



**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA  
DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO SANTA, SECTOR TUNASPAMPA, DEL  
DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH - 2024**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR**

**VILLARRUEL ENCARNACION, JOSE ANTONIO**

**ORCID:0000-0002-0269-9738**

**ASESOR**

**LEON DE LOS RIOS, GONZALO MIGUEL**

**ORCID:0000-0002-3275-817X**

**CHIMBOTE-PERÚ**

**2024**



**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**

**ACTA N° 0160-110-2024 DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE TESIS**

En la Ciudad de **Chimbote** Siendo las **22:56** horas del día **28** de **Junio** del **2024** 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  
**RETAMOZO FERNANDEZ SAUL WALTER** Miembro  
**BARRETO RODRIGUEZ CARMEN ROSA** Miembro  
**Mgtr. LEON DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL** Asesor

Se reunieron para evaluar la sustentación del informe de tesis: **EVALUACIÓN DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO SANTA, SECTOR TUNASPAMPA, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH - 2024**

**Presentada Por :**

(1201112057) **VILLARRUEL ENCARNACION JOSE ANTONIO**

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

**RETAMOZO FERNANDEZ SAUL WALTER**  
Miembro

**BARRETO RODRIGUEZ CARMEN ROSA**  
Miembro

**Mgtr. LEON DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL**  
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 DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO SANTA, SECTOR TUNASPAMPA, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH - 2024 Del (de la) estudiante VILLARRUEL ENCARNACION JOSE ANTONIO, asesorado por LEON DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL se ha revisado y constató que la investigación tiene un índice de similitud de 0% según el reporte de originalidad del programa Turnitin.

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

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

Chimbote, 13 de Julio del 2024



Mgtr. Roxana Torres Guzman  
RESPONSABLE DE UNIDAD DE INTEGRIDAD CIENTÍFICA

## **Jurado**

PRESIDENTE

MS. PISFIL REQUE, HUZO NAZARENO

PRIMER MIEMBRO

MG. BARRETO RODRIGUEZ, CARMEN ROSA

SEGUNDO MIEMBRO

MG. RETAMOZO FERNANDEZ, SAÚL WALTER



## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a Dios todo poderoso por su voluntad de permitirme alcanzar objetivos y por seguir dándome las oportunidades para recibir y dar.

Un abrazo hasta el cielo a mis padres, quienes me apoyaron en todas las circunstancias buenas y malas, mientras Dios permitió que ellos estuvieran aquí en el camino de la vida.

## **Agradecimiento**

A Dios por su inmensa bondad y misericordia, porque todas las cosas llegan en el momento que Él lo considera y sobre todo porque nunca nos abandona mientras caminemos con su luz.

A mis padres, hermanos y todas aquellas personas quienes con su aliento y apoyo me impulsaron a seguir luchando y no rendirme.

A todos los docentes y personal que labora en la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, por compartir sus conocimientos y el apoyo que nos brindan en todos los aspectos académicos y administrativos.

## Índice General

Carátula.....	IV
Dedicatoria.....	V
Agradecimiento .....	VI
Índice General.....	VII
Lista de Tablas.....	IX
Lista de Figuras .....	X
Resumen .....	XI
Abstract.....	XII
I. Planteamiento del Problema de Investigación .....	1
1.1 Descripción del problema .....	1
1.2 Formulación del problema .....	2
1.3 Justificación .....	2
1.4 Objetivo general.....	2
1.5 Objetivos específicos .....	2
II. Marco Teórico.....	3
2.1 Antecedentes .....	3
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	3
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	4
2.1.3. Antecedentes regionales o locales.....	6
2.1 Bases teóricas.....	7
2.2.1. Muro de gaviones .....	7
2.2.2. Evaluación de muro de gaviones.....	14
2.2.3. Evaluación hidráulica .....	18
2.2.4. Defensa ribereña.....	20
2.3 Hipótesis .....	22
III. Metodología.....	23

3.1 Nivel, Tipo y Diseño de Investigación .....	23
3.1.1. Nivel de investigación.....	23
3.1.2. Tipo de investigación .....	23
3.1.3. Diseño de investigación .....	23
3.2 Población y Muestra .....	23
3.2.1. Población.....	23
3.2.2. Muestra.....	23
3.3 Variable. Definición y Operacionalización.....	24
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de información .....	25
3.4.1. Técnica de recolección de la información.....	25
3.4.2. Instrumentos de recolección de información .....	25
3.5 Método de análisis de datos .....	25
3.6 Aspectos Éticos.....	26
IV. Resultados .....	27
V. Discusión .....	37
VI. Conclusiones .....	38
VI. Recomendaciones.....	39
Referencias bibliográficas .....	40
Anexo 01. Matriz de Consistencia.....	43
Anexo 02. Instrumento de recolección de información.....	45
Anexo 03. Validez del instrumento .....	48
Anexo 04. Confiabilidad del instrumento .....	50
Anexo 05. Formato de Consentimiento Informado.....	53
Anexo 06. Declaración jurada .....	55
Anexo 07. Evidencias de ejecución.....	57
Anexo 08. Manual de estructuras de contención en gaviones.....	67

## Lista de Tablas

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables .....	24
Tabla 2. Ficha de evaluación de la progresiva 0+000 al 0+020 .....	27
Tabla 3. Ficha de evaluación de la progresiva 0+020 al 0+040 .....	28
Tabla 4. Ficha de evaluación de la progresiva 0+040 al 0+060 .....	29
Tabla 5. Ficha de evaluación de la progresiva 0+060 al 0+080 .....	30
Tabla 6. Ficha de evaluación de la progresiva 0+080 al 0+100 .....	31
Tabla 7. Ficha determinación de mejora de la defensa ribereña 1 .....	33
Tabla 8. Ficha determinación de mejora de la defensa ribereña 2 .....	35
Tabla 9. Matriz de consistencia .....	44

## Lista de Figuras

Figura 1. Detalle de la configuración de un gavión.....	8
Figura 2. Gavión tipo caja .....	9
Figura 3. Gavión tipo colchón .....	9
Figura 4. Saco de gaviones de alambre de acero.....	10
Figura 5. Direcciones principales de la malla hexagonal .....	13
Figura 6. Detalles de los bordes enrollados.....	13
Figura 7. Evaluación de daños.....	15
Figura 8. Evaluación geotécnica.....	15
Figura 9. Tipos de falla de muros de gaviones .....	17
Figura 10. Defensa ribereña.....	20
Figura 11. Avenidas Máximas.....	22
Figura 12. Pregunta 1 del cuestionario .....	34
Figura 13. Pregunta 2 del cuestionario .....	36

## Resumen

El presente trabajo de investigación se desarrolló con la finalidad de evaluar la funcionalidad del muro de gaviones, esto debido a evidencias que amenazan su estabilidad estructural. Por tal motivo se formuló como problema de investigación: ¿La evaluación del muro de gaviones mejorará la defensa ribereña de la margen izquierda del río Santa, sector Tunaspampa, del distrito y provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2024? Por lo tanto, para brindar una solución al problema formulado se propuso como objetivo general desarrollar la evaluación del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Santa. La metodología empleada fue: nivel de investigación descriptivo, tipo de investigación aplicada, diseño de investigación no experimental de corte transversal. La población lo comprenden las defensas ribereñas del río Santa y la muestra es el muro de gaviones en la margen izquierda del río Santa, sector Tunaspampa. Las técnicas e instrumentos de recolección de información empleadas son la observación directa, fotografías, fichas técnicas, etc. Como resultado se obtuvo que el muro presenta deformaciones en sus paredes horizontal y vertical, socavación, rotura interna, rotura de malla, rocas fracturadas y rocas cuyo diámetro son inferiores a la abertura del hexágono. En conclusión, se determinó que el muro presenta zonas de riesgo, deterioros, desgaste, los cuales generan riesgo de estabilidad. Finalmente se concluye que de acuerdo a los resultados de la evaluación es necesario intervenir con urgencia y reparar los daños para así optimizar el desempeño del muro.

Palabras clave: muro de gaviones, socavación, rotura interna, estabilidad

## **Abstract**

The present research work was developed with the purpose of evaluating the functionality of the gabion wall, due to evidence that threatens its structural stability. For this reason, it was formulated as a research problem: Will the evaluation of the gabion wall improve the riverside defense of the left bank of the Santa River, Tunaspampa sector, of the district and province of Huaraz, department of Ancash - 2024? Therefore, to provide a solution to the formulated problem, the general objective was proposed to develop the evaluation of the gabion wall to improve the riverside defense of the Santa River. The methodology used was: descriptive level of research, type of applied research, non-experimental cross-sectional research design. The population includes the riverside defenses of the Santa River and the example is the gabion wall on the left bank of the Santa River, Tunaspampa sector. The information collection techniques and instruments used are direct observation, photographs, technical sheets, etc. As a result, it was obtained that the wall presents deformations in its horizontal and vertical walls, scour, internal breakage, mesh breakage, fractured rocks and rocks whose diameter is less than the opening of the hexagon. In conclusion, it was determined that the wall presents risk areas, deterioration, wear, which generate stability risk. Finally, it is concluded that according to the results of the evaluation, it is necessary to urgently intervene and repair the damage in order to optimize the performance of the wall.

Keywords: gabion wall, scour, internal failure, stability



## **I. Planteamiento del Problema de Investigación**

### **1.1 Descripción del problema**

En el ámbito internacional, Yeung J. (1) menciona que a nivel mundial el cambio climático está causando un incremento tanto en la frecuencia como en la fuerza de los eventos climáticos extremos, dificultando la recuperación de comunidades, especialmente en zonas afectadas por conflictos. En algunas partes de América ocurrieron inundaciones como consecuencia de las lluvias torrenciales, tal es el caso de Brasil ya que la semana pasada registro más de 30 muertes a consecuencia de las intensas lluvias e inundaciones ocurrido en el estado de Rio Grande do Sul, menciona además que no se había visto un desastre natural de tal magnitud en más de 40 años. Yeung además menciona que la administración Nacional Oceánica y Atmosférica afirma que más del 90% del calentamiento global de los últimos 50 años ha ocurrido en los océanos.

A nivel nacional, Morales M. (2) afirma que 154.000 personas en 15 distritos de la capital están en riesgo de inundaciones y erosiones fluviales, y solo 8 de estos distritos tienen planes de prevención de desastres. A pesar de que algunas viviendas se deben reubicar, siguen estando junto a los ríos. El asentamiento humano Nueva Esperanza tiene más de 100 habitantes que viven en las orillas del río Chillón, distrito de Comas. Los residentes viven con miedo ante el riesgo de inundación porque el nivel del agua ha aumentado y las riberas se han desgastado. Según los expertos, en Lima Metropolitana hay poca preparación para enfrentar desastres naturales a pesar que todos los años hay temporada de lluvias y además las zonas críticas ya están localizadas.

A nivel local, según informe de Instituto Nacional de Defensa Civil (3), en diciembre del año 2021 las intensas lluvias aumentaron el caudal de los ríos Paria, Auqui y Quillcay ocasionando desbordes, socavamiento y daños a las defensas ribereñas. En el sector de Auqui se registró pérdida de plataforma de un largo tramo de la vía, también en el barrio Nicrupampa del distrito de independencia se constató el fallecimiento de una persona como consecuencia del colapso de una vivienda. Así mismo las intensas lluvias activaron la quebrada Jancu en el centro poblado de Ichota del distrito y provincia de Huaraz causando daños a las viviendas, pérdida de plataforma de la vía y defensas ribereñas existentes. En el centro poblado de Macashca se produjo el colapso del puente Carma todo esto como consecuencia del incremento del caudal del río en la cuenca

Paria, también se registró que varios tramos de la carretera entre el sector Nueva Esperanza y Macashca quedaron dañados.

## **1.2 Formulación del problema**

¿La evaluación del muro de gaviones mejorará la defensa ribereña de la margen izquierda del río Santa, sector Tunaspampa, del distrito y provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2024?

## **1.3 Justificación**

El presente trabajo de investigación sobre “Evaluación del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña de la margen izquierda del río Santa, sector Tunaspampa, del distrito y provincia de Huaraz” se justifica por la necesidad de reducir, disminuir los efectos de erosión y socavación, evitando el colapso de la estructura existente. La seguridad, la infraestructura y condiciones de vida del centro poblado se ven amenazados por la falta de una defensa ribereña efectiva. Esta investigación busca abordar el problema de manera sostenible, logrando un equilibrio entre la efectividad de las estructuras de gaviones y la protección del medio ambiente.

## **1.4 Objetivo general**

- Realizar la evaluación de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña de la margen izquierda del río Santa, sector Tunaspampa, del distrito y provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2024

## **1.5 Objetivos específicos**

- Realizar la evaluación del muro de gaviones de la margen izquierda del río Santa, sector Tunaspampa, del distrito y provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2024.
- Determinar la mejora de la defensa ribereña de la margen izquierda del río Santa, sector Tunaspampa, del distrito y provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2024.

## II. Marco Teórico

### 2.1 Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

En el año 2019, en Ucrania en la Universidad Técnica de Lutsk, Korin T. (4) presentó su tesis titulada "Diseño de Muros de Gaviones: Caso Práctico", con el propósito de explorar en profundidad el método de cálculo, así como los aspectos y características del diseño de muro de contención construidos con gaviones. La metodología consiste en modelar la forma correcta de diseñar y calcular muros de contención de gaviones, examinar la tecnología de instalación y mantenimiento, comprender formas de resolver problemas ambientales y de planificación urbana, los cuales se pueden afrontar utilizando estructuras de muros de gaviones. Como conclusión menciona que es mejor utilizar el principio de Terzaghi del manual "Obras de Contención" en el cual se presentan correcciones para obtener una teoría correcta del diseño de muros de contención de gaviones, en lugar de usar la tradicional tecnología de construcción de muros de contención de hormigón.

Fracassi G. (5), en su libro año 2019 titulado "Defensas ribereñas con gaviones y geosintéticos" pone como objetivo general proporcionar referencias importantes para profesionales enfocados en obras de estabilización en las riberas del río, detallando características de las estructuras tanto en gaviones como en geosintéticos, utilizando como metodología la bioingeniería y los planes de dimensionamiento, los cuales se utilizaran para abarcar desde la forma de flujo (incluyendo tipos de mediación de agua), hasta la bioingeniería (incluida la planificación dimensional), los cuales se aplicaran para hallar soluciones a los problemas de estabilización, regulación, control de la erosión y vigilancia de crecidas o aumento del agua. Los instrumentos utilizados son la morfología fluvial, la bioingeniería, gaviones, geosintéticos, estructuras en gaviones y métodos de dimensionamiento, tomando como muestra estructuras hidráulicas en gaviones y casos de problemas observados y sus correcciones. Los resultados indican que hay diferentes tipos de soluciones como canales de riego, muros de contención, espigones, gaviones, etc.

Soto J. (6), en el año 2017 en cumplimiento del requisito para la obtención del título de ingeniero civil de la Universidad Católica de Colombia, presenta su tesis sobre "Presupuesto de Muro de Gaviones por Gravedad - para la protección

de las riberas del Río Magdalena en el distrito de Puerto Bogotá, municipio de Guaduas Cundinamarca”, cuyo objetivo principal es diseñar y presupuestar un muro de contención por gravedad para así prevenir la erosión y el continuo deterioro de la banca en Puerto Bogotá, municipalidad de Guaduas, empleando una metodología basado a la asignación de fondos para la reparación, protección y mantenimiento de este tramo de calle en la zona de Porto Bogotá en respuesta a la erosión que destruyó dicha calle, teniendo como conclusión que su diseño sumado a la aplicación de gaviones dará solución a los problemas que surgen en esta área portuaria de Bogotá, indica que es viable tanto técnica como financieramente.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Tabori A. (7), en el año 2018, como parte de su investigación sobre “Construcción de un sistema de protección de riberas en el río Supe para mitigar posibles desastres naturales”, se estableció como objetivo principal implementar medidas de protección a lo largo de las riberas del río Supe en previsión de potenciales desastres naturales, utilizando la metodología basada en cálculos estadísticos, aplicando los softwares como Hyfran, ArcCatalog, ArcMap, AutoCad como también manuales de hidrología, hidráulica y otros. Se utilizó el análisis estadístico descriptivo para procesar los datos recopilados, utilizando el programa SPSS y cartografías del Instituto Geográfico Nacional, además se obtuvo información de datos pluviométricos para determinar la esorrentía de la cuenta del río Supe. En el contexto de este estudio, se utilizó la longitud del cauce principal, que era de 86.83 km, como muestra de referencia. Los hallazgos del análisis indicaron que sería necesario instalar defensas de muros de gaviones en los puntos de entrada y salida del puente. Se llega a la conclusión de que la instalación de un muro será beneficiosa en el momento apropiado, dado que la corriente del río no supera los 5 metros por segundo. Además, esta medida facilitará el monitoreo de eventuales catástrofes naturales.

Nalvarte M. (8), en el año 2022, en el departamento de Ayacucho, presentó su trabajo académico de investigación cuyo título es "Evaluación y Mejora de la Defensa de Ribera para Preservar el Campo Deportivo Histórico de Muyurina", donde empleó el Algoritmo SFM-DMV. La realización de este trabajo de investigación fue esencial con el propósito de satisfacer los requisitos

predeterminados y lograr la obtención del título de ingeniero civil. Su objetivo principal es llevar a cabo una evaluación detallada y una planificación minuciosa de la defensa ribereña con el objetivo de resguardar el campo deportivo de Muyurina, empleando una metodología centrada en el aseguramiento y la evaluación de las defensas ribereñas que ya se encuentran establecidas en la zona, esta investigación se centrará en la validación y evaluación de los dispositivos de protección contra inundaciones, para luego determinar si están cumpliendo o no su utilidad práctica, teniendo como conclusión la construcción de una nueva defensa ribereña, otra opción es construir un muro de gaviones con altura de 2.3 m y así evitar riesgos de rebasar.

Pareja K. (9), en el año 2022 presenta su tesis denominada " Evaluación y diseño de la defensa ribereña en la margen derecha del río Cachi en el centro poblado de Cangari-Chihua, Distrito de Higuaín, Provincia de Huanta, departamento de Ayacucho - 2022", cuyo objetivo principal consiste en analizar y sugerir mejoras en las estructuras de protección en la margen derecha del río Cachi en el centro poblado de Cangari. El enfoque metodológico utilizado en la investigación es descriptivo y de naturaleza cualitativa, centrándose en la observación directa como principal técnica de investigación de la población y muestra (defensa ribereña). Se llegó a la conclusión de que los elementos de la defensa hechos con materiales obtenidos del río desaparecieron debido a la erosión causada por el agua. En resumen, se puede afirmar que la defensa no cumple su función de proteger el talud, ya que su base es inestable y no logra controlar el caudal, lo que la convierte prácticamente en ineficaz, lo cual a su vez provoca un efecto perjudicial en la accesibilidad de la carretera.

Quispe W. (10), el principal objetivo descrito en la tesis titulada "Implementación de gaviones para estabilizar taludes, empleando el Software Geo5, en el puente Fortaleza, sector Madrigal, Caylloma, Arequipa en el año 2021", fue el empleo de gaviones como método para mejorar y maximizar la estabilidad de los taludes del Puente Fortaleza, la investigación se considera de tipo explicativa, ya que su principal objetivo es mostrar y analizar de qué manera la estabilidad de taludes, se ve afectada por la presencia de los gaviones. Para llevar a cabo este estudio, el universo poblacional está constituido por 120.00 metros de longitud que es la totalidad de zona vulnerable, se selecciona una

muestra de 65.00 metros para su análisis. Las fichas técnicas, que se utilizan para recopilar los datos, son insertadas en el software GEO5 con el fin de calcular el factor de seguridad. Adicionalmente, se emplearon herramientas tecnológicas, más específicamente, se utilizaron programas informáticos como las hojas de cálculo de Excel, con el fin de poner a prueba la solución propuesta. De acuerdo a los datos investigados, se confirmó la eficacia del método Bishop al lograr un coeficiente de 1.56 y en el enfoque del método Janbú Generalizado se obtuvo un coeficiente de 1.55. Estos valores superan el umbral de 1.50, indicando que los perfiles analizados satisfacen los requisitos del software. Por lo tanto, se concluye que el diseño del muro de gavión es estable. Se ha llegado a la conclusión de que la elección del diseño de muro de gaviones resulta ser la mejor opción para incrementar la estabilidad de los taludes del puente fortaleza, ya que muestran una mayor eficacia en este aspecto. La rigidez de estas estructuras las protege de deslizamientos, ya que actúan como fuerzas externas, pero al mismo tiempo tienen la capacidad de flexionarse ante movimientos sísmicos para prevenir fisuras, lo que las hace fáciles de construir. Por lo tanto, es una de las soluciones más comúnmente empleadas en el Perú para garantizar la estabilidad de taludes.

### **2.1.3. Antecedentes regionales o locales**

Vergara L. (11), en su trabajo de tesis en la Universidad ULADECH, que tiene como título "Evaluación y mejoramiento del muro de gaviones para la protección de las riberas del Río Santa, margen derecha, ubicado en la zona de la urbanización San Pedro, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región Áncash – 2023", hecho con el propósito de conseguir la titulación de Ingeniero Civil, se establece como principal objetivo llevar a cabo un análisis exhaustivo y realizar mejoras en la estructura del mencionado muro de gaviones. El enfoque metodológico utilizado incluye tanto aspectos cuantitativos como cualitativos, con un tipo de investigación descriptiva y no experimental de corte transversal respectivamente. Se determinó que durante el proceso de evaluación se identificó que la construcción no consideró el ángulo de inclinación del muro, el cual se recomienda sea de al menos 6 grados, o la posibilidad de implementar un escalonamiento externo de 10 centímetros entre las capas, como se indica en los manuales técnicos.

Rondan J. (12), presenta su tesis con el título "Evaluación y mejora de la defensa ribereña en la margen derecha del río Santa en el sector Santa Gertrudis, ubicado entre los kilómetros 173+000 y 175+000 de la carretera Pativilca – Huaraz, en el distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash - 2021". Su principal objetivo es analizar y proponer mejoras para la defensa de la ribera del río Santa en esa área específica. La metodología de estudio empleada en esta investigación es descriptiva, cuyo nivel es cualitativo y no implica la realización de experimentos (no experimental), e incluye el análisis de varios tipos de documentos y datos (análisis de suelo recopilación de datos hidrométricos, cartas cartográficas, etc.) Concluye que las estructuras están en mal estado y son incompletas. Este estudio ayudará al mantenimiento y rehabilitación de la defensa ribereña.

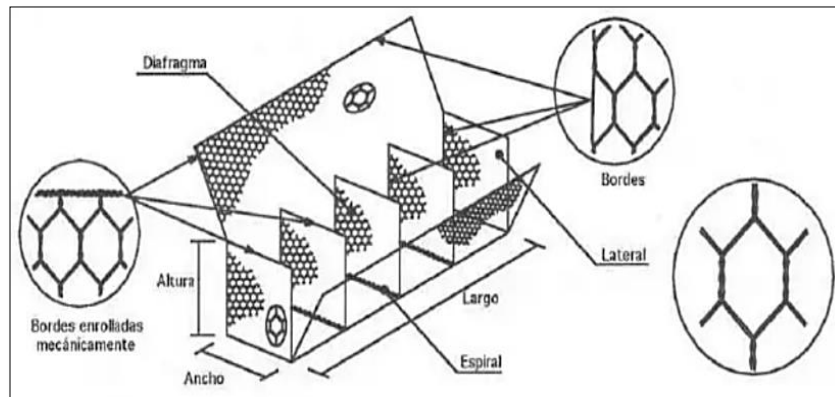
## **2.1 Bases teóricas**

### **2.2.1. Muro de gaviones**

Terán A. (13), define que los muros de gaviones son estructuras destinadas a la protección y retención de cauces de agua, hechos con gaviones cuya forma de su estructura puede ser cilíndrica o prismática, con el fin de regular la cantidad de agua que circula, evitar la erosión y proteger a los habitantes que habitan en las zonas ribereñas. Los muros de gaviones se pueden utilizar para estabilizar los flujos de agua, prevenir inundaciones y proteger la vida silvestre. Los gaviones están contruidos con materiales duraderos y resistentes, como malla de alambre de acero, que se rellenan con piedras para obtener mayor resistencia y estabilidad, ayudando de esta forma a fomentar el progreso sostenible y continuo de la zona ribereña.

De acuerdo con la descripción proporcionada por la Corporación de Desarrollo Tecnológico (14), los gaviones están formados por unidades modulares en forma prismática con secciones cuadradas, rectangulares o cilíndricas. Estas unidades están fabricadas utilizando mallas de alambre y están separadas en segmentos por diafragmas o tabiques interiores del mismo material. Posteriormente, se llenan con piedras o bloques de roca para otorgar estabilidad y resistencia a la estructura.

Figura 1. Detalle de la configuración de un gavión



Fuente: Del libro, Estructuras de Contención en Gaviones (2004)

#### 2.2.1.1. Tipos y Dimensiones

Existen varios tipos de gaviones que se pueden diferenciar entre ellos debido a las diferencias en su configuración, los materiales utilizados y las diversas aplicaciones en las que se emplean. Los distintos tipos de gaviones que existen actualmente son los siguientes:

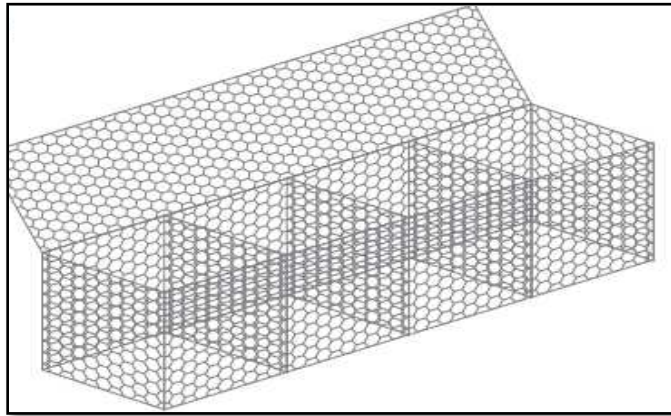
- a) Gavión tipo Caja: según menciona Fracassi G. (5), se construye un paralelepípedo metálico uniendo paneles hexagonales a la base y formando las paredes. La malla hexagonal de doble torsión, que es un tipo de red metálica formada por alambres de acero con una cantidad baja de carbono, ha sido recubierta con una capa de una aleación compuesta de zinc, aluminio y elementos de tierras raras. Este revestimiento se ha aplicado con el propósito de brindar protección adicional a la estructura metálica contra la corrosión. Se recomienda usar malla con recubrimiento plástico en áreas húmedas para mayor protección contra la corrosión. Cada caja de gavión que tenga una longitud mayor o igual a 2.0 metros necesita ser subdividida en secciones más pequeñas mediante la instalación de diafragmas a intervalos de un metro.

Dimensiones estándar:

- Largo 2.00m, 3.00m, 4.00m
- Ancho 1.00m
- Alto 1,00 m, 0,50 m, 0,30 m



Figura 2. Gavión tipo caja



Fuente: Geosintéticos Arpimix (2015).

- b) Gavión tipo Sábana o colchón: Pérez F. (15) afirma que es una red de alambre que tiene como altura máxima 0.50 metros, los cuales son utilizados en la construcción de carreteras, para prevenir erosiones y estabilizar los cuerpos de agua. Esta red es excelente para la protección de zonas costeras y fluviales. Los gaviones en cuestión se caracterizan por tener unas medidas que alcanzan los 6 metros de longitud, 2 metros de anchura y una altura de 0.30 metros. Se emplean en el revestimiento de los canales de los ríos para prevenir la erosión y controlar la velocidad de las olas que fluyen en ellos.

Figura 3. Gavión tipo colchón



Fuente: Corporación industrial andina S.A. (2017)

- c) Gaviones tipo saco: según Fracassi, G. (5), los sacos de gaviones son mezclas de roca, grava, arena, etc. colocados en una malla de alambre de acero galvanizado y son utilizados para estabilizar terrenos blandos o erosionados, permitiendo la construcción de estructuras de contención sobre suelos

inestables. Mantienen su forma durante muchos años ya que son muy resistentes a la erosión. Tienen un proceso de armado rápido. Generalmente estos sacos de gaviones son utilizados en obras hidráulicas.

Figura 4. Saco de gaviones de alambre de acero



Fuente: BOSSGOO. (2019). Saco de gaviones.

#### 2.2.1.2. Características de los gaviones

Tolentino S. (16) describe las siguientes características:

- a) Flexibilidad: La gran resistencia de la red de alambres permite la deformación de los elementos. La flexibilidad de los gaviones permite resistir situaciones donde otras estructuras rígidas fallarían.
- b) Durabilidad: Las capas de GalFan protegen la malla de la corrosión bajo condiciones severas. La rotura parcial del cable no siempre conduce al colapso del elemento debido a la torsión de la malla.
- c) Resistencia: Este elemento exhibe un comportamiento monolítico y consistente en todos los aspectos. no individual, por sus propiedades elásticas, empuje de talud, resiste esfuerzos de tracción e inundación hidrológica, resiste por regulación de presión hidrostática.
- d) Permeabilidad: Los espacios vacíos en el relleno estructural permiten que los fluidos fluyan. La presión hidráulica no influye en el comportamiento de los fluidos.
- e) Firmeza: La malla de alambre hexagonal de acero es resistente y flexible para aguantar la presión del agua, tierra, peso y corriente eléctrica. Aunque el hilo se rompa, la hoja de torsión triple no se aflojará y la piedra no saldrá.

- f) Versatilidad: Los gaviones se pueden construir en diversas condiciones climáticas. También pueden ser construidos por personal no especializado y rellenos con diferentes materiales como sacos de arena, concreto, ladrillos y otros.
- g) Integración con el medio ambiente: La vegetación y suelo pueden crecer sobre los gaviones debido a su permeabilidad y naturaleza del relleno de roca con el tiempo o tratamientos adecuados.
- i) Aspecto económico: Basada en varias razones, él considera que los gaviones resultan ser una alternativa más económica en comparación con otras estructuras rígidas.
  - Se necesita un mantenimiento estructural mínimo. Es decir, solo se requiere una pequeña cantidad de mantenimiento para conservar la estructura en buen estado.
  - La estructura que posee es sencilla y fácil de comprender. No es necesario contar con empleados que posean habilidades específicas. El material árido puede encontrarse tanto en el taller como en una cantera que está cerca.
  - Es necesario que la superficie presente una textura lisa y uniforme, sin irregularidades ni imperfecciones.
  - Dado que los gaviones poseen una estructura porosa, no requieren la instalación de sistemas de drenaje.
  - Una alternativa que ofrece la misma durabilidad que el hormigón y el hormigón armado, pero que tiene un costo significativamente inferior por cada metro cúbico.

#### 2.2.1.3. Alambre

Según Corporación de Desarrollo Tecnológico (14), señala que el alambre utilizado en la creación de la estructura de la caja de gavión y en las tareas de aseguramiento y conexión mientras se está construyendo, sea de acero dulce recocido conforme a las indicaciones técnicas correspondientes.

- Revestimiento del alambre

Todo el alambre que se utilice en el proceso debe contar obligatoriamente con un revestimiento de galvanizado mediante el sistema tradicional con zinc o mediante una aleación de zinc y aluminio. Por lo tanto, esto significa que el

alambre debe estar en conformidad con los requisitos detallados a continuación:

- La cantidad mínima de revestimiento requerida es de 244 gramos de zinc por centímetro cuadrado o 244 gramos de aleación de zinc-aluminio por metro cuadrado.
- Adherencia: El revestimiento debe ser tan fuertemente unido al alambre que, al enrollar el alambre alrededor de un mandril con un diámetro que sea tres veces el tamaño del alambre, a una velocidad de 15 vueltas por minuto, no se pueda desprender, dañar o despegar con el roce de un dedo, en cumplimiento con las directrices establecidas en la especificación ASTM A641M-98.

#### 2.2.1.4. Recubrimiento Plástico

la Corporación de Desarrollo Tecnológico (14), especifica, además de estar cubierto con una capa termoplástico a base de PVC, el alambre galvanizado debe cumplir con características iniciales de acuerdo a las normativas NBR 10514 y ASTM 975, lo que implica lo siguiente:

- Espesor mínimo: 0.40 mm
- La masa específica oscila entre 1,30 y 1,37 kg/m<sup>3</sup>
- La dureza se encuentra en un rango de 50 a 65 en escala Shore D.
- La tracción resistente es superior a 210 kg/cm<sup>2</sup>.
- La elongación de ruptura se encuentra en un rango que va desde un 200% hasta un 300%, lo que indica la capacidad del material para estirarse antes de romperse.
- La temperatura de fragilidad es aquella en la que el material se vuelve quebradizo y pierde flexibilidad, y en este caso es definida como cualquier temperatura más baja que -30 grados Celsius.

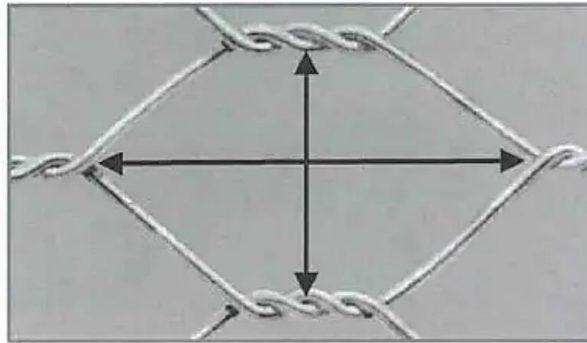
#### 2.2.1.5. Características de la malla

La red debe estar construida con una malla hexagonal de doble torsión, que se logra al entrelazar los alambres tres veces media vuelta, todo de acuerdo a las especificaciones técnicas.

El hexágono que se forma debe contar con aperturas predeterminadas que son establecidas por el fabricante, que pueden ser de dimensiones como 8x10 o 8x12, según se indique. Las dimensiones del hexágono se especifican

utilizando estas medidas, comenzando por la cifra que indica la distancia nominal en centímetros en la dirección principal más corta donde se llevan a cabo las torsiones, y luego mencionando la cifra correspondiente a la distancia nominal en centímetros en la dirección principal más larga.

Figura 5. Direcciones principales de la malla hexagonal



Fuente: Estructuras de Contención en Gaviones (2004)

#### 2.2.1.6. Refuerzos de los bordes

De acuerdo con la Corporación de Desarrollo Tecnológico (14), Es necesario reforzar mecánicamente todos los bordes sin restricción del contenedor de malla de alambre, incluso el extremo superior de las particiones internas, con el fin de prevenir que la red se deshilache y para lograr una mayor capacidad de resistencia. El alambre que se utiliza en los bordes que han sido reforzados mecánicamente debe ser de un grosor superior al que se emplea en la producción de la malla, y se requiere un mínimo de 3.0 mm para los gaviones galvanizados, y de al menos 3.8 mm para los gaviones PVC.

Figura 6. Detalles de los bordes enrollados



Fuente: Estructuras de Contención en Gaviones (2004)

#### 2.2.1.7. Amarre y atirantamiento

Se deben proporcionar cantidades adecuadas de alambre para asegurar y tensar los gaviones de la jaula. Este alambre debe tener las mismas características que el alambre utilizado en la malla, con diámetro de 2.4mm en el caso de los gaviones galvanizados y de 3.2mm en el caso de los recubiertos con PVC.

#### 2.2.1.8. Material de relleno

Las piedras que se utilizan provienen de diferentes fuentes como canteras, canto rodado y otras similares. Deben mantener su calidad intacta, resistir la degradación causada por el agua y las condiciones climáticas, ser sanas y fuertes. En términos generales, se aconseja utilizar piedra que posea un peso específico mayor a 2.3 toneladas por metro cúbico. La granulometría del material debe tener como mínimo 1.5 veces la mayor dimensión de la abertura del hexágono (tamaño mínimo 7”). Para gaviones de 1.0 m de altura se podrán utilizar piedras de hasta 3 veces la altura máxima del hexágono (tamaño máximo 14”) y para los de menor altura hasta 2/3h.

### **2.2.2. Evaluación de muro de gaviones**

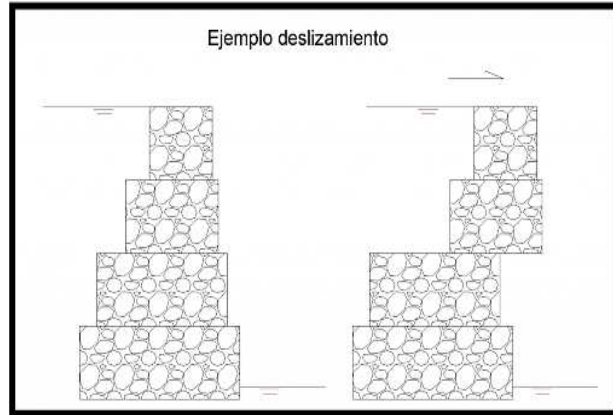
Palomino et al. (17), El análisis de la defensa ribereña abarca la evaluación detallada de las distintas estructuras diseñadas específicamente para prevenir y reducir los impactos negativos causados por la erosión y la invasión del agua. Se evalúa la efectividad de las defensas costeras mediante análisis estructurales y de resistencia para proteger las zonas ribereñas.

#### 2.2.2.1. Evaluación de daños

Como menciona Pareja (9), la inspección de muros de gaviones comprende realizar una evaluación minuciosa, desde un punto de vista general hasta detalles específicos. El proceso comienza con un reconocimiento visual continuando con una observación cercano de la superficie con el fin de encontrar grietas, erosión, etc. La base se examina en busca de filtraciones, y se verifican las uniones y conexiones para garantizar su solidez. Se evalúa la estabilidad global con medidores para detectar inclinaciones o deslizamientos. La inspección de la cimentación se realiza junto con la

inspección para detectar problemas de asentamiento o apoyo, facilitando el análisis anticipado de posibles daños reparables.

Figura 7. Evaluación de daños

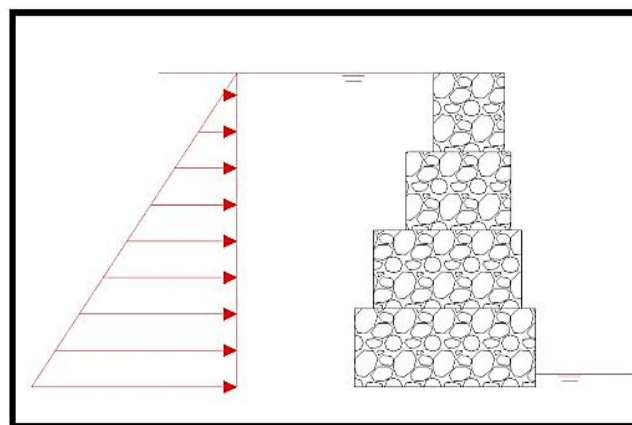


Fuente: Extraído del libro de Tabori A.

#### 2.2.2.2. Evaluación geotécnica

Pareja (9) realiza un análisis detallado de las propiedades geotécnicas del suelo que sustenta el muro para asegurar su estabilidad a largo plazo. Se requiere identificar la capacidad de carga que tiene el suelo con el fin de entender su nivel de resistencia a las cargas de los muros de gaviones y las deformaciones por presión. Examinar el suelo con el fin de identificar su nivel de cohesión, el ángulo de fricción que presenta, la resistencia interna que posee y su capacidad de drenaje. Se requieren todos los elementos mencionados para evaluar completamente la interacción suelo-estructura en el diseño y mantenimiento de muros, asegurando su estabilidad y durabilidad a largo plazo.

Figura 8. Evaluación geotécnica



Fuente: Extraído del libro de Sedano D.

#### 2.2.2.3. Evaluación de la integridad estructural

Guerra A. (18) indica que evaluar la condición física del muro implica examinar grietas, la corrosión y alineación de gaviones. Los análisis buscan asegurar la integridad estructural y capacidad de carga diseñada. Es crucial detectar grietas a tiempo, evaluar corrosión y mantener la alineación de gaviones para prevenir fallos y asegurar durabilidad del muro. La información obtenida a través de la evaluación contribuye a mejorar las estrategias utilizadas en el mantenimiento y reparación del muro, lo que a su vez fortalece su capacidad para hacer frente a desafíos ambientales y garantiza que pueda mantener un alto nivel de funcionamiento a medida que pasa el tiempo.

#### 2.2.2.4. Evaluación de la resistencia a la erosión

Palomino et al. (16), El análisis se encarga de evaluar la capacidad de resistencia del muro ante los efectos de la erosión causados específicamente por la acción del agua y el viento, estudiando la capacidad de las partes estructurales frente a factores ambientales. Se evalúa minuciosamente la resistencia a la corrosión y la integridad estructural del material relleno. También se analiza la resistencia del muro ante condiciones climáticas extremas, como el viento, para verificar que se conserve su forma y función.

#### 2.2.2.5. Evaluación de la permeabilidad del muro

Ríos F. (19), enfatiza la importancia de llevar a cabo una evaluación exhaustiva de la permeabilidad de un muro, ya que resulta fundamental para determinar su eficacia en cuanto a permitir o resistir el paso del flujo de agua. El principal objetivo es identificar y evaluar de qué manera el agua afecta la resistencia a largo plazo y la capacidad de soportar cargas del muro. En el análisis de la permeabilidad del muro se tiene en cuenta factores como la cantidad de poros en los materiales y su densidad, lo que permite determinar la facilidad con la que el agua puede atravesarlos.

#### 2.2.2.6. Análisis de la estabilidad del muro de gaviones

Según Piñar R. (20), Para determinar si un muro es estable frente a movimientos o colapso, se analizan diversos elementos, entre los que se incluyen la configuración física del muro, las propiedades del terreno sobre

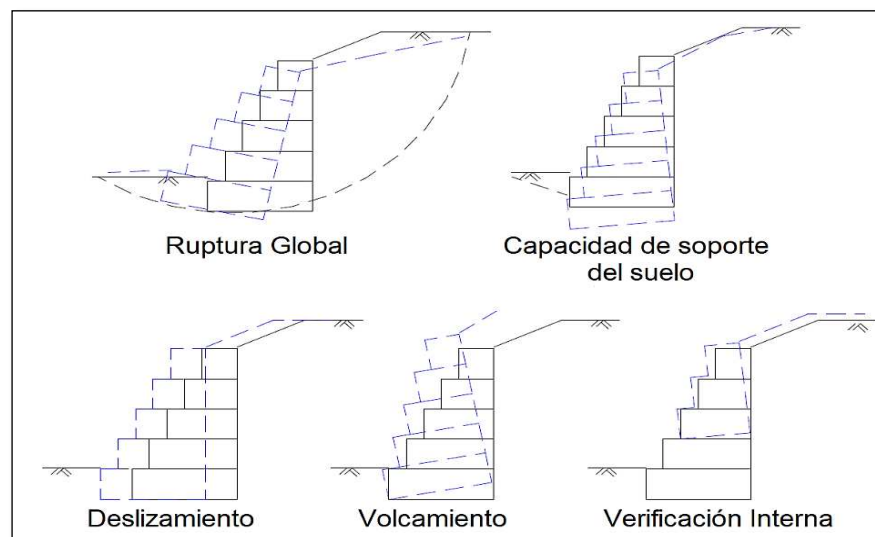


el que se encuentra, la cantidad y distribución de las cargas que soporta y los detalles técnicos de la edificación.

Al analizar muros, se deben considerar ciertos parámetros de estabilidad que deben ser controladas en una estructura de contención de gaviones:

- a) Deslizamiento: Esto sucede cuando la capacidad de resistencia al deslizamiento a lo largo de la base del muro, combinada con la fuerza contraria disponible en la parte frontal de la estructura, no es suficiente para contrarrestar la fuerza de empuje activo que está actuando.
- b) Volcamiento: Se produce cuando la fuerza estabilizadora creada por el peso del muro en su punto de rotación no es lo suficientemente fuerte para contrarrestar la fuerza generada por el empuje activo.
- c) Baja resistencia en suelo de fundación: se rompe o asienta demasiado si la presión de la estructura supera la carga máxima admisible del suelo para cimentación. Este proceso comprende analizar la resistencia del suelo frente a la presión de la estructura para prevenir posibles fallas.
- d) Ruptura global del macizo: se refiere al movimiento gradual a lo largo de una superficie de ruptura que rodea el suelo de la estructura de contención.
- e) Ruptura interna de la estructura: la ruptura de las secciones intermedias entre los gaviones puede suceder debido a un deslizamiento o a una presión excesiva en la dirección perpendicular a su superficie.

Figura 9. Tipos de falla de muros de gaviones



Fuente: Extraído del libro de Ríos R.

#### 2.2.2.7. Análisis de riesgos asociados al muro

De acuerdo con Leyva L. (21), Identificar, evaluar y cuantificar amenazas como inundaciones y movimientos del suelo forma parte del completo análisis de riesgos que se lleva a cabo con el objetivo de garantizar tanto la seguridad como también la estabilidad del muro. Clasificar eventos riesgosos y evaluar su probabilidad e impacto ayuda a entender los posibles desafíos en detalle. Medir los riesgos en números ayuda a priorizar, mejorando la gestión de amenazas. Este enfoque proactivo mejora la resistencia del muro ante situaciones impredecibles y asegura su estabilidad y seguridad a lo largo del tiempo.

#### 2.2.2.8. Impacto de las condiciones climáticas en la evaluación

Según Chambilla E. (22), el propósito es realizar un análisis detallado para determinar de qué manera las condiciones climáticas impactan negativamente en la estabilidad y la efectividad del muro. Consideramos diversos factores, tales como precipitaciones abundantes, variaciones bruscas en la temperatura y eventos meteorológicos extremos, y estudiamos cómo afectan la resistencia y durabilidad de la estructura del muro.

#### 2.2.2.9. Sugerencias para incrementar la durabilidad y resistencia

De acuerdo con las afirmaciones de Flores R. (23), primero, se debe añadir refuerzos en áreas vulnerables y mejorar el sistema de drenaje para disminuir el almacenamiento de agua en la base del muro de tal manera evitando daños por agua y erosión. Se sugiere usar materiales resistentes al óxido en áreas propensas a la corrosión. Se deben programar inspecciones periódicas para detectar rápidamente problemas potenciales, centrándose en reparar rápidamente las grietas de la superficie y corregir cualquier desalineación de los gaviones. Estas recomendaciones mundiales mejoran la resistencia de los muros ante desafíos ambientales para garantizar longevidad y rendimiento óptimo.

### 2.2.3. Evaluación hidráulica

Como menciona Alanya (24), durante la etapa de investigación, se llevarán a cabo evaluaciones exhaustivas de la hidráulica de los canales fluviales, incluyendo la

realización de simulaciones hidráulicas tanto bidimensionales como unidimensionales que se basarán en análisis y datos actuales, ubique áreas de inundación y determine valores de profundidad e inundación. Las características de la evaluación de riesgos permiten medir los problemas actuales en el área seleccionada y proporcionar la información necesaria para decidir qué medidas de mitigación desarrollar en el futuro.

#### 2.2.3.1. Socavación

Según Alanya (24), La erosión hídrica causa socavación al erosionar cauces y orillas originado por eventos hidrológicos. La limpieza es menos profunda en relación con el nivel de referencia. El grado de socavación varía según las partículas y la fuerza del agua. La socavación se clasifica en socavación general y local según su naturaleza.

- Socavación general: La socavación general es causada por el aumento de velocidad y esfuerzo del flujo en el fondo del cauce, lo cual mueve las partículas del fondo y de las márgenes, disminuyendo su nivel.
- Socavación local: Hundimiento repentino del lecho del río por extracción de material debido a alguna actividad física de la obra o de alguna singularidad natural introducida en el flujo de la corriente. La realización de un análisis que se fundamenta en las condiciones específicas conlleva a la derivación de múltiples teorías que en ocasiones son contradictorias entre sí, esto se debe a la intrincada naturaleza del desplazamiento del fluido y el consiguiente proceso de erosión localizada.

#### 2.2.3.2. Erosión

Alanya (24), dice que la corriente de agua excede la resistencia del suelo generando desgaste o remoción de los materiales. Se tiene conocimiento que, de las etapas o fases de descomposición, la erosión forma parte de una de ellas. La erosión fluvial es el efecto del agua del río sobre el suelo. En otras palabras, es la forma específica en que el agua da forma al paisaje, ya sea en la superficie o como corrientes subterráneas, arrastrando sedimentos, materiales y cambiando su distribución en la corteza terrestre.

#### 2.2.4. Defensa ribereña

Según lo señalado por Guerra A. (18) y otros especialistas, se menciona que las medidas adoptadas con el propósito de resguardar los márgenes de los ríos abarcan la aplicación de distintas acciones, sistemas y tácticas diseñadas para evitar la erosión y los efectos adversos del agua, con el objetivo de prevenir potenciales inundaciones y perjuicios en las zonas vecinas. Este método incorpora una variedad de acciones, como la edificación de barreras físicas como diques y muros de contención con el fin de dirigir y regular el flujo del agua, además de la plantación de vegetación a lo largo de las orillas con el fin de mejorar la resistencia y firmeza del terreno. La protección ribereña engloba una serie de estrategias y técnicas, que van más allá de simplemente evitar la erosión de las riberas, e incluye métodos encaminados a preservar y recuperar el equilibrio ambiental de los ecosistemas situados en las cercanías de los cuerpos de agua.

Figura 10. Defensa ribereña



Fuente: Extraído TDM Perú.

##### 2.2.4.1 Mejoramiento de la defensa ribereña

Chambilla E. (22), señala que el beneficio de fortalecer las defensas en las orillas de los ríos implica la implementación de acciones como fortificación, reparación o expansión de las infraestructuras de protección fluvial, con el fin de mejorar su eficacia frente a los fenómenos de erosión e intrusión del agua. Este procedimiento consiste en incorporar ideas novedosas en tecnologías emergentes, utilizar materiales de última generación y utilizar técnicas modernizadas en el área de la construcción para incrementar la capacidad de soporte y duración de las estructuras que sirven como barreras contra las inundaciones en las riberas de los ríos. Las mejoras también podrían involucrar la implementación de sistemas de ingeniería de mayor

complejidad, la utilización de materiales que sean capaces de resistir la corrosión, o la adopción de métodos de construcción que sean más eficaces en términos de eficiencia. En última instancia, el objetivo de mejorar las defensas fluviales es aumentar los niveles de protección, ajustarse a los cambios en el entorno natural y asegurar que estas estructuras sean capaces de proteger las orillas de los ríos de forma eficaz y sostenible a lo largo de un período prolongado.

#### 2.2.4.2. Importancia de la defensa ribereña

Las defensas ribereñas desempeñan una función crucial al actuar como barreras naturales que ayudan a prevenir la erosión del suelo, controlar las inundaciones, así como proteger tanto las áreas costeras como las comunidades vecinas. Es esencial implementar estas acciones para garantizar la protección y bienestar de los habitantes, así como para preservar la estabilidad a largo plazo de los hábitats acuáticos.

#### 2.2.4.3. Protección de riberas

Según lo mencionado por Chambilla E. (22), se hace referencia a estrategias y métodos específicamente creados con el propósito de preservar y resguardar las zonas ribereñas de masas de agua, tales como ríos, arroyos, etc. Esto puede abarcar diversas acciones como la creación de barreras naturales en las riberas, la recuperación de la flora, la planificación responsable del aprovechamiento de terrenos y otras tácticas planificadas con el objetivo de evitar la pérdida de suelo por erosión y reduciendo los efectos negativos de las inundaciones.

#### 2.2.4.4. Avenidas y aguas altas

Una inundación se produce cuando hay un aumento considerable en el volumen de agua de un río o arroyo, lo cual tiene el potencial de resultar en situaciones de inundación. Un nivel freático elevado indica que el nivel del agua se encuentra por encima de su altura habitual, lo cual puede ser consecuencia de diversas causas, tales como el proceso de descongelación de hielo o la presencia de precipitaciones abundantes.

Figura 11. Avenidas Máximas



Fuente: Extraído del diario El Comercio, Perú

#### 2.2.4.5. Estabilidad de taludes

Según Soto J. (6), La estabilidad se define como la capacidad de una pendiente o ladera para mantenerse firme y resistir eficazmente los efectos de la erosión, los deslizamientos de tierra y los hundimientos del suelo. En el contexto de la protección costera, la tarea implica el análisis y el diseño de laderas resistentes que tengan la capacidad de conservar su estructura y evitar el desgaste causado por la erosión.

#### 2.2.4.6. Inundación

Las inundaciones tienen lugar cuando un cuerpo de agua natural, como un río, arroyo u otro, experimenta un desbordamiento que resulta en la cobertura de una zona que suele estar sin agua. Las inundaciones pueden ocurrir como resultado de condiciones climáticas extremas, como la intensificación de fenómenos meteorológicos, también pueden ser provocadas por el incremento del nivel del mar, que lleva a la invasión de tierras bajas, también por aumento del caudal de los ríos a consecuencia de precipitaciones intensas que generan desbordamientos.

### 2.3 Hipótesis

Este estudio descriptivo no tiene hipótesis porque se enfoca en mostrar y explicar de manera detallada la información recopilada mas no en probar o confirmar suposiciones.

### **III. Metodología**

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

##### 3.1.1. Nivel de investigación

La investigación de este proyecto es descriptiva ya que detalla la situación tal cual es en el momento de la investigación, describiendo la realidad del objeto en estudio a través de la indagación y la evaluación.

##### 3.1.2. Tipo de investigación

La investigación es aplicada, ya que busca desarrollar una estrategia y alcanzar determinados objetivos, por lo que el propósito de la investigación no es ampliar el conocimiento, sino que tan solo busca encontrar soluciones a determinados problemas de la realidad.

##### 3.1.3. Diseño de investigación

El diseño de investigación es no experimental, se puede observar que las variables no están controladas y el investigador se limita a su medición, que se basa principalmente en la observación. Según su temporalidad esta investigación es transversal, debido que los estudios a un objeto solo se realizan en un momento dado.

#### **3.2 Población y Muestra**

##### 3.2.1. Población

La población lo conforma el muro de gaviones existente en la margen izquierda del río Santa, sector Tunaspampa.

##### 3.2.2. Muestra

Para la muestra de este estudio se considerará una longitud de 100 m. del muro de gavión existente en la margen izquierda del río Santa, sector Tunaspampa.

### 3.3 Variable. Definición y Operacionalización

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición Operativa	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<b>Variable independiente</b> Realizar la evaluación del muro de gaviones de la margen izquierda del río Santa, sector Tunaspampa, del distrito y provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2024.	Este procedimiento consiste en examinar minuciosamente la solidez física y la capacidad de soportar fuerzas de las actuales estructuras defensivas en las costas, con el fin de establecer si son eficaces para proteger y preservar la seguridad de las áreas cercanas a los ríos.	Evaluación hidráulica del río Santa en el sector Tunaspampa.	- Socavación - Erosión	- Razón
		Evaluación estructural del muro de gaviones.	- Deslizamiento - Volcamiento - Asentamiento - Rotura interna - Agregados - Rotura de malla - Corrosión - Vegetación	- Razón
<b>Variable dependiente</b> Determinar la mejora de la defensa ribereña de la margen izquierda del río Santa, sector Tunaspampa, del distrito y provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2024.	La mejora de las defensas ribereñas implica llevar a cabo una serie de medidas variadas que tienen como objetivo reforzar, mejorar o ampliar las estructuras de protección a lo largo de los ríos con la finalidad de incrementar su efectividad en la prevención de la erosión y la intrusión del agua.	Mejorar los esfuerzos de protección de los ríos recomendando cambios y/o mejoras en el diseño y la construcción y proponiendo medidas correctivas para disminuir los impactos del socavamiento y la erosión.	- Mejorar los componentes de diseño y construcción - Medidas correctivas	- Razón

Fuente: Elaboración propia 2024



### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de información**

#### 3.4.1. Técnica de recolección de la información

Se emplea el método de observación directa para recopilar los datos, lo que permite obtener información fidedigna sobre los acontecimientos que han tenido lugar.

#### 3.4.2. Instrumentos de recolección de información

##### a. Cámara fotográfica

Esto nos permite tomar fotografías de las condiciones actuales de los muros de gaviones y del río circundante.

##### b. Cinta métrica

Este dispositivo nos ayuda a medir los diferentes componentes del muro de gaviones, deterioros, etc.

##### c. Ficha

Se utilizará un formato conteniendo datos generales sobre dicha investigación, el cual nos permitirá de una manera más sencilla evaluar el estado de la defensa ribereña. Los resultados de este estudio brindaran recomendaciones para mejorar la protección actual de la defensa ribereña, cuyo propósito es reducir el riesgo de inundación del río Santa, sector Tunaspampa.

##### d. Cuaderno de apuntes

Se registran las variables y los datos correspondientes considerando varios aspectos del muro.

##### e. Laptop

Dispositivo que nos facilita el proceso de cálculos, gráficos y resultados

##### f. Protocolo

Se respetarán y cumplirán las reglas, indicaciones y recomendaciones a seguir durante la ejecución del estudio de investigación.

### **3.5 Método de análisis de datos**

Posterior a la recolección de datos, se realiza una evaluación completa de la condición actual de la estructura y se identificaran áreas que necesitan mejora. Se informará a través de gráficos, tablas y resúmenes conteniendo puntuaciones revelando la condición actual de la defensa ribereña. A medida que examinamos detenidamente cada una de las variables involucradas, tomaremos en consideración las distintas consideraciones

detalladas en la tabla que enumera las actividades relacionadas con estas variables. Esto permitirá verificar si los objetivos establecidos se han alcanzado, así como sugerir posibles soluciones y ofrecer recomendaciones en consecuencia. Las conclusiones extraídas de los resultados obtenidos a partir del análisis realizado se utilizarán como fundamentos primarios para sugerir posibles opciones de resolución.

### **3.6 Aspectos Éticos**

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

La investigación se realizará respetando los derechos y protección de todas las personas involucradas, evitando daños de cualquier tipo sin discriminación de sexo, edad, raza o creencia religiosa y manteniendo en reserva su información personal.

#### **Cuidado del medio ambiente**

Se protegerá los espacios verdes, incluida sus recursos, las plantas y los animales. Por lo tanto, al realizar la investigación debemos abstenernos de hacer daño, tomando en cuenta las medidas que minimicen el impacto que podamos tener.

#### **Libre participación por propia voluntad**

La participación de los habitantes en la presente investigación será libre y voluntaria, garantizando que las personas conozcan y comprendan las actividades realizadas en el proyecto y el propósito del estudio.

#### **Beneficencia no maleficencia**

Se garantizará la protección de la salud física y mental de todas las personas involucradas, reduciendo al mínimo los impactos adversos que puedan surgir de su participación y aprovechando al máximo las ventajas que puede brindar.

#### **Integridad y honestidad**

La investigación mantendrá la integridad científica intacta en todo momento, lo cual compromete revelar cualquier información con honestidad, responsabilidad y prácticas que identifican la investigación responsable.

#### **Justicia**

Se tendrá en cuenta la justicia, teniendo en cuenta el bien común, evitando cualquier imparcialidad y asegurando un trato justo para todas las partes involucradas.

## IV. Resultados

### 4.1 Resultados del primer objetivo específico

Tabla 2. Ficha de evaluación de la progresiva 0+000 al 0+020

Realizar la evaluación del muro de gaviones de la margen izquierda del río Santa, sector Tunaspampa, del distrito y provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2024.		
Ficha técnica de evaluación N° 1		
Tesista: Villarruel Encarnación Jose Antonio		
Fecha: 3 de junio		
Progresivas	Evaluación Hidráulica	Descripción de la evaluación
0+00 a 0+020	Socavación	Se evidencia socavación debido al aumento y velocidad del flujo en el fondo del cauce
0+00 a 0+020	Erosión	No presenta
	Evaluación Estructural	Descripción de la evaluación
0+00 a 0+020	Asentamiento	Se evidencia asentamientos, ya que el nivel del muro presenta diferentes medidas de alturas
0+00 a 0+020	Deslizamiento	No presenta
0+00 a 0+020	Volteo	No presenta
0+00 a 0+020	Rotura interna	Se evidencia ruptura interna debido a la presión excesiva en la dirección perpendicular a su superficie
0+00 a 0+020	Agregados	Se evidencia rocas partidas, además existen rocas cuya granulometría no cumplen el tamaño y pasan fácilmente la abertura del hexágono
	Evaluación Externa	Descripción de la evaluación
0+00 a 0+020	Corrosión	No hay corrosión
0+00 a 0+020	Rotura de malla	Se evidencia rotura de malla, las mallas son hexagonales de triple torsión, galvanizada recubierta con PVC y abertura de 8 cm*12 cm.
0+00 a 0+020	Vegetación	no hay vegetación

Fuente: Elaboración propia 2024

Tabla 3. Ficha de evaluación de la progresiva 0+020 al 0+040

Realizar la evaluación del muro de gaviones de la margen izquierda del río Santa, sector Tunaspampa, del distrito y provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2024.		
Ficha técnica de evaluación N° 2		
Tesista: Villarruel Encarnación Jose Antonio		
Fecha: 3 de junio		
Progresivas	Evaluación Hidráulica	Descripción de la evaluación
0+20 a 0+040	Socavación	Se evidencia socavación debido al aumento y velocidad del flujo en el fondo del cauce
0+20 a 0+040	Erosión	No presenta
	Evaluación Estructural	Descripción de la evaluación
0+20 a 0+040	Asentamiento	Se evidencia asentamientos, ya que el nivel del muro presenta diferentes medidas de alturas
0+20 a 0+040	Deslizamiento	No presenta
0+20 a 0+040	Volteo	No presenta
0+20 a 0+040	Rotura interna	Se evidencia ruptura interna debido a la presión excesiva en la dirección perpendicular a su superficie
0+20 a 0+040	Agregados	Se evidencia rocas partidas, además existen rocas cuya granulometría no cumplen el tamaño y pasan fácilmente la abertura del hexágono
	Evaluación Externa	Descripción de la evaluación
0+20 a 0+040	Corrosión	No hay corrosión
0+20 a 0+040	Rotura de malla	Se evidencia rotura de malla, las mallas son hexagonales de triple torsión, galvanizada recubierta con PVC y abertura de 8 cm*12 cm.
0+20 a 0+040	Vegetación	Existe vegetación en la parte frontal de la base del muro

Fuente: Elaboración propia 2024

Tabla 4. Ficha de evaluación de la progresiva 0+040 al 0+060

Realizar la evaluación del muro de gaviones de la margen izquierda del río Santa, sector Tunaspampa, del distrito y provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2024.		
Ficha técnica de evaluación N° 3		
Tesisista: Villarruel Encarnación Jose Antonio		
Fecha: 3 de junio		
Progresivas	Evaluación Hidráulica	Descripción de la evaluación
0+40 a 0+060	Socavación	No presenta
0+40 a 0+060	Erosión	No presenta
	Evaluación Estructural	Descripción de la evaluación
0+40 a 0+060	Asentamiento	No presenta
0+40 a 0+060	Deslizamiento	No presenta
0+40 a 0+060	Volteo	No presenta
0+40 a 0+060	Rotura interna	No presenta
0+40 a 0+060	Agregados	Se evidencia rocas partidas, además existen rocas cuya granulometría no cumplen el tamaño y pasan fácilmente la abertura del hexágono
	Evaluación Externa	Descripción de la evaluación
0+40 a 0+060	Corrosión	No hay corrosión
0+40 a 0+060	Rotura de malla	Se evidencia rotura de malla, las mallas son hexagonales de triple torsión, galvanizada recubierta con PVC y abertura de 8 cm*12 cm. En algunas secciones no existen mallas.
0+40 a 0+060	Vegetación	no hay vegetación

Fuente: Elaboración propia 2024

Tabla 5. Ficha de evaluación de la progresiva 0+060 al 0+080

Realizar la evaluación del muro de gaviones de la margen izquierda del río Santa, sector Tunaspampa, del distrito y provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2024.		
Ficha técnica de evaluación N° 4		
Tesisista: Villarruel Encarnación Jose Antonio		
Fecha: 3 de junio		
Progresivas	Evaluación Hidráulica	Descripción de la evaluación
0+60 a 0+080	Socavación	No presenta
0+60 a 0+080	Erosión	No presenta
	Evaluación Estructural	Descripción de la evaluación
0+60 a 0+080	Asentamiento	No presenta
0+60 a 0+080	Deslizamiento	No presenta
0+60 a 0+080	Volteo	No presenta
0+60 a 0+080	Rotura interna	No presenta
0+60 a 0+080	Agregados	Se evidencia rocas partidas, además existen rocas cuya granulometría no cumplen el tamaño y pasan fácilmente la abertura del hexágono
	Evaluación Externa	Descripción de la evaluación
0+60 a 0+080	Corrosión	No hay corrosión
0+60 a 0+080	Rotura de malla	Se evidencia rotura de malla, las mallas son hexagonales de triple torsión, galvanizada recubierta con PVC y abertura de 8 cm*12 cm.
0+60 a 0+080	Vegetación	no hay vegetación

Fuente: Elaboración propia 2024

Tabla 6. Ficha de evaluación de la progresiva 0+080 al 0+100

Realizar la evaluación del muro de gaviones de la margen izquierda del río Santa, sector Tunaspampa, del distrito y provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2024.		
Ficha técnica de evaluación N° 5		
Tesisista: Villarruel Encarnación Jose Antonio		
Fecha: 3 de junio		
Progresivas	Evaluación Hidráulica	Descripción de la evaluación
0+80 a 0+100	Socavación	No
0+80 a 0+100	Erosión	No presenta
	Evaluación Estructural	Descripción de la evaluación
0+80 a 0+100	Asentamiento	No presenta
0+80 a 0+100	Deslizamiento	No presenta
0+80 a 0+100	Volteo	No presenta
0+80 a 0+100	Rotura interna	No presenta
0+80 a 0+100	Agregados	Se evidencia rocas partidas, además existen rocas cuya granulometría no cumplen el tamaño y pasan fácilmente la abertura del hexágono
	Evaluación Externa	Descripción de la evaluación
0+80 a 0+100	Corrosión	No hay corrosión
0+80 a 0+100	Rotura de malla	Se evidencia rotura de malla, las mallas son hexagonales de triple torsión, galvanizada recubierta con PVC y abertura de 8 cm*12 cm. En algunas secciones no existen mallas.
0+80 a 0+100	Vegetación	no hay vegetación

Fuente: Elaboración propia 2024

Interpretación: La evaluación del muro de gaviones en el sector Tunaspampa detalla las características principales cuya estructura es tipo caja conformada de tres niveles en todo el tramo de los 100 metros. La existencia de hundimiento en el primer piso, las roturas y deformaciones en la malla metálica nos llevan analizar con detalle los riesgos respecto a la debilidad de la estructura y en consecuencia poniendo en peligro su función principal de protección. La existencia de plantas en los muros también genera preocupación ya que a largo plazo pueden comprometer la eficacia de protección. La presencia de rocas en proceso de descomposición compromete la estabilidad estructural. La mala práctica de material desmonte que vierten a las espaldas del muro de gaviones están generando rotura interna del muro. La granulometría de los agregados presentes no cumple los diámetros mínimos y estos también ocasionan inestabilidad al momento de salir por las mallas.



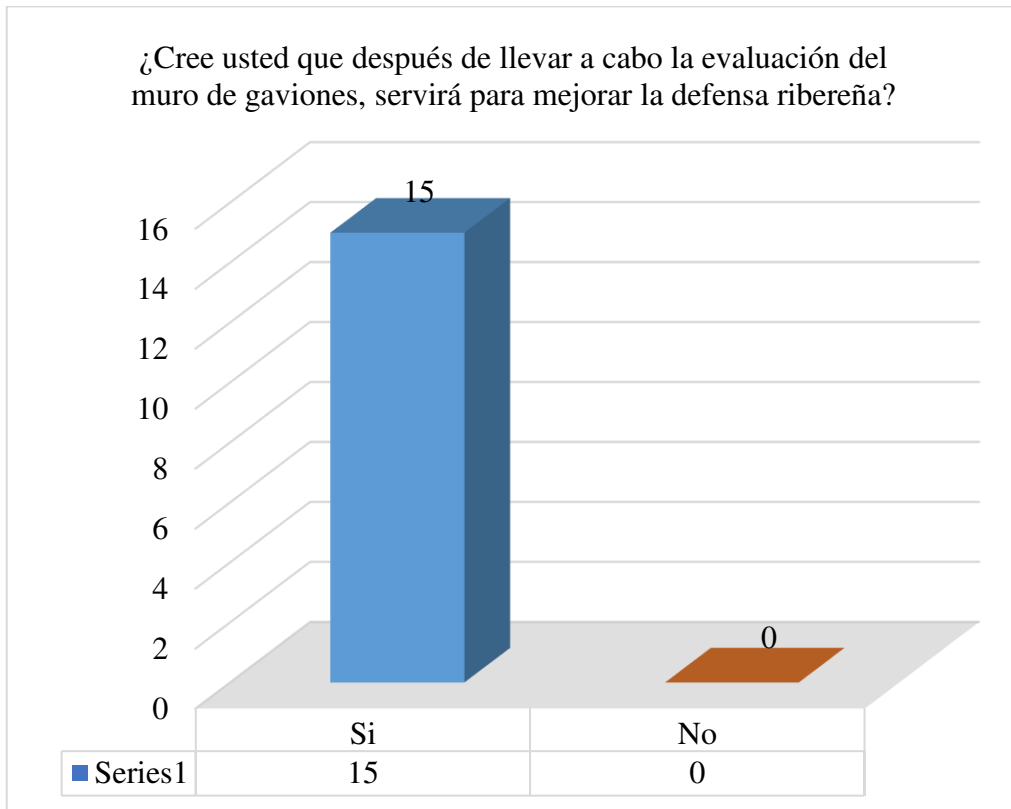
#### 4.2 Resultados del segundo objetivo específico

Tabla 7. Ficha determinación de mejora de la defensa ribereña 1

Determinar la mejora de la defensa ribereña de la margen izquierda del río Santa, sector Tunaspampa, del distrito y provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2024.			
Tesisista: Villarruel Encarnación Jose Antonio			Fecha: 03-06-24
¿Cree usted que después de llevar a cabo la evaluación del muro de gaviones, servirá para mejorar la defensa ribereña?			
N°	Nombres y Apellidos	Si	No
1	Obregón Loli Micaela	X	
2	Yauri Cacha Edith	X	
3	Chauca Minaya Haydee	X	
4	Méndez Sánchez Mercedes	X	
5	Figueroa Rosas Fernando	X	
6	Duran Méndez Donatelo	X	
7	Rosas Figueroa Rodolfo	X	
8	Celestino Figueroa Guillermo	X	
9	Flores Oropeza Cesar	X	
10	Salvador Pérez Jose	X	
11	Llanos Sánchez Marioly	X	
12	Osorio Valverde Fredy	X	
13	Inocente Mejía Melisa	X	
14	Obregón Morales Jesús	X	
15	Celestino Rojas Adrián	X	

Fuente: Elaboración propia 2024

Figura 12. Pregunta 1 del cuestionario



Fuente: Elaboración propia 2024

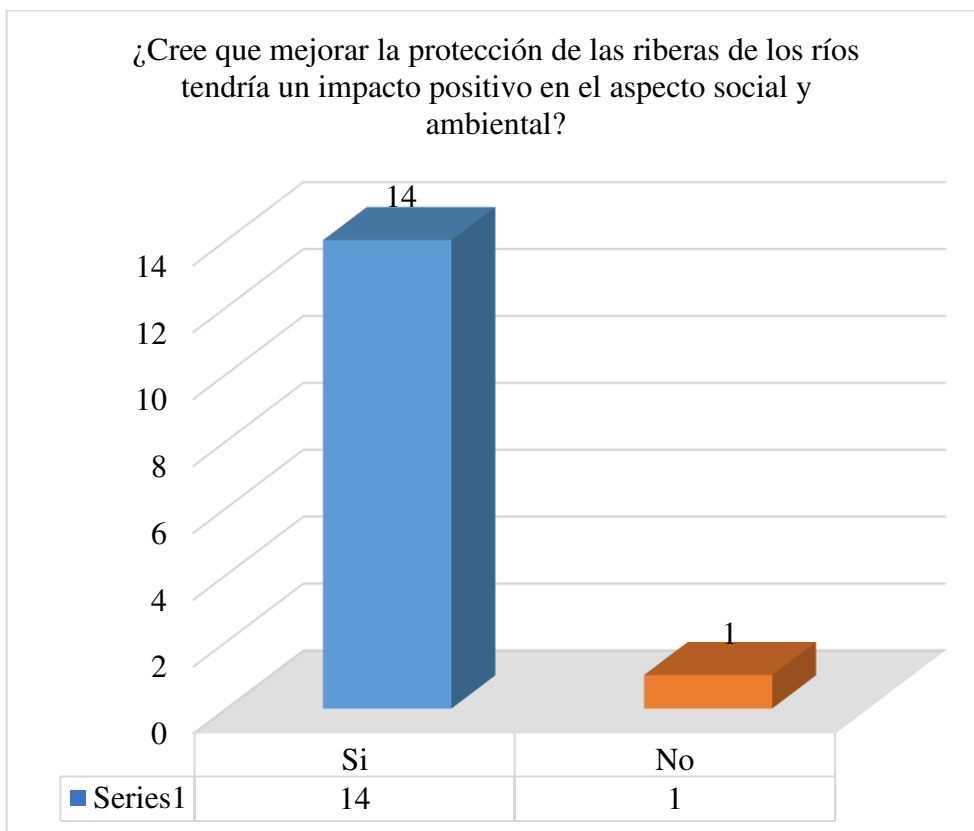
Interpretación: De las 15 personas que participaron, todos respondieron que, si creen que después de realizar la evaluación estos datos servirán para mejorar la defensa ribereña del río Santa, sector Tunaspampa, del distrito y provincia de Huaraz.

Tabla 8. Ficha determinación de mejora de la defensa ribereña 2

Determinar la mejora de la defensa ribereña de la margen izquierda del río Santa, sector Tunaspampa, del distrito y provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2024.			
Tesista: Villarruel Encarnación Jose Antonio			Fecha: 03-06-24
¿Cree que mejorar la protección de las riberas de los ríos tendría un impacto positivo en el aspecto social y ambiental?			
N°	Nombres y Apellidos	Si	No
1	Obregón Loli Micaela	X	
2	Yauri Cacha Edith	X	
3	Chauca Minaya Haydee	X	
4	Méndez Sánchez Mercedes	X	
5	Figueroa Rosas Fernando	X	
6	Duran Méndez Donatelo	X	
7	Rosas Figueroa Rodolfo	X	
8	Celestino Figueroa Guillermo	X	
9	Flores Oropeza Cesar		X
10	Salvador Pérez Jose	X	
11	Llanos Sánchez Marioly	X	
12	Osorio Valverde Fredy	X	
13	Inocente Mejía Melisa	X	
14	Obregón Morales Jesús	X	
15	Celestino Rojas Adrián		X

Fuente: Elaboración propia 2024

Figura 13. Pregunta 2 del cuestionario



Fuente: Elaboración propia 2024

Interpretación: Del total de encuestados 14 respondieron que al mejorar las protecciones de los ríos esta tendría consecuencias positivas tanto en el aspecto social, económico, etc. Mientras tanto 1 poblador respondió negativamente expresando q la mejora de la defensa no mejorara en el aspecto social.

## V. Discusión

1. Los resultados de la evaluación a la defensa ribereña en el sector Tunaspampa, muestra una estructura que puede comprometer su integridad y como consecuencia su rendimiento. Existe socavación en las fundaciones del muro entre los tramos 0+000 al 0+020, ya que el material fue removido y trasladado por la corriente del agua. En la progresiva del 0+20 al 0+40 se evidencia ruptura interna debido a la presión excesiva en la dirección perpendicular a su superficie, originado por el relleno inapropiado de material desmonte a la espalda del muro. La ruptura de mallas en diferentes puntos, como también la falta de malla no permite tolerar esfuerzos en diferentes direcciones; existen rocas cuya granulometría no cumple el tamaño mínimo y pasan fácilmente la abertura del hexágono; además existen rocas que se rompen fácilmente y no cumplen su resistencia a la compresión comprometiendo la estructura y estabilidad del muro. La existencia de plantas en la base del muro puede ocasionar retención y acumulación de materiales u otros, comprometiendo la resistencia a la erosión a largo plazo. Esta discusión destaca la necesidad urgente de medidas correctivas, como mantenimiento estructural para garantizar el funcionamiento continuo de la protección de las riberas del río y la seguridad de los residentes locales.
2. Los resultados muestran que la población del sector Tunaspampa tiene una actitud positiva con respecto a mejorar la protección de las riberas del río Santa, ya que reducirá los efectos de la erosión y el desbordamiento, aumentará la efectividad de las medidas de mitigación y las defensas costeras existentes. Socialmente se percibe una actitud de esperanza y desarrollo al confiar sus esfuerzos en la producción de la flora y fauna, como también el cuidado del medio ambiente. La presencia de opiniones diferentes, en particular la falta de reconocimiento de las mejoras y la eficacia de algunas medidas, subraya la importancia de evaluaciones más detalladas y adaptables. La diversidad de opiniones enfatiza la necesidad de resolver los problemas.

## VI. Conclusiones

1. Luego de la evaluación al muro de gaviones en el río Santa, sector Tunaspampa en el distrito y provincia de Huaraz, región Ancash, se evaluó un total de 100 metros de longitud conformada por 3 niveles de 1.0 m de altura cada uno. Entre las progresivas 0+000 al 0+060 no existe la construcción de colchón reno lo cual la estructura se ve amenazado contra la erosión y socavación. Las roturas de mallas de alambre en diferentes tramos debilitan la función de dar flexibilidad a la estructural del muro, lo cual necesitan ser restauradas a la brevedad posible. Algunas rocas son de mala calidad, no resisten la degradación causada por el agua y las condiciones climáticas, son débiles y se desintegran fácilmente y esto permite rotura interna que genera desequilibrio a la estructura, adicionalmente el tamaño de fragmentos de algunas rocas es menor a 10 cm lo que provoca caída por las dimensiones del hexágono, generando desnivel entre sus paredes a lo largo de su construcción. La existencia de vegetación en la base y paredes del muro pueden provocar esfuerzos internos que impliquen que la estructura pueda fallar. La evaluación muestra preocupación al paso del tiempo ya que existen zonas críticas que requieren intervención a la brevedad posible, así como también realizar una planificación de mantenimiento estratégico.
2. En general, la evaluación de la percepción de los pobladores del sector Tunaspampa muestra tendencias positivas en la mejora de la protección de las riberas del río, la reducción de los efectos de la erosión y el desbordamiento, el aumento de la eficacia de las medidas de protección. Sin embargo, la presencia de opiniones diferentes subraya la importancia de no generalizar y abordar preocupaciones específicas que tienen algunos residentes.

## **VI. Recomendaciones**

1. Se recomienda en la brevedad posible realizar un programa de mantenimiento y reforzamiento de la defensa ribereña, este programa debe incluir inspecciones periódicas, reparaciones necesarias, medidas de control de vegetación. Es importante coordinar con las autoridades municipales la implementación de colchón reno en todo el tramo faltante para así poder soportar la erosión y mantener activa la función de protección del muro para lo cual fue diseñado.
2. Para lograr una comprensión más profunda, se recomienda participar en un proceso de retroalimentación con los habitantes, con intervención de especialistas, de tal manera poder comprender las preocupaciones expresadas por quienes creen que no hay mejora o que algunas medidas son ineficaces. De esta participación se deben proporcionar información valiosa para mejorar y reforzar la defensa ribereña.

## Referencias bibliográficas

1. Yeung, J. (2023). Diez países y territorios sufrieron graves inundaciones en solo 12 días. CNN Brasil. [consultado 18 marzo 2024]. Disponible en: <https://cnnespanol.cnn.com/2023/09/17/paises-territorios-graves-inundaciones-futuro-cambio-climatico-trax/>
2. Morales Isla M. 15 distritos de Lima Metropolitana expuestos a inundaciones. [internet] 2023 [consultado el 18 marzo 2024]. Disponible en: <https://data.larepublica.pe/lluvias-en-lima-los-15-distritos-expuestos-a-inundaciones-y-sus-zonas-criticas-senamhi-huaicos-temporada-de-lluvias/#:~:text=Publicado%20el%202024%20de%20febrero,y%20las%20riberas%20se%20desgastaron.>
3. INDECI. 2021. Lluvias intensas en la provincia de Huaraz – Áncash. [consultado el 18 marzo 2024]. Disponible en: <https://portal.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2021/12/REPORTE-COMPLEMENTARIO-N%C2%BA-8148-30DIC2021-LLUVIAS-INTENSAS-EN-LA-PROVINCIA-DE-HUARAZ-ANCASH-7.pdf>
4. Korin T. Diseño de Muros de Gaviones: Caso Práctico [tesis de maestría]. Bragança (PT): Instituto Politécnico de Bragança; 2022. 189 p.
5. Fracassi G. Defensas ribereñas con gaviones y geosintéticos [En Línea]. Bogotá: Ediciones de la U, 2019 [consultado 19 marzo 2024]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/uladech/127079?page=9>
6. Soto J. Presupuesto para muro en gavión a gravedad - para protección de la rivera del rio Magdalena en el corregimiento de puerto Bogotá municipio de Guaduas Cundinamarca. [Online], Bogota; 2017. Acceso 15 de octubre de 2023. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/03891c61-b2e1-4515-9d36-7da37b622660/content>
7. Tabori, A. (2019). Construcción de la defensa ribereña en el Río Supe, ante posibles desastres naturales (tesis de grado). Huacho, Perú. [Internet]. 2019. [consultado el 20 de marzo de 2024]. Disponible en: <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/3376>
8. Nalvarte M. (2022) 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. [internet] 2022. [consultado 20 de marzo 2024]. Disponible en: <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/29668>.
9. Pareja K. Evaluación y diseño para la defensa ribereña del río Cachi margen derecha en el centro poblado de Cangari-Chihua, distrito de Iguain, provincia de Huanta, departamento de Ayacucho-2022. [Internet]. 2022. [consultado 20 de marzo de 2024]. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/32874>
  10. Quispe W. Implementación de gaviones para optimizar la estabilidad de taludes, aplicando el Software Geo5, del puente Fortaleza en el distrito de Madrigal, provincia de Caylloma, Arequipa. 2021. [tesis de título]. Perú: Universidad Continental; 2021. Disponible en: <https://www.bibguru.com/es/g/citavancouver-tesis/>
  11. Vergara L. Evaluación y mejoramiento del muro de Gaviones, para la defensa ribereña del Río Santa, margen derecha, en el sector de la urbanización San Pedro, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región Áncash – 2023. [internet]; 2023. [consultado 20 marzo de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/35015>.
  12. Rondan 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 Ancash - 2021 [título profesional]. Chimbote (PE): Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Perú; 2022.
  13. Terán, A. (1998). Diseño y construcción de defensas ribereñas. Escuela Superior de Administración de Aguas “CHARLES SUTTON”. <https://catalogobiblioteca.ingemmet.gob.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=8614>
  14. Corporación de Desarrollo Tecnológico. Estructuras de Contención en Gaviones. ed. Colorama, primera edición. Santiago de Chile: Domus S.A.; 2004.
  15. Pérez, F. (2009). Cálculos y diseño de muro de gaviones. Academiaedu. [https://www.academia.edu/32568248/Calculo\\_y\\_diseno\\_de\\_gaviones](https://www.academia.edu/32568248/Calculo_y_diseno_de_gaviones)
  16. Tolentino Santiago WM. Diseño estructural de gaviones en el río Huacarmayo, localidad de Huacar, distrito de Huacar, provincia Ambo, Huánuco, 2022 [tesis para optar el título profesional]. Huaraz (PE): Universidad Cesar Vallejo; 2022. 169 p.

17. Palomino Santillán, C. A., & Vinatea Hualpa, B. A. E. Evaluación de la defensa ribereña mediante muros de contención de concreto reforzado con la adición de fibras de plástico reciclado contra inundaciones en el sector de Cuspanca y la quebrada Acopaya, Huarochirí–Lima. [Internet]. 2020. [Citado el 28 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/668416>
18. Guerra Cruz, A. L., & Reyes Valdiviezo, E. O. (2023). Diseño de defensa ribereña del río Moche, tramo puente Poroto, 1 kilómetro aguas arriba y 1 kilómetro aguas abajo. [Internet]. 2023. [Citado el 28 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/11152>
19. Ríos Ruiz, F. Diseño de muro de gaviones para protección contra inundaciones en la localidad Huaracalla–Huaylla-Chacapampa, ambos márgenes del Río Huallaga, en el distrito de Ambo, provincia de Ambo, región Huánuco–2023. [Internet]. 2023. [Citado el 28 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/34780>
20. Piñar Venegas R. Proyecto de construcción de un muro de gaviones de 960 m<sup>3</sup> [tesis de pregrado]. Costa Rica (CR): Instituto Tecnológico de Costa Rica
21. Leyva Ñaupari, L. E. Evaluación y diseño de la defensa con el uso de gaviones en ambos lados de la quebrada Campo Plata, distrito de Raymondí, provincia de Atalaya, región de Ucayali-2023. [Internet]. 2023. [Citado el 28 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/35111>
22. Chambilla Alarcón, E. E. Estudio de la causas de abandono y análisis de reapertura de los pozos petrolíferos en Bolivia. Caso de estudio reserva de Churumas Tariquíá-Tarija (Doctoral dissertation). [Internet]. 2020. [Citado el 28 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/32713>
23. Flores Merino, R. E., & Ríos García, A. R. (2023). Análisis comparativo técnico económico de gaviones y barrera de vetiver para estabilizar y proteger los taludes en el sector Malecón Checa, Río Rímac. [Internet]. 2023. [Citado el 28 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/668496>
24. Alanya. Sistema de prevención y control de erosión en la ribera del río San Fernando tramo Chayhuamayo – Shucusma, Huancayo – Junín. Universidad Peruana Los Andes.

## Anexo 01. Matriz de Consistencia

Tabla 9. Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p><b>Problema general</b> ¿La evaluación del muro de gaviones mejorará la defensa ribereña de la margen izquierda del río Santa, sector Tunaspampa, del distrito y provincia de Huaraz, departamento de Áncash – 2024?</p> <p><b>Problemas específicos</b> ¿En qué situación específica se halla actualmente la defensa ribereña de la margen izquierda del río Santa, sector Tunaspampa, del distrito y provincia de Huaraz, departamento de Áncash – 2024?</p> <p>¿Qué acciones específicas se tienen previstas llevar a cabo para mejorar el muro de gaviones en el río Santa, sector Tunaspampa, del distrito y provincia de Huaraz, departamento de Áncash – 2024?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> -Realizar la evaluación de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña de la margen izquierda del río Santa, sector Tunaspampa, del distrito y provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2024</p> <p><b>Objetivos específicos:</b> -Realizar la evaluación del muro de gaviones de la margen izquierda del río Santa, sector Tunaspampa, del distrito y provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2024.</p> <p>-Determinar la mejora de la defensa ribereña de la margen izquierda del río Santa, sector Tunaspampa, del distrito y provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2024.</p>	<p>Este estudio descriptivo no tiene hipótesis porque se enfoca en mostrar y explicar de manera detallada la información recopilada mas no en probar o confirmar suposiciones.</p>	<p><b>Variable 1</b> Evaluación del muro de gaviones</p> <p><b>Variable 2</b> Mejora de la defensa ribereña</p>	<p><b>Tipo de investigación</b> La investigación es aplicada</p> <p><b>Nivel de investigación</b> Es una investigación descriptiva</p> <p><b>Diseño de investigación</b> El diseño de investigación es no experimental</p> <p><b>Población y muestra</b> La población lo conforma el muro de gaviones existente en la margen izquierda del río Santa, sector Tunaspampa</p>

Fuente: Elaboración propia 2024

## Anexo 02. Instrumento de recolección de información

Realizar la evaluación del muro de gaviones de la margen izquierda del río Santa, sector Tunaspampa, del distrito y provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2024.		
Ficha técnica de evaluación N° __		
Tesista:		
Fecha:		
Progresivas	Evaluación Hidráulica	Descripción de la evaluación
	Socavación	
	Erosión	
	Evaluación Estructural	Descripción de la evaluación
	Asentamiento	
	Deslizamiento	
	Volteo	
	Rotura interna	
	Agregados	
	Evaluación Externa	Descripción de la evaluación
	Corrosión	
	Rotura de malla	
	Vegetación	

  
 LIBIA JUSTINA  
 CAMONES ROSARIO  
 Ingeniera Civil  
 CIP N° 238456

Determinar la mejora de la defensa ribereña de la margen izquierda del río Santa, sector Tunaspampa, del distrito y provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2024.			
Tesista:			Fecha:
¿Cree usted que después de llevar a cabo la evaluación del muro de gaviones, servirá para mejorar la defensa ribereña?			
N°	Nombres y Apellidos	Si	No

Determinar la mejora de la defensa ribereña de la margen izquierda del río Santa, sector Tunaspampa, del distrito y provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2024.			
Tesista:			Fecha:
¿Cree que mejorar la protección de las riberas de los ríos tendría un impacto positivo en el aspecto social y ambiental?			
N°	Nombres y Apellidos	Si	No

### Anexo 03. Validez del instrumento



FICHA DE VALIDACIÓN							
EVALUACIÓN DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO SANTA, SECTOR TUNASPAMPA, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH – 2024							
Variable 1: Evaluación del muro de gaviones	Relevancia		Pertinencia		Claridad		Observaciones
	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	
Dimensión 1, Evaluación hidráulica							
Socavación	X		X		X		
Dimensión 2, Evaluación estructural							
Asentamiento	X		X		X		
Rotura interna	X		X		X		
Agregados	X		X		X		
Rotura de mallas	X		X		X		
Vegetación	X		X		X		
Variable 2: Mejora de la defensa ribereña							
Dimensión 1							
Aspectos críticos	X		X		X		

Recomendaciones: .....

.....

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

Nombres y apellidos de experto: Dr/Mg. Libia Justina Camones Rosario                      DNI N° 15300074

  
 LIBIA JUSTINA  
 CAMONES ROSARIO  
 Ingeniera Civil  
 CIP N° 238456

Firma



## Anexo 04. Confiabilidad del instrumento

Nombres Y Apellidos: Libia Justina Camones Rosario

N° DNI / CE: 15300074

Edad: 46

Teléfono / celular: 929161154

Email: libirosario@hotmail.com

---

Título profesional: Ingeniero civil

Grado académico: Maestría (X) Doctorado: ( )

Especialidad: Dirección de Empresas de la Construcción

Institución que labora: PROVIAS NACIONAL – ZONAL VI ANCASH

---

identificación del Proyecto de investigación o Tesis

Título:

EVALUACIÓN DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO SANTA, SECTOR TUNASPAMPA, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH – 2024

Autor(es): Jose Antonio Villarruel Encarnación

Programa académico: Ingeniería civil

---



LIBIA JUSTINA  
CAMONES ROSARIO  
Ingeniera Civil  
CIP N° 238456

Firma



Huella digital

## CARTA DE PRESENTACION

Magister / Doctor: LIBIA JUSTINA CAMONES ROSARIO

Presente. -

Tema: PROCESO DE VALIDACIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS

Ante todo, saludarlo cordialmente y agradecerle la comunicación con su persona para hacer de su conocimiento que yo: Villarruel Encarnacion Jose Antonio, estudiante/ egresado del programa académico de INGENIERIA CIVIL de la Universidad católica Los Ángeles de Chimbote, debo realizar el proceso de validación de mi instrumento de recolección de información, motivo por el cual acudo a Ud. Para su participación en el Juicio de Expertos.

Mi proyecto se titula: “EVALUACIÓN DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO SANTA, SECTOR TUNASPAMPA, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH – 2024” y envié a Ud. El expediente de validación que contiene:

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

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

Atentamente:



Firma

DNI: 32402713


Anexo 05. Formato de Consentimiento Informado

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

El objetivo principal de este protocolo en el campo de la ingeniería y la tecnología es informarle acerca del proyecto de investigación y al mismo tiempo pedirle su consentimiento requerido.

El título del presente estudio de investigación es: “EVALUACIÓN DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO SANTA, SECTOR TUNASPAMPA, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH – 2024”. El proyecto está a cargo de JOSE ANTONIO VILLARRUEL ENCARNACIÓN, investigador de la Universidad Católica de Los Ángeles de Chimbote. El objetivo del estudio es llevar a cabo la evaluación de la estructura del muro de gaviones con la finalidad de incrementar la protección costera del río Santa, específicamente en el área de Tunaspampa, perteneciente al distrito y provincia de Huaraz. Se le extiende una invitación para que forme parte de una breve encuesta que requerirá únicamente 5 minutos de su tiempo, destacando que su colaboración es totalmente opcional y confidencial, sin revelar su identidad. Tiene la libertad de detenerla en cualquier instante sin que cause efectos negativos para usted. En caso de que surjan preguntas o preocupaciones sobre el proyecto de investigación, no dude en plantearlas en el momento que considere oportuno. Una vez finalizada la investigación, se le notificará sobre los resultados a través de su dirección de correo electrónico proporcionada. Si lo prefiere, tiene la opción de enviar un correo electrónico a [Uladech@edu.com.pe](mailto:Uladech@edu.com.pe) para solicitar información adicional. Asimismo, para consultas relacionadas con aspectos éticos, puede contactar al Comité de Ética de la Investigación de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

En caso de que desee participar, por favor complete la siguiente información.

Nombres y Apellidos	GONZALO LLANOS SANCHEZ
Firma del participante	
Firma del investigador	
Fecha	03/06/24

Anexo 06. Declaración jurada

## DECLARACION JURADA

Yo, Jose Antonio Villarruel Encarnación, identificado con DNI N° 32402713, con domicilio real en Carretera Central s/n, Distrito de Yuracmarca, Provincia de Huaylas, Departamento de Ancash.

DECLARO BAJO JURAMENTO,

En mi condición de bachiller en INGENIERÍA CIVIL con código de estudiante 1201112057 de la Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de la Facultad de CIENCIAS E INGENIERÍA de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, semestre académico 2024-1:

1. Que los datos consignados en la tesis titulada: EVALUACIÓN DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO SANTA, SECTOR TUNASPAMPA, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH – 2024.

Doy fe que esta declaración corresponde a la verdad.

Chimbote, 28 de junio de 2024



Firma del bachiller



Huella digital



## Anexo 07. Evidencias de ejecución



**Fotografía 01:** Se observa deformación en el tercer nivel del muro, en el km 0+000



**Fotografía 02:** La base del muro presenta socavación en el km 0+010





**Fotografía 03:** Se evidencia rocas de mala calidad, no resisten la compresión, en el km 0+015

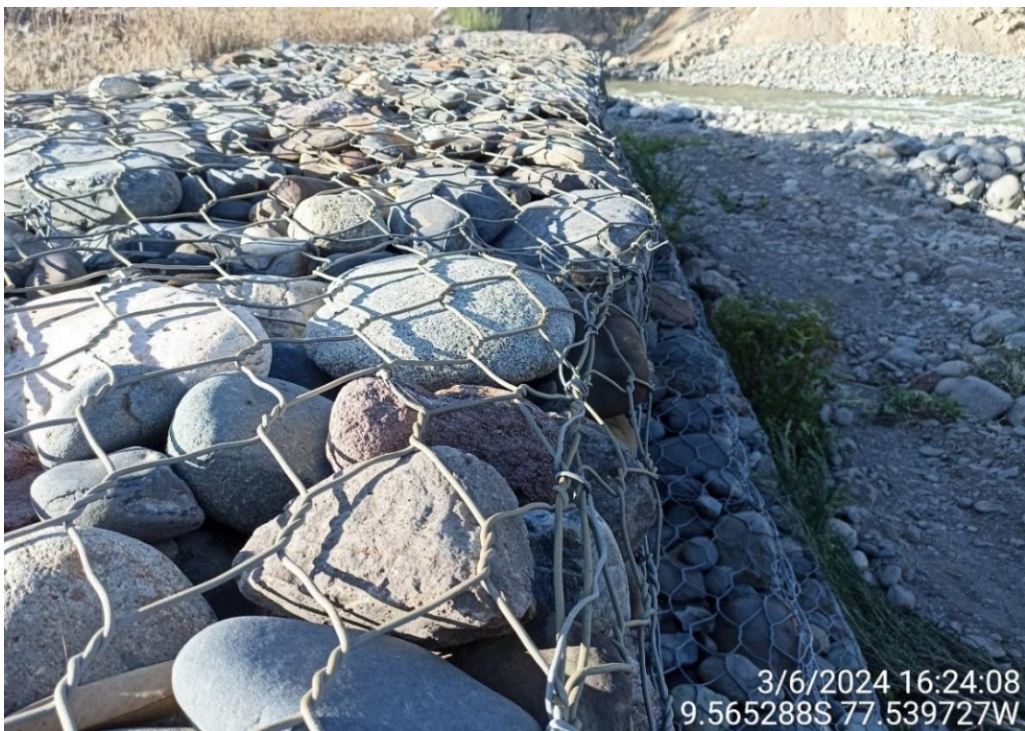


**Fotografía 04:** Se observa deformación horizontal y vertical en el segundo y tercer nivel del muro, en el km 0+015



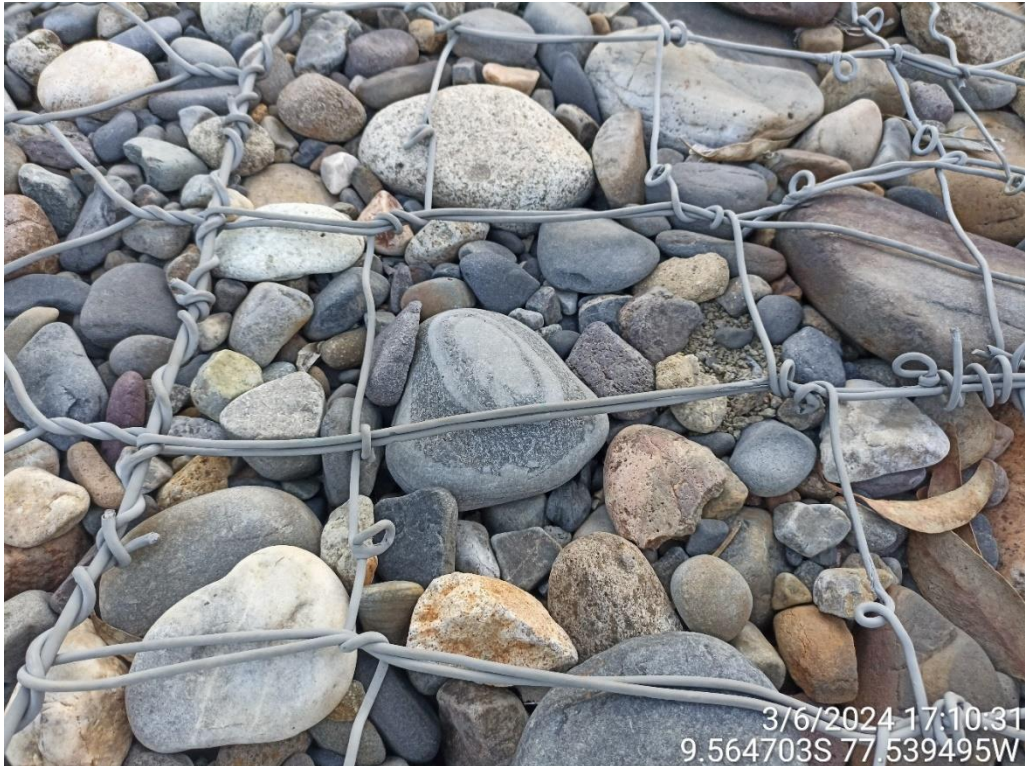


**Fotografía 05:** Se evidencia presencia de vegetación en el km 0+020



**Fotografía 06:** Se observa deformación en el tercer nivel del muro, en el km 0+030





**Fotografía 07:** Se observa la falta de alambre en la malla hexagonal, en el km 0+030



**Fotografía 08:** Se evidencia rocas de mala calidad, no resisten la compresión, en el km 0+040





**Fotografía 09:** Se evidencia presencia de vegetación en el km 0+050

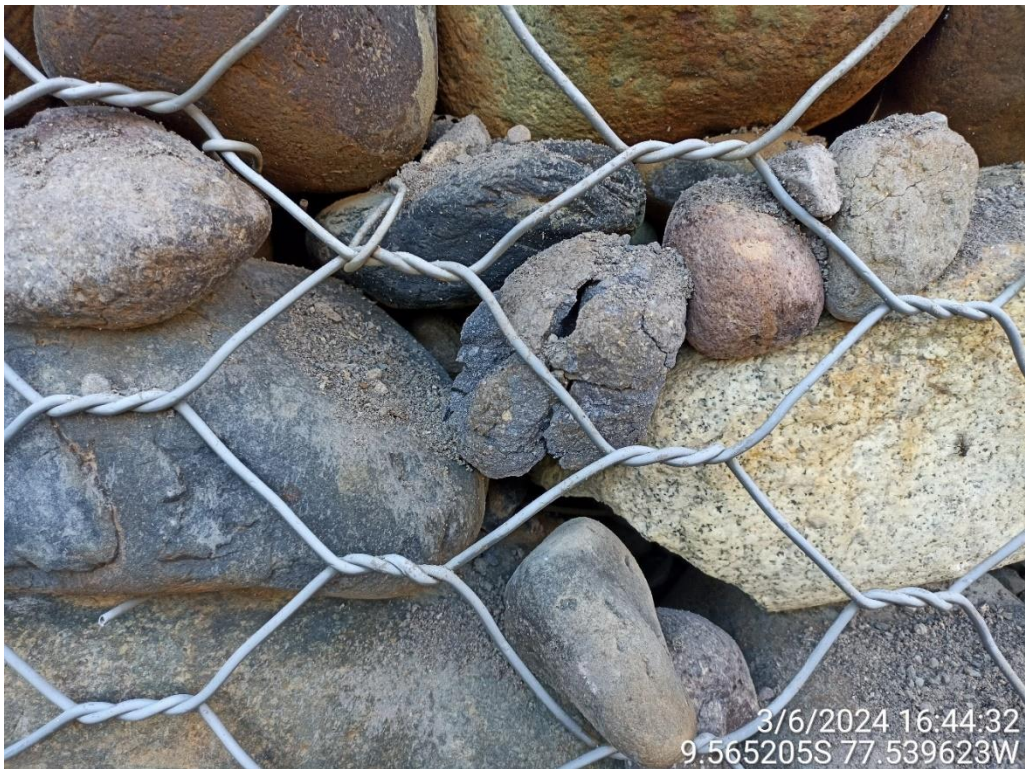


**Fotografía 10:** Se evidencia rotura de malla en el km 0+060





**Fotografía 11:** Se observa deformación en el tercer nivel del muro, en el km 0+070



**Fotografía 12:** Se evidencia rocas de mala calidad, no resisten la compresión, en el km 0+070





**Fotografía 13:** Se evidencia separación de los refuerzos de los bordes, km 0+080

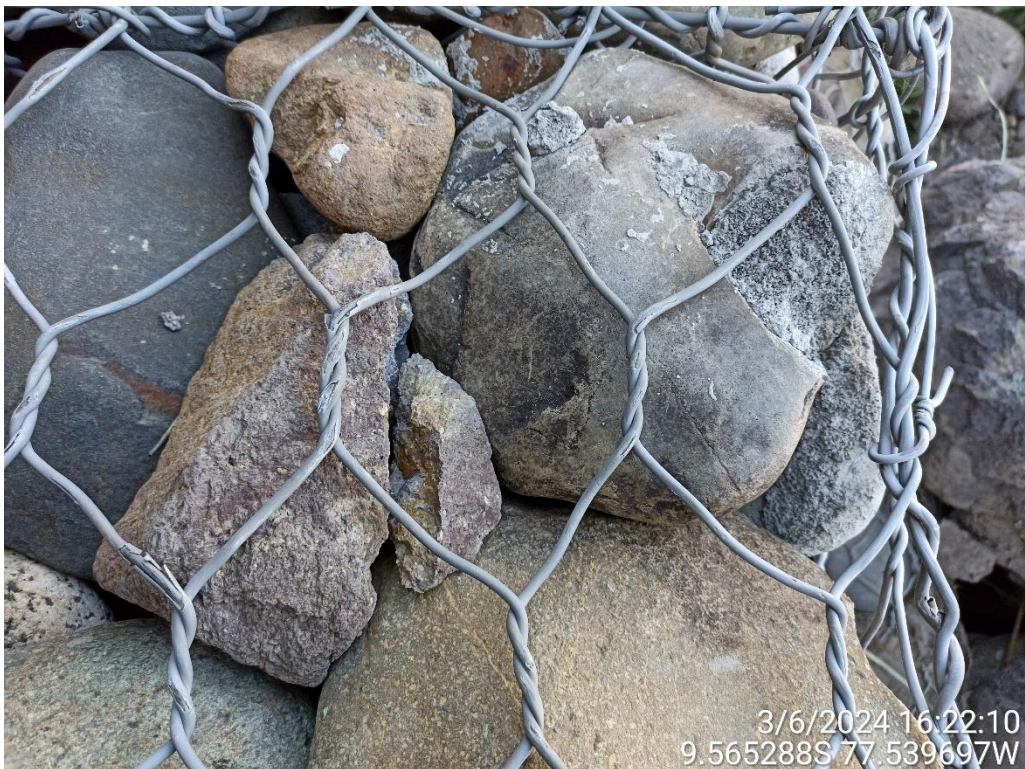


**Fotografía 14:** Presencia de rocas que no superan el tamaño mínimo y salen por la malla hexagonal, km 0+0+080





**Fotografía 15:** Se observa deformación en el tercer nivel del muro, en el km 0+090



**Fotografía 16:** Se evidencia rocas de mala calidad, no resisten la compresión, en el km 0+100





**Fotografía 10:** Verificando rotura de malla en el km 0+100



**Fotografía 10:** Se evidencia rotura de malla en el km 0+100

Anexo 08. Manual de estructuras de contención en gaviones



**GRUPO TÉCNICO GAVIONES**

# Estructuras de contención en **Gaviones**

**RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO, EJECUCIÓN Y CONTROL**

**CDI**®

CORPORACION DE DESARROLLO TECNOLÓGICO  
Cámara Chilena de la Construcción



## CAPÍTULO 4

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

#### 4.1 DESCRIPCIÓN

Los gaviones están constituidos por módulos de forma prismática y sección cuadrada, rectangular, o cilíndrica, contruidos con mallas de alambre, divididos en compartimientos por medio de diafragmas o tabiques interiores del mismo tipo de malla, y rellenos con piedras o bloques de roca.

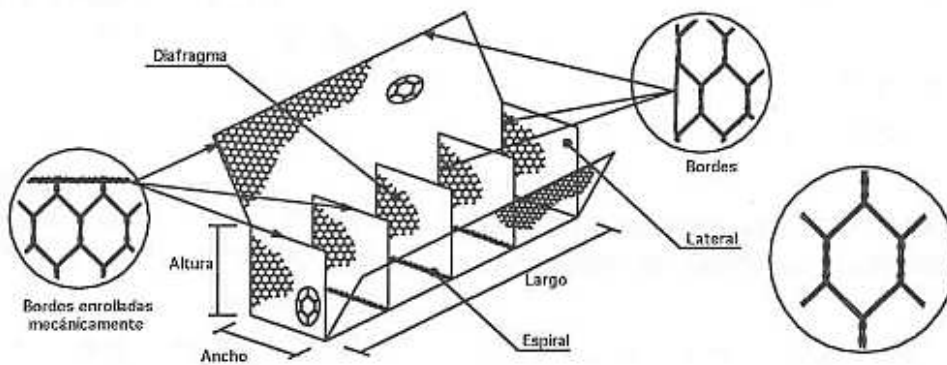


Fig. 4.1 Detalle de la configuración de un gavión

#### 4.2 Tipos y Dimensiones

Tal como se señaló en el capítulo N°2, los gaviones se clasifican en distintos tipos, los cuales se diferencian entre sí por su configuración, materiales y aplicaciones.

Los distintos tipo de gaviones que existen actualmente son los siguientes:

- **Gavión Tipo Caja**
- **Gavión Tipo Sábana**
- **Gavión Tipo Saco**
- **Gavión Tipo Terramesh**

Las distintas dimensiones para cada uno de estos tipos son los que se indican en la Tabla N° 2.2 del Capítulo N°2.

### 4.3 Alambre

Todo el alambre utilizado en la fabricación del gavión caja y en las operaciones de amarre y atirantamiento durante su construcción, debe ser de acero dulce recocido de acuerdo con las especificaciones de alguna de las siguientes normas:

- ASTM A641M-98
- NBR 8964
- NB 709-00,
- B.S.S. 1052
- DIN 1652
- BEKAERT AS-03-10

Lo anterior implica que el alambre deberá cumplir, entre otros aspectos, con las siguientes especificaciones:

- Tensión Media de Ruptura: 37 a 50 kg/mm<sup>2</sup>.
- Material Base: La calidad del acero deberá ser la adecuada para obtener alambres por trefilado.

Los contenidos máximos de sus componentes serán:

%C : máx 0.13  
 %P : máx 0.04  
 %S : máx 0.05

- Estiramiento: La elongación no deberá ser menor que 12%, hecho sobre una muestra de 30cm de largo previo a la fabricación de la red, de acuerdo con las especificaciones de la NBR 8964 y de la ASTM A641M-98.

### 4.3.1 Revestimiento del Alambre

Todo el alambre utilizado en la fabricación del gavión caja y en las operaciones de amarre y atirantamiento durante su construcción, debe ser galvanizado con sistema tradicional (zincado) o de aleación zinc-aluminio de acuerdo con las especificaciones siguientes:

Para los Materiales con Galvanizado Tradicional:

- ASTM A641 galv. Class 3
- B.S.S. 443/1982 "Zinc Coating on Steel Wire"
- DIN 1548
- BEKAERT AS-03-10
- ABNT NBR 8964
- Pureza del Zinc : El alambre se galvanizará según el procedimiento de inmersión en un baño de zinc fundido con una pureza mínima del 99,95% en peso

Para los Materiales con Aleación Zinc-Aluminio:

- ASTM A856M-98, clase 80
- NB. 709-00

Esto implica que el alambre deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

- Cantidad mínima de revestimiento: 244 gr-zinc/m<sup>2</sup> ó 244 gr-aleaciónZN-AL/m<sup>2</sup>
- Adherencia: El revestimiento debe adherirse al alambre de tal forma que, después de que el alambre haya sido enrollado 15 veces por minuto alrededor de un mandril, cuyo diámetro sea igual a 3 veces el del alambre, no pueda ser escamado o quebrado o removido con el pasar del dedo, de acuerdo con la especificación de la ASTM A641M-98.



### 4.3 Alambre

Todo el alambre utilizado en la fabricación del gavión caja y en las operaciones de amarre y atirantamiento durante su construcción, debe ser de acero dulce recocido de acuerdo con las especificaciones de alguna de las siguientes normas:

- ASTM A641M-98
- NBR 8964
- NB 709-00,
- B.S.S. 1052
- DIN 1652
- BEKAERT AS-03-10

Lo anterior implica que el alambre deberá cumplir, entre otros aspectos, con las siguientes especificaciones:

- Tensión Media de Ruptura: 37 a 50 kg/mm<sup>2</sup>.
- Material Base: La calidad del acero deberá ser la adecuada para obtener alambres por trefilado.

Los contenidos máximos de sus componentes serán:

%C : máx 0.13  
 %P : máx 0.04  
 %S : máx 0.05

- Estiramiento: La elongación no deberá ser menor que 12%, hecho sobre una muestra de 30cm de largo previo a la fabricación de la red, de acuerdo con las especificaciones de la NBR 8964 y de la ASTM A641M-98.

### 4.3.1 Revestimiento del Alambre

Todo el alambre utilizado en la fabricación del gavión caja y en las operaciones de amarre y atirantamiento durante su construcción, debe ser galvanizado con sistema tradicional (zincado) o de aleación zinc-aluminio de acuerdo con las especificaciones siguientes:

Para los Materiales con Galvanizado Tradicional:

- ASTM A641 galv. Class 3
- B.S.S. 443/1982 "Zinc Coating on Steel Wire"
- DIN 1548
- BEKAERT AS-03-10
- ABNT NBR 8964
- Pureza del Zinc : El alambre se galvanizará según el procedimiento de inmersión en un baño de zinc fundido con una pureza mínima del 99,95% en peso

Para los Materiales con Aleación Zinc-Aluminio:

- ASTM A856M-98, clase 80
- NB. 709-00

Esto implica que el alambre deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

- Cantidad mínima de revestimiento: 244 gr-zinc/m<sup>2</sup> ó 244 gr-aleaciónZN-AL/m<sup>2</sup>
- Adherencia: El revestimiento debe adherirse al alambre de tal forma que, después de que el alambre haya sido enrollado 15 veces por minuto alrededor de un mandril, cuyo diámetro sea igual a 3 veces el del alambre, no pueda ser escamado o quebrado o removido con el pasar del dedo, de acuerdo con la especificación de la ASTM A641M-98.

#### 4.3.2 Recubrimiento Plástico

Si el proyecto lo especifica, el alambre galvanizado deberá ser además recubierto con una capa de compuesto termoplástico a base de PVC, con características iniciales de acuerdo con las especificaciones de la NBR 10514 y de la ASTM 975, lo cual indica lo siguiente:

- Espesor mínimo: 0.40 mm
- Masa específica: 1.30 A 1.37 kg/m<sup>3</sup>
- Dureza : 50 a 65 Shore D
- Resistencia a la Tracción: mayor que 210 kg/cm<sup>2</sup>
- Elongación de Ruptura: 200% a 300%
- Temperatura de Fragilidad: menor que -30°C

#### 4.4 Características de la Malla

La red debe ser en malla hexagonal de doble torsión, obtenida entrelazando los alambres por tres veces media vuelta, de acuerdo con las especificaciones de las normas:

- ASTM 975-97
- NBR 10514
- NB 710-00
- NP 17 055 00

El hexágono formado debe tener aberturas nominales que se especifican de acuerdo al fabricante como 8x10 u 8x12 (Ver Fig 4.2) .

Se indican con estas medidas las dimensiones del hexágono, tomando primeramente la cifra que señala la distancia nominal en centímetros en la dirección principal menor donde se realizan las torsiones y seguidamente la cifra correspondiente a la distancia nominal en centímetros de la dirección principal mayor<sup>1</sup>

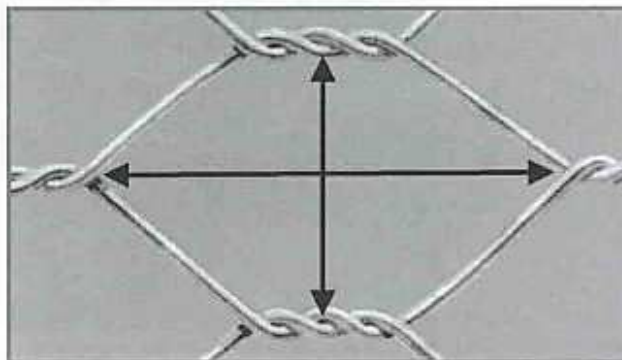


Fig. Nº 4.2 Direcciones principales de la malla hexagonal

<sup>1</sup> Ambas especificaciones se refieren a aberturas que están entre 80mm hasta 83mm y desde 100mm hasta 120mm.



Las características de los alambres utilizados en la confección de la malla se indican en la siguiente tabla:

Características	Gaviones Caja		Gavión Sábana	
	Zincado Tradicional y Aleación Zn-Al	PVC	Zincado Tradicional y Aleación ZN-Al	PVC
Tipo de malla	8x10 (8x12)	8x10 (8x12)	8x10 (8x12) y 6x8	8x10 (8x12) y 6x8
Abertura de la Malla	83 x 114mm	83 x 114mm	83 x 114mm, 64x83mm	83 x 114mm 64x83mm
Alambre de la malla	2.4mm	3.2mm	2.0mm	2.8mm
Alambre de los bordes	3.0mm	3.8mm	2.4mm	3.2mm
Alambre de amarra	2.4mm	3.2mm	2.4mm	3.2mm

(\*) Los valores dados en esta tabla son valores nominales mínimos

Tabla Nº 4.1 Características de los materiales utilizados en los gaviones

#### 4.5 Refuerzo de los Bordes

Todos los bordes libres del gavión, inclusive el lado superior de los diafragmas, deben ser reforzados mecánicamente de manera tal que no se deshile la red y para que adquiera mayor resistencia. El alambre utilizado en los bordes reforzados mecánicamente debe tener un diámetro mayor que el usado en la fabricación de la malla, con un mínimo de 3.0 mm para gaviones galvanizados y de 3.8 mm para los gaviones PVC.

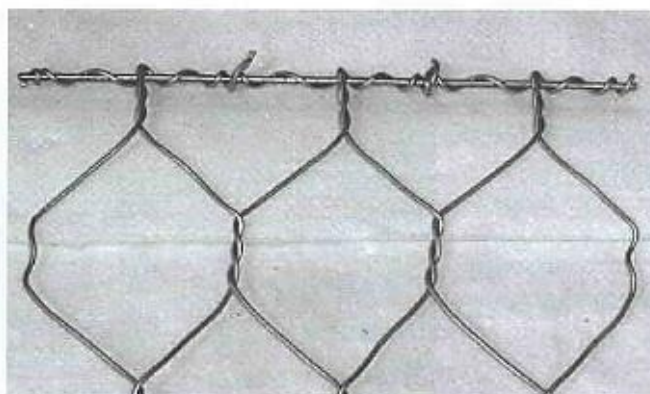


Fig. 4.3 Detalle de los bordes enrollados mecánicamente a un alambre de mayor diámetro

#### 4.6 Características del Gavión Caja

Cada gavión caja con largo mayor que 2.0m inclusive, debe ser dividido en celdas por diafragmas colocados a cada metro.

Dimensiones estándar:

- Largo 2,00 m · 3,00m · 4,00m
- Ancho 1,00m
- Alto 1,00m · 0,50m · 0,30m

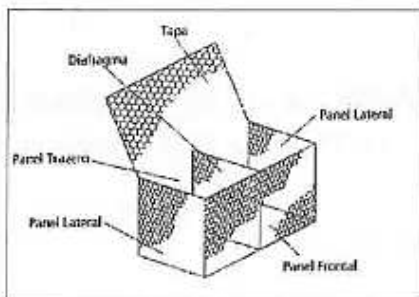


Fig. 4.4 Detalle Gavión Caja ensamblado

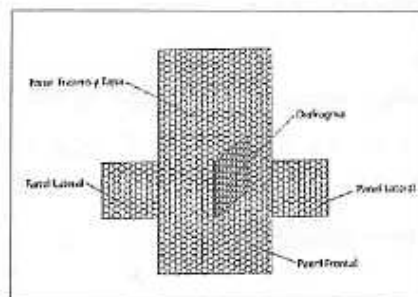


Fig. 4.5 Detalle Gavión Caja no ensamblado

#### 4.7 Características del Gavión Sábana

El gavión Sábana o Colchón tiene como característica principal su mayor superficie y está dividido por diafragmas colocados a cada metro.

El lado inferior de las laterales debe ser fijado al paño de base, durante la fabricación, a través del entrelazamiento de sus puntas libres alrededor del alambre de borde.

El lado inferior de los diafragmas debe ser cosido al paño base, durante la fabricación, con una espiral de alambre de diámetro de 2,4mm.

La tapa se incluye por separado.

Dimensiones estándar:

- Largo 6,00m
- Ancho 2,00
- Altura

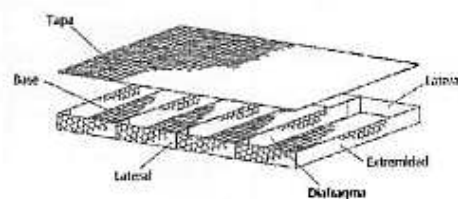


Fig. 4.6 Detalle Gavión Sábana

#### 4.8 Amarre y Atirantamiento

Con los gaviones caja debe ser provista una cantidad suficiente de alambre para amarre y atirantamiento<sup>1</sup>

Este alambre debe ser de las mismas características que el alambre de la malla con un diámetro de 2.4mm en zincado y de 3.2mm en el recubierto con PVC .

Su cantidad, se especifica en relación al peso de los gaviones provistos, considerando que las unidades de rollos de alambre de amarre pesan 25kg.

Para gaviones de 1.0m de altura un mínimo de 8% y para los de 0.5m de altura un mínimo de 6%.

#### 4.9 Tolerancias

Se admite una tolerancia en el diámetro del alambre del zincado de 2.5%.

Se admite una tolerancia en el largo del gavión caja de 3%, en la altura y ancho de 5%.

#### 4.10 Material de Relleno

Las piedras deberán ser sanas, duras y no alterables frente a la acción del agua y los agentes atmosféricos.

Su peso específico tiene directa relación con el diseño considerado y podrá ser de alguno de los siguientes tipos:

Tipo de Roca	Peso Específico	
Basalto	t/m <sup>3</sup>	2.9
Granito	t/m <sup>3</sup>	2.6
Caliza Compacta	t/m <sup>3</sup>	2.6
Traquita	t/m <sup>3</sup>	2.5
Guijarro de Río	t/m <sup>3</sup>	2.3
Arenisca	t/m <sup>3</sup>	2.3
Caliza Tierna	t/m <sup>3</sup>	2.2
Toba	t/m <sup>3</sup>	1.7

Tabla No 4.1. Tipos de Roca y sus Pesos específicos

<sup>1</sup> Ver Cap. 5 Ejecución y Control.

Se recomienda, en general piedra de un peso específico superior a 2.3 t/m<sup>3</sup>

Las piedras podrán ser de canto rodado o canto vivo. Se recomienda que las piedras de aristas vivas sean dispuestas de manera que sus cantos no dañen el recubrimiento de la malla, especialmente en el contacto con elementos de mallas horizontales. No es recomendable la utilización de piedras porosas, trizadas o con fallas físicas.

La granulometría del material debe tener como mínimo 1.5 veces la mayor dimensión de la abertura del hexágono (T<sub>min</sub> 7"). Para los gaviones de 1,0 m de altura se podrán utilizar piedras de hasta 3 veces la abertura máxima del hexágono (T<sub>máx</sub> 14") y para los de menor altura hasta 2/3h.

#### 4.11 Referencias, Normas, Codigos, Manuales

A continuación se señalan las normas y referencias técnicas en las que se basan las especificaciones técnicas y recomendaciones de diseño, para el uso de gaviones.

NO NORMA	ORGANISMO	TÍTULO	FECHA
NBR 12568	ABNT	Geotêxteis - Determinação da gramatura	Abril / 1992
NBR 12569	ABNT	Geotêxteis - Determinação da espessura	Abril / 1992
NBR 12824	ABNT	Geotêxteis - Determinação da resistência à tração-não confinada - Ensaio de tração de faixa larga	Abril / 1993
D 5261 - 92	ASTM	Standard Test Method for Measuring Mass per Unit Area of Geotextiles	1992, reap in 2001
D 4595	ASTM	Standard Test Method for Tensile Properties of geotextiles by the Wide-Width Strip Method	1986, reap in 2001
D 4533 - 91	ASTM	Standard Test Method for Trapezoid Tearing Strength of Geotextiles	1991, reap in 1996
D 4491 - 99a	ASTM	Standard Test Method for Water Permeability of Geotextiles by Permittivity	1999
D 4833 - 00	ASTM	Standard Test Method for Index Puncture Resistance of Geotextiles, Geomembranes, and Related Products	2000
A 856/A 856M-98	ASTM	Standard Specification for Zinc-5% Aluminum-Mischmetal Alloy-Coated Carbon Steel	1998
A641/A 641M-98	ASTM	Standard Specification for Zinc-Coated (Galvanized) Carbon Steel Wire	1998

NO NORMA	ORGANISMO	TÍTULO	FECHA
A 975 - 97	ASTM	Standard Specification for Double-Twisted Hexagonal Mesh Gabions and Revet Mattresses (Metallic-Coated Steel Wire or Metallic-Coated Steel Wire With Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Coating)	1997
NF G 38-01	AFNOR	Textiles - Articles à usages industriels. Essais des géotextiles - Mesure de la permittivité hydraulique.	Mai / 1989
BS 4102	BSI	Specification for Steel wire for general fencing purposes	1998
NBR 5589	ABNT	Arame de aço de Baixo teor de carbono diâmetros, tolerância e pesos	Mar/1982
NBR 6331	ABNT	Arame de aço de baixo teor de carbono, zincado, para uso geral	Jul/1982
NBR 8964	ABNT	Arame de aço de baixo teor de carbono, zincado, para gabões	Jul. / 1985
NBR 10119	ABNT	Tela de simples torção de malha quadrangular e fios de aço baixo teor de carbono, zincados - dimensões	Nov. / 1987
NBR 10514	ABNT	Redes de aço com malha hexagonal de dupla torção, para confecção de gabões	Out. / 1988
BS EN ISO 10319	BSI	Geotextiles - Wide-width tensile test	1996



## CAPÍTULO 5

### EJECUCIÓN Y CONTROL

#### 5.1 Preparación del Terreno

Antes de iniciar el montaje y relleno de los gaviones, se deberán excavar las fundaciones de las estructuras de acuerdo con las dimensiones, alineamientos y cotas definidas en el Proyecto. Salvo indicación contraria en el Proyecto, se recomienda la compactación del sello de toda excavación fuera de las zonas con exceso de humedad, hasta alcanzar como mínimo el 90% de  $J_a$  D.M.C.S., determinada según el Método LNV 95.

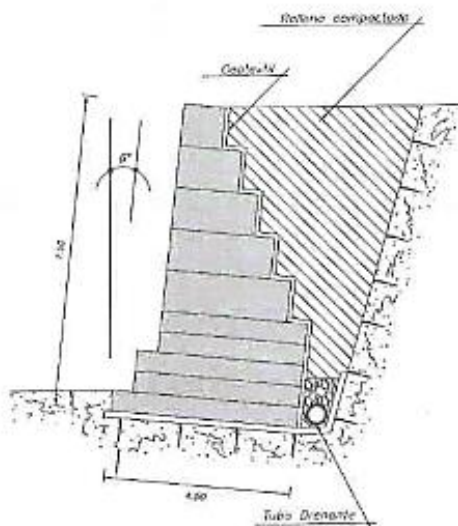


Fig. 5.1 Sistema de drenaje con base impermeable

Dado que los gaviones son estructuras altamente flexibles, tomarán en su mayor parte las deformaciones del terreno de fundación, por lo que si este no tiene una buena capacidad de soporte se recomienda la disposición de una camada de material de mejor calidad o el apoyo sobre suelo tratado con cemento u hormigón pobre con el fin de evitar deformaciones excesivas en las obra.

De igual forma y dado que los gaviones son altamente permeables, es recomendable considerar sistemas apropiados de evacuación de las aguas en muros inclinados y apoyados sobre superficies impermeables, con el fin de garantizar la correcta evacuación de las aguas.

## 5.2 Armado de los Módulos

Teniendo en cuenta que las mallas de gaviones vienen plegadas, se deberá considerar la siguiente secuencia para su armado:

- a) Se despliega y abate en el suelo el módulo correspondiente

Desdoblar el gavión caja sobre una superficie rígida y plana, eliminando eventuales irregularidades

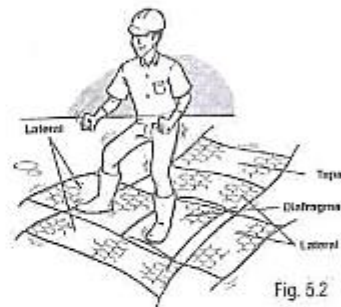


Fig. 5.2

- b) Se levantan sus paredes hasta hacer coincidir las aristas contiguas formando una caja con la tapa abierta.



Fig. 5.3

- c) Se juntan los cantos superiores de los paneles con los alambres gruesos que salen de la red.



Fig. 5.4

Con el alambre de amarra se atan las aristas con regular fuerza, cuidando de no dañar el recubrimiento de los alambres

d) Se amarran las divisiones interiores de la malla a modo de diafragma o tabiques transversales dejando compartimientos independientes. Estos diafragmas deben amarrarse en todas sus aristas, dejando libre solamente la arista superior que irá en contacto con la tapa del gavión.



Fije el alambre de amarra en el canto inferior de las aristas y amárrelas alternando vueltas simples y dobles a cada malla, ya que de esta manera es posible obtener una estructura, capaz de resistir fuertes deformaciones sin perder su funcionalidad.

Fig. 5.5

e) Una vez armada la caja, se procederá a ubicarla en el sitio señalado en los planos, cosiéndola firmemente a las cajas inmediatamente adyacentes y a lo largo de todas las aristas de contacto, tanto en la dirección vertical como horizontal, incluyendo aquellas de los tabiques interiores. Los gaviones deben amarrarse entre sí antes de llenarlos con piedras, para facilitar de esta manera la operación de amarre. El amarre de los gaviones con sus "vecinos" se efectuará mediante la misma costura continua que se indicó anteriormente.

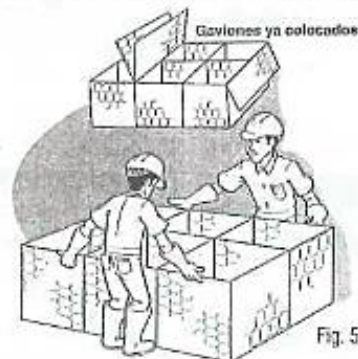


Fig. 5.6

f) Con el objeto de impedir que las paredes de la estructura se deformen durante el proceso de llenado de los gaviones, se deberá utilizar moldajes a fin de escuadrar los paramentos de la malla, según el sentido de la mayor longitud. La operación normalmente se realiza por medio de un entabiado o de un bastidor metálico que se sostiene con puntales, generalmente de fierro que permiten que los moldajes no se deformen. Estos moldajes deberán ser verticales y estar alineados siguiendo el trazado de la estructura.

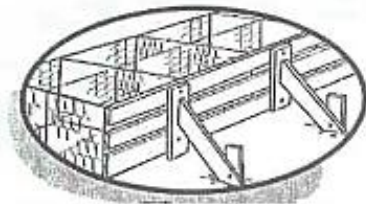


Fig. 5.7



g) Previo al llenado de los gaviones, la Inspección Técnica deberá constatar que se ha efectuado correctamente la operación de ubicar el gavión en el lugar especificado, se han puesto los bastidores antes indicados y hechas las costuras y uniones respectivas.

h) Una vez constatado lo anterior, se procederá a su llenado con el material previamente seleccionado y acopiado. El relleno se hará en forma manual, colocando las piedras de mayor tamaño y de caras más planas en contacto con las mallas, reservándose las de menor tamaño para el relleno del interior. Se debe cuidar que las paredes laterales no se deformen ni se dañen, lo mismo que los diafragmas interiores. A medida que avanza el llenado se realizará la colocación de tirantes de alambre del mismo tipo que el de la malla para que las paredes opuestas de la estructura no se deformen. La colocación de tirantes en el sentido horizontal se efectuará cada 33cm en gaviones de 1m de altura y 0.25m en gaviones de 0.5m de altura, e intercalados a 50 cm entre sí, aproximadamente. De esta manera se dispondrá de un mínimo de 4 tirantes por metro cuadrado. También deberán colocarse tirantes de alambres verticales o diagonales según las instrucciones de la ITO o según se indique en los planos y/o en las ETE. Se considerará una amarra que abarque dos lados torsionados del hexágono de la malla.

Para evitar deformaciones de las paredes internas, es importante no llenar una caja sin que la caja del lado esté también parcialmente llena. También se recomienda fijar con maderos o fierros de construcción, los bordes libres superiores de las paredes verticales previo al llenado de los gaviones.

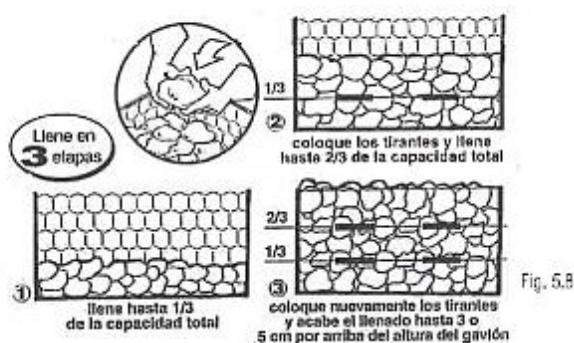


Fig. 5.8



Fig. 5.9

i) Terminado completamente el llenado de los gaviones, se comprobará que su coronamiento está nivelado y se procederá a cerrarlos bajando su cubierta y amarrando la tapa. Esta amarra deberá comprometer todas las aristas superiores, incluyendo la de los diafragmas. En la zona de contacto entre dos gaviones contiguos, la costura de la tapa deberá considerar las aristas de ambos gaviones.

En el Anexo "Procedimiento de Instalación" se muestra en imágenes secuenciales los pasos seguidos en las faenas de construcción de las obras en gaviones realizadas en el Río Mapocho en Marzo 2004.

### 5.3 RELLENO POSTERIOR

Se recomienda que el relleno posterior del muro sea ejecutado con material de buena calidad. Si fuera utilizado un material cohesivo, el mismo debería ser compactado en capas de 20cm. Dicho procedimiento mejora las características del terreno y minimiza el valor del empuje activo.

La utilización de Geotextil para control de erosión a trasdós del muro prevee la fuga del material fino a través del gavión el cual tiene un alto índice de vacíos, lo que evitará la migración de partículas finas. El Geotextil actuará como filtro de las partículas estabilizando el sistema de suelo de relleno y gavión.



Fig. 5.10 Aplicación de moldajes y fijación de diafragmas



Fig. 5.11 a) y b) Traslado de Material de relleno y llenado



Obra: Central Termoeléctrica Paposo III Región Endesa. 2003



Fig. 5.12 a) y b) y c) Utilización de Moldajes y Geotextil en obra en gaviones



Obra: Protección Camino San Juan. Punta Arenas MOP Vialidad. 2003