



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

**EVALUACIÓN DE GAVIONES, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO  
PATIVILCA DEL CENTRO POBLADO DE PACHAPAQUI, DISTRITO DE AQUIA,  
PROVINCIA DE BOLOGNESI, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH - 2024**

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

**AUTOR**

**CUEVAS CARRERA, DAYCY VILMA**

**ORCID:0000-0002-2819-5095**

**ASESOR**

**SOTELO URBANO, JOHANNA DEL CARMEN**

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

**CHIMBOTE-PERÚ**

**2024**



**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**

**ACTA N° 0083-110-2024 DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE TESIS**

En la Ciudad de **Chimbote** Siendo las **10:00** 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  
**LEON DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL** Miembro  
**Mgtr. SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN** Asesor

Se reunieron para evaluar la sustentación del informe de tesis: **EVALUACIÓN DE GAVIONES, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO PATIVILCA DEL CENTRO POBLADO DE PACHAPAQUI, DISTRITO DE AQUIA, PROVINCIA DE BOLOGNESI, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH - 2024**

**Presentada Por :**  
(1201182014) **CUEVAS CARRERA DAYCY VILMA**

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 **Ingeniera 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

**LEON DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL**  
Miembro

**Mgtr. SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN**  
Asesor



## CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

La responsable de la Unidad de Integridad Científica, ha monitorizado la evaluación de la originalidad de la tesis titulada: EVALUACIÓN DE GAVIONES, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO PATIVILCA DEL CENTRO POBLADO DE PACHAPAQUI, DISTRITO DE AQUIA, PROVINCIA DE BOLOGNESI, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH - 2024 Del (de la) estudiante CUEVAS CARRERA DAYCY VILMA, asesorado por SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN se ha revisado y constató que la investigación tiene un índice de similitud de 23% 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, 30 de Julio del 2024



Mgtr. Roxana Torres Guzman  
RESPONSABLE DE UNIDAD DE INTEGRIDAD CIENTÍFICA

## **Dedicatoria**

A **DIOS** por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

**A MIS PADRES**, Vilma Carrera Vargas y Horiol Cuevas Julca, quienes son pilares fundamentales en mi vida, por haberme brindado su apoyo incondicional en cada momento de mi vida, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, por su fuente de trabajo, sacrificio y por la motivación constante que me dieron hoy puedo ver alcanzada mis metas trazadas.

A mis hermanos Cico, Mery, Yuri, por impulsarme a seguir adelante y apoyarme en cada momento difícil.

## **Agradecimiento**

A mi alma mater la Universidad Los  
Ángeles de Chimbote por haberme  
brindado tantas oportunidades y  
enriquecerme en conocimiento. A todos  
los docentes de la escuela profesional  
de Ingeniería quienes enriquecieron  
nuestra formación profesional a través  
de sus conocimientos y experiencia.

A mi asesor por sus enseñanzas, orientación y  
apoyo desmedido. A los pobladores del  
caserío de San Miguel del distrito de Aquia  
por dar su consentimiento y formar parte de  
este trabajo de mucha significancia en mi  
Carrera profesional.

## ÍNDICE GENERAL

<b>Carátula</b> .....	<b>I</b>
<b>Jurado</b> .....	<b>II</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>IV</b>
<b>Agradecimiento</b> .....	<b>V</b>
<b>Índice General</b> .....	<b>VI</b>
<b>Lista de Tablas</b> .....	<b>X</b>
<b>Lista de figuras</b> .....	<b>XI</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>XII</b>
<b>Abstracts</b> .....	<b>XIII</b>
<b>I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>1</b>
1.1. Descripción del problema .....	1
1.2. Formulación del problema .....	1
1.3. Justificación .....	1
1.3.1. Justificación Teórica .....	2
1.3.2. Justificación Práctica.....	2
1.3.3. Justificación Metodológica .....	2
1.4. Objetivo general y específicos .....	2
1.4.1. Objetivo General.....	2
1.4.2. Objetivos específicos .....	2
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>3</b>
2.1. Antecedentes.....	3
2.1.1 Antecedentes Internacionales .....	3
2.1.2 Antecedentes Nacional.....	5
2.1.3. Antecedentes Local .....	7

2.2. Bases teóricas .....	9
2.2.1 Evaluación de la defensa ribereña.....	9
2.2.1.1 Comportamiento de los rios .....	10
2.2.1.2. Los causes .....	11
2.2.1.3. Las riberas .....	11
2.2.1.4. Defensa ribereña con gaviones .....	12
2.2.1.5. Definición .....	12
2.2.1.6. Muro de gavión.....	13
2.2.1.7. Principales características de las estructuras de gaviones .....	14
2.2.1.8. Tipos de gaviones .....	15
2.2.1.9. Uso de muro de gaviones .....	17
2.2.1.10. Diseño de muro de gaviones .....	17
2.2.1.11. Pesos unitarios .....	17
2.2.1.12. Parametros de fricción en las rocas .....	18
2.2.1.13. Parametros de fricción en los suelos.....	18
2.2.1.14. Descripción de los ensayos .....	18
2.2.1.15. Materiales para muro de gavion .....	19
2.2.1.16. Factores que afectan a los componentes de un gavion .....	23
2.2.1.16.1. Oxidación .....	23
2.2.1.16.2. Uniformidad de relleno .....	23
2.2.1.17. Factores que perjudican a un muro de gavion .....	24
2.2.1.17.1. Drenaje.....	24
2.2.1.17.2. Erosión.....	24
2.2.1.17.3. Socavación .....	24
2.2.1.18. Fallas estructurales en un muro de gavion .....	25

2.2.1. 18.1. Deslizamiento .....	25
2.2.1.18.2.Asentamiento.....	25
2.2.1.18.3. Desplome .....	25
2.2.2. Mejora de la defensa ribereña .....	26
2.2.2.1. Planes para optimizar la protección de la defensa ribereña .....	26
2.2.2.2. Relevancia de reforzar las defensas en las riberas .....	26
2.2.2.3. Enfoques creativos en la búsqueda de mejora .....	26
2.3. Hipótesis.....	27
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>28</b>
3.1. Nivel, Tipo y Diseño de investigación.....	28
3.2. Población y muestra .....	29
3.3. Variables. Definición y operacionalización .....	30
3.4 Técnica e instrumentos de recolección de información.....	31
3.4.1. Técnica .....	31
3.4.2. Instrumento de recolección informado .....	31
3.5 Método de análisis de datos .....	32
3.6 Aspectos Éticos.....	33
3.6.1. Respeto de protección de los derechos delos intervinientes.....	33
3.6.2. Cuidado con el medio ambiente.....	33
3.6.3. Libre participación y los derechos a estar informado .....	33
3.6.4. Beneficiencia, no maleficiencia .....	33
3.6.5. Integridad y honestidad .....	34
3.6.6. Justicia .....	34
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>35</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>44</b>

<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	<b>46</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>47</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>48</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>53</b>
Anexo 01: Matriz de Consistencia .....	53
Anexo 02: Instrumento de recolección de información .....	54
Anexo 03: Validez del instrumento .....	57
Anexo 04: Confiabilidad del instrumento .....	61
Anexo 05: Formato de Consentimiento informado .....	63
Anexo 06: Documento de aprobación para la recolección de la información .....	66
Anexo 07: Evidencias de ejecución (Declaración jurada, base de datos).....	67

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1:</b> Variables definición y operacionalización .....	30
<b>Tabla 2:</b> Identificación de muro de gaviones .....	35
<b>Tabla 3:</b> Evaluación de muro de gaviones .....	36
<b>Tabla 4:</b> Mejora de muro de gaviones .....	38
<b>Tabla 5:</b> Mejora de muro de gaviones.....	40
<b>Tabla 6:</b> Mejora de muro de gaviones.....	43
<b>Tabla 7:</b> Matriz de consistencia .....	53

## Lista de figuras

<b>Figura 1:</b> Defensa ribereña .....	12
<b>Figura 2:</b> Comportamiento de los ríos .....	13
<b>Figuras 3:</b> Muro de gaviones .....	15
<b>Figura 4:</b> Defensa ribereña, muro de gaviones .....	16
<b>Figura 5:</b> Paralelepípedo rectangular .....	17
<b>Figura 6:</b> Gavión tipo caja.....	18
<b>Figura 7:</b> Gavión tipo colchón.....	19
<b>Figura 8:</b> Gavión tipo saco .....	20
<b>Figura 9:</b> Enrocado.....	22
<b>Figura 10:</b> Malla .....	23
<b>Figura 11:</b> Alambre .....	24
<b>Figura 12:</b> Panel fotográfico del gavión tipo colchon y tipo caja .....	58
<b>Figura 13:</b> Gavión tipo caja .....	59
<b>Figura 14:</b> Panel fotográfico de los llenado de ficha .....	60
<b>Figura 15:</b> Medición del gavión tipo caja .....	61
<b>Figura 16:</b> Estado deteriorado del gavión tipo colchon .....	62
<b>Figura 17:</b> Vista panorámica de la defensa ribereña .....	63

## RESUMEN

La investigación que se desarrolló fue con el motivo de realizar una evaluación del muro de gavión, esto con la finalidad de conocer su estado actual de la defensa ribereña, a través de esto se planteó un **enunciado del problema** que fue: ¿La evaluación del muro gaviones mejorará la defensa ribereña del río Pativilca, en el centro poblado de Pachapaqui, distrito de Aquia, provincia de Bolognesi, región Áncash -2024? Y para dar solución a esta interrogante se planteó un **objetivo general** que fue realizar la evaluación del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Pativilca, en el centro poblado de Pachapaqui, distrito de Aquia, provincia de Bolognesi, región Áncash -2024, la **metodología** fue nivel cualitativo y cuantitativo, tipo descriptivo, diseño no experimental de corte transversal, como **instrumento** de recolección de datos: se elaboró encuestas y fichas técnicas, obteniendo como **resultados** que el muro de gaviones se encontró en estado regular pues si bien en las progresivas 0+031 a 0+091 se diagnosticó al muro en estado regular, a partir de la 0+91 a 0+110 el muro se encontró en muy mal estado lo que vulnera bastante a la defensa ribereña. En **conclusión**, la evaluación exhaustiva del muro de gaviones en el Centro Poblado de Pachapaqui destaca su fragilidad ante eventos naturales como los huaycos. La identificación de áreas críticas de vulnerabilidad, tanto desde una perspectiva aérea como en el terreno, subraya la urgencia de intervenir para proteger a la comunidad local y sus viviendas.

**Palabras clave:** Evaluación del muro de gavión, mejora de la defensa ribereña, zonas vulnerables

## ABSTRACTS

The research that was carried out was with the purpose of carrying out an evaluation of the gabion wall, this with the purpose of knowing its current state of the riverine defense, through this a statement of the problem was raised which was: Does the evaluation of the wall Gabions will improve the riverside defense of the Pativilca River, in the town center of Pachapaqui, Aquia district, Bolognesi province, Ancash region -2024? And to solve this question, a general objective was raised, which was to carry out the evaluation of the gabion wall to improve the riverside defense of the Pativilca River, in the town center of Pachapaqui, district of Aquia, province of Bolognesi, Ancash region -2024 methodology was qualitative and quantitative level, descriptive type, non-experimental cross-sectional design, as a data collection instrument: surveys and technical sheets were prepared, obtaining as results that the gabion wall was found in a regular state because although in the progressive From 0+031 to 0+091 the wall was diagnosed in fair condition, from 0+91 to 0+110 the wall was found to be in very poor condition, which greatly violates the riverside defense. In conclusion, the exhaustive evaluation of the gabion wall in the Pachapaqui Population Center highlights its fragility in the face of natural events such as landslides. The identification of critical areas of vulnerability, both from an aerial and on-the-ground perspective, underscores the urgency of intervening to protect the local community and their homes.

**Keywords:** Evaluation of the gabion wall, improvement of riverine defense, vulnerable areas

## **I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción del problema**

Después de haber realizado las investigaciones e indagaciones acerca del diseño de muro de gaviones se obtuvieron datos para la elaboración del proyecto analizando que el problema que es común en los cauces de los ríos es el deslizamiento de taludes por la falta de mantenimiento, mientras que las obras para protección de defensas ribereñas siempre fueron olvidadas por esa razón es muy importante la construcción de infraestructuras para la protección de defensas ribereñas”.

A nivel **Internacional** Vásquez (1) “El diseño de defensas ribereñas con muro de gaviones implica los factores hidrológicos, el cauce del río La Leche, aplicando los diferentes métodos de diseño, como alternativa de solución ante eventualidades de desborde del río en crecidas de caudal que garantiza la estabilidad de las estructuras”.

A nivel **Nacional**, Medina et al. (2), La importancia de la defensa ribereña en el Perú es de gran relevancia debido a su vulnerabilidad a inundaciones, la necesidad de proteger áreas agrícolas cruciales para la seguridad alimentaria, la preservación de valiosos ecosistemas costeros y la promoción del desarrollo económico y el turismo en las zonas costeras. En un país con una geografía diversa y expuesto a eventos climáticos extremos, la defensa ribereña desempeña un papel esencial en la seguridad y la prosperidad de la población y en la protección de los valiosos recursos naturales.

A nivel **Local** Acero (3) “en el tramo puente Los Baños Distrito de Pomabamba, presentado es realizar el diseño de defensa ribereña del río Pomabamba en tramo puente los Baños distrito Pomabamba, provincia Pomabamba, departamento Ancash, su metodología fue como el tipo de estudio en el presente trabajo de investigación es aplicado, de acuerdo a la técnica de contraste descriptiva. Así mismo, el diseño de estudio corresponde al nivel técnico”.

### **1.2. Formulación del problema**

¿La evaluación de muro de gaviones mejorará la defensa ribereña del río Pativilca, en el centro poblado de Pachapaqui, distrito de Aquia, provincia de Bolognesi, región Áncash -2024?

### **1.3. Justificación**

La justificación requiere el conocimiento amplio de las causas, efectos y propósitos que motiven la investigación. Es decir, para algunos para algunos una investigación

puede ser conveniente, y para otros no; por lo que deben establecerse criterios generales que puedan justificar una investigación.

### **1.3.1. Justificación Teórica**

De acuerdo a Méndez (4) “Las razones del estudio son argumentar el deseo de verificar, rechazar, confrontar o aportar aspectos de alguna teoría, contrastar resultados o desarrollar epistemología del conocimiento, provocando el debate académico y la reflexión sobre el conocimiento existente”.

### **1.3.2. Justificación Práctica**

Se dice que una investigación tiene una justificación práctica, cuando su exposición ayuda a resolver un problema o, por lo menos plantear nuevas estrategias la cual ayude a resolverlo.

### **1.3.3. Justificación Metodológica**

En una investigación científica, la justificación metodológica del estudio se da cuando el proyecto por realizar propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable.

## **1.4. Objetivo general y específicos**

### **1.4.1. Objetivo general**

- Realizar la evaluación de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Pativilca, centro poblado de Pachapaqui, distrito de Aquia, provincia de Bolognesi, región Áncash – 2024.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Identificar las zonas vulnerables a inundaciones en el río Pativilca, del centro poblado de Pachapaqui, distrito de Aquia, provincia de Bolognesi, región Áncash – 2024.
- Evaluar el muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Pativilca, centro poblado de Pachapaqui, distrito de Aquia, provincia de Bolognesi, región Áncash – 2024.
- Determinar la mejora de la defensa ribereña del río Pativilca, centro poblado de Pachapaqui, distrito de Aquia, provincia de Bolognesi, región Áncash – 2024.

## II. MARCO TEORICO

### 2.1. Antecedentes:

#### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

En **Bolivia**, Machaca et al. (5) 2023 en su proyecto de grado: “**Estudio hidrológico e hidráulico para el diseño en obras de protección contra inundaciones en proximidades del puente Bating en la provincia de Caranavi – Bolivia**”. El *objetivo* del proyecto es “realizar el estudio hidrológico e hidráulico en las proximidades del puente Bating del municipio de Caranavi, para identificar los puntos más importantes en el tramo de estudio donde se producen las inundaciones y proponer obras tipo para evitar erosión y desbordes”, dentro de la cual recopila información sobre inundaciones, realiza un estudio topográfico, recopilación de datos hidrológicos, meteorológicos y proponer obras tipo para las zonas más críticas. La *metodología* utilizada es del tipo cualitativo, cuantitativo porque se basa en la observación para recopilar datos no numéricos y numéricos, a su vez es no experimental porque estudia los factores relacionados y lo analiza sin recurrir al laboratorio. El proyecto *concluye* en que la cuenca del río Yara tiene obstrucción de canales, deforestación, escorrentía variable, erosión de los suelos y bordes del río; tras recopilar los datos de la cuenca del río Yara se pudo construir tormentas de diseño con una precisión mucho más amplia, *resultados*: se propone diseños para los problemas de inundaciones como son: colchón reno con enrocado, muro de contención de espigón de gavión, estas propuestas son más accesibles y adecuadas para las comunidades aledañas, ya que tienen una factibilidad económica en su construcción.

En **Portugal** Korin (6) en su tesis elaborada para obtener el grado de Magister en Ingeniería de la construcción de la Universidad Técnica Nacional de Lutsk (Ucrania) y el Instituto Politécnico de Bragança (Portugal), *titulado* “**Diseño de Muros de Gaviones: Caso Práctico**”, planteó como *objetivo* estudiar el método de cálculo y las características del diseño de muros de contención de gaviones. La *metodología* consistió en modelar el enfoque correcto para el diseño y cálculo de muros de contención de gaviones, observar la tecnología de su disposición y mantenimiento, comprender las posibilidades de resolver problemas ambientales y de planificación urbana que se pueden

evitar con el uso de estructuras de gaviones. **Concluye** que, en lugar de utilizar la típica tecnología de los muros de contención de hormigón clásicos, es mejor utilizar el principio de Terzaghi, según el manual técnico “Obras de Contención”, donde se presentan las correcciones para obtener la teoría correcta de cómo diseñar un muro de contención de gaviones.

En **Ecuador** Lucero (7), 2019. En su tesis Titulada : “**Análisis de Muros de Contención Gaviones**”, En las últimas décadas han tenido un fuerte desarrollo tecnológico, debido principalmente a la aparición de nuevas alternativas de solución como complemento a las de uso más tradicional, se tuvo como **Objetivo General:** laborar un manual práctico de forma simplificada de análisis y diseño de muros de contención y revestimiento, para que, tanto el estudiante de ingeniería, como el profesional de la rama, tengan una guía y ayuda para resolver de la manera más adecuada y práctica los diferentes diseños. Se tuvo como El **método de la investigación** fue científico, con diseño no experimental. La población de la investigación estuvo compuesta por la cuenca, **Resultados** el análisis estructural de un muro a gravedad se debe comprobar que todas sus secciones se encuentren sometidas a esfuerzos de compresión y de tensión menores o a lo más iguales a los valores establecidos por el Código Ecuatoriano de la Construcción. Se **Concluye** La selección adecuada de un tipo de muro depende fundamentalmente de la función que deba cumplir, así como también de las condiciones imperantes del suelo, materiales de construcción disponibles, tipos de carga a soportar, facilidad constructiva, economía, etc. De cualquier forma, para tener certeza de una adecuada selección, es necesario realizar previamente algunos prediseños antes de proceder al diseño definitivo.

### 2.1.2. Antecedentes Nacionales

En **Ayacucho** Nalvarte (8), 2022 en su tesis desarrollada para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote en el Perú, que lleva por *título* “**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 - 2022**” planteó como *objetivo* evaluar y planificar el resguardo ribereño para salvaguardar el campo deportivo el Monumentales de Muyurina, en la localidad de Tambillo. Las características de la *metodología* de investigación fueron del tipo exploratorio y el nivel de trabajo fue cualitativo, es decir, este trabajo se centrará en el aseguramiento y la evaluación de las actuales salvaguardias ribereñas determinadas para decidir si son utilizables hasta la fecha. *Concluye* que se tiene que construir una nueva defensa ribereña o adicionar a la existente, gaviones para ganar en altura y evitar riesgos futuros que puedan vulnerar estas defensas ya que su altura máxima es de 2.30 m. más o menos porque en máximas avenidas estos muros pueden colapsar.

En **Huancavelica** Coria et al. (9), 2019, en su tesis *titulada*, “**Propuesta de diseño de muro de suelo reforzado como soporte de vías ferroviarias mediante técnicas numéricas en el tramo Mariscal Cáceres – Acoria del Ferrocarril Huancayo – Huancavelica**”. Su *objetivo* general Proponer el diseño del muro de suelo reforzado como soporte de vías ferroviarias considerando la teoría de equilibrio límite y elementos finitos. En la presente Tesis de investigación se realizará una aplicación práctica que muestre la *metodología* actualmente más utilizada para el análisis y diseño de este tipo de estructuras frente a cargas de ferrovías. En *conclusión*, el análisis del diseño del muro de suelo reforzado se basó en la consideración de que el material de relleno utilizado sería el disponible localmente, lo que implica que los parámetros del suelo natural y del relleno son idénticos. Esta elección se fundamenta en la limitación de acceso a la zona del proyecto, que solo es posible a través de transporte ferroviario o aéreo (mediante helicópteros de

carga), lo que hace que el transporte de material desde otras áreas no sea práctico para este análisis. Se optó por utilizar gaviones como revestimiento para el muro debido a su ubicación cercana a la ribera del río Ichu, lo que proporcionará protección contra la socavación que ocurre en la zona durante las temporadas de lluvias o crecidas del río.

En **Lima Luján (10)**, en su tesis producido para obtener el título profesional de ingeniero civil, en la Universidad Cesar Vallejo en Perú, **titulado “Uso de gaviones para mejorar la defensa ribereña del Río Huaycoloro, zona de Huachipa distrito de Lurigancho, Lima 2021”**, presenta como *objetivo* determinar cómo el uso de gaviones mejora la resistencia a la erosión del río Huaycoloro, zona Huachipa distrito de Lurigancho – Chosica. La *metodología* empleada en la investigación es experimental, específicamente se utilizó el diseño de pre prueba y post prueba con un solo grupo de series cronológicas, el tipo de estudio es aplicada, explicativa, cuantitativa y longitudinal debido a que se tomaran los datos a través de un periodo de tiempo de 4 mes. En esta tesis se llegó a la *conclusión* que, si es necesario construir el muro de gaviones para mejorar la protección ribereña el río Huaycoloro, para mejora la resistencia a la erosión y proteger el cimiento del muro contra la socavación, además, cumple con las exigencias del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

### 2.1.3. Antecedentes Locales

En Casma López (11), en su tesis *titulada* “**Sistema de reforzamiento con gaviones o sistema terramesh grid para la estabilidad del talud en la carretera casma – Huaraz del km 95+540 al 95+600, Áncash - 2019.**” El *objetivo* general fue Determinar el sistema de reforzamiento con gaviones o sistema Terramesh® Grid para la estabilidad del talud en la carretera Casma-Huaraz del km 95+540 al 95+600. La *metodología* de la presente investigación, en cuanto al enfoque es cuantitativa, debido a su característica secuencial de procesos para probar la hipótesis planteada. Es decir, consiste en la recolección de datos (características de los taludes de la zona de estudio), el análisis de estabilidad mediante softwares especializados y posterior diseño de sistema de estabilización. Su *conclusión* La evaluación de la estabilidad del talud natural entre los kilómetros 95+540 y 95+600 de la carretera Casma - Huaraz se realizó utilizando los softwares Geostudio 2018 (módulo Slope/w) y Slide (v6.0) en dos perfiles críticos del talud. Los resultados obtenidos a través de los métodos de análisis de estabilidad, incluyendo el método Ordinario, Bishop, Jambú, Spencer y Morgentern-Price, indican que tanto el factor de seguridad estático como el pseudoestático se sitúan por debajo de la unidad. Esto implica que el talud se encuentra en una condición de inestabilidad y es propenso a experimentar deslizamientos. Además, esta vulnerabilidad se acentúa aún más en caso de un evento sísmico.

**En el Sector de Shaurama** Ciriaco et al. (12), tesis elaborada para obtener títulos profesionales de ingeniero civil en la Universidad Cesar Vallejo en Perú, *titulada* “**Diseño de la defensa ribereña con la utilización de gaviones del río Seco, Sector Shaurama – Huaraz – Áncash 2021**”, abordó como *objetivo* realizar el cálculo y así elaborar el diseño del sistema de defensa ribereña aplicado al tramo del río Seco, ubicado en el sector Shaurama – Huaraz, estas obras protegerían adecuadamente a la población. La metodología de investigación empleada fue de tipo experimental, explicativa y cuantitativa, cuya estrategia concebida para obtener la información fue de responder al planteamiento del problema (soportar las socavaciones y erosiones a causa de las fuertes lluvias y fenómenos naturales). *Concluye* que construir un muro

gaviones conviene porque cumple con las exigencias del RNE, también por el tema presupuestal 13 por su costo-beneficio como también el material es muy accesible ya que lo podemos encontrar en la misma zona.

En **el Sector Santa Gertrudis Rondan (13)** en su tesis preparada para obtener el título profesional de ingeniero civil en la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote en Perú, *titulada* “**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**”, abordó la necesidad de conocer la condición y estado actual de la defensa ribereña del sector Santa Gertrudis en su condición de servicio, siendo su *objetivo* central desarrollar la evaluación y mejoramiento de la defensa ribereña del río Santa margen derecha sector Santa Gertrudis ubicado entre las progresivas 173+000 km al 175+000 km de la carretera Pativilca – Huaraz. La *metodología* empleada fue la de tipo descriptivo, nivel cualitativo y diseño no experimental, empleando el análisis documental con los instrumentos de ficha técnica, reporte de análisis de laboratorio de suelo, recolección de datos hidrométricos y planos cartográficos. *Concluye* que las estructuras de defensa ribereña encontrados están deteriorados e incompletos, por lo que el estudio realizado derivará importantes aportes en el mantenimiento y rehabilitación de la defensa ribereña del sector Santa Gertrudis.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. Evaluación de la defensa ribereña

“Según Fernández (14). Que la evaluación de las defensas ribereñas se puede entender de diversas formas, dependiendo de las necesidades, propósitos y objetivos que es un control y algunos propósitos que se pueden determinar el valor de distintos cálculos y estudios una medición de valores que se pueda dar”.

Las defensas ribereñas son estructuras construidas para proteger de las crecidas de los ríos las áreas aledañas a estos cursos de agua.

La protección contra las inundaciones incluye, tanto los medios estructurales, como los no estructurales, que dan protección o reducen los riesgos de inundación.

- **Las medidas estructurales** “represas y reservorios, modificaciones a los canales de los ríos por otros más amplios, defensas ribereñas, depresiones para desbordamiento, cauces de alivio, obras de drenaje y el mantenimiento y limpieza de los mismo para evitar que se obstruyan”.(14)
- **Las medidas no estructurales** “consisten en el control del uso de los terrenos aluviales mediante zonificación, los reglamentos para su uso, las ordenanzas sanitarias y de construcción, y la reglamentación del uso de la tierra de las cuencas hidrográficas para no ocupar los cauces y terrenos aluviales de ríos y ramblas con edificaciones o barreras”(14).

La forma y el material empleado en su construcción varía, fundamentalmente en función de:

- Los materiales disponibles localmente
- El tipo de uso que se da a las áreas aledañas. Generalmente en áreas rurales se usan diques de tierra, mientras que en las áreas urbanas se utilizan diques de hormigón

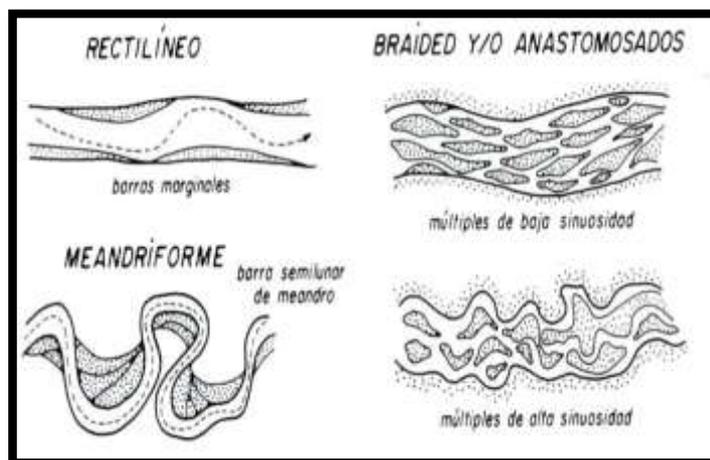


**Figura 1.** Defensa ribereña,

**Fuente:** Libro de Vilchez

### 2.2.1.1. El comportamiento de los ríos

“Los ríos tienen un comportamiento impredecible, adquieren un mecanismo de autoajuste de ancho, tirante y pendiente. En su recorrido, los ríos adoptan diferentes caminos: Este comportamiento impredecible e inestable hace que los ríos signifiquen una amenaza al generar hechos”. (15) como:



**Figura 2:** Comportamiento de los ríos

**Fuente:** Revista de Yepes

- Peligro ante el establecimiento de poblados cerca de los ríos
- Deforestación
- Pérdida de capacidad de retención de agua del suelo
- Disminución del tc (tiempo de concentración).

➤ Arrastre de sólidos en suspensión

Como solución a este problema surge la utilización de defensas fluviales y protecciones costeras.

**2.2.1.2. Los cauces**

Conviene recordar que algunas definiciones fundamentales para el mejor conocimiento del cauce de los ríos. “Madre” es el terreno por donde corren las aguas de un río o arroyo. Es el “cauce por donde ordinariamente corren las aguas de un río o arroyo”. De acá viene la expresión “salirse de madre”, que significa salirse del cauce, “desbordarse un río”, lo que ocurre muchas veces.

Los términos cauces, riberas y fajas marginales, antes mencionados, están definidos en la Ley y a ella nos referiremos a continuación.

**2.2.1.3. Las riberas**

“Las riberas, al igual que los cauces, son bienes naturales asociados al agua y están definidas en el Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, el que señala que son las áreas de los ríos, arroyos, torrentes, lagos, lagunas, comprendidas entre el nivel mínimo de sus aguas y el que éste alcance en sus mayores avenidas o crecientes ordinarias”.

(16)

Ellos son:

- a) “Nivel medio de las aguas, tomando para tal efecto periodos máximos de información disponible.”
- b) “Promedio de máximas avenidas o crecientes ordinarias que se determina considerando todas las alturas de aguas que sobrepasen el nivel medio señalado en el literal anterior”.

Es indudable que la aplicación de los criterios para fijar el cauce y las riberas presenta dificultades prácticas muy grandes. Pero, ellos no pueden dejar de considerarse en el planeamiento y diseño de las obras, viales o no, ubicadas en las proximidades de un río. Existen numerosas obras, no solo viales, que se construyeron literalmente dentro del cauce o en las riberas, con consecuencias desastrosas.

#### 2.2.1.4. Defensas ribereñas con gaviones

**Pérez Silva (17)** “En el Perú los gaviones son usados como muros de contención; diseñados de tal manera que tienen distintos niveles y combinan funciones de sostenimiento y drenaje. Sin embargo, para la construcción de gaviones es necesario uniformizar el terreno donde se ubicarán, sin la necesidad de excavaciones”.

Los gaviones protegen los suelos en contra de la erosión hídrica, que afecta el nivel de nutrientes de un suelo, sus características hidráulicas y el potencial agrícola.

Los gaviones también son usados como protección de obras transversales como espigones y diques, así como en el revestimiento de vertederos, protección de tomas de agua, etc.



**Figura 3.** Muro de gaviones.

**Fuente:** Revista de Cambroner

#### 2.2.1.5. Definición

Estructuras construidas con alambre de acero galvanizado o recubiertos de PVC, a forma de malla, y rellenos de rocas redondeadas (cantos rodados). Los muros de los gaviones protegen las

zonas alledañas y son capaces de tolerar grandes deformaciones sin perder resistencia.



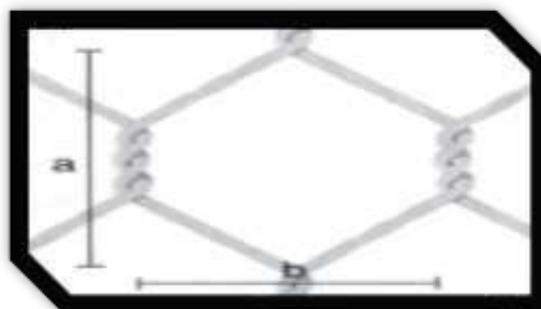
**Figura 4.** Defensa ribereña, muro de gaviones.

**Fuente:** Libro de Vilchez

#### **2.2.1.6. Muros de gaviones**

- Son paralelepípedos rectangulares contruidos a base de un tejido de alambre de acero, el cual lleva tratamientos especiales de protección como la galvanización y la plastificación.
- Se colocan a pie de obra desarmados y luego es rellenado de piedra de canto rodado o piedra chancada con determinado tamaño y peso específico, este material permite emplear sistemas constructivos sencillos, flexibles, versátiles, económicos y que puedan integrarse al paisaje circundante.
- Los muros en gaviones representan una solución extremadamente válida desde el punto de vista técnico para construir muros de contención en cualquier ambiente, clima y estación.
- Tales estructuras son eficientes, no necesitando mano de obra especializada o medios mecánicos particulares, a menudo las piedras para el relleno se encuentran en las cercanías.
- Tienen la ventaja de tolerar grandes deformaciones sin perder resistencia.
- Esta disposición forma una malla de abertura hexagonal unida por triple torsión para formar un espacio rellenable de manera que cualquier rotura puntual del alambre no desteja la malla. El enrejado hace que las piedras se deslicen entre la misma y el

terreno, impidiendo una caída brusca, o simplemente que queden sujetas sin deslizarse.



**Figura 5:** Paralelepípedo rectangular

**Fuente:** Cidelsa

#### 2.2.1.7. Principales características de las estructuras de gaviones

- Flexibilidad
- Permeabilidad
- Versatilidad
- Economía
- Estética.

Los Muros de Gaviones tienen diferentes usos, entre ellos tenemos:

- **Muros de Contención:** “Los muros de Gaviones están diseñados para mantener una diferencia en los niveles de suelo en sus dos lados constituyendo un grupo importante de elementos de soporte y protección cuando se localiza en lechos de ríos”. (18)
- **Conservación de Suelos:** “La erosión hídrica acelerada es considerada sumamente perjudicial para los suelos, pues debido a este fenómeno, grandes superficies de suelos fértiles se pierden; ya que el material sólido que se desprende en las partes media y alta de la cuenca provoca el azolvamiento de la infraestructura hidráulica, eléctrica, agrícola y de comunicaciones que existe en la parte baja”. (18)
- **Control de Ríos:** “En ríos, el gavión acelera el estado de equilibrio del cauce. Evita erosiones, transporte de materiales y derrumbamientos de márgenes, además el gavión controla

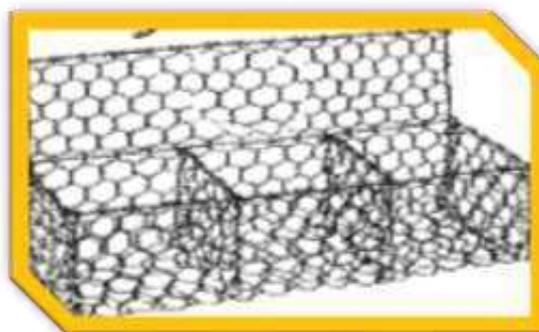
crecientes protegiendo valles y poblaciones contra inundaciones”. (18)

- **Protección de Alcantarillas:** “Proporcionan una efectiva protección para alcantarillas de carreteras y ferrocarriles, ya que la rugosidad y flexibilidad de la estructura le permite disipar la fuerza del flujo de agua y proteger la salida de la alcantarilla contra la erosión”. (18)
- **Apoyo y Protección de Puentes:** “En los estribos de puentes, se pueden utilizar gaviones tipo caja, tipo saco y tipo colchón combinados o individualmente, logrando gran resistencia a las cargas previstas”. (18)

#### 2.2.1.8. Tipo de gaviones

##### a) Gavión Tipo Caja:

Como menciona Almeida (19) “Son paralelepípedos regulares de dimensiones variadas, pero con alturas de 1.0m a 0.50m; conformados por una malla metálica tejida a doble torsión para ser rellenos en obra con piedras de dureza y peso apropiado”.



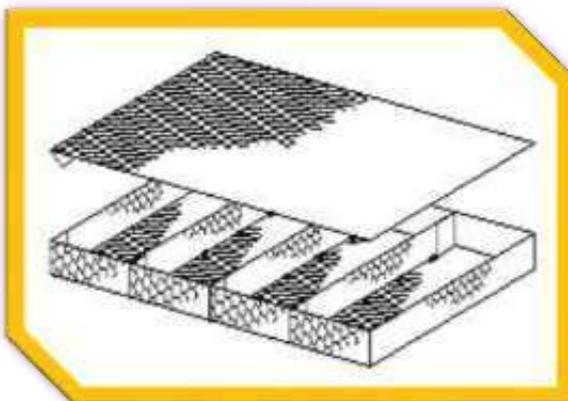
**Figura 6:** Gavión tipo caja

**Fuente:** Libro gaviones de caja.

##### b) Gavión Tipo Colchón:

“Son aquellos cuya altura fluctúa entre 0,17m - 0,30m y de áreas variables. Son construidos en forma aplanada para ser utilizados como revestimiento anti erosivo, antisocavante para uso hidráulico y como base-zócalo (Mejorador de capacidad portante) en la conformación de muros y taludes. Debido a que los

colchones están generalmente ubicados en contacto con el agua, con sólidos que arrastran los ríos y sedimentos en general, estos deben tener características tales que les permitan resistir las exigencias físicas y mecánicas como son el impacto, la tracción y la abrasión”. (19)



**Figura 7.** Gavión tipo colchón

**Fuente:** Artículo arprimix (16).

### **c) Gavión Tipo Saco:**

“Son generalmente de forma cilíndrica siendo sus dimensiones variables ya que se conforman para obras de emergencia o de aplicación en lugares de difícil acceso. Se arman generalmente fuera de la obra y se deposita en su lugar mediante el uso de maquinaria de izaje. A través de los bordes libres se inserta en las mallas un alambre más grueso para reforzar las extremidades y permitir el ensamblaje del elemento”. (20)



**Figura 8.** Gavión tipo saco

**Fuente:** Revista restauración paisajista.

### **2.2.1.9. Uso de muro de gaviones**

Señala Chanquin (21) que los gaviones “son muy utilizados en la consolidación de los movimientos de los taludes, ya que, por sus propiedades de deformarse sin perder su eficacia y su alta capacidad de drenaje, se adaptan de una manera particular a muchos casos en que deba operarse en terrenos inseguros y con presencia de agua”.

Los muros de gaviones según Bolívar (22), se han posicionado como uno de los métodos más prácticos para salvar las carencias de los terrenos en las construcciones de protección contra las acciones de la naturaleza, estabilización de suelos, etc.

- Geotecnia – Muros de Contención
- Hidráulica fluvial
- Irrigación de canales
- Apoyo y protección de puentes
- Drenaje
- Obras marinas
- Control de erosión
- Obras de emergencia.

### **2.2.1.10. Diseño de muro de gaviones**

A continuación, se señalan los datos que son necesarios para el análisis de la estabilidad de un muro de gaviones, así como los ensayos y procedimientos por medio de los cuales ellos se pueden obtener.

### **2.2.1.11. Pesos Unitarios:**

“Por ser estructuras de gravedad, su peso es de vital importancia. El asumir un peso unitario mayor que el verdadero nos lleva a factores de seguridad irreales; y por el contrario asumir pesos unitarios menores que los reales resulta en un sobredimensionado innecesario. Esta medición se puede realizar en sitio, a escala natural”. (22)

#### **2.2.1.12. Parámetros de Fricción en las Rocas:**

Dichos parámetros pueden ser tomados de la literatura o en el laboratorio mediante el uso de equipos de corte para muestras de gran tamaño.

#### **2.2.1.13. Parámetros de Fricción en la Interface Roca-Suelo:**

“Se puede determinar utilizando equipos de corte directo a velocidad controlada y corte triaxial. Además de recabar la información básica sobre la sección y geometría de los muros, se deben investigar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales tanto del suelo del relleno como del suelo de fundación haciendo uso de ensayos como granulometría, resistencia al corte triaxial, y humedad”. (23)

#### **2.2.1.14. Descripción de los Ensayos:**

“La construcción de un muro de gaviones en donde la aplicación de la mecánica de suelo tiene más importancia, son aquellos en los cuales el comportamiento de los suelos está sujeto al efecto de cargas. De allí la importancia de investigar las condiciones de rotura del suelo y determinar aquellos parámetros que definen la resistencia a rotura del suelo sometidos a esfuerzos”. (24)

Las obras de defensa ribereña estarán sometidas a diferentes efectos en mayor o menor grado según se presenten las condiciones hidráulicas y la naturaleza del terreno de fundación. Estos efectos son:

- Deformabilidad y resistencia de la fundación.
- Posibilidad de la socavación de la base.
- Estabilidad.
- Efecto abrasivo por transporte de material de fondo.
- Empuje de tierras detrás de la estructura.

Por otra parte, las obras además de ser eficientes, deben ser económicas, para lo cual se considera los siguientes factores:

- Disponibilidad y costo de materiales de construcción.
- Costo de construcción
- Costo de mantenimiento.

- Durabilidad de las obras.
- Condiciones constructivas.

#### 2.2.1.15. Materiales para muros de gaviones

##### a. La Roca:

“Las piedras a ser usadas para el relleno de los gaviones deberán tener suficientes resistencias para soportar sin romperse las solicitaciones a que estarán sometidas después de colocadas en la obra, pueden ser piedra de canto rodado o piedra chancada con determinado tamaño y peso específico, se recomienda evitar la utilización de fragmentos de lutita, arcillolita o pizarra, al menos que cumplan con los parámetros de resistencia y durabilidad por lo general estas piedras para el relleno se encuentran en las cercanías. En cuanto al tamaño máximo de estas piedras, debe estar entre 0,1 y 0,3m. Los fragmentos más pequeños se deben colocar en la parte central del gavión y los fragmentos más grandes deben quedar dispuestos en contacto con la canasta”. (25)



**Figura 9:** Enrocado

**Fuente:** Cidelsa

##### b. Calidad de las rocas

- La roca debe ser sana, dura, de cantera
- Debe ser resistente al agua y a los refuerzos de corte.
- Se recomienda las rocas ígneas con densidad relativa  $DR > 2$ .
- La mejor forma de la roca es angular.

- La estabilidad del enrocado depende de la forma, tamaño y masa de las piedras, y de una adecuada distribución de tamaños.
- Densidad de diferentes tipos de materiales en kg/m<sup>3</sup>.

### c. Tamaño de las rocas

- “La estabilidad de una roca es una función de su tamaño expresada ya sea en términos de su peso o diámetro equivalente. Se han efectuado muchos estudios para determinar el tamaño de las rocas” (25), entre los que tenemos:

- **Fórmula 01 de MAYNORD:**

$$\frac{d_{50}}{y} = C_1 * F^3$$

$$F = C_2 * \frac{V}{\sqrt{gy}}$$

- **Formula 2 de ISBASH**

$$V = 1.7 \sqrt{\Delta g d}$$

$$\Delta = \rho r - \rho$$

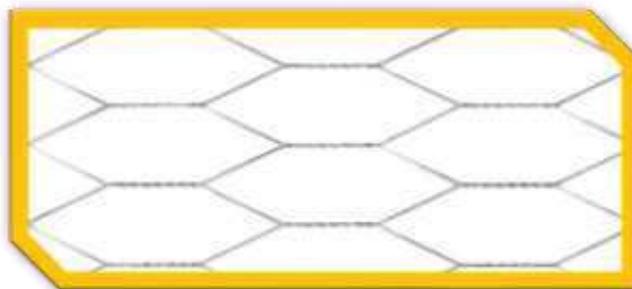
### d. Mallas

Martin Vide Jp dice “Las mallas para la construcción de las canastas de gaviones pueden ser de alambre galvanizado, de plástico, o de polietileno de alta densidad” (26), empleándose los siguientes tipos de mallas:

- Malla Hexagonal de triple torsión.
- Malla Hexagonal de doble torsión.
- Malla de Eslabonado simple.
- Malla Electrosolda.

Se recomienda usar la malla de triple torsión, ya que permiten tolerar esfuerzos en varias direcciones sin producirse rotura, tendrán la forma de un hexágono alargado en el sentido de una de sus diagonales.

El tipo de malla es de 8 x 10 cm. (ASTM A 975 97).



**Figura 10:** Malla

**Fuente:** TDM Perú

#### **e. Alambre**

“Los alambres utilizados para el cocido de los gaviones, los tirantes inferiores y las uniones entre unidades, deben ser del mismo diámetro y calidad que el alambre de la malla. El alambre utilizado en las aristas o bordes del gavión debe tener un diámetro mayor, se recomienda que éste sea un calibre inmediatamente superior al del alambre empleado en la malla”. (26)



**Figura11:** Alambre

**Fuente:** TDM Perú

#### **f. Relleno**

Bolívar (22) nos dice “la evolución del gavión no ha tenido cambios muy marcados a lo largo del tiempo, aunque el relleno utilizado si ha variado. Desde mimbres trenzados rellenos de tierra, hasta mallas galvanizadas rellenas con pedazos de neumáticos”.

El material de relleno más conveniente y confiable consiste en

rocas de canto o cantera, de las cuales se deberán evaluar las siguientes características.

- Granulometría
- Resistencia a la abrasión
- Resistencia mecánica
- Absorción

#### **g. Pantallas de concreto armado**

- Estructura de contención similar a los gaviones, pero de mayor profundidad de excavación.
- No tienen espacios y son completamente impermeables.
- Como son construidas *in situ* pueden usarse pilotes para dar flexibilidad a la estructura y puntos adicionales de soporte.

#### **h. Diques**

Estructuras que controlan o impiden el paso del agua en un río.

Existen dos tipos: artificiales y naturales.

- **Artificiales:** previenen la inundación pues encajonan al río y dan más fluidez a su cauce.
- **Naturales:** depósitos arrastrados por el río y depositados en sus márgenes.

Según Meza (27) dice “Construcciones usadas a modo de rompeolas, permiten dirigir el cauce del río y aumentarlo en una dirección específica. Usualmente son construidos de hormigón o rocas de gran tamaño. Funcionan de tal manera que se dirige el sentido del agua, alejando el punto de máxima profundidad de la orilla evitando desbordes”. Construcciones usadas a modo de rompeolas, permiten dirigir el cauce del río y aumentarlo en una dirección específica.

- Usualmente son construidos de hormigón o rocas de gran tamaño.
- Funcionan de tal manera que se dirige el sentido del agua, alejando el punto de máxima profundidad de la orilla (evitando desbordes).

### **2.2.1.16. Factores que afectan a los componentes de un gavión**

Entre las afecciones que más se presentan en los gaviones tenemos a la deformación excesiva de los gaviones y la rotura de las mallas que genera pérdida de relleno y afectan directamente al muro de gaviones. Por ello podemos señalar que entre los factores perjudiciales para las componentes de un gavión se encuentran las siguientes.

#### **2.2.1.16.1. Oxidación**

Sobre la oxidación Cuenca (28) señala que es una reacción química producida al combinarse el oxígeno con un elemento metaloide. En este proceso se produce una transferencia de electrones; es decir; el elemento metaloide pierde electrones mientras el oxígeno los asimila produciéndose de este modo el óxido.

“De producirse esta alteración química en las mallas de los gaviones, estas se verán más vulnerables a la rotura ya que la oxidación reduce mucho su resistencia y ductilidad; pues son las mallas las encargadas de soportar los esfuerzos aplicados a los muros de gaviones”. (28)

#### **2.2.1.16.2. Uniformidad de relleno**

“La uniformidad del relleno hace referencia a la cantidad de relleno (piedras) de tamaño adecuado presente en cada gavión. Esto es importante pues genera estabilidad y mayor capacidad de consolidación al muro de gaviones”. (29)

Las desventajas de una mala uniformidad se podrían dividir en dos casos.

- Piedras demasiado grandes; que por su tamaño podrían causar mucho esfuerzo en sectores

puntuales de la malla produciendo así deformación del gavión o rotura de la malla.

- Piedras demasiado pequeñas; que al ser de menor o igual tamaño a los orificios de la malla, pueden salir fácilmente del gavión, produciendo de así pérdida de relleno, inestabilidad y deformación del gavión.

### **2.2.1.17. Factores que perjudican a un muro de gavión**

#### **2.2.1.17.1. Drenaje**

Se entiende por drenaje en un muro de gaviones a la capacidad que tiene de dar salida o escape al agua que se acumula o interactúa en su entorno.

Como señala Castro (30), “los muros de gaviones, por su composición, son muy permeables y por lo tanto auto drenantes; descargando así la presión hidrostática sobre el muro. Es importante señalar que las fallas de drenaje son el origen más frecuente de inestabilidad de muro de gaviones”.

#### **2.2.1.17.2. Erosión**

Viera (31) nos dice que “el termino erosión en un río se refiere al descenso del fondo causado por fenómenos de dinámica fluvial, que pueden ser naturales o provocadas por la acción del hombre”.

#### **2.2.1.17.3. Socavación**

La socavación es un caso particular de la erosión, y consiste en la profundización del nivel del fondo del cauce de un curso de agua. Como menciona Vicente (32) envuelve la remoción de los materiales constituyentes del lecho del río y su posterior transporte hacia aguas abajo. Puede ser causada por el aumento de la velocidad del agua en las crecidas, por modificaciones en la morfología del cauce, por turbulencias provocadas.

### **2.2.1.18. Fallas estructurales en un muro de gavión**

“Un muro de gaviones pese a ser una estructura muy versátil, también suelen sufrir fallas estructurales, las cuales pueden ser causadas por distintos factores tanto externos como propios; estas fallas pueden alterar o perjudicar el funcionamiento del muro o en casos extremos destruir completamente su funcionalidad. Entre las fallas más comunes tenemos las siguientes.

#### **2.2.1.18.1. Deslizamiento**

Señala Almeida (33) que “ocurre cuando la resistencia al deslizamiento a lo largo de la base del muro, sumada al empuje pasivo disponible al frente de la estructura, es insuficiente para neutralizar el efecto del empuje activo actuante”.

Es decir, que el deslizamiento de un muro de gaviones es el desplazamiento producido por las fuerzas del empuje activo, que vencen al peso del muro, empuje pasivo y fuerza de fricción en la base del mismo.

#### **2.2.1.18.2. Asentamiento**

Se entiende como asentamiento a la falla del suelo sobre el que se apoya una estructura, produciendo así que el suelo se hunda desestabilizando a la estructura.

Plantea Almeida (33) que “ocurre cuando las presiones aplicadas por la estructura sobre el suelo de fundación son superiores a su capacidad de carga”.

#### **2.2.1.18.3. Desplome**

“Podemos entender como desplome al colapso total de una estructura, en este caso al colapso del muro de gaviones. Esto generalmente se debe a la inestabilidad del suelo o al empuje que produce una masa de tierra o agua, pero también puede deberse a otros factores.

## **2.2.2. Mejora de la defensa ribereña**

A juicio de Benavente (34), “Abarca un conjunto diverso de enfoques y medidas diseñados para fortalecer y mejorar la seguridad de las riberas que rodean cuerpos de agua como ríos, arroyos y canales. Estas acciones tienen como propósito primordial prevenir el desgaste del terreno, mitigar las amenazas de inundaciones y resguardar las zonas contiguas a los cauces de agua”.

### **2.2.2.1. Planes para optimizar la protección de la ribereña**

De acuerdo a Carretero Miranda (35), Los planes para optimizar la protección ribereña se refieren a las estrategias y medidas diseñadas específicamente para fortalecer las defensas existentes o implementar nuevas estructuras que mejoren la capacidad de las riberas para resistir la erosión y las inundaciones. Estos planes incluyen la evaluación detallada de las condiciones actuales de las defensas, el diseño de mejoras estructurales y la implementación de tecnologías adecuadas para garantizar una protección efectiva.

### **2.2.2.2. Relevancia de reforzar las defensas en las riberas**

Según Alarcón (36), La relevancia de reforzar las defensas en las riberas radica en la necesidad de proteger las zonas habitadas y la infraestructura cercana a los cuerpos de agua. Reforzar las defensas ribereñas ayuda a mitigar los riesgos asociados con la erosión del suelo, la pérdida de tierras fértiles y los daños causados por las crecidas repentinas. Además, estas mejoras contribuyen a mantener la estabilidad de los ecosistemas acuáticos y terrestres en las áreas.

### **2.2.2.3. Enfoques creativos en la búsqueda de la mejora**

Según Varillas (37), Los enfoques creativos en la búsqueda de mejoras se centran en la exploración de nuevas tecnologías, métodos de construcción innovadores y estrategias de gestión integrada de recursos hídricos para fortalecer las defensas ribereñas. Estos enfoques buscan soluciones efectivas y sostenibles que minimicen el impacto ambiental.

### 2.3. Hipótesis

No cuenta con hipótesis por ser una tesis descriptiva.

**Según, Carrasco Díaz. S (38)** expone que las investigaciones de tipo descriptivo no requieren formular hipótesis, dado que es suficiente plantear algunas preguntas de investigación que, como ya se anotó, surgen del planteamiento del problema, de los objetivos y, por supuesto, del marco teórico que soporta el estudio.

### **III. METODOLOGIA**

#### **3.1. Nivel, tipo, y diseño de investigación**

##### **3.1.1. Nivel de investigación**

El nivel de investigación fue de carácter cualitativo y cuantitativo porque se inició un proceso que es el análisis de hecho, lo empírico y una teoría que se trabajó en el proceso la cual se basó en la recolección y no manipular la variable.

Según Hernández R., Mendoza T (39), “mencionan que las investigaciones cualitativas realizan preguntas antes, durante o después de realizar la recolección y análisis de los datos obtenidos”. La indagación se realizará de manera dinámica entre los hechos y su interpretación, y resulta un proceso más bien "circular" en el que la secuencia no siempre es la misma, puede variar en cada estudio.

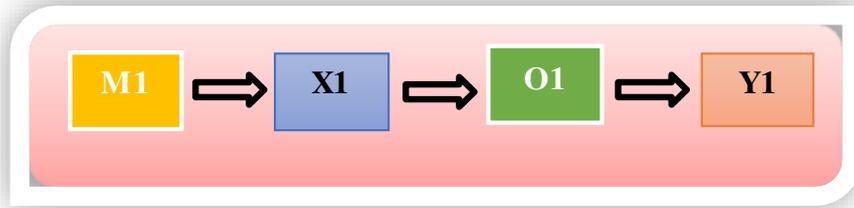
##### **3.1.2. Tipo de investigación**

El tipo de investigación fue descriptivo, la cual nos ayudó obtener información acerca de nuestro muro de gaviones del río Pativilca el cual fue estudiado.

##### **3.1.3. Diseño de investigación**

El diseño fue no experimental, porque se describió todos los fenómenos tal y como están en su contexto natural, aplicando técnicas y herramientas que después se van analizar cómo variables, proponiendo un mejoramiento.

Según Rodríguez M (40) Menciona que la investigación no experimental se basa en categorías, conceptos, variables, sucesos, comunidades o contextos que se dan sin la intervención directa del investigador, es decir; sin que el investigador altere el objeto de investigación. En la investigación no experimental, se observan los fenómenos o acontecimientos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos.



### Leyenda del diseño

- **MI:** Muestra, Muro de gaviones en el río Pativilca en el centro poblado de Pachapaqui, distrito de Aquia, provincia de Bolognesi, región Áncash.
- **XI:** Variable independiente, Evaluación del muro de gaviones en el río Pativilca en el centro poblado de Pachapaqui, distrito de Aquia, provincia de Bolognesi, región Áncash.
- **OI:** Resultados
- **YI:** Variable dependiente, mejora de la defensa ribereña río Pativilca en el centro poblado de Pachapaqui, distrito de Aquia, provincia de Bolognesi, región Áncash.

## 3.2. Población y muestra

### 3.2.1. Población

Para la presente investigación se determinó que la población es la defensa ribereña del río Pativilca en el centro poblado de Pachapaqui, distrito de Aquia, provincia de Bolognesi, región Áncash.

Según el equipo editorial etece (41). El universo desde el punto estadístico es el total de un determinado sistema al cual se pretende estudiar.

### 3.2.2. Muestra

Para la presente investigación se determinó que la muestra es el muro de gaviones que se encuentran en la defensa ribereña del río Pativilca en el centro poblado de Pachapaqui, distrito de Aquia, provincia de Bolognesi, región Áncash.

Según el equipo editorial etece (41). Una muestra es un subconjunto de la población, que se obtiene para averiguar las propiedades o características de esta última, por lo que interesa que sea un reflejo de la población, que sea representativa de ella.

### 3.3. Variables. Definición y Operacionalización

**Tabla 01**

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERATIVA	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	CATEGORÍA O VALORACIÓN
<b>Evaluación de Gaviones</b>	Se realizó la evaluación de la defensa ribereña del río Pativilca del centro poblado de Pachapaqui, distrito de Aquia , región Áncash.	Gaviones de la defensa ribereña	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muro de gaviones</li> <li>- Tipo de gaviones</li> <li>- Materiales para muro de gaviones</li> <li>- Parámetros de fricción en las rocas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nominal</li> <li>- Nominal</li> <li>- Nominal</li> <li>- Nominal</li> </ul>	Categorías
<b>Mejoramiento de la defensa ribereña</b>	Se dará la propuesta de mejora de la defensa ribereña a base recomendaciones.	Mejora de defensa ribereña	Determinar la mejora de la defensa ribereña.	Socavamiento en el cauce del rio Altura Ancho Longitud	Categorías

Fuente : Elaboración propia 2024

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.4.1. Técnicas

- **Según Castro Márquez (42)**, “La técnica de la encuesta se utiliza para recolectar datos en un trabajo de investigación científica e implica obtener información de un grupo de personas lo que va a permitir al investigador alcanzar el objetivo de tu estudio”. Las cuales son las siguientes:
- **Observacional no experimental (evaluación visual)**: Esta la realizamos con una inspección visual de todo el muro de gavión tanto en sus características físicas y sus condiciones actuales; todo ello se realizó sin manipular las variables teniendo como principal aliado la observación para elaborar así nuestra investigación.
- **Encuesta**: Esta técnica permitió la recolección de todos los datos en la observación de cada uno de los puntos del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de San Miguel, hallando así el nivel de satisfacción de la población y condición sanitaria de la población.

#### 3.4.2. Instrumento de recolección de información

Según Equipo Editorial etece (43), nos menciona que los instrumentos de recolección de datos, tiene como función recolectar información mediante diversos métodos:

- **Fichas técnicas**

Estas fichas que nos ayudaran, a obtener los datos recolectados, ya que son de suma importancia y muy necesarios para poder realizar nuestro mejoramiento de nuestro sistema de abastecimiento que viene ser la cámara de captación, línea de conducción, reservorio, línea de aducción y red de distribución.

➤ **Cuestionarios**

Un cuestionario, es un conjunto de preguntas que deben estar bien estructuradas y organizadas, con el fin de brindar toda la información necesaria para determinar el estado de salud de una población.

**3.5. Método de análisis de datos**

El plan de análisis para esta investigación fue referido de la siguiente manera:

Se empezó con la obtención de datos, para ello se tuvo que ir a evaluar el muro de gaviones que se encuentra en el río Pativilca del centro poblado de Pachapaqui, distrito de Aquia, región Áncash.

Se evaluó de manera explícita y detallada por medio de la observación, con el instrumento de evaluación de campo, en este caso la guía de fichas técnicas. Se tomó fotografías para tener como evidencias de la defensa ribereña.

Se procesó los datos obtenidos en campo y se evaluarán las características mediante tablas estadísticas.

En el análisis de los resultados se realizará cumpliendo con los indicadores cualitativos, para así saber las condiciones del enrocado en el río.

### **3.6. Aspectos éticos**

Esta investigación se desarrollará de acuerdo a los principios éticos del Reglamento de Integridad Científica de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote (2024)

#### **3.6.1. Respeto de protección de los derechos de los intervinientes**

Este principio se aplicó en todo momento en los trabajos que realice en campo en cuanto a la evaluación de gaviones de la defensa ribereña del río Pativilca del centro poblado de Pachapaqui, distrito de Aquia, provincia de Bolognesi, departamento de Áncash protegiendo a mis habitantes de manera respetuosa frente a su identidad, confidencialidad, privacidad, diversidad y respetando en todo momento sus derechos sin atentar contra su moral.

#### **3.6.2. Cuidado con el medio ambiente**

En los trabajos de campo que realice acerca evaluación de gaviones de la defensa ribereña del río Pativilca del centro poblado de Pachapaqui, distrito de Aquia, provincia de Bolognesi, departamento de Áncash protegí en todo momento a los animales que pueda encontrar en la zona de los distintos puntos de la defensa ribereña a la vez tuve cuidado de no dañar el medio ambiente a la hora de hacer mis observaciones en campo.

#### **3.6.3. Libre participación y derechos a estar informado**

Antes de la realización del trabajo en campo se solicitó a las autoridades del centro poblado de Pachapaqui todos los permisos necesarios para poder acceder, asimismo fue necesario visitar los domicilios para la recaudación de información. Informamos a la población el propósito y finalidad de la investigación y que con esto ellos también pidieron participar de manera voluntaria.

#### **3.6.4. Beneficencia, no maleficencia**

La presente investigación impartió beneficios y no maleficencia a los habitantes del centro poblado de Pachapaqui Tuvo en todo momento buenas prácticas de bienestar de manera que la población participo y mediante esta no se causó daños, ni posibles efectos adversos.

### **3.6.5. Integridad y honestidad**

Necesidad de actuar con integridad y transparencia en todas las etapas del proyecto. Esto incluye la honestidad en la presentación de datos y resultados, la evitación de conflictos de intereses y el cumplimiento de estándares éticos y profesionales en la conducta de la investigación.

### **3.6.6. Justicia**

El trabajo de campo en el centro poblado de Pachapaqui, en todo momento se tuvo y ejercerá un juicio razonable, ponderable sobre las precauciones frente a que mis prácticas fueron justas, de manera que todos los que participaron en esta investigación al finalizar tengan derechos a acceder a los resultados obtenidos.

#### IV. RESULTADOS

**4.1. Primer Resultado:** Dando respuesta a nuestro primer objetivo: Identificar las zonas vulnerables a inundaciones en el Río Pativilca, centro poblado de Pachapaqui, distrito de Aquia, provincia de Bolognesi, región Áncash – 2024.

**Tabla 2:** Identificación de Muro de gaviones evaluarse

<b>Título</b>			
<b>EVALUACIÓN DE GAVIONES, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO PATIVILCA DEL CENTRO POBLADO DE PACHAPAQUI, DISTRITO DE AQUIA, PROVINCIA DE BOLOGNESI, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH - 2024</b>			
<b>Ficha N° 01</b>			
<b>Tesista</b>	Cuevas Carrera, Daycy Vilma		
<b>Fecha</b>	29/05/2024		
<b>Ítem</b>	<b>Progresiva</b>		<b>Identificación</b>
	<b>De</b>	<b>Hasta</b>	
1	<b>0+000</b>	<b>0+030</b>	No se evidencia muro de gaviones
2	<b>0+031</b>	<b>0+050</b>	Cuenta con muro de gaviones, por lo que tendrá que evaluarse
3	<b>0+051</b>	<b>0+070</b>	Cuenta con muro de gaviones, por lo que tendrá que evaluarse
4	<b>0+071</b>	<b>0+90</b>	Cuenta con muro de gaviones, por lo que tendrá que evaluarse
5	<b>0+091</b>	<b>0+110</b>	Cuenta con muro de gaviones, por lo que tendrá que evaluarse
6	<b>0+111</b>	<b>0+130</b>	Cuenta con muro de gaviones, por lo que tendrá que evaluarse
7	<b>0+131</b>	<b>0+150</b>	Cuenta con muro de gaviones, por lo que tendrá que evaluarse

**Fuente:** Elaboración Propia\_ 2024

**Interpretación:** En la identificación de muro de gaviones del tramo 0+000 a 0+0300 hasta el tramo 0+131 a 0+150 debe evaluarse los tramos de la progresiva 0+031 hasta la progresiva 0+150

**4.2. Segundo Resultado:** Respondiendo el segundo objetivo específico: Evaluar el muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del Río Pativilca, centro poblado de Pachapaqui, distrito de Aquia, provincia de Bolognesi, región Áncash – 2024.

**Tabla 3:** Evaluación del muro de gaviones

<b>Título</b>		
<b>EVALUACIÓN DE MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO AGUAYTIA DEL JIRÓN RÍO HUALLAGA ENTRE LAS PROGRESIVA 0+000 A 0+140 DEL DISTRITO DE CURIMANA, PROVINCIA DE PADRE ABAD, DEPARTAMENTO DE UCAYALI – 2023</b>		
<b>Ficha N° 02</b>		
<b>Tesista</b>	Cuevas Carrera Daycy Vilma	
<b>Fecha</b>	29/05/2024	
<b>Tipo de Falla</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Evaluación</b>
Rotura de malla		No presenta rotura de las celdas en ningún tramo.
Corrosión		Algunos sectores de las mallas, presentan corrosión el cual está iniciando.
Desmonte o basura	0+031 a 0+050	Tiene basura en la parte inferior del muro de gaviones.
Vegetación	0+031 a 0+150	Se evidencia la presencia de plantas y arbustos.

Desplome	0+91 a 0+110	Existe desplome en algunos tramos mayormente al final del muro,
Empujes de terreno		Existe empujes por parte del terreno
Tipo de mallas		Presenta mallas octogonales que fueron unidas en tramos hasta llegar a los 150 m.
Agregados		Presenta gravas menores a 6 cm., lo que originó que estas se salgan por las mallas.
Socavación		En la zona curva del río presenta socavación al final de los gaviones.
Granulometría		La granulometría no es la indicada por que presenta gravas de menor tamaño que el diámetro de las mallas, por este motivo esas gravas se salieron del gavión originando inestabilidad.
Recubrimiento		Las mallas contienen recubrimiento en la mayor parte.
Asentamientos		Presenta algunas partes con asentamiento en zonas localizadas.

Fuente: Elaboración Propia \_ 2024

**Interpretación:** Los muros de gaviones evaluados presenta corrosión, las gravas son menores a los 5 cm, lo cual indica que la granulometría no es la indicada para las mallas que están utilizando además que en la progresiva 0+031 a 0+050 contiene basura en la parte inferior

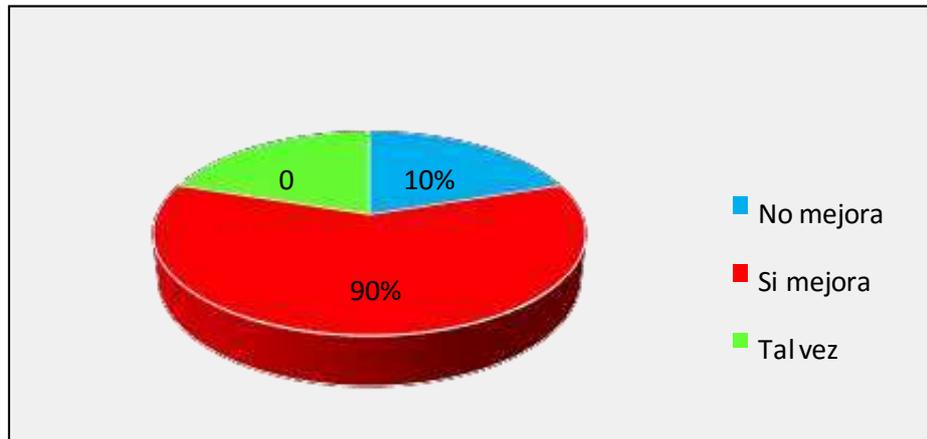
**4.3. Tercer Resultado:** Respondiendo al tercer objetivo específico: Determinar la mejora de la defensa ribereña del río Pativilca, centro poblado de Pachapaqui, distrito de Aquia, provincia de Bolognesi, región Áncash – 2024.

**Tabla 4:** Mejora del muro de gaviones

<b>Título</b>			
<b>EVALUACIÓN DE GAVIONES, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO PATIVILCA DEL CENTRO POBLADO DE PACHAPAQUI, DISTRITO DE AQUIA, PROVINCIA DE BOLOGNESI, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH - 2024</b>			
<b>Ficha N° 03</b>			
<b>Tesista</b>			
<b>Fecha</b>	30/05/2024		
¿Usted cree, que la evaluación de gaviones, de la defensa ribereña del río pativilca del centro poblado de pachapaqui, distrito de aquia, provincia de Bolognesi, departamento de áncash - 2024, evitará el posible desborde del río?			
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Tal vez</b>
Ocaña Vega Susy Maruja	<b>x</b>		
Pare Suarez Wiliam	<b>x</b>		
Damian Tafur Vidal	<b>x</b>		
Espinoza Palacios Miguel	<b>x</b>		
Romero Miranda Nancy	<b>x</b>		
Arieta Valenzuela Mishell		<b>x</b>	
Franco Acuña Tapia	<b>x</b>		
Del Castillo Norabuena Jenson	<b>x</b>		
Mejía Sanchez Yesi Vanesa	<b>x</b>		
Huaranga Damian Flor Medali	<b>x</b>		

**Fuente:** Elaboración Propia \_ 2024

**Gráfico 1:** ¿Usted cree, que la evaluación de gaviones, de la defensa ribereña del río pativilca del centro poblado de pachapaqui,distrito de aquia,provincia de bolognesi,departamento de áncash - 2024, evitará el posible desborde del río?



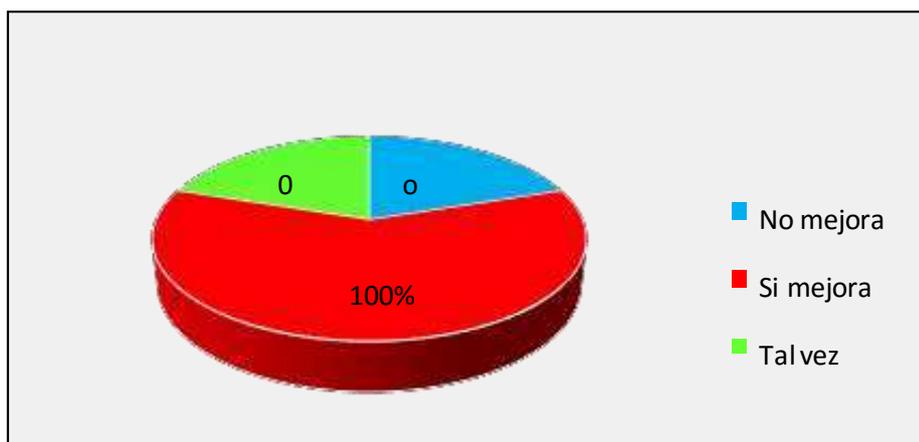
**Fuente:**Elaboración Propia \_ 2024

**Interpretación:** Según las encuestas realizadas el 90% de los encuestados si creen que se evitara el desborde el río.

**TABLA 5: Mejora de muro de gaviones**

<b>Titulo</b>			
<b>EVALUACIÓN DE GAVIONES, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO PATIVILCA DEL CENTRO POBLADO DE PACHAPAQUI, DISTRITO DE AQUIA, PROVINCIA DE BOLOGNESI, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH - 2024</b>			
<b>Ficha N° 03</b>			
<b>Tesista</b>			
<b>Fecha</b>	10/11/2023		
¿Usted cree, que la evaluación del muro gaviones, de la defensa ribereña del río pativilca del centro poblado de pachapaqui, distrito de aquia, provincia de bolognesi, departamento de áncash - 2024, evitará daños a las viviendas y cultivos aledaños?			
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Tal vez</b>
Ocaña Vega Susy Maruja	<b>x</b>		
Pare Suarez Wiliam	<b>x</b>		
Damian Tafur Vidal	<b>x</b>		
Espinoza Palacios Miguel	<b>x</b>		
Romero Miranda Nancy	<b>x</b>		
Arieta Valenzuela Mishell	<b>x</b>		
Franco Acuña Tapia	<b>x</b>		
Del Castillo Norabuena Jenson	<b>x</b>		
Mejia Sanchez Yesi Vanesa	<b>x</b>		
Huaranga Damian Flor Medali	<b>x</b>		

**Grafico 2:** ¿Usted cree, que la evaluación del muro gaviones, de la defensa ribereña del río pativilca del centro poblado de pachapaqui,distrito de aquia,provincia de bolognesi,departamento de áncash - 2024, evitará daños a las viviendas y cultivos aledaños?

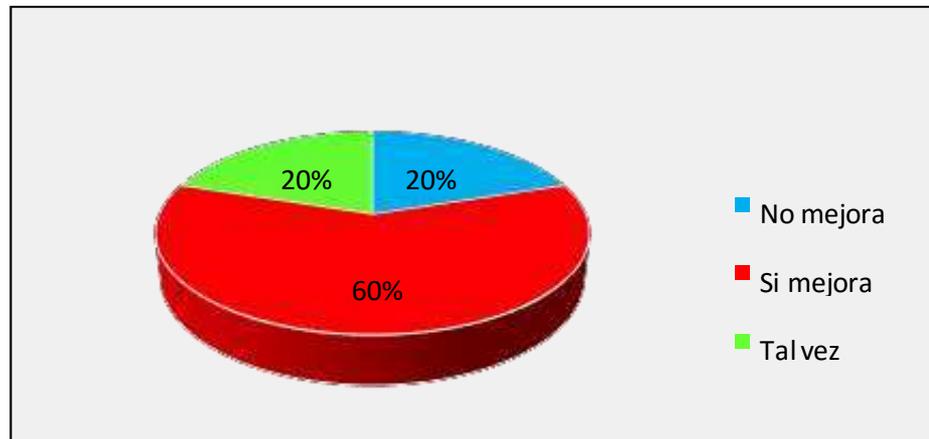


**Interpretación:** Según las encuestas realizadas el 100 % de los encuestados si creen si creen que se evitara daños a las viviendas y cultivos.

**TABLA 6:** Mejora el muro de gaviones

<b>Título</b>			
<b>EVALUACIÓN DE GAVIONES, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO PATIVILCA DEL CENTRO POBLADO DE PACHAPAQUI, DISTRITO DE AQUIA, PROVINCIA DE BOLOGNESI, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH - 2024</b>			
<b>Ficha N° 03</b>			
<b>Tesista</b>			
<b>Fecha</b>	10/11/2023		
¿Usted cree, que luego de realizar la evaluación de gaviones, de la defensa ribereña del río pativilca del centro poblado de pachapaqui, distrito de aquia, provincia de bolognesi, departamento de áncash - 2024, se podrá plantear la mejora de la defensa ribereña?			
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Tal vez</b>
Ocaña Vega Susy Maruja	<b>x</b>		
Pare Suarez Wiliam	<b>x</b>		
Damian Tafur Vidal		<b>x</b>	
Espinoza Palacios Miguel		<b>x</b>	
Romero Miranda Nancy	<b>x</b>		
Arieta Valenzuela Mishell	<b>x</b>		
Franco Acuña Tapia	<b>x</b>		
Del Castillo Norabuena Jenson	<b>x</b>		
Mejia Sanchez Yesi Vanesa			<b>x</b>
Huaranga Damian Flor Medali			<b>x</b>

**Grafico 3:** ¿Usted cree, que luego de realizar la evaluación de gaviones, de la defensa ribereña del río pativilca del centro poblado de pachapaqui, distrito de aquia, provincia de bolognesi, departamento de áncash - 2024, se podrá plantear la mejora de la defensa ribereña?



**Interpretación;** Según las encuestas realizadas el 60 % de los encuestados si creen que se podrá plantear una mejora en la defensa ribereña mientras el 20% no cree en un mejoramiento y del mismo modo el 20 % opina que tal vez haya mejoramiento.

## V. DISCUSIÓN

Efectuando los lineamientos del proyecto de investigación, allega a la Evaluación de gaviones, para mejorar la defensa ribereña del río Pativilca del centro poblado de Pachapaqui, distrito de Aquia, provincia de Bolognesi, departamento de Áncash - 2024, se evidencian los siguientes aspectos.

- El diseño que se utilizó en la tesis para la investigación presente, tuvo como objetivos específicos **identificación de las zonas vulnerables a inundaciones** y que existen edificaciones muy cerca de ríos, teniendo como principales consecuencias que los ríos tienen una defensa ribereña pero en mal estado, como menciona Ticona C. 2018, En su Tesis “**Estudio hidrológico para la propuesta de construcción de una defensa ribereña ante amenazas de derrumbes por la crecida del río Patambuco en el sector de Puna Ayllu del distrito de atambuco, provincia de Sandía - Puno**”, Analizar y realizar el estudio hidrológico para la propuesta de construcción de una defensa ribereña ante amenazas de derrumbes por la crecida del río Patambuco.
- **Evaluando el muro de gaviones** del río Pativilca encontramos que la estructura está compuesta por 2 partes, colchón de gavión y gavión tipo caja, siendo la estructura del gavión tipo colchón la parte que más daño sufrió, encontrando sedimentos, malezas y plantas creciendo sobre dicha estructura, como menciona Suárez (12), El gavión está compuesto por mallas de alambre galvanizado llena de cantos, formando cajones, partes estructurales que deben de estar en un buen estado para que esto cumpla sus funciones, Pariona R. 2020 , En su tesis titulada. **Influencia de muros de gaviones o muros de concreto en las defensas ribereñas del río Cunas Chupaca**”, Determina la relación de los muros de gaviones y los muros de concreto en las defensas ribereñas, para lograr utilizo instrumentos de recolección de datos, para poder comparar y obtener los resultados de la evaluación.
- Para **determinar la mejora** de la defensa ribereña del río Pativilca se, realizó una encuesta a la población para determinar si la evaluación mejorara la defensa ribereña, teniendo un 60% de aprobación, 20% de negatividad y el otro 20 % en duda como menciona Salas. Las obras de protección es la infraestructura hidráulica que permite controlar las inundaciones, ya que impide que el agua salga del cauce del río, reduciéndose así la posibilidad de afectación a las poblaciones y zonas de interés. Los muros de encauzamiento se utilizan por 35 lo general cuando hay zonas urbana o

terrenos donde no hay espacio para construir otro tipo de defensa ribereña, como menciona Díaz L. 2020 , En su tesis titulada **“Diseño de la defensa ribereña con el uso de gaviones, en el puente Timarini 1, para la mejora de la condición hídrica, en el centro poblado de Paratushali, distrito de Satipo, provincia Satipo, región Junín,** tuvo que evaluar, realizar encuestas, estudios, para poder diseñar una defensa ribereña.

## VI. CONCLUSIÓN

1. Respecto al primer objetivo específico se llegó a la conclusión que al identificar las zonas vulnerables a inundaciones en el río Pativilca, del centro poblado de Pachapaqui, distrito de Aquia, provincia de Bolognesi, región Áncash – 2024, esta no presenta zonas con peligro a inundaciones, pero si presenta daños en la estructura del colchón de gavión debido a la gran cantidad de sedimento y malezas que se encuentra sobre la estructura provocando que esta sufra fallas por deformación y desplome, que si no es intervenido pronto esto podría provocar fallas en los gaviones tipo caja.
2. Respecto al segundo objetivo específico se llegó a la conclusión que evaluando el muro de gaviones se encontró que la zona intervenida presenta 2 tipos de gaviones, gavión tipo colchón y gavión tipo caja, siendo el gavión tipo colchón la más dañada, presentado fallas de desplome por colocación de rocas pequeñas con medidas de 6 cm a 12 cm también se atribuye a las fallas por acumulación de sedimentos que ayudaron a que las piedras salieran de los agujeros de las mallas, causando de esta manera el desplome del colchón de gavión, por lo cual la zona intervenida se encuentra en un estado regular ya que solo en algunos tramos presenta daños.
3. Respecto al tercer objetivo específico se llegó a la conclusión que al realizar las encuestas donde se tuvo como pregunta más relevante que es la siguiente ¿Cree, que luego de realizar la evaluación de gaviones, de la defensa ribereña del río pativilca del centro poblado de Pachapaqui, distrito de Aquia, provincia de Bolognesi, departamento de Áncash - 2024, se podrá plantear la mejora de la defensa ribereña? Por lo cual del 100% de personas encuestadas el 60% si cree que mejorara, mientras el 20% no cree en el mejoramiento y el otro 20% tuvieron duda en la cual su respuesta fue tal vez, ya que cada año los de la municipalidad evalúan la defensa ribereña y hasta el momento no hay ninguna mejora.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda hacer un análisis adecuado para poder identificar las zonas vulnerables teniendo en cuenta las curvas topográficas o diseñar una nueva defensa ribereña en el río Pativilca del centro poblado de Pachapaqui, distrito de Aquia, provincia de Bolognesi, departamento de Áncash.
2. Se recomienda seleccionar de forma adecuada el material de construcción que es el enrocado, para el análisis de estabilidad de los muros de gaviones, de igual modo se sugiere usar el manual técnico de obras de contención con gaviones, para garantizar la funcionabilidad y durabilidad de la obra, asimismo se propone desarrollar un plan de mantenimiento sistémico, para garantizar su funcionamiento y vida útil, y no se pierda la inversión realizada y los beneficios que brinda la estructura.
3. Se recomienda realizar capacitaciones a los pobladores sobre la funcionabilidad de muro de gaviones para mejorar las defensas ribereñas y así poder lograr la participación y disipar todas las dudas que tengan los pobladores aledaños al río Pativilca en el centro poblado de Pachapaqui, distrito de Aquia, provincia de Bolognesi, departamento de Áncash.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. Vásquez. 2018 el Perú necesita de más defensas ribereñas. Efecto responsable [internet]2023 [consultado 31 mayo 2023]; pág. 01. Disponible en: <https://efectoresponsable.pe/peru-necesita-mas-defensas-riberenas/>
2. Medina Ramírez, J. L., & Serrano Díaz, J. A. (2019). Propuesta de una defensa ribereña en el río la leche, tramo 01 km aguas arriba y 01 km aguas abajo de la bocatoma huaca de la cruz-Íllimo-Lambayeque. [Internet]. 2019 [Citado el 21 de noviembre del 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/6639>
3. Acero et al. Diseño de defensa ribereña del río Pomabamba, en el tramo puente Los Baños distrito de Pomabamba - provincia Pomabamba – Ancash. [Internet].2018. [Consultado 28 de Dic. de 22]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32556>
4. Méndez, C., Metodología. Diseño y desarrollo del proceso de investigación con énfasis en ciencias empresariales, México D.F., México: Limusa S. A. (2012)
5. Huanacu Machaca GA, Mendoza Michme K. Estudio hidrológico e hidráulico para el diseño en obras de protección contra inundaciones en proximidades del puente Bating en la provincia de Caranavi. [La Paz]: Universidad Mayor de San Andrés; 2023. [cited 2024 Marz 25]. Available from: <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/32740>
6. Korin T. Diseño de Muros de Gaviones: Caso Práctico [tesis de maestría]. Bragança (PT): Instituto Politécnico de Bragança; 2022. 189 p.
7. Lucero. Análisis de Diseño de muro de contención [Internet]. Ecuador: Universidad Nacional de Ecuador; 2019. [cited 2024 Marz 25]. Available from: Análisis y diseño de muros de contención (1library.co)
8. Nalvarte Vargas M. Evaluación y mejoramiento de la defensa ribereña para la protección del campo deportivo monumental de Muyurina en el centro poblado de Muyurina, empleando el algoritmo SFM-DMV en el distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho-2022 [título profesional]. Chimbote (PE): Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Perú; 2022. 98 p.
9. Coria. diseño de la defensa ribereña con el uso de gaviones, en el puente timarini 1, para la mejora de la condición hídrica, en el centro poblado de Paratushali, distrito de Satipo, provincia Satipo, región Junín – 2020. [Chimbote –Perú]: universidad católica los ángeles de Chimbote; 2022.

10. Luján López JL. Uso de gaviones para mejorar la defensa ribereña del Rio Huaycoloro, zona de Huachipa distrito de Lurigancho, Lima 2017 [título profesional]. Lima (PE): Universidad Cesar Vallejo, Perú; 2017. 107 p
11. López de la Cruz. Sistema de reforzamiento con gaviones o sistema Terramesh® grid para la estabilidad del talud en la carretera Casma - Huaraz del km 95+540 al 95+600, Ancash. 2020. [Huaraz]: Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo 2020.
12. Ciriaco Celmi JC, Shuan Maguiña WD. Diseño de la defensa ribereña con la utilización de gaviones del rio Seco, Sector Shaurama-Huaraz-Ancash 2021 [título profesional]. Huaraz (PE): Universidad Cesar Vallejo, Perú; 2021. 55 p.
13. Rondan Rodríguez JA. 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. 208 p.
14. Fernández E. Estudio de la defensa ribereña sobre el río Pichari - La Convención Cusco mediante gaviones caja fuerte. Cusco. [tesis de título]. Perú: Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga; 2010. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2345>
15. Yachirema chimbo, j. c. (2013). construcción de un muro de contención en el sitio del deslizamiento de la plataforma de la vía guaranda-río blanco entre el km 0+ 910-km 0+ 958 de la provincia bolívar cantón guaranda.
16. Suárez díaz, j. (2001). capítulo 7. los gaviones. en control de erosión en zonas tropicales (pp. 556 (227-250)). bucaramanga, colombia: librería uis.
17. Pérez Silva L. Evaluación del diseño hidráulico y estructural de las defensas ribereñas 50 en la margen izquierda del puente Comuneros. 2022.
18. Maccaferri, (2013). manual técnico de obras de contención. brasil [https://marcosporto.eng.br/wp-content/uploads/2018/02/tm\\_-br\\_-manualobras-de-conten%c3%a7%c3%a3o\\_-pt\\_-feb21.pdf](https://marcosporto.eng.br/wp-content/uploads/2018/02/tm_-br_-manualobras-de-conten%c3%a7%c3%a3o_-pt_-feb21.pdf)
19. Almeida Barros PL, Fracassi G, da Silva Duran J, Marcos Texeira A. Manual Técnico de Obras de Contención. Brasil: Maccaferri do Brasil Ltda; c2005, 222 p

20. Camargo Hernández JE, Franco V. Manual de Gaviones. 1ra ed. México (MX): Instituto de Ingeniería de la UNAM; c2001. 153 p
21. Chanquín Gómez ER. Diversas aplicaciones de gaviones para la protección y estabilización de taludes. Univ San Carlos Guatemala. 2004;89{
22. Bolivar Trujillo RE. Gaviones. 2020
23. Innovación en Geosintéticos y Construcción [Internet]. [cited 2023 Nov 22]. Available from: <https://igc.com.pe/muros-de-gaviones-evaluar-estabilidad/>
24. Jaimes P. Los gaviones y el control de erosión. i. conferencia regional de geotecnia del oriente colombiano. Bucaramanga.1997.
25. Fracassi G. Defensas Ribereñas con Gaviones y Geosintéticos. 1ra ed. Brasil: Colección Técnica Maccaferri de Brasil; c2019. 338 p.
26. Martín Vide JP. Ingeniería de Ríos. 2da ed. Barcelona (ES): Universidad Politécnica de Cataluña; c2003. 338 p
27. Meza Verastegui, Y. S. (2019). Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña del río Tarma en el sector de Santo Domingo-Palca-Tarma-2019. [Internet] 2019. [Citado el 14 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/731>
28. Cuenca W, Espinoza W. Métodos para evitar la oxidación en el acero [Internet]. Machala; 2017. Available from: <https://es.slideshare.net/JeffersonBrionesFlor/oxidacion-de-acero>
29. Tamariz B, Jorge V, Vera T, Jefferson J. Construcción de muro de gaviones y generación del empleo social inclusivo en la quebrada tulpay-2019.
30. Castro Montes PG. Protección contra socavaciones en los dados del puente Kirahuanero de la CC.NN. Kirahuanero - provincia de Atalaya - Ucayali [Internet]. Universidad Peruana Los Andes. 2022. Available from: <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/1592>
31. Viera Valencia LF, Garcia Giraldo D. Defensas ribereñas con gaviones y geosintéticos. Vol. 2, Maccaferri 6(11), 951–952. 2019.
32. Vicente Amórtegui J, García López M, Jaime Gonzáles A, Ernesto Acosta H. Diseño de Estructura de Gaviones. Soc Colomb Geotec [Internet]. 2000;32. Available from:

<https://es.scribd.com/document/286183282/Diseño-de-Gaviones>

33. Almeida Barros PL. Obras de Contención - Manual Técnico [Internet]. 2010. 222 p. Available from: [https://www.academia.edu/33672631/Manual\\_Técnico\\_de\\_Obras\\_de\\_Contención](https://www.academia.edu/33672631/Manual_Técnico_de_Obras_de_Contención).
34. Benavente Escobar, C. L., Delgado Madera, G. F., & Fídel Smoll, L. (2011). Evaluación del río Huatanay en el tramo Puente Agua Buena y Urbanización Cachimayo. Distrito 40 de San Sebastián, región Cusco. [Internet]. 2011 [Citado el 21 de noviembre del 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/1661>
35. Carretero Miranda, C. D., & Llanos Cuzco, B. H. (2021). Comparación técnica económica para un diseño óptimo de defensa ribereña entre el sistema tradicional y el sistema de confinamiento de suelos con geobolsas en el Río Lacramarca-sector Cascajal-Provincia del Santa-Áncash. [Internet]. 2021 [Citado el 21 de noviembre del 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3770>
36. Alarcón Huilca, E., & Alarcón Huilca, R. (2022). Análisis fluvial y geomorfológico en la erosión del río Apurímac, para la propuesta de defensa ribereña en el balneario turístico de Ccónoc-Curahuasi, 2019. [Internet]. 2017 [Citado el 21 de noviembre del 2023]. Disponible en: <https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/468>
37. Varillas Benancio, L. A., & Tacora Espinoza, H. V. Evaluación sedimentaria en la Cuenca Alta Río Blanco para la mitigación de la pérdida de volumen en el Reservorio Yuracmayo provincia de Huarochirí, departamento de Lima. [Internet]. 2017 [Citado el 21 de noviembre del 2023]. Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3229226>
38. Carrasco S. metodología de investigación científica [Internet]. san marco.; 2009. Available from: <https://tesis-investigacioncientifica.blogspot.com/2013/08/que-es-el-universo.html>.
39. Hernandez-Sampieri, Roberto; Mendoza torres C. Metodología de la investigación. Mc Graw Hill Educ [Internet]. 2018;369(1):1689-99. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>

- 40.** Rodríguez M, Mendivelso F. Diseño de investigación de Corte Transversal. Revista Médica Sanitas. 2018 Sep 30;21(3):141–6.
- 41.** Equipo editorial etece. TECNICAS DE INVESTIGACION [Internet]. 2021.  
Available from: <https://concepto.de/tecnicas-de-investigacion/>
- 42.** Castro Márquez F. Técnica e instrumentos de recolección de datos [Internet]. 2016.  
Available from: <https://sabermetodologia.wordpress.com/2016/02/15/tecnicas-e-instrumentos-de-recolección-de-datos/>

## ANEXOS

### Anexos 01: Matriz de consistencia

EVALUACIÓN DE GAVIONES, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO PATIVILCA DEL CENTRO POBLADO DE PACHAPAQUI, DISTRITO DE AQUIA, PROVINCIA DE BOLOGNESI, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH - 2024				
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p><b>Problema general</b> ¿La evaluación de muro de gaviones mejorará la defensa ribereña del río Pativilca, en el centro poblado de Pachapaqui, distrito de Aquia, provincia de Bolognesi, región Áncash -2024?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Realizar la evaluación de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del Río Pativilca, centro poblado de Pachapaqui, distrito de Aquia, provincia de Bolognesi, región Áncash – 2024.</p> <p><b>Objetivos Especifico</b> -Identificar las zonas vulnerables a inundaciones en el Rio Pativilca, centro poblado de Pachapaqui, distrito de Aquia, provincia de Bolognesi, región Áncash – 2024. - Evaluar el muro de gaviones del Rio Pativilca, centro poblado de Pachapaqui, distrito de Aquia, provincia de Bolognesi, región Áncash – 2024.</p>	<p>No cuenta con hipótesis por ser una tesis descriptiva.</p> <p><b>Según, Carrasco Díaz. S (22)</b> expone que las investigaciones de tipo descriptivo no requieren formular hipótesis, dado que es suficiente plantear algunas preguntas de investigación que, como ya se anotó, surgen del planteamiento del problema, de los objetivos y, por supuesto, del marco teórico que soporta el estudio.</p>	<p><b>Variable 1:</b> Evaluación de muro de gaviones</p> <p><b>Dimensiones:</b> Muros de gaviones</p> <p>Tipos de gaviones Composición de gaviones</p> <p>Corrosión y abrasión de Durabilidad de gaviones</p> <p><b>Variable 2:</b> -Mejora de la defensa ribereña</p> <p><b>Dimensiones</b> Defensa ribereña Ríos Obras humanas</p>	<p><b>Nivel</b> Cualitativo y cuantitativo</p> <p><b>Tipo:</b> Descriptivo</p> <p><b>Diseño:</b> No experimental de corte transversal</p> <p><b>Población:</b> La población es la defensa ribereña del río Pativilca en el centro poblado de Pachapaqui, distrito de Aquia, provincia de Bolognesi, región Áncash.</p>

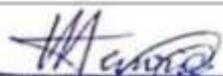
**Elaboración:** Fuente propia

Anexo 02: Instrumento de recolección de información

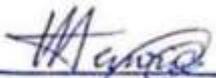
 OFICINA DE INGENIEROS DEL PMM Ing. JORGE AURELIO TENORIO HELLER REG. CIP Nº 34697			
<b>Título</b>			
EVALUACIÓN DE GAVIONES, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO PATIVILCA DEL CENTRO POBLADO DE PACHAPAQUI, DISTRITO DE AQUILA, PROVINCIA DE BOLOGNESI, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2024			
<b>Ficha Nº 01</b>			
<b>Tesista</b>	Daycy Vilma Cuevas Carrera		
<b>Fecha</b>	10/11/2023		
Ítem	Progresiva		Identificación
	De	Hasta	

  
**JORGE AURELIO TENORIO HELLER**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 34697

Titulo		
<b>EVALUACIÓN DE GAVIONES, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO PATIVILCA DEL CENTRO POBLADO DE PACHAPAQUI, DISTRITO DE AQUIA, PROVINCIA DE BOLOGNESI, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH - 2024</b>		
<b>Ficha N° 02</b>		
<b>Tesista</b>		
<b>Fecha</b>		
<b>Tipo de Falla</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Evaluación</b>
Rotura de malla		
Corrosión		
Desmonte o basura		
Vegetación		
Desplome		
Empujes de terreno		
Tipo de mallas		
Agregados		
Socavación		
Granulometria		
Recubrimiento		
Asentamientos		

  
**JORGE AURELIO TENORIO HELLER**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 34697

 <b>EVALUACIÓN DE GAVIONES, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO PATIVILCA DEL CENTRO POBLADO DE PACHAPAQUI, DISTRITO DE AQUIA, PROVINCIA DE BOLOGNESI, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH - 2024</b>		
Tesista:	Fecha:	
<b>3. Determinación de la mejora</b>		
¿Usted cree, que la evaluación de gaviones, de la defensa ribereña del río pativilca del centro poblado de pachapaqui, distrito de aquia, provincia de bolognesi, departamento de áncash - 2024, evitará el posible desborde del río?	SI	
	NO	
¿Usted cree, que la evaluación de gaviones, de la defensa ribereña del río pativilca del centro poblado de pachapaqui, distrito de aquia, provincia de bolognesi, departamento de áncash - 2024, evitará daños a las viviendas y cultivos aledaños?	SI	
	NO	
¿Usted cree, que luego de realizar la evaluación de gaviones, de la defensa ribereña del río pativilca del centro poblado de pachapaqui, distrito de aquia, provincia de bolognesi, departamento de áncash - 2024, se podrá plantear la mejora de la defensa ribereña?	SI	
	NO	

  
**JORGE AURELIO TENORIO HELLER**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 34697

**COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ**  
 Aldro Vilfontana Jonathan Jacinto  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP 253004

### Anexo 03: Validez del instrumento

**CARTA DE PRESENTACIÓN**

Magister / Doctor: ... Isidro Villanueva Jonathan Jacinto .....

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: ... Dacey Vilma Cuevas Carrera ..... estudiante / egresado del programa académico de Ingeniería 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 de gaviones, para mejorar la defensa ribereña del río pativilca del centro poblado de pachapaqui, distrito de aquia, provincia de bolognesi, departamento de áncash - 2024".

y envío a Ud. el expediente de validación que contiene:

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

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

Atentamente,



DNE: ... 76256706 .....

Firma de estudiante

Scanned with ACE Scanner

Ficha de Identificación del Experto para proceso de validación

Nombres y Apellidos:

Isidro Villanueva, Jonathan Jacinto

N° DNI/CE: 36253004

Edad: 52 años

Teléfono celular: 930382493

E-mail: Isidovillanueva@gmail.com

Título profesional: Ingeniería Civil

Grado académico: Maestría:  Doctorado:

Especialidad: Maestría en gestión pública

Institución que labora: Municipalidad Distrital de Huasta

Identificación del Proyecto de Investigación o Tesis

Título:

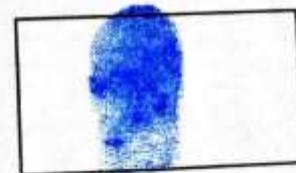
"Evaluación de gaviones, para mejorar la defensa ribereña del río Pativilca del centro poblado de Pachapachi, distrito de Aquia, provincia Bolognesi, departamento Ancash."

Autor(es): Daycy Vilma Cuevas Carrera

Programa académico:

Ingeniería Civil

 BOLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
Isidro Villanueva Jonathan Jacinto  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP: 253004  
Firma



Huella digital

### CARTA DE PRESENTACIÓN

Magister / Doctor: ..... Jorge Aurelio Tenorio Heller .....

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: ..... Daisy Vilma Cuevas Canera ..... estudiante / egresado del programa académico de ..... Ingeniería 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.

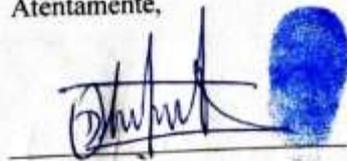
Mi proyecto se titula: "Evaluación de gaviones, para mejorar la defensa ribereña del río pativilca del centro poblado de pachapaqui, distrito de aquia, provincia de bolognesi, departamento de áncash – 2024".

y envío a Ud. el expediente de validación que contiene:

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

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

Atentamente,



Firma de estudiante

DNI: ..... 76256706 .....

Ficha de Identificación del Experto para proceso de validación

Nombres y Apellidos:

Jorge Aurelio Tenorio Heller

N° DNI/CE: 34034697

Edad: 40 años

Teléfono celular: 949 838005

E-mail: Jorge .to @gmail .com

Título profesional: Ingeniería Civil

Grado académico: Maestría:  Doctorado:

Especialidad: Maestría en gestión Pública

Institución que labora:

Municipalidad Distrital de Aquia

Identificación del Proyecto de Investigación o Tesis

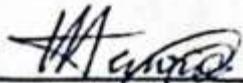
Título:

"Evaluación de gaviones, para mejorar la defensa ribereña del río Pativilca, del centro poblado de Pachapacqui, distrito de Aquia, Provincia de Bowronsi, departamento de Ancash-2024".

Autor(es): Daycy Vilma Cuevas Carrera

Programa académico:

Ingeniería Civil



JORGE AURELIO TENORIO HELLER  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 34697

Firma



Huella digital

Anexo 04: Confiabilidad del instrumento

**FICHA DE VALIDACION**

**TITULO:** EVALUACION DE GAVIONES, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBERENA DEL RIO PATIVILCA DEL CENTRO POBLADO DE PACHAPAQUI DISTRITO DE AQUILA, PROVINCIA DE BOLSONESI, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2024

	Variable 1: Evaluación de muro de gaviones	Relevancia		Pertinencia		Claridad		Observaciones
		cumple	No cumple	cumple	No cumple	cumple	No cumple	
1.-	Dimensión 1: Evaluación hidráulica Vulnerabilidad por exposición a la inundación	X		X		X		
	Dimensión 2: Evaluación estructural	X		X		X		
2.-	Hidrología de la cuenca	X		X		X		
3.-	Precipitación	X		X		X		
4	Defensa ribereña	X		X		X		
	Variable 2: Mejoramiento De la defensa ribereña							
	Dimensiones: Social	X		X		X		
1.-	Deterioro de producción agrícola	X		X		X		
2.-	Deterioro de infraestructura vial afectada	X		X		X		
3.-								

\*Aumentar filas según la necesidad del instrumento de recolección

Recomendaciones: *Se recomienda hacer un mayor estudio a la defensa ribereña*

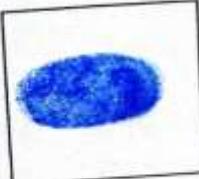
Opinión de experto: Aplicable (X) No aplicable ( )

Nombre y Apellidos de experto: *1*



**INSTITUTO VARIACION ORGANIZACION ASISTENCIAL**  
RUC 09 20330





Scanned with ACE Scanner

FICHA DE VALIDACIÓN									
EVALUACIÓN DE GAVIONES, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBERENA DEL RIO PATIVILCA DEL CENTRO POBLADO DE PACHAPAQUI, DISTRITO DE AQUIA, PROVINCIA DE BOLOGNESI, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2024									
TÍTULO:	Variable 1: Evaluación de muro de gaviones	Relevancia		Pertinencia		Claridad		Observaciones	
		cumple	No cumple	cumple	No cumple	cumple	No cumple		
1.-	<b>Dimensión 1:</b> Evaluación hidráulica por exposición a la inundación	X		X		X			
2.-	<b>Dimensión 2:</b> Evaluación estructural	X		X		X			
3.-	Hidrología de la cuenca	X		X		X			
4	Precipitación	X		X		X			
	Defensa ribereña	X		X		X			
	<b>Variable 2:</b> Mejoramiento De la defensa ribereña								
	<b>Dimensiones:</b> Social	X		X		X			
1.-	Deterioro de producción agrícola	X		X		X			
2.-	Deterioro infraestructura afectada	X		X		X			
3.-									

\*Aumentar filas según la necesidad

Recomendaciones: .... Se recomienda revisar una nueva defensa ribereña.....

No aplicable ( )

Opinión de experto: Aplicable (X)

Nombre y Apellidos de experto:



*Jorge Aurelio Teodoro Heller*  
**JORGE AURELIO TEODORO HELLER**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 34697

Anexo 05: Formato de consentimiento informado



PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

(Ingeniería y Tecnología)

Mi nombre es Cuevas Carrera, Daycy Vilma estoy realizando mi proyecto de investigación, la participación de cada uno de ustedes es voluntaria.

A continuación, te presento unos puntos importantes que debes saber antes de aceptar ayudarme:

- Tu participación es totalmente voluntaria. Si en algún momento ya no quieres seguir participando, puedes decírmelo y volverás a tus actividades.
- La conversación que tendremos será de 15 minutos máximos.
- En la investigación no se usará tu nombre, por lo que tu identidad será anónima.
- Tus padres ya han sido informados sobre mi investigación y están de acuerdo con que participes si tú también lo deseas.

Te pido que marques con un aspa (x) en el siguiente enunciado según tu interés o no de participar en mi investigación.

¿Quiere participar en el proyecto de investigación de EVALUACIÓN DE GAVIONES, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO PATIVILCA DEL CENTRO POBLADO DE PACHAPAQUI, DISTRITO DE AQUIA, PROVINCIA DE BOLOGNESI, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH - 2024?	<del>SI</del>	NO
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------	----

Fecha: 29-05-2024

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE AQUIA  
PROVINCIA DE BOLOGNESI - ÁNCASH  
*William Ramos Rojas*  
Apolinario: *William Ramos Rojas*  
.. N° 31674350  
AL CAL DE



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

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

La presente investigación se titula "EVALUACIÓN DE GAVIONES, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO PATIVILCA DEL CENTRO POBLADO DE PACHAPAQUI, DISTRITO DE AQUIA, PROVINCIA DE BOLOGNESI, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH - 2024" dirigido por Cuevas Carrera Daycy Vilma, investigador de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

El propósito de la investigación es: **Evaluar el muro de gaviones, para mejorar la defensa ribereña del río pativilca del centro poblado de pachapaqui, distrito de aquia, provincia de bolognesi, departamento de áncash - 2024.** Para ello, se le invita a participar en una encuesta que le tomará 15 minutos de su tiempo. Su participación en la investigación es completamente voluntaria y anónima. Usted puede decidir interrumpirla en cualquier momento, sin que ello le genere ningún perjuicio. Si tuviera alguna inquietud y/o duda sobre la investigación, puede formularla cuando crea conveniente.

Al concluir la investigación, usted será informado de los resultados a través de un enlace de su correo que se hará llegar a su persona. Si desea, también podrá escribir al correo [daycycuevas14@gmail.com](mailto:daycycuevas14@gmail.com) para recibir mayor información. Asimismo, para consultas sobre aspectos éticos, puede comunicarse con el Comité de Ética de la Investigación de la universidad Católica los Ángeles de Chimbote.

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

Nombre: Apolinario William Ramos Rojas

Fecha: 29-05-2024

Firma del participante:   
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE AQUIA  
PROVINCIA DE BOLOGNESI - ÁNCASH  
Apolinario William Ramos Rojas  
N° 34074350  
AL CAL DE

Firma del investigador (o encargado de recoger información): 



## PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENTREVISTAS

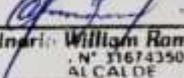
Estimado/a participante

Le pedimos su apoyo en la realización de un proyecto de investigación en **Ingeniería y Tecnología**, conducida por Cuevas Carrera, Daycy Vilma que es parte de la Universidad Católica Los Ángeles deChimbote. La investigación denominada:

### **EVALUACIÓN DE GAVIONES, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO PATIVILCA DEL CENTRO POBLADO DE PACHAPAQUI, DISTRITO DE AQUIA, PROVINCIA DE BOLOGNESI, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH – 2024**

- La entrevista durará aproximadamente 15 minutos y todo lo que usted diga será tratado de manera anónima.
- La información brindada será grabada (si fuera necesario) y utilizada para esta investigación.
- Su participación es totalmente voluntaria. Usted puede detener su participación en cualquier momento si se siente afectado; así como dejar de responder alguna interrogante que le incomode. Si tiene alguna pregunta durante la entrevista, puede hacerla en el momento que mejor le parezca.
- Si tiene alguna consulta sobre la investigación o quiere saber sobre los resultados obtenidos, puede comunicarse al siguiente correo electrónico: [daycycuevas14@gmail.com](mailto:daycycuevas14@gmail.com) o al número 921276348. Así como con el Comité de Ética de la Investigación de la universidad, al correo electrónico [3001171058@uladech.pe](mailto:3001171058@uladech.pe)

Complete la siguiente información en caso desee participar:

Nombre completo:	Apolinario William Ramos Rojas
Firma del participante:	
Firma del investigador:	 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE AQUIA PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH  Apolinario William Ramos Rojas N° 31674350 AL CAL DE
Fecha:	29-05-2024

## Anexo 06: Documento de aprobación para la recolección de la información



Chimbote, 18 de junio del 2024

**CARTA N° 0000001025- 2024-CGI-VI-ULADECH CATÓLICA**

**Señor/a:**

**APOLINARIO WILLIAM RAMOS ROJAS  
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE AQUIA**

**Presente.-**

A través del presente reciba el cordial saludo a nombre del Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, asimismo solicito su autorización formal para llevar a cabo una investigación titulada EVALUACIÓN DE GAVIONES, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO PATIVILCA DEL CENTRO POBLADO DE PACHAPAQUI, DISTRITO DE AQUIA. PROVINCIA DE BOLOGNESI, DEPARTAMENTO DE ANCASH., que involucra la recolección de información/datos en DEFENSA RIBEREÑA RÍO PATIVILCA, a cargo de DAYCY VILMA CUEVAS CARRERA, perteneciente a la Escuela Profesional de la Carrera Profesional de INGENIERÍA CIVIL, con DNI N° 76256706, durante el periodo de 05-04-2024 al 05-05-2024.

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

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

Atentamente.

Dr. Willy Valle Salvalierra  
Coordinador de Gestión de Investigación

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE AQUIA  
PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH  
Apolinario William Ramos Rojas  
N° 31874350  
ALCALDE

## CARTA DE ACEPTACIÓN

Atención: Sr. ALCALDE DEL DISTRITO DE AQUIA

**REFERENCIA:** AUTORIZACION PARA REALIZAR SU TRABAJO DE INVESTIGACIÓN en el **CENTRO POBLADO PACHAPAQUI**

**ASUNTO:** RESPUESTA A LA ACTA DE PRESENTACION PARA EL DESARROLLO DE SU TRABAJO DE INVESTIGACION

De mi mayor consideración. –

Para mi **APOLINARIO WILIAM RAMOS ROJAS** representante del centro poblado Pachapaqui es grato dirigirme a usted con fin de hacerle llegar mi cordial saludo y a la vez hacer propicia la oportunidad para comunicarle mediante la presente carta que usted cuenta con mi autorización para poder realizar su trabajo de investigación en el **CENTRO POBLADO PACHAPAQUI**, así mismo indicarle que puede realizar los estudios necesarios para continuar con su trabajo de investigación, dándole respuesta a lo solicitado:

1. Visitar al **Centro poblado de Pachapaqui** y reunirse con mi persona y/o personal a cargo.
2. Visitar al **Centro poblado de Pachápaqui** para la realización de encuestas y conteo de habitantes.
3. Visitar y evaluar el muro de gavión del río Pativilca del centro poblado de Pachapaqui
4. Realizar las evaluaciones y/o estudios correspondientes.

Habiendo resaltado los siguientes puntos, se concluyó que se aceptan sus condiciones. Agradeciendo por la atención al presente, sin otro particular me despido de usted.

Atentamente:

 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE AQUIA  
PROVINCIA DE SOLOGNESI ANCASH  
  
Apolinario William Ramos Rojas  
N° 31474350  
ALCALDE

**Anexo 07: Evidencia de ejecución (Declaración jurada, base de datos)**

**DECLARACION JURADA**

Yo, **Daycy Vilma Cuevas Carrera** identificado(a) con DNI/CE **76256706**, egresado (a) del programa de estudios de **INGENIERIA CIVIL** de la ULADECH Católica; DECLARO BAJO JURAMENTO que estoy informado(a) de la existencia de la asesoría gratuita por una sola vez, que la Universidad brinda al bachiller en la elaboración y sustentación de la tesis, para la obtención del título profesional.

Sin embargo, voluntariamente solicito mi matricula en el taller tesis que ofrece la ULADECH Católica, para obtener el título profesional, asumiendo el costo que dicho taller irroga.

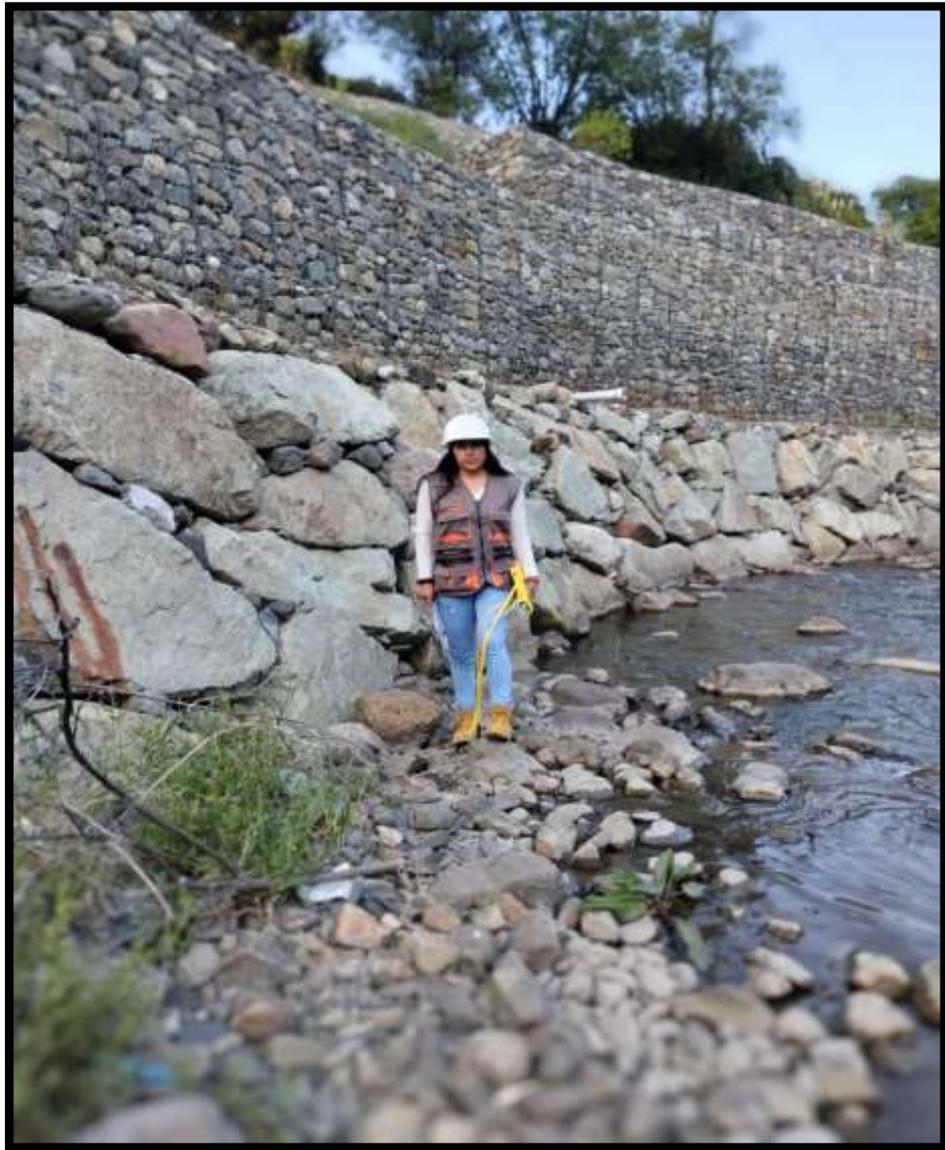
Chimbote, enero 23 de 2024



Firma

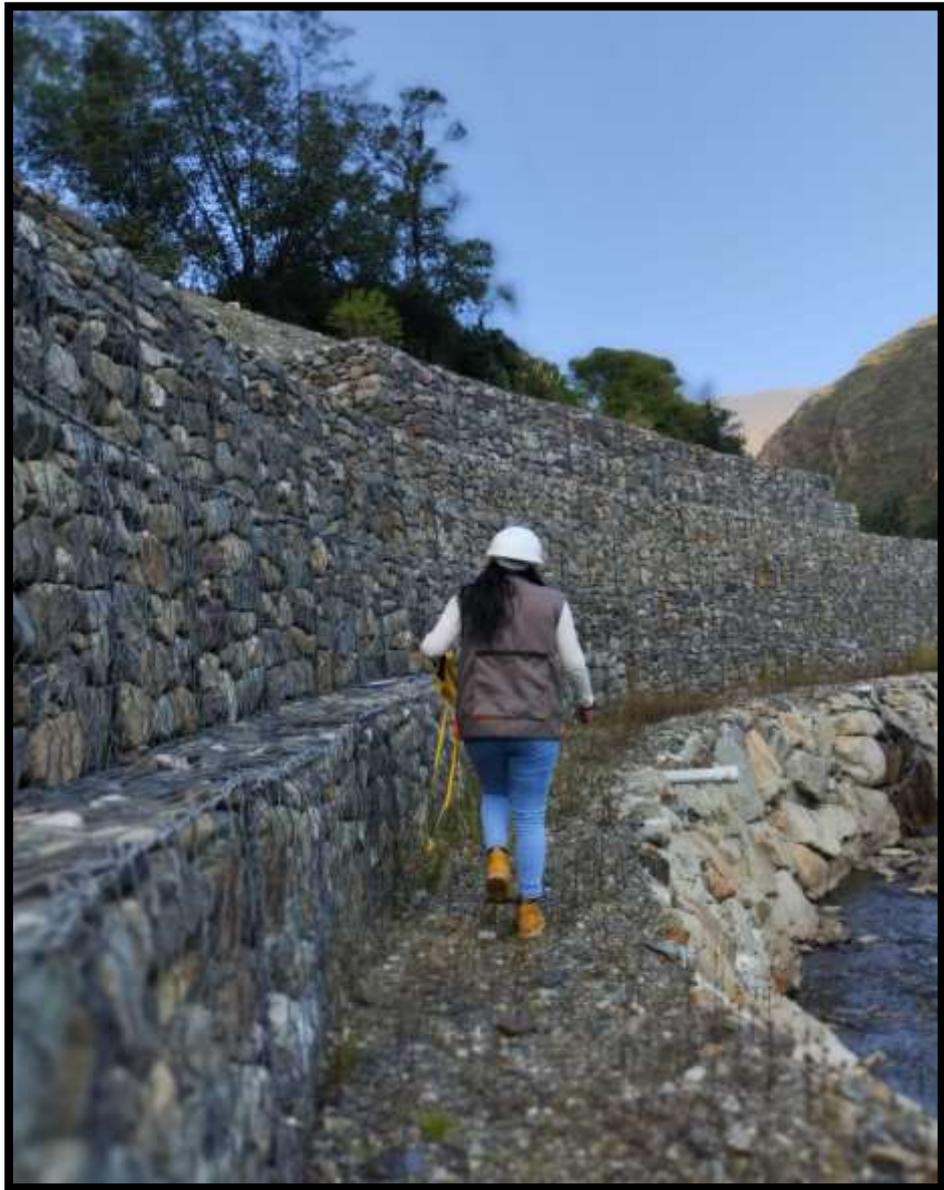


Activar V  
Ve a Confir  
Scanned with ACE Scanne



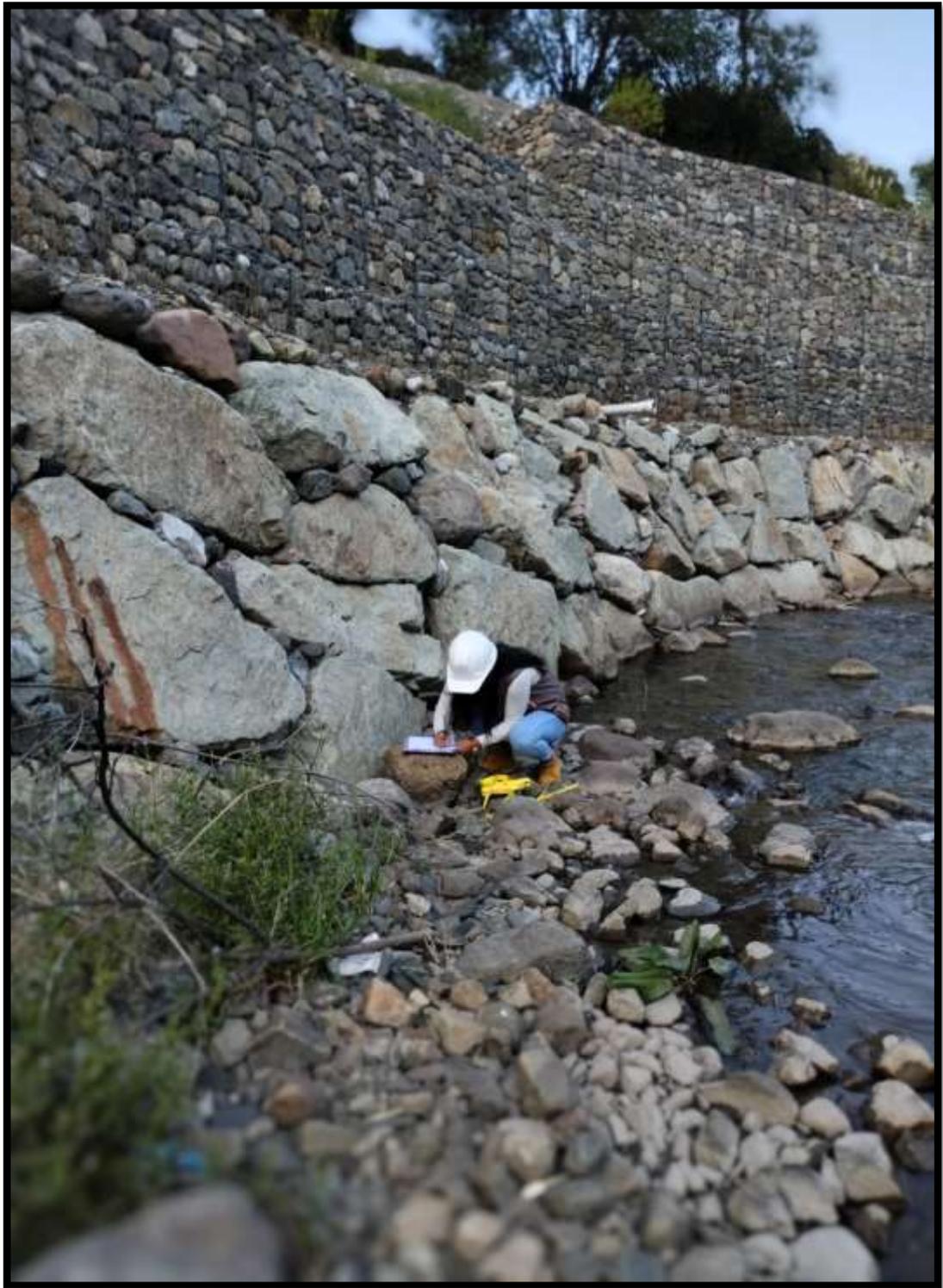
**Figura 12:** Panel fotográfico de la defensa ribeña

**Fuente:** Elaboración propia



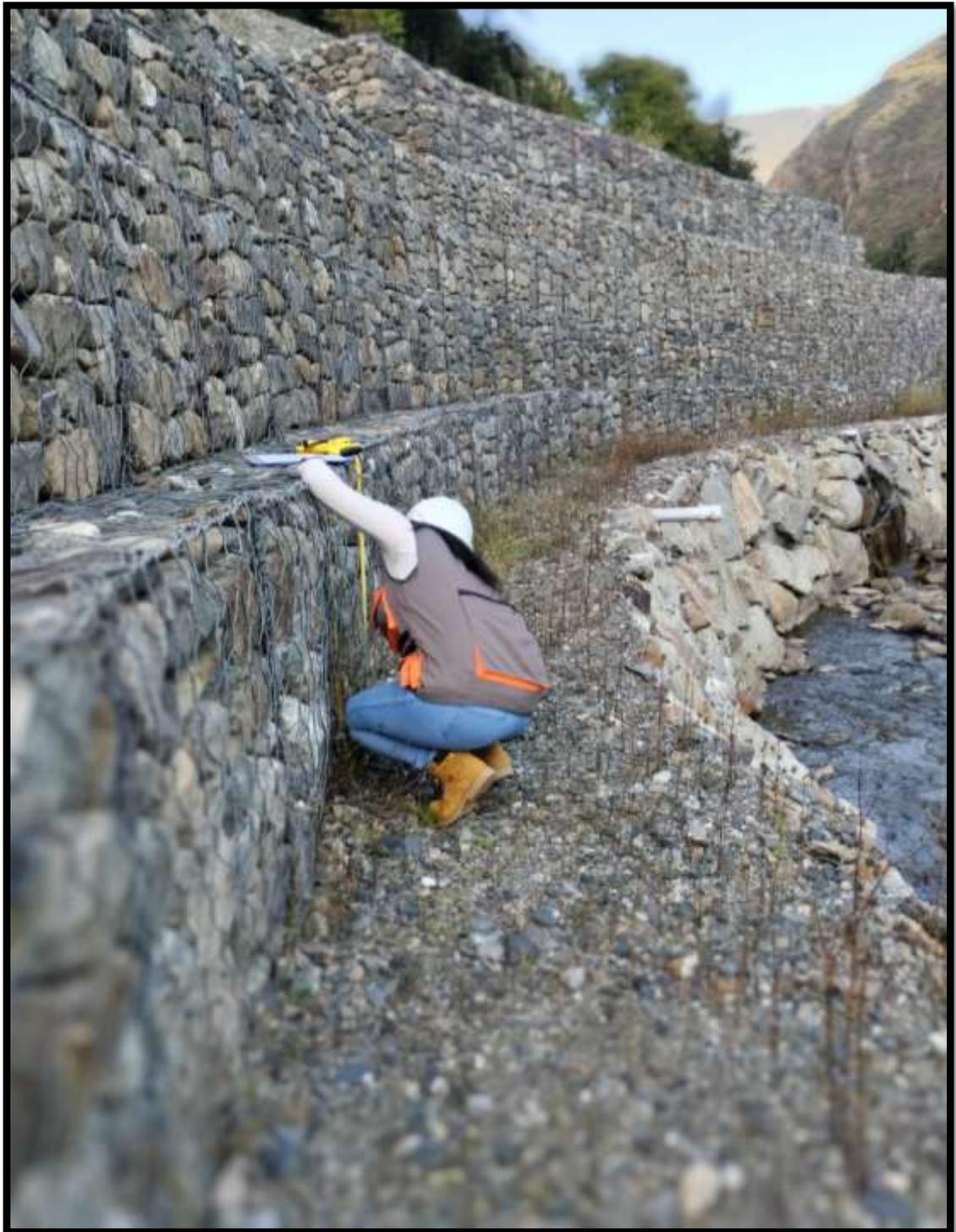
**Figura 13:** Panel fotográfico del gavión tipo caja

**Fuente:** Elaboración propia



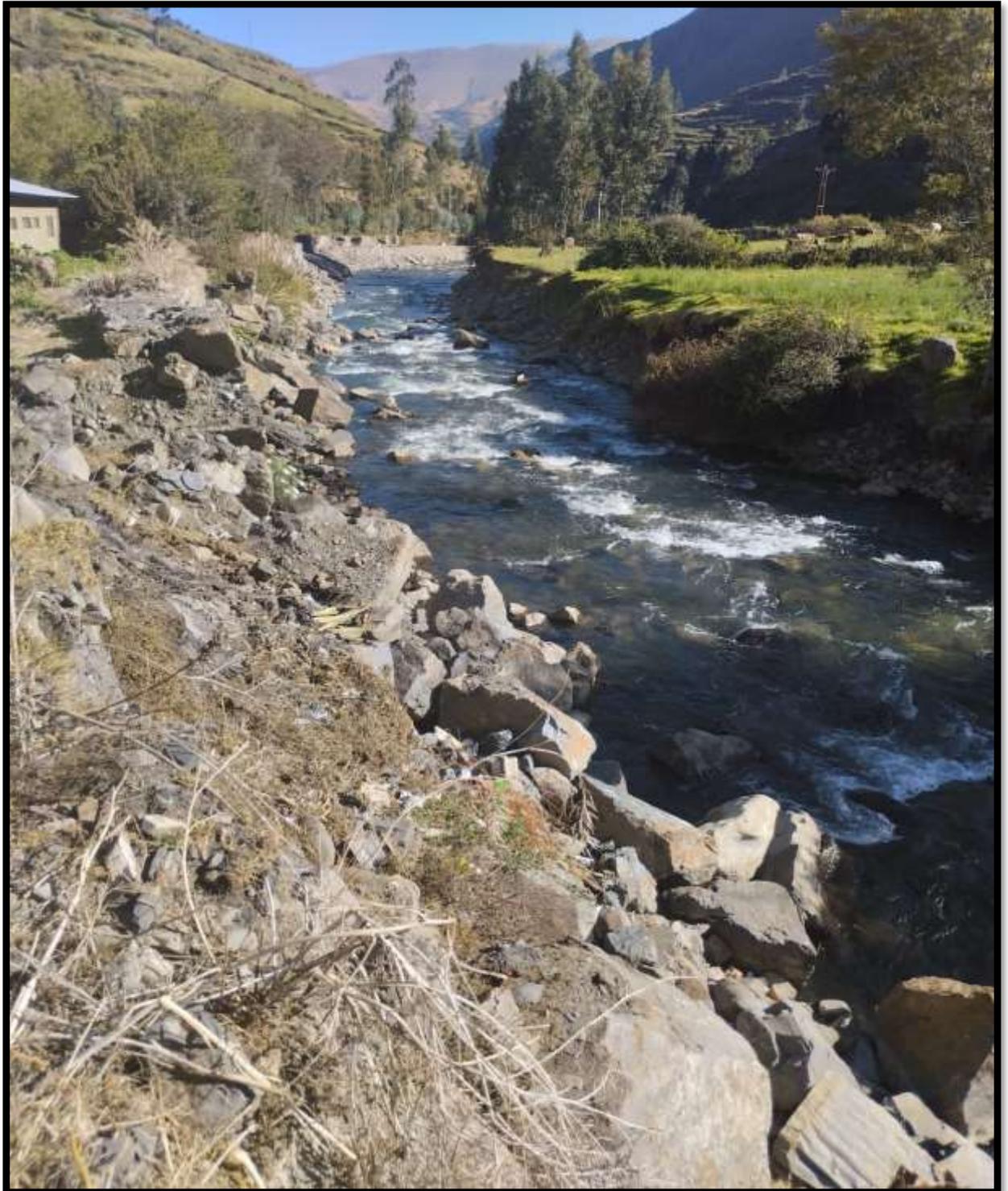
**Figura 14:** Panel fotográfico de los apuntes de acuerdo a la evaluación

**Fuente:** Elaboración propia



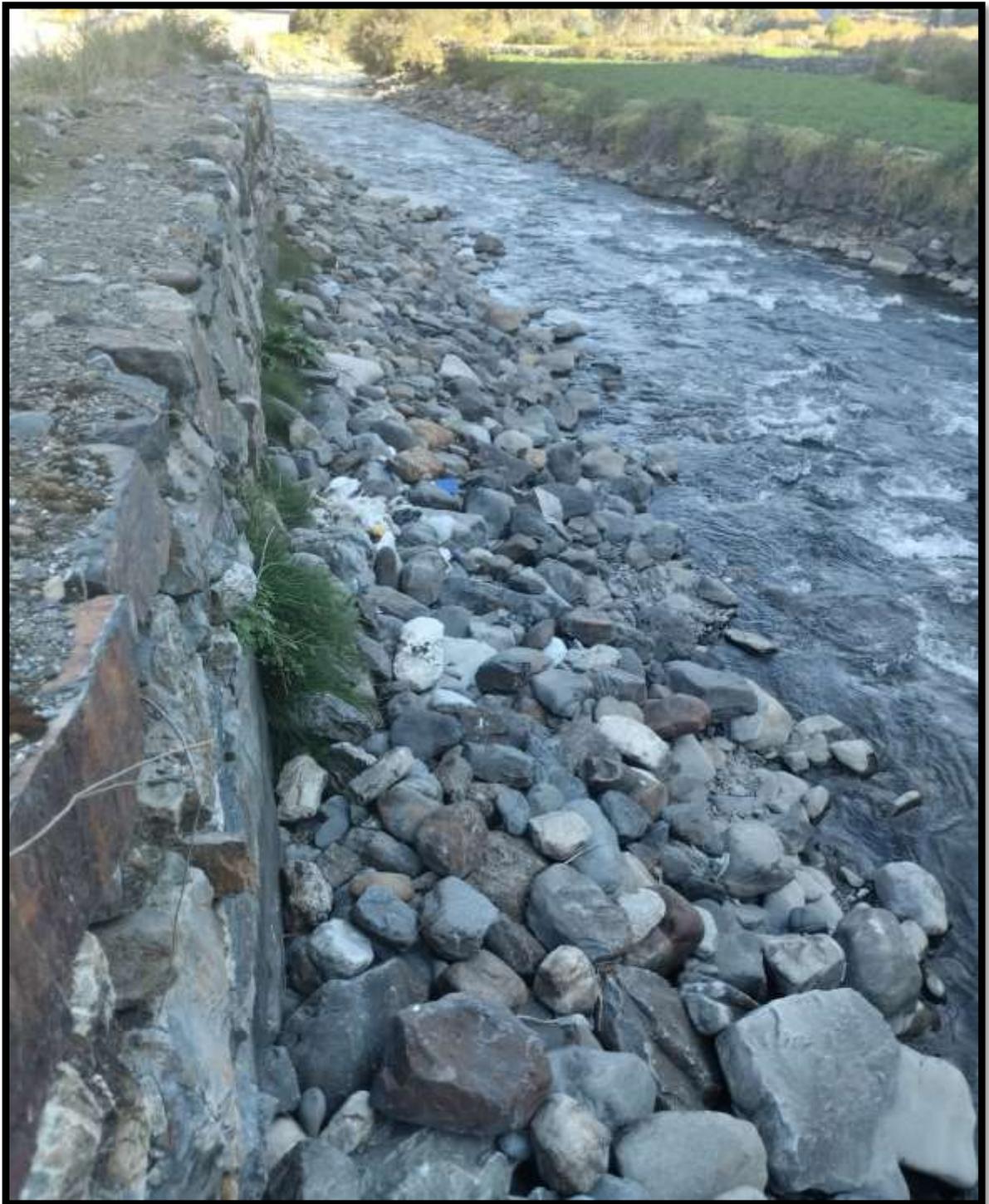
**Figura 15:** Medición del gavión tipo caja del segundo nivel

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 16:** Estado deteriorado del gavión tipo colchón

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 17:** Vista panorámica de la defensa ribereña

**Fuente:** Elaboración propia

# MANUAL DE DISEÑO DE GAVIONES

## Gaviones

Rafael Ernesto Bolívar Trujillo  
Departamento de Diseño, Investigación e Innovación (DRIM)  
Aceros Metales y Mallas Ltda.  
[drim.umym@gmail.com](mailto:drim.umym@gmail.com)

**Resumen-** Es clara la existencia de los diferentes métodos de atenuación en los taludes y proyectos lineales de ingeniería civil. El gavión es uno de los elementos más utilizados en la contención de los deslizamientos de los taludes. Este documento presenta las características y conceptos asociados a este método de estabilización de taludes.

**Palabras Clave-** Estabilización, talud, ladera, gavión, muro de contención, erosión de ribera, contención, malla triple torsión.

### I. INTRODUCCIÓN

Es común notar los deslizamientos, desprendimientos en las montañas o taludes circundantes a estructuras como son las carreteras y otros proyectos de ingeniería civil. Los muros de contención son estructuras comunes e importantes para la protección de vías de comunicación, edificaciones y zonas de alto riesgo de deslizamiento. (Báez Lozada & Echeverri López, 2015). Estas estructuras proveen soporte a los macizos y evitan el deslizamiento causado por el propio peso, agravado por los efectos naturales del agua y el viento.

Las estructuras de contención están entre las más antiguas construcciones humanas. El análisis de una estructura de contención consiste en el análisis del equilibrio su estructura y el suelo, dicho equilibrio está afectado por las condiciones de resistencia, deformabilidad, permeabilidad, el peso de ambos elementos (suelo y la estructura) y la interacción entre ellos.

En las características del macizo debe considerarse peso, resistencia, deformabilidad y geometría. Adicional a esto debe considerarse los datos sobre las condiciones del drenaje y cargas aplicadas sobre el suelo. Por el lado de la estructura debe considerarse el material utilizado, su estructura y el sistema constructivo empleado. (de Almeida Barros et al., 2010). En la mayoría de los modelos de cálculo existentes se supone un comportamiento activo del sistema, el equivalente a evitar que se produzcan deslizamientos. (Blanco Fernández, 2011).

Los muros de contención se consolidan como uno de los mecanismos de prevención de los deslizamientos más utilizado a nivel mundial, por su facilidad de aplicación, su resistencia y su buena relación con el medio ambiente.

### II. LOS GAVIONES

En las obras de protección contra las acciones de la naturaleza, muchas veces son construidas con poco conocimiento de la constitución del terreno obteniendo resultados poco satisfactorios. Uno de los principales métodos de solución son los gaviones. (Báez Lozada & Echeverri López, 2015).



Figura 1. Estructura con gaviones. Fuente: <http://www.solucionesespeciales.net/MedioAmbiente/Gaviones/Gaviones.aspx>

Los gaviones son elementos modulares con formas variadas, confeccionadas a partir de redes metálicas en malla, que son llenados con piedras de granulometría adecuada y cosidos juntos. Estos forman estructuras destinadas a la solución de problemas geotécnicos, hidráulicos y de control de erosión. El montaje y el llenado de estos elementos puede realizarse de forma manual o con equipos mecánicos comunes. (de Almeida Barros et al., 2010)

### USOS:

El gavión no debería considerarse como un conjunto de elementos aislados acomodados el uno junto al otro si no como una estructura homogénea y monolítica que puede ser dimensionada. Considerando esto, la gama de gaviones es muy diversa y solo es limitada por la imaginación del hombre.



Figura 2. Gaviones para contención fluvial. Fuente: (A Bianchini, 2017).

Como todo material el gavión puede tener ciertas limitaciones, pero con investigaciones y nuevas tecnologías,

los usos y desempeños se puede incursionar en varias áreas como:

- Geotecnia – Muros de Contención
- Hidráulica fluvial
- Irrigación de canales
- Apoyo y protección de puentes
- Drenaje
- Obras marinas
- Control de erosión
- Obras de emergencia.

- **GAVIÓN TIPO CAJA:**

Este tipo de gavión consiste en una caja de forma prismática (rectangular o cuadrada), el cual se produce a partir de un único paño de malla metálica, que forma la base, la tapa y las paredes frontal y laterales. (A Bianchini, 2017).



Figura 3. Esquema de Gavión tipo caja. Fuente: (A Bianchini, 2017).

Debe ser llenado con material pétreo, con diámetro medio mayor a la menor dimensión de la malla de alambre. Es usual ver como disposición para la construcción de este tipo de gaviones el uso de mallas de doble y triple torsión, malla eslabonada e incluso malla electrosoldada, la utilización de una u otra disposición de la malla es determinada por el tipo de proyecto en el que se va a utilizar el gavión. Es de uso común la malla de triple torsión, para la constitución del gavión.

La red o malla utilizada en la fabricación de los gaviones es producida con alambres de acero con contenido en carbono y revestimientos en zinc o aluminio el cual confiere un grado de protección a la corrosión. Cuando se asume que la malla o el gavión a utilizar posee alta posibilidad de entrar en contacto con el agua, es aconsejable la utilización de mallas con revestimiento plástico. (de Almeida Barros et al, 2010)

- **GAVIÓN TIPO SACO:**

Son estructuras metálicas con forma de cilindro, constituidas por un único paño de malla de torsión, en sus bordes libres presenta un alambre especial que pasa alternamente por las mallas para permitir el montaje del elemento en la obra.

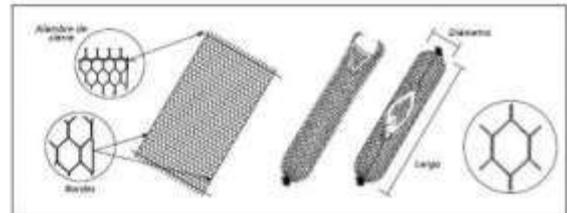


Figura 4. Gavión tipo saco. Fuente: (de Almeida Barros et al. 2010)

Este tipo de gavión es extremadamente versátil dada su forma cilíndrica. Generalmente es empleado de apoyo en estructuras de contención en presencia de agua o sobre suelos de baja capacidad de soporte, debido a su extrema facilidad de colocación. Estas características hacen del gavión fundamental uso en obras de emergencia. El llenado se realiza con rapidez por un extremo o por el costado.

III. CARACTERÍSTICAS DE ESTRUCTURAS CON GAVIONES

Los gaviones son una alternativa eficaz para las diferentes situaciones en que son requeridos. Los materiales que lo conforman son de fácil obtención o preparación y el proceso constructivo no necesita personal especializado. (Cano Valencia, 2007)

Una de las propiedades fundamentales del gavión es la deformabilidad, que, sin perder su funcionalidad, es importante cuando en los proyectos la obra debe soportar grandes empujes del terreno y a la vez es cimentada en suelos inestables o expuestos a altos niveles de erosión. Al contrario que en el caso de estructuras rígidas el colapso no ocurre de inmediato, lo que permite realizar acciones de recuperación de una forma eficiente.

Dentro de las principales características se encuentra:

- **Estructuración armada:** Resistentes a diferentes tipos de sollicitación
- **Flexible:** capacidad de resistir sollicitaciones imprevistas.
- **Resistentes:** Los alambres de mallas tienen la resistencia y flexibilidad necesaria para soportar fuerzas generadas por el terreno o afluentes hídricos.
- **Drenaje:** dada su constitución con mallas son altamente permeables, lo que impide la generación de presión hidrostáticas.
- **Economía:** Fácil instalación en obra. No requiere mano de obra especializada.
- **Resistencia a la corrosión:** dada la composición del acero utilizado en las mallas (con recubrimiento), permite combatir la corrosión del acero y en los casos de mayor agresividad en la corrosión se utilizan con recubrimiento adicional en PVC.
- **Resistencia a la abrasión:** Esta en función del material de que está hecha la malla y la cantidad de la esta.
- **Resistencia al impacto:** Dada la composición del gavión, y el llenado con piedra, permite la resistencia al impacto generado por el movimiento del terreno.

- **Ecología:** En su mayoría son elaborados con materiales que pueden descomponerse en el medio, su duración y los vacíos en el gavión, permite la colmatación para reforestar y añadir un acabado mejor. (PAVCO & Mexichem, 2013)

#### IV. COMPOSICIÓN DEL GAVIÓN

El gavión este compuesto por mallas de alambre galvanizado llena de cantos, formando cajones. (Suárez Díaz, 2001).

- **ALAMBRES GALVANIZADOS:**

Para la construcción de gaviones se utilizan diferentes calibres de acero galvanizado.

Para determinar el calibre correcto, debe analizarse las funciones y el propósito del proyecto.

CALIBRE (AWG)	Diámetro		Sección		Longitud y peso	
	mm	PLG	mm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	mts	kg/m
1	7.62	300	45.90	3.79	304	
2	7.27	294	40.00	3.12	321	
3	6.58	259	34.00	2.74	267	
3 1/2	6.35	250	31.67	2.52	249	
4	6.04	239	29.00	2.34	225	
5	5.50	217	24.54	1.98	190	
5 1/2	5.50	217	20.75	1.66	186	
6	5.18	203	20.91	1.66	166	
7	4.75	188	16.40	1.30	129	
8	4.19	165	13.70	1.08	108	
9	3.76	148	11.30	0.90	97	
9 1/2	3.60	141	10.18	0.81	90	
10	3.40	134	8.98	0.71	81	
11	3.05	120	7.80	0.62	71	
12	2.77	109	6.52	0.52	62	
12 1/2	2.50	98	4.81	0.38	48	
13	2.41	95	4.56	0.36	46	
14	2.11	83	3.90	0.31	40	
15	1.83	72	2.95	0.23	31	
16	1.65	65	2.34	0.19	23	
17	1.47	58	1.70	0.13	17	
18	1.28	50	1.20	0.09	12	
19	1.20	48	0.96	0.07	9	
20	1.03	41	0.62	0.05	6	
21	0.91	36	0.51	0.04	5	
22	0.71	28	0.40	0.03	4	

Figura 5. Calibres de Acero utilizados. Fuente: (Suárez Díaz, 2001).

El proceso de galvanizado consiste en un tratamiento térmico de pre-cocido que le da uniformidad al producto y luego se expone a un baño de zinc por inmersión en caliente o por métodos electrolíticos (a este proceso se le denomina galvanización). El zinc al ser un metal anfótero es capaz de reaccionar tanto a ácidos como a bases formando sales de zinc, debido a que la reacción del zinc es lenta se utiliza como protección contra la corrosión.

- **LAS MALLAS:**

En la elaboración de los gaviones se utilizan diferentes tipos de mallas, las cuales varían en su uso de acuerdo con requerimientos o planteamientos en los proyectos civiles:

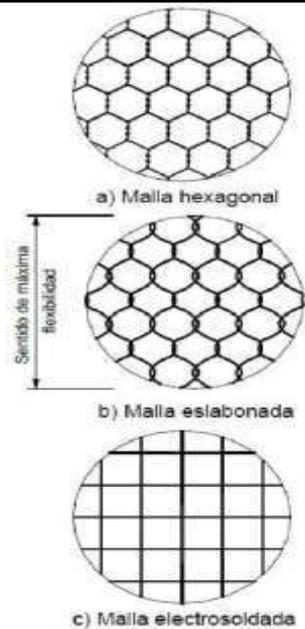


Figura 6. Tipos de mallas utilizadas en la construcción de gaviones. Fuente: (Suárez Díaz, 2001).

#### MALLAS HEXAGONALES:

Es usada tradicionalmente en todo el mundo. Las dimensiones de la malla se indican por su escuadría, la cual incluye el ancho entre los dos entorchados paralelos y la altura o distancia entre los entorchados colineales.

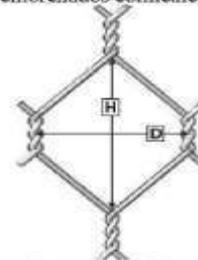


Figura 7. Dimensionamiento malla triple torsión para talud. Fuente: Fichas Técnicas Accros Metales y Mallas Ltda.

La malla hexagonal de triple torsión permite tolerar esfuerzos en varias direcciones sin que se presente rotura, conservando flexibilidad para los movimientos en todas las direcciones. En el caso de romperse la malla en un punto determinado esta no se deshilará como ocurre con la malla eslabonada.

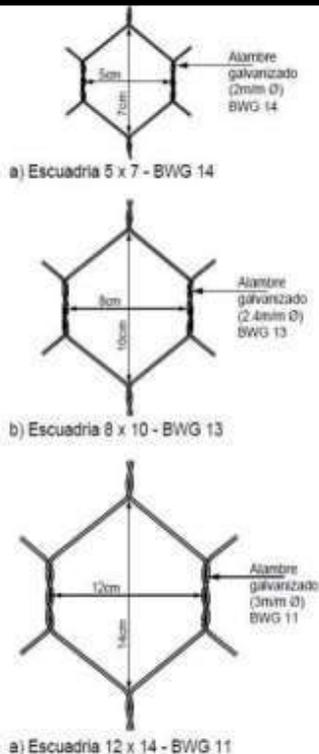


Figura 8. Escuadría típica de mallas hexagonales. Fuente: (Suárez Díaz, 2001).

#### MALLAS ESLABONADAS:

En las mallas eslabonadas no existe unión rígida entre los alambres, obteniéndose una mayor flexibilidad ya que permite el desplazamiento relativo de los alambres.

Su uso en Colombia se limita por lo general a alambres de calibres diez a doce. Para su construcción no se requieren equipos especiales pero su gran flexibilidad dificulta un poco su conformación en el campo. Aunque no existe pérdida de resistencia por la torsión de la malla; al romperse un alambre, se abre toda la malla.



Figura 9. Escuadría típica de mallas hexagonales. Fuente: <https://sidocsa.com/producto/malla-eslabonada/>

#### MALLAS ELECTROSOLDADAS:

La malla electrosoldada es más rígida que las eslabonadas y las hexagonales y su conformación se hace en cuadrículas de igual espaciamiento en las dos direcciones. Su fácil conformación en el campo y su economía de construcción los

ha hecho populares y su uso se ha extendido especialmente a obras de construcción de carreteras.



Figura 10. Gavión en malla electrosoldada. Fuente: <https://images.app.goo.gl/w2y8sDjoPq1sLcoS6>

Sus cualidades dependen del proceso de soldadura y en especial del control de temperatura en este proceso. Es común encontrar alambres frágiles o quebradizos por los puntos de unión o de uniones débiles o sueltas. Para garantizar una soldadura eficiente se recomienda exigir que esta cumpla con la norma ASTM A185. La malla electrosoldada recubierta de PVC ha sido una respuesta efectiva al problema de la corrosión.

#### EL RELLENO:

La evolución del gavión no ha tenido cambios muy marcados a lo largo del tiempo, aunque el relleno utilizado si ha variado. Desde mimbres trenzados rellenos de tierra, hasta mallas galvanizadas rellenas con pedazos de neumáticos. (Orgando Ramírez, 2015)



Figura 11. Rocas para el llenado de gaviones. Fuente: <https://pixabay.com/es/photos/piedras-ripió-gaviones-de-piedra-1323243/>

El material de relleno consiste en rocas de canto o cantera, teniendo cuidado de no utilizar materiales que se desintegren al interactuar con el agua o la intemperie. (INVIAS, 2012).

- **Granulometría:** El tamaño de los fragmentos de roca utilizados debe ser de entre 10 y 30 cm, y en ningún caso debe ser menor que 10 cm.

- **Resistencia a la abrasión:** El desgaste de material al ser sometidos a ensayo (según la norma INV E-219), deberá ser inferior al 50%.
- **Absorción:** Su capacidad será inferior al 2%
- **Resistencia mecánica:** Los fragmentos de roca de llenado del gavión deben tener una resistencia a la compresión simple superior a 250 veces el nivel de esfuerzos al que estará sometida la estructura.

#### V. PROCESO CONSTRUCTIVO DE LOS GAVIONES

Las estructuras de gaviones sin importante poseen un procedimiento particular para armar cada uno (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2016). Pueden considerarse los siguientes.

##### - GAVIÓN TIPO CAJA:

El proceso constructivo para el armado de los gaviones en tipo caja (PRODAC, s. l.) se realiza de la siguiente forma:

1. Desplegar la malla en una superficie plana y rígida. Hacer dobleces para armar la caja.

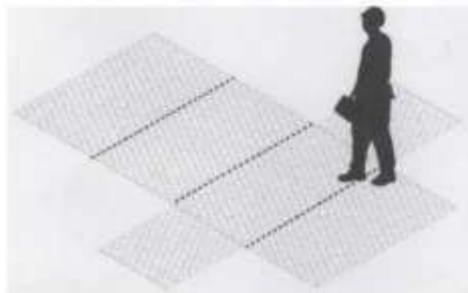


Figura 12. Extensión y dobleces de la malla. Fuente: (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2016)

2. Amarrar las aristas alternando una vuelta sencilla y una doble cada 10 cm.

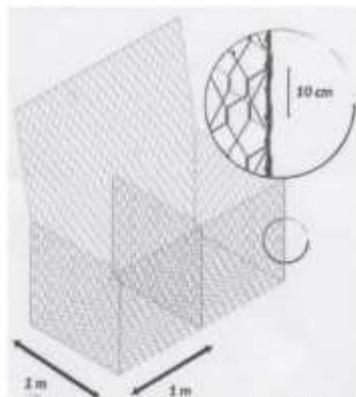


Figura 13. Amarrado de las aristas del gavión. Fuente: (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2016)

3. Amarrar los gaviones entre si antes del llenado con el mismo tipo de hilvanado a lo largo de las aristas en contacto.

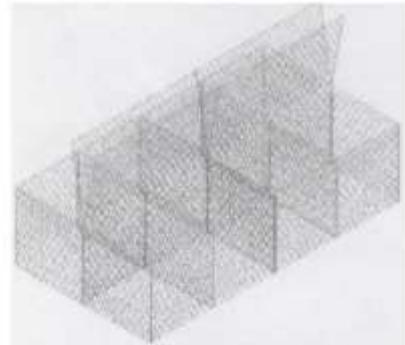


Figura 13. Amarrado entre gaviones. Fuente: (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2016)

4. Usar un encofrador de madera para posicionar bien el gavión y realizar un correcto llenado de estos.

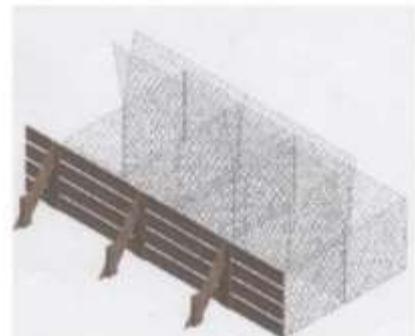


Figura 13. Encofrador posicionado junto a los gaviones. Fuente: (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2016)

5. El llenado debe realizar en 3 etapas, en las que después de llenar 1/3 se instala un tensor entre capas de roca (a 1/3 y 2/3 de la altura del gavión).



Figura 14. Posición de los tensores. Fuente: (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2016)

La instalación de los tirantes puede realizarse de varias formas, de acuerdo con las necesidades del proyecto, se pueden instalar tirantes horizontales, verticales y diagonales, y estos pueden ser simples o dobles.

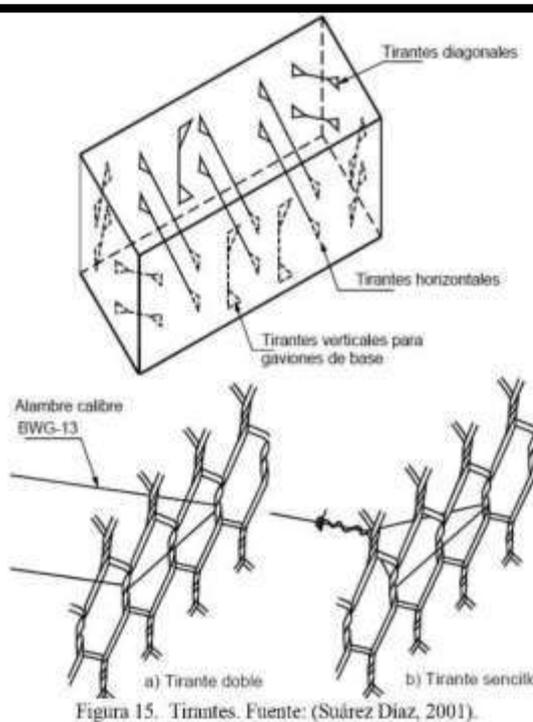


Figura 15. Tirantes. Fuente: (Suárez Díaz, 2001).

- GAVIÓN TIPO SACO:

Para la construcción del gavión de saco (Morassutti F, 2013) se tiene en cuenta el siguiente proceso:

1. Preparar la superficie de asiento del gavión.



Figura 16. Preparación de malla sobre una superficie plana. Fuente: (Morassutti F, 2013)

2. El segmento de malla debe ser enrollado en sentido longitudinal hasta formar un cilindro abierto en las extremidades y amarrar a 30 cm a partir de cada extremidad.

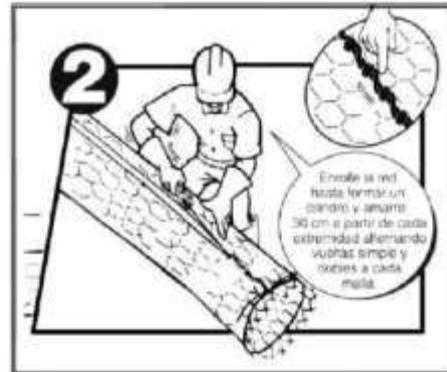


Figura 16. Enrollado de la malla. Fuente: (Morassutti F, 2013)

3. Para cerrar los extremos del cilindro se acostumbra a colocar una de las extremidades del alambre de amarre amarrado a un punto fijo. Se hace lo mismo con la otra extremidad del elemento.



Figura 16. Amarre de los extremos. Fuente: (Morassutti F, 2013)

4. El amarrado del cilindro hace lucir al gavión saco con un aspecto de envoltura de caramelo. El cilindro es levantado verticalmente y lanzado contra el suelo para aplastar los extremos hasta conformar las extremidades del gavión.



Figura 17. Conformado de las extremidades del gavión. Fuente: (Morassutti F, 2013)

5. De la misma forma son colocados en sentido diametral, a cada metro, unos pedazos de alambre de amarre, cuyo largo sea de aproximadamente 3 veces el diámetro del gavión, cumpliendo también la función de tirantes, para así evitar deformaciones excesivas durante el llenado y la colocación.

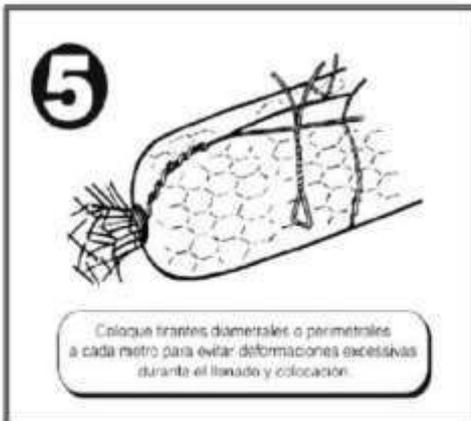


Figura 18. Instalación de tirantes. Fuente: (Morassutti F, 2013)

6. El llenado del gavión saco se debe realizar colocando las piedras desde las extremidades hasta el centro del gavión, con el cuidado de reducir al máximo el índice de vacíos.

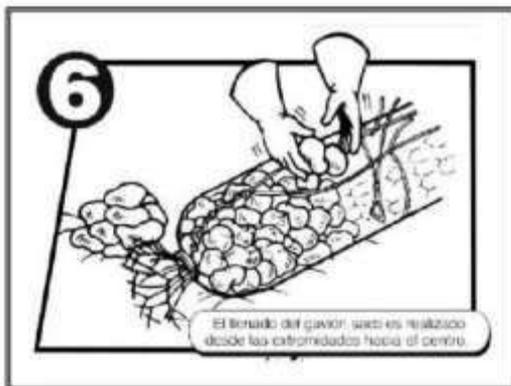


Figura 19. Llenado del gavión saco. Fuente: (Morassutti F, 2013)

7. Progresivamente que el gavión saco sea relleno se deben ir amarrando los tirantes, así como ir amarrando el gavión en toda su longitud con el mismo tipo de costura.

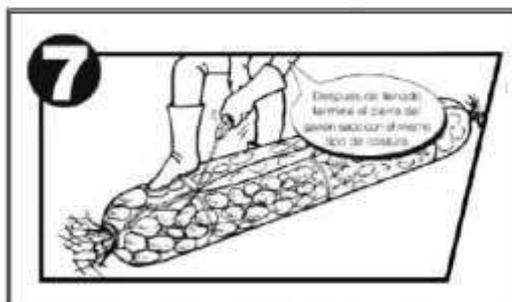


Figura 20. Llenado del gavión saco. Fuente: (Morassutti F, 2013)

## VI. REFERENCIAS TÉCNICAS

En el mercado comercial ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, ofrece mallas para gaviones y gaviones de caja con las siguientes referencias técnicas. (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2019).

MALLA DE ACERO GALVANIZADA	
Tipo de malla:	Hexagonal.
Ancho de la malla:	x
Altura de la malla:	y
ALAMBRE DE ACERO GALVANIZADO	
Diámetro:	2.0 mm hasta 3.0 mm
Resistencia a la tracción:	400-550 N/mm <sup>2</sup> .
Material:	Acero bajo carbono

Figura 21. Datos técnicos de la malla del gavión. Fuente: (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2019).

La configuración y medidas de escuadría ofrecidas comercialmente se tienen:

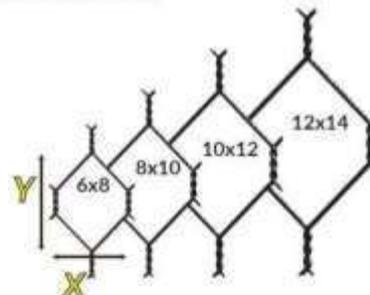


Figura 21. Escuadrías ofrecidas. Fuente: (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2019).

En cuanto a la resistencia y consideraciones del alambre se tiene:

PROTECCIÓN A LA CORROSIÓN	
Protección a la corrosión:	NTC 2403.
Tipo de recubrimiento:	Zinc 99% pureza.
Capa de Zinc:	60 g/m <sup>2</sup> o 260 g/m <sup>2</sup> .
MEDIDAS ESTANDAR DEL GAVION	
Ancho:	w = 1.0 m hasta 1.5 m.
Alto:	h = 0.50 m hasta 1.0 m
Largo:	h = 1.0 m hasta 6.0 m

Figura 21. Características del alambre y dimensionamiento del gavión. Fuente: (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2019).

Por requisitos de los clientes, las diferentes empresas productoras de gaviones en Colombia ofrecen dimensiones diferentes a las comerciales (2 x 1 x 1), para ajustarse a las variedades de proyectos en que son requeridos.

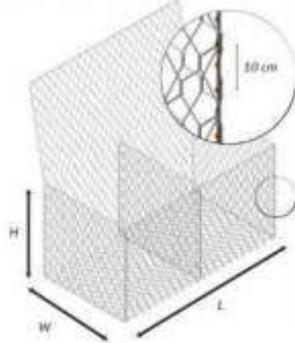


Figura 21. Dimensión del gavión. Fuente: (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2019).

## VII. APLICACIONES

### - MEDIOS HIDRAULICOS:

La utilización de los gaviones constituye una de las aplicaciones más utilizadas en los medios hidráulicos, esto debido a su versatilidad y resistencia son aptos para todo tipo de emplazamientos desde el nacimiento de los ríos hasta la desembocadura en lagos embalses o el mar. (A Bianchini, 2017).

Algunos ejemplos de soluciones en medios hidráulicos son:

- Albarrada
- Diques de corrección
- Defensas fluviales
- Defensas de márgenes
- Encauzamientos fluviales



Figura 22. Encauzamiento de ríos. Fuente: (A Bianchini, 2017)

En los medios hidráulicos las estructuras construidas con gaviones tienen grandes ventajas pues:

- Presentan amplia adaptabilidad, pues son fáciles de construir en zonas inundadas.
- Funcionan como presas filtrantes y permiten el flujo del agua y la retención de azóles.
- Tienen alta durabilidad.

Por sí solas su principal objetivo es reducir la erosión hídrica, retención de azóles y favorecer la retención e infiltración del agua. (López Martínez & Oropeza Mota, 2009)

### - MUROS DE CONTENCIÓN:

Debido a la adaptabilidad al medio ambiente y sus características estructurales, los muros de gaviones metálicos son el principal sistema utilizado para la contención de terrenos.

Principalmente los muros de contención son usados en:

- Carreteras
- Autopistas
- Vías férreas convencionales y de alta velocidad
- Edificaciones



Figura 23. Muro de contención en carretera. Fuente: (A Bianchini, 2017)

### - URBANISMO Y OBRAS SINGULARES:

Por su versatilidad y uso, el sistema de construcción con gaviones es una solución ideal para diferentes proyectos arquitectónicos, pues aportan buenos acabados paisajísticos.

Algunos ejemplos de aplicación son:

- Parques
- Jardines
- Obras singulares



Figura 24. Antes (izquierda) y después (derecha) de una estructura construida con gaviones. Fuente: (A Bianchini, 2017)

### VIII. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta la multifuncionalidad de los gaviones, se posicionan como una solución integral a diferentes requerimientos de construcción y arquitectura.

Los gaviones permiten así, un amplio campo para la innovación y aplicaciones en construcción, ya que representa un recurso económico en el tratamiento de diferentes necesidades, como son el tratamiento hidráulico de la rivera del Río Magdalena (Colombia). (Contreras, 2017).

Cabe resaltar que la construcción de este tipo de estructuras es muy sencilla, más económica que obras o tratamientos con hormigón, y le permite adaptarse al entorno y al terreno. (Florez La-Rotta & Salazar Beltrán, 2007).

Los gaviones permiten plantearse nuevos horizontes en la construcción, se habla de que son estructuras fundamentales y típicas para el control de la erosión a diferentes niveles y e diferentes tipos de suelo. El gavión en sus diferentes presentaciones se consolida como la opción más escogida y común, gracias a las características descritas a lo largo del texto, principalmente por su facilidad de instalación y su fácil relación con el medio ambiente. En territorio geográfico como el colombiano, se utiliza de la mano con otras metodologías para generar recuperación de cobertura verde en las obras de intervención civil y ahondando en el desarrollo de decoración paisajística en jardines naturales.

### REFERENCIAS

A Bianchini, I. S. A. (2017). Gaviones-Sistemas de Corrección fluvial- Muros de Contención - Urbanismo. A. Bianchini.

ACEROS METALES Y MALLAS LTDA. (2019). *Catálogo Comercial*.

ACEROS METALES Y MALLAS LTDA. (2016). *INSTRUCTIVO DE ARMADO DE GAVION*. 3.

Báez Lozada, L. C., & Echeverri López, P. (2015). *Diseño de estructuras de contención considerando interacción Suelo-Estructura*. (Proyecto de Grado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C, Colombia.

Blanco Fernández, E. (2011). *Sistemas flexibles de alta resistencia para la estabilización de taludes*. Revisión de los métodos de diseño existentes y propuesta de una nueva metodología de dimensionamiento (Tesis Doctoral). Universidad de Cantabria, Santander, España.

Cano Valencia, A. (2007). *Resistencia de la malla de Gavión al Aplastamiento por impacto* (Proyecto de Grado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

Contreras, J. S. (2017). *Presupuesto para muro gavión a gravedad, para la protección de la rivera del Río Magdalena en el corregimiento de Puerto Bogotá*. Municipio de Guaduas.

Cundinamarca (Proyecto de Grado). Universidad Católica de Colombia, Bogotá D.C, Colombia.

de Almeida Barros, P. L., Fracassi, G., da Silva Dunn, J., & Texeira, A. M. (2010). *Obras de Contención - Manual Técnico*. Maccaferri do Brasil Ltda, 222.

Florez La-Rotta, R. L., & Salazar Beltrán, M. A. (2007). *Carrteras Destapadas: Nociones de Diseño, Construcción y Mantenimiento de Estructuras de Contención*. Material de Autoestudio presentado en Estructuras de Contención, Tunja, Colombia.

INVIAS. *INV E-506 Artículo 681-7: Gaviones*, Pub. L. No. Norma INV E-506, 6 (2012).

INVIAS. *INV E-506- Art 681-13: Gaviones de Malla de Alambre entrelazado*, INV E-506 § (2012).

López Martínez, R., & Oropeza Mota, J. L. (2009). *Presas de Gaviones*. SAGARPA- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

Morassutti F, G. F. (2013). *Manual de diseño de estructuras flexibles de Gaviones*. Universidad de Carabobo, 76.

Orgando Ramírez, L. (2015). *Los gaviones: análisis, evolución y comportamiento*. Propuesta para las envolventes de las escuelas en la República Dominicana (Máster Universitario). Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.

PAVCO, & Mexichem, S. I. (2013). *Gaviones | Especificaciones Técnicas*. Especificaciones Técnicas.

PRODAC. (s. f.). *Manual de Instalación de Gaviones*. PRODAC.

Suárez Díaz, J. (2001). *Capítulo 7. Los Gaviones*. En *Control de Erosión en Zonas tropicales* (pp. 556 (227-250)). Bucaramanga, Colombia: Librería UIS.

**Diseño de Estructuras de  
Gaviones**



**SOCIEDAD COLOMBIANA  
DE GEOTECNIA**

**DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE GAVIONES:  
MUROS Y RECUBRIMIENTOS**

CON EL AUSPICIO DE:



**BOGOTÁ D.C., AGOSTO DE 2000**



## PRESENTACIÓN

El uso de los gaviones, que data de épocas antiguas, se ha extendido en el mundo moderno de la ingeniería, cubriendo gran cantidad de necesidades en las construcciones civiles.

Por su aparente simplicidad, la teoría sobre el diseño de estructuras conformadas por gaviones, no se ha incluido como una parte obligatoria de los programas de enseñanza de la geotecnia. Para llenar este vacío y actualizar al ingeniero en las técnicas de diseño de estructuras de gaviones, la Sociedad Colombiana de Geotecnia organizó el presente curso sobre "Diseño de Estructuras de Gaviones: Muros y Recubrimientos".

El curso cuenta con las conferencias de los ingenieros José Vicente Amórtegui, coordinador de la iniciativa y del curso, Manuel García López, Alvaro Jaime González y Hugo Ernesto Acosta.

Los gaviones, aquel atado de piedras contenido por una malla, que en la actualidad es metálica pero que en otras épocas se componía de fibras naturales o juncos, se han empleado por mucho tiempo para el control de socavación en ríos, y su uso para este fin ha sido siempre exitoso. En el revestimiento de taludes, en donde la vegetación completa un recubrimiento que controla el contenido de humedad, ha logrado un uso extendido, y en la contención de taludes también, aunque presentando una eficiencia bastante desfavorable comparado con el papel que jugaría un muro de gravedad o de concreto reforzado en las mismas condiciones.

Es la intención de curso recordar los principios básicos que rigen en diseño de estructuras de gaviones, y presentar las costumbres insanas que se van arraigando acerca del uso de gaviones y el abuso que se comete sobre su utilización en algunos medios constructivos.

Es nuestro deber, sembrar la inquietud en el ingeniero para que combata el abuso que se da a veces al uso de los gaviones como estructuras de contención que no cumplen el más mínimo principio de estabilidad y durabilidad, el uso de gaviones como estructuras de cimentación en edificaciones ubicadas en laderas, y profundizar en la teoría de los alambres y calibres que ofrecen hoy en día los fabricantes especializado en el tema.

Agradecemos a Maccaferri, especialistas en la fabricación de gaviones, el patrocinio brindado al presente curso de la Sociedad Colombiana de Geotecnia y muy especialmente a los conferencistas que lo hicieron posible.

*Héctor Parra Ferro.  
Presidente de la SCG.*



## CONTENIDO

1.	INTRODUCCION .....	1
2.	DESARROLLO HISTORICO DE LOS GAVIONES .....	1
3.	VENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DE GAVIONES .....	2
4.	CARACTERÍSTICAS DE LOS GAVIONES .....	4
4.1.	Dimensiones .....	4
4.2.	Materiales .....	4
4.2.1.	Alambre .....	4
4.2.2.	Mallas .....	5
4.2.3.	Material de Relleno .....	6
4.3.	Características de Resistencia de Gaviones .....	8
A)	Distorsión angular .....	8
B)	Volteo .....	8
C)	Deslizamiento .....	9
D)	Flexión .....	9
5.	EVALUACIÓN DE ESFUERZOS LATERALES SOBRE ESTRUCTURAS DE GAVIONES .....	10
5.1.	Empuje Activo .....	10
5.2.	Otras Acciones .....	11
5.3.	Presiones de Compactación .....	11
5.3.1.	Compactación de Rellenos Granulares .....	11
5.3.2.	Compactación de Rellenos Cohesivos .....	12
5.3.3.	Recomendaciones Constructivas .....	13
5.4.	Efectos Sísmicos .....	13
6.	DISEÑO DE MUROS DE GAVIONES .....	15
6.5.	Criterios para el Diseño .....	15
6.5.1.	Volcamiento .....	15
6.5.2.	Deslizamiento .....	15
6.5.3.	Capacidad portante .....	15
6.5.4.	Estabilidad general .....	16
6.5.5.	Estabilidad interna .....	16
6.5.6.	Deformaciones .....	16
6.5.7.	Sección Resistente de una Estructura de Gaviones .....	16
6.5.8.	Contrafuertes .....	16
6.5.9.	Puntales .....	18
6.6.	Procedimiento de Diseño .....	18
7.	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO .....	23
8.	REFERENCIAS .....	26



## DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE GAVIONES: MUROS Y RECUBRIMIENTOS

### 1. INTRODUCCION

Este documento contiene los aspectos relevantes tratados en el curso organizado por la SCG sobre el diseño de estructuras de gaviones. Se trató de enfatizar los principios que son particulares y propios de las estructuras flexibles de gaviones, pasando rápidamente por temas clásicos de la mecánica de suelos que se encuentran en varios textos.

Este documento complementa las "Especificaciones Técnicas Básicas para la Construcción de Estructuras de Gaviones" preparadas por la SCG y entregadas durante el curso.

NOTA: el presente documento fue preparado por los Ings. José Vicente Amórtegui y Hugo Ernesto Acosta con la colaboración en la edición del Ing. Francisco Alonso Cortés.

### 2. DESARROLLO HISTORICO DE LOS GAVIONES

La aparición de los gaviones se remonta al año 500 A.C. cuando los egipcios usaron cestas de fibras naturales para construir diques en las orillas del río Nilo. Ya en el siglo XVI, los ingenieros utilizaban en Europa unas cestas de mimbre rellenas de tierra denominadas por sus inventores italianos *gabbioni* o "jaulas grandes", para fortificar los emplazamientos militares y reforzar las orillas de los ríos. Actualmente un armazón de tela metálica, relleno de piedras en lugar de tierra, ha sustituido la cesta de mimbre, pero la fuerza básica de los gaviones y sus ventajas respecto a otras estructuras rígidas utilizadas en las obras de ingeniería es la misma. En la Tabla N° 1 se presenta un resumen de los acontecimientos más importantes que marcaron la evolución de los gaviones en el ámbito mundial y en nuestro país.

TABLA N° 1: DESARROLLO HISTORICO DE LOS GAVIONES

FECHA	LUGAR	ACONTECIMIENTO
~5000 AC	EGIPTO	Diques en el borde del río Nilo, utilizando mimbre y betún.
~1000 AC	CHINA	Diques en el río Amarillo, con fibras vegetales tejidas.
100 AC	ROMA (GALIAS)	Uso de gaviones en fortificaciones temporales.
20 AC	ROMA	Vitruvio los recomienda como ataguías en sus libros de arquitectura y construcción.
40 a 50 DC	ROMA	Construcción del muelle de Ostia, para contención de rellenos en una zona pantanosa.
Siglo XVI	EUROPA	El diccionario Oxford establece una referencia en el año 1579, e indica que la palabra "gavión" se derivó del latín <i>cavea</i> . En 1588 aparece la primera publicación sobre el uso de gaviones "Le Diverse et Artificiose Macchine" escrita por Agostino Ramelli. Reaparecen en Italia los gaviones de mimbre ( <i>gabbioni</i> o "jaulas grandes").



TABLA N° 1: (CONTINUACION)

FECHA	LUGAR	ACONTECIMIENTO
Siglo XVII	EUROPA	Ingenieros militares de Francia utilizaban el gavión como protección ante ataques militares.
Siglo XIX	EUROPA	Aparecen los gaviones de malla metálica.
1932	USA	El manual de ingeniería del Departamento de Guerra establece algunas especificaciones para la construcción de gaviones
1960	AMÉRICA LATINA	Se inicia el empleo de gaviones.
1963 a 1966	COLOMBIA	Se inicia el empleo de gaviones.
1965	COLOMBIA	Publicaciones y traducciones privadas o internas. Universidad Nacional y firmas consultoras.
1970 (?)	COLOMBIA	FFCC Nacionales adquieren máquina para la fabricación de mallas.
1972	COLOMBIA	Primera publicación sobre el tema a cargo del INDERENA.
1972 ó 1973	COLOMBIA	La Secretaría de OOPP de Antioquia adquiere una máquina para la fabricación de mallas.
1973	COLOMBIA	El MOPT adquiere en Alemania, una máquina para fabricación de mallas para gaviones.
1974	COLOMBIA	Publicación de la Secretaría de OOPP de Antioquia. Publicación del MOPT.
1977	COLOMBIA	Aparecen los gaviones de malla electro-soldada.
1979	COLOMBIA	Se llevó a cabo un curso especial de gaviones en la Universidad Industrial de Santander, dictado por los Ingenieros Jaime Suárez y Manuel García.
1981	COLOMBIA	Tesis Laureada de la Universidad Nacional: "Comportamiento de Gaviones". Baquero, F.; Barbosa, R. y Pabón, G.

### 3. VENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DE GAVIONES

Una de las principales ventajas de los gaviones, respecto a otro tipo de estructuras, es la flexibilidad intrínseca del armazón, que sujeto a tensión y comprensión alternantes, le permite trabajar sin romperse, y sin perder su eficacia estructural. Como estructura deformable, todo cambio en su forma por hundimiento de su base o por presión interna es una característica funcional y no un defecto. Así

pues, se adapta a los pequeños movimientos de la tierra y, al deformarse, conserva su solidez estructural sin fracturas.

Como los gaviones se sujetan entre sí, la tela metálica resiste mucho la tensión, a diferencia del concreto. Una estructura de gaviones soporta un grado de tensión que comprometería mucho a una estructura de piedra seca y sería francamente peligrosa para el concreto y la mampostería simples. El armazón de tela metálica no es sólo un

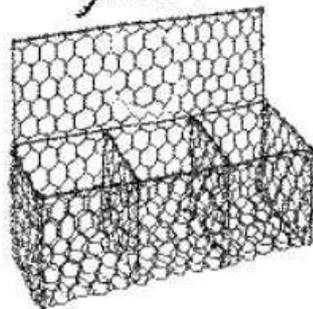


recipiente para el relleno de piedras, sino un refuerzo de toda la estructura.

La forma de los gaviones ha evolucionado y sus bordes se han reforzado con alambre de diámetro más ancho. Esto refuerza los lados del armazón durante la construcción, facilita las operaciones de sujeción y refuerza en general las estructuras de gaviones. Los diafragmas verticales sujetos a la base de los gaviones tienen como propósito limitar el movimiento interno del relleno de piedras y reforzar más el armazón. La tela metálica con forma de hexágonos es de doble torsión y está galvanizada para darle resistencia a la presión y la corrosión.



*Gabiones*



Las piedras de relleno ofrecen un mayor grado de permeabilidad en toda la estructura, lo que elimina la necesidad de un sistema de desagüe. En las obras hidráulicas también se eliminan así las presiones contrarias ejercidas en las orillas de los ríos por la variación de la profundidad del agua debida a las crecientes y los estiajes.

Otra ventaja radica en que los costos de mano de obra son mínimos ya que es posible capacitar rápidamente trabajadores no calificados, con supervisión de algunos calificados, para armar los gaviones, rellenarlos y sujetarlos entre sí con alambre de hierro galvanizado.

Las estructuras de gaviones se pueden hacer sin equipo mecánico y la obra puede iniciarse enseguida porque las primeras etapas de excavación y colocación de los cimientos son mínimas y se pueden realizar a mano. Al terminar, los gaviones pueden recibir de inmediato toda su carga sin los periodos de espera, de hasta un mes, normalmente asociados a las construcciones de concreto. Además, resulta relativamente fácil lograr una buena calidad de construcción por la simplicidad de los dos materiales utilizados, las canastas y las piedras.

Aunque es más bien fácil fabricar gaviones, siempre hay que respetar las reglas básicas de la ingeniería para asegurar la estabilidad de la estructura, y así, su sostenibilidad y durabilidad en el tiempo. En particular, los gaviones a menudo se asocian a los cortes y rellenos de los terrenos y, por ende, debe garantizarse la estabilidad y la resistencia intrínseca de la estructura en conjunto y de todas sus partes por separado.

En nuestro país, se han empleado gaviones para la construcción de estructuras de contención de hasta 12 m de altura y en la construcción de estribos para puentes con alturas de 10 m, los cuales se han comportado de manera satisfactoria. También se han empleado como recubrimientos de hasta 35 m en taludes reforzados mediante distintos sistemas. Lo anterior nos da una idea de las capacidades de éste tipo de estructuras para soportar cargas importantes y servir como recubrimiento de grandes áreas, siendo un sistema comparativamente más económico que las estructuras en concreto reforzado y con resultados igualmente competentes.



#### 4. CARACTERÍSTICAS DE LOS GAVIONES

##### 4.1. DIMENSIONES

Por lo general, se emplean gaviones en forma de paralelepípedo con dimensiones que varían según su empleo o colocación dentro de la estructura. En la Tabla N° 2 se muestran las dimensiones de los gaviones más empleados en nuestro medio.

**TABLA N° 2:** DIMENSIONES DE LOS TIPOS DE GAVIONES MÁS EMPLEADOS EN COLOMBIA.

TIPO	LONG. (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)
Gaviones de base	2.00	1.00	0.50
Gaviones de cuerpo	2.00	1.00	1.00
Colchonetas	4.00	2.00	0.15 a 0.30

Sin embargo, es posible usar dimensiones diferentes de acuerdo con las características específicas de cada estructura.

Las dimensiones recomendadas por empresas productoras de gaviones son las siguientes (Ref. 15, 1983):

- Longitud: 2.00 m, 3.00 m ó 4.00 m
- Ancho: 1.00 m
- Altura: 0.50 m ó 1.00 m

Se admite una tolerancia de  $\pm 3\%$  en la longitud del gavión y de  $\pm 5\%$  en el ancho y alto.

##### 4.2. MATERIALES

###### 4.2.1. ALAMBRE

Todo el alambre usado en la fabricación de los gaviones y para las operaciones de amarre y atirantamiento durante la colocación en obra, debe ser de acero dulce recocido, galvanizado en caliente con zinc puro y exento de escamas, grietas, corrosión u otros defectos. Existen varias denominaciones para el calibre de los

alambres galvanizados usados en la construcción de las canastas, estas denominaciones se presentan en la Tabla N° 3. Es recomendable indicar el diámetro del alambre en milímetros para evitar confusiones respecto a la denominación que se está utilizando.

**TABLA N° 3:** DENOMINACIONES PARA DIÁMETROS DE ALAMBRES.

DENOMINACION GALGA DE PARIS							
Calibre N°	13	14	15	16	17	18	19
Diámetro (mm)	2.00	2.20	2.40	2.70	3.00	3.40	3.90

DENOMINACION BWG							
Calibre N°	10	11	12	13	14	15	16
Diámetro (mm)	3.40	3.05	2.77	2.41	2.11	1.83	1.65

El alambre debe estar recubierto con una capa de zinc (galvanizado) cuya función principal es la de proveer la resistencia a la corrosión requerida para las condiciones en las cuales se van a emplear los alambres. El zinc tiene buena resistencia a la corrosión si el pH del agua en contacto con el gavión está entre 6 y 12.5; sin embargo, en obras que estén en contacto con aguas negras o suelos ácidos se deben contemplar revestimientos adicionales con asfalto o P.V.C.

El recubrimiento con asfalto aísla parcialmente la humedad y previene la corrosión. El recubrimiento con P.V.C. aísla totalmente la humedad y resiste en forma apreciable la corrosión, su principal ventaja es la protección contra las aguas saladas y las aguas negras.

El alambre también puede ser protegido mediante revestimientos con concreto en las partes del gavión que están en contacto con aguas negras u otro agente corrosivo. El recubrimiento con concreto también es útil cuando se requiere protección contra la abrasión producida por corrientes de agua.



La efectividad del galvanizado depende de la proporción de peso de zinc por área de alambre expuesto. El peso mínimo del revestimiento de zinc determinado según la norma NTC 3237 o la ASTM A-90, debe estar de acuerdo con los que se presentan en la Tabla N° 4.

**TABLA N° 4:** PESOS MÍNIMOS DEL REVESTIMIENTO DE ZINC SEGÚN EL DIÁMETRO DEL ALAMBRE.

Diámetro (mm)	2.20	2.40	2.70	3.00	3.40
Peso mínimo del revestimiento de zinc (gr/m <sup>2</sup> )	240	260	260	275	275

Para verificar la calidad del revestimiento de zinc se deben efectuar cuatro inmersiones sucesivas de un minuto cada una, en una solución de sulfato de cobre cristalizado, sin que el acero aparezca aún parcialmente. La concentración de ésta solución debe ser de una parte por peso de cristales a cinco partes por peso de agua. La temperatura del baño debe ser de 15°C y entre cada inmersión, las muestras deben ser lavadas secadas y examinadas.

Además de lo anterior, los alambres usados en la fabricación de mallas para gaviones deben cumplir los siguientes requisitos de resistencia:

- **Resistencia a la tensión:** La carga media de rotura a tensión de los alambres empleados en la construcción de gaviones debe estar entre 38 y 50 kg/mm<sup>2</sup>, medida según el procedimiento establecido en la norma NTC 2.
- **Alargamiento:** La prueba de alargamiento debe ser efectuada antes de la fabricación de la malla sobre una muestra de alambre de 30 cm de largo. El alargamiento de la muestra no debe ser inferior al 12%.
- **Resistencia a la flexión:** El alambre sostenido en una prensa con bordes redondeados debe soportar sin romperse diez (10) plegados sucesivos de 90 grados. Los plegados deben

efectuarse en un mismo plano y con una amplitud de 180 grados de acuerdo con el procedimiento establecido en la norma NTC 3973.

- **Resistencia a la torsión:** La muestra de alambre debe soportar treinta (30) vueltas completas de torsión sin romperse y sin que el zinc se agriete o se desprenda. El eje de la muestra de alambre debe permanecer recto durante toda la prueba, la cual se debe efectuar de acuerdo con el procedimiento que se establece en la norma NTC 3995.
- **Enrollamiento:** El alambre debe poderse enrollar en espirales ajustadas y cerradas sobre un cilindro de diámetro igual al doble del suyo, sin que el zinc se agriete o se desprenda.

Los alambres utilizados en el cosido de los gaviones, los tirantes interiores y las uniones entre unidades, deben ser del mismo diámetro y calidad que el alambre de la malla. El alambre usado en las aristas o bordes del gavión debe tener un diámetro mayor; se recomienda que éste sea de un calibre inmediatamente superior al del alambre usado para la fabricación de la malla. Se debe tener en cuenta que a mayor diámetro del alambre mayor será la rigidez del gavión.

#### 4.2.2. MALLAS

Para la construcción de las canastas de gaviones se han empleado tres tipos de malla:

- Malla hexagonal o de doble torsión.
- Malla de eslabonado simple.
- Malla electrosoldada.

La malla de eslabonado simple es muy flexible, lo cual dificulta su conformación durante la construcción del gavión, además, presenta la desventaja de que al romperse un alambre se abre toda la malla permitiendo la salida del material de relleno.



La malla electrosoldada es más rígida que la eslabonada y la hexagonal, y su conformación se hace en cuadrículas de igual espaciado en las dos direcciones. La fragilidad y la rigidez de las uniones soldadas las hace muy poco resistentes a las deformaciones a las que están sujetas, llevándolas a la rotura. Lo anterior, sumado a la corrosión por la desaparición del recubrimiento de zinc en estas mismas uniones, se constituye en la principal desventaja de las mallas electrosoldadas. En general, este tipo de mallas se comporta de manera satisfactoria en estructuras que no están sujetas a grandes deformaciones, tales como recubrimientos de canales o estructuras de contención de menos de 3 m de altura.

Las mallas hexagonales permiten tolerar esfuerzos en varias direcciones sin que se produzca rotura, lo cual las hace más flexibles ante movimientos en cualquier dirección. Otra ventaja de este tipo de mallas consiste en que al romperse un alambre en un punto determinado, la malla no se abrirá por completo como ocurre con la eslabonada.

Las dimensiones de las mallas hexagonales se indican por la distancia entre entorchados paralelos y colineales, tal como se muestra en la Figura N° 1. Los diámetros del alambre varían según las dimensiones de las mallas, aumentando proporcionalmente con la escuadría de éstas, de modo que el peso por unidad de área se mantiene más o menos constante.

Los tres tamaños de malla hexagonal que se usan para la construcción de gaviones son los siguientes (Figura N° 1):

- Malla de 5.0 X 7.0 cm de escuadría. Alambre calibre N° 14 ( $\phi = 2.11$  mm). Figura N° 1 (a).
- Malla de 8.0 X 10.0 cm de escuadría. Alambre calibre N° 13 ( $\phi = 2.41$  mm). Figura N° 1 (b).
- Malla de 12.0 X 14.0 cm de escuadría. Alambre calibre N° 11 ( $\phi = 3.05$  mm). Figura N° 1 (c).

La resistencia de las mallas hexagonales de doble torsión se puede determinar en función de la resistencia del alambre utilizado y del número de módulos por unidad de área así:

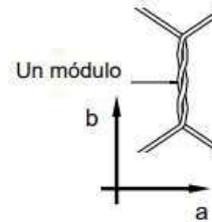


TABLA N° 5: CARACTERÍSTICAS DE LA MALLA

$R_{al}$	Resistencia del alambre (acero)	30 a 50 kg/mm <sup>2</sup> ( $\pi\phi^2/4$ ) $\phi=2.4$ mm	
$R_m$	Resistencia de la malla	a - 3690 kg/m b - 1866 kg/m	a - 2300 kg/m b - 1700 kg/m
$R_{un}$	Resistencia de la unión	a - 2280 kg/m b - 1600 kg/m	

$R_{mod} = 1.6 R_{al}$  = Resistencia de un módulo

$R_m = NR_{mod}$  ; N: Número de módulos por metro cuadrado de malla

$K_{50m}$ : Módulo de deformación de la malla

- a - 26.300 kg/m
- b - 10.500 kg/m

**4.2.3. MATERIAL DE RELLENO**

El relleno de las canastas se debe efectuar con fragmentos de roca o cantos rodados, resistentes y durables. La dimensión de cada fragmento de roca o canto rodado debe estar entre 10 y 30 cm. No se pueden utilizar materiales descompuestos, fracturados o agrietados, así mismo, es recomendable evitar la utilización de fragmentos de lutita, arcillolita o pizarra, a menos que cumplan con los requerimientos de durabilidad y resistencia que se especifican a continuación.

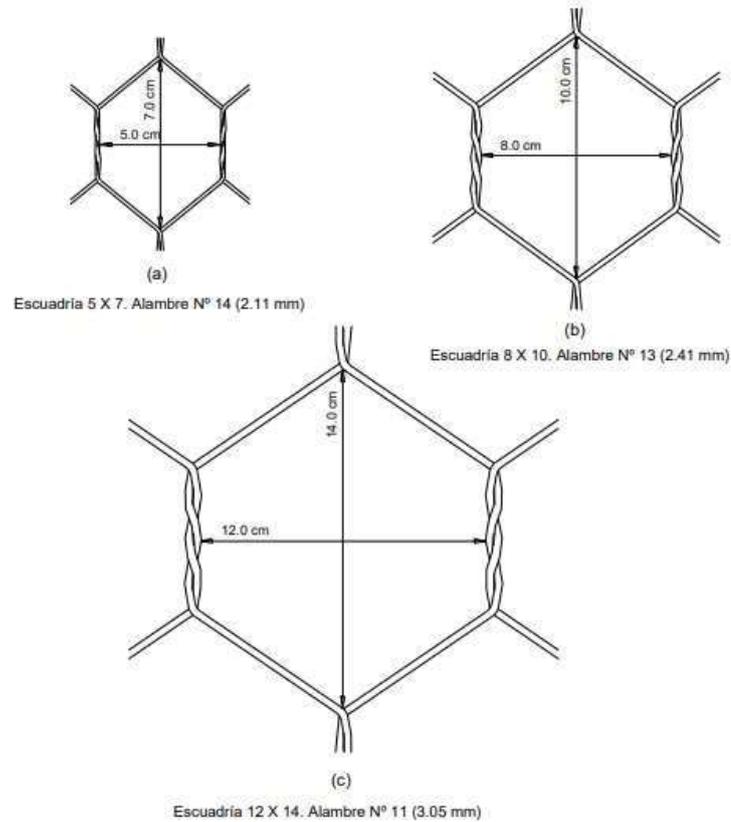


FIGURA N° 1: CARACTERÍSTICAS DE LAS MALLAS HEXAGONALES.

Los requisitos de resistencia y durabilidad que deben cumplir los materiales rocosos usados para rellenar las canastas son los siguientes:

- Índice de desleimiento – durabilidad:  
El índice de desleimiento – durabilidad (Ref. 8, 2000) debe ser mayor o igual al 90%.
- Porcentaje de desgaste en la Máquina de los Angeles:  
El porcentaje de desgaste, determinado de acuerdo con la norma INV E-218 debe ser menor al 60%.
- Resistencia a la carga puntual sobre fragmentos o núcleos de roca:

La resistencia a la carga puntual ( $I_s_{(50)}$ ), determinada según el procedimiento establecido por el grupo de trabajo sobre Revisión del Método de Ensayo de Carga Puntual (Ref. 8, 2000) debe ser mayor a diez (10) veces el nivel de esfuerzos al que va a estar sometida la estructura de gaviones, de acuerdo con lo establecido en el diseño de la misma.

El relleno debe ser efectuado de manera que los fragmentos de roca con tamaños más pequeños queden dispuestos en la parte central del gavión, y los fragmentos más grandes queden dispuestos en la parte exterior, en contacto con la canasta. En ningún caso los fragmentos de roca deben ser menores de 10 cm.



Cuando no se pueda disponer de material rocoso, pueden utilizarse sacos de polipropileno rellenos de suelo - cemento en proporción 3:1, los cuales se deben disponer entrelazados dentro de la malla en reemplazo de los fragmentos de roca.

### 4.3. CARACTERÍSTICAS DE RESISTENCIA DE GAVIONES

La resistencia al esfuerzo cortante de un gavión de 2 X 1 X 1 m, fabricado con malla hexagonal de características similares a las presentadas en la Tabla N° 5, se puede calcular de la siguiente manera:

$$\tau_g = 10 \text{ t/m}^2 + \sigma \tan(\phi+i)$$

- $\tau_g$ : Resistencia al esfuerzo cortante de un gavión
- $\sigma$ : Esfuerzo normal
- $\phi$ : Angulo de fricción interna del enrocado
- $i$ : Dilatancia del enrocado

La resistencia a la compresión ( $q_{ug}$ ) de un gavión de iguales características, determinada por medio de ensayos realizados en especímenes a escala y prototipos, es de 34 t/m<sup>2</sup> (Ref. 2, 1981).

Así mismo, el módulo de deformación del gavión confinado ( $E_{rog}$ ) es de 1050 t/m<sup>2</sup>.

Para determinar el comportamiento de un gavión al ser sometido a cargas horizontales, se plantean diferentes modos de falla en forma individual, aunque en el comportamiento real, la falla se puede dar por combinación de dos o más modos. Esto permite determinar el modo más crítico, el cual gobernará el comportamiento de la estructura. Los modos de falla considerados son:

#### A) DISTORSIÓN ANGULAR

Se debe verificar que la malla posea la resistencia necesaria para soportar las deformaciones por distorsión angular de acuerdo con las cargas a las cuales estará

sometido el gavión, analizado individualmente como se muestra en la Figura N°2.

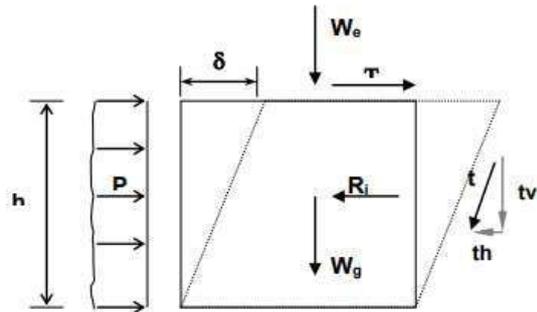


FIGURA N° 2: DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DE UN GAVION SOMETIDO A DEFORMACION POR DISTORSION

- T, We**: Cargas externas
- P**: Empuje
- Δl**: Alargamiento de la malla
- $\Delta l = \sqrt{(h^2 + \delta^2)} - h$
- $\Delta l = t \cdot h / K_{50m}$
- K<sub>50m</sub>**: Módulo de deformación de la malla
- R<sub>i</sub>**: Resistencia interna
- $R_i = (W_e + W_g/2 + t_v) + \tan(\phi+i)$
- t ≤ R<sub>m</sub>**: Resistencia de la malla

#### B) VOLTEO

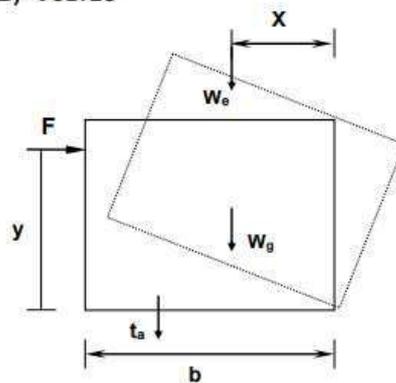


FIGURA N° 3: DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DE UN GAVION. VOLTEO



Para que ocurra se requiere:

$$F.y \geq W_g \frac{(b-\delta)}{2} + W_e X + \frac{Nt_a b}{2}$$

**F:** Resultante de las fuerzas aplicadas  
**t<sub>a</sub>:** Resistencia de un amarre  
**N:** Número de amarres  
**W<sub>e</sub>:** Carga externa  
**W<sub>g</sub>:** Peso del gavión

La Resistencia del amarre t<sub>a</sub> corresponde a la resistencia del alambre utilizado en las uniones.

### C) DESLIZAMIENTO

Se debe verificar que la resistencia en la base del gavión, sea mayor que la sumatoria de las cargas horizontales (F):

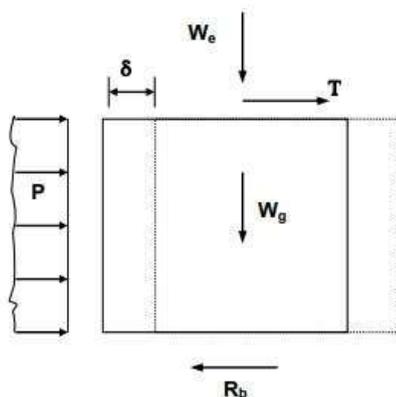


FIGURA N° 4: DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DE UN GAVION. DESLIZAMIENTO.

**W<sub>e</sub>, T:** Cargas externas  
**P:** Empuje  
**W<sub>g</sub>:** Peso del gavión  
**R<sub>p</sub>:** Resultante del empuje  
**F = T + R<sub>p</sub>**  
**R<sub>b</sub>:** Resistencia en la base

$$R_b = (W_e + W_g) \tan \phi + Nt_a$$

**φ:** Angulo de fricción en la base  
**N:** Número de amarres  
**t<sub>a</sub>:** Resistencia de un amarre

### D) FLEXIÓN

El diseñador debe verificar que la deflexión máxima del gavión no sobrepase los valores admisibles para la estructura. La deflexión máxima se puede calcular así:

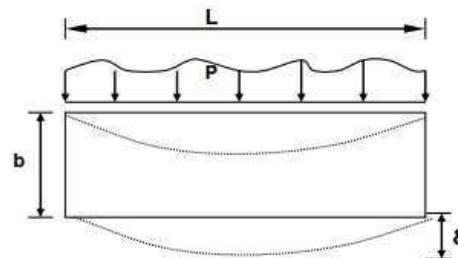


FIGURA N° 5: DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DE UN GAVION. FLEXION.

**P:** Empuje

**σ:** Esfuerzo máximo (flexión):

$$\sigma = \frac{M.b}{2I}$$

**M:** Momento aplicado:

$$M \sim \frac{PL^2}{8}$$

**I:** Momento de inercia:

$$I = \frac{b \cdot h^3}{8}$$

Entonces:

$$\delta \sim \frac{ML^2}{8EI}$$

**E:** Módulo de deformación del gavión

**h:** Altura del gavión

Con base en ensayos efectuados sobre mallas hexagonales de características similares a las presentadas en la Tabla 5 y comparando las cargas aplicadas para llevar a la rotura dichas mallas, se encontró



para los modos considerados lo siguiente (Ref. 2, 1981):

**R distorsión << R flexión <<< R volteo << Rdeslizamiento**

La deformación de rotura en el modo de distorsión es igual a la deformación en el modo de flexión cuando la luz está entre 4.2 y 5.8 m, para la misma sección de gaviones.

En conclusión, el modo de falla de distorsión angular es el más crítico y gobierna el comportamiento de las estructuras de gaviones. El modo de flexión impone grandes deformaciones, del orden de 30% de la luz que pueden no ser admisibles.

En los gaviones de base se puede dar el deslizamiento como el modo más crítico, por lo cual se debe hacer esta verificación para el conjunto de la estructura.

También se debe verificar el volcamiento de toda la estructura, teniendo en cuenta las deformaciones internas, que desplazan el centro de gravedad de la estructura.

## 5. EVALUACIÓN DE ESFUERZOS LATERALES SOBRE ESTRUCTURAS DE GAVIONES

El empuje resultante sobre el trasdós de una estructura de contención proviene del desequilibrio de esfuerzos creado al realizar una obra que separa dos niveles de diferente cota que definen la altura del muro.

Las estructuras de gaviones pueden tratarse como flexibles, considerando que por sus dimensiones y morfología cumplen su función experimentando deformaciones apreciables de flexión y/o extensión.

Debido a su flexibilidad, se presenta una tendencia de disminución de los esfuerzos horizontales por el movimiento de la estructura hacia afuera, hasta alcanzar los valores límite de un estado activo. Desde el

punto de vista económico, esta suposición resulta más favorable que una suposición de un estado de reposo, el cual no corresponde con el comportamiento real de este tipo de estructuras.

### 5.1. EMPUJE ACTIVO

En general, la situación relativa de fuerzas que actúan sobre una estructura de gaviones (empuje en trasdós y peso propio, principalmente), y la deformabilidad del terreno por debajo de la estructura son tales que el muro tiende a girar alrededor del punto más bajo de su trasdós. Con esto, el material de detrás del muro experimenta una descarga lateral y se llega a un estado límite activo. La descarga lateral va acompañada de un pequeño movimiento vertical (asentamiento) del terreno situado inmediatamente junto al trasdós del muro. A este descenso del terreno se opone el propio trasdós del muro, por ser un material de diferente naturaleza y deformabilidad, con lo que se induce por rozamiento una fuerza vertical en el trasdós. Este rozamiento hace que la línea de acción se incline un ángulo  $\delta$ . En estructuras de contención de gaviones suele adoptarse  $\delta = \phi$ .

El empuje activo puede calcularse con las formulaciones clásicas de Coulomb o Rankine. La Tabla H.4.3 de la Norma NSR-98 presenta un completo resumen con las fórmulas de cálculo para estos casos y para otros más generales. Para un muro con paramento vertical interno el empuje se calcula sobre dicha superficie; si el muro tiene escalones internos para el cálculo se supone una superficie imaginaria que une los extremos superior e inferior del muro. El trasdós del muro suele inclinarse entre  $6^\circ$  y  $10^\circ$  para disminuir la magnitud del coeficiente activo.

Siempre debe tenerse en mente que en el caso de estructuras flexibles los cambios de forma del conjunto pueden influir claramente en la distribución y resultante (magnitud y dirección) de dichos empujes, a diferencia



del caso de estructuras rígidas en que los efectos son despreciables.

### 5.2. OTRAS ACCIONES

Para el cálculo de los empujes totales sobre la estructura de contención con gaviones, debe calcularse además de los empujes debidos al terreno natural o al material de relleno los causados por el agua subterránea y por cargas externas (sobrecargas en la corona del muro, cargas vivas temporales, etc). Para este efecto pueden emplearse las formulaciones clásicas de la mecánica de suelos y de la teoría de la elasticidad para el caso de cargas externas.

El empuje del agua suele despreciarse considerando que el gavión es un material de alta permeabilidad. Sin embargo, este tipo de simplificaciones debe basarse en consideraciones sobre el material de relleno, las condiciones hidrogeológicas del sitio y el sistema de drenaje de la estructura, entre otros.

Considerando las prácticas normales de construcción de estas estructuras en el medio colombiano y la alta actividad sísmica de nuestro país, merece atención especial referirse al cálculo de las presiones laterales debidas a compactación y a los efectos sísmicos. Estos puntos se tratan en los siguientes numerales.

### 5.3. PRESIONES DE COMPACTACIÓN

Como se conoce ampliamente, la aplicación de cargas en la superficie de un suelo detrás de una estructura de contención genera un incremento en los esfuerzos horizontales en el suelo y por lo tanto incrementos de carga en la estructura.

En muchos casos las estructuras de gaviones se construyen antes de que se coloque el suelo a contener. El material de relleno debe compactarse adecuadamente para prevenir asentamientos del mismo relleno o deformaciones por detrás del

muro. La consecuencia principal del proceso de compactación es un incremento en las presiones laterales.

A pesar de que no se cuenta con una base de mediciones extensas de presiones de compactación, se cuenta con métodos aproximados, también aplicables a las estructuras de gaviones.

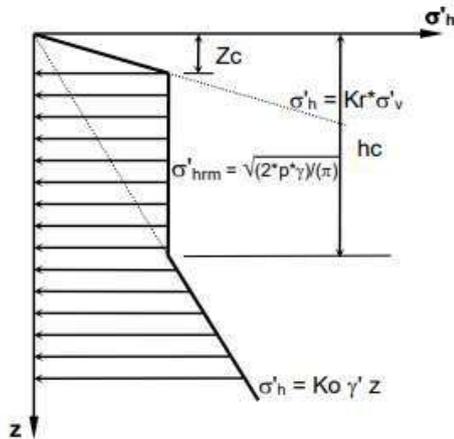
NOTA: el contenido de este numeral se basa en el Capítulo 6 de Clayton et al. (Ref. 6, 1993).

#### 5.3.1. COMPACTACIÓN DE RELLENOS GRANULARES

El caso extremo para la compactación de un relleno es el uso de un compactador convencional, el cual produce incrementos en los esfuerzos verticales dentro del relleno. Si el compactador fuera de longitud y ancho infinitos, es razonable suponer que adyacente a un muro indeformable, el incremento en la presión horizontal se relaciona con el incremento en la presión vertical por el coeficiente de presión de tierras en reposo  $K_0$ , suponiendo que el proceso de carga es normalmente consolidado.

Cuando el esfuerzo vertical se reduce (al retirar el compactador), se requiere una disminución en la presión horizontal para mantener la condición de deformación lateral nula del muro. A medida que continua el proceso de reducción del esfuerzo vertical, se aproxima un estado de falla pasivo, y la curva de descarga se mueve hacia la línea  $\sigma'_h = K_r \sigma'_v$ . El valor de  $K_r$  (coeficiente de presión de tierras en reposo para descarga) depende del ángulo de fricción de un suelo granular. Se ha sugerido emplear  $K_r = 1/K_0$ . Esta formulación se debe a Broms.

Puesto que el incremento de esfuerzo por compactación se reduce con la profundidad, existe una profundidad crítica ( $Z_c$ ) a la cual el estado de esfuerzos regresa a la condición inicial. Puede demostrarse que:



BROMS	$Z_c = [(2 \cdot K_a \cdot K_o \cdot p) / (\pi \cdot \gamma)]^{0.5}$	$h_c = [(2 \cdot p) / (K_a \cdot K_o \cdot \pi \cdot \gamma)]^{0.5}$
INGOLD ( $K_o = K_a$ )	$Z_c = K_a \cdot [(2 \cdot p) / (\pi \cdot \gamma)]^{0.5}$	$h_c = [1 / K_a] \cdot [(2 \cdot p) / (\pi \cdot \gamma)]^{0.5}$

FIGURA N° 6: DIAGRAMA DE PRESIONES DE DISEÑO CON EFECTOS DE COMPACTACION

$$Z_c = [K_o / \gamma] * [\sigma'_{vm} / K_r]$$

Se tiene que el esfuerzo vertical es  $\sigma'_{vm} = \sigma'_v + \Delta\sigma_v$ , donde  $\sigma'_{vm}$  es el esfuerzo vertical inicial y  $\Delta\sigma_v$  el incremento temporal en el esfuerzo vertical debido al compactador, el cual puede calcularse con distribuciones de esfuerzos de la teoría elástica.

Ingold sugirió un análisis simplificado que en esencia corresponde al mismo de Broms pero en el cual sustituyó  $K_a$  por  $K_o$  y  $K_p$  por  $K_r$ , al considerar una trayectoria de esfuerzo simplificada durante la compactación. Esta consideración parece modelar mejor la condición real de un muro durante la colocación del relleno, en la cual si existe un movimiento del mismo. En este caso, los esfuerzos iniciales se calculan para una condición activa y la profundidad crítica resulta:

$$Z_c = [K_a^2 * \Delta\sigma_v] / [\gamma]$$

Ingold también sugirió la siguiente expresión aproximada para calcular el incremento de

esfuerzo vertical por un compactador, suponiendo una carga lineal infinita en un semi espacio elástico:

$$\Delta\sigma_v = [2 * p] / [\pi * z]$$

donde  $p$  es la carga por unidad de longitud,  $z$  la profundidad desde la superficie y  $\Delta\sigma_v$  el incremento de esfuerzo vertical inmediatamente debajo de la línea de carga.

Para compactadores vibratorios se recomienda que la carga lineal sea la suma de la carga estática y la fuerza vibratoria centrífuga, ambas por unidad de longitud. Si esta última no se conoce, puede suponerse que la carga es el doble de la estática por unidad de longitud.

Con estas suposiciones se puede calcular:

Profundidad crítica:

$$Z_c = K_a * [(2 * p) / (\pi * \gamma)]^{0.5}$$

Esfuerzo horizontal residual máximo (después de retirar el compactador):

$$\sigma'_{hrm} = [(2 * p * \gamma) / (\pi)]^{0.5}$$

Profundidad a partir de la cual las presiones de compactación son insignificantes:

$$h_c = [1 / K_a] * [(2 * p) / (\pi * \gamma)]^{0.5}$$

Para el caso de muros de gaviones, el método simplificado de Ingold puede resultar de mayor utilidad pues considera un nivel de deformación lateral del muro, acorde con la naturaleza flexible de este tipo de estructuras.

### 5.3.2. COMPACTACIÓN DE RELLENOS COHESIVOS

En general, los esfuerzos de compactación en materiales arcillosos son mayores que en suelos granulares. Existen grandes diferencias en el proceso de compactación entre estos dos tipos de materiales.



Los materiales granulares permiten el libre drenaje por su permeabilidad alta y se compactan bajo condiciones drenadas, sin incrementos en la presión de poros, por lo que no ocurren deformaciones volumétricas después de la compactación.

De otra parte, en materiales arcillosos deben considerarse por lo menos tres etapas: compactación, relajación y equilibrio o estabilización de las presiones de poros. En general, un relleno arcilloso comienza a desarrollar presiones considerables contra un muro cuando el contenido de aire en los vacíos se reduce en un 15%.

Algunos resultados de mediciones en prototipos sugieren que el incremento del esfuerzo lateral total por compactación es función de la plasticidad y de la resistencia no drenada  $C_u$  del material compactado. Se han medido los siguientes valores que dan un orden de magnitud:

**TABLA N° 6:** VALORES MEDIDOS DEL INCREMENTO DEL ESFUERZO LATERAL TOTAL POR COMPACTACION

TIPO DE ARCILLA	ESFUERZO LATERAL
Alta plasticidad (LL= 73%, LP= 25%)	$0.8 * C_u$
Plasticidad media (LL= 38%, LP= 16%)	$0.25 * C_u$

En arcillas colocadas en una condición relativamente seca, se ha observado una reducción (relajación) en los esfuerzos laterales después de terminar la colocación.

La etapa final involucra alcanzar la condición de equilibrio de las presiones de poros del relleno arcilloso. Si luego de la compactación existen presiones de poros positivas, la arcilla se consolidará y se presentará una reducción de los esfuerzos laterales con el tiempo. En este caso las presiones máximas que debe soportar la estructura corresponderá a las presentes al final de la compactación. De otra parte, si se tienen presiones de poros negativas, y se tiene una fuente de agua cerca, pueden

ocurrir procesos de expansión e incremento de los esfuerzos laterales en el tiempo. Este comportamiento es típico en arcillas duras de alta plasticidad.

Para una condición a largo plazo, después de alcanzar el equilibrio de las presiones de poros, los esfuerzos horizontales son mayores que los verticales. Algunas evidencias experimentales sugieren que se alcanza un estado pasivo en el cual:

$$\sigma'_h = K_p * \sigma'_v$$

### 5.3.3. RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

A partir de observaciones en varios proyectos, la principal recomendación práctica consiste en efectuar la compactación del relleno a medida que se coloca cada fila de gaviones, de modo que se evite el proceso de acumulación de las presiones de compactación al permitir el movimiento del muro.

Si por la disponibilidad de materiales en una zona debe recurrirse a un relleno arcilloso, es importante colocarlo en condición relativamente húmeda y limitar su plasticidad ( $IP < 30\%$ ) para prevenir procesos de expansión. Debe evitarse el uso de materiales expansivos con restos orgánicos o elementos agresivos. Se recomienda utilizar preferiblemente materiales granulares con poco contenido de finos y relativamente permeables.

A pesar de la alta permeabilidad de los gaviones, debe considerarse un sistema de drenaje del trasdós del muro que asegure que los empujes del agua no superen los valores adoptados en el cálculo.

### 5.4. EFECTOS SISMICOS

Pueden considerarse fuerzas laterales dinámicas sobre una estructura de contención debidas a sismos, explosiones o tráfico vehicular. Los efectos dinámicos de cargas vehiculares son pequeños y pueden tratarse como sobrecargas equivalentes en condición estática.



En el caso de sismos las fuerzas suelen presentarse en la dirección vertical, mientras que durante las explosiones los principales efectos ocurren en el sentido horizontal.

Para problemas prácticos el mayor interés está en la evaluación de los efectos sísmicos. En general, las presiones laterales se incrementan y debe considerarse la posibilidad de que ocurran movimientos de la estructura, en especial en zonas con niveles de amenaza sísmica importantes.

Los principales procesos que se presentan durante un sismo son: licuación en materiales granulares y pérdida de resistencia en suelos arcillosos. Como consecuencia pueden ocurrir movimientos laterales y asentamientos excesivos, o el colapso total de una estructura.

El método de Mononobe y Okabe constituye una de las primeras formulaciones para este análisis y continúa aplicándose en la actualidad. Se desarrolló para materiales no cohesivos secos, con las siguientes suposiciones:

- El muro se mueve lo suficiente para alcanzar un estado activo. Las presiones se calculan con la formulación de Coulomb.
- Al alcanzar la presión activa (mínima), una cuña de suelo por detrás del muro está en estado incipiente de falla y se moviliza la resistencia al corte máxima a lo largo de la superficie potencial de deslizamiento.
- El suelo se comporta como un cuerpo rígido de modo que las aceleraciones son uniformes en toda la masa y el efecto del sismo puede representarse mediante fuerzas de inercia  $K_h \cdot W$  y  $K_v \cdot W$  donde  $W$  es el peso de la cuña deslizante y  $K_h$  y  $K_v$  son las componentes de aceleraciones sísmicas horizontal y vertical en la base del muro.

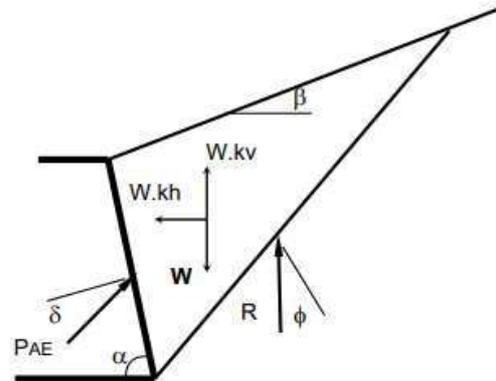


FIGURA N° 7: FUERZAS CONSIDERADAS EN EL ANÁLISIS DE MONONOBE – OKABE (1929-1926)

La presión activa es:

$$P_{AE} = (1/2) \cdot (\gamma H^2) \cdot (1 - K_v) \cdot K_{AE}$$

El coeficiente de presión de tierras activa es:

$$K_{AE} = [\cos^2(\phi - \theta - \beta)] / [\cos \theta \cdot \cos^2 \beta \cdot \cos(\delta + \beta + \theta) \cdot F]$$

donde

$$F = \{1 + [(\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \theta - i)) / (\cos(\delta + \beta + \theta) \cos(i - \beta))]^2\}^{0.5}$$

$$\theta = \tan^{-1} [K_h / (1 - K_v)]$$

$\phi$  = ángulo de fricción del suelo.

$\delta$  = ángulo de fricción del muro.

$i$  = pendiente de la superficie del terreno por detrás de muro.

$\beta$  = inclinación del trasdós del muro con la vertical.

Aparentemente Mononobe y Okabe supusieron que la presión total calculada con esta formulación actuaba en la misma posición que la presión estática inicial, esto es, a una altura de  $H/3$  por encima de la base. En realidad la resultante suele quedar ligeramente por encima de esta altura pero la aproximación es válida para cálculos prácticos.



Para el caso pasivo la formulación de Mononobe y Okabe arroja valores extremadamente altos del coeficiente de presión de tierras por lo cual se recomienda emplear en esta condición los valores de  $K_p$  dados según Muller-Breslau. (Ver Norma NSR-98).

## 6. DISEÑO DE MUROS DE GAVIONES

### 6.5. CRITERIOS PARA EL DISEÑO

Además de las condiciones propias del lugar (topografía, geología, etc.), deben conocerse las características geotécnicas de los materiales en la zona para determinar los empujes y reacciones. Las principales características que deben evaluarse son: peso unitario, cohesión y ángulo de fricción.

Con estos datos y las condiciones de estructuras próximas se determinan los empujes debidos a:

- El suelo (relleno) del trasdós.
- El material en la base del muro.
- El agua.
- Sobrecargas próximas.
- Presiones de compactación.
- Esfuerzos por cargas sísmicas.

Con este conjunto de acciones, las cuales deben fijarse en magnitud y posición para un predimensionamiento dado del muro, se debe comprobar la seguridad de la estructura para las siguientes causas de falla, entendida como un problema de comportamiento relacionado con resistencia o deformación que debe verificarse para condiciones a corto y largo plazo.

#### 6.5.1. VOLCAMIENTO

El factor de seguridad ante vuelco corresponde a la relación entre los momentos estabilizadores y los inestabilizantes. Usualmente se calcula tomando momentos con respecto al pie del muro. Se recomienda que sea como mínimo de 1.5 y resulta conveniente que sea del

orden de 2.0. Sin embargo, la norma NSR-98 establece factores mínimos de 2.0 y 3.0 para suelos cohesivos y granulares, respectivamente. Como se mencionó anteriormente, se debe verificar el volcamiento de toda la estructura, teniendo en cuenta las deformaciones internas, que desplazan el centro de gravedad de la misma.

#### 6.5.2. DESLIZAMIENTO

Se evalúa en el plano de la base del muro, aplicando ecuaciones para el equilibrio de fuerzas horizontales. Se recomienda que el factor de seguridad sea superior a 1.5 en suelos granulares y a 2.0 en materiales cohesivos. En algunos casos se inclina la base del muro para mejorar este nivel de seguridad.

Puesto que normalmente se presenta alteración del material superficial sobre el que se construye el muro, suele desprezarse la componente de cohesión en la resistencia para esta evaluación.

Aunque resulta conveniente que la cota de apoyo del muro este entre 1.0 a 1.5 m por debajo del nivel de excavación, no suele contarse con la resistencia pasiva en el pie, salvo casos especiales en que puede garantizarse la continuidad del terreno en esa zona, su inalterabilidad ambiental, etc. En este último caso se considera solo una fracción de dicha resistencia para que exista compatibilidad de deformaciones en las diferentes zonas del muro.

Es importante resaltar que si el factor de seguridad contra deslizamiento es muy alto, las presiones de compactación suelen ser de gran magnitud.

#### 6.5.3. CAPACIDAD PORTANTE

Entre los análisis que deben realizarse para estructuras de gaviones se tiene el de verificar las condiciones de cimentación del mismo. Deben satisfacerse los requisitos de estabilidad (capacidad portante), deformaciones (asentamientos) y



funcionalidad dentro de unas condiciones económicas adecuadas.

Deben considerarse todos los factores que normalmente se evalúan en cualquier estructura de cimentación. En particular deben considerarse todas las acciones permanentes y temporales, tanto estáticas como dinámicas, que puedan afectar la estructura.

Puesto que en general las estructuras de gaviones tienen una relación B/L grande, para la evaluación de la capacidad portante del terreno pueden considerarse las formulaciones clásicas existentes para cimientos superficiales continuos.

La base del muro se considera equivalente a una zapata continua con carga excéntrica. El factor de seguridad debe ser superior a 2.5. En algunos casos es suficiente que la excentricidad de la resultante se inferior a 1/6 del ancho de la base del muro. Sin embargo, dependiendo de las condiciones y considerando la flexibilidad de los gaviones pueden admitirse valores bajos de esfuerzos de tracción en secciones reducidas de la base, sin sobrepasar en ninguna zona la capacidad del terreno.

#### **6.5.4. ESTABILIDAD GENERAL**

Se deben efectuar análisis de estabilidad de taludes para diferentes superficies de rotura para verificar factores de seguridad apropiados ante fallas del conjunto muro-suelo. Se aplican los métodos de análisis de equilibrio límite comunes en la estabilidad de taludes, en los cuales se comparan los esfuerzos desviadores con la resistencia disponible a lo largo de una superficie potencial de falla. Se asume que la masa falla como un cuerpo rígido y no se hacen consideraciones acerca de la deformabilidad del suelo. Debe garantizarse un factor de seguridad mínimo de 1.5.

#### **6.5.5. ESTABILIDAD INTERNA**

En muros de gaviones se refiere al cálculo de los esfuerzos en secciones intermedias

para verificar la capacidad estructural de la malla, garantizando que los esfuerzos sean admisibles. Para esta evaluación la estructura se considera multielemental y en rigor debe efectuarse el cálculo para todas las secciones. En el Numeral 4.3 se presentan los factores que se deben tener en cuenta para la verificación de la estabilidad interna.

#### **6.5.6. DEFORMACIONES**

Se deben calcular las deformaciones propias de la estructura de gaviones, así como las generadas en las vecindades en caso de que se considere importante. Para el control de los movimientos del muro cuando las deformaciones del relleno por detrás de la corona son importantes, pueden construirse contrafuertes de refuerzo. El diseñador debe determinar la cantidad y la longitud de los contrafuertes de refuerzo necesarias para hacer una estructura más o menos deformable, de acuerdo con las deformaciones admisibles para la estructura que se esta diseñando.

#### **6.5.7. SECCIÓN RESISTENTE DE UNA ESTRUCTURA DE GAVIONES**

Con base en los empujes a que vaya a estar sometida la estructura y las características físicas y de resistencia y deformabilidad de los gaviones se determina la disposición de los gaviones que conformen la estructura.

Para controlar la resistencia interna de la estructura, se busca que su comportamiento sea gobernado por el modo de falla de distorsión angular, en el cual se exige la resistencia de la malla y del enrocado en condiciones de deformabilidad compatibles.

#### **6.5.8. CONTRAFUERTE**

Cómo se encontró que para luces alrededor de 5 m el comportamiento en los modos de flexión y distorsión angular es similar (Ref. 2, 1981), se propone el empleo de contrafuertes a esta distancia, los cuales



servirán para rigidizar la estructura en éstos puntos y mantener el modo de falla por distorsión.

Los contrafuertes, dispuestos de manera perpendicular a la estructura (Figura N° 8), tienden a estar empotrados en el terreno de manera que funcionen como refuerzos adicionales a partir de la fricción que se genera entre el suelo y las paredes del contrafuerte. Esta fricción puede ser determinada mediante la siguiente expresión:

$$f = \frac{\gamma_s(Z_i + Z_s)b}{2} K_o \tan \phi_s + c_s(Z_i - Z_s) \frac{b}{2} < R_{m(b)}$$

Donde:

**Z<sub>i</sub>, Z<sub>s</sub>**: Profundidad hasta la base y el tope del gavión, respectivamente.

**K<sub>o</sub>**: Coeficiente de presión de tierras en reposo.

**γ<sub>s</sub>**: Densidad del suelo.

**R<sub>m(b)</sub>**: Resistencia de la malla en la dirección b, o de la junta si la hay. Puede complementarse con varillas o cables.

**K<sub>m</sub>**: Módulo de deformación de la malla.

**t < R<sub>m(a)</sub>**: Resistencia de la malla en la dirección a.

**c<sub>s</sub>**: Cohesión del relleno compactado detrás de los gaviones.

**φ<sub>s</sub>**: Angulo de fricción del relleno compactado.

**φ**: Angulo de fricción del enrocado de los gaviones.

**i**: Dilatación del enrocado de los gaviones.

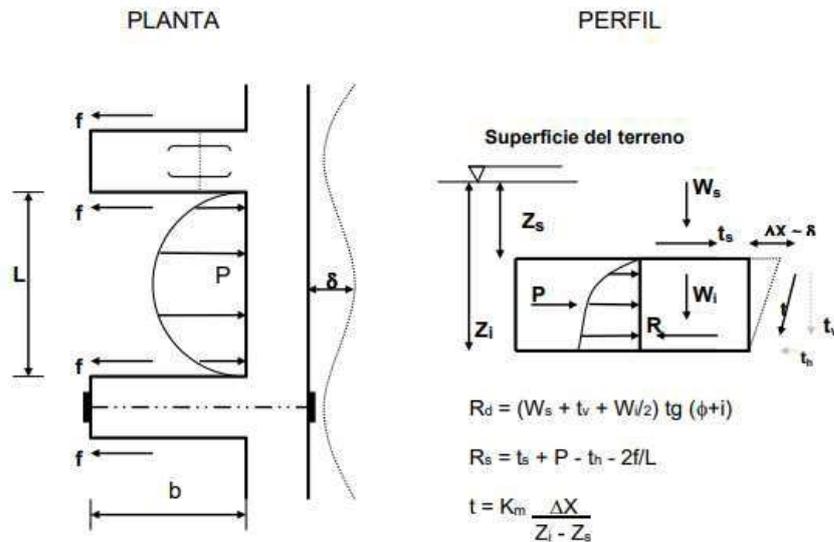


FIGURA N° 8: DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DE UN MURO DE GAVIONES CON CONTRAFUERTE

Para determinar el tipo amarre de los contrafuertes a la estructura de gaviones se deben seguir los siguientes criterios:

- Si la fricción generada en las paredes del contrafuerte es menor que la resistencia a la tracción de la unión, no

es necesario ningún tipo de amarre, distinto al amarre convencional entre módulos de gaviones.

- Si la fricción generada en las paredes del contrafuerte es mayor que la resistencia de la unión, determinada con



base en la resistencia del alambre de amarre, se deben unir los contrafuertes mediante ganchos de acero dispuestos entre el contrafuerte y el modulo adyacente, tal como se muestra en la Figura 8.

- Si la fricción generada en las paredes del contrafuerte es mayor que la resistencia a la tracción de la malla, se deben amarrar los contrafuertes mediante un anclaje que los atraviese longitudinalmente, dispuesto entre las caras opuestas de la estructura tal como se muestra en la Figura 8.

### 6.5.9. PUNTALES

En ocasiones es posible utilizar los gaviones como estructuras que soporten fuerzas de compresión, que pueden ser usadas como refuerzo de una estructura ante deslizamiento (gaviones de punta), o dispuestos a manera de puntal entre las paredes de un cauce. En este caso, se debe verificar que las cargas de compresión a las que van a estar sujetos los gaviones, no superen la resistencia de estos a la compresión, de acuerdo con lo establecido en el Numeral 4.3.

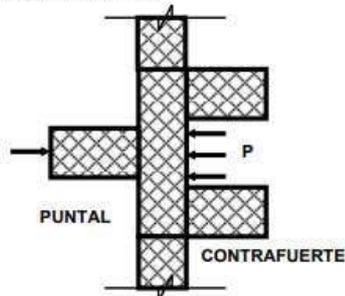
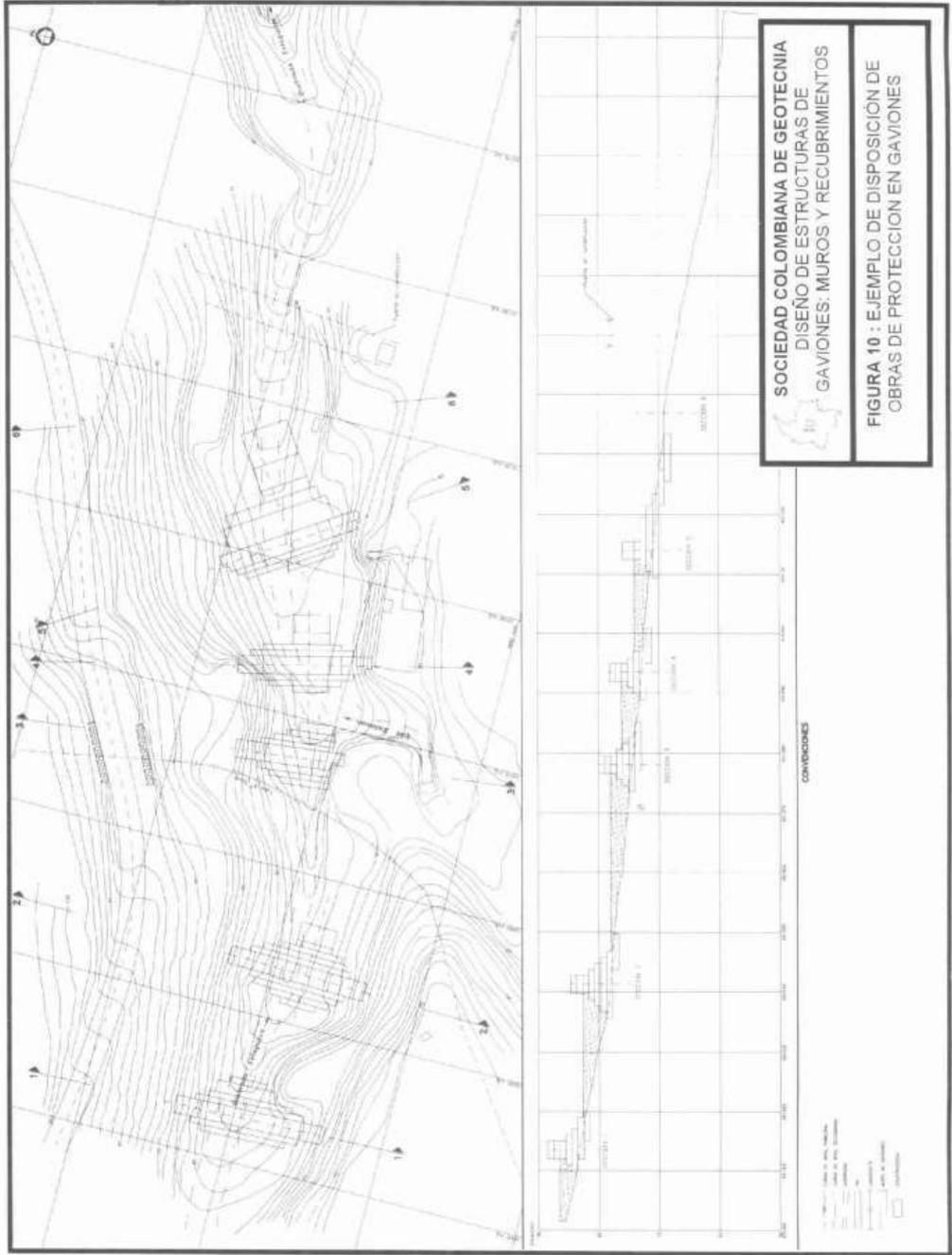


FIGURA N° 9: DISPOSICION DE UN PUNTALES

### 6.6. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

- A) Con base en la geometría del problema, predimensionar la estructura.
- B) Caracterizar los materiales disponibles y verificar que cumplan con las propiedades mínimas requeridas, de acuerdo con lo presentado en el Numeral 4.
- C) Calcular las cargas a las que estará sometida la estructura, de acuerdo con lo presentado en el Numeral 5.
- D) Evaluar la estabilidad general, teniendo en cuenta las deformaciones, como se explicó en el Numeral 6.
- E) Determinar la disposición general de los gaviones (sección y contrafuertes).
- F) Verificar la estabilidad externa: volcamiento, deslizamiento y deformación admisible, como se explicó en el Numeral 6.
- G) Verificar la estabilidad interna: resistencia de la malla y del enrocado, como se explicó en el Numeral 4.
- H) Adelantar la distribución (despiece) de los gaviones, nivel por nivel. En las figuras 11, 12 y 13 se presentan algunos ejemplos de los despieces de estructuras de gaviones.



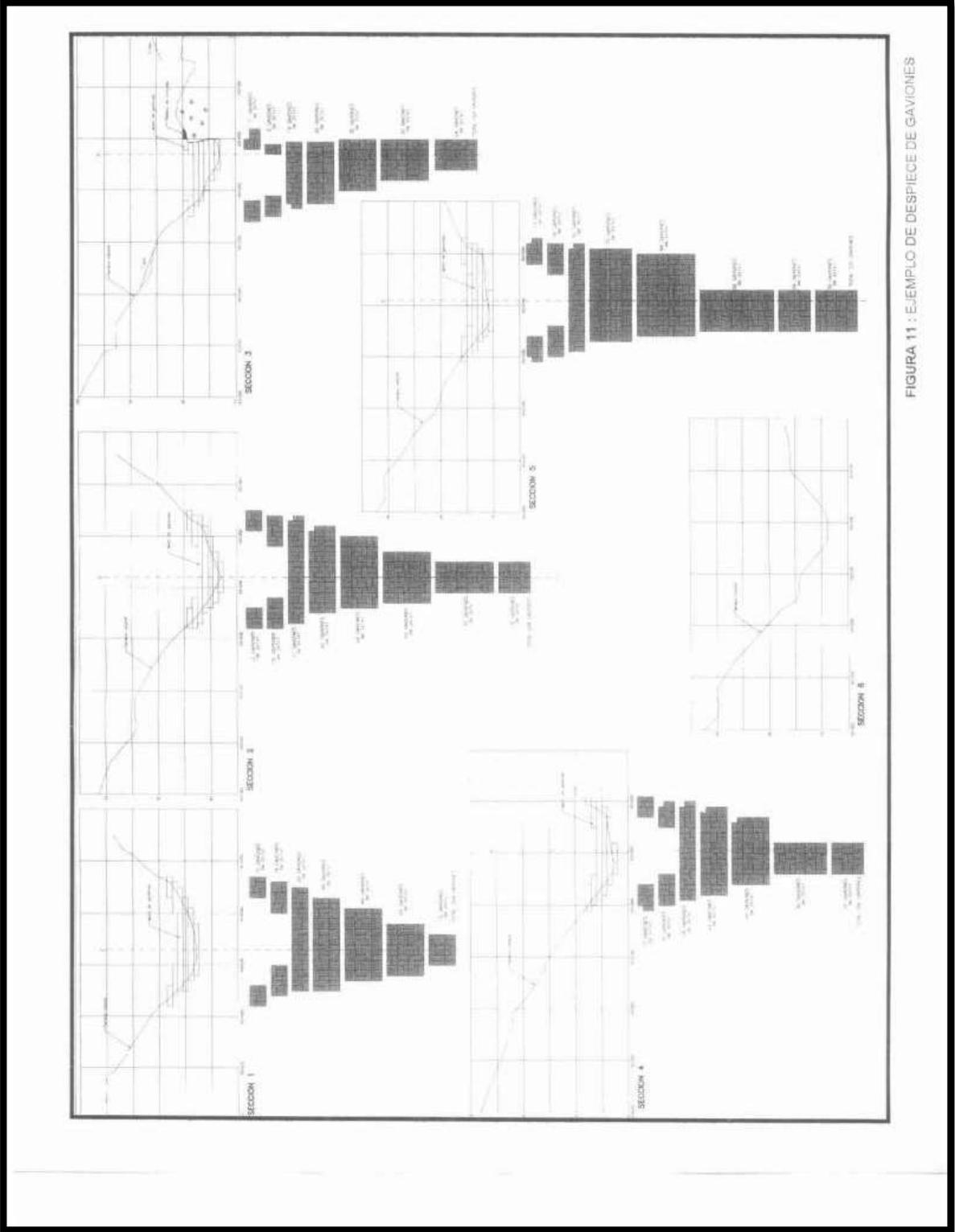


FIGURA 11 : EJEMPLO DE DESPIECE DE GAVIONES





### 7. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

A continuación, se describen las actividades a realizar durante la construcción de una estructura de gaviones (Fotografías tomadas de FAO, Revista Enfoques: Gaviones, Ref. 11, 1998):

- Primero, extienda la canasta sobre una superficie plana:



- Enseguida, una las cuatro aristas con alambre galvanizado de la misma calidad que el empleado en la malla:



- Después una los diafragmas al cuerpo del gavión:



- La unión de las aristas debe de estar bien reforzada, por ello se alternan torsiones sencillas y dobles para asegurarla:



- Las canastas armadas se colocan en el sitio, se alinean y se unen unas con otras, para luego ser rellenas:



- Por razones técnicas y estéticas es muy importante tensar las canastas antes de rellenarlas, ya que así se comprueba si no existen deficiencias en la unión, se logra optimizar el relleno y se obtiene un mejor rendimiento en la aplicación:

