



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

**EVALUACIÓN DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA
DEL RÍO PAMPAS, DISTRITO CONCEPCIÓN, PROVINCIA DE VILCASHUAMAN,
DEPARTAMENTO DE AYACUCHO - 2024**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

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

AUTOR

JANAMPA CANCHARI, JEAN PIERRE

ORCID:0000-0001-9131-458X

ASESOR

LEON DE LOS RIOS, GONZALO MIGUEL

ORCID:0000-0002-3275-817X

CHIMBOTE-PERÚ

2024



FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA N° 0250-110-2024 DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE TESIS

En la Ciudad de **Chimbote** Siendo las **20:35** horas del día **29** de **Noviembre** 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
BARRETO RODRIGUEZ CARMEN ROSA Miembro
CAMARGO CAYSAHUANA ANDRES Miembro
Mgtr. LEON DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL Asesor

Se reunieron para evaluar la sustentación del informe de tesis: **EVALUACIÓN DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO PAMPAS, DISTRITO CONCEPCIÓN, PROVINCIA DE VILCASHUAMAN, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO - 2024**

Presentada Por :
(3101161062) **JANAMPA CANCHARI JEAN PIERRE**

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

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

PISFIL REQUE HUGO NAZARENO
Presidente

BARRETO RODRIGUEZ CARMEN ROSA
Miembro

CAMARGO CAYSAHUANA ANDRES
Miembro

Mgtr. LEON DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL
Asesor



CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

La responsable de la Unidad de Integridad Científica, ha monitorizado la evaluación de la originalidad de la tesis titulada: EVALUACIÓN DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO PAMPAS, DISTRITO CONCEPCIÓN, PROVINCIA DE VILCASHUAMAN, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO - 2024 Del (de la) estudiante JANAMPA CANCHARI JEAN PIERRE, asesorado por LEON DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL se ha revisado y constató que la investigación tiene un índice de similitud de 4% 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, 04 de Marzo del 2025



Mgtr. Roxana Torres Guzman
RESPONSABLE DE UNIDAD DE INTEGRIDAD CIENTÍFICA

Jurado

Ms. Pisfil Reque, Hugo Nazareno

ORCID: 0000-0002-1564-682X

Presidente

Mg. Camargo Caysahuana, Andrés

ORCID: 0000-0003-3509-4919

Miembro

Mg. Barreto Rodríguez, Carmen Rosa

ORCID: 0009-0004-5166-3100

Miembro

Dedicatoria

A mis padres. Este logro es un testimonio de su inmenso amor y dedicación. Valoro mucho las lecciones de vida que me han impartido y por el cariño que siempre me han brindado. Mi gratitud hacia ustedes es imposible de expresar completamente. Esta tesis es un tributo a su legado y a la eterna admiración que siento por ustedes. Gracias por ser los mejores padres del mundo.

Agradecimiento

Gracias infinitas a mis padres, por su amor incondicional y su apoyo moral. Su fe en mí, incluso en los momentos más difíciles, ha sido el pilar de este logro. También expreso mi gratitud a mis hermanos, quienes supieron brindarme su tiempo para escucharme y apoyarme, y a mis abuelos, quienes supieron estar cuando más los necesitaba. Sin ustedes, todo esto no habría sido posible. Su amor y sacrificio han sido la luz que guio mi camino a través de este viaje académico.

Índice general

Carátula-----	I
Jurado-----	IV
Dedicatoria-----	V
Agradecimiento-----	VI
Índice general-----	VII
Lista de tablas-----	X
Lista de figuras-----	XI
Resumen-----	XII
Abstract-----	XIII
I.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA-----	14
1.1.Descripción del problema-----	14
1.2.Formulación del problema-----	14
1.3.Justificación-----	14
1.3.1.Justificación teórica-----	14
1.3.2.Justificación practica-----	15
1.3.3.Justificación metodológica-----	15
1.4.Objetivo general y específicos-----	15
1.4.1.Objetivo general-----	15
1.4.2.Objetivo especifico-----	15
II. MARCO TEÓRICO-----	16
2.1.Antecedentes-----	16
2.1.1Antecedentes internacionales-----	16
2.1.2.Antecedentes Nacionales-----	17
2.1.3.Antecedentes Locales-----	18
2.2.Bases teóricas-----	20

2.2.1.Defensas ribereñas -----	20
2.2.2.Evaluación del Muro de gaviones -----	21
2.2.3.Muro de gaviones-----	21
2.3.Hipótesis -----	24
III. METODOLOGÍA-----	25
3.1.Nivel, tipo y diseño de investigación -----	25
3.1.1.Nivel de la investigación-----	25
3.1.2.Tipo de la investigación -----	25
3.1.3.Diseño de la investigación-----	25
3.2.Población y muestra -----	26
3.2.1.Población -----	26
3.2.2.Muestra-----	26
3.3.Variables. Definición y operacionalización -----	27
3.4.Técnicas e instrumentos de recolección de información-----	28
3.4.1.Técnicas de recolección de información-----	28
3.4.2.Instrumentos de recolección de información-----	28
3.5.Método de análisis de datos-----	28
3.6.Aspectos éticos -----	28
IV.RESULTADOS -----	30
4.1.Primer resultado-----	30
4.2.Segundo resultado -----	32
4.3.Tercer resultado -----	33
V.DISCUSION -----	36
VI.CONCLUSIONES-----	38
VII.RECOMENDACIONES -----	39
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS-----	40

ANEXOS	44
Anexo 01. Matriz de consistencia	44
Anexo 02. Instrumento de recolección de información	45
Anexo 03. Validez del instrumento	48
Anexo 04. Confiabilidad del instrumento	50
Anexo 05. Formato de consentimiento informado	51
Anexo 06. Documento de aprobación de institución para la recolección de información	56
Anexo 07. Evidencias de ejecución	57

Lista de tablas

Tabla 1: Ficha de identificación de zonas vulnerables a desbordes	30
Tabla 2: Evaluación del muro de gaviones.....	32
Tabla 3: Determinación de la mejora en la defensa ribereña	33

Lista de figuras

Figura 1: Muro de gaviones en evaluación.....	57
Figura 2: Medida del ancho del primer nivel del muro de gaviones	58
Figura 3: Evaluación del segundo nivel de los gaviones.....	59
Figura 4: Altura del muro	60
Figura 5: Mallas rotas	61
Figura 6: Evaluación del material de relleno.....	62
Figura 7: Gaviones	63
Figura 8: Medida de la altura del gavión.....	64
Figura 9: Ancho del muro de gaviones	65

Resumen

Este trabajo de investigación que lleva por título Evaluación del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Pampas, distrito Concepción, provincia de Vilcashuaman, departamento de Ayacucho – 2024; se formulo como problema ¿La evaluación del muro de gaviones mejorará la defensa ribereña del río Pampas, distrito Concepción, provincia de Vilcashuaman, departamento de Ayacucho - 2024? Y para darle solución se planteó 1 objetivo general que es evaluar el muro de gaviones para mejorar las defensas ribereñas del rio Pampas, distrito Concepción, provincia de Vilcashuaman, departamento de Ayacucho – 2024 y 3 objetivos específicos los cuales son Identificar zonas vulnerables a desbordes del rio Pampas, distrito Concepción, provincia de Vilcashuaman, departamento de Ayacucho – 2024; Realizar la evaluación del muro de gaviones del río Pampas, distrito Concepción, provincia de Vilcashuaman, departamento de Ayacucho – 2024 y Determinar la mejora de la defensa ribereña del río Pampas, distrito Concepción, provincia de Vilcashuaman, departamento de Ayacucho – 2024, para cumplir con el objetivo se utilizó una metodología de nivel cualitativa y tipo descriptiva de diseño no experimental además se utilizó como población la defensa ribereña del rio Pampas y de muestra el muro de gaviones del rio pampas, concluimos el muro presenta 4 zonas vulnerables a desbordes por roturas de mallas, asentamiento socavación y desplome.

Palabras clave: Defensa ribereña, Evaluación de gaviones, gaviones, tipos de gaviones

Abstract

This research work entitled Evaluation of the gabion wall to improve the riparian defense of the Pampas River, Concepción district, Vilcashuaman province, department of Ayacucho - 2024; was formulated as a problem: Will the evaluation of the gabion wall improve the riparian defense of the Pampas River, Concepción district, Vilcashuaman province, department of Ayacucho - 2024? And to provide a solution, 1 general objective was raised which is to evaluate the gabion wall to improve the riparian defenses of the Pampas River, Concepción district, Vilcashuaman province, department of Ayacucho - 2024 and 3 specific objectives which are to Identify areas vulnerable to flooding of the Pampas River, Concepción district, Vilcashuaman province, department of Ayacucho - 2024; Conduct the evaluation of the gabion wall of the Pampas River, Concepción district, Vilcashuaman province, Ayacucho department - 2024 and Determine the improvement of the riverbank defense of the Pampas River, Concepción district, Vilcashuaman province, Ayacucho department - 2024, to meet the objective, a qualitative level methodology and a descriptive type of non-experimental design were used, in addition, the riverbank defense of the Pampas River was used as a population and the gabion wall of the Pampas River as a sample, we conclude that the wall has 4 areas vulnerable to overflows due to mesh breaks, settlement, undermining and collapse.

Keywords: Riverbank defense, Gabion evaluation, gabions, types of gabions

I.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.Descripción del problema

Según Las Naciones Unidas (1) los desastres relacionados con el agua han predominado en la lista de catástrofes de los últimos 50 años, representando el 70 por ciento de todas las muertes vinculadas a desastres naturales, según el Banco Mundial, desde el año 2000, los desastres por inundaciones han aumentado un 134 % en comparación con las dos décadas anteriores. La mayoría de las muertes y pérdidas económicas asociadas a las inundaciones han ocurrido en Asia, de acuerdo con la OMM. Además, el número y la duración de las sequías también se incrementaron en un 29 % durante el mismo periodo, siendo África el continente donde se produjo la mayor cantidad de muertes relacionadas con la sequía.

En Perú, UNICEF (2) nos dice que, “Lluvias intensas, huaycos, inundaciones, el Fenómeno del Niño Costero, son solo algunas de las emergencias que en los últimos años han venido afectando la vida de la población en el Perú. Sólo en el 2019 se registraron 7,714 emergencias, en las que el 30% de afectados fueron niños, niñas y adolescentes.”

En Ayacucho en las 2023 fuertes lluvias causaron graves daños tanto así que el gobierno lo declaró en estado de emergencia en 11 provincias además que estas lluvias han causado huaicos y desbordes de río como también derrumbes, causando daños a viviendas y colegios (3)

1.2.Formulación del problema

¿La evaluación del muro de gaviones mejorará la defensa ribereña del río Pampas, distrito Concepción, provincia de Vilcashuaman, departamento de Ayacucho - 2024?

1.3.Justificación

1.3.1.Justificación teórica

La investigación teórica es un tipo de investigación que se centra en el desarrollo de conceptos, modelos y teorías para explicar fenómenos o resolver problemas sin necesariamente llevar a cabo experimentos prácticos (4).

En esta tesis se utilizaron las definiciones teóricas referentes a defensas ribereñas como también se conceptuó sus tipos y materiales que se utilizaron para su

elaboración, se elaboraron una evaluación a el muro de gaviones del rio Pampas donde se recolectó información la cual aportó mucho al conocimiento ya existente de los gaviones

1.3.2. Justificación practica

“Las razones que señala la investigación propuesta, ayudaran a la solución de problemas, a la toma de decisiones o a la propuesta de estrategias que contribuyan a la solución del problema” (5).

En este proyecto de investigación se realizó la evaluación del muro de gaviones de la defensa ribereña del rio Pampas en lo cual gracias los resultados arrojados se realizaron propuestas de mejora

1.3.3. Justificación metodológica

En esta justificación se detallará cada uno de los pasos de cómo se realizará la investigación como también la metodología utilizada para recolectar datos, buscando así darles más credibilidad a los resultados obtenidos (6)

En este proyecto para la recopilación de información se utilizaron instrumentos de evaluación además de cuestionarios los cuales fueron procesados para obtener buenos resultados, estas fichas tuvieron el respaldo de los protocolos de consentimiento informado

1.4. Objetivo general y específicos

1.4.1. Objetivo general

- Evaluar el muro de gaviones para mejorar las defensas ribereñas del rio Pampas, distrito Concepción, provincia de Vilcashuaman, departamento de Ayacucho - 2024

1.4.2. Objetivo específico

- Identificar zonas vulnerables a desbordes del rio Pampas, distrito Concepción, provincia de Vilcashuaman, departamento de Ayacucho - 2024
- Realizar la evaluación del muro de gaviones del río Pampas, distrito Concepción, provincia de Vilcashuaman, departamento de Ayacucho – 2024
- Determinar la mejora de la defensa ribereña del río Pampas, distrito Concepción, provincia de Vilcashuaman, departamento de Ayacucho - 2024

II.MARCO TEÓRICO

2.1.Antecedentes

2.1.1.Antecedentes internacionales

Morales (7) en su tesis titulada “Diseño de muro de gavión y tramo carretero comprendido desde Villa Hermosa I, Zona 7, hacia el Frutal, Zona 7 y desde el Frutal, Zona 7 hacia Zona 13, San Miguel Petapa, Guatemala”. Para optar el grado de ingeniero civil en la Universidad de San Carlos de Guatemala. Tuvo como objetivo general: Diseñar el muro de gaviones y pavimentación del tramo que comprende de Villa Hermosa I hacia El Frutal y el tramo que comprende de El Frutal hacia zona 13 de San Miguel Petapa, Guatemala. La metodología empleada de tipo practico y deductiva de nivel explorativo para el diseño de muro de gaviones mediante recolección de datos y aplicación de mejoramiento. Tuvo como conclusión se logró obtener la información de los aspectos estructurales, sociales, económicos, etc. Teniendo como tramo exacto de 200 metros cumpliendo con la pavimentación bajo el método PCA, estos brindan la mejoría de movilidad vial ya que el pavimento contara con concreto rígido con juntas longitudinales y transversales por cada 3 metros lo cual se definió mediante el presupuesto tomando 6 meses de ejecución del proyecto y también la importancia de realizar estudios de suelos a los futuros proyectos que se realizaran en el eje que asocia con el rio y a su vez informar a las autoridades municipales para la realización de la supervisión y mantenimiento constante de la estructura.

En Colombia **Cárdenas** (8) en su investigación titulado “Estudio y diseño de las obras de protección de orillas en la margen izquierda del rio Cauca en el sector Candelaria en el distrito de riego Roldanillo – La Unión” propuso como objetivo seleccionar y diseñar las obras de protección de la margen izquierda del rio cauca en el sector Candelaria del distrito de riego RUT, que presentan las mejores ventajas considerando aspectos ambientales, técnicos y económicos, en esta investigación concluyo que para controlar la erosión lateral del rio Cauca en el sector de Candelaria se tuvieron en cuenta y analizaron diferentes tipos de obras de protección como los paneles sumergidos, el revestimiento con bloques de

concreto, revestimiento en colchacreto y protección con cortina de pilotes de concreto con geo tubos.

En Bolivia **Choque** (9), en su tesis titulada: “Diseño de estructuras de contención sismorresistentes para la aceleración sísmica de la ciudad de La Paz”, tuvo como objetivo realizar el diseño de estructuras sismorresistentes de contención para el movimiento sísmico de la ciudad de la Paz, se empleó la metodología de diseño descriptivo procesando datos obtenidos en campo, se obtuvo como resultados que se ejecutó 3 tipos de diseños para muros de gaviones estimando varios parámetros los cuales se enfocaron en la carga del suelo debido a que el suelo era de tipo granular se optó por utilizar el diseño aplicado por el método de Mononobe Okabe el cual indico que los muros de gaviones cumplen con resistir las deformaciones por falla o volteo ya que estas tienen una mejor estabilidad, se tiene como conclusiones los cuales propone que los muros de gaviones son más efectivos en un 75% debido a que son de menor costo gracias a la facilidad de su proceso constructivo.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Según **Rodríguez** (10), en su tesis titulada: “Identificación de zonas críticas de inundación por avenidas extraordinarias y el proyecto de defensas ribereñas en el río moche tramo puente moche hasta 3.5km aguas abajo, Trujillo 2019”, Planteo como objetivo identificar las áreas más críticas donde se podrían producir inundaciones y realizar una propuesta de creación de defensas ribereñas para el río moche en el tramo 3.5km, se empleó la metodología no experimental el cual consistió en la recaudación de información para luego ser procesados en softwares y así conocer los sectores más vulnerables a inundaciones, se tuvo como resultado que el área de mayor probabilidad de inundación es la parte adyacente del río ya que este se encuentra colmatado de residuos sólidos por lo que se determinó que los muros de gaviones de cajón tipo colchón son la mejor opción ya que este se adapta mejor a las necesidades del problema, se tiene como conclusión que para un caudal de más de 300 m³/s con una continuidad de los últimos 100 años los muros de gaviones de cajón tipo

colchón no deberían de tener ningún problema en contener el caudal ya que estos cumplen con la flexibilidad requerida y a las normativas establecidas.

Nalvarte (11) en su tesis titulada “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” donde tenía como problemática ¿El diseño y evaluación de la defensa ribereña sirve para protección del centro deportivo Monumental de Muyurina, del distrito de Tambillo, provincia de Huamanga departamento de Ayacucho? Y para solucionarlo planteo como objetivo general el evaluar y diseñar la defensa ribereña para proteger el campo deportivo Monumental de Muyurina, del distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, del departamento de Ayacucho donde concluyo que se debe construir una nueva defensa ribereña o adicionar a la que existente.

Huerta (12) en su investigación titulada “Evaluación de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Paria en el puente la perla, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región Áncash – 2023” formulo como problemática ¿La evaluación de muro de gaviones mejorara la defensa ribereña del río Paria en el puente La Perla en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región Ancash – 2023? Para darle una solución planteo como objetivo general evaluar el muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Paria en el puente La Perla, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región Ancash – 2023, en su investigación concluyo que se debe mejorar elementos de diseño y construcción para la funcionalidad del muro, y se deberá plantear acciones correctivas para lograr moderar las consecuencias de deformación.

2.1.3. Antecedentes Locales

Yaranga (13) en su investigación titulada “Evaluación del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del margen izquierdo del Río Pongora en el

centro poblado San José de Viñaca, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho – 2024”. Tuvo como objetivo general, evaluar el muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña en el margen izquierdo del río Pongora del centro poblado San José de Viñaca, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho – 2024. La metodología fue descriptiva, aplicada, no experimental y de corte transversal, se usó la técnica de visualización directa y fichas técnicas. Se obtuvo los siguientes resultados: la estructura presenta rotura en la malla y está cubierta por vegetación frondosa en una parte de esta lo que a futuro podría dañarla. Se llegó a la conclusión que se debe controlar el incremento de vegetación ya que existen partes afectas y así poder evitar más daño al muro.

Pareja en su tesis la cual lleva por título “Evaluación y diseño para la defensa ribereña del río Cachi margen derecho en el centro poblado de Cangari – Chigua, distrito de Iguain, provincia de Huanta, departamento de Ayacucho – 2022” tuvo como objetivo general el evaluar y diseñar estructuras para mejorar la defensa ribereña del río Cachi margen derecho en el centro poblado de Cangari – Chigua, distrito de Iguain, provincia de Huanta, departamento de Ayacucho, 2023, la metodología que usó fue de tipo aplicada y con un diseño descriptivo donde concluye que los suelos en la zona de estudio son arena mal gradada, arenas gravosas sin finos, así mismo en cuanto a los límites de consistencia ASTM D4318/ NTP 339.129 no presentan límite líquido, límite plástico e índice plástico.

Rojas (14) en su tesis titulada “Evaluación de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del puente Bellavista en la margen derecha del tramo 0+000 A 0+050, en el centro poblado de Bellavista, distrito de Coviriali, provincia de Satipo, región Junín – 2023”. Tuvo como objetivo general, evaluar el muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del puente Bellavista en la margen derecha del tramo 0+000 a 0+050, en el centro poblado de Bellavista, distrito de Coviriali, provincia de Satipo, región Junín- 2023. La metodología usada fue de tipo aplicada de nivel descriptivo, no experimental de corte transversal, la información se obtuvo por medio de fichas técnicas y mediante la observación. Donde se obtuvo los siguientes resultados, se encontró dos tipos de gaviones: tipo caja y tipo colchón. Donde se pudo observar que el de tipo colchón fue el

más perjudicado ya que presenta colapso de la estructura, deformaciones, acumulación de maleza y sedimentos, al contrario, el gavión tipo caja se le encontró en un estado optimo. Se llego a la conclusión que se debe actuar de forma inmediata en el gavión tipo colchón para evitar su colapso total.

2.2.Bases teóricas

2.2.1.Defensas ribereñas

Las defensas ribereñas son obras de ingeniería construidas para proteger las orillas y las zonas contiguas a ríos u otros cursos de agua y prevenir la erosión, las socavaciones y las inundaciones causadas por la dinámica hidrológica. Se sitúan en puntos clave para salvaguardar las poblaciones y se diseñan en función de las proyecciones de flujo hídrico, por lo que deben ubicarse y establecerse tras un meticuloso estudio técnico que garantice su durabilidad y viabilidad (15).

2.2.1.1. Tipos de Defensas Ribereñas

a. Sistema erdox

Es un muro de contención provisto de un mono anclaje, realizado con una estructura de metal en pirámide que permite una instalación rápida, es ligero, ofrece una estabilidad instantánea y, además, se puede armar con antelación en un sitio próximo al proyecto. El sistema consta de 2 vigas de acero para construcción que soportan el suelo, las cuales se unen en forma de cruz. Las dos vigas se unen mediante un tirante rígido con un nudo esférico ubicado en la unión de ambas, que sirve de punto de anclaje a la placa de hormigón (16).

b. Gaviones

Como menciona López (17), Son elementos que están conformados por redes metálicas de forma hexagonal los cuales son colmatados con piedras de canto rodado, son caracterizados por ser muy resistentes y económicos debido a que tienen características únicas las cuales no poseen otras estructuras

c. Muros enrocados

Como indica Tello (18), La ejecución protección ribereña utilizando muros de rocas depende de los rasgos geológicos que se tendrán en el lugar, considerando las características de los sedimentos de área

d. Geomanta

“La Geomanta es un compuesto formado por una geomanta flexible tridimensional que presenta más de 90% de vacíos, fabricada a partir de filamentos gruesos de polipropileno fundidos en los puntos de contacto, y un refuerzo metálico en malla hexagonal de doble torsión” (19)..

2.2.2. Evaluación del Muro de gaviones

La evaluación de muro de gaviones a consecuencias de lluvias, estas estructuras pueden ser eficientes para proteger la orilla del río de la erosión en tiempos de crecida de ríos, por lo que el proceso para la evaluación de estas estructuras consiste en resguardar la defensa ribereña ante un posible colapso o desborde de su cauce por crecidas inmensas del río en el que puede afectar viviendas, cultivos e incluso obras hidráulicas por lo que se tendrá el propósito de determinar medidas necesarias del cumplimiento estable y resistencia de la defensa ribereña(20)

2.2.3. Muro de gaviones

Estructuras realizadas por diferentes elementos como vienen siendo mallas hexagonales metálicas de doble torsión que, con relleno de piedras de granulometría apropiada y unidas entre sí mediante cosido, constituyen una serie de estructuras diseñadas para resolver cuestiones de carácter geotécnico, hidráulico y erosivo (21).

2.2.3.1. Tipos de gaviones

a. Gavión tipo caja

De acuerdo con Machaca (22), Este tiende a ser una caja que puede ser de características rectangulares o cuadradas de un solo cuerpo

que comienza en la base, paredes frontales y laterales y el cierre. Emplea mallas de doble o triple torsión.

b. Gavión tipo colchón reno

El colchón Reno consiste en un elemento metálico, que tiene forma de paralelepípedo, de superficie grande y grosor pequeño. Se compone de dos piezas separadas, la tapa y la base, elaboradas con malla hexagonal de torsión doble (21).

c. Gavión tipo saco

Se caracteriza por ser un tipo de gavión sumamente polifacético gracias a su formación cilíndrica y su modo de montaje, ya que las operaciones de ensamblaje y relleno se realizan in situ para su posterior instalación, con la ayuda de maquinaria.(21)

2.2.3.2. Materiales utilizados para la elaboración del gavión

a. Malla

Tipos de mallas

- Malla hexagonal

Las mallas hexagonales son utilizadas en la mayoría de defensas ribereñas, donde las dimensiones de las mallas se direccionan entre escuadría, es decir que el ancho debe estar entre los dos entorchados paralelos y coloniales. La malla debe tener triple torsión con el fin de tolerar el esfuerzo en varias direcciones sin sufrir roturas o deformaciones.

- Malla electrosoldada

Mayormente conocida por su rigidez con la que se caracteriza, está fabricada con alambres tejidos uno transversal y otro longitudinal, soldados, que crean cuadrículas de las mismas medidas (23).

- Malla eslabonada

Este tipo de malla también conocida como malla ciclón, esta malla está formada por torsión simple. Esta malla eslabonada simple se fabrica con alambres galvanizados entrelazados

mediante simple torsión, lo que da como resultado un tejido romboidal o cuadrado, según se mire (23).

b. Relleno

Los rellenos para las defensas ribereñas deben estar compuestos por materiales como las piedras, suelo o arena que deben alcanzar el nivel específico para ser efectivos ante la erosión o el desbordamiento de ríos. Por lo que su estructura en la actualidad debe cumplir con la resistencia adecuada ya que trabajan de forma monolítica y son muy flexibles (24).

2.2.3.3. Problemas por falla de defensa ribereña

a. Inundaciones

La Autoridad Nacional del Agua (25), Las inundaciones producidas debido a la falla de una defensa ribereña genera daños a colegios, zonas de cultivo y demás infraestructuras generando áreas no habitables.

b. Erosiones

De acuerdo con Autoridad Nacional del Agua (25), Si no se implementa una defensa adecuada contra las erosiones estas pueden llegar a ser muy perjudiciales afectando terrenos cercanos y la vida marina.

c. Pérdida de áreas agrícolas

Como indica Autoridad Nacional del Agua (25), La falta de defensas las riberas de los ríos generan erosiones lo cual puede conllevar a la pérdida de tierras agrícolas y esto afectaría al abastecimiento de alimentos como también a la economía.

2.3.Hipótesis

Esta tesis no requiere hipótesis por ser descriptiva

III.METODOLOGÍA

3.1.Nivel, tipo y diseño de investigación

3.1.1.Nivel de la investigación

- Investigación Cualitativa

“Es un conjunto de métodos de investigación basados en la observación que se utiliza para comprender en profundidad un fenómeno sin utilizar datos numéricos para ello. Este tipo de investigación se centra en preguntas como por qué ocurre algo, con qué frecuencia, y qué consecuencias tiene”(26)

El nivel de esta investigación a sido cualitativo

3.1.2. Tipo de la investigación

- Investigación descriptiva

Este tipo de investigación se encarga de describir detalladamente cada característica de la población estudiada (27).

La investigación es de tipo descriptiva

3.1.3. Diseño de la investigación

“El diseño de investigación se define como los métodos y técnicas elegidos por un investigador para combinarlos de una manera razonablemente lógica para que el problema de la investigación sea manejado de manera eficiente. El diseño es una guía sobre cómo llevar a cabo la investigación utilizando una metodología particular”

Esta investigación fue no experimental

Esquema del diseño de la investigación:



M₁: Defensa ribereña del río del río Pampas

X₁: Evaluación del muro de gaviones en rio Pampas

O₁: Resultados de la evaluación del muro de gaviones

Y₁: Mejora de la defensa ribereña

3.2.Población y muestra

3.2.1.Población

“Una población de estudio es un grupo considerado para un estudio o razonamiento estadístico. La población de estudio no se limita únicamente a la población humana. Es un conjunto de aspectos que tienen algo en común. Pueden ser objetos, animales, etc., con muchas características dentro de un grupo”(28).

En este proyecto su población ha sido conformada por la defensa ribereña del río Pampas

3.2.2.Muestra

“La muestra es una pequeña parte de los miembros de la población tomada de acuerdo con ciertos procedimientos que pueden representar a la población. La muestra se utiliza si la población en estudio es grande y es imposible que el investigador estudie a toda la población” (24)

La muestra de este proyecto estuvo conformada por el muro de gaviones del río Pampas

3.3. Variables. Definición y operacionalización

Cuadro 1: Variables, definición y operacionalización

Variable	Definición operativa	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Categorías o valoración
Evaluación de muro de gaviones	La evaluación del muro de gaviones se llevó a cabo mediante la observación por la que de determino su estado	Zonas vulnerables	Vulnerabilidad por exposición a la inundación	Nominal	Categoría
		Evaluación del muro de gaviones	Tipo de gavión	Nominal	Categoría
			Tipo de malla	Nominal	Categoría
			Rotura de malla	Nominal	Categoría
			Tipo de relleno	Nominal	Categoría
			Granulometría del material	Nominal	Categoría
			Volteo	Nominal	Categoría
			Socavación	Nominal	Categoría
			Desplome	Nominal	Categoría
Recubrimiento	Nominal	Categoría			
Vegetación y basura	Nominal	Categoría			
Mejora de la defensa ribereña	Valoración del deterioro de infraestructuras y producción agrícola, de acuerdo a las teorías de estimación.	Social	Deterioro de producción agrícola	Nominal	Categoría

Fuente: Elaboración propia – 2024

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de información

3.4.1. Técnicas de recolección de información

En esta investigación se aplicará la técnica de observación directa ya que esta nos permitirá recoger los datos precisos que se estimarán para obtener los resultados y mejorar la defensa ribereña del río Pampas.

3.4.2. Instrumentos de recolección de información

a. Fichas técnicas

En este instrumento que son las fichas que colocaran los datos a recolectarse del muro de gaviones así recolectar los datos y determinar en qué estado se encuentra el muro en evaluación

b. Cuestionario

En este instrumento se redactarán las preguntas para determinar la mejora de la defensa ribereña después de haberse realizado la evaluación

3.5. Método de análisis de datos

Primeramente, se elaborarán los instrumentos de recolección de datos que vienen a ser las fichas técnicas y el cuestionario, luego se realizara la visita al muro de gaviones a evaluarse donde se aplicaran las fichas técnicas y a la población que decida participar se le aplicara el cuestionario, logrando así obtener los resultados de la evaluación además de determinar la mejora de la defensa ribereña del río Pampa

3.6. Aspectos éticos

- **Libre participación por voluntad propia:** Este aspecto ético se pondrá en práctica en nuestro proyecto de investigación en el momento en que se aplicara el cuestionario ya que previamente se le informara a la población sobre de lo que se tratara nuestra investigación y ellos tomaran la decisión de querer o no ser partícipes del proyecto.
- **Beneficencia no maleficencia:** En este proyecto se pondrá en práctica la beneficencia ya que este busca favorecer a la población que vive cerca del lugar en evaluación ya que en dicha investigación se identificaran las zonas vulnerables a desbordes y aplicar así la no maleficencia informando a la población de los resultados obtenidos y tomen sus respectivas prevenciones.

- **Justicia:** En mi investigación se tratará a todas las personas que decidan participar en esta investigación de manera justa y equitativa.
- **Integridad y honestidad:** En esta investigación se obtendrán los datos honestamente y de manera transparente los cuales nos permitirá proponer soluciones eficaces y concretas
- **Cuidado al medio ambiente:** Se respetará y cuidará el ecosistema que rodea el río Pampas prevaleciendo la flora y fauna que habite en el lugar
- **Respeto y protección de los derechos de los intervinientes:** En este proyecto se respetará y cuidará la dignidad de cada persona que participe en la investigación

IV.RESULTADOS

4.1.Primer resultado

- Identificar zonas vulnerables a desbordes del rio Pampas, distrito Concepción, provincia de Vilcashuaman, departamento de Ayacucho - 2024

Tabla 1: Ficha de identificación de zonas vulnerables a desbordes

Ficha N° 01		
Título:	EVALUACIÓN DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO PAMPAS, DISTRITO CONCEPCIÓN, PROVINCIA DE VILCASHUAMAN, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO – 2024	
Autor:	Janampa Canchari, Jean Pierre	
Fecha:	19 de octubre del 2024	
Item	Progresivas De – Hasta	Descripción
1	0+000 - 0+070	No se encontró zonas vulnerables
2	0+070 - 0+140	Se observo mallas rotas en el tercer y segundo nivel del muro de gaviones
3	0+140 - 0+210	Se encontró roturas de malla como también en la progresiva 0+180 se evidencio un asentamiento en el tercer nivel del muro de gaviones
5	0+210 - 0+280	No se evidencia zonas vulnerables
6	0+280 - 0+350	En este tramo se encontró zona vulnerable por inicios de socavación y desplome en el 3° piso de gaviones
7	0+350 - 0+420	En este tramo se evidencio roturas de malla mayores de 30 cm en el 3 piso de gaviones

Fuente: Elaboración propia – 2024

Interpretación

En los tramos evaluados que van desde la progresiva 0+000 hasta la progresiva 0+420 se lograron identificar 4 zonas vulnerables la cual la primera zona se encuentra en el tramo 1+070 hasta la progresiva 1+140 donde se encontró mallas rotas en el tercer y segundo nivel del muro, en la segunda zona identificada es el tramo 0+140 hasta 0+210 donde se observó roturas de mallas en diferentes partes del tramo pero en la progresiva 0+180 se evidencia un asentamiento en el tercer nivel del muro, la tercer zona vulnerable se ubica en la progresivas 0+280 a la 0+350 la cual presenta inicios de socavación y desplome en el tercer piso de los gaviones, para finalizar la evaluación la última zona identificada como vulnerable está en las progresivas 0+350 a la 0+420 la cual presenta roturas de malla mayores de 30 cm en el tercer piso del muro.

4.2.Segundo resultado

Realizar la evaluación del muro de gaviones del río Pampas, distrito Concepción, provincia de Vilcashuaman, departamento de Ayacucho – 2024

Tabla 2: Evaluación del muro de gaviones

Ficha N° 2		
Título:	EVALUACIÓN DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO PAMPAS, DISTRITO CONCEPCIÓN, PROVINCIA DE VILCASHUAMAN, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO – 2024	
Autor	Janampa Canchari, Jean Pierre	
Fecha:		
N°	Indicadores	Evaluación
1	Tipo de Gavión	Gavión tipo caja
2	Tipo de mallas	Hexagonales
3	Rotura de malla	Se encontró roturas de mallas en el tramo de la progresiva de 0+070 a 0+140 como también en las progresivas 0+140 a la 0+210 y en el tramo 0+350 a la 0+420
4	Tipo de Relleno	Roca de cantera
5	Granulometría del material de relleno	La granulometría es la adecuada ya que estas no generan vacíos ni se salen por los hexagonales de las mallas
6	Volteo	No se evidencio volteo

7	Socavación	Se observo inicios de socavación en el tramo 0+280 a la 0+350
8	Desplome	El tramo 0++280 a la 0+350 presentaba desplome en el tercer piso de gaviones
9	Recubrimiento	El recubrimiento que tenía la malla es de galvanizado

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la evaluación realizada se encontró que el muro de gaviones está elaborado de gaviones tipo caja con mallas hexagonales recubiertas de galvanizado, las cajas de los gaviones fueron rellenas con roca de cantera de la granulometría adecuada, se encontró que el muro de gaviones presentaba mallas rotas en el tramo de la progresiva de 0+070 a 0+140 como también en las progresivas 0+140 a la 0+210 y en el tramo 0+350 a la 0+420, también se observó inicios de socavación en el tramo 0+280 a la 0+350, El tramo 0++280 a la 0+350 presentaba desplome en el tercer piso de gaviones

4.3.Tercer resultado

Dando respuesta a nuestro tercer objetivo específico “Determinar la mejora de la defensa ribereña del río Pampas, distrito Concepción, provincia de Vilcas Huamán, departamento de Ayacucho – 2024”

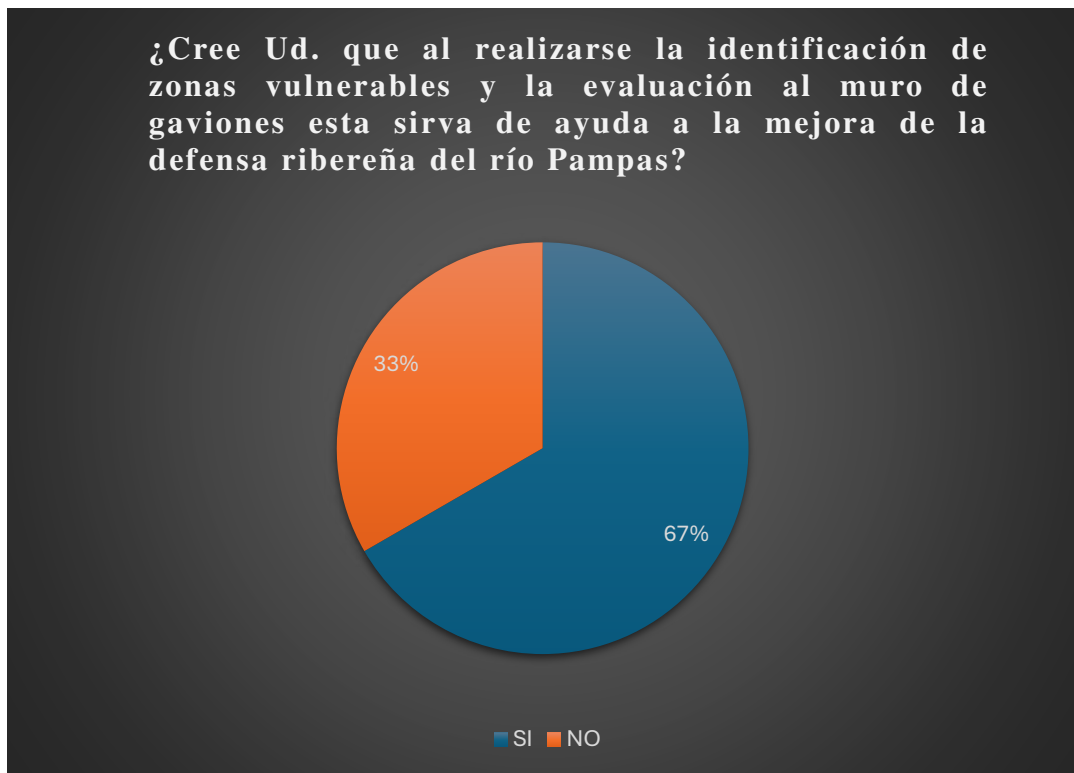
Tabla 3: Determinación de la mejora en la defensa ribereña

Ficha N° 3:	
Título:	EVALUACIÓN DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO PAMPAS, DISTRITO CONCEPCIÓN, PROVINCIA DE VILCASHUAMAN, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO – 2024
Autor:	Janampa Canchari, Jean Pierre
Fecha:	19 de octubre del 2024

¿Cree Ud. que al realizarse la identificación de zonas vulnerables y la evaluación al muro de gaviones esta sirva de ayuda a la mejora de la defensa ribereña del río Pampas?			
Nº	Participantes	Si	No
1	ZENDER CALERO ISAIAS NIGER	X	
2	RODRIGUEZ VELASQUEZ JULIANA RAQUEL	X	
3	ESPINOZA RAMOS ROGGER ADRIAN		X
4	REATEGUI RUIZ CLAUDIA MARIA	X	
5	PUELLES REYES RONALD CLINGER	X	
6	RUIZ DELGADO MARCOS ALBERTO		X
7	TUME FIESTAS KENIA ROSADA	X	
8	GALINDO ORDINOLA ALI STEVE		X
9	CHIRINOS GUILLEN ZELMIRA	X	

Fuente: Elaboración propia – 2024

Gráfico 1: ¿Cree Ud. que al realizarse la identificación de zonas vulnerables y la evaluación al muro de gaviones esta sirva de ayuda a la mejora de la defensa ribereña del río Pampas?



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se les realizó una encuesta a 9 pobladores aledaños al río donde un 67% de ellas señalaron que después de realizarse la identificación de zonas vulnerables y la evaluación al muro de gaviones si servirá de ayuda a la mejora de la defensa ribereña del río Pampas como también un 33% de ellas no creen que eso sea posible

V.DISCUSION

1. En los tramos evaluados que van desde la progresiva 0+000 hasta la progresiva 0+420 se lograron identificar 4 zonas vulnerables la cual la primera zona se encuentra en el tramo 1+070 hasta la progresiva 1+140 donde se encontró mallas rotas en el tercer y segundo nivel del muro, en la segunda zona identificada es el tramo 0+140 hasta 0+210 donde se observó roturas de mallas en diferentes partes del tramo pero en la progresiva 0+180 se evidencia un asentamiento en el tercer nivel del muro, la tercer zona vulnerable se ubica en la progresivas 0+280 a la 0+350 la cual presenta inicios de socavación y desplome en el tercer piso de los gaviones, para finalizar la evaluación la última zona identificada como vulnerable está en las progresivas 0+350 a la 0+420 la cual presenta roturas de malla mayores de 30 cm en el tercer piso del muro, pero en la tesis de **Yaranga** (13) en su investigación titulada “Evaluación del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del margen izquierdo del Río Pongora en el centro poblado San José de Viñaca, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho – 2024” obtuvo como resultados que el muro de gaviones presentan problemas con el relleno del gavión ya se está perdiendo el material de relleno por roturas de malla.
2. De acuerdo al segundo objetivo específico, Realizar la evaluación del muro de gaviones del río Pampas, distrito Concepción, provincia de Vilcashuaman, departamento de Ayacucho – 2024, se encontraron los resultados mostrados en la tabla 2 al realizarse la evaluación del muro de gaviones se encontró que gaviones tipo caja con mallas hexagonales recubiertas de galvanizado, las cajas de los gaviones fueron rellenas con roca de cantera de la granulometría adecuada, se encontró que el muro de gaviones presentaba mallas rotas en el tramo de la progresiva de 0+070 a 0+140 como también en las progresivas 0+140 a la 0+210 y en el tramo 0+350 a la 0+420, también se observó inicios de socavación en el tramo 0+280 a la 0+350, El tramo 0++280 a la 0+350 presentaba desplome en el tercer piso de gaviones comparado a **Rojas** (14) en su tesis titulada “Evaluación de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del puente Bellavista en la margen derecha del tramo 0+000 A 0+050, en el centro poblado de Bellavista, distrito de Coviriali, provincia de Satipo, región Junín – 2023” obtuvo como resultado que en la evaluación que realizó que el muro de gaviones está conformado por dos tipos de gaviones que son tipo colchón y caja siendo

la parte de tipo colchón la que más daños presenta también se encontró maleza y sedimentos.

3. Para el tercer objetivo específico se les realizó una encuesta a 9 pobladores aledaños al río donde un 67% de ellas señalaron que después de realizarse la identificación de zonas vulnerables y la evaluación al muro de gaviones si servirá de ayuda a la mejora de la defensa ribereña del río Pampas como también un 33% de ellas no creen que eso sea posible a diferencia que la tesis de **Huerta** (12) que se titula “Evaluación de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Paria en el puente la perla, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región Áncash – 2023” determino que el 97% de la población si cree luego de realizar la evaluación del muro de gaviones si se podrá mejorar la defensa ribereña.

VI.CONCLUSIONES

1. Se identifico 4 zonas vulnerables donde la primera zona se encuentra en el tramo 1+070 hasta la progresiva 1+140 encontrándose mallas rotas, en la segunda zona identificada es el tramo 0+140 hasta 0+210 donde se observó roturas de mallas en diferentes partes del tramo pero en la progresiva 0+180 se evidencia un asentamiento en el tercer nivel del muro, la tercer zona vulnerable se ubica en la progresivas 0+280 a la 0+350 la cual presenta inicios de socavación y desplome en el tercer piso de los gaviones, para finalizar la evaluación la última zona identificada como vulnerable está en las progresivas 0+350 a la 0+420 la cual presenta roturas de malla mayores de 30 cm en el tercer piso del muro, por lo tanto se concluye que estas 4 zonas deben ser intervenidas inmediatamente.
2. Se realizo la evaluación del muro de gaviones de manera satisfactoria encontrándose en sí que el muro estaba conformado de gaviones tipo caja elaboradas con mallas hexagonales recubiertas de galvanizado y rellenas con rocas de cantera con la granulometría adecuada, se encontró que el muro de gaviones presentaba mallas rotas en el tramo de la progresiva de 0+070 a 0+140 como también en las progresivas 0+140 a la 0+210 y en el tramo 0+350 a la 0+420, también se observó inicios de socavación en el tramo 0+280 a la 0+350, El tramo 0+280 a la 0+350 presentaba desplome en el tercer piso de gaviones, por lo que se determina que se debe mejorar las partes afectadas.
3. Se determino la mejora con una encuesta donde un 67% de ellas señalaron que después de realizarse la identificación de zonas vulnerables y la evaluación al muro de gaviones si servirá de ayuda a la mejora de la defensa ribereña del río Pampas como también un 33% de ellas no creen que eso sea posible, por lo tanto, concluimos que la identificación y evaluación si será de mucha ayuda a la mejora de la defensa ribereña de rio Pampas

VII.RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar las mejoras a las 4 zonas identificadas como vulnerables a desbordes para así evitar desbordes en tiempos de aumento del caudal del río
2. Se recomienda evaluar defensas ribereñas del río Pampa, a fin de diagnosticar el estado actual de estas obras y desarrollar un plan de mantenimiento, para garantizar su funcionamiento y vida útil, y no se pierda la inversión realizada y los beneficios que brinda la estructura
3. Se recomienda trabajar de la mano con la población para el cuidado de las defensas ribereñas para lo cual se les debe brindar capacitaciones

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. El agua: en el centro de la crisis climática | Naciones Unidas [Internet]. [citado 27 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.un.org/es/climatechange/science/climate-issues/water>
2. UNICEF. UNICEF. 2023 [citado 4 de agosto de 2024]. p. 1-1 Estudio revela que el cambio climático afectará de manera decisiva el desarrollo de la niñez y adolescencia en el Perú. Disponible en: <https://www.unicef.org/peru/comunicados-prensa/estudio-revela-cambio-climatico-afectara-manera-decisiva-desarrollo-ni%C3%B1ez-adolescencia-peru>
3. La republica [Internet]. 2023 [citado 25 de agosto de 2024]. Ayacucho: por lluvias intensas, declaran en emergencia a 44 distritos. Disponible en: https://larepublica.pe/sociedad/2023/03/02/ayacucho-por-lluvias-intensas-declaran-en-emergencia-a-44-distritos-lrsd-107402#google_vignette
4. Tesis Y Másters [Internet]. 2024 [citado 22 de agosto de 2024]. ¿Qué es y cómo se hace la justificación teórica? Disponible en: <https://tesisymasters.mx/justificacion-teorica/>
5. Contreras H. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION. [La Fría]: Universidad Politécnica Territorial del Norte del Táchira; 2024.
6. Educación Activa [Internet]. 2020 [citado 22 de agosto de 2024]. Ejemplo de justificación metodológica para una tesis. Disponible en: <https://educacionactiva.org/ejemplo-de-justificacion-metodologica-para-una-tesis/>
7. Morales EJR. DISEÑO DE MURO DE GAVIÓN Y TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE VILLA HERMOSA I, ZONA 7, HACIA EL FRUTAL, ZONA 7 Y DESDE EL FRUTAL, ZONA 7 HACIA ZONA 13, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA [Internet] [Universidad de San Carlos de Guatemala]. 2023. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/18545/>
8. CÁRDENAS OOE. ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LAS OBRAS DE PROTECCIÓN DE ORILLAS EN LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO CAUCA EN EL SECTOR CANDELARIA EN EL DISTRITO DE RIEGO ROLDANILLO – LA UNIÓN - TORO. Vol. 66. Universidad del valle; 2012.

9. Choque Ingrid. Diseño de estructuras de contención sismorresistentes para la aceleración sísmica de la ciudad de La Paz [Internet]. [La Paz]: universidad mayor de san Andrés facultad de ingeniería; 2024 [citado 16 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/35738>
10. Rodríguez D. Identificación de zonas críticas de inundación por avenidas extraordinarias y el proyecto de defensas ribereñas en el rio moche tramo puente moche hasta 3.5km aguas abajo, Trujillo 2019 [Internet]. [Trujillo]: Universidad Nacional de Trujillo; 2021 [citado 19 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/4758080>
11. Nalvarte VM. EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA DEFENSA RIBEREÑA PARA LA PROTECCIÓN DEL CAMPO DEPORTIVO MONUMENTAL DE MUYURINA EN EL CENTRO POBLADO DE MUYURINA, EMPLEANDO EL ALGORITMO SFM-DMV EN EL DISTRITO DE TAMBILLO, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO-202. Repositorio Uladech. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2022.
12. Huerta RCE. EVALUACIÓN DE MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO PARIA EN EL PUENTE LA PERLA, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH - 2023. Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; 2023.
13. Yaranga Arone VOY. Evaluación del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del margen izquierdo del Río Pongora en el centro poblado San José de Viñaca, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho – 2024 [Internet]. 2024 [citado 19 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/37078>
14. Rojas Vega BG. Evaluación de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del puente Bellavista en la margen derecha del tramo 0+000 A 0+050, en el centro poblado de Bellavista, distrito de Coviriali, provincia de Satipo, región Junín – 2023 [Internet]. 2024 [citado 19 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/35522>
15. Acate Coronel EG, Meléndez Celis F. LEY QUE REGULA LA CONSTRUCCIÓN DE DEFENSAS RIBEREÑAS POR PARTE DE LOS GOBIERNOS REGIONALES

- Y LOCALES [Internet]. Lima; 2020. Disponible en: https://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/2016_2021/Proyectos_de_Ley_y_de_Resoluciones_Legislativas/Proyectos_Firmas_digitales/PL06118.pdf#:~:text=Art%C3%ADculo%20.%2D%20Definici%C3%B3n%20de%20Defensa%20Ribere%C3%B1as.%20Las,y%20desbordes%20originados%20por%20la%20din%C3%A1mica%20hidrol%C3%B3gica
16. Romero GV. Tipos de Defensas Ribereñas y aplicación en la cuenca del Río Rimac. Tipos de Defensas Ribereñas y aplicación en la cuenca del Río Rimac [Internet]. 1 de enero de 2019 [citado 22 de agosto de 2024]; Disponible en: https://www.academia.edu/40636865/Tipos_de_Defensas_Ribere%C3%B1as_y_aplicaci%C3%B3n_en_la_cuenca_del_R%C3%ADo_Rimac
 17. Lopez E. 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 – 2017 [Internet]. [Casma]; 2020 [citado 19 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4436>
 18. Tello M. Evaluación de los tipos de defensa ribereña según sus características a lo largo de la cuenca del río Cañete [Internet]. [Lima]: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; 2023 [citado 21 de agosto de 2024]. Disponible en: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/670189/Mesias_TL.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 19. Bolivar trujillo RE. Gaviones [Internet]. 2017. Disponible en: <https://gaviones.co/wp-content/uploads/2019/08/4.-GAVIONES.pdf>
 20. NAN Arquitectura [Internet]. 2024 [citado 24 de agosto de 2024]. muro de gaviones. Disponible en: <https://nanarquitectura.com/2023/01/09/muros-de-gaviones-utilidades/22925>
 21. Almeida Barros PL. Obras de Contención [Internet]. Perú: MACCAFERRI; 2018 [citado 21 de agosto de 2024]. Disponible en: https://www.academia.edu/22118970/Calculo_de_muro_de_gaviones
 22. Machaca A. Estudio hidrológico e hidráulico para el diseño en obras de protección contra inundaciones en proximidades del puente Bating en la provincia de Caranavi

- [Internet]. [La Paz]: Universidad mayor de San Andrés ; 2023 [citado 19 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/32740>
23. Ogando Ramírez L. Los Gaviones: Análisis, evolución y comportamiento. Propuestas para las envolventes de las escuelas en la República Dominicana [Internet]. [citado 21 de agosto de 2024]. Disponible en: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/79581/LarissaOrgando_TFM.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 24. Legsa.com [Internet]. [citado 12 de agosto de 2024]. ¿Qué es una muestra? | Concepto y Ejemplos. Disponible en: <https://legsa.com.mx/pyru/muestra#sub2>
 25. Autoridad Nacional del Agua. Tratamiento del cauce del río Cumbaza para el control de inundaciones. 2 de abril de 2019 [citado 21 de agosto de 2024];1-209. Disponible en: https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/3_0_0.pdf
 26. Lifeder [Internet]. 2024 [citado 23 de agosto de 2024]. Investigación cualitativa: características, tipos, técnicas, ejemplos. Disponible en: <https://www.lifeder.com/investigacion-cualitativa/>
 27. Questionpro [Internet]. [citado 23 de agosto de 2024]. ¿Qué es la investigación descriptiva? Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-descriptiva/>
 28. Parra A. Questionpro. [citado 13 de junio de 2024]. ¿Qué es una población de estudio? Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/poblacion-de-estudio/>

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de consistencia

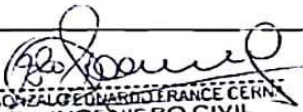
FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>¿La evaluación del muro de gaviones mejorará la defensa ribereña del río Pampas, distrito Concepción, provincia de Vilcashuaman, departamento de Ayacucho - 2024?</p>	<p>Objetivo general Evaluar el muro de gaviones para mejorar las defensas ribereñas del río Santa en el sector El Milagro, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento Ancash – 2024</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar zonas vulnerables a desbordes del río Pampas, distrito Concepción, provincia de Vilcashuaman, departamento de Ayacucho - 2024 • Realizar la evaluación del muro de gaviones del río Pampas, distrito Concepción, provincia de Vilcashuaman, departamento de Ayacucho – 2024 • Determinar la mejora de la defensa ribereña del río Pampas, distrito Concepción, provincia de Vilcashuaman, departamento de Ayacucho - 2024 	<p>No aplica</p>	<p>Variable: Evaluación del muro de gaviones</p> <p>Variable 2: Mejora de las defensas ribereñas</p>	<p>Tipo de Investigación: El tipo de la investigación ha sido de tipo descriptiva</p> <p>Nivel de Investigación El nivel de la investigación fue de nivel cualitativa</p> <p>Diseño de la Investigación El diseño fue no experimental</p> <p>Población y muestra La población de este proyecto fue la defensa ribereña del río Pampas</p> <p>Este proyecto tuvo como muestra el muro de gaviones del río Pampas</p>

Anexo 02. Instrumento de recolección de información


Ficha N° 01		
Título:	EVALUACIÓN DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO PAMPAS, DISTRITO CONCEPCIÓN, PROVINCIA DE VILCASHUAMAN, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO – 2024	
Autor:	JANAMPA CANCHARI, JEAN PIERRE	Fecha:
Item	Progresivas	Descripción
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		


 GONZALO EDUARDO TERANCE CERNA
 INGENIERO CIVIL
 REG. COLECCIÓN DE INGENIEROS N° 73523
 CIV. N° 007473 V. C. 24 VII

Ficha N° 2		
Título:	EVALUACIÓN DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO PAMPAS, DISTRITO CONCEPCIÓN, PROVINCIA DE VILCASHUAMAN, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO – 2024	
Autor	JANAMPA CANCHARI, JEAN PIERRE	
Fecha:		
Item	Indicadores	Evaluación
1	Tipo de Gavión	
2	Tipo de mallas	
3	Rotura de malla	
4	Tipo de Relleno	
5	Granulometría del material de relleno	
6	Volteo	
7	Socavación	
8	Desplome	
9	Recubrimiento	
10	Vegetación y basura	


 GONZALO EDUARDO FRANCE CERNA
 INGENIERO CIVIL
 REG. COLEGIADO DE INGENIEROS N° 73523
 CIV. N° 067471 VCZNVII

Ficha N° 3:			
Título:	EVALUACIÓN DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO PAMPAS, DISTRITO CONCEPCIÓN, PROVINCIA DE VILCASHUAMAN, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO – 2024		
Autor	JANAMPA CANCHARI, JEAN PIERRE		
Fecha:			
¿Usted cree que despues de haber realizando la evaluacion del muro de gaviones servirá para mejorar la defensa ribereña del río Pamapas?			
Item	Participantes	Si	No
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			


 GONZALO EDUARDO CERNA
 INGENIERO CIVIL
 REG. COLEGA DE INGENIEROS N° 73523
 CIV. N° 507471 VCZNVH

Anexo 03. Validez del instrumento

CARTA DE PRESENTACIÓN

Magister: Gonzalo Eduardo France Cerna

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: **Janampa Canchari, Jean Pierre** 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 DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO PAMPAS, DISTRITO CONCEPCIÓN, PROVINCIA DE VILCASHUAMAN, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO – 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: 70386909

Ficha de Identificación del Experto para proceso de validación

Nombres y Apellidos: Gonzalo Eduardo France Cerna

N° DNI : 09147920

Edad: 60 años

Teléfono / celular: 943227728

Email: gfrance73528@hotmail.com

Título profesional: Ingeniero Civil

Grado académico: Maestría X

Doctorado: _____

Especialidad: Transporte y conservación Vial


Institución que labora: Universidad Cesar Vallejo

Identificación del Proyecto de Investigación o Tesis

Título: Evaluación del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Pampas, distrito Concepción, provincia de Vilcashuaman, departamento de Ayacucho – 2024

Autor: Janampa Canchari, Jean Pierre

Programa académico: Ingeniería Civil



Firma



Huella digital

Anexo 04. Confiabilidad del instrumento

FICHA DE VALIDACIÓN								
TÍTULO: EVALUACIÓN DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO PAMPAS, DISTRITO CONCEPCIÓN, PROVINCIA DE VILCASHUAMAN, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO – 2024								
Variable 1: Evaluación de muro de gaviones		Relevancia		Pertinencia		Claridad		Observaciones
Dimensión 1: zonas vulnerables		Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	
1	Vulnerabilidad por exposición a la inundación	X		X		X		
Dimensión 2: Evaluación del muro de gaviones								
1	Tipo de gavión	X		X		X		
2	Tipo de malla	X		X		X		
3	Rotura de malla	X		X		X		
4	Tipo de relleno	X		X		X		
5	Granulometría del material	X		X		X		
6	Volteo	X		X		X		
7	Socavación	X		X		X		
8	Desplome	X		X		X		
9	Recubrimiento	X		X		X		
10	Vegetación y basura	X		X		X		
Variable 2: Mejora de la defensa ribereña								
Dimensión 1: Social								
1	Mejora de la defensa ribereña	X		X		X		

Recomendaciones:

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

Nombres y Apellidos de experto: Mg Gonzalo Eduardo France Cerna DNI 09147920



GONZALO EDUARDO FRANCE CERNA
INGENIERO CIVIL
REG. COLECCIÓN INGENIEROS N° 73523
CIV. N° 007473 VC2HVI

Firma



Anexo 05. Formato de consentimiento informado



PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENTREVISTAS

(Ingeniería y Tecnología)

Estimado/a participante

Le pedimos su apoyo en la realización de una investigación en **Ingeniería y Tecnología**, conducida por Janampa Canchari, Jean Pierre que es parte de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. La investigación denominada:

EVALUACIÓN DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO PAMPAS, DISTRITO CONCEPCIÓN, PROVINCIA DE VILCASHUAMAN, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO – 2024

- La entrevista durará aproximadamente 5 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: janampacanchariJeanpierre@gmail.com o al número 948743284. Así como con el Comité de Ética de la Investigación de la universidad, al número (043) 422439 - 943630428

Complete la siguiente información en caso desee participar:

Nombre completo:	Tuma Fierlos Kenia Rosada
Firma del participante:	
Firma del investigador:	
Fecha:	19-10-2024



PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENTREVISTAS

(Ingeniería y Tecnología)



Estimado/a participante

Le pedimos su apoyo en la realización de una investigación en **Ingeniería y Tecnología**, conducida por Janampa Canchari, Jean Pierre que es parte de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. La investigación denominada:

EVALUACIÓN DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO PAMPAS, DISTRITO CONCEPCIÓN, PROVINCIA DE VILCASHUAMAN, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO – 2024

- La entrevista durará aproximadamente 5 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: janampacanchariJeanpierre@gmail.com o al número 948743284. Así como con el Comité de Ética de la Investigación de la universidad, al número (043) 422439 - 943630428

Complete la siguiente información en caso desee participar:

Nombre completo:	Tuma Fierlan Kenia Rosada
Firma del participante:	
Firma del investigador:	
Fecha:	19-10-2024



PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENCUESTAS

(Ingeniería y Tecnología)

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

La presente investigación se titula **EVALUACIÓN DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO PAMPAS, DISTRITO CONCEPCIÓN, PROVINCIA DE VILCASHUAMAN, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO – 2024** y es dirigido por Janampa Canchari, Jean Pierre, 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 Pampa.

Para ello, se le invita a participar en una encuesta que le tomará 5 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 del número telefónico 968444068. Si desea, también podrá escribir al correo janampacanchariJeanpierre@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: Tuma Fierlas Kenza Rosada

Fecha: 19-10-2024

Correo electrónico: _____

Firma del participante: *[Firma]*

Firma del investigador (o encargado de recoger información): *[Firma]*



PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Mi nombre es Janampa Canchari, Jean Pierre y estoy haciendo mi 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 5 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.

	Sí	No
¿Quiero participar en la investigación de la evaluación del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Pampas, distrito Concepción, provincia de Vilcashuaman, departamento de Ayacucho – 2024?	X	

Fecha: 19-10-2024

PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENTREVISTAS

Estimado/a participante

Le pedimos su apoyo en la realización de una investigación en **Ingeniería y Tecnología**, conducida por **Janampa Canchari, Jean Pierre**, que es parte de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. La investigación denominada:

EVALUACIÓN DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO PAMPAS, DISTRITO CONCEPCIÓN, PROVINCIA DE VILCASHUAMAN, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO – 2024

- La entrevista durará aproximadamente 5 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: janampacanchari@uclosangeles.edu.pe, Así como con el Comité de Ética de la Investigación de la universidad, al número (043) 422439 - 943630428

Complete la siguiente información en caso desee participar:

Nombre completo:	Tume Fierlos Kensa Rosada
Firma del participante:	
Firma del investigador:	
Fecha:	14-10-2024

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



Chimbote, 14 de noviembre del 2024

CARTA N° 0000001919- 2024-CGI-VI-ULADECH CATÓLICA

Señor/a:

ALEJANDRO ZEA RONDINEL
20170167334

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 DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO PAMPAS, DISTRITO CONCEPCIÓN, PROVINCIA DE VILCASHUAMAN, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO - 2024, que involucra la recolección de información/datos en 15, a cargo de JEAN PIERRE JANAMPA CANCHARI, perteneciente a la Escuela Profesional de la Carrera Profesional de INGENIERÍA CIVIL, con DNI N° 70386909, durante el período de 07-11-2024 al 20-11-2024.

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. NILO VELASQUEZ CASTILLO
Coordinador de Gestión de Investigación

Anexo 07. Evidencias de ejecución



Figura 1: Muro de gaviones en evaluación

Fuente: Elaboración propia



Figura 2: Medida del ancho del primer nivel del muro de gaviones

Fuente: Elaboración propia



Figura 3: Evaluación del segundo nivel de los gaviones

Fuente: Elaboración propia



Figura 4: Altura del muro

Fuente: Elaboración propia



Figura 5: Mallas rotas

Fuente: Elaboración propia



Figura 6: Evaluación del material de relleno

Fuente: Elaboración propia



Figura 7: Gaviones

Fuente: Elaboración propia



Figura 8: Medida de la altura del gavi3n

Fuente: Elaboraci3n propia



Figura 9: Ancho del muro de gaviones

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.amym@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 utilizados 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).

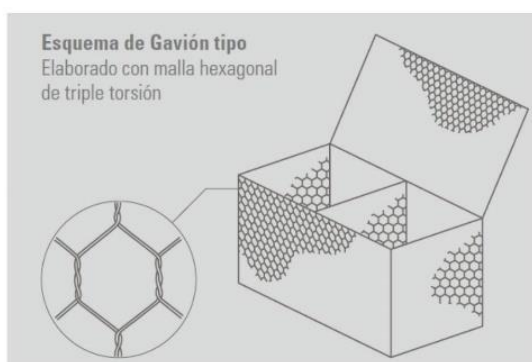


Figura 3. Esquema de Gavión tipo caja. Fuente:(A Bianchini, 2017).

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 alternativamente por las mallas para permitir el montaje del elemento en la obra.

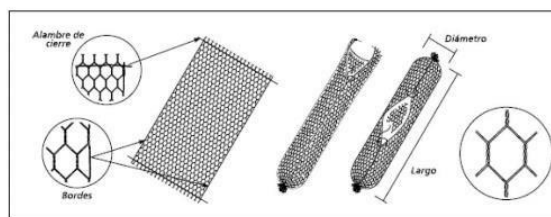


Figura 4. Gavión tipo saco. Fuente: (de Almeida Barros et al. 2010)

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 BWG	Diámetro		Sección	Longitud y peso	
	mm.	Pulg.	mm ²	m/Kg	Gr/m
1	7.62	.300	45.60	2.79	358
2	7.21	.284	40.83	3.12	321
3	6.58	.259	34.00	3.74	267
3 1/2	6.35	.250	31.67	4.02	249
4	6.04	.23	28.65	4.44	225
5	5.59	.22	24.54	5.20	193
5 1/2	5.50	.217	23.75	5.36	186
6	5.16	.203	20.91	6.10	164
7	4.57	.180	16.40	7.77	129
8	4.19	.165	13.79	9.24	108
9	3.76	.148	11.10	11.47	87
9 1/2	3.60	.141	10.18	12.51	80
10	3.40	.134	9.06	14.02	71
11	3.05	.120	7.30	17.45	57
12	2.77	.109	6.02	21.16	47
12 1/2	2.50	.098	4.91	25.94	38
13	2.41	.095	4.56	27.93	36
14	2.11	.082	3.50	36.99	27
15	1.83	.072	2.85	48.43	21
16	1.65	.065	2.14	59.52	17
17	1.47	.056	1.70	74.93	13
18	1.24	.049	1.20	106.15	9
19	1.07	.042	0.90	141.54	7
20	.89	.035	0.62	205.46	5
21	.81	.032	0.51	249.78	4
22	.71	.028	0.40	318.47	3

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

El proceso de galvanizado consiste en un tratamiento térmico de precocido 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:

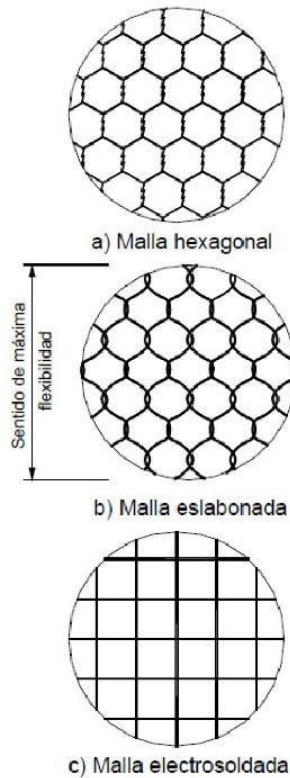


Figura 6. Tipos de mallas utilizadas en la construcción de gaviones. Fuente: (Suárez Díaz, 2001).

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 entorchados paralelos y la altura o distancia entre los entorchados colineales.

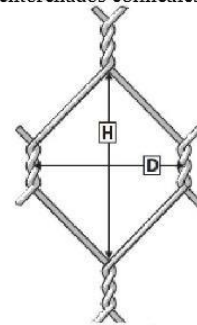


Figura 7. Dimensionamiento malla triple torsión para talud. Fuente: Fichas Técnicas Aceros Metales y Mallas Ltda.

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 deshilachará como ocurre con la malla eslabonada.

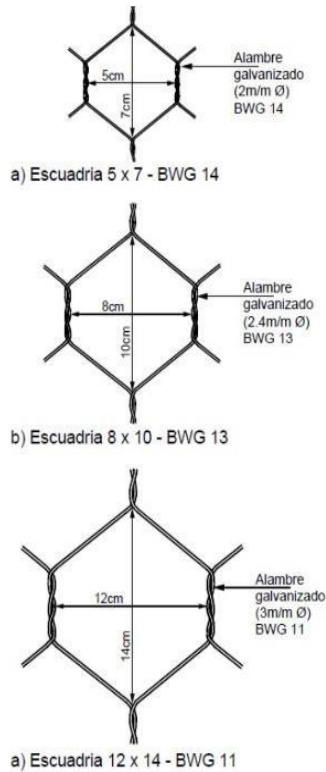


Figura 8. Escuadría típica de mallas hexagonales. Fuente: (Suárez Díaz, 2001).

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-ripio-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. f.) se realiza de la siguiente forma:

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

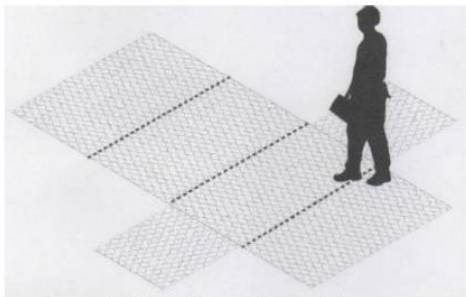


Figura 12. Extensión y dobleces de la malla. Fuente: (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2016)

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

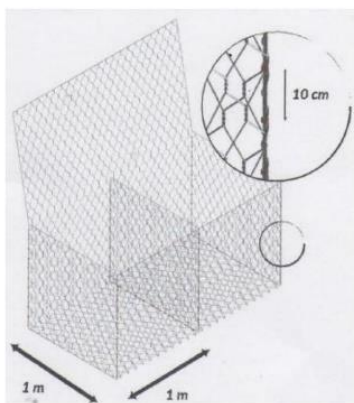


Figura 13. Amarrado de las aristas del gavión. Fuente: (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2016)

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

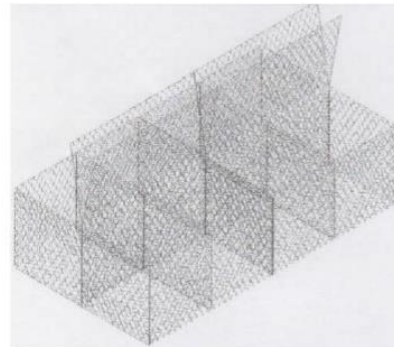


Figura 13. Amarrado entre gaviones. Fuente: (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2016)

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

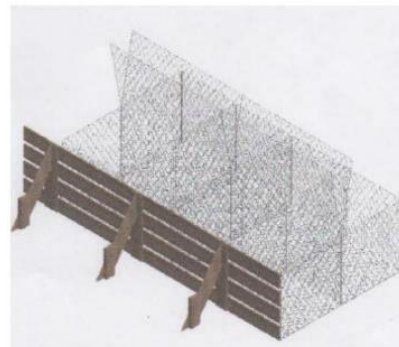


Figura 13. Encofrador posicionado junto a los gaviones. Fuente: (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2016)

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.

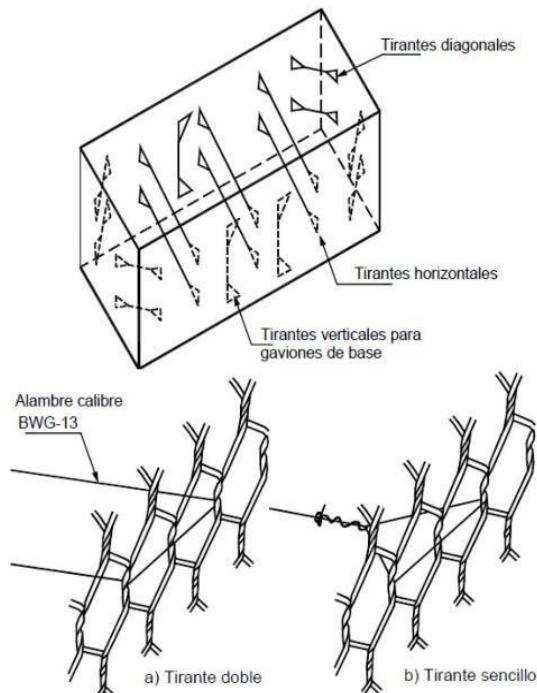


Figura 15. Tirantes. Fuente: (Suárez Díaz, 2001).

- 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.

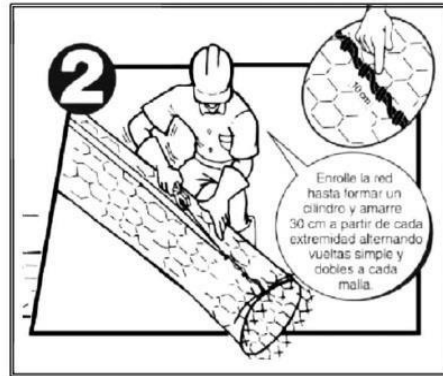


Figura 16. Enrollado de la malla. Fuente: (Morassutti F, 2013)

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.

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).

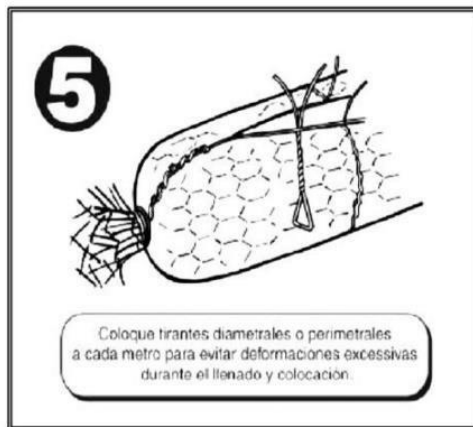


Figura 18. Instalación de tirantes. Fuente: (Morassutti F, 2013)

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.

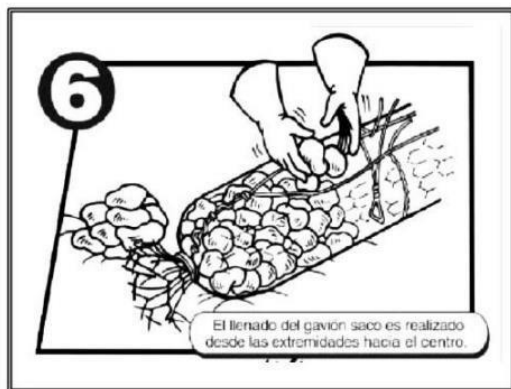


Figura 19. Llenado del gavión saco. Fuente: (Morassutti F, 2013)

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.

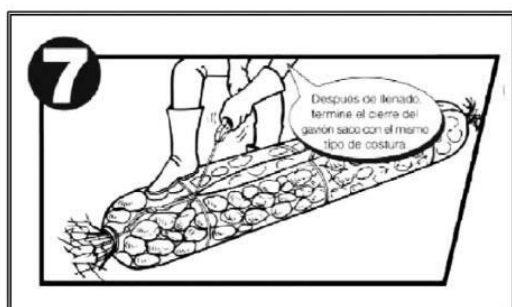


Figura 20. Llenado del gavión saco. Fuente: (Morassutti F, 2013)

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 ² .
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:

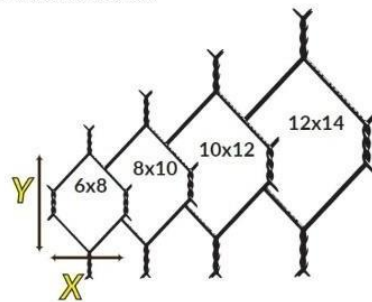


Figura 21. Escuadrías ofrecidas. Fuente: (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2019).

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 ² o 260 g/m ² .

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.

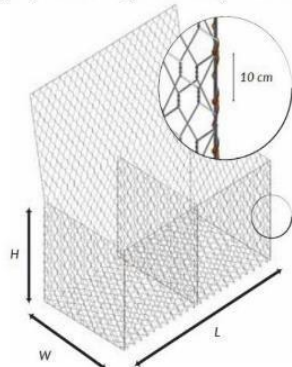


Figura 21. Dimensión del gavión. Fuente: (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2019).

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 azolves.
- Tienen alta durabilidad.

Por sí solas su principal objetivo es reducir la erosión hídrica, retención de azolves 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.

Bácz 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 Duran, J., & Teixeira, A. M. (2010). *Obras de Contención - Manual Técnico*. *Maccaferri do Brasil Ltda*, 222.

Florez La-Rotta, R. I., & Salazar Beltrán, M. A. (2007). *Carreteras 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 AUSEPIO 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	Vitruvius 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

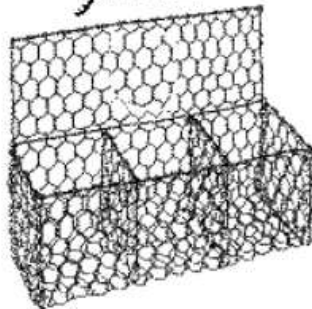


recipiente para el relleno de piedras, sino un refuerzo de toda la estructura.

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.



Gabione



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. CARACTERISTICAS 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 ²)	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/mm², 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:

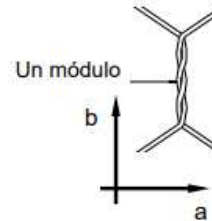


TABLA N° 5: CARACTERÍSTICAS DE LA MALLA

R_{al}	Resistencia del alambre (acero)	30 a 50 kg/mm ² ($\pi\phi^2/4$) $\phi=2.4$ 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

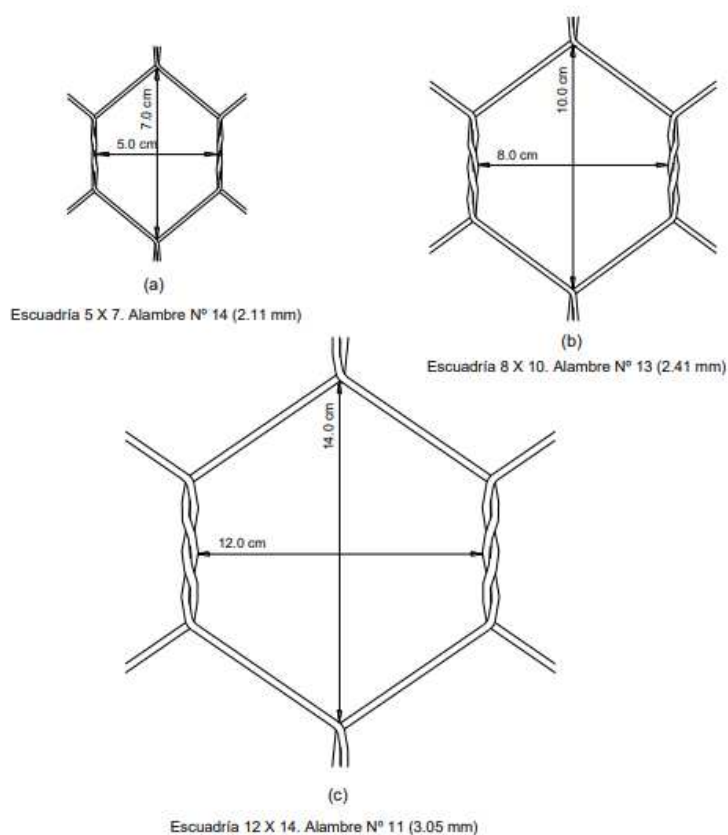
$R_m = NR_{mod}$; N: Número de módulos por metro cuadrado de malla

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:

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

- τ_g : Resistencia al esfuerzo cortante de un gavión
- σ : Esfuerzo normal
- ϕ : 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/m² (Ref. 2, 1981).

Así mismo, el módulo de deformación del gavión inconfinado (E_{rog}) es de 1050 t/m².

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.

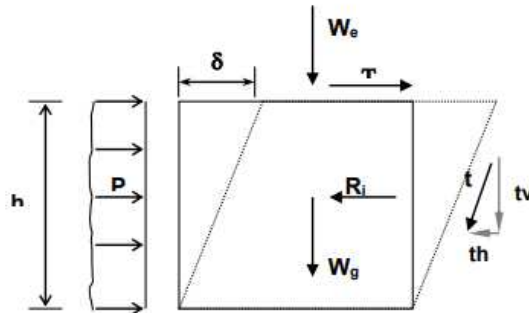


FIGURA N° 2: DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DE UN GAVION SOMETIDO A DEFORMACION POR DISTORSION

- T, W_e : 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_{50m} : Módulo de deformación de la malla
- R_i : Resistencia interna
- $R_i = (W_e + W_g/2 + t_v) + \tan(\phi+i)$
- $t \leq R_m$: Resistencia de la malla

B) VOLTEO

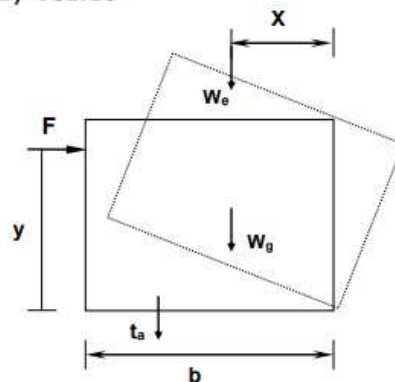


FIGURA N° 3: DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DE UN GAVION. VOLTEO



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_a: Resistencia de un amarre
N: Número de amarres
W_e: Carga externa
W_g: Peso del gavión

La Resistencia del amarre t_a 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):

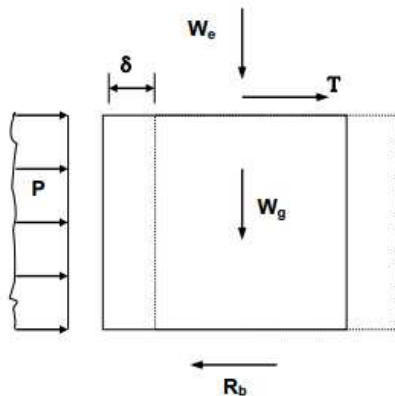


FIGURA N° 4: DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DE UN GAVION. DESLIZAMIENTO.

W_e, T: Cargas externas
P: Empuje
W_g: Peso del gavión
R_p: Resultante del empuje
F = T + R_p
R_b: 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_a: 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:

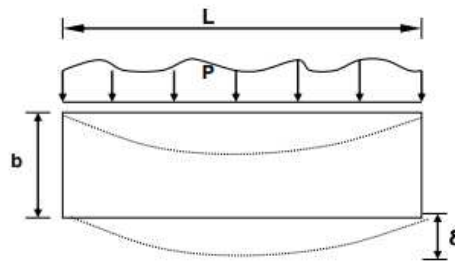


FIGURA N° 5: DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DE UN GAVION. FLEXION.

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 mas 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 δ . 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 calculo para estos casos y para otros mas generales. Para un muro con paramento vertical interno el empuje se calcula sobre dicha superficie; si el muro tiene escalones internos para el calculo se supone una superficie imaginaria que une los extremos superior e inferior del muro. El trasdós del muro suele inclinarse entre 6° y 10° 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.

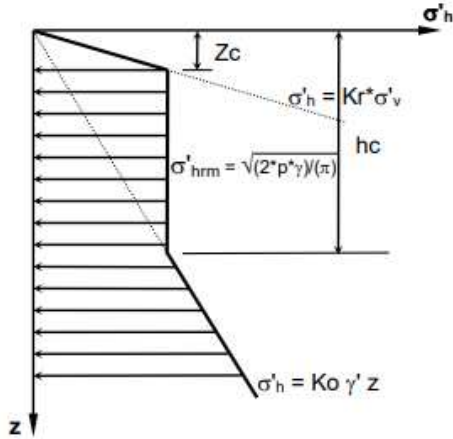
NOTA: el contenido de este numeral se basa en el Capítulo 6 de Clayton et al. (Ref. 6, 1993).

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 σ'_{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 arcillo 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 SÍSMICOS

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.

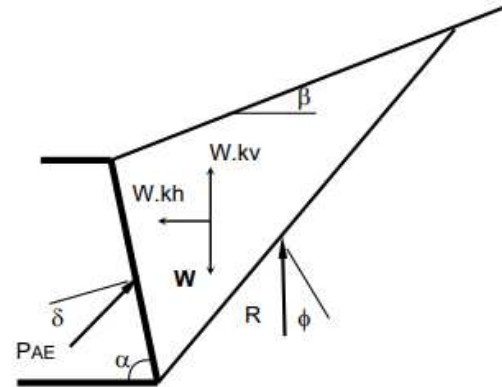


FIGURA N° 7: FUERZAS CONSIDERADAS EN EL ANÁLISIS DE MONONOBE – OKABE (1929-1926)

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

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

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

ϕ = ángulo de fricción del suelo.

δ = ángulo de fricción del muro.

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

β = 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 despreciarse 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 está 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:

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

Donde:

Z_i, Z_s: Profundidad hasta la base y el tope del gavión, respectivamente.

K_o: Coeficiente de presión de tierras en reposo.

γ_s: Densidad del suelo.

R_{m(b)}: Resistencia de la malla en la dirección b, o de la junta si la hay. Puede complementarse con varillas o cables.

K_m: Módulo de deformación de la malla.

t < R_{m(a)}: Resistencia de la malla en la dirección a.

c_s: Cohesión del relleno compactado detrás de los gaviones.

φ_s: Angulo de fricción del relleno compactado.

φ: Angulo de fricción del enrocado de los gaviones.

i: Dilatación del enrocado de los gaviones.

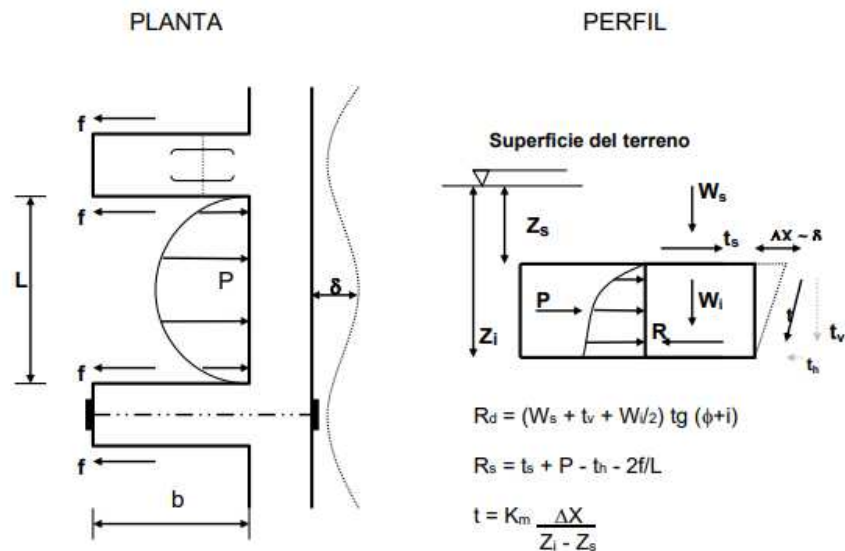


FIGURA N° 8: DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DE UN MURO DE GAVIONES CON CONTRAFUERTE

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.

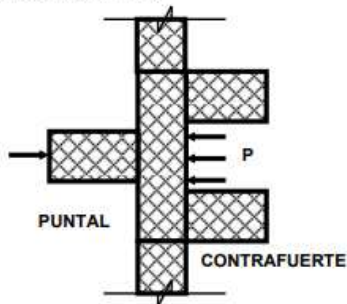
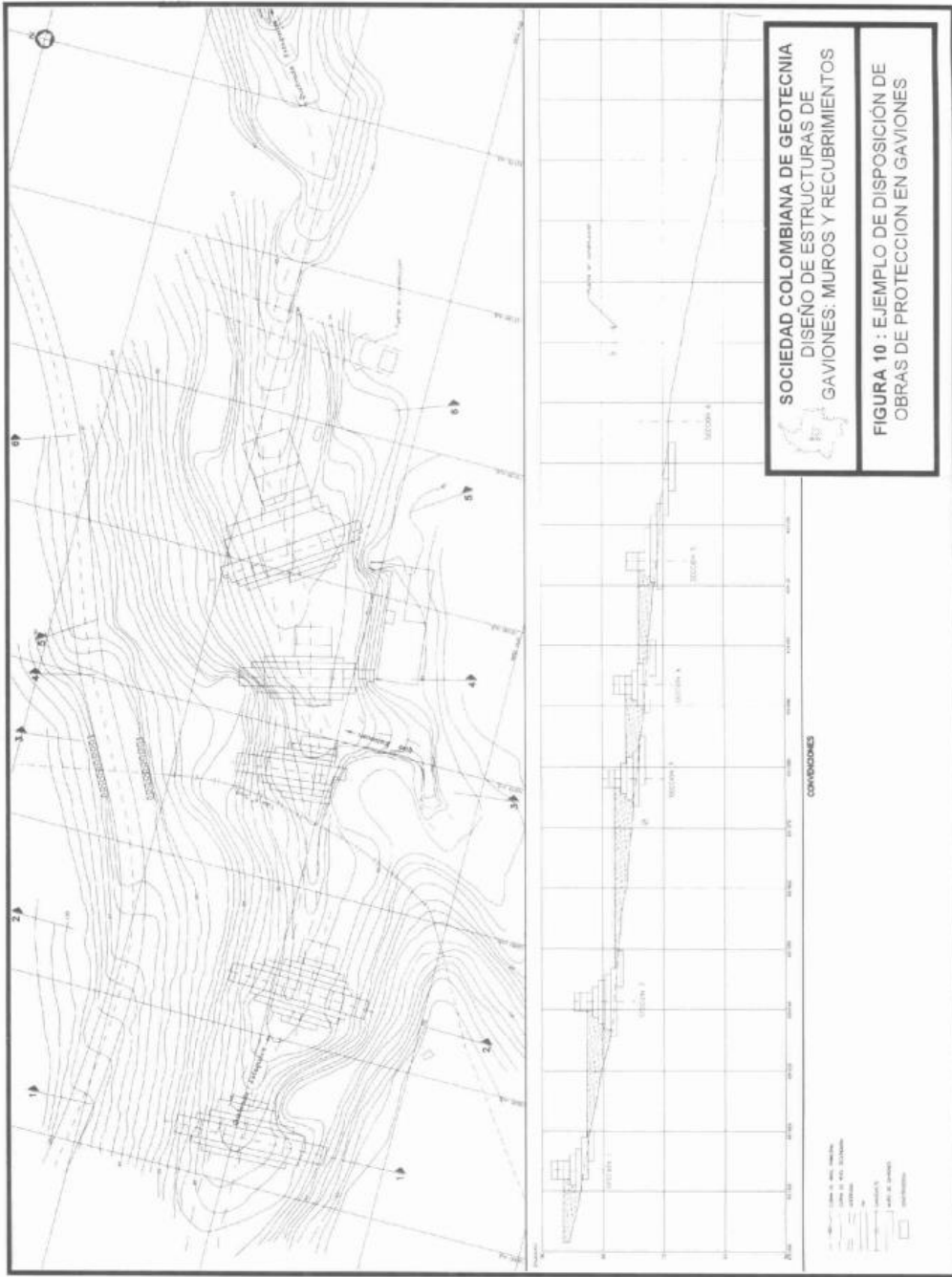


FIGURA N° 9: DISPOSICION DE UN PUNTALES

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.



SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA
DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE
GABIONES: MUROS Y RECUBRIMIENTOS

FIGURA 10 : EJEMPLO DE DISPOSICIÓN DE
OBRAS DE PROTECCIÓN EN GABIONES

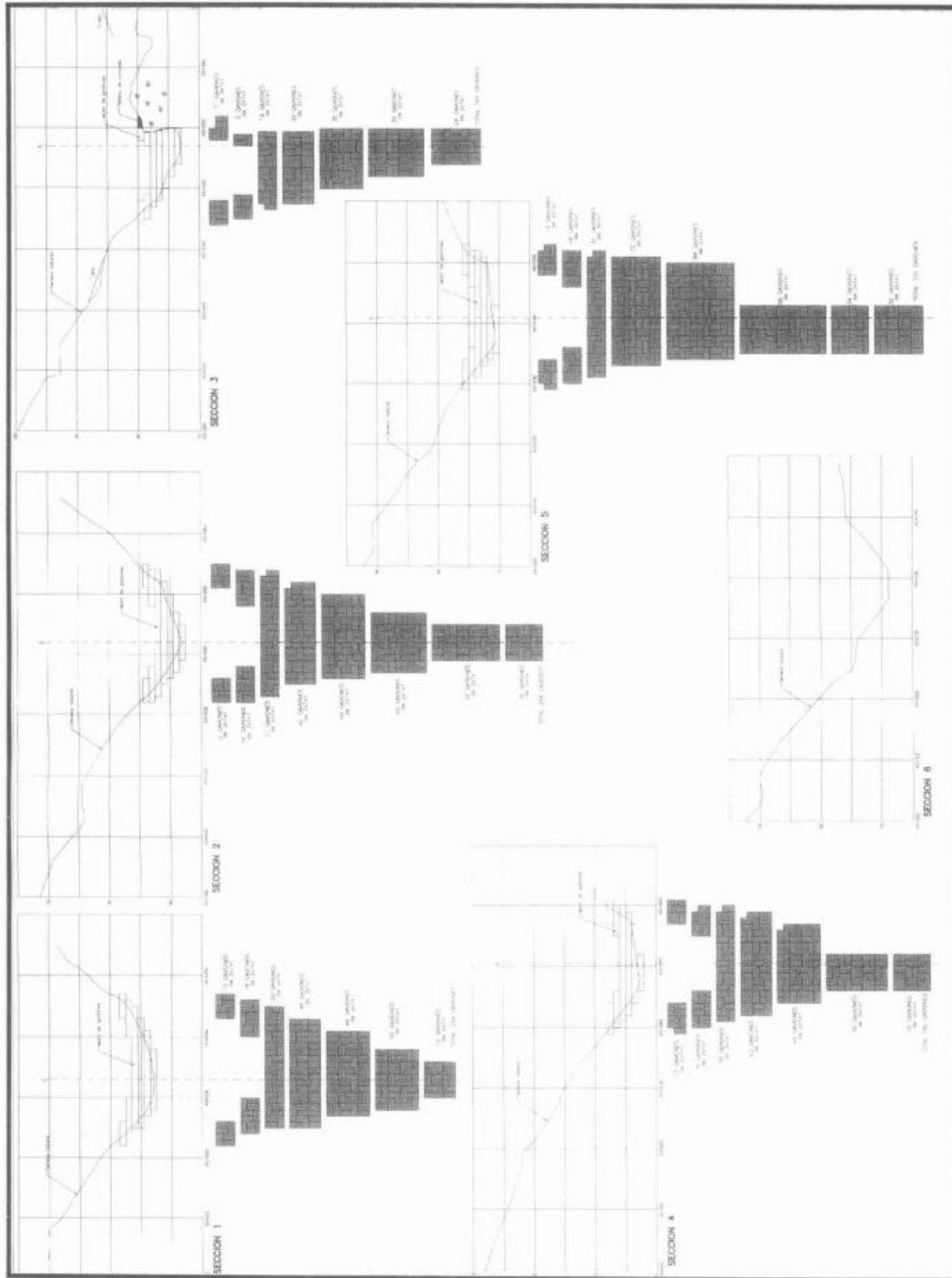
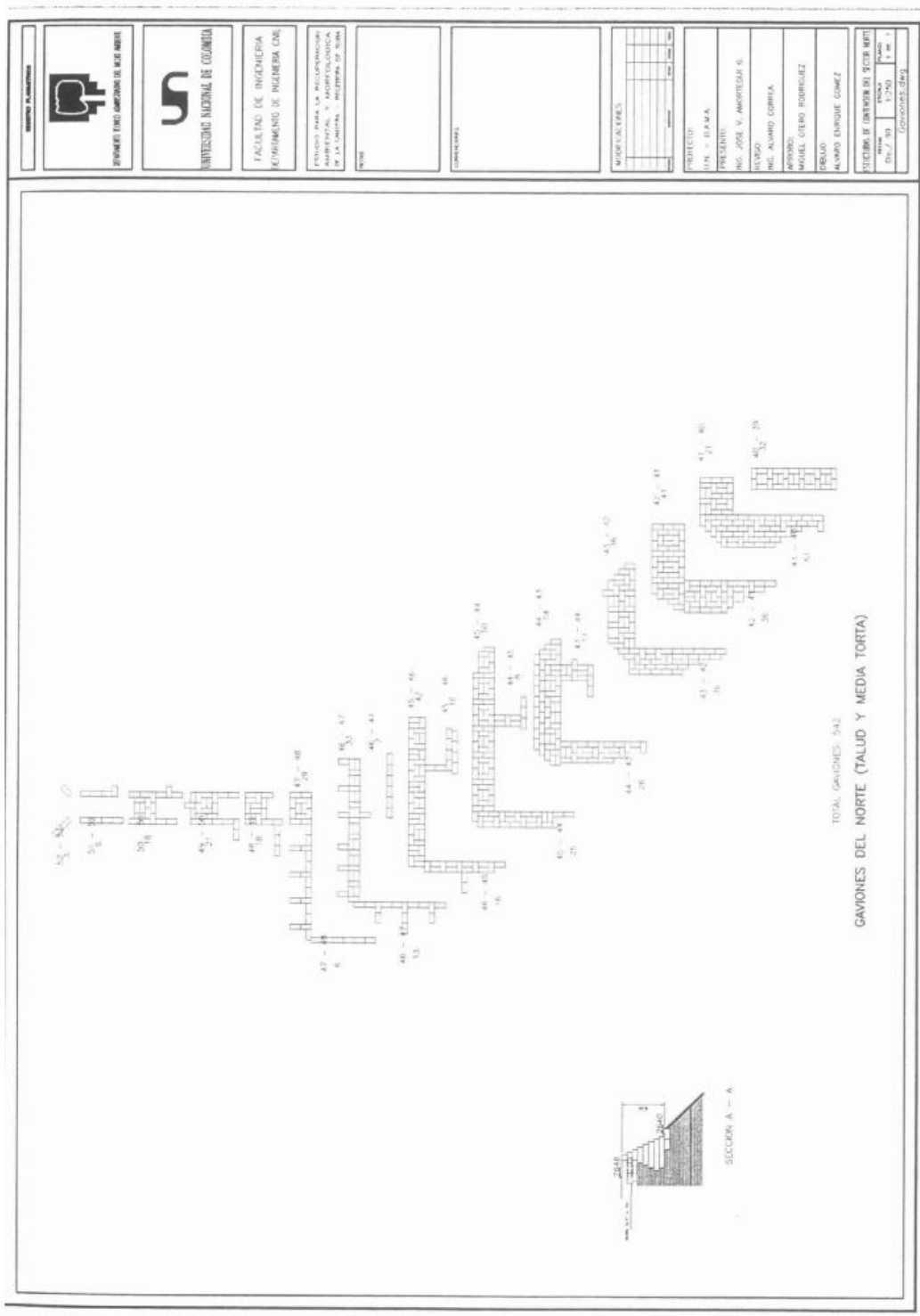


FIGURA 11 : E.JEMPLO DE DESPIECE DE GAVIONES



UNIVERSIDAD NACIONAL DE BOGOTÁ

S

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

ESPESIO PARA LA RECONSTRUCCION
AMBIENTAL Y ADAPTACION
EN LA CIUDAD - PROYECTO DE SUELO

INDICACIONES

MODIFICACIONES

PROYECTO:
U.N. - EL AVA.

PRESENTADO:
ING. JOSE V. AMORTEGA S.

ELABORADO:
ING. ALVARO CORREA

APROBADO:
ING. DIEGO RODRIGUEZ

DEBIDO:
ALVARO ENRIQUE COMIEZ

ESCALA: 1:50

FECHA: 08/07/93

CONOCES: 284

FIGURA 12

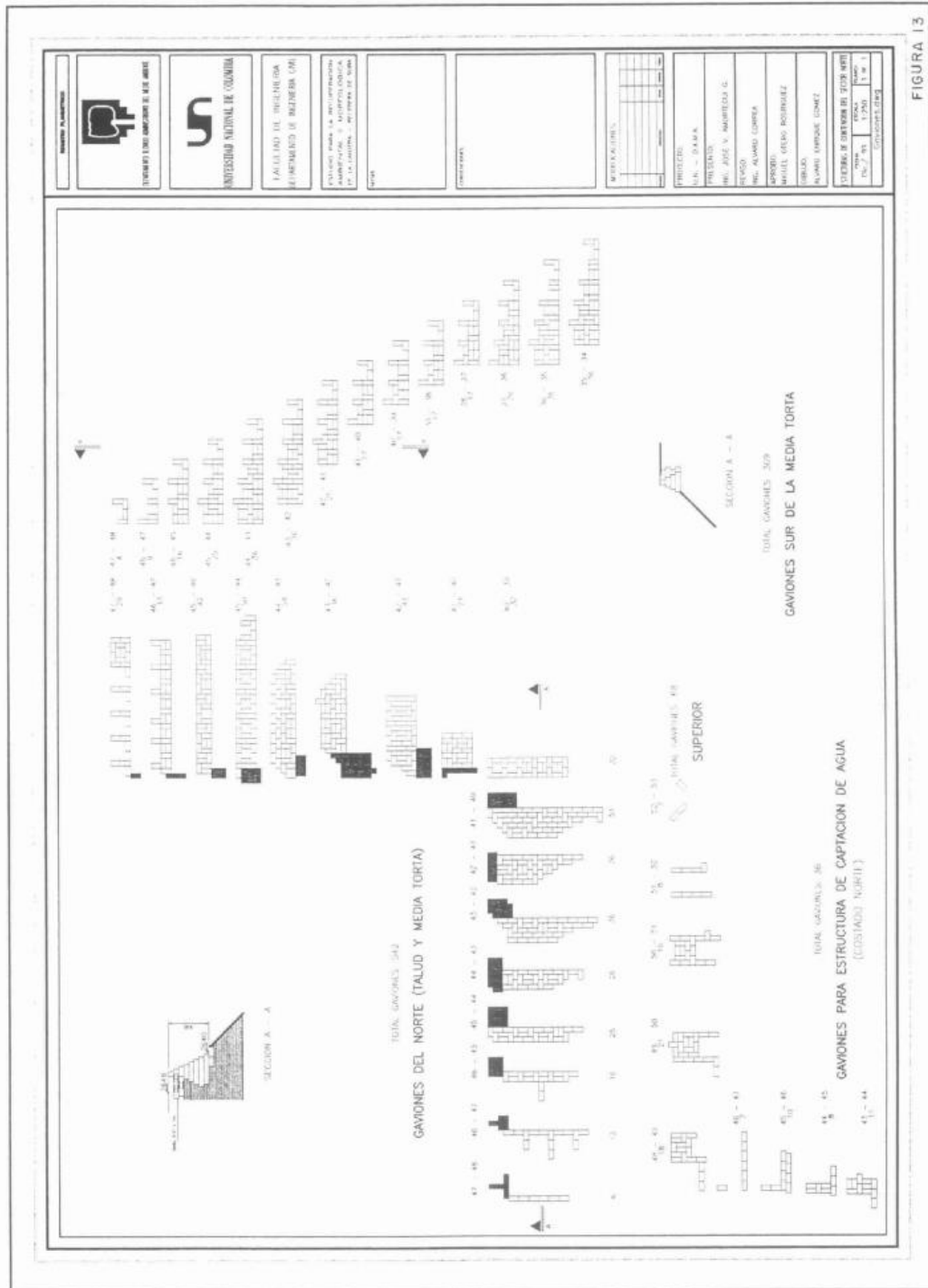


FIGURA 13



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:



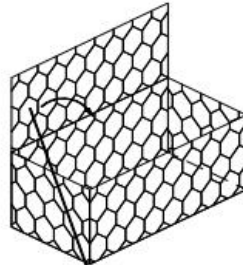
- La unión de las aristas debe de estar bien reforzada, por ello se alternan torsiones sencillas y dobles para asegurarla:



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

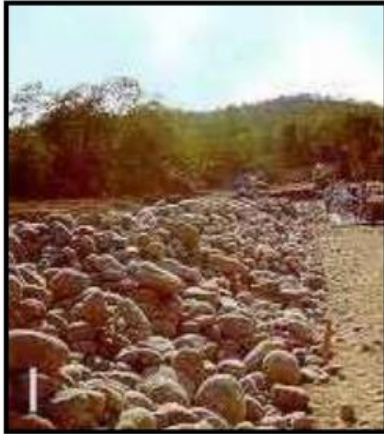


- Por razones técnicas y estéticas es muy importante tensar las canastas antes de rellenarlas, ya que así se comprueba si no existen deficiencias en la unión, se logra optimizar el relleno y se obtiene un mejor rendimiento en la aplicación:





- La piedra de relleno puede ser de canto rodado ó de explotación y debe cumplir los requerimientos dados en el numeral 4.2.3:



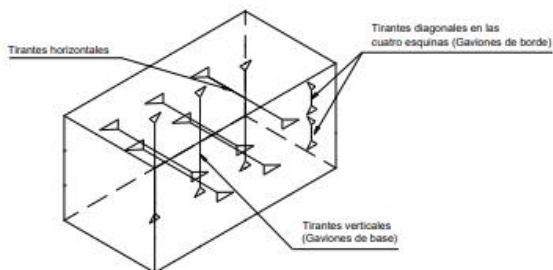
- El relleno debe ser compacto y con el mínimo de vacíos posibles:



- Al finalizar el relleno, una la tapa al cuerpo del gavión, colocando grapas cada 30 cms e hilvanando con la ayuda de unas tenazas y un gancho:



- Conforme se va relleno con la piedra, se colocan los tensores a 1/3 y a 2/3 de la altura del gavión, abarcando 2 escudarias de la malla en la unión:



- Terminado el primer nivel de gaviones repita el proceso, coloque el siguiente nivel y únalo firmemente con el de abajo para después grapar e hilvanar:

