantón Quito”, se planteó como **objetivo** realizar estudios hidrológicos e hidrotécnicos para determinar la susceptibilidad a la erosión en las zonas de drenaje de los ríos Capelo y San Pedro. A través de una **metodología** descriptivo y exploratorio, tuvo como **resultado** que identificó que las estructuras cercanas al río Kapuro sufrieron daños significativos, con socavaciones de entre 1.20 y 1.0 metros durante un evento del centenario. También observó un impacto moderado en el cruce del río San Pedro, donde los niveles de agua alcanzaron alturas de 1.20 a 4.00 metros sobre el nivel máximo de inundación en la margen derecha. Llegó a la **conclusión** que los datos obtenidos son esenciales para diseñar estrategias que contribuyan a la preservación de los recursos hídricos y a la implementación de medidas preventivas para mitigar riesgos, tanto en el ámbito público como privado.

Para Cadena et al (9), Colombia, 2017. En su tesis “Análisis de riesgo por desbordamiento del Río Chiquito en la zona urbana del municipio de Sogamoso, Boyacá”, se planteó como **objetivos** en identificar zonas propensas a inundaciones mediante el uso de herramientas informáticas y datos hidrológicos, con el objetivo de determinar niveles de riesgo y peligro desde una perspectiva integral que abarcara aspectos físicos, económicos, sociales y ambientales. La **metodología** propuesta incluyó la evaluación de amenazas y vulnerabilidades, clasificando el grado de riesgo en niveles de bajo, medio y alto peligro según diversos parámetros y factores presentes en el área analizada. Los **resultados** mostraron un nivel de riesgo considerable, especialmente clasificado como alto y medio, afectando principalmente a las comunidades cercanas al río, ubicadas a unos 10 metros de distancia y sin contar con defensas ribereñas adecuadas. Más del 50% de esta población se encuentra altamente expuesta, lo que aumenta significativamente la posibilidad de sufrir daños por desbordamientos. La

**conclusión** principal destaca que la zona es vulnerable, con un nivel crítico de riesgo debido a la falta de infraestructura de protección en las orillas del río para mitigar los efectos de las inundaciones.

Para Cárdenas (10) 2015, Colombia. En su tesis “Estudios y diseños de las obras de protección de orillas en la margen izquierda del río Cauca en el sector Candelaria en el distrito de río Roldanillo – La Unión – Toro”, el **objetivo** de la investigación fue analizar y proponer diseños para las obras de protección en la margen izquierda del río Cauca. La **metodología** empleada fue de tipo descriptivo. Como **resultado**, se identificó un proceso de erosión en el margen izquierdo, particularmente en el sector de Candelaria, afectando un tramo de 550 metros. Este fenómeno ha causado una ampliación del cauce del río de hasta 30 metros, constituyendo un riesgo significativo. La **conclusión** destacó que, para mitigar la erosión lateral en esta área, se evaluaron diversas alternativas de protección, incluyendo paneles sumergidos, revestimientos con bloques de concreto tipo Dolos, colchacreto y cortinas de pilotes de concreto reforzados con geotubos.

Citando a Gutiérrez et al (11) 2016, España. En su tesis “El agua de infiltración de lluvia, como agente desestabilizador de taludes, en la provincia de Málaga. Modelos constitutivos” el **objetivo** fue evitar riesgos de deslizamientos con el objetivo de reducir posibles amenazas y prevenir avalanchas en la zona de Málaga. En cuanto a la **metodología**, se utilizó un enfoque combinado de análisis cualitativo y cuantitativo. Como **resultado**, se creó una herramienta eficiente para gestionar el riesgo de avalanchas en la región de Marbella. En **conclusión**, se afirma que el estudio geo-mecánico de la probabilidad de avalanchas en una región específica del sur de la Península Ibérica, donde han ocurrido eventos similares previamente, es fundamental para prevenir futuros incidentes.

Para Friend (12) 2022, Ecuador. En su tesis “Reparación de enrocado de protección contra el oleaje y erosión litoral, en el predio de la casa de prácticos APG” Este estudio tuvo como **objetivo** principal diseñar una propuesta para reparar el enrocado de protección costera, con el fin de resguardar las áreas cercanas a la Casa de Prácticos de la APG frente al impacto del oleaje y los procesos de erosión costera, garantizando la estabilidad estructural. La **metodología** utilizada combinó enfoques descriptivos, explicativos y cuantitativos, incluyendo una inspección preliminar en el sitio. Los **resultados** revelaron que la sección derecha del enrocado es la más afectada, evidenciando deformaciones, fallas en el talud y problemas de flanqueo. Esto subrayó la necesidad de realizar intervenciones inmediatas para prevenir daños irreparables en la estructura, así como riesgos para los equipos de la cámara de inspección y las propiedades adyacentes. En **conclusión**, se determinó que el enrocado presenta un deterioro significativo, con áreas colapsadas. Por lo tanto, fue esencial identificar las causas que comprometieron sus propiedades estructurales y evaluar su estabilidad y funcionalidad.

#### **Antecedentes Nacionales:**

Tomando en cuenta a Chavez (13), Junín, 2023. En su tesis “Evaluación y mejoramiento de una estructura hidráulica para la defensa ribereña en la asociación de viviendas Las Palmeras, distrito de Paratushali, provincia de Satipo, departamento de Junín para mejorar la condición hídrica – 2022.”. La investigación tuvo como **objetivo** evaluar la defensa ribereña de la Asociación de Viviendas “Las Palmeras”. Se utilizó una **metodología** descriptiva y exploratoria. Los **resultados** revelaron que la estructura de protección está compuesta por materiales como grava y desmonte, diseñados para contener el aumento del nivel del río durante la temporada invernal. Sin embargo, se observó que la superficie presenta signos de erosión, carece de una base sólida y no cumple de manera efectiva su propósito de protección. La **conclusión** destaca la necesidad urgente de realizar mejoras significativas en la defensa ribereña para garantizar su eficacia y durabilidad ante eventos climáticos extremos. Además, se recomienda priorizar la atención e inversión en fortalecer esta estructura para

prevenir futuros desbordamientos y sus posibles consecuencias. Finalmente, el 90% de los encuestados consideró que la evaluación de la estructura será útil para evitar desbordamientos mediante un mejoramiento adecuado.

Para Valerio (14), Lima, 2022. En su tesis “Estudio de hidráulica fluvial para la protección contra inundaciones entre el tramo desembocadura – localidad Paullo del río Cañete, provincia de Cañete – departamento de Lima”. El **objetivo** específico de la investigación fue confirmar, mediante visitas de campo, los riesgos asociados a las zonas propensas a inundaciones y las orillas vulnerables a la erosión causada por los flujos durante las crecidas más intensas. La **metodología** empleada fue de tipo descriptivo y exploratorio. Los resultados mostraron que, en la ribera derecha, existen llanuras inundables utilizadas para cultivos y que también albergan varias viviendas. Además, un tramo extenso de la carretera Cañete–Yauyos atraviesa estas áreas inundables, lo que agrava la exposición a la erosión. La **conclusión** principal destacó que las riberas presentan un alto riesgo de erosión, evidenciado por la migración lateral observada en registros históricos de imágenes satelitales, así como un riesgo significativo de inundación, basado en información recopilada desde el año 2002.

Para Valdez (15), La Libertad, 2018. En su tesis “Evaluación de las defensas ribereñas del río Chicama pautas para controlar su erosión en el sector Punta Moreno – provincia de Gran Chimú” La investigación tuvo como **objetivo** evaluar las defensas ribereñas del río Chicama, específicamente en el tramo comprendido entre el puente Punta Moreno (KM 0+600) y el KM 3+174, con el propósito de establecer directrices para mitigar la erosión. La **metodología** utilizada fue de tipo descriptivo y no experimental. Los **resultados** indicaron que el dique enrocado de 200 metros de longitud ubicado en la margen derecha del río Chicama, cerca del puente Punta Moreno, se encuentra en buen estado de conservación. Este dique ha resistido eventos importantes, como la creciente del río en 1993, y cuenta con una antigüedad de más de 20 años. En contraste, el

dique enrocado a la altura del túnel, con una longitud de 1200 metros, presenta un estado de conservación deficiente, al igual que el dique de 40 metros de longitud ubicado en la margen izquierda del río Chuquillanqui, aguas arriba del Puente Lucma. Entre las características de los diques evaluados, se identificaron rocas con dimensiones entre 40” y 50”, cuya variación depende del tramo analizado. La investigación **concluyó** que gran parte de la infraestructura evaluada, como los enrocados y las tomas de captación, se encuentra en mal estado, lo que genera riesgos significativos de inundación y problemas de erosión en el río.

Citando a Soto (16) Cajamarca, 2017. en su tesis titulada “Modelamiento hidráulico y diseño de defensas ribereñas del río Amojú, localidad El Parral - Jaén – Cajamarca”, nos señala que el **objetivo** principal es desarrollar un modelamiento hidrológico e hidráulico del río Amojú para poder determinar las zonas de riesgo de inundación en la localidad el Parral, con fines de diseño de defensas ribereñas, la **metodología** nos indica que existen diversos criterios o métodos para el cálculo del riesgo, pero el método más usado y recomendado es el método descriptivo. Como **resultados** de la recopilación y procesamiento de información cartográfica, el estudio hidrológico de máximas descargas del río Amojú, con la topografía digitalizada del cauce y el apoyo del software Hec – Ras se vió que la zona presenta un riesgo extremadamente alto de inundación, con una probabilidad del 79,2% debido a la alta vulnerabilidad de la población, combinada con la intensa fuerza hidrodinámica y el significativo poder erosivo del área. En total, la población del sector asciende a 105 personas y 21 viviendas, de las cuales se estima que 83 personas resultarían afectadas y 17 viviendas serían destruidas, con un costo económico aproximado de S/. 784,998.49 nuevos soles. En **conclusión**, el sector el parral presentó un nivel riesgo muy alto ante el peligro de inundación con un porcentaje de 79.2 % debido a una vulnerabilidad muy alta de la población.

Teniendo en cuenta a Fernandez (17), Ayacucho, 2023. En su tesis “Evaluación del enrocado para mejorar la defensa ribereña en el río Pampas, distrito de Vilcanchos, provincia de Victor Fajardo, región Ayacucho – 2023” obtuvo como **objetivo** principal elaborar la evaluación y el mejoramiento del enrocado para optimizar la defensa ribereña en el río de Pampas. La **metodología** empleada combinó un enfoque descriptivo y correlacional, abarcando aspectos tanto cualitativos como cuantitativos, con un diseño transversal y no experimental. Los **resultados** indican que, en las progresivas 0+00 a 0+300, el enrocado demuestra una respuesta dinámica y resistente frente al incremento del caudal del río y los procesos de erosión. Particularmente, entre las progresivas 0+100 y 0+300, el enrocado mantiene su forma y garantiza la estabilidad del muro de defensa ribereña. En **conclusión**, la evaluación del enrocado resalta su capacidad para afrontar retos hidrológicos, preservando su estructura e integridad. Sin embargo, se subraya la necesidad de implementar mejoras significativas en el tramo entre las progresivas 0+00 y 0+50, enfocándose en optimizar las condiciones del terreno y seleccionar cuidadosamente las rocas para reforzar la efectividad del enrocado.

#### **Antecedentes Locales:**

Según Rondan (18), Huaráz, 2022. En su tesis “Evaluación y mejoramiento de la defensa ribereña del Río Santa margen derecha sector Santa Gertrudis, entre las Progresivas 173+000 Km AL 175+000 Km de la carretera Pativilca - Huaráz, distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, Departamento de Áncash – 2021”. El **objetivo** principal de este estudio fue evaluar y proponer mejoras para la margen derecha del río Santa en el sector de Santa Gertrudis. La **metodología** utilizada fue de tipo descriptivo, cualitativo y con un diseño no experimental. Los **resultados** mostraron que las estructuras de defensa ribereña están en un estado avanzado de deterioro, con tramos incompletos a lo largo de todo el tramo evaluado. La **conclusión** destacó que las defensas ribereñas existentes se encuentran en mal estado y no están completas. Este estudio proporcionará valiosas aportaciones para el mantenimiento y la rehabilitación de las defensas

en el sector de Santa Gertrudis, con el objetivo de mejorar la protección de la zona frente a eventos hidrológicos extremos.

Tomando en cuenta a Ibañez (19), Coishco, 2023. En su tesis “Evaluación y mejoramiento del enrocado para mejorar la defensa ribereña de la quebrada Cascajal km 0+420 al 0+640 del distrito Coishco, provincia del Santa, Áncash – 2023” El **objetivo** específico de este estudio fue evaluar la estructura de enrocado en el área de estudio. La **metodología** empleada fue de diseño no experimental, de tipo transversal y descriptivo. Los **resultados** indicaron que, entre el kilómetro 0+420 y el 0+640, se observó un debilitamiento del enrocado causado por recientes inundaciones, el fenómeno del Niño y el ciclón "Yaku", además de la falta de enrocado en el margen izquierdo del Dren Cascajal (río Shisho). También se registró una considerable acumulación de sedimento entre el kilómetro 0+570 y el 0+640 debido al flujo de las lluvias. Las características del enrocado incluyen piedras de entre 10” y 50”, un talud de 1.0 a 1.5, un espesor de enrocado de 1.50 metros, un ancho de uña de 1.50 metros y una altura de enrocado de 3.40 metros. La **conclusión** del estudio resalta que la ausencia de enrocado en el margen izquierdo representa un peligro inminente, especialmente en el tramo cercano al puente Shisho, el cual es crucial para la conexión entre las regiones norte y sur de la zona costera del Perú. Además, entre los kilómetros 0+570 y 0+640, la acumulación de sedimentos afecta el drenaje del cascajal, lo que agrava aún más la situación.

Como dice Tamara (20), Samanco, 2018. En su tesis “Causas de la socavación del puente Huambacho ubicado en la panamericana norte - propuesta de mejora, distrito de Samanco, Ancash, 2018” El **objetivo** específico de este estudio fue identificar la erosión del cauce del río Nepeña y proponer alternativas para solucionar la socavación en el puente Huambacho. La **metodología** empleada fue de diseño descriptivo y no experimental. Los **resultados** mostraron que la erosión en el cauce del río alcanza un máximo de 2.94 metros, debido a que el tipo de suelo es una arena mal graduada (SP). Como solución, se propuso la

construcción de un dique de enrocado. La **conclusión** señala que las causas de la socavación del puente Huambacho son el alto caudal del río (132.5 m<sup>3</sup>/s) y la velocidad del agua (2.67 m/s), junto con la composición del suelo de la ribera, que es una arena mal graduada. Además, el estribo del puente impide un flujo libre del agua, desviándola hacia las riberas y causando la socavación de las mismas.

Citando a Yraita (21), 2023, Chimbote. En su tesis “Evaluación del enrocado, para mejorar la defensa ribereña en la margen derecha del Río Lacramarca Km 7+200 al Km 7+350, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2023” Este estudio tuvo como **objetivo** principal evaluar el enrocado para mejorar la defensa ribereña en la margen derecha del río Lacramarca, en el tramo comprendido entre el km 7+200 y el km 7+350, en el distrito de Chimbote. La **metodología** aplicada fue de tipo descriptivo, con un enfoque cualitativo y cuantitativo, utilizando un diseño no experimental y de corte transversal. Los **resultados** indican que el enrocado en la zona evaluada tiene una antigüedad de 6 años, con una altura de 4.00 m, un talud de 1.00 y un espesor de 1.00 m. Las rocas utilizadas tienen dimensiones de entre 20 y 50 pulgadas. Sin embargo, se evidenció una significativa erosión en el cuerpo de relleno de piedra, mientras que el ancho de la uña es de 1.00 m. En **conclusión**, el 100% de los encuestados considera que la evaluación del enrocado en esta área contribuirá de manera efectiva a prevenir posibles desbordes del río, además de ayudar a evitar daños en las viviendas y cultivos aledaños.

Como indica Custodio (22), Pallasca, 2023. En su tesis “Evaluación del enrocado para mejorar la defensa ribereña del Río Conchucos en el centro poblado y distrito de Conchucos, provincia de Pallasca, departamento de Áncash – 2023” El **objetivo** general de este estudio fue desarrollar la evaluación del enrocado para mejorar la defensa ribereña del río Conchucos. La **metodología** utilizada fue de nivel exploratorio y descriptivo, de tipo observacional, con un diseño no experimental y transversal. Los **resultados** revelaron que la defensa ribereña

consiste en un enrocado simple y consolidado, compuesto por roca al volteo y roca colocada. Se identificaron áreas vulnerables entre las progresivas 0+020 y 0+120, mientras que las zonas entre las progresivas 0+120 y 0+220 presentan menor vulnerabilidad. En **conclusión**, se determinó que es necesario perfeccionar el enrocado en el río para garantizar una mejor protección de la población del centro poblado Conchucos.

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Evaluación del enrocado:

Según Huariccallo (23) la evaluación de estructuras de enrocado, fundamental en la ingeniería civil y geotécnica, se centra en garantizar tanto la estabilidad como la funcionalidad de estas protecciones costeras. Este proceso comienza con un análisis detallado de las características de las rocas empleadas, incluyendo su resistencia y disposición. Además, se realiza una inspección visual rigurosa para identificar grietas o deformaciones que puedan afectar la estructura. También se toman en cuenta aspectos ambientales, como la topografía y las condiciones hidrológicas, para evaluar cómo interactúan con el entorno.

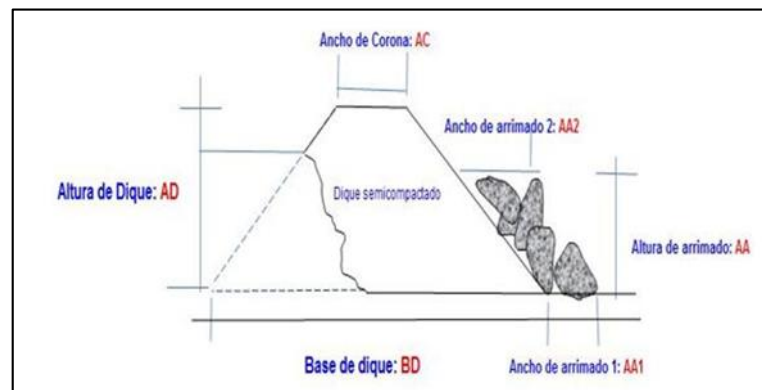


Figura 1. Evaluación de estructuras de enrocado

Fuente: Estudio hidrológico provincia de Leoncio Prado.

Teniendo en cuenta podemos clasificar el enrocado como:

#### a) Excelente

Describe una estructura de enrocado que ha sido construida e instalada con gran eficacia, ofreciendo una protección robusta contra la erosión y el impacto de las olas, corrientes o flujos de agua. No se observan desplazamientos relevantes de las piedras, cumpliendo plenamente su función estabilizadora.

#### b) Bueno

Se refiere a un enrocado que, a pesar del paso del tiempo y las condiciones ambientales, mantiene su funcionalidad gracias a un

adecuado mantenimiento. Puede presentar ligeros desplazamientos o desprendimientos, aunque estos no afectan significativamente su desempeño como elemento de protección.

c) Deteriorado

Indica que la estructura de enrocado muestra signos evidentes de desgaste, como pérdida de piedras, erosión considerable o deformaciones. Es posible que requiera trabajos de reparación para recuperar su funcionalidad y mantener la protección de la zona.

d) Muy deteriorado

Se refiere a un enrocado en un estado crítico de desgaste, con una pérdida significativa de material y una reducción marcada de su capacidad para resistir las fuerzas naturales. En estos casos, podrían ser necesarias reparaciones importantes, como añadir nuevas piedras o realizar una reconstrucción parcial o total de la estructura.

### 2.2.1.1 Enrocado

#### 2.2.1.1.1 Definición

Según indica Ramos (24) los enrocados consisten en estructuras formadas por grandes bloques de piedra que deben cumplir con altos estándares de calidad, preferiblemente extraídos de canteras cercanas al lugar del proyecto. El proceso incluye la extracción, transporte y colocación de las rocas, las cuales se disponen en el lado húmedo de una sección trapezoidal, cubriendo cuidadosamente su pendiente para garantizar una protección efectiva.

#### 2.2.1.1.2 Formas de colocación

a) Enrocado con roca al volteo

Como recalca Zevallos (25) implica el vertido de bloques de roca de manera directa, normalmente desde camiones o maquinaria pesada, sin necesidad de una disposición o alineación exacta de las piedras. Es un método rápido y

económico, ideal para proyectos donde no se requiere una colocación precisa de las rocas. Se emplea frecuentemente en estructuras de protección contra la erosión, como murallas costeras o pendientes, donde la estabilidad se obtiene por la forma en que las rocas se acomodan de forma natural.

b) Muro enrocado

Según Zevallos (25) por otro lado, el muro de enrocado se construye colocando rocas en un terraplén utilizando maquinaria pesada, como excavadoras o tractores de cadenas. Esta técnica, conocida como dique enrocado, presenta beneficios frente al método de volteo, ya que permite un control más preciso sobre la cantidad de piedra empleada. Además, brinda la posibilidad de mejorar su apariencia en el acabado final e incluso de revestir las rocas para optimizar su estética.

2.2.1.1.3 Filtro bajo del enrocado

Para Chavez (13) la fuerza del agua moviliza las partículas finas del suelo, las cuales están parcialmente retenidas por el enrocado. Por esta razón, es necesario colocar una capa de grava o geotextil para prevenir su desplazamiento. Existen dos tipos de filtros que se emplean para este propósito.:

- Filtro granular: formado por piedras de pequeño tamaño, con un grosor de entre 150 y 200 mm, este filtro proporciona peso al revestimiento y es sencillo de reparar. Sin embargo, su instalación bajo el agua resulta complicada.
- Filtro de geotextil: se trata de una membrana permeable que puede ser tejida o no tejida. La principal diferencia entre ambos tipos es su capacidad de deformación, que es mayor en el caso de los no tejidos. La resistencia a la tracción varía entre 3 kN/m

y 800 kN/m, lo que permite seleccionar el material según las necesidades de resistencia, deformación y tamaño del poro deseado.

#### 2.2.1.1.4 Tamaño de rocas

Para Cieza (26) el tamaño recomendado de las piedras para el enrocado oscila entre 1,2 metros y 1,5 metros, lo que facilita su posicionamiento y colocación utilizando maquinaria.

#### 2.2.1.1.5 Espesor de la capa de enrocado

Para Cieza (26) El grosor de la capa de enrocado en las defensas ribereñas se refiere a la dimensión de la capa de rocas u otros materiales similares colocados a lo largo de las orillas de cuerpos de agua. Su propósito es proteger los márgenes de la erosión causada por el flujo del agua y otras fuerzas naturales. Esta disposición de rocas actúa como una barrera física que ayuda a estabilizar las orillas y prevenir la pérdida de suelo. El espesor recomendado para la capa de enrocado en proyectos de defensa ribereña puede variar dependiendo de varios factores, como el tipo de cuerpo de agua, la velocidad del flujo, la topografía del terreno y las condiciones hidráulicas y geotécnicas específicas del área.

#### 2.2.1.1.6 Altura del enrocado

Tomando en cuenta a Alvites et al (27) la altura de la capa de enrocado en la protección ribereña se refiere a la dimensión vertical de la disposición de rocas o materiales similares dispuestos a lo largo de las orillas de un cuerpo de agua, con el objetivo de protegerlas de la erosión ocasionada por el flujo del agua y otras fuerzas naturales. En términos simples, es la distancia medida desde la base de la estructura de enrocado hasta su punto más alto.

#### 2.2.1.1.7 Ancho de uña

Tal como dice Yamo (28) La denominación "uña" hace referencia a la parte más ancha en la base de la capa de

enrocado, la cual juega un papel fundamental al proporcionar estabilidad y contribuir a la prevención de la erosión en la base de la estructura.

#### 2.2.1.1.8 Talud del enrocado

Como resalta Cansaya (29) el concepto de talud de enrocado se refiere a la inclinación o pendiente de la capa de rocas o materiales similares que forman una estructura de enrocado, utilizada en proyectos como defensas ribereñas o muros de contención. Este término describe la disposición de las rocas a lo largo de la superficie, especificando el ángulo de inclinación respecto a la vertical. La importancia del talud de enrocado radica en su influencia en la estabilidad y resistencia frente a fuerzas externas, como las provocadas por el agua, la gravedad o la presión del suelo. La selección del ángulo de talud se realiza considerando factores como las condiciones geotécnicas del terreno, la intensidad del flujo de agua, la topografía del área y el objetivo específico de la estructura.

#### 2.2.1.2 Consideraciones a tener en cuenta al evaluar un enrocado:

##### 2.2.1.2.1 Inspección Visual

De acuerdo con Chavez (13) se realiza una inspección detallada de la estructura para detectar posibles anomalías visibles, tales como erosión, desplazamiento de piedras, deformaciones, grietas o signos de desgaste.

##### 2.2.1.2.2 Zonas vulnerables

Una zona vulnerable en defensa ribereña es un área a lo largo de una costa o río que es particularmente susceptible a daños debido a cambios naturales o actividades humanas. Se caracteriza por su fragilidad frente a factores como la erosión, aumentos en el nivel del agua o acciones como la construcción. Para su protección, se implementan medidas como la construcción de diques, la restauración de hábitats

naturales y la gestión adecuada de las actividades humanas que puedan impactarla.

#### 2.2.1.2.3 Análisis de Estabilidad

Se analiza la resistencia del enrocado ante las fuerzas provocadas por las olas, las corrientes y otros factores del entorno al que está expuesto, con el objetivo de asegurar su estabilidad. Desde el punto de vista de Hurtado (30), La evaluación a largo plazo de las estructuras de enrocado abarca diversos aspectos, como la evolución de las condiciones ambientales, los cambios en las cargas aplicadas y el envejecimiento de los materiales. Este enfoque integral busca asegurar la estabilidad de la estructura a lo largo del tiempo, considerando las posibles variaciones en las fuerzas que actúan sobre ella.

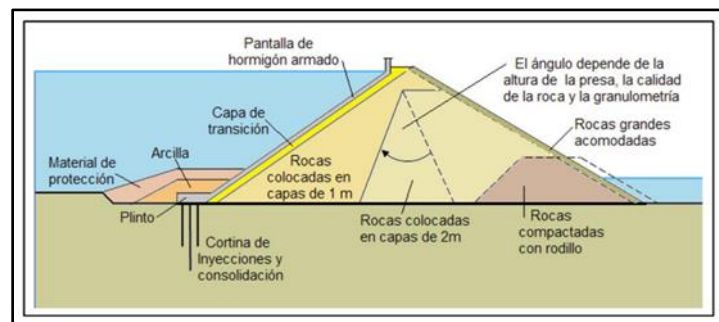


Figura 2. Perfil típico de una presa de enrocado

Fuente: Chavez

#### 2.2.1.2.4 Análisis de Erosión

Como indica Rios (31) se realiza una inspección visual para verificar la capacidad del enrocado para resistir la erosión causada por el agua en el suelo sobre el que descansa, mientras se evalúa si es necesario realizar reparaciones o reforzamientos, en caso de ser necesarios.

#### 2.2.1.2.5 Monitoreo Ambiental

Para Chavez (13) se pueden realizar mediciones precisas y análisis detallados con el fin de evaluar el impacto ambiental que la estructura pueda generar en el ecosistema circundante.

#### 2.2.1.2.6 Calidad de los Materiales

Se lleva a cabo la verificación de las propiedades y adecuación de las rocas y materiales empleados en la construcción del enrocado, con el objetivo de evaluar su calidad y su capacidad para satisfacer los requisitos y estándares establecidos en el proyecto.

#### 2.2.1.2.7 Capacidad de carga en enrocados

De acuerdo con lo expresado por Mesa (23), la evaluación de la capacidad de carga de las estructuras de enrocado es crucial para determinar su adecuación en diferentes condiciones. Este análisis se centra en estudiar la capacidad de la estructura para resistir tanto cargas estáticas como dinámicas, asegurando su rendimiento óptimo en diversas situaciones.

#### 2.2.1.3 Fichas de evaluación

Para Chavez (13) se trata de un documento o formulario utilizado para registrar y analizar la información relacionada con la construcción y el estado de un enrocado, que es una estructura formada por rocas o piedras apiladas para proteger costas, riberas o infraestructuras costeras contra la erosión, las olas del mar y otros agentes erosivos. Estas fichas de evaluación se emplean en proyectos de ingeniería costera, puertos o sistemas de defensa contra la erosión litoral. Son fundamentales para mantener un registro exhaustivo y detallado del enrocado, facilitando la toma de decisiones sobre su mantenimiento y mejora a lo largo del tiempo. Generalmente, contienen información específica sobre diversos aspectos, tales como:

- a) Descripción del enrocado:

Información sobre el tipo de rocas o piedras empleadas, el tamaño promedio de las rocas, su disposición en la estructura, así como la inclusión de capas de filtración o geotextil, si es que se utilizan.

b) Ubicación y contexto:

Detalles sobre la ubicación exacta del enrocado, que incluyen las coordenadas geográficas, las características del entorno circundante y las condiciones específicas de la zona costera.

c) Inspección y mantenimiento:

Historial de inspecciones periódicas, reparaciones y trabajos de mantenimiento realizados en el enrocado a lo largo del tiempo.

d) Evaluación del estado:

Análisis del estado actual del enrocado, que incluye su resistencia, estabilidad, grado de desgaste y cualquier daño o erosión detectados.

e) Fotografías:

Imágenes que capturan el estado del enrocado en distintos momentos, lo que facilita observar su evolución a lo largo del tiempo.

f) Antigüedad de estructura:

Hace referencia al tiempo transcurrido desde la construcción inicial de la estructura hasta el momento actual. Es una medida que indica cuántos años han pasado desde que se instaló el enrocado en un área específica. Esta información es crucial para evaluar su estado de conservación, identificar posibles requerimientos de mantenimiento o rehabilitación, y comprender su durabilidad a lo largo del tiempo.

g) Estado de la estructura

El concepto de estado de la estructura es frecuentemente empleado en el campo de la ingeniería civil y la construcción con el propósito de caracterizar la situación presente de un edificio, puente u otra forma de infraestructura. Se centra en la

valoración de las condiciones que puede ser excelente, bueno, deteriorado, muy deteriorado.

h) Recomendaciones:

Sugerencias para acciones futuras, como reparaciones, refuerzos o reemplazos, basadas en la evaluación del estado actual de la estructura.

2.2.1.4 Río:

Según Bravo (32) un río es un flujo continuo de agua con un caudal determinado, que generalmente desemboca en el mar, un lago o, en algunos casos, en otro río, al cual se le conoce como afluente. La parte final de un río se denomina desembocadura. Las variaciones en el caudal del río se conocen como su régimen hidrológico, y estas fluctuaciones suelen producirse durante o después de lluvias intensas. En situaciones extremas, puede ocurrir una crecida cuando la cantidad de agua que ingresa al río excede su capacidad de evacuación, lo que provoca inundaciones en las áreas circundantes. El agua subterránea puede tardar mucho más tiempo en afectar el caudal del río, a menudo días, semanas o incluso meses después de que se haya producido la lluvia y la escorrentía superficial.

2.2.1.4.1 Inundaciones:

“Son eventos temporales en los que el agua se desborda hacia áreas generalmente secas. Puede ocasionar perjuicios a la población, la agricultura, la cría de ganado y las estructuras.”(33)

2.2.1.5 Software para simulación de inundación:

Según Soto (16) son programas informáticos diseñados para modelar y predecir el comportamiento del agua en áreas propensas a inundaciones. Estos sistemas permiten simular cómo se distribuyen y propagan las aguas de lluvias, desbordes o caudales extremos en diferentes escenarios, ayudando a identificar las zonas más

vulnerables y a planificar medidas de prevención y control. Se usó el software de Hec – Ras 2025 para respaldar la investigación.

#### 2.2.1.5.1 Hec – Ras 2025:

Es un programa muy utilizado para simular el flujo de los ríos y modelar inundaciones, permitiendo analizar caudales, niveles de agua y cómo interactúan con las infraestructuras fluviales. Utiliza datos como la topografía, el tipo de suelo, las condiciones climáticas y los cauces fluviales para generar modelos que permiten visualizar los impactos de las inundaciones en áreas urbanas, rurales o costeras.

Los caudales introducidos fueron de un periodo de retorno de 10, 35, 70, 140, 175 y 500 años.

Tabla 1. Caudales máximos para la simulación en Hec Ras 2025

Periodo de retorno (Años)	Caudales máximos (m3/s)			
	Gumbel	Nash	Lebediev	Promedio
10	67.36	68.27	69.01	68.21
35	84.82	73.7	77.82	78.78
70	95.9	85.31	96.19	92.47
140	106.99	96.96	115.22	106.39
175	110.56	100.72	120.73	110.67
500	127.35	118.47	155.21	133.67

Fuente: Gonza

#### 2.2.2 Mejora de la defensa ribereña

Para Ibañez (19) se refiere a un conjunto de medidas y estrategias diseñadas para fortalecer y proteger las áreas costeras, ríos o cualquier tipo de borde acuático frente a riesgos como la erosión, las inundaciones y otros impactos ambientales.

##### 2.2.2.2 Defensa ribereña:

Según Torres (34) son estructuras diseñadas para proteger y prevenir inundaciones durante las crecidas de los ríos, evitando que estas afecten las áreas cercanas. Además, ayudan a prevenir la socavación y la erosión de las orillas, reduciendo el riesgo de desbordamientos.

### 2.2.2.1.1 Tipos de defensa ribereña:

#### a) Geoceldas:

Teniendo en consideración a Nalvarte (35) consta de láminas de polietileno cuya función es aislar agregados para crear una defensa estable, el terreno que confina es suelo fértil que rellena naturalmente la estructura, mejora formando nuevas plantas, rellenando los bordes, para fortalecer y mantener la defensa natural de los ríos y evitar inundaciones.



Figura 3. Geoceldas para defensa ribereña

Fuente: Agencia Peruana de Noticias

#### b) Gaviones:

Según Rodríguez (36) es una estructura formada por un conjunto de rocas, hormigón y otros áridos, combinados con un enmallado. Puede emplearse como defensa ribereña de un río, ya sea en su interior o en la superficie del agua o del mar. Este tipo de defensa es cada vez más utilizado debido a su economía, simplicidad y, principalmente, a la facilidad de instalación cerca de un río para prevenir inundaciones.



Figura 4. Gaviones para defensa ribereña

Fuente: TDM Perú

c) Estructuras de concreto:

Para Millán et al (33) estas estructuras se construyen con concreto y tienen como objetivo proteger contra la erosión causada por el río. Entre ellas destacan los muros de encauzamiento, especialmente los siguientes tipos: Muros de Concreto Ciclópeo y Muros de Concreto Armado.



Figura 5. Muros de concreto armado en defensa ribereña

Fuente: Diario El Comercio

d) Enrocados:

Como indica Chavez (13) es un sistema de defensa del macizo rocoso compuesto por rocas de diferentes tamaños distribuidas a lo largo de la ladera de un río. Su función principal es proteger a los habitantes de la zona de los efectos de las crecidas del río. “La estabilidad de esta defensa está determinada por el peso de las rocas apiladas según su tamaño. Además de ser fácil de mantener, también es una de las defensas más económicas.”(19)



Figura 6. Enrocado para defensa ribereña

Fuente: Plataforma Digital Única del Estado  
Peruano para Orientación al Ciudadano

### 2.3 Hipótesis

En esta investigación no aplica la hipótesis por ser una tesis descriptiva.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Nivel, Tipo y Diseño de Investigación

##### 3.1.1. Nivel de investigación

###### Definición

De acuerdo con Valderrama (37) se trata de una búsqueda de información con el fin de formular problemas e hipótesis que permitan llevar a cabo una investigación más profunda de carácter explicativo. Estos estudios, conocidos también como exploratorios, tienen como objetivo principal la identificación de un problema que posibilite una investigación más precisa, así como el desarrollo de una hipótesis que guíe el proceso investigativo. Debido a el tipo de investigación que comprendió el detalle:

**Cuantitativo:** Debido a que adoptó un enfoque de investigación centrado en la recopilación y el análisis de datos cuantitativos, es decir, información numérica y medible.

**Cualitativo:** En el tiempo que abarqué el proceso, se realizó una compilación de información la cual no se maniobró ninguna variable, debido a que el principio metodológico se enfocó en la visualización y estudio de hechos.

##### 3.1.2. Tipo de investigación

Como señala Valderrama (37), el nivel de una investigación, según su naturaleza o profundidad, hace referencia al grado de conocimiento que el investigador tiene sobre el problema, hecho o fenómeno que está estudiando. Además, cada nivel de investigación emplea estrategias apropiadas para el desarrollo del estudio.

La investigación tuvo un enfoque **descriptivo**, porque se describió el estado actual de la defensa ribereña de enrocado.

##### 3.1.3. Diseño de investigación

Esta apreciación utilizada para esta investigación comprendió puntualmente una cualidad de observación y descriptiva, enfatizando por su peculiaridad. La recolección de información y datos se ejecutó de forma manual empleando fichas únicas elaboradas con el fin de analizar y evaluar el enrocado con la intención de

mejorar la durabilidad de la defensa ribereña a través de un estudio minucioso y detallado. Dicha investigación fue:

**No experimental:** Porque no se realizó ninguna modificación en las variables estudiadas.

**De corte transversal:** Debido a que la investigación se llevó a cabo en una única ocasión, sin incluir un seguimiento del comportamiento de las variables analizadas.



Descripción de diseño:

**Mi:** Enrocado en la margen derecha.

**Xi:** Evaluación del enrocado de la defensa ribereña.

**Oi:** Resultados hallados de la evaluación.

**Yi:** Determinar la mejora de la defensa ribereña

### 3.2 Población y Muestra

#### 3.3.1. Población

Estuvo formada por las defensas ribereñas del río Lacramarca, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash.

#### 3.2.2. Muestra

Dicha muestra se halló conformada por el enrocado de la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash.

### 3.3 Variables. Definición y Operacionalización

<b>Variable</b>	<b>Definición operativa</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Categorías o Valoración</b>
Evaluación de enrocado	Se realizó la evaluación de la defensa de la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250 del centro poblado de Nueva Esperanza, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash.	Enrocado de la defensa ribereña	Zonas vulnerables Antigüedad Ancho de uña Talud Altura de enrocado Espesor de capa de enrocado Tamaño de roca	Descriptivo Descriptivo Descriptivo Descriptivo Descriptivo Descriptivo Descriptivo	Descriptivo Descriptivo Descriptivo Descriptivo Descriptivo Descriptivo Descriptivo
Mejoramiento de la defensa ribereña	Se presentó la propuesta de mejoramiento de la defensa ribereña a base de recomendaciones.	Mejora de defensa ribereña	Determinación de la mejora de la defensa ribereña	Descriptivo	Descriptivo

Tabla 2. Variables. Definición y Operacionalización

Fuente: Elaboración propia 2024.

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de información

#### 3.4.1. Técnica de recolección de información

El estudio del enrocado con la finalidad de perfeccionar la protección ribereña en el río Lacramarca, se utilizó la observación directa para evaluar el enrocado, su efectividad, el estado de conservación y comprobar si estaba cumpliendo con su propósito.

#### 3.4.2. Instrumentos de recolección de información

##### a) Encuesta

Se realizó una encuesta involucró la enunciación de interrogaciones determinadas, propuestas para conseguir contestaciones verídicas y específicas. En el contexto de la apreciación de la defensa ribereña, una búsqueda logró dirigirse a expertos en ciencia civil o a asociaciones específicas para recabar conocimientos sobre la eficacia de la defensa y su repercusión en la protección de la ribera del río. Las búsquedas proporcionaron información valiosa desde diversos aspectos.

##### b) Fichas

Las fichas se describieron como instrumentos constituidos que suministraron la colección y clasificación de una investigación definida. En el contexto de la apreciación de la defensa ribereña para proteger el enrocado, lograron resguardar cualidades notables, como las superficies del enrocado, el tamaño de las rocas, investigaciones visuales y otras reseñas fundamentales. El empleo de fichas facilitó una selección de indagación metodológica y minuciosa.

### 3.5 Método de análisis de datos

- Se realizó una visita al sitio para observar la defensa ribereña.
- Se evaluó minuciosamente el enrocado en el área de estudio utilizando un instrumento de evaluación de campo y mediante observación directa.
- Se tomaron fotografías y se recolectó evidencia de la defensa ribereña.
- Los datos recolectados fueron procesados en hojas de Excel y analizados mediante tablas estadísticas y se identificó las zonas vulnerables con el software Hec – Ras 2025.

## 3.6 Aspectos Éticos

### 3.6.1 Respeto y protección de los derechos de los intervinientes

Preservar y garantizar la dignidad inherente de cada persona, proteger su privacidad y promover el respeto y la difusión de la diversidad cultural son aspectos fundamentales.

### 3.6.2 Cuidado del medio ambiente

Este valor destaca la responsabilidad de proteger y conservar el entorno en el que habitamos, así como el respeto por la diversidad biológica presente en el planeta. Está vinculado a la adopción de prácticas sostenibles y éticas en la toma de decisiones que afectan al medio ambiente.

### 3.6.3 Libre participación por propia voluntad

Se define como el derecho de toda persona a participar de manera libre en procesos o actividades, y a recibir información completa y transparente sobre los detalles y aspectos relacionados con su participación.

### 3.6.4 Beneficencia y no-maleficencia

La beneficencia se enfoca en promover el bienestar y la felicidad de las personas, mientras que la no maleficencia se basa en el compromiso de evitar causar daño o perjuicio. Ambos principios buscan equilibrar acciones para maximizar los beneficios y minimizar los riesgos.

### 3.6.5 Integridad y honestidad

La honestidad y la integridad deben guiar no solo las actividades científicas del investigador, sino también su práctica profesional en su totalidad. La integridad del investigador es fundamental al evaluar y comunicar de forma precisa los posibles riesgos, daños y beneficios para los participantes en la investigación, de acuerdo con sus estándares éticos profesionales. Asimismo, es vital mantener la integridad científica al revelar cualquier conflicto de interés que pueda afectar el proceso o la divulgación de los resultados de la investigación.

### 3.6.6 Justicia

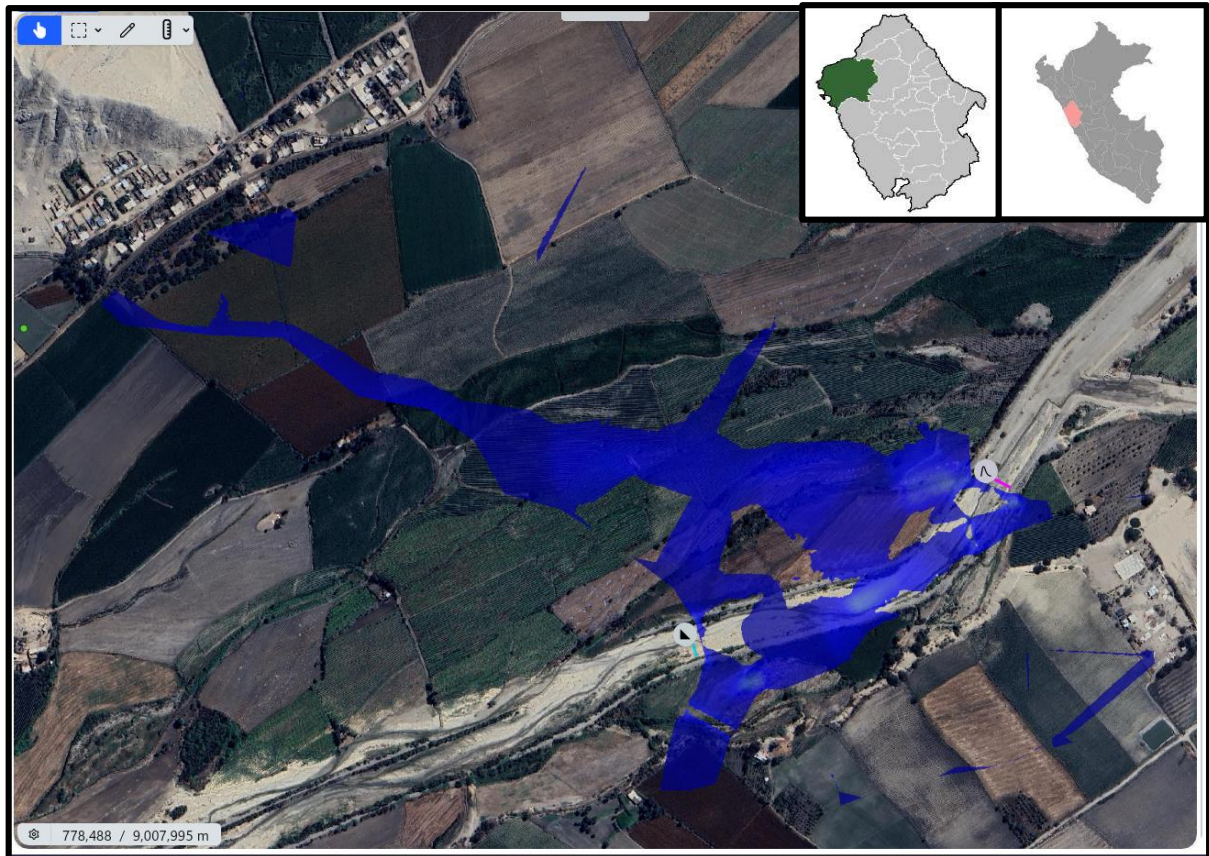
El investigador debe emitir juicios razonables y fundamentados, tomando las precauciones necesarias para garantizar que sus prejuicios o limitaciones personales no den lugar a prácticas injustas. Además, debe tratar a todas las personas involucradas en el proceso de investigación y en los servicios relacionados con equidad y justicia.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Respuesta al primer objetivo específico

Identificar las zonas vulnerables del enrocado de la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250.

Figura 7. Zona vulnerable de inundación elaborado en HEC - RAS 2025



**Fuente:** Simulación en Hec Ras 2025

#### **Descripción:**

La defensa ribereña analizada es de tipo enrocado, con una distancia de 250 metros lineales. En el tiempo empleado para la inspección, se visualizó una amplia y extensa vegetación a durante todo el tramo de enrocado. De acuerdo con los datos recolectados de los moradores fue construida en el 2022. Antes de esa fecha los cultivos de la comunidad eran vulnerables a los huaycos, e inundaciones en épocas de intensa lluvia. No obstante, se verifico que parte de las

rocas se cayó, dejando vulnerables los tramos entre los kilómetros 14+030 al 14+035 y 14+153 al 14+180 y vuelven a estar en peligro sus zonas de cultivo.

Se hizo la simulación en el programa HEC – RAS 2025 de si inundaría las zonas aledañas si existiera ausencia del enrocado y ver las zonas vulnerables.

Se tomó en cuenta periodos de retornos de caudales en 10, 35, 70, 140, 175 y 500 años.

Tabla 3. Caudales máximos introducidos en la simulación en Hec Ras 2025

Periodo de retorno (Años)	Caudales máximos (m3/s)			
	Gumbel	Nash	Lebediev	Promedio
10	67.36	68.27	69.01	68.21
35	84.82	73.7	77.82	78.78
70	95.9	85.31	96.19	92.47
140	106.99	96.96	115.22	106.39
175	110.56	100.72	120.73	110.67
500	127.35	118.47	155.21	133.67

Fuente: Gonza

Se obtuvo en la simulación que en el lugar de estudio si hay zonas vulnerables si faltara el enrocado y se encontró la defensa ribereña algunos tramos caídos (detalles en los resultados del segundo objetivo específico) son las zonas de cultivo aledañas y un centro poblado cercano al área de estudio. Las áreas de inundación en proporción a los caudales máximos son:

Tabla 4. Áreas de inundación según el programa Hec Ras 2025


Periodo de retorno (Años)	Caudales promedio (m3/s)	Áreas de inundación (m2)
10	68.21	201748
35	78.78	201872
70	92.47	220882
140	106.39	202461
175	110.67	221471
500	133.68	203050

Fuente: Simulación en el software Hec Ras 2025

#### 4.2 Respuesta al segundo objetivo específico

Realizar la evaluación del enrocado para el mejoramiento de la defensa ribereña del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250.


Cuadro 1. Evaluación del enrocado en la margen derecha del km 14+0 a 14+050

<b>Título:</b> Evaluación y mejoramiento del enrocado, para mejorar la defensa ribereña en la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250, del centro poblado de Nueva Esperanza, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash - 2024			
Tesisista: Bach. Delgado Huarajare, Erick Junior			Fecha: 05 / 12 /2024
<b>Datos Generales</b>			
<b>Ubicación:</b>			
Nombre del río:	Lacramarca		
Distrito:	Chimbote	Antigüedad:	2 años
Provincia:	Santa	Margen:	Derecha
Región:	Áncash	Tramo:	Km 14+0 a 14+050
<b>2.- Evaluación</b>			
Tipo de Estructura:	Enrocado	Ancho de uña:	1.00 m
Altura:	4.00 m	Talud (z):	1.00
Tamaño de roca:	50'' – 70''	Espesor de capa de enrocado:	1.20 m a 1.80 m
<b>Condición de Enrocado:</b>			
<b>1. Muy Deteriorado</b>	<b>2. Deteriorado</b>	<b>3. Bueno</b>	<b>4. Excelente</b>
	X		
<b>Panel fotográfico</b>			
			

Fuente: Elaboración propia (2024)

**Descripción:** Se verificó que el enrocado presenta una baja consistencia. En el tramo comprendido entre los kilómetros 14+030 y 14+035, se observó el desprendimiento de una parte del enrocado superior, causado por la erosión del suelo. Se realizaron mediciones de las rocas, cuyos tamaños oscilan entre 50” y 70”. Se constató que la mayor parte del segmento analizado conserva el enrocado, aunque se encuentra cubierto por sedimentos generados por las lluvias y las condiciones ambientales, además de la presencia de vegetación que crece entre las rocas.


Cuadro 2. Evaluación del enrocado en la margen derecha del km 14+050 a 14+100

<b>Título:</b> Evaluación y mejoramiento del enrocado, para mejorar la defensa ribereña en la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250, del centro poblado de Nueva Esperanza, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash - 2024			
Tesista: Bach. Delgado Huarajare, Erick Junior			Fecha: 05 / 12 /2024
<b>Datos Generales</b>			
<b>Ubicación:</b>			
Nombre del río:	Lacramarca		
Distrito:	Chimbote	Antigüedad:	2 años
Provincia:	Santa	Margen:	Derecha
Región:	Áncash	Tramo:	Km 14+050 a 14+100
<b>2.- Evaluación</b>			
Tipo de Estructura:	Enrocado	Ancho de uña:	1.00 m
Altura:	4.00 m	Talud (z):	1.00
Tamaño de roca:	50” – 70”	Espesor de capa de enrocado:	1.20 m a 1.80 m
<b>Condición de Enrocado:</b>			
<b>1. Muy Deteriorado</b>	<b>2. Deteriorado</b>	<b>3. Bueno</b>	<b>4. Excelente</b>
	<b>X</b>		
<b>Panel fotográfico</b>			
			

Fuente: Elaboración propia (2024)

**Descripción:** Se comprobó que el enrocado presenta una buena consistencia. En el tramo comprendido entre los kilómetros 14+050 y 14+100 se verificó que mantiene el enrocado, aunque este se encuentra cubierto por sedimentos provenientes de las lluvias y las condiciones ambientales, además de evidenciarse vegetación cuya presión ejercida hacia afuera por el crecimiento de sus raíces contribuye al desplazamiento del enrocado. Se llevaron a cabo mediciones de las rocas, cuyas dimensiones varían entre 50” y 70”.


Cuadro 3. Evaluación del enrocado en la margen derecha del km 14+100 a 14+150

<b>Título:</b> Evaluación y mejoramiento del enrocado, para mejorar la defensa ribereña en la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250, del centro poblado de Nueva Esperanza, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash - 2024			
Tesista: Bach. Delgado Huarajare, Erick Junior			Fecha: 05 / 12 /2024
<b>Datos Generales</b>			
<b>Ubicación:</b>			
Nombre del río:	Lacramarca		
Distrito:	Chimbote	Antigüedad:	2 años
Provincia:	Santa	Margen:	Derecha
Región:	Áncash	Tramo:	Km 14+100 a 14+150
<b>2.- Evaluación</b>			
Tipo de Estructura:	Enrocado	Ancho de uña:	1.00 m
Altura:	4.00 m	Talud (z):	1.00
Tamaño de roca:	50” – 70”	Espesor de capa de enrocado:	1.20 m a 1.80 m
<b>Condición de Enrocado:</b>			
<b>1. Muy Deteriorado</b>	<b>2. Deteriorado</b>	<b>3. Bueno</b>	<b>4. Excelente</b>
	<b>X</b>		
<b>Panel fotográfico</b>			
			

Fuente: Elaboración propia (2024)

**Descripción:** Se comprobó que el enrocado no presenta una buena consistencia. En el tramo comprendido entre los kilómetros 14+100 y 14+150 se verificó que mantiene el enrocado, aunque este se encuentra cubierto por sedimentos provenientes de las lluvias y las condiciones ambientales. Se llevaron a cabo mediciones de las rocas, cuyas dimensiones varían entre 50” y 70”.


Cuadro 4. Evaluación del enrocado en la margen derecha del km 14+150 a 14+200

<b>Título:</b> Evaluación y mejoramiento del enrocado, para mejorar la defensa ribereña en la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250, del centro poblado de Nueva Esperanza, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash - 2024			
Tesista: Bach. Delgado Huarajare, Erick Junior			Fecha: 05 / 12 /2024
<b>Datos Generales</b>			
<b>Ubicación:</b>			
Nombre del río:	Lacramarca		
Distrito:	Chimbote	Antigüedad:	2 años
Provincia:	Santa	Margen:	Derecha
Región:	Áncash	Tramo:	Km 14+150 a 14+200
<b>2.- Evaluación</b>			
Tipo de Estructura:	Enrocado	Ancho de uña:	1.00 m
Altura:	4.00 m	Talud (z):	1.00
Tamaño de roca:	50” – 70”	Espesor de capa de enrocado:	1.20 m a 1.80 m
<b>Condición de Enrocado:</b>			
<b>1. Muy Deteriorado</b>	<b>2. Deteriorado</b>	<b>3. Bueno</b>	<b>4. Excelente</b>
<b>X</b>			
<b>Panel fotográfico</b>			
			

Fuente: Elaboración propia (2024)

**Descripción:** Se verificó que el enrocado presenta una baja consistencia. En el tramo comprendido entre los kilómetros 14+153 y 14+180, se observó el desprendimiento del enrocado, causado por la erosión del suelo, además de encontrarse cerca de una curva del río. Se realizaron mediciones de las rocas, cuyos tamaños oscilan entre 50” y 70”. Se constató que la mayor parte del segmento analizado se cayó, se encuentra cubierto por sedimentos generados por las lluvias y las condiciones ambientales, además de la presencia de vegetación que crece entre las rocas.

Cuadro 5. Evaluación del enrocado en la margen derecha del km 14+200 a 14+250

<b>Título:</b> Evaluación y mejoramiento del enrocado, para mejorar la defensa ribereña en la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250, del centro poblado de Nueva Esperanza, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash - 2024			
Tesista: Bach. Delgado Huarajare, Erick Junior			Fecha: 05 / 12 /2024
<b>Datos Generales</b>			
<b>Ubicación:</b>			
Nombre del río:	Lacramarca		
Distrito:	Chimbote	Antigüedad:	2 años
Provincia:	Santa	Margen:	Derecha
Región:	Áncash	Tramo:	Km 14+200 a 14+250
<b>2.- Evaluación</b>			
Tipo de Estructura:	Enrocado	Ancho de uña:	1.00 m
Altura:	4.00 m	Talud (z):	1.00
Tamaño de roca:	50'' – 70''	Espesor de capa de enrocado:	1.20 m a 1.80 m
<b>Condición de Enrocado:</b>			
<b>1. Muy Deteriorado</b>	<b>2. Deteriorado</b>	<b>3. Bueno</b>	<b>4. Excelente</b>
	<b>X</b>		
<b>Panel fotográfico</b>			
			

Fuente: Elaboración propia (2024)

**Descripción:** Se comprobó que el enrocado no presenta una buena consistencia. En el tramo comprendido entre los kilómetros 14+200 y 14+250 se verificó que mantiene el enrocado, aunque este se encuentra cubierto por sedimentos provenientes de las lluvias y las condiciones ambientales. También se observa vegetación creciendo entre las rocas, cuyas raíces pueden generar presión hacia afuera, provocando el desplazamiento del enrocado. Se llevaron también a cabo mediciones de las rocas, cuyas dimensiones varían entre 50'' y 70''.

Resumen de la evaluación del enrocado en la margen derecha del río Lacramarca, tramo del km 14+000 al km 14+250.

Tabla 5. Resumen de evaluación de los 5 tramos evaluados del enrocado de la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 a 14+250

Tramos de enrocado			Puntaje	
1.	De km 14+0 a 14+050	=	2	Puntos
2.	De km 14+050 a 14+100	=	2	Puntos
3.	De km 14+100 a 14+150	=	2	Puntos
4.	De km 14+150 a 14+200	=	1	Punto
5	De km 14+200 a 14+250	=	2	Puntos

Fuente: Elaboración propia (2024)

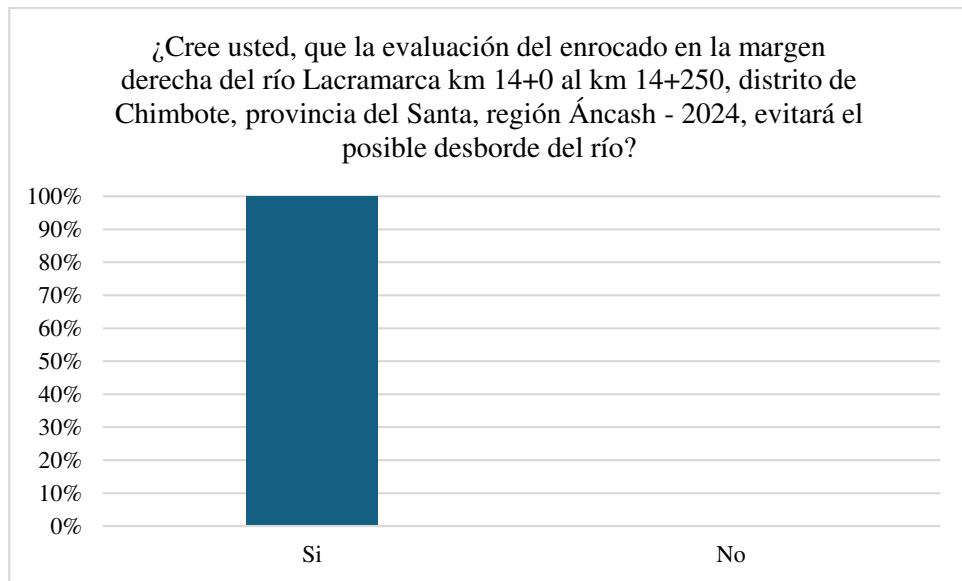
**Interpretación:** El enrocado analizado presenta puntajes de 2, 2, 2, 1 y 2 en los cinco tramos evaluados, cada uno con una longitud de 50 metros. Esto arroja un promedio de 1.80 puntos, lo que lo clasifica como muy deteriorado, al estar por debajo del umbral de 2 puntos según los criterios de evaluación establecidos.

### 4.3 Respuesta al tercer objetivo específico

Determinar la mejora de la defensa ribereña en la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250.

**¿Cree usted, que la evaluación del enrocado en la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash - 2024, evitará el posible desborde del río?**

Gráfico 1. ¿Considera que la evaluación del enrocado podría prevenir un posible desbordamiento del río?

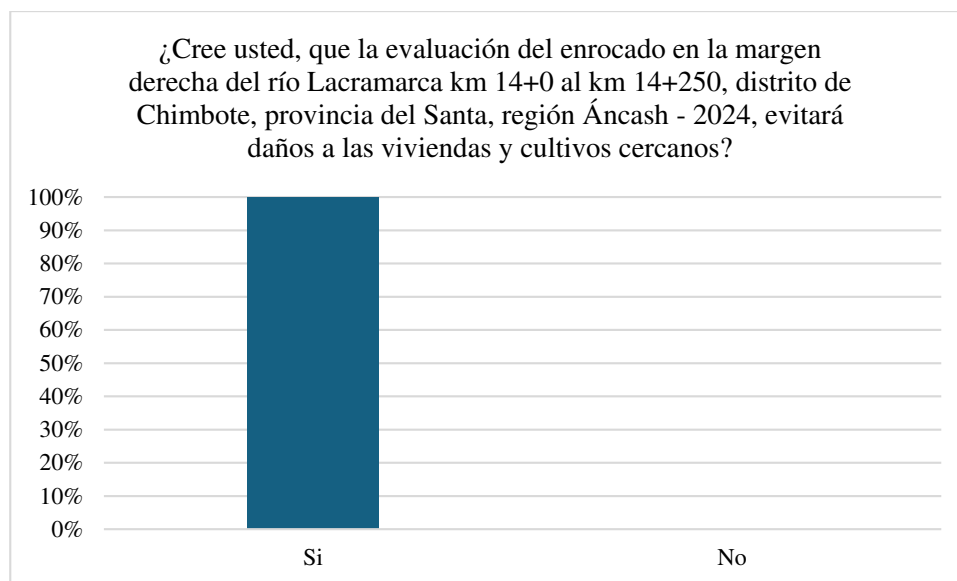


Fuente: Elaboración propia (2024)

**Interpretación:** Se observa que el 100% considera que evaluar el enrocado en la margen derecha del río Lacramarca, entre el km 14+0 y el km 14+250, en el distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash, contribuirá a prevenir un posible desbordamiento del río.

**¿Cree usted, que la evaluación del enrocado en la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash - 2024, evitará daños a las viviendas y cultivos cercanos?**

Gráfico 2. ¿Cree usted que la evaluación del enrocado podría prevenir daños a las viviendas y cultivos cercanos?



Fuente: Elaboración propia (2024)

**Interpretación:** Se observa que el 100% considera que la evaluación del enrocado en la margen derecha del río Lacramarca, entre el km 14+0 y el km 14+250, en el distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash, ayudará a prevenir daños a las viviendas y cultivos cercanos.

**¿Cree usted, que luego de evaluar el enrocado en la margen derecha del Río Lacramarca km 14+0 al km 14+250, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2024, se podrá plantear la mejora de la defensa ribereña?**

Gráfico 3. ¿Cree usted que la evaluación del enrocado será útil para mejorar la defensa ribereña?



Fuente: Elaboración propia (2024)

**Interpretación:** Se interpreta que la totalidad de los encuestados considera que la evaluación del enrocado en la margen derecha del río Lacramarca, entre el km 14+0 y el km 14+250, en el distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash, contribuirá a mejorar la defensa ribereña.

#### IV. DISCUSIÓN

- Dando respuesta al primer objetivo específico, identificar las zonas vulnerables del enrocado de la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250. Durante la inspección, se encontraron vulnerables los tramos de enrocado entre los kilómetros 14+030 al 14+035 y 14+153 al 14+180, se observó una densa vegetación a lo largo del tramo del enrocado, construido en 2022 según información de los moradores. Antes de su construcción, los cultivos comunitarios eran vulnerables a huaycos e inundaciones. Actualmente, se verificó que parte del enrocado se ha deteriorado, poniendo nuevamente en riesgo los cultivos. Se realizó una simulación en el programa HEC-RAS 2025 para analizar las zonas vulnerables ante la ausencia del enrocado. Los resultados confirmaron que, sin la defensa ribereña, se inundarían áreas cercanas en épocas de lluvia intensa, incluyendo cultivos y un centro poblado. Para un periodo de retorno de 10 años un caudal máximo de 68.21 m<sup>3</sup>/s y, se estima una zona de inundación de 201748 m<sup>2</sup>. Para un periodo de retorno de 35 años un caudal máximo de 78.78 m<sup>3</sup>/s y, se estima una zona de inundación de 201872 m<sup>2</sup>. Para un periodo de retorno de 70 años un caudal máximo de 92.47 m<sup>3</sup>/s y, se estima una zona de inundación de 220882 m<sup>2</sup>. Para un periodo de retorno de 140 años un caudal máximo de 106.39 m<sup>3</sup>/s y, se estima una zona de inundación de 202461 m<sup>2</sup>. Para un periodo de retorno de 175 años un caudal máximo de 110.67 m<sup>3</sup>/s y, se estima una zona de inundación de 221471 m<sup>2</sup>. Y para un periodo de retorno de 500 años un caudal máximo de 113.68 m<sup>3</sup>/s y, se estima una zona de inundación de 203050 m<sup>2</sup>. De manera similar a Soto (16) en su investigación: “Modelamiento hidráulico y diseño de defensas ribereñas del río Amojú, localidad El Parral - Jaén – Cajamarca” que mediante el análisis cartográfico, un estudio hidrológico del río Amojú y el uso del software Hec-Ras, se determinó que la zona tiene un riesgo muy alto de inundación, con un 79,2% de probabilidad debido a la vulnerabilidad de la población, la fuerza hidrodinámica y el poder erosivo del área. Se estima que 83 de las 105 personas residentes y 17 de las 21 viviendas podrían ser afectadas.
- Dando respuesta al segundo objetivo específico, evaluar el enrocado para el mejoramiento de la defensa ribereña del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250. Durante la inspección se evaluó el enrocado en diferentes tramos, constatando

variaciones en su consistencia. Entre los kilómetros 14+030 al 14+035 y 14+153 al 14+180, se observó desprendimiento causado por erosión, especialmente en este último tramo mencionado debido a que se encuentra en una curva y el río la desgasta más rápido al golpear contra el enrocado en ese tramo, con enrocados de 50” a 70” en tamaño, cubiertos por sedimentos y vegetación. En los tramos 14+050 a 14+100 y 14+200 a 14+250, el enrocado se mantiene, pero está afectado por sedimentos y raíces vegetales que generan presión y desplazamiento. Aunque en algunos segmentos el enrocado conserva cierta estabilidad, en general presenta baja consistencia, especialmente en áreas con mayor exposición a erosión. Resultando el enrocado como muy deteriorado.

De manera similar a Valdez (15) en su investigación “Evaluación de las defensas ribereñas del río Chicama pautas para controlar su erosión en el sector Punta Moreno – provincia de Gran Chimú” donde indica que el dique enrocado de 200 metros de longitud ubicado en la margen derecha del río Chicama, cerca del puente Punta Moreno, se encuentra en buen estado de conservación. Este dique ha resistido eventos importantes, como la creciente del río en 1993, y cuenta con una antigüedad de más de 20 años. En contraste, el dique enrocado a la altura del túnel, con una longitud de 1200 metros, presenta un estado de conservación deficiente, al igual que el dique de 40 metros de longitud ubicado en la margen izquierda del río Chuquillanqui, aguas arriba del Puente Lucma. Entre las características de los diques evaluados, se identificaron rocas con dimensiones entre 40” y 50”, cuya variación depende del tramo analizado.

- Dando respuesta al tercer objetivo específico, determinar la mejora de la defensa ribereña en la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250. El 100% de los encuestados considera que evaluar el enrocado en la margen derecha del río Lacramarca (km 14+0 al km 14+250) en Chimbote, Áncash, contribuirá a prevenir desbordamientos, proteger viviendas y cultivos cercanos, y mejorar la defensa ribereña.

De manera similar a Chavez (13) en su tesis “Evaluación y mejoramiento de una estructura hidráulica para la defensa ribereña en la asociación de viviendas Las Palmeras, distrito de Paratushali, provincia de Satipo, departamento de Junín para mejorar la condición hídrica – 2022” observó que el 90% de los encuestados

considera que evaluar la estructura hidráulica será útil para prevenir un posible desbordamiento del río al llevar a cabo su mejora.

## V. CONCLUSIONES

1. Se concluyó que el enrocado de la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250 fue construido en 2022 y vulnerable en los tramos caídos entre los km 14+030 al 14+035 y 14+153 al 14+180, lo que vuelve a exponer los cultivos comunitarios al riesgo de huaycos e inundaciones. Una simulación en HEC-RAS 2025 evaluó la vulnerabilidad sin la defensa ribereña, mostrando que, en períodos de lluvia intensa, áreas cercanas, incluyendo cultivos y un centro poblado, serían inundadas. Las estimaciones de inundación varían según el periodo de retorno, con caudales máximos de 68.21 m<sup>3</sup>/s a 113.68 m<sup>3</sup>/s y áreas de inundación entre 201748 m<sup>2</sup> y 221471 m<sup>2</sup>.
2. Se concluyó que el enrocado en varios tramos, identificando diferencias en su estado. Entre los kilómetros 14+030 al 14+035 y 14+153 al 14+180, se observó desprendimiento debido a la erosión, particularmente en el último tramo por su ubicación en una curva donde el impacto del río es mayor. Los enrocados, de 50” a 70” de tamaño, están cubiertos por sedimentos y vegetación. En los tramos 14+050 a 14+100 y 14+200 a 14+250, el enrocado permanece, pero está afectado por sedimentos y raíces vegetales que causan desplazamiento. En general, el enrocado muestra baja consistencia, especialmente en zonas más expuestas a la erosión. Dando como resultado que el enrocado está en un estado muy deteriorado.
3. Se concluyó que la totalidad de los encuestados opina que realizar una evaluación del enrocado en la margen derecha del río Lacramarca, entre los kilómetros 14+0 y 14+250, en Chimbote, Áncash, ayudará a prevenir desbordamientos, salvaguardar viviendas y cultivos próximos, y fortalecer la defensa ribereña.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que la población tome precauciones al llevar a cabo actividades de siembra y cultivo, especialmente en las áreas cercanas al enrocado. Estas actividades deben realizarse con especial cuidado, considerando el riesgo latente de desbordes del río, dado que se han identificado tramos con desprendimientos en la estructura del enrocado, lo que podría agravar la vulnerabilidad del área.
2. En función de las condiciones observadas, se recomienda la eliminación de la vegetación que crece entre las rocas del enrocado. Las raíces de estas plantas penetran en las fisuras y grietas, generando presión que debilita la integridad estructural del enrocado, lo que aumenta significativamente el riesgo de desprendimientos. Además, estas plantas retienen humedad, lo que contribuye a la pérdida de cohesión entre las rocas. Por lo tanto, se sugiere llevar a cabo labores de limpieza para retirar la vegetación y, de manera complementaria, proceder al reforzamiento de la defensa ribereña para garantizar su estabilidad y funcionalidad.
3. De igual forma, se recomienda establecer un programa de inspección periódica para monitorear el estado del enrocado. Estas inspecciones permitirán identificar a tiempo los daños o deterioros que puedan comprometer la estructura, asegurando que se realicen las reparaciones necesarias para mantener el enrocado en condiciones óptimas y prevenir riesgos futuros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización de las Naciones Unidas. onu-habitat. 2021 [citado 10 de noviembre de 2024]. Sequías, tormentas e inundaciones: el agua y el cambio climático dominan la lista de desastres. Disponible en: <https://onu-habitat.org/index.php/sequias-tormentas-e-inundaciones-el-agua-y-el-cambio-climatico-dominan-la-lista-de-desastres>
2. García Ú. meteored. 2019 [citado 11 de noviembre de 2024]. Inundaciones, uno de los desastres naturales más mortíferos. Disponible en: <https://www.tiempo.com/noticias/actualidad/inundacion-problema-en-todo-el-mundo.html>
3. El Comercio. elcomercio.com. 2023. Desbordamiento de ríos causó destrozos en Portovelo, en El Oro.
4. Chunga C. Mongabay. 2023 [citado 13 de octubre de 2024]. Inundaciones en el norte de Perú: “No se ha avanzado nada en prevención y más bien se han agudizado los problemas”. Disponible en: <https://es.mongabay.com/2023/03/desbordes-inundaciones-por-lluvias-en-piura-peru/>
5. Instituto Nacional de Defensa Civil. indeci.gob. 2023 [citado 13 de noviembre de 2024]. Inundación por desborde de río en el distrito de Casma – Áncash. Disponible en: <https://portal.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2023/03/REPORTE-COMPLEMENTARIO-Nº-2629-11MAR2023-INUNDACIÓN-POR-DESBORDE-DE-RÍO-EN-EL-DISTRITO-DE-CASMA-ÁNCASH-1-1.pdf>
6. Agencia Peruana de Noticias ANDINA. andina.pe. 2023 [citado 13 de noviembre de 2024]. Lluvias intensas: desborde del río Lacramarca afecta 20 hectáreas de cultivo en Chimbote. Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticia-lluvias-intensas-desborde-del-rio-lacramarca-afecta-20-hectareas-cultivo-chimbote-935790.aspx>
7. Bernal C. Metodología de la investigación [Internet]. Segunda. Prentice Hall de Colombia Ltda., editor. México: Pearson Educación; 2006. Disponible en: [https://www.google.com.pe/books/edition/\\_/h4X\\_eFai59oC?hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjBnLXo366FAxWOILkGHVTsCLYQ7\\_IDegQIFBAC](https://www.google.com.pe/books/edition/_/h4X_eFai59oC?hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjBnLXo366FAxWOILkGHVTsCLYQ7_IDegQIFBAC)
8. Guanocunga R. Investigación hidrológica - hidráulica de socavación y protecciones

- de estructuras, tramo del río Capelo y río San Pedro, sector Armenia 1, Cantón Quito [Tesis para optar título profesional]. Universidad Central de Ecuador; 2019.
9. Cadena J, Villegas A. Análisis de riesgo por desbordamiento del Río Chiquito en la zona urbana del municipio de Sogamoso, Boyacá [Tesis para optar título profesional] [Internet]. Universidad de La Salle; 2017. Disponible en: [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria/462/](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/462/)
  10. Cárdenas O. Estudios y diseños de las obras de protección de orillas en la margen izquierda del río Cauca en el sector Candelaria en el distrito de río Roldanillo – La Unión – Toro [Tesis para optar título profesional] [Internet]. Universidad del Valle; 2015. Disponible en: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/entities/publication/dafd79f8-0765-4dbf-a920-3e40ea26e1c0>
  11. El agua de infiltración de lluvia, como agente desestabilizador de taludes, en la provincia de Málaga. Modelos constitutivos.
  12. Friend N. Reparación de enrocado de protección contra el oleaje y erosión litoral, en el predio de la casa de prácticos APG [Tesis para optar título profesional]. Universidad de Guayaquil; 2022.
  13. Chavez A. Evaluación y mejoramiento de una estructura hidráulica para la defensa ribereña en la asociación de viviendas “Las Palmeras”, distrito de Paratushali, provincia de Satipo, departamento de Junín para mejorar la condición hídrica – 2022 [Tesis para optar título profesional]. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2023.
  14. Valerio C. Estudio de hidráulica fluvial para la protección contra inundaciones entre el tramo desembocadura – localidad Paullo del río Cañete, provincia de Cañete – departamento de Lima [Tesis para optar título profesional]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2022.
  15. Valdez H. Evaluación de las defensas ribereñas del río Chicama pautas para controlar su erosión en el sector Punta Moreno – provincia de Gran Chimú [Tesis para optar título profesional] [Internet]. Universidad Nacional de Trujillo; 2018. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/11931>

16. Soto J. Modelamiento hidráulico y diseño de defensas ribereñas del río Amojú, localidad El Parral - Jaén – Cajamarca [Tesis para optar título profesional] [Internet]. Universidad Nacional de Cajamarca; 2017. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1095>
17. Fernandez J. Evaluación del enrocado para mejorar la defensa ribereña en el rio Pampas, distrito de Vilcanchos, provincia de Victor Fajardo, región Ayacucho – 2023 [Tesis para optar título profesional] [Internet]. Universidad los Ángeles de Chimbote; 2024. Disponible en: <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/36283>
18. Rondán J. Evaluación y mejoramiento de la defensa ribereña del Río Santa margen derecha sector Santa Gertrudis, entre las Progresivas 173+000 Km AL 175+000 Km de la carretera Pativilca - Huaraz, distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, Departamento de Áncash [Tesis para optar título profesional] [Internet]. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2022. Disponible en: <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/27901>
19. Ibañez E. Evaluación y mejoramiento del enrocado para mejorar la defensa ribereña de la quebrada Cascajal km 0+420 al 0+640 del distrito Coishco, provincia del Santa, Áncash – 2023 [Tesis para optar título profesional]. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2023.
20. Tamara E. Causas de la socavación del puente Huambacho ubicado en la panamericana norte - propuesta de mejora, distrito de Samanco, Ancash, 2018 [Tesis para optar título profesional] [Internet]. Universidad César Vallejo; 2018. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31656>
21. Yraita C. Evaluación del enrocado, para mejorar la defensa ribereña en la margen derecha del Río Lacramarca Km 7+200 al Km 7+350, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2023 [Tesis para optar título profesional]. Universidad los Ángeles de Chimbote; 2023.
22. Custodio A. Evaluación del enrocado para mejorar la defensa ribereña del Río Conchucos en el centro poblado y distrito de Conchucos, provincia de Pallasca, departamento de Áncash - 2023 [Tesis para optar título profesional]. Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; 2023.

23. Huariccallo J. Propuesta y diseño de defensa ribereña de enrocado en el río Coata - Puno 2019 [Tesis para optar título profesional] [Internet]. Universidad Alas Peruanas; 2019. Disponible en: <https://repositorio.uap.edu.pe/handle/20.500.12990/9811>
24. Ramos B. Proyecto de encauzamiento y defensas ribereñas en el río Yarabamba sector Villa Yarabamba - Arequipa 2016 [Tesis para optar título profesional]. Universidad Católica de Santa María; 2016.
25. Zevallos M. Diseño de la defensa ribereña para el balneario turístico Cocalmayo, ubicado en la margen izquierda del río Urubamba [Tesis para maestría en ingeniería civil]. Universidad de Piura; 2015.
26. Cieza L. Análisis, evaluación y diseño de defensas ribereñas en el cauce de la quebrada Montería en el sector Centro Poblado Menor Tablazos, distrito Chongoyape – Chiclayo [Tesis para optar título profesional] [Internet]. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo; 2022. Disponible en: [https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/5033/1/TL\\_CiezaGuerreroLaynethShirleyElizabeth.pdf](https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/5033/1/TL_CiezaGuerreroLaynethShirleyElizabeth.pdf)
27. Alvites J, Parco D. Propuesta de guía constructiva para la construcción de defensas ribereñas utilizando el sistema de muro enrocado en la planta de cppq s.a. En ñaña [Tesis para optar título profesional]. Universidad Peruana de ciencias aplicadas; 2018.
28. Yamo J. Diseño del dique enrocado para prevenir inundaciones del río Tumbes, en el margen izquierdo km 1+260 a 1+917, en el sector Tamarindo, distrito de San Jacinto, región Tumbes - 2023 [Tesis para optar título profesional]. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2023.
29. Cansaya W. Diseño y modelamiento de enrocados para protección de talud vial en riesgo Carabayllo-Lima [Tesis para optar título profesional] [Internet]. Universidad Peruana Los Andes; 2022. Disponible en: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/4949>
30. Hurtado J. Universidad nacional de ingeniería. 2004 [citado 17 de abril de 2024]. Diseño sísmico de presas de tierra y enrocado. Disponible en: [http://www.jorgealvahurtado.com/files/redacis30\\_p.pdf](http://www.jorgealvahurtado.com/files/redacis30_p.pdf)
31. Rios Y. Obras de protección ribereña y control de inundación del río Mantaro, tramo

- barrio Mantaro, distrito de Huayucachi - Huancayo [Tesis para optar título profesional]. Universidad Continental; 2022.
32. Bravo C. Determinación del nivel de vulnerabilidad de riesgo de inundación y huaycos en la zona aledañas al Rio Acopalca del distrito de Paucartambo – Pasco 2019 [Tesis para optar título profesional]. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión; 2019.
  33. Millán R, Díaz D. Diseño de una defensa ribereña mediante enrocado en el río Chillón, Sector Yangas. tramo: km 34 - 40 [Tesis para optar título profesional] [Internet]. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo; 2020. Disponible en: <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/9210>
  34. Torres K. Evaluación y diseño de defensa ribereña para la protección del estadio La Bombonera empleando el algoritmo sfm-dmv en el centro poblado de Muyurina, distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, 2021 [Tesis para optar título profe. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2021.
  35. Nalvarte M. Evaluación y mejoramiento de la defensa ribereña para la protección del campo deportivo monumental de Muyurina en el centro poblado de Muyurina, empleando el algoritmo sfm-dmv en el distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho-202. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2022.
  36. Rodriguez V. Revista de Ingenieria. 2020 [citado 28 de octubre de 2023]. ¿Qué es Gavión? » Su Definición y Significado. Disponible en: <https://conceptodefinicion.de/gavion/>
  37. Valderrama S. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica [Internet]. Primera. Editorial San Marcos, editor. Perú: Editorial San Marcos; 2013. Disponible en: [https://www.google.com.pe/books/edition/Pasos\\_para\\_elaborar\\_proyectos\\_de\\_investi/LC4MxQEACAAJ?hl=es-419](https://www.google.com.pe/books/edition/Pasos_para_elaborar_proyectos_de_investi/LC4MxQEACAAJ?hl=es-419)

## ANEXOS

### Anexo 01. Matriz de Consistencia



<b>Título:</b> Evaluación y mejoramiento del enrocado, para mejorar la defensa ribereña en la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250, del centro poblado de Nueva Esperanza, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash - 2024				
<b>Formulación del Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Metodología</b>
<p><b>Problema general:</b></p> <p>¿La evaluación del enrocado, mejorará la defensa ribereña en la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250, del centro poblado de Nueva Esperanza, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2024?</p>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Evaluar el enrocado para el mejoramiento de la defensa ribereña en la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250, del centro poblado de Nueva Esperanza, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2024.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>Identificar las zonas vulnerables del enrocado de la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250, del centro poblado de Nueva Esperanza, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2024.</p> <p>Evaluar el enrocado para el mejoramiento de la defensa ribereña del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250, del centro poblado de nueva esperanza, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2024.</p>	<p>En esta investigación no aplica la hipótesis por ser una tesis descriptiva.</p>	<p><b>Variable 1</b></p> <p>Evaluación del enrocado</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zonas vulnerables</li> <li>- Antigüedad</li> <li>- Ancho de uña</li> <li>- Talud</li> <li>- Altura de enrocado</li> <li>- Espesor de capa de enrocado</li> <li>- Tamaño de roca</li> </ul> <p><b>Variable 2</b></p> <p>Mejora de la defensa ribereña</p> <p>Dimesiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar la mejora de la defensa ribereña</li> </ul>	<p><b>Tipo de la investigación:</b> Descriptivo.</p> <p><b>Nivel de la investigación:</b> Cualitativo y cuantitativo.</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> No experimental y de corte transversal.</p> <p><b>Población y muestra:</b></p> <p><b>Población:</b> Estuvo conformada por las defensas ribereñas del río Lacramarca, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash.</p> <p><b>Muestra:</b> Dicha muestra se halló conformada por el enrocado de la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash.</p> <p><b>Técnica Instrumento Técnica de recopilación de datos:</b> La observación</p>

	Determinar la mejora de la defensa ribereña en la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250, del centro poblado de Nueva Esperanza, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2024.			<b>Instrumento de recolección de datos:</b> Ficha de recolección de datos.
--	---	--	--	---

Fuente: Elaboración propia 2024



Anexo 03. Validez del instrumento

<b>Ficha de Identificación del Experto para proceso de validación</b>	
Nombres y Apellidos: CESAR GIANCARLO PELAEZ SAENZ	
N° DNI / CE: 32996424	Edad: 52
EMAIL: ing.cepezaenz@gmail.com	
<hr/>	
Título profesional: Ingeniero civil	
Grado académico: Maestría: <input checked="" type="checkbox"/>	Doctorado: <input type="checkbox"/>
Especialidad: Gestión pública	
Institución que labora: Infependiente	
<hr/>	
Identificación del Proyecto de Investigación o Tesis	
Titulo:	
Evaluación y mejoramiento del enrocado, para mejorar la defensa ribereña en la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250, del centro poblado de Nueva Esperanza, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2024	
Autor(es):	
DELGADO HUARAJARE, ERICK JUNIOR	
Programa académico: Ingeniería civil	
<hr/>	
 CESAR GIANCARLO PELAEZ SAENZ INGENIERO CIVIL Reg. C.I.F. N° 115801 Reg. CONSULTOR C82264	 Huella digital

**Ficha de Identificación del Experto para proceso de validación**

Nombres y Apellidos: LUIS ENRIQUE MELENDEZ CALVO

N° DNI / CE: 18041053

Edad: 65

EMAIL: p.melendezcalvo@gmail.com

---

Título profesional: Ingeniero civil

Grado académico: Maestría: X

Doctorado:

Especialidad: Docencia, currículo e investigación

Institución que labora: Universidad César Vallejo - Chimbote

---

Identificación del Proyecto de Investigación o Tesis

Título:

Evaluación y mejoramiento del enrocado, para mejorar la defensa ribereña en la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250, del centro poblado de Nueva Esperanza, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2024

Autor(es):

DELGADO HUARAJARE, ERICK JUNIOR

Programa académico: Ingeniería civil



Huella digital

## Anexo 04. Confiabilidad del instrumento

### Formato de Ficha de Validación

FICHA DE VALIDACION								
TITULO: Evaluación y mejoramiento del enrocado, para mejorar la defensa ribereña en la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250, del centro poblado de Nueva Esperanza, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Ancash - 2024								
	Variable 1:	Relevancia		Pertinencia		Claridad		Observaciones
		Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	
	Dimensión 1 :							
1	Zonas vulnerables	X		X		X		
2	Antigüedad	X		X		X		
3	Ancho de uña	X		X		X		
4	Talud	X		X		X		
5	Altura de enrocado	X		X		X		
6	Espesor de capa de enrocado	X		X		X		
7	Tamaño de roca	X		X		X		
	Dimensión 2:							
1								
2								
	Variable 2:							
	Dimensión 1 :							
1	Determinar la mejora de la defen ribereña	X		X		X		
2								
	Dimensión 2:							
1								
2								

### Recomendaciones:

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

Nombres y Apellidos de experto: Mg. CESAR GIANCARLO PELAEZ SAENZ DNI: 32996424

  
 CESAR GIANCARLO PELAEZ SAENZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.F. N° 115801  
 Reg. COMPUALTER 632294



**Formato de Ficha de Validación**

<b>FICHA DE VALIDACION</b>								
<b>TITULO:</b> Evaluación y mejoramiento del enrocado, para mejorar la defensa ribereña en la margen derecha del río Lacramarca km 14+0 al km 14+250, del centro poblado de Nueva Esperanza, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash - 2024								
	Variable 1:	Relevancia		Pertinencia		Claridad		Observaciones
		Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	
	Dimensión 1 :							
1	Zonas vulnerables	X		X		X		
2	Antigüedad	X		X		X		
3	Ancho de uña	X		X		X		
4	Talud	X		X		X		
5	Altura de enrocado	X		X		X		
6	Espesor de capa de enrocado	X		X		X		
7	Tamaño de roca	X		X		X		
	Dimensión 2:							
1								
2								
	<b>Variable 2:</b>							
	Dimensión 1 :							
1	Determinar la mejora de la defen ribereña	X		X		X		
2								
	Dimensión 2:							
1								
2								

Recomendaciones:

Opinión de experto: Aplicable ( X ) Aplicable después de modificar ( ) No aplicable ( )  
 Nombres y Apellidos de experto: Mg. LUIS ENRIQUE MELENDEZ CALVO DNI: 18041053



## Anexo 05. Formato de Consentimiento Informado



### PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENCUESTAS (Ingeniería y Tecnología)

La finalidad de este protocolo en Ingeniería y tecnología es informarle sobre el proyecto de investigación y solicitarle su consentimiento. De aceptar, el investigador y usted se quedarán con una copia.

La presente investigación se titula “EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO LACRAMARCA KM 14+0 AL KM 14+250, DEL CENTRO POBLADO DE NUEVA ESPERANZA, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH - 2024” y es dirigido por DELGADO HUARAJARE ERICK JUNIOR, investigador de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

El propósito de la investigación es: Evaluar el enrocado para el mejoramiento de la defensa ribereña en la margen derecha del río Lacramarca km 14+200 al km 15+200, del centro poblado de Nueva Esperanza, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2024.

Para ello, se le invita a participar en una encuesta que le tomará 10 minutos de su tiempo. Su participación en la investigación es completamente voluntaria y anónima. Usted puede decidir interrumpirla en cualquier momento, sin que ello le genere ningún perjuicio. Si tuviera alguna inquietud y/o duda sobre la investigación, puede formularla cuando crea conveniente.

Al concluir la investigación, usted será informado de los resultados a través de su correo electrónico. Si desea, también podrá escribir al correo Erick\_leo1021@hotmail.com para recibir mayor información. Asimismo, para consultas sobre aspectos éticos, puede comunicarse con el Comité de Ética de la Investigación de la universidad Católica los Ángeles de Chimbote.


Si está de acuerdo con los puntos anteriores, complete sus datos a continuación:

Nombre: Luz Nilgta García Martínez

Fecha: 10/12/2024

Correo electrónico: luz.tauro1021@hotmail.com

Firma del participante: 

Firma del investigador (o encargado de recoger información): 

COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN – ULADECH CATÓLICA



**PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENCUESTAS  
(Ingeniería y Tecnología)**

La finalidad de este protocolo en Ingeniería y tecnología es informarle sobre el proyecto de investigación y solicitarle su consentimiento. De aceptar, el investigador y usted se quedarán con una copia.

La presente investigación se titula “EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO LACRAMARCA KM 14+0 AL KM 14+250, DEL CENTRO POBLADO DE NUEVA ESPERANZA, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH - 2024” y es dirigido por DELGADO HUARAJARE ERICK JUNIOR, investigador de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

El propósito de la investigación es: Evaluar el enrocado para el mejoramiento de la defensa ribereña en la margen derecha del río Lacramarca km 14+200 al km 15+200, del centro poblado de Nueva Esperanza, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2024.

Para ello, se le invita a participar en una encuesta que le tomará 10 minutos de su tiempo. Su participación en la investigación es completamente voluntaria y anónima. Usted puede decidir interrumpirla en cualquier momento, sin que ello le genere ningún perjuicio. Si tuviera alguna inquietud y/o duda sobre la investigación, puede formularla cuando crea conveniente.

Al concluir la investigación, usted será informado de los resultados a través de su correo electrónico. Si desea, también podrá escribir al correo Erick\_leo1021@hotmail.com para recibir mayor información. Asimismo, para consultas sobre aspectos éticos, puede comunicarse con el Comité de Ética de la Investigación de la universidad Católica los Ángeles de Chimbote.


Si está de acuerdo con los puntos anteriores, complete sus datos a continuación:

Nombre: Jose Antonio Torres Chaparón

Fecha: 10/12/2024

Correo electrónico: Torreschaparón Jose Antonio@gmail.com

Firma del participante: 

Firma del investigador (o encargado de recoger información): 

COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN – ULADECH CATÓLICA



**PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENCUESTAS  
(Ingeniería y Tecnología)**

La finalidad de este protocolo en Ingeniería y tecnología es informarle sobre el proyecto de investigación y solicitarle su consentimiento. De aceptar, el investigador y usted se quedarán con una copia.

La presente investigación se titula “EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO LACRAMARCA KM 14+0 AL KM 14+250, DEL CENTRO POBLADO DE NUEVA ESPERANZA, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH - 2024” y es dirigido por DELGADO HUARAJARE ERICK JUNIOR, investigador de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

El propósito de la investigación es: Evaluar el enrocado para el mejoramiento de la defensa ribereña en la margen derecha del río Lacramarca km 14+200 al km 15+200, del centro poblado de Nueva Esperanza, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2024.

Para ello, se le invita a participar en una encuesta que le tomará 10 minutos de su tiempo. Su participación en la investigación es completamente voluntaria y anónima. Usted puede decidir interrumpirla en cualquier momento, sin que ello le genere ningún perjuicio. Si tuviera alguna inquietud y/o duda sobre la investigación, puede formularla cuando crea conveniente.

Al concluir la investigación, usted será informado de los resultados a través de su correo electrónico. Si desea, también podrá escribir al correo Erick\_leo1021@hotmail.com para recibir mayor información. Asimismo, para consultas sobre aspectos éticos, puede comunicarse con el Comité de Ética de la Investigación de la universidad Católica los Ángeles de Chimbote.

Si está de acuerdo con los puntos anteriores, complete sus datos a continuación:

Nombre: Santos García Martínez

Fecha: 10/12/2024

Correo electrónico: SantosGarcía.Martinez@gmail.com

Firma del participante: Santos García

Firma del investigador (o encargado de recoger información): Erick Junior

COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN – ULADECH CATÓLICA



**PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENCUESTAS  
(Ingeniería y Tecnología)**

La finalidad de este protocolo en Ingeniería y tecnología es informarle sobre el proyecto de investigación y solicitarle su consentimiento. De aceptar, el investigador y usted se quedarán con una copia.

La presente investigación se titula “EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO LACRAMARCA KM 14+0 AL KM 14+250, DEL CENTRO POBLADO DE NUEVA ESPERANZA, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH - 2024” y es dirigido por DELGADO HUARAJARE ERICK JUNIOR, investigador de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

El propósito de la investigación es: Evaluar el enrocado para el mejoramiento de la defensa ribereña en la margen derecha del río Lacramarca km 14+200 al km 15+200, del centro poblado de Nueva Esperanza, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2024.

Para ello, se le invita a participar en una encuesta que le tomará 10 minutos de su tiempo. Su participación en la investigación es completamente voluntaria y anónima. Usted puede decidir interrumpirla en cualquier momento, sin que ello le genere ningún perjuicio. Si tuviera alguna inquietud y/o duda sobre la investigación, puede formularla cuando crea conveniente.

Al concluir la investigación, usted será informado de los resultados a través de su correo electrónico. Si desea, también podrá escribir al correo Erick\_leo1021@hotmail.com para recibir mayor información. Asimismo, para consultas sobre aspectos éticos, puede comunicarse con el Comité de Ética de la Investigación de la universidad Católica los Ángeles de Chimbote.


Si está de acuerdo con los puntos anteriores, complete sus datos a continuación:

Nombre: Analy Milagros de la Cruz Cajusal

Fecha: 10/12/2024

Correo electrónico: analydelacruz@gmail.com

Firma del participante: 

Firma del investigador (o encargado de recoger información): 

COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN – ULADECH CATÓLICA

## Anexo 06. Documento de aprobación de institución para la recolección de información



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
COORDINACIÓN DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

Chimbote 04 de diciembre 2024

**CARTA N° 096-2024-CGI-VI-ULADECH CATÓLICA**

**Señor:**

**Ing. Héctor Gilberto Falcón Jara**

**Municipalidad Provincial del Santa**

**Presente:**

A través del presente, reciba el cordial saludo en nombre del Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, a la vez solicito su autorización formal para llevar a cabo una investigación titulada EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO LACRAMARCA KM 14+0 AL KM 14+250, DEL CENTRO POBLADO DE NUEVA ESPERANZA, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH - 20244 que involucra la recolección de información/datos en servidores, a cargo del investigador DELGADO HUARAJARE, ERICK JUNIOR, con DNI N° 71791678, N° celular 978 521 553 y correo: Erick\_leo1021@hotmail.com, cuyo asesor es el docente RETAMOZO FERNANDEZ, SAUL WALTER.

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 y estima personal.

Atentamente.

Dr. Willy Valle Salvatierra  
Coordinador de Gestión de Investigación

José Antonio Torres Chapañan  
71029511

Municipalidad Provincial del Santa  
Área de Trámite Documentario  
Documento: 0000051785\_2024  
RESPONSABLE: 091727024 10.58.43  
FOLIO: 5  
EXPEDIENTE



[www.uladech.edu.pe/](http://www.uladech.edu.pe/)

Email: [rectorado1@uladech.edu.pe](mailto:rectorado1@uladech.edu.pe) / Telf: (043) 343444  
Jr. Tumbes N° 247 - Centro Comercial y Financiera - Chimbote, Perú

Anexo 07. Evidencias de ejecución

**FOTOGRAFIAS DE CAMPO:**



Figura 8. Vista panorámica de la defensa ribereña tipo enrocado en el centro poblado.

Fuente: Elaboración propia (2024)



Figura 9. Medición del enrocado (50'' a 70'').

Fuente: Elaboración propia (2024)



Figura 10. Observamos malezas en la defensa ribereña la cual puede causar fallas en la estructura.

Fuente: Elaboración propia (2024)



Figura 11. Observamos erosión en la parte baja del enrocado.

Fuente: Elaboración propia (2024)



Figura 12. Observamos caída de rocas del km 14+153 al 14+180.

Fuente: Elaboración propia (2024)



Figura 13. Observamos vegetación en medio del enrocado y el desprendimiento de rocas en el km 14 +030

Fuente: Elaboración propia (2024)



Figura 14. Observamos el final del enrocado en la progresiva el km 14 +250

Fuente: Elaboración propia (2024)





PREGUNTA 03:

¿Cree usted, que luego de evaluar el enrocado en la margen derecha del Río Lacramarca 14+0 al km 14 +250, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2024, se podrá plantear la mejora de la defensa ribereña?

Nº	Participantes encuestados	Si	No
1	Luz Nilyta García Martínez	x	
2	José Antonio Torres Chaparón	x	
3	Santos García Martínez	x	
4	Milagros de la Cruz Cajusol	x	
5	Deisa Antonia Cajusol Blas	x	

## EVIDENCIAS DE SIMULACIÓN EN HEC – RAS 2025

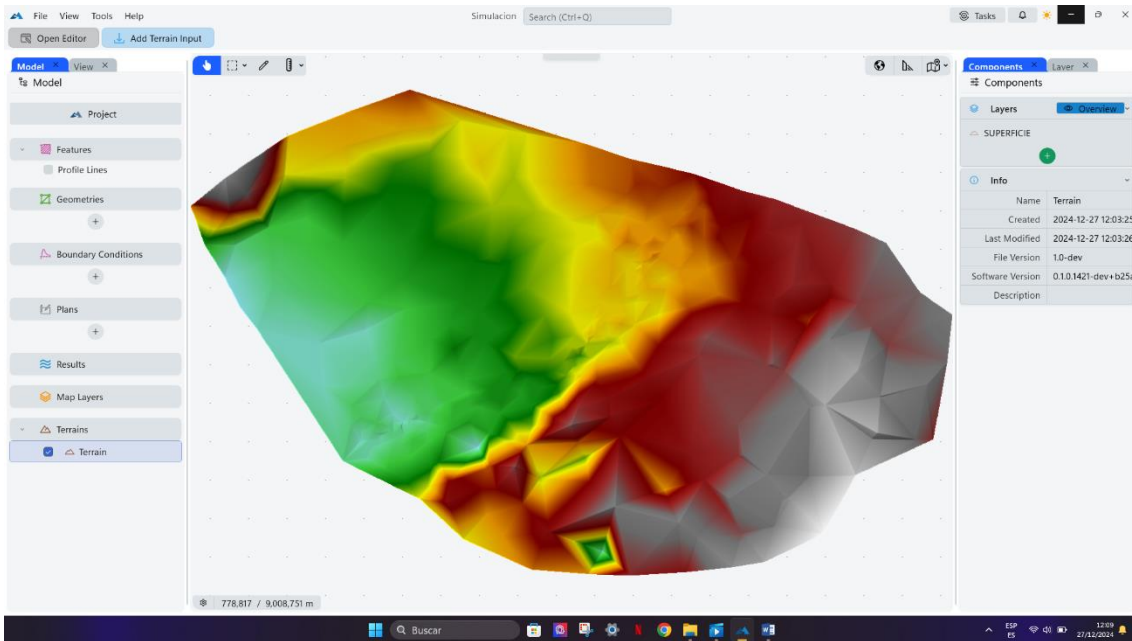


Figura 15. Incorporando datos del terreno en el software Hec – Ras 2025

Fuente: Elaboración propia (2024)

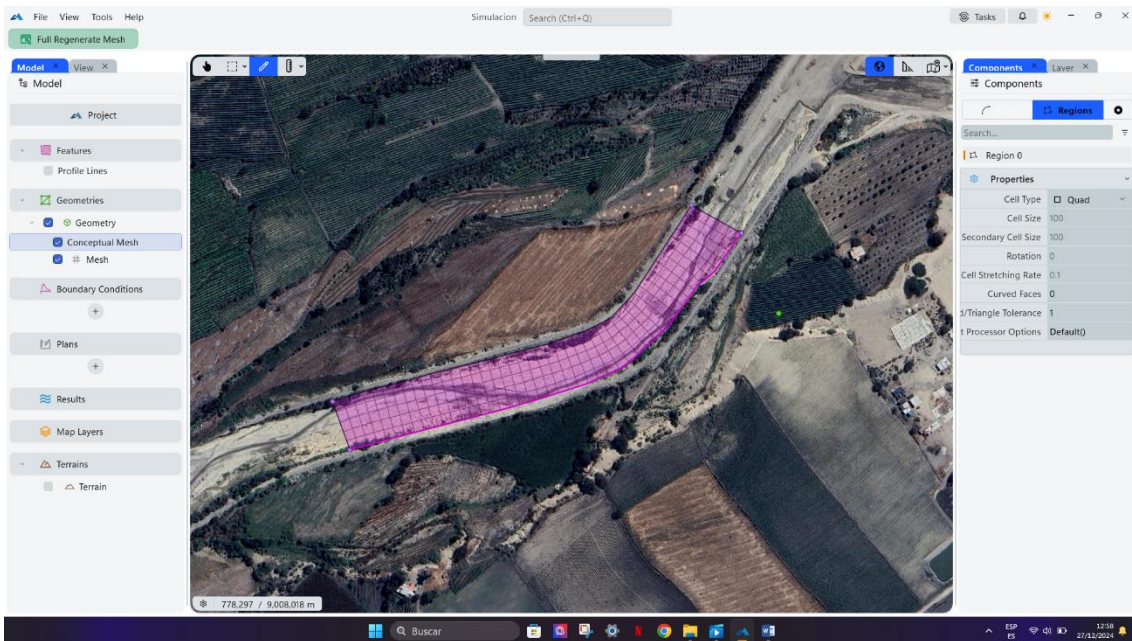


Figura 16. Delimitación del río y enrocado en el software Hec – Ras 2025

Fuente: Elaboración propia (2024)

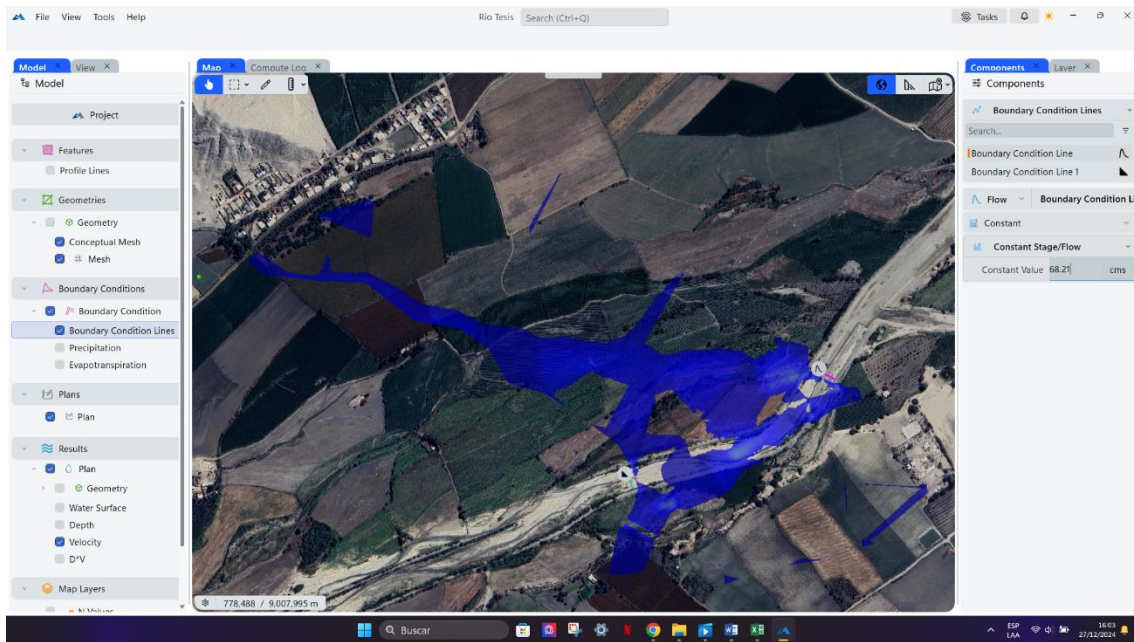


Figura 17. Resultado de inundación de 201748 m<sup>2</sup> para el caudal de 68.21 m<sup>3</sup>/s del periodo de retorno de 10 años

Fuente: Elaboración propia (2024)

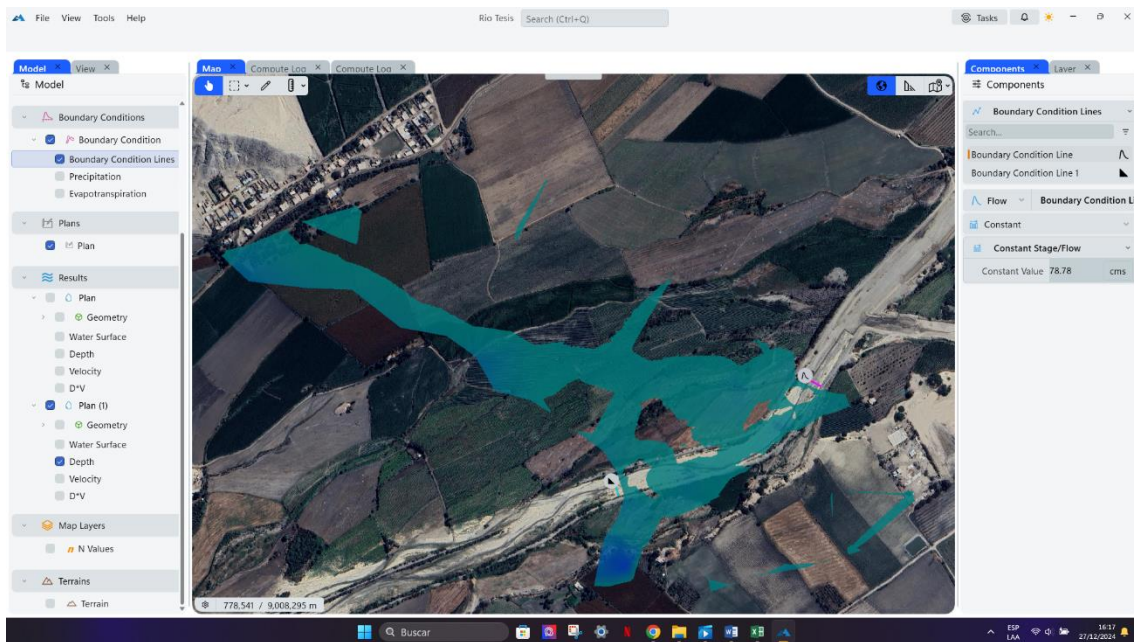


Figura 18. Resultado de inundación de 201872 m<sup>2</sup> para el caudal de 78.78 m<sup>3</sup>/s del periodo de retorno de 35 años.

Fuente: Elaboración propia (2024)

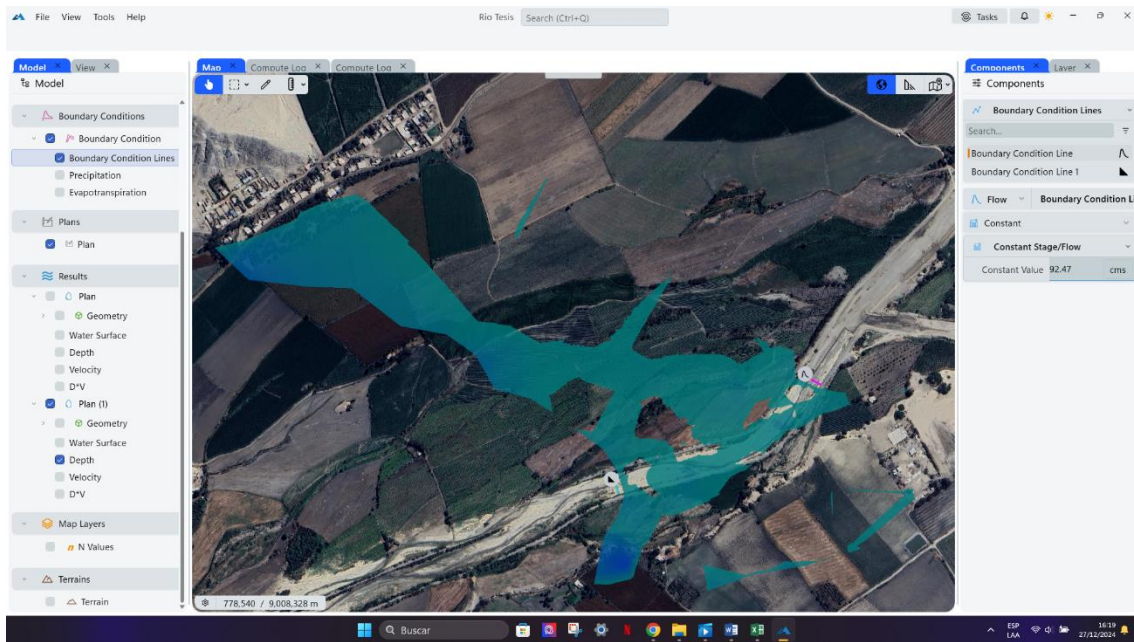


Figura 19. Resultado de inundación de 220882 m<sup>2</sup> para el caudal de 92.47 m<sup>3</sup>/s del periodo de retorno de 70 años.

Fuente: Elaboración propia (2024)

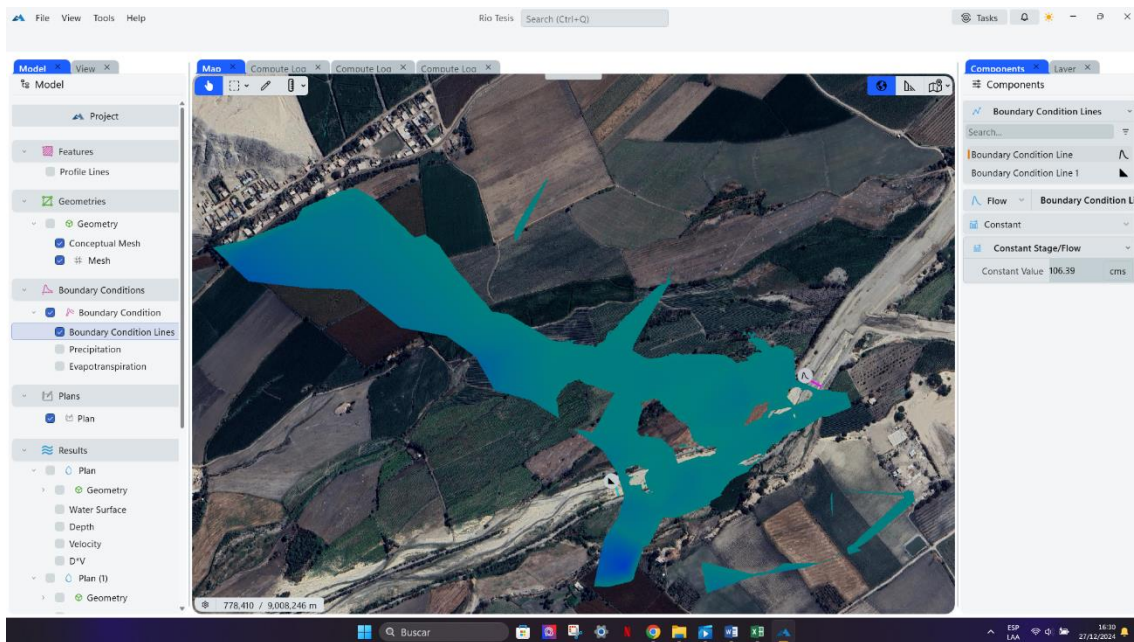


Figura 20. Resultado de inundación de 202461 m<sup>2</sup> para el caudal de 106.39 m<sup>3</sup>/s del periodo de retorno de 140 años.

Fuente: Elaboración propia (2024)

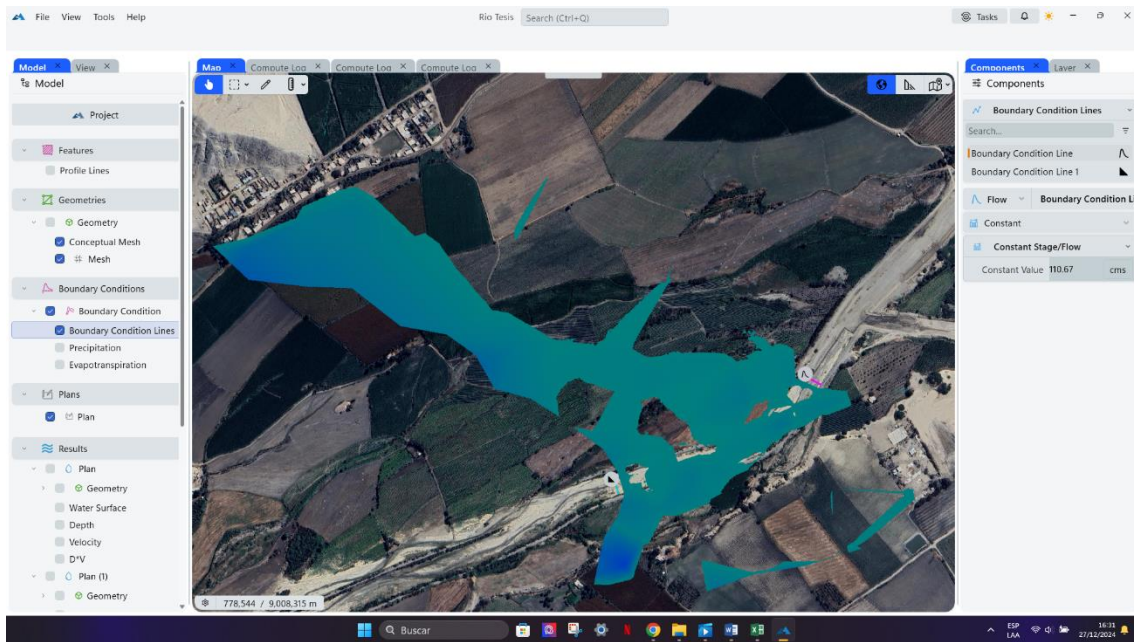


Figura 21. Resultado de inundación de 221471 m<sup>2</sup> para el caudal de 110.67 m<sup>3</sup>/s del periodo de retorno de 175 años.

Fuente: Elaboración propia (2024)

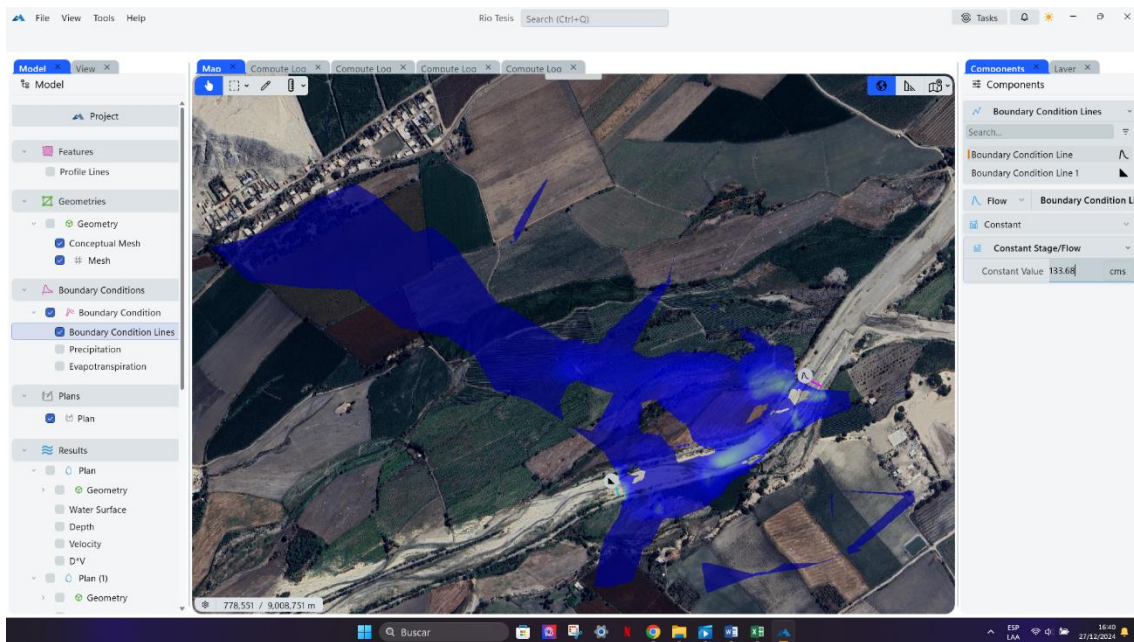
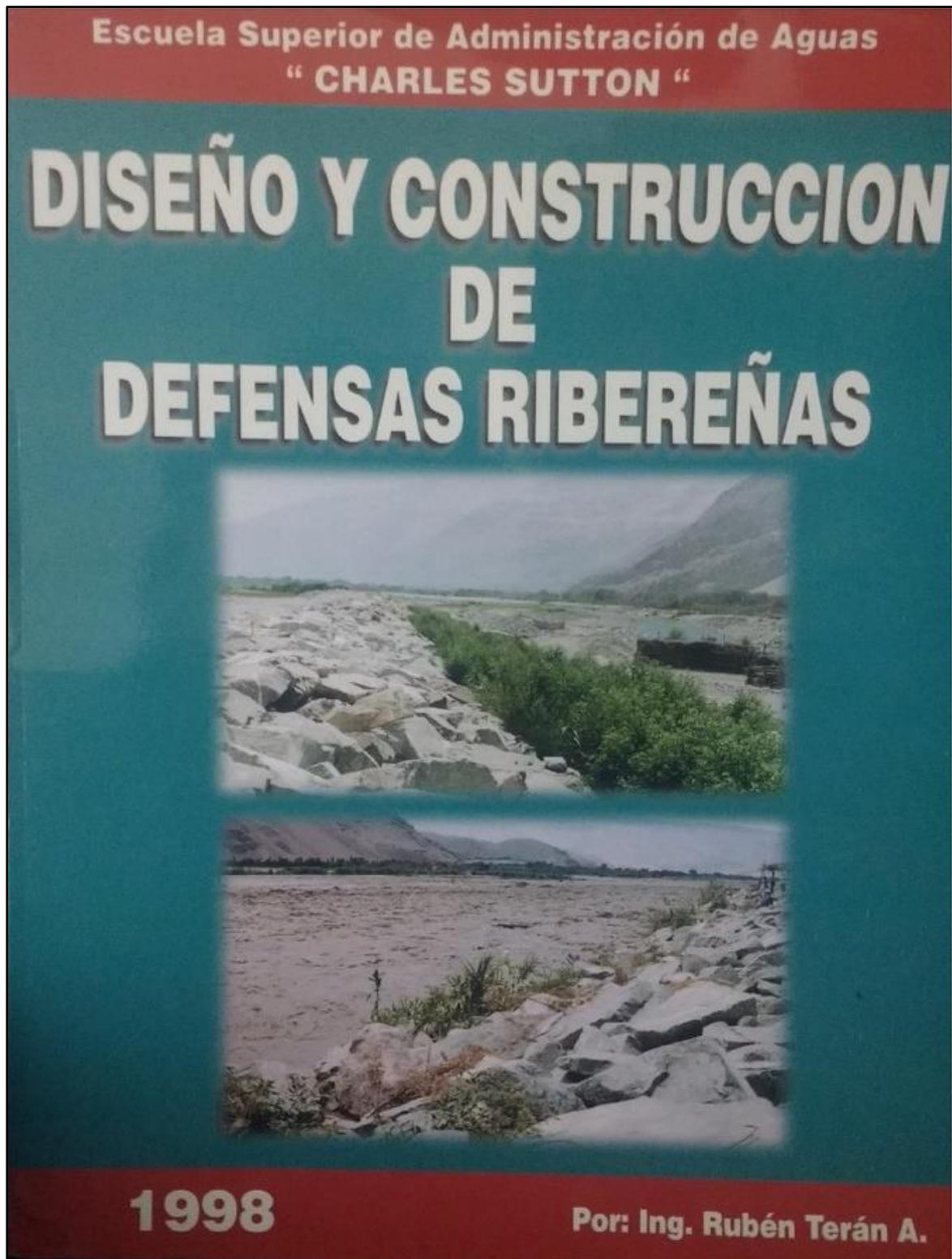


Figura 22. Resultado de inundación de 203050 m<sup>2</sup> para el caudal de 133.68 m<sup>3</sup>/s del periodo de retorno de 500 años.

Fuente: Elaboración propia (2024)

**MANUALES DE PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE DIQUES  
ENROCADOS**



## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DEFENSAS RIBEREÑA

- Protección de áreas de cultivo
- Recuperación de áreas perdidas por el efecto erosivo
- Incorporación de nuevas áreas al cultivo que constituye cajas de río
- Protección de viviendas y centros poblados
- Protección de obras de infraestructura de servicios

La protección de sectores urbanos repercute en el equilibrio socioeconómico con los sectores de producción agrícola

Dentro de los lineamientos de la política de encauzamiento, se incrementa áreas de producción, con inversiones de bajo costo con beneficios inmediatos, incidiendo en el incremento de la economía familiar y nacional.

#### **4. PROCEDIMIENTO DE CONTRUCCIÓN DE DIQUE ENROCADO**

##### **Periodo de ejecución**

La ejecución de estas obras de defensa debe ser en los meses de estiaje, por lo general de mayo a diciembre, época que permite efectuar una obra enmarcada dentro del proceso constructivo y cumplir con las especificaciones técnicas, constructivas. Las obras que se ejecutan en periodo de avenidas, diciembre a abril, requieren un empleo mayor de maquinaria incidiendo en el costo de la obra y su calidad

##### **Sin Proyecto**

Por lo general después de un periodo de avenidas, meses de diciembre a abril, y cuando los caudales han bajado significativamente, se procede a efectuar las labores de campo, abril, mayo (topografía, suelos, geomorfología, etc.) para luego en gabinete estructurar el proyecto, el mismo que debe estar culminado en el mes de junio. Se estima para su financiamiento o tramite 30 días, lo cual significa que la ejecución de la obra se debe iniciar en el mes de agosto y debe culminarse en el mes de diciembre (20 máximo), para no correr el riesgo del deterioro de la obra. Obviamente, si el ciclo de avenidas se retrasara es factible proseguir la ejecución de estas obras, para lo cual se tomaran las medidas del caso y correr los riesgos.

##### **Con proyecto**

De contarse con un proyecto integral de obras de defensa efectuado antes de las avenidas y que se trabajó parte de él, se proseguirá en los meses de abril a diciembre. Si es un proyecto nuevo elaborado con anterioridad a las avenidas y que recién se inicia su ejecución, el periodo será el mismo, teniendo en consideración lo indicado en el acápite anterior.

#### 4.1 PRELIMINARES

##### Descripción

El trabajo consiste en desviar los brazos del río existentes que obstaculizan las obras siguientes: preparación de vías de acceso tanto de cantera de río, foto N°3, como para limpieza de material flotante (tronquería) acarreado por el río y depositado en la zona de trabajo. Se considera también dentro de este acápite la preparación de vía paralela a la uña de estabilidad para efectuar el vaciado del material pesado, ya que efectuarlo por la plataforma no es bien distribuido en la superficie que tenga que ocuparlo o si es colocado facilite esta operación.

Estos trabajos se deben efectuar con anterioridad, requiriendo para tal acción visitas a la zona de trabajo y hacer un análisis sobre la manera de operar y los obstáculos naturales que se pueden presentar y que de no tomarlos en cuenta repercuten en la ejecución de la obra, ocasionando pérdidas de tiempo y recursos económicos.



Foto N°3- Preparación de vía de acceso

##### Equipo

El equipo recomendado a emplear consiste de tractores de oruga con buldócer de 160 HP a 250 HP. Por lo general el equipo deberá tener un rendimiento de trabajo en estas obras superior a los 300 m<sup>3</sup>/día. En otras circunstancias es necesario emplear algún equipo adicional que este en función del tipo de suelo o vegetación de la zona; tales como moto-niveladora , volquetes, cargador frontal; que servirían para estabilizar las vías por donde pasara el equipo con roca pesada para la construcción de la obra.

“Ing. Rubén Terán Adriazola”  
Edición N° 1-1998 -Versión PDF

**Características y rendimiento de la maquinaria**

Maquinaria	Nº	Potencia HP	Rendimiento m <sup>3</sup> /día	Hoja		Sproket
				Tipo	Capacidad	
Tractor s/o*	1	140 - 170	880	SU**	5.5	Elevado
Tractor S/O	1	230 - 250	1300	SU	6.0	Elevado

\* s/o Tractor sobre orugas, de menor potencia para zona de difícil acceso

\*\* hoja semi - universal "SU", combina las mejores características de las hojas rectas "S" y universal "U", tiene mayor capacidad por haberseles añadido alas cortas que mejoran la retención de la carga y permiten conservar la capacidad de penetrar y cargar con rapidez en materiales muy compactados y trabajar con una gran variedad de materiales en aplicaciones de producción.

**Operación**

El desvío del brazo del río se efectuara mediante el tapado o desvío de estos con el empleo del tractor oruga, para evitar el ingreso de agua a la zona de trabajo. El material será cortado del cauce principal hacia el brazo del río a cortar, para posteriormente cerrarlo con el empuje de material de costado.

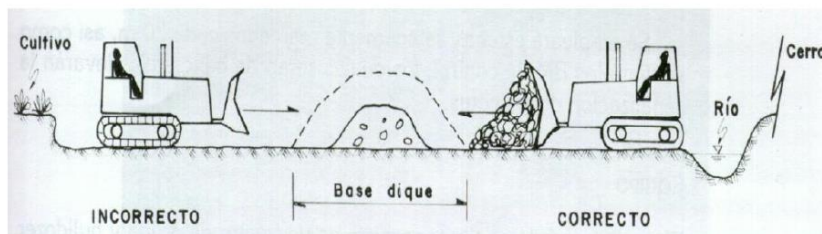
Las vías de acceso serán efectuadas con el tractor de oruga, el cual eliminará los desniveles, uniformizando la vía. El material de afirmado para la vía de acceso será preparado en cantera con empleo de tractor de oruga de 140-170 HP cargado con empleo del cargador frontal, transportado en volquetes de 15-17 m<sup>3</sup>, y explanando en obra con empleo de motoniveladora.

**4.2 ARMADO DE TERRAPLÉN Y EXCAVACION DE UÑA****4.2.1 Terraplén o plataforma****Trazado y Características**

Efectuado los trabajos preliminares e instalados el campamento, con la brigada de topografía se procede a efectuar el trazado del dique, con empleo de estacas cada 20 m, fijado puntos de apoyo y control.

**EQUIPO.** Esta labor se efectúa con empleo de tractor de oruga y buldócer de 200 HP -250 HP con escarificador o ríper, con rendimientos de 800 m<sup>3</sup>/día a 1,500 m<sup>3</sup>/día, según el material de río (Figura N°20). Las características del equipo se indican en la acápite 4.1.

## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DEFENSAS RIBEREÑA



**FIGURA N°20. ARMADO DE PLATAFORMA**

### OPERACIÓN

Con el empleo del tractor de oruga se procede a efectuar la acumulación del material de río en forma transversal al cuerpo del dique, teniendo cuidado que esta acumulación se efectúe del cauce del río hacia la cara húmeda y no de la cara seca o terreno de cultivo hacia el dique, lo que propiciaría un mayor escurrimiento de agua en época de avenidas, originando asentamientos del terraplén con riesgo de ser erosionados (figura N°20). Se verificara las dimensiones y taludes del terraplén. Por lo general esta acumulación de material de río incluye parte del material que corresponde a la excavación de la uña.



Foto N°4. Tractor iniciando armado de terraplén

### 4.2.2 Excavación de la uña de estabilidad

#### Trazado y características

En base al estudio de campo y gabinete, se ubica en el terreno el trazo de la uña de estabilidad con sus acotamientos respectivos, para así poder llevar el control exacto de los cortes y rellenos existentes.

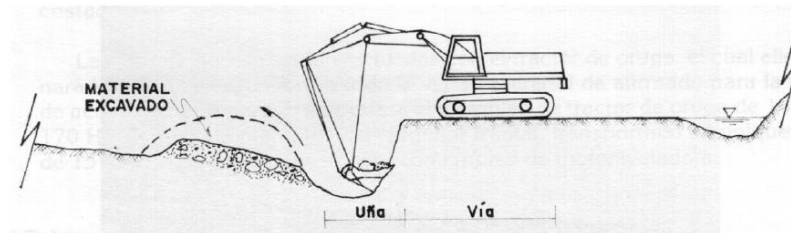
“Ing. Rubén Terán Adriazola”  
Edición N° 1-1998 -Versión PDF

## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DEFENSAS RIBEREÑA

Se empleara estacas debidamente marcadas cada 20 m, así como se fijara los BM de control, los cuales serán de concreto y llevarán la señalización de la costa.

### Equipo

El equipo pesado a utilizar consiste en un tractor de oruga y buldócer de 200 HP-300 HP con escarificador o ripper, con un rendimiento de 80 m<sup>3</sup>/hr a 120 m<sup>3</sup>/hr, según condición del piso de río. Una excavadora sobre orugas de brazo de 10 m de 160 HP- 170 HP, con rendimiento de 60 m<sup>3</sup>/hr o más. (Figura N°21)



**FIGURA N°21. EXCAVACION DE LA UÑA DE ESTABILIDAD**

### OPERACIÓN

Con el empleo del tractor de oruga en la fase de armado de plataformas se cortó parte del material que corresponde a la excavación de la uña, esto en forma transversal. El acabado de excavación se efectuará con el empleo de la excavadora, la cual operará por vía paralela y longitudinal al trazo de la uña; el material excavado será depositado en el terraplén formado parte de este. Se tendrá cuidado que el ancho del fondo de la uña es desde el pie del talud de la cara húmeda del terraplén, y el ancho superior, del piso de río al talud del terraplén; de no efectuarlo así, al colocar la roca en la cara húmeda esta será inestable, así como el conjunto del dique.



Foto N°5. Excavadora culminando la apertura de la uña de estabilidad

### 4.3 ACABADO DE LA PLATAFORMA O TERRAPLÉN

#### Descripción

La plataforma es un prisma construido en base a material de río debidamente compactado y de buena conformación granulométrica, donde debe predominar un 60% de material grueso o cantos rodados, con dimensiones y características de talud, en función al ángulo de reposo; la cara húmeda revestida con roca y la otra cara sin revestir; con ancho de base, de corona y altura según el diseño para las condiciones de río. Si el material predominante no tuviera cantos rodados, se debe prever el uso de un geotextil en la cara húmeda, para evitar las filtraciones y por lo tanto la desestabilidad del talud o caso contrario emplear arcilla compactada.

#### EQUIPO

Se requiere generalmente un cargador frontal tipo CAT 966 o similares de 220-240 HP, volquetes (2) de una capacidad de 10 m<sup>3</sup>, tractor oruga y buldócer de 230-250 HP y complementado por una compactadora tipo "Pata de Cabra", específica para el tipo de material, caso contrario se emplea el mismo tractor de oruga.

**CARACTERÍSTICAS Y RENDIMIENTOS DE LA MAQUINARIA**

MAQUINARIA	Nº	POTENCIA HP	RENDIMIENTO M <sup>3</sup> /DÍA	HOJA		SPROKET	CAPACIDA DM <sup>3</sup>
				TIPO	CAPACIDAD		
TRACTOR S/O-	1	230 - 250	1,300 - 1,320	SU	6	ELEVADO	-
CARGADOR F.	1	220 - 240	1,600	-	-	-	3.5 - 4
VOLQUETES	2	300 - 320	1,200				15 - 17

**OPERACIÓN**

Inicialmente el material del río extraído de la apertura de la uña y la acumulación inicial será debidamente explanado y compactado; luego se procede a efectuar el levantamiento de la plataforma hasta completar la altura diseñada, en capas no mayores de 0,40 m formados por material transportado por volquetes; es necesario que a continuación de la plataforma o cerca de ella se acumule el material del río con el tractor oruga; este material removido será cargado a los volquetes, los que a su vez lo transportarán hasta el prisma, donde será depositado y luego explanado con el tractor de orugas y compactado con la compactadora, en caso de no contar con esta podría efectuarse con el mismo tractor, luego se procederá en forma similar hasta llegar a la altura de diseño.

Concluida la altura, se fijan las estacas donde irán las cotas de coronamiento debidamente marcadas, con su respectivo control topográfico. Opcionalmente, si existe cerca de la obra material tal como ripio o canto rodado de cerro, es conveniente usarlo.

Luego, se efectúa la preparación de la superficie de contacto en la cara húmeda, a fin de lograr un mejor entramamiento y afirmamiento de la roca. Se hará en base a material extraído de cantera de gravas gruesas o rocas de 3" a 5", y se esparce uniformemente en la cara húmeda, según el avance del enrocado

**4.3.1 Lastrado y Acabado**

**Descripción**

Alcanzado la cota de coronación de acuerdo con el diseño, se afirmará con un espesor de lastre determinado, debidamente compactado. Este deberá ser material que contenga cierto porcentaje de arcilla que le dé una rigidez al acabado proyectado; si existe en la zona algún material

## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DEFENSAS RIBEREÑA

diferente cuando se carezca del material recomendable, como cascajillo o ripio menudo de cantera, se procerá a explanarlo y compactarlo.

### EQUIPO

Se debe contar básicamente con un cargador frontal de tipo CAT 966 O similares de 220- 240 HP, para efectuar el carguío del lastre; eventualmente un tractor de oruga 200-250 HP para la remoción de lastre, siendo además necesario para la explanación transportarlo en volquetes; así mismo rodillo autopropulsado de 9.5-12 TM y motoniveladora de 140-160 HP, tanque cisterna de 3000 galones.

MAQUINARIA	Nº	POTENCIA HP	RENDIMIENTO M <sup>3</sup> /DÍA	HOJA		SPROKET	CAPACIDAD M <sup>3</sup>
				TIPO	CAPACIDAD		CUCHARON
TRACTOR S/O*	1	230 - 250	1,800	SU	6	ELEVADO	-
CARGADOR F.	1	220 - 240	1,600	-	-	-	3.5 - 4
VOLQUETES	*	300 - 320	1,600	-	-	-	15 - 17
MOTONIVELA.	1	140 - 160	800	-	-	-	-
RODILLO VIBR.	1	130 - 150	800	-	-	-	9.5 - 12 TM
TANQUE CIST.	1	200	800	-	-	-	3,000 GLS.

### OPERACIÓN

El lastre será cortado y acumulado en la cantera con empleo del tractor oruga seleccionado, cargado y transportado en volquetes al dique, explanado y preparado con la motoniveladora, previo humedecimiento (16 a 18%), luego es compactado con el rodillo hasta lograr la rigidez y el acabado deseado

#### 4.4 ENROCADO

Se refiere al proceso de preparación de la roca en cantera, selección, carguío, transporte y colocado.

##### 4.4.1 Preparación de la roca en cantera

###### SELECCIÓN DE CANTERA

Consiste en seleccionar una cantera de donde se va a extraer material, considerando el tipo de roca que ofrezca las características de diseño.

“Ing. Rubén Terán Adriazola”  
Edición N° 1-1998 -Versión PDF

53

## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DEFENSAS RIBEREÑA

Por lo general son rocas ígneas como: granito, granodiorita, diorita, gabro, dolerita, basalto, pórfido granítico y pórfido diorítico, riolita, etc., con peso específico mayor de 2. Ver cuadro N°12

Esto se debe efectuar con anterioridad a los trabajos en el río y analizando debidamente para tener las alternativas del proyecto, sobre todo en lo que se refiere a distancias al río

Es necesario tener cuidado en la selección de cantera, sobre todo que la roca se encuentra en volúmenes compactados y no fracturados o muy erosionados por la acción del intemperismo

Se debe considerar que la distancia de la cantera al río, sea la más cercana, a fin de economizar el costo de transporte. Se toma en cuenta el estado de la vía por donde se desplaza el equipo, determinando la distancia y los ciclos de transporte óptimos

### **EXTRACCIÓN DE ROCA**

#### **Descripción:**

Según el volumen efectivo de roca necesario para la obra, se prepara la voladura, que depende del trazo del calambuco y la carga explosiva a utilizar. Efectuada la selección de roca en cantera con anterioridad a los trabajos preliminares en río, se procede a la extracción de la roca y su preparación para el carguío

### **CARACTERISTICAS DEL MATERIAL**

De preferencia se deben emplear las rocas ígneas existentes en la zona, con un peso específico adecuado, volumen mínimo de roca por unidad definido en el diseño, con menor grado de fracturación e intemperismo. La roca debe soportar una compresión promedio de 1480 kg./cm<sup>2</sup>, límite de fatiga oscilante entre 370 y 3790 kg/cm<sup>2</sup>, tensión de 30 a 50 kg/cm<sup>2</sup>, que soporte presión al par de fuerzas entre 150 a 300 kg./cm<sup>2</sup>

Se debe considerar los minerales esenciales de rocas ígneas como ortoclasa y cuarzo, accesorios como horblenda y otros, una textura granular con fenocristales de ortosa y horblenda para definir el tipo de roca.

### **EQUIPO Y MATERIALES**

Para la extracción es necesario contar con una compresora con 2 martillos de 400 a 800 CFM o libras de presión, con rendimiento

“Ing. Rubén Terán Adriazola”  
Edición N° 1-1998 -Versión PDF

54

## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DEFENSAS RIBEREÑA

adecuado a la zona y con barreno de diferentes dimensiones 20, 40 y 60 cm, básicamente.

Como materiales explosivos se emplea dinamita del tipo Semexa o similar, fulminante, guía y nitrato de amonio al 65%. Como equipo operativo del personal se debe contar con linternas o lámparas de carburo, guantes, cascos y lentes protectores, soga, baldes, puntas de acero ortogonales, botas de jebe, dando así seguridad al personal.

### CARACTERÍSTICAS Y RENDIMIENTOS DE LA MAQUINARIA

MAQUINARIA	Nº	POTENCIA HP	RENDIMIENTO M <sup>3</sup> /DIA	CAPACIDAD
COMPRESORA	1	180 - 200	800*	750 - 800 CFM

\* Depende del tipo de cantera

### CONSTRUCCIÓN DEL CALAMBUCO

Con la operación de todo el equipo se realiza la preparación del calambuco, previo trazo en base al volumen de roca a extraer. Es necesario tener criterio practico sobre la forma que éste va a tener, sobre todo la taza o deposito final, así como la dirección con respecto al cuerpo de roca, ya sea frontal o vertical.

El calambuco, en si viene a ser un orificio de forma cilíndrica de 50 cm de radio como mínimo, que se efectúa sobre la roca seleccionada con una profundidad variable en función al volumen de roca requerido. Al final de este orificio tendrá la taza que varía de forma, sea circular o rectangular, así como la posición con respecto al eje de orificio sea longitudinal o transversal, con cierta caída.

La preparación del calambuco es efectuada con las compresora, es decir con el accionar de los martillos y los barrenos y operados por los perforistas, efectuando los destajes, consiguiendo la roturación de roca, con dinamita, colocada en orificios pequeños del diámetro del barreno y dispuestos en forma circular.

Efectuado el disparo se procede a limpiar, es decir a sacar el material disgregado, para luego seguir en forma similar hasta llegar a la taza.

Una vez concluida la taza, se procede al carguío que es el operación en la cual se va colocado los explosivos y el nitrato de amonio, el cual se hace dormir en petróleo en proporción de un galón por

“Ing. Rubén Terán Adriaola”  
Edición N° 1-1998 -Versión PDF

55

## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DEFENSAS RIBEREÑA

cada saco de nitrato (grado anfo). Esta carga explosiva se calcula en función al volumen y tipo de roca.

Colocados los materiales explosivos, se procede a ir cerrando el orificio con tierra y piedras chicas, siendo estas golpeadas con baretas, para así poder formar cámara cerrada que permitan un accionar perfecto de los gases del nitrato así como la onda explosiva de la dinamita.

Concluido el sellado, se acciona sea mediante chipas eléctricas o con el prendido de la guía, el cual está en contacto con el material explosivo, efectuada la acción explosiva el material quedara diseccionado para un posterior selección y acarreo. (Figura N°22)

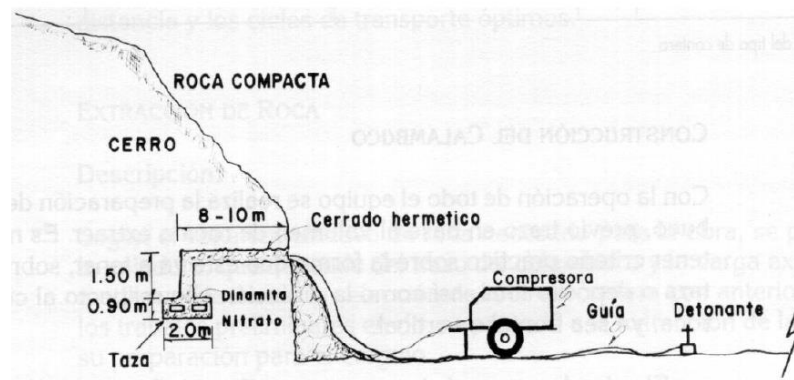


Figura N°22. CONSTRUCCIÓN DEL CALAMBUCO

### 4.4.2 Selección de Roca

#### Descripción

Después de la explosión o voladura, mediante el tractor de oruga se irá acumulando la roca seleccionada para facilitar la operación de carguío.

Para la selección de roca se considera el "cachorro" o fraccionamiento para volúmenes mayores de lo especificado, esto se hará calculando el volumen y la carga que se requiera, debiéndose emplear ciertos porcentajes de nitrato grado ANFO para evitar desperdicio de material extraído, esto se efectúa con empleo de compresoras y barrenos

## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DEFENSAS RIBEREÑA

Es importante el desplazamiento del equipo para la explanación y carguío. Por lo general siempre debe haber material listo para el carguío. (Figuran N°23)

### EQUIPO

Tractor de oruga y buldócer de 230-250 HP con cuchillas y cantoneras reforzadas, compresoras de 750-800 CFM o Lbs de presión para fraccionamiento de roca

CARACTERÍSTICAS Y RENDIMIENTOS DE LA MAQUINARIA							
MAQUINARIA	Nº	POTENCIA HP	RENDIMIENTO M³/DIA	HOJA		SPROKET	CAPACIDAD CUCCHARON
				TIPO	CAPACIDAD		
TRACTOR S/O+ COMPRESORA	1	230 - 250	880	SU	6	ELEVADO	-
	1	180 - 200	720	-	-	-	750- 800CFM

### OPERACIÓN

Efectuada la voladura se procede a la selección de roca, con el empleo de tractor de oruga que le ira acumulando a un punto determinado para facilitar el trabajo de carguío. Esta actividad es importante dentro del costo del enrocado de ahí que si operación requiere de trabajo coordinado del pool de cantera. Para la selección de la roca se considera el fraccionamiento de roca o "cachorro" de los volúmenes mayores, esto con el empleo de la compresora y martillo que irán perforando la roca y con el uso de explosivos efectuar su ruptura.

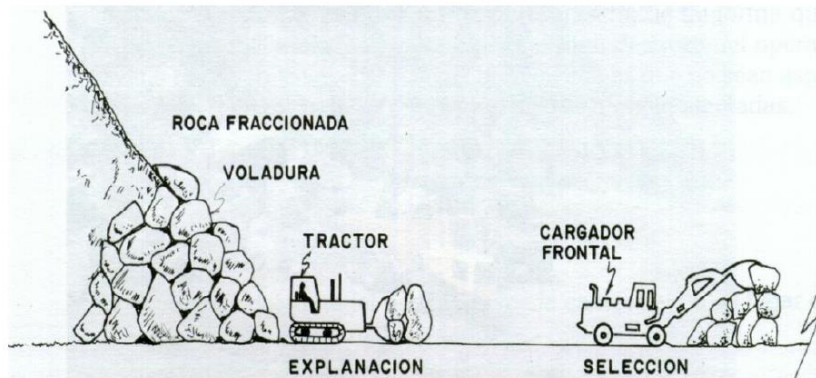


FIGURA N°23. SELECCIÓN DE LAS ROCAS A USAR

“Ing. Rubén Terán Adriaola”  
Edición N° 1-1998 -Versión PDF

**Material de Contacto**

**EQUIPO**

Se emplea cargador frontal y volquetes que se considera dentro del pool de maquinaria a usar

**OPERACIÓN**

El material es cargado en cantera, con el cargador frontal a los volquetes, los cuales lo trasladan al dique y lo descargan en la cara húmeda para si posterior esparcimiento con mano de obra o equipo. Este material será, gravas o roca fraccionada.

**4.4.3 Carguío, Transporte y Colocado**

**Descripción**

**CARGUÍO**

Es el carguío del material seleccionado en la cantera a las unidades de transporte. Debiéndose tener cuidado en el tiempo que se demora en cargar un volquete. Programar este carguío a fin de evitar paros innecesarios que repercuten en el costo de la obra, es importante.

Llevar un control por unidad sobre el volumen transportado por día, con la finalidad de ver la fluctuación del costo y los cuadros de avance de obra. Todos estos puntos son fundamentales y se deben tener presente.



Foto N°6-Carguío de roca con equipo

“Ing. Rubén Terán Adriazola”  
Edición N° 1-1998 -Versión PDF

### EQUIPO

Es recomendable contar con una pala mecánica de 16 toneladas de izaje, que es más operativa en cuanto al levante de roca y acomodo en las unidades de transporte, esto mediante lo que se denomina el "estrobeado", que consiste en cables de acero con amarres circulares en los terminales, los cuales se pasan por la roca y debidamente sujetan al gancho de izaje. En otros casos se puede emplear un cargador frontal de 200-240 HP para in carguío rápido, capacidad de levante 6000 Kg mínimo

Para la explanación del material así como para la acumulación de éste, cerca de la zona de carguío, es necesario contar con un tractor de oruga de 140-160 HP

**CARACTERISTICAS Y RENDIMIENTOS DE LA MAQUINARIA**

MAQUINARIA	Nº	POTENCIA HP	RENDIMIENTO M <sup>3</sup> /DIA	CAPACIDAD M <sup>3</sup>	CAPACIDAD DE LEVANTE
CARGADOR FRONTAL	1	220 - 240	720	CUCHARON	KG
				3.5 - 4	+ 6000

### OPERACIÓN

El cargador toma el material seleccionado, el cual por lo general son rocas de un volumen mayor a 1 m<sup>3</sup>, éste es levantado a la altura de la tolva del volquete, por lo general se carga una parte, por las paredes laterales de la tolva y la otra por la parte trasera, de tal forma que la carga se equilibra, se requiere de una gran destreza del operador, lo cual repercute en el costo de la obra. Las tolvas que no sean específicas para roca, pese a ser reforzadas son seriamente afectadas.

### TRANSPORTE

#### Descripción

Es el traslado del material pesado desde la cantera al rio, al lugar donde se encuentra el prisma levantado.

Este aspecto generalmente representa el 40% del costo de la obra, ya que la eficiencia con que se efectúe será fundamental para que el costo se mantenga dentro de lo presupuestado.

## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DEFENSAS RIBEREÑA

Se especifica el tiempo de un ciclo de ida y regreso de las unidades, considerando en este tiempo las demora (tiempo muerto) por operación de carguío y descarguío; para lo cual previamente se debe haber establecido el tiempo de recorrido en un ciclo completo. Es recomendable tener un control permanente de este punto

### EQUIPO

El equipo para transporte, básicamente estará compuesto de volquetes con una capacidad teórica para el tipo de material, estas unidades deben estar dentro del límite del tonelaje. Por lo tanto son recomendables en zonas que no se puede conseguir unidades de mayor capacidad, pero lo mejor sería contar con volquetes especiales de una capacidad mayor, ya que en la práctica representa un mayor avance de obra y un menor costo, comparado con las otras unidades.



Foto N°7- Volquete especial trasportando roca

Es recomendable volquetes de 15 m<sup>3</sup> o de 22 toneladas y con vía adecuada; también puede emplearse volquetes de 17 m<sup>3</sup> o 35 toneladas, pero es fundamental contar con vías especiales para ello.

CARACTERISTICAS Y RENDIMIENTOS DE LA MAQUINARIA					
MAQUINARIA	Nº	POTENCIA HP	RENDIMIENTO M <sup>3</sup> /DIA	CAPACIDAD M <sup>3</sup>	OBSERVACIÓN
VOLQUETES		300 - 320	VARIABLE	15 - 17	TOLVA REFORZADA

“Ing. Rubén Terán Adriazola”  
Edición N° 1-1998 -Versión PDF

## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DEFENSAS RIBEREÑA

### OPERACIÓN

Los volquetes una vez cargados proceden a trasladar la roca a la zona de obra, estos irán a velocidades no mayores de 30 km/hr en vías preparadas, de no estar en estas condiciones, la velocidades se reducen a 15 km/hr. El material será depositado en la explanada o cancha cerca a la plataforma, así como el pie de la uña

### REVESTIMIENTO O COLOCADO

#### Descripción

Es la operación consistente en el descarguio del material pesado y revestimiento, tanto en la uña de estabilidad como en la cara húmeda del prisma. Se recomienda tener una cancha para acumular la roca lo más cerca posible a la obra.

#### EQUIPO

Cargador frontal de 220-240 HP, de las mismas características que el de carguío, excavadora de 160-170 HP sobre orugas con cucharón de 1.0 m<sup>3</sup> de capacidad, levante o izaje de 6000 kgs a 8000 kgs a una altura máxima de 3 m

CARACTERÍSTICAS Y RENDIMIENTOS DE LA MAQUINARIA

MAQUINARIA	Nº	POTENCIA HP	RENDIMIENTO M <sup>3</sup> /DIA	CAPACIDAD M <sup>3</sup>	LEVANTE
				CUCHARON	KG
CARGADOR FRN	1	220 - 240	600	3.5 - 4	+6000
EXCAVADORA++	1	160 - 170	520	1.0	+6000

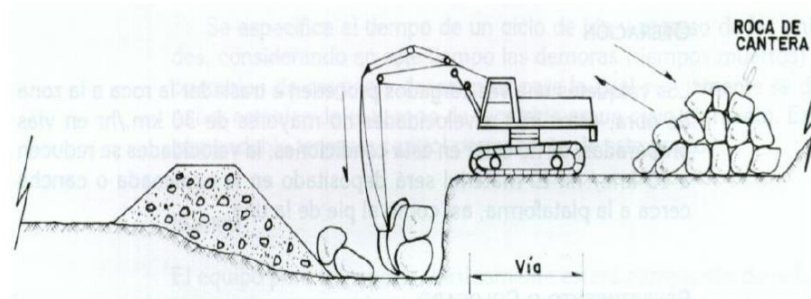
++ SÉ RECOMIENDA COMO IMPLEMENTO PARA COLOCADO DE ROCA CUCHARON DE GRAMPA

### OPERACIÓN

El llenado de la uña de estabilidad se hará por la vía de acceso paralela a la uña, para así lograr una buena distribución del material. No es conveniente efectuarla por la plataforma, en razón de que la distribución del material no será uniforme, ya que se tendría tramos con bastante roca y otros carente de ella.(Figura N°24)

“Ing. Rubén Terán Adriazola”  
Edición N° 1-1998 -Versión PDF

## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DEFENSAS RIBEREÑA



**FIGURA N°24.- LLENADO DE LA UÑA DE ESTABILIDAD**

Según el volumen de diseño por metro lineal, para lograr el acabado pretendido se efectúa el acomodo y entrapado de las rocas con palas o cargador y personal capacitado para esta operación.

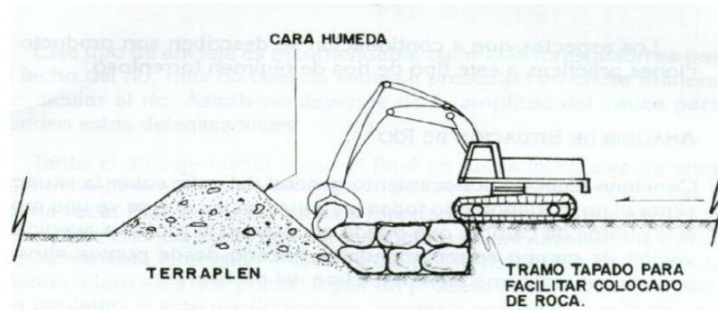


**FOTO N°8. EXCAVADORA COLOCANDO ROCA EN LA UÑA NOTESE LA PROFUNDIDAD DE ESTAS**

El revestimiento de la cara húmeda se hará posteriormente al llenado de la uña y conforme se vaya elevando el prisma hasta llegar a la altura de diseño, pudiendo efectuar alguna combinación, como es, ejecutar paralelamente el llenado de la uña y una parte del prisma, levantado con el material extraído de la excavación de la uña. (Figura N°25)

“Ing. Rubén Terán Adriazola”  
Edición N° 1-1998 -Versión PDF

62



**FIGURA N°25. REVESTIMIENTO DE LA CARA HÚMENDA**

La parte final de la cara húmeda puede ser revestido por la vía superior de la plataforma del dique.

Para evitar que el material tenga algún desperdicio en cuanto a áreas cubrir, es recomendable tener una pala excavadora o cargador en la plataforma, que lo estrobe y lo acomode en la cara a revestir (parte final)

En la coronación se marca las progresivas correspondientes según lo propuesto. Es recomendable si la obra se interrumpe, deberá cubrirse con roca toda la parte final incluyendo 10 m de la cara seca, para evitar la erosión de lo ejecutado

## **5. CONSIDERACIONES EN LA CONSTRUCCIÓN DE ESPIGONES**

### **5.1 CONSIDERACIÓN DE EJECUCIÓN DE ESPIGONES**

Dentro de las diversas necesidades de defensa ribereña en los valles, a veces lleva consigo a tener presente ciertos criterios prácticos para tomar la alternativa sobre cuáles son los puntos a proteger y en que extensión

Sucede que todos los sectores presentan necesidades de contar con alguna estructura que les de ciertas garantía de protección a sus terrenos; es aquí donde el aspecto económico entra en juego, vale decir hay que tener una alternativa adecuada, y está en función del tipo de evaluación que se efectúe. Esta alternativa lo pueden constituir los espigones. En lo técnico hay condiciones de río que escapan a algún análisis que se haya efectuado, sobre todo en río de régimen torrencioso

(Este Manual no ha sido publicado en el Diario Oficial "El Peruano", se descargó de la página web del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, con fecha 03 de enero de 2012.)



## MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE





PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

RIESGO ADMISIBLE	VIDA ÚTIL DE LAS OBRAS (n años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0,99	1	1,11	1,27	1,66	2,7	5	5,9	11	22	44

Fuente: MONSALVE, 1999.

De acuerdo a los valores presentados en la Tabla N° 01 se recomienda utilizar como máximo, los siguientes valores de riesgo admisible de obras de drenaje:

**TABLA N° 02: VALORES MAXIMOS RECOMENDADOS DE RIESGO ADMISIBLE DE OBRAS DE DRENAJE**

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (**) (%)
Puentes (*)	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas Ribereñas	25

(\*) - Para obtención de la luz y nivel de aguas máximas extraordinarias.  
- Se recomienda un período de retorno T de 500 años para el cálculo de socavación.

(\*\*) - Vida Útil considerado (n)

- Puentes y Defensas Ribereñas n= 40 años.
- Alcantarillas de quebradas importantes n= 25 años.
- Alcantarillas de quebradas menores n= 15 años.
- Drenaje de plataforma y Sub-drenes n= 15 años.

- Se tendrá en cuenta, la importancia y la vida útil de la obra a diseñarse.  
- El Propietario de una Obra es el que define el riesgo admisible de falla y la vida útil de las obras.

### 3.7 ANALISIS ESTADISTICO DE DATOS HIDROLOGICOS

#### 3.7.1 Modelos de distribución

El análisis de frecuencias tiene la finalidad de estimar precipitaciones, intensidades o caudales máximos, según sea el caso, para diferentes períodos de retorno, mediante la aplicación de modelos probabilísticos, los cuales pueden ser discretos o continuos.

En la estadística existen diversas funciones de distribución de probabilidad teóricas; recomendándose utilizar las siguientes funciones:



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles

# MANUAL DE CARRETERAS MANTENIMIENTO O CONSERVACIÓN VIAL



2018

R.D. N° 08 - 2014 - MTC/14  
INCORPORACIÓN PARTE IV  
R.D. N° 05 - 2016 - MTC/14



## SECCIÓN 1118

### CONSERVACIÓN DE DEFENSAS RIBEREÑAS

#### 1118.1 Descripción

Este trabajo consiste en la conservación, reparación o reconstrucción de defensas ribereñas de gaviones, enrocado u otros materiales, con la finalidad de mantener las corrientes de agua en su cauce normal y no ocasionen erosión lateral o socavación, que puedan afectar la infraestructura de la vía y los puentes.

Este trabajo incluye la ejecución de defensas ribereñas en zonas puntuales, a fin de garantizar el normal funcionamiento, de la infraestructura de la vía y los puentes.

#### 1118.2 Materiales

Por lo general, los materiales requeridos para la ejecución de esta actividad son: piedra o roca seleccionada, material para relleno, malla para gaviones, los cuales según corresponda, deberán cumplir con lo especificado en la [sección 602](#) Gaviones y [sección 603](#) Defensas ribereñas, del Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, vigente.

#### 1118.3 Equipos y herramientas

Por lo general, los equipos y herramientas necesarios para la ejecución de esta actividad son: camión volquete, cargador frontal, tractor sobre orugas, excavadora, grúa, picos, barretas, alicates, carretilla, herramientas específicas para armado de mallas de gaviones y otros.

#### 1118.4 Procedimiento de ejecución

El procedimiento general, es el siguiente:

1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad, que garanticen la ejecución segura de los trabajos y el ordenamiento del tránsito sin riesgos de accidentes durante el tiempo requerido. Asimismo, se deben adoptar todas las medidas necesarias para garantizar la seguridad del tránsito vehicular.
2. El personal debe contar con los uniformes, y todo el equipo de protección personal de acuerdo con las normas establecidas vigentes sobre la materia.
3. Tomar fotografías de casos sobresalientes y/o representativos.
4. Realizar la selección, cargue y transporte de piedra faltante al sitio de la reparación de los muros de gaviones.
5. Efectuar las excavaciones, según lo especificado en la [sección 501](#) Excavación para Estructuras, del Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, vigente.
6. Efectuar las reparaciones, reemplazo o ejecución de las defensas ribereñas, cumpliendo en lo que corresponda, con lo especificado en la [sección 602](#) Gaviones y [sección 603](#) Defensas ribereñas, del Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, vigente.
7. De ser el caso, complementar el relleno de los lados laterales de las defensas ribereñas, cumpliendo con lo especificado en la [sección 502](#) Relleno para Estructuras, del Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, vigente.
8. Hacer limpieza general en el sitio de trabajo y trasladar los materiales sobrantes a los DME autorizados.
9. Al terminar los trabajos, retirar las señales y dispositivos de seguridad.



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Viceministerio  
de Transportes

Dirección General  
de Caminos y  
Ferrocarriles

#### 1118.5 Aceptación de los trabajos

La supervisión aceptará los trabajos cuando compruebe que se han ejecutado a satisfacción.

#### 1118.6 Medición

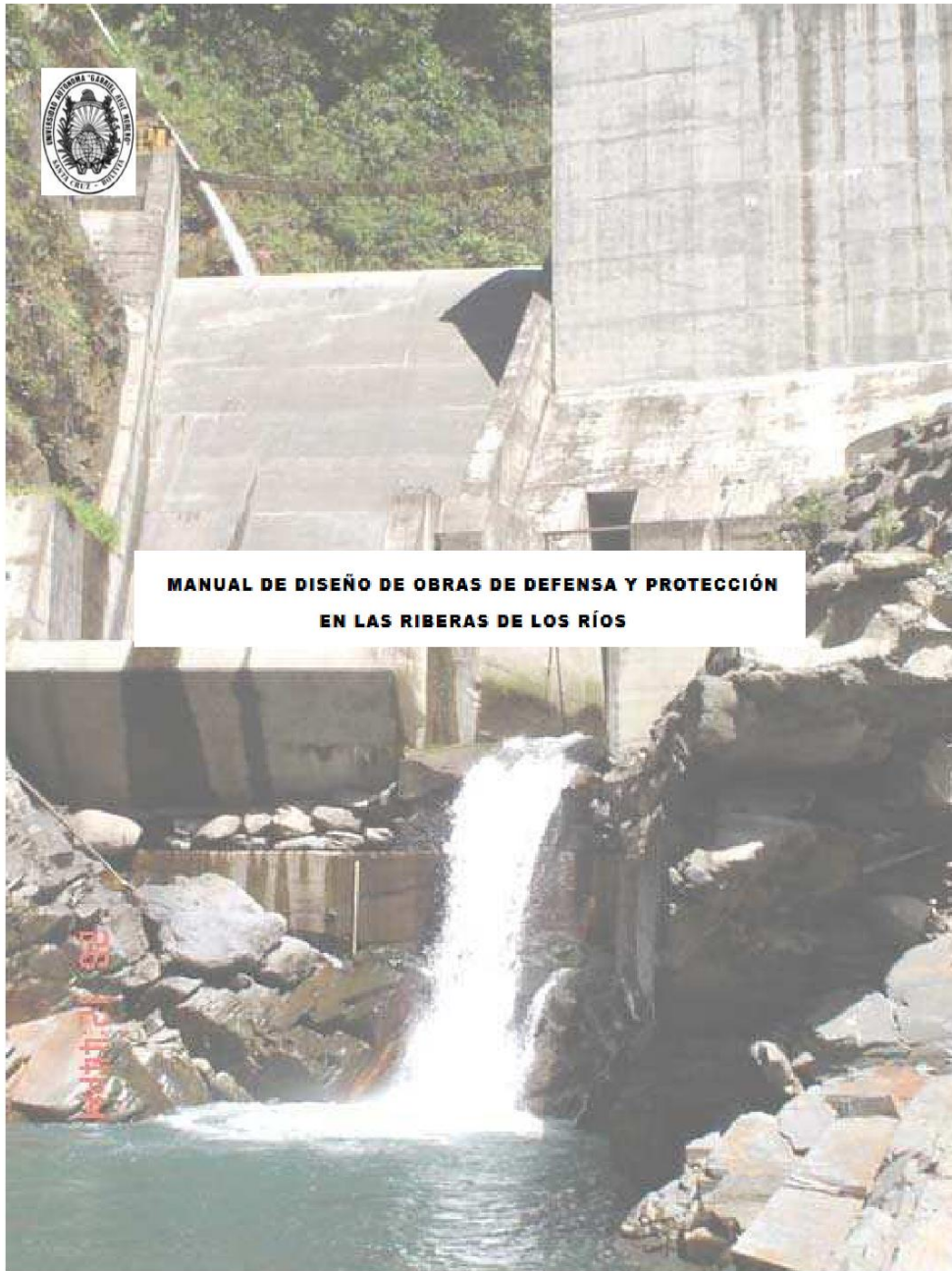
La medición se realizará por metro lineal (m) con aproximación a la décima, de conservación de defensas ribereñas, o la correspondiente al indicador de conservación o al indicador de nivel de servicio, según el caso.

#### 1118.7 Pago

Se pagará según el precio unitario del contrato o el cumplimiento del indicador de conservación o el indicador de nivel de servicio.

Sección	Ítem de pago	Unidad de pago
1118	Conservación de defensas ribereñas	Metro lineal (m)

La suma indicada en cada ítem, o precio unitario, deberá cubrir todos los gastos de equipo, materiales, mano de obra y herramientas; incluyendo los costos de carga, descarga y transporte, así como todo aquello que sea necesario para la ejecución satisfactoria de la actividad.



Document shared on <https://www.docstoc.com/es/manual-de-diseno-de-obras-de-proteccion-riberena/4454340/>  
Downloaded by: andre-pz (pol557927@gmail.com)

3. Tetrápodos.
4. Losas.
5. Colchones.
6. Gaviones.

## 6.2. Diques enrocados

### 6.2.1. Descripción

Los diques enrocados son estructuras conformadas sobre la base del material del río, dispuesto en forma trapezoidal y revestido con roca pesada en su cara húmeda; pueden ser continuos o tramos priorizados donde se presenten flujos de agua que actúan con gran poder erosivo.

Las canteras de roca deben ser de buena calidad, y estar ubicadas lo más cercano posible a la zona de trabajo (ver figura 6.1).

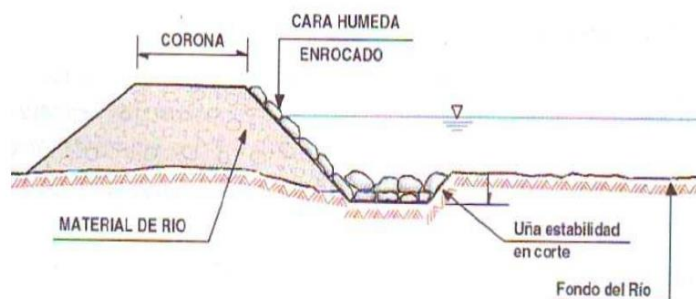


Figura 6.1. Dique enrocado

Los muros de enrocados resultan la protección mas efectiva contra la acción del oleaje por su bajo costo de colocación y mantenimiento.

### **6.2.2. Objetivo de la práctica**

Entre los objetivos fundamentales de esta práctica se encuentra el de proteger los taludes de los diques contra las acciones erosivas del:

1. Oleaje
2. Lluvia
3. Viento

### **6.2.3. Tipos de diques enrocados**

Los diques enrocados pueden ser de dos clases:

- a. Enrocados con roca al volteo.
- b. Enrocado con roca colocada.

#### **a. Enrocados con roca al volteo**

##### **a.1. Características**

Son estructuras revestidas con roca pesada al volteo o colocada en forma directa por los volquetes, pudiendo ser en forma parcial, sólo la cara húmeda o en forma total, uña y cara húmeda (ver figura 6.2).

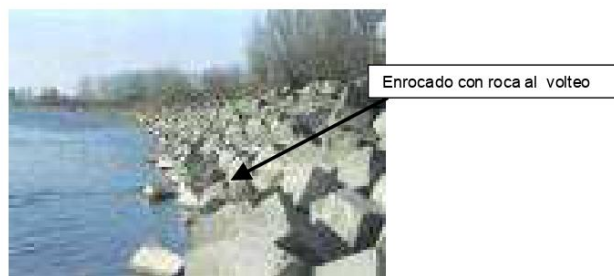


Figura 6.2. Fotografía de un enrocado con roca al volteo

### a.2. Criterios para el diseño

El enrocado esta formado por bloques de piedras colocados sobre una capa base que funciona como una especie de filtro, donde el enrocado debe extenderse de 1,5 a 2,4 m. por debajo del nivel de aguas. El volumen de roca empleado es mayor y su talud de acabado no es muy estable (ver figura 6.3). Este tipo de enrocado es mas efectivo contra la acción erosiva del oleaje debido a la superficie rugosa que se obtiene.



Figura 6.3. Fotografía de un enrocado con roca colocada al volteo

### a.3. Metodología de diseño

#### Información necesaria:

- Dimensiones del talud del dique sobre el cual se va a colocar el enrocado.
- El intensidad del flujo del agua en contacto con el enrocado.
- La profundidad del río, quebrada, presa.

**Pasos a seguir:**

- 1°. Peinar la superficie o talud húmedo sobre el cual se va a colocar el enrocado con maquinaria empleando un tractor o moto niveladora (ver figura 6.4).



Figura 6.4. Talud peinado con maquinaria

- 2°. Colocar una capa base con las siguientes características:
  - 2.1. El material empleado para su construcción es grava o piedra picada con arena bien gradadas.
  - 2.2. Dependiendo del tipo de material de relleno del dique, esta debe ser diseñada como filtro para impedir la migración de partículas y evitar el lavado del material de la superficie del talud aguas arriba.
  - 2.3. La longitud de la capa base varia dependiendo de la profundidad del terraplén.
- 3°. Volcar el enrocado sobre la capa base desde el camión o volquete, formado por piedras, rocas de diámetros variables entre 50 a 100 cm. evitando así el arrastre del material por la corriente del agua.

4º. Acomodar las piedras, rocas con una barra metálica u otro tipo de herramientas tratando de uniformizar la superficie del enrocado.

**b. Enrocado con roca colocada**

**b.1. Características**

Cuando la roca es colocada con la ayuda de un cargador frontal, excavadora o pala mecánica, en la cara húmeda de terraplén. El volumen de roca empleado es menor y el talud que se logra es estable y guarda las especificaciones de diseño (ver figura 6.5).



Enrocado con roca colocada

Figura 6.5 Fotografía de un enrocado con roca colocada

**b.2. Criterios para el diseño**

El material empleado para este tipo de enrocado consiste en piedras seleccionadas, acomodadas y trabadas.

Las piedras son planas de forma cuadrada o rectangular que se colocan sobre una capa base (ver figura 6.6).



Figura 6.6. Forma de colocar las piedras para un enrocado colocado a mano

Este tipo de enrocado tienen poca flexibilidad y su superficie es poco rugosa, por lo que es menos efectivo para disipar la energía del oleaje.

### **b.3. Metodología de diseño**

#### **Información necesaria:**

- Dimensiones del talud de la presa sobre la cual se va a colocar el enrocado.
- Intensidad del flujo de agua en contacto con el enrocado.
- La profundidad del río, quebrada, presa, donde será colocado.

#### **Pasos a seguir:**

- 1°. Peinar la superficie o talud húmedo sobre el cual se va a colocar el enrocado con maquinaria empleando un tractor o moto niveladora.
- 2°. Construir la capa base sobre la cual se apoyará la losa de hormigón, debiéndose cumplir con las siguientes características:
  - 2.1. El material empleado para su construcción es grava o piedra picada con arena bien gradadas.

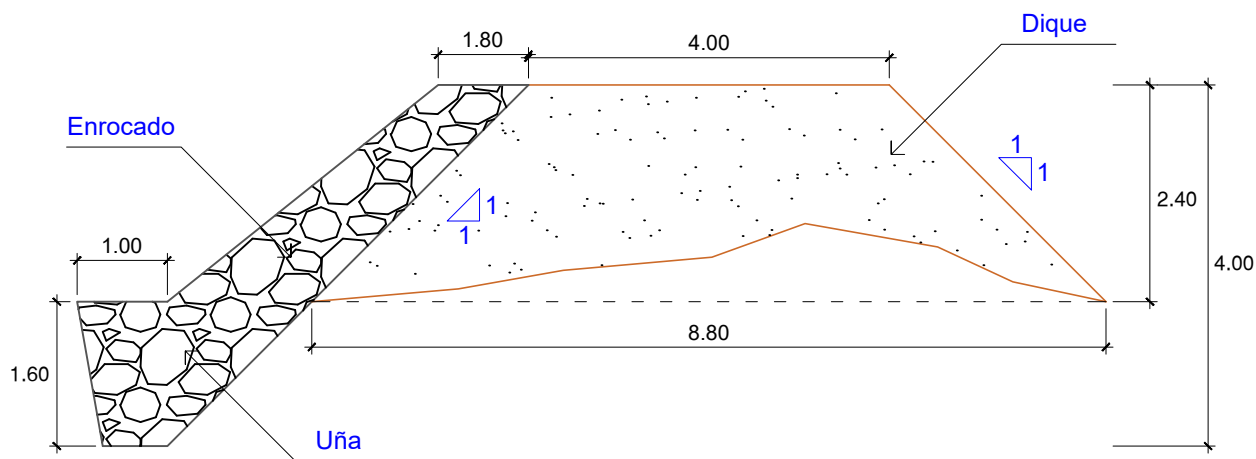
- 2.2. Dependiendo del tipo de material de relleno de la presa, esta debe ser diseñada como filtro para impedir la migración de partículas y evitar el lavado del material de la superficie del talud aguas arriba.
- 2.3. Longitud de la capa base varia dependiendo de la profundidad del terraplén.
- 3°. Volcar el enrocado formado por piedras, rocas de forma cuadrada o rectangular sobre la capa base, con la excavadora o pala mecánica, evitando el arrastre del material por la corriente del agua o una crecida de la misma (ver figura 6.7).



Figura 6.7. Volcado del enrocado con maquinaria

## **Planos**

# SECCIÓN TRANSVERSAL DE DIQUE ENROCADO DE MARGEN DERECHA DEL RÍO LACRAMARCA KM 14+0 AL KM 14+250



ESC.: 1:75

TESIS:

EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO LACRAMARCA KM 14+0 AL KM 14+250, DEL CENTRO POBLADO DE NUEVA ESPERANZA, DISTRITO DE CHIMBOTE PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH - 2024

PLANO:

DIQUE ENROCADO - SECCIÓN TRANSVERSAL MARGEN DERECHA

DEPARTAMENTO:

ÁNCASH

PROVINCIA:

SANTA

DISTRITO:

CHIMBOTE

ASESOR:

MGTR. RETAMOZO FERNANDEZ, SAUL WALTER

TESISTA:

BACH. DELGADO HUARAJARE, ERICK JUNIOR

LAMINA N°:

L-01

UNIVERSIDAD

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE

ESC:

INDICADA

FECHA:

DIC. 2024