



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

**EVALUACIÓN DEL MURO DE PROTECCIÓN DE GAVIONES PARA MEJORAR LA
DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL JR. MARCELINO GONZALES Y JR. ZORRILLOS,
EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE CURIMANA,
PROVINCIA DE PADRE ABAD, DEPARTAMENTO DE UCAYALI - 2024**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR

**GONZALES GRANDEZ, OSCAR ENRIQUE
ORCID:0000-0002-3367-8219**

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° 0174-110-2024 DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE TESIS

En la Ciudad de **Chimbote** Siendo las **23:19** horas del día **28** de **Junio** del **2024** y estando lo dispuesto en el Reglamento de Investigación (Versión Vigente) ULADECH-CATÓLICA en su Artículo 34º, los miembros del Jurado de Investigación de tesis de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, conformado por:

PISFIL REQUE HUGO NAZARENO Presidente
RETAMOZO FERNANDEZ SAUL WALTER Miembro
BARRETO RODRIGUEZ CARMEN ROSA Miembro
Mgtr. LEON DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL Asesor

Se reunieron para evaluar la sustentación del informe de tesis: **EVALUACIÓN DEL MURO DE PROTECCIÓN DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL JR. MARCELINO GONZALES Y JR. ZORRILLOS, EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE CURIMANA, PROVINCIA DE PADRE ABAD, DEPARTAMENTO DE UCAYALI - 2024**

Presentada Por :
(1803191035) **GONZALES GRANDEZ OSCAR ENRIQUE**

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

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

PISFIL REQUE HUGO NAZARENO
Presidente

RETAMOZO FERNANDEZ SAUL WALTER
Miembro

BARRETO RODRIGUEZ CARMEN ROSA
Miembro

Mgtr. LEON DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL
Asesor



CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

La responsable de la Unidad de Integridad Científica, ha monitorizado la evaluación de la originalidad de la tesis titulada: EVALUACIÓN DEL MURO DE PROTECCIÓN DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL JR. MARCELINO GONZALES Y JR. ZORRILLOS, EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE CURIMANA, PROVINCIA DE PADRE ABAD, DEPARTAMENTO DE UCAYALI - 2024 Del (de la) estudiante GONZALES GRANDEZ OSCAR ENRIQUE, 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, 10 de Julio del 2024



Mgtr. Roxana Torres Guzman
RESPONSABLE DE UNIDAD DE INTEGRIDAD CIENTÍFICA

Dedicatoria

Esta tesis se la dedico a mi Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerza para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mis hijos: Francis Abigail Gonzales Ferreyra
Oscar Enrique Gonzales Ferreyra, por el sacrificio de no tenerme a sus lados en los momentos más significativos.

Agradecimiento

Gracias a dios por permitir tener y disfrutar a mi familia, gracias a mi familia por apoyarme en cada decisión y proyecto, gracias a la vida porque cada día me demuestra lo hermosa que es la vida y lo justo que pueda llegar a ser, gracias a mi familia por permitirme cumplir con excelencia en el desarrollo de esta tesis. Gracias por creer en mí y gracias a dios por permitirme vivir y disfrutar de cada día.

No ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus aportes, a su amor, a su inmensa bondad y apoyo, lo complicado de lograr esta meta se ha notado menos. Les agradezco, y hago presente mi gran afecto hacia ustedes, mi hermosa familia.

Índice General

Carátula	I
Jurado	III
Dedicatoria	IV
Agradecimiento	V
Índice General	VI
Lista de tablas.....	IX
Lista de figuras	X
Resumen.....	XI
Abstracts.....	XII
I.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Descripción del problema.....	1
1.2. Formulación del problema	1
1.3. Justificación.....	2
1.4. Objetivo general y específico.....	2
1.4.1. Objetivo general.....	2
1.4.2. Objetivos específicos.....	2
II.MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes	4
2.1.1. Antecedentes internacionales	4
2.1.2. Antecedentes nacionales	5
2.1.3. Antecedentes Locales	6
2.2. Bases Teóricas	8
2.2.1. Defensas ribereñas.....	8
2.2.1.1. Defensas ribereñas continuas	8
2.2.1.2. Defensas ribereñas discontinuas	9
2.2.2. Tipos de defensas ribereñas.....	9

2.2.1.3. Geomanta	9
2.2.1.4. Hexápodos.....	9
2.2.1.5. Enrocados.....	10
2.2.1.6. Sistema erdox.....	10
2.2.1.7. Muro de gaviones.....	11
2.2.1.8. Tipos de Gaviones.....	12
a.Gavión tipo Caja.....	12
b.Gavión tipo saco.....	12
c.Gavión tipo colchón	13
d.Gaviones multicapas	14
e.Gaviones revestidos.....	14
2.2.3. Materiales Utilizados para un gavión.....	14
2.2.1.9. Mallas.....	14
a.Malla hexagonal	15
b.Malla eslabonada.....	15
c.Malla Electrosoldada.....	16
2.2.1.10. Alambre galvanizado	16
2.2.1.11. Relleno	17
2.2.1.12. Metodología de diseño	17
2.2.1.13. Diseño estructural de gaviones	17
2.2.1.14. Características de estructuras con gaviones	18
d.Principales características	18
2.2.4. Vulnerabilidad por exposición a la inundación	19
2.2.5. Socavación.....	19
2.3. Hipótesis.....	20
III.METODOLOGÍA.....	21
3.2. Población y muestra	22

3.3. Variables de definición y operacionalización	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	25
3.5. Método de análisis de datos	25
3.6. Aspectos éticos.....	26
IV.RESULTADOS	27
IV.DISCUSIÓN.....	32
V.CONCLUSIONES	33
VI.RECOMENDACIONES	34
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35
ANEXOS.....	39
Anexo 01. Matriz de consistencia.....	39
Anexo 02. Instrumento de recolección de información.....	41
Anexo 03. Validez del instrumento	44
Anexo 04: confiabilidad del instrumento.....	46
Anexo 05: formato de Consentimiento Informado.....	47
Anexo 06: Documento de aprobación de institución para la recolección de información	52
Anexo 07: Evidencia de ejecución	54

Lista de tablas

Tabla 1: Medidas nominales de los gaviones tipo saco	13
Tabla 2: Identificación de zonas vulnerables del muro de gaviones	27
Tabla 3: Evaluación del muro de gaviones del río Huallaga	28
Tabla 4: Mejora de la defensa ribereña	30

Lista de figuras

Figura 1: Defensa ribereña	8
Figura 2: Hexápodos	10
Figura 3: Elementos del sistema erdox	11
Figura 4: Gaviones	11
Figura 5: Gavión tipo Caja	12
Figura 6: Gavión tipo Saco.....	13
Figura 7: Gavión tipo colchón.....	14
Figura 8: Malla hexagonal.....	15
Figura 9: Malla eslabonada	16
Figura 10: Malla electrosoldada	16
Figura 11: Piedra de cantera.....	17
Figura 12: Diseño constructivo y estructural de varios detalles de gaviones	18
Figura 13: Proceso de socavación.	19

Resumen

En este proyecto de investigación se realizó la identificación y evaluación de el muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Huallaga en la margen derecha en el entre el Jr Marcelino Gonzales y Jr Zorrillos, donde para realizarlo se planteó la problemática ¿La evaluación de muro de protección de gaviones mejorará la defensa ribereña entre el Jr Marcelino Gonzales y Jr Zorrillos, en la margen derecha del río Huallaga, distrito de Curimana, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali - 2024? Y para solucionarlo propusimos como objetivo Realizar la evaluación del muro de gaviones entre el Jr Marcelino Gonzales y Jr Zorrillos, en la margen derecha del río Huallaga, distrito de Curimana, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali – 2024, la metodología que utilizo fue de nivel correlacional de tipo descriptiva de diseño no experimental donde la población fue la defensa ribereña del río Huallaga y su muestra el muro de gaviones entre el Jr Marcelino Gonzales y Jr Zorrillos, en la margen derecha del río Huallaga, además utilizaron como instrumentos de recolección de datos las fichas técnicas y un cuestionario, los resultados obtenidos se identificaron 5 puntos vulnerables a desbordes en el muro de gaviones como son mallas rotas, hundimiento e inicios de socavación, lo cual lleva a la conclusión que se necesita mejora.

Palabras clave: Defensas ribereñas, muro de gaviones, tipos de malla.

Abstracts

In this research project, the identification and evaluation of the gabion wall was carried out to improve the riverside defense of the Huallaga River on the right bank between the Jr Marcelino Gonzales and Jr Zorrillos, where to carry it out the **problem** was raised: The evaluation of Gabion protection wall will improve the riverine defense between Jr Marcelino Gonzales and Jr Zorrillos, on the right bank of the Huallaga River, Curimana district, Padre Abad province, Ucayali department - 2024? And to solve it, we proposed as an **objective**: Carry out the evaluation of the gabion wall between Jr Marcelino Gonzales and Jr Zorrillos, on the right bank of the Huallaga River, Curimana district, Padre Abad province, department of Ucayali – 2024, the **methodology** I used was correlational level of a descriptive type of non-experimental design where the population was the riparian defense of the Huallaga River and its sample was the gabion wall between Jr Marcelino Gonzales and Jr Zorrillos, on the right bank of the Huallaga River, they also used as collection instruments From the data sheets and a questionnaire, the **results** obtained identified 5 vulnerable points to overflows in the gabion wall such as broken meshes, subsidence and beginnings of scour, which leads to the **conclusion** that improvement is needed.

Keywords: River defenses, gabion wall, types of mesh.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.Descripción del problema

A nivel internacional Costa (1), señalo que a escala mundial, se refiere a las estrategias y acciones adoptadas para salvaguardar y conservar las áreas costeras y ribereñas del país en el marco de las relaciones internacionales; dado que Chile cuenta con una extensa costa en el Océano Pacífico, la protección de estas zonas es de suma importancia, las principales preocupaciones en cuanto a la defensa de las costas en Chile abarcan la erosión, la preservación de la diversidad biológica marina, la gestión sostenible de los recursos marinos y la prevención de la contaminación costera.

A nivel nacional El Centro de Operaciones de Emergencia Nacional (COEN) (2) señala que debido a las fuertes lluvias que se han dado en setiembre del 2022 hasta marzo del 2023 vienen causando daños a 12.200 personas 57 heridos y 71 fallecidos, además señalo que 21.682 viviendas quedaron afectadas y 3.173 inhabilitadas incluyendo las 58 aulas de colegios , donde las zonas más afectadas del país vienen siendo las ciudades de Tumbes, Lambayeque, La libertad y Piura donde Lambayeque sufrió el desborde del rio La leche el cual afecto a 1200 habitantes y el en Trujillo el desborde del rio Moche dejo 50 casas inundadas además de dañar el ganado y cultivos de los pobladores.

A nivel local según el Instituto Nacional de Defensa Civil informo que este año 2024 a causa de fuertes lluvias en el departamento de Ucayali ocasionando aumento de caudal en quebradas y ríos además de ocasionar el desborde del rio en el distrito de Campo Verde afecto a 217 personas y 85 viviendas además de ocasionar daños a carreteras

1.2.Formulación del problema

¿La evaluación de muro de protección de gaviones mejorará la defensa ribereña entre el Jr Marcelino Gonzales y Jr Zorrillos, en la margen derecha del río Huallaga, distrito de Curimana, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali - 2024?

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación teórica

“La justificación teórica se refiere a todos aquellos conceptos, nociones o categorías que van a oficiar como referencia para tu investigación”(3). La presente investigación se realiza con el fin de aportar conocimiento sobre los instrumentos de recolección de datos para evaluar las defensas ribereñas donde quedara evidenciado el aporte al conocimiento según los resultados que se obtendrán.

1.3.2. Justificación práctica

“Se hace cuando el propósito del estudio es generar reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados, hacer epistemología del conocimiento existente o cuando se busca mostrar las soluciones de un modelo”(4)

1.3.3. Justificación metodológica

“Se hace cuando el propósito del estudio es generar reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados, hacer epistemología del conocimiento existente o cuando se busca mostrar las soluciones de un modelo” (5)

1.4. Objetivo general y específico

1.4.1. Objetivo general

Realizar la evaluación del muro de gaviones entre el Jr Marcelino Gonzales y Jr Zorrillos, en la margen derecha del río Huallaga, distrito de Curimana, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali – 2024

1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar las zonas vulnerables del muro de gaviones entre el Jr Marcelino Gonzales y Jr Zorrillos, en la margen derecha del río Huallaga, distrito de Curimana, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali - 2024
- Evaluar el muro de gaviones entre el Jr Marcelino Gonzales y Jr Zorrillos, en la margen derecha del río Huallaga, distrito de

Curimana, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali –
2024

- Determinar la mejora de la defensa ribereña entre el Jr Marcelino Gonzales y Jr Zorrillos, en la margen derecha del río Huallaga, distrito de Curimana, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali - 2024

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Tibanta (6) en su Tesis “Diseño de Diques de Gaviones para el Control de la Erosión en ríos de montaña - 2012” presento como **Objetivo:** establecimiento de los criterios para permitir un diseño eficiente como adecuado con consideración aspectos principales y relevantes para las construcciones, **Metodología** Hacer uso de los manuales actuales para el diseño riguroso de los gaviones como estructura, **Conclusión:** Se proyecta el mejoramiento de las condiciones de vida actuales de la población con la construcción de gaviones como muro de protección contra las inundaciones.

Machaca et al. (7) en su proyecto titulado “Estudio hidrológico e hidráulico para el diseño en obras de protección contra inundaciones en proximidades del puente Bating en la provincia de Caranavi – Bolivia – 2023”. Tuvo como **objetivo** realizar el estudio hidrológico e hidráulico en las proximidades del puente Bating del municipio de Caranavi, la metodología que uso fue del tipo cualitativo, cuantitativo porque se basa en la observación para recopilar datos no numéricos y numéricos, a su vez es no experimental porque estudia los factores relacionados, donde **concluye** en que la cuenca del río Yara tiene obstrucción de canales, deforestación, escorrentía variable, erosión de los suelos y bordes del río; tras recopilar los datos de la cuenca del río Yara se pudo construir tormentas de diseño con una precisión mucho más amplia.

Cárdenas (8) en su Tesis “Estudios y diseños de las obras de protección de orillas en la margen izquierda del río Cauca en el sector Candelaria en el distrito de Riego Roldanillo – La Unión – Toro – 2010 ”, tuvo como **Objetivo** el Diseño y selección de las obras de protección de la margen

izquierda del río Cauca cuyos aspectos económicos, ambientales y técnicos sean las mejores. **Metodología** Constituido por un procedimiento implementado desde la búsqueda como recopilación de documentos e informaciones hasta poder desarrollar cada componente del proyecto, **Conclusión:** de acuerdo a los objetivos se ha seleccionado una protección de riberas con cortinas a base de pilotes de concreto adicionado con geotubos considerada la mejor opción ventajosa.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Cruz (9) en su tesis titulada “Evaluación de los diques para mejorar las defensas ribereñas en la margen izquierda del río Piura entre los puentes Andrés Avelino Cáceres y Sánchez cerro, provincia de Piura, departamento de Piura – 2023” presentó como **objetivo** el evaluar el estado actual de los diques de las defensas ribereñas en la margen izquierda del río Piura entre los puentes Andrés Avelino Cáceres y Sánchez Cerro, provincia de Piura, departamento de Piura - 2023 y obtener un diagnóstico detallado del estado actual, identificando posibles vulnerabilidades, riesgos y oportunidades de mejora, con el propósito de fortalecer la resiliencia de las comunidades ribereñas, proteger la infraestructura clave y preservar el equilibrio ambiental en la región donde su **metodología** utilizada fue de tipo aplicada de nivel descriptivo de diseño no experimental, **concluyendo** que las intervenciones propuestas, mejorarán el fortalecimiento de las infraestructuras existentes y se reducirán los riesgos asociados a posibles eventos hidrometeorológicos, además se identificaron las áreas de mejora significativas, proponiendo soluciones técnicas y se propuso la coordinación con autoridades locales.

Rondan (10) en su tesis titulada “Evaluación y mejoramiento de la defensa ribereña del río Santa margen derecha sector Santa Gertrudis, entre las progresivas 173+000 km al 175+000 km de la carretera Pativilca – Huaraz, distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Áncash – 2021” propuso como **Objetivo** el desarrollar la evaluación y

mejoramiento de la defensa ribereña del río Santa margen derecha sector Santa Gertrudis entre las progresivas 173+000 km al 175+000 km de la carretera Pativilca - Huaraz, distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, para mejorar la protección de la población, de los terrenos agrícolas y estructuras existentes, para lo cual la **metodología** que utilizó es de tipo descriptiva y no experimental donde las técnicas de recolección de datos fueron las encuestas, la observación no experimental y los instrumentos que se utilizaron fueron las fichas de campo, en su tesis se llegó a la **conclusión** que las estructuras de defensa ribereña se encontraban deteriorados e incompletos, por lo que el estudio realizado se derivó importantes aportes en el mantenimiento y rehabilitación de la defensa ribereña del sector Santa Gertrudis.

Pérez (11) en su tesis “Evaluación del diseño hidráulico y estructural de las defensas ribereñas en la margen izquierda del puente comuneros - 2022” tuvo como **objetivo** él definir la mejor alternativa para elaborar una defensa ribereña, donde se analizaron tres tipos de diseños: enrocados, gaviones y muros de gravedad. En la cual siguió una **metodología** de tipo cualitativo de nivel descriptivo y de diseño no experimental, **concluyó** que la mejor alternativa de diseño de defensa ribereña es el muro de gravedad por cumplir con la estabilidad hidráulica y estructural, permitiendo proteger las zonas agrícolas aledañas ubicadas en el margen izquierdo del río Mantaro.

2.1.3. Antecedentes Locales

Inocente (12) en su tesis para optar su título profesional titulado “Simulación y análisis hidráulico para el diseño, de la defensa ribereña de 2 km. De longitud, del río Aguaytia en el frontis del distrito de Curimana; Ucayali; Perú – 2015” Propusieron como **objetivo general** el determinar y comportamiento hidráulico de inundación del río Aguaytia, mediante la simulación y el análisis hidráulico, para precisar la ubicación y el diseño adecuado de la defensa ribereña., utilizaron una **metodología** de tipo cuantitativo de nivel descriptivo, explicativa y aplicativo donde

como población tuvieron al área de influencia directa e indirecta, en la franja más susceptible a inundaciones del río Aguaytia y su muestra fue no probabilístico donde se consideró zonas vulnerables a inundaciones, donde se **concluyó** que el índice de compacidad de $K = 4.91$ que es una micro cuenca alargada y un factor de forma de $F=0.13$ además se determinó el caudal de diseño.

Ayosa (13) en su tesis “Propuesta de defensa ribereña para evitar inundaciones en el centro poblado Unión, distrito de padre Abad, región Ucayali – 2023” donde propuso como **objetivo** el proponer las defensas ribereñas para evitar las inundaciones en el centro poblado Unión en el distrito de Padre Abad, región Ucayali, utilizó una **metodología** de tipo cuantitativo de nivel descriptivo – explicativo de diseño no experimental, donde utilizó como población al río Chonta y como muestra un tramo de 5.5 km de longitud del río Chonta, donde como conclusión se realizó un levantamiento topográfico con drones además de analizar datos históricos de precipitaciones en los últimos 40 años además de diseñar las defensas ribereñas para un periodo de retorno de 140 años.

Leyva (14) en su tesis de para obtener su título profesional titulada “Evaluación y diseño de la defensa con el uso de gaviones en ambos lados de la quebrada Campo Plata, distrito de Raymondí, provincia de Atalaya, región de Ucayali – 2023” presento como **problemática** ¿La evaluación y diseño con el uso de gaviones mejora la defensa en ambos lados de la quebrada Campo Plata del distrito de Raymondí, provincia de Atalaya, región de Ucayali – 2023? Y para responder a la problemática planteo el siguiente objetivo Evaluar y diseñar con el uso de gaviones, la defensa ribereña en ambos lados de la quebrada campo plata, distrito de Raymondí, provincia de Atalaya, región Ucayali – 2023, la metodología utilizada fue de tipo correlacional descriptivo, nivel cualitativo y cuantitativo, y de diseño no experimental de corte transversal, donde

importante una buena cimentación por las profundidades de erosión que alcanza el río en épocas de fuertes lluvias .

2.2.1.2. Defensas ribereñas discontinuas

“Las defensas ribereñas discontinuas, son aquellas estructuras transversales a la orilla del río, las cuales son típicamente el sistema de espigones”(16).

Se elegirá el sistema a usar dependiendo como se encuentre el terreno y el río además de cuál será la zona a proteger sus objetivos los riesgos a desastres y el material encontrado en la zona.

2.2.2. Tipos de defensas ribereñas

2.2.1.3. 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” (17)

2.2.1.4. Hexápodos

Estos juegan un rol importante en los ecosistemas de las defensas ribereñas. Su presencia y actividades pueden tener impactos importantes en la estructura y función de estos como por ejemplo mejorar del suelo y la vegetación.

Figura 2: Hexápodos



Fuente: Hexápodos – conocer 2023

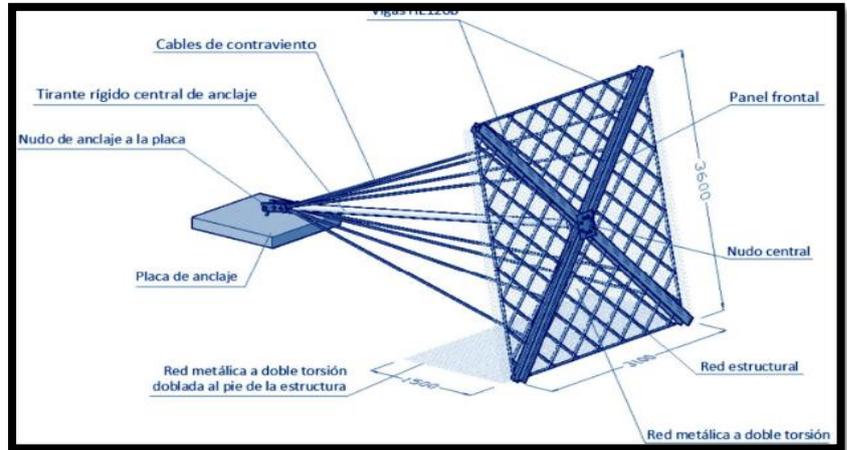
2.2.1.5. Enrocados

Estos se utilizan comúnmente en las defensas ribereñas para proteger las orillas de los ríos, lagos y costas del impacto de las olas y la corriente además que proviene la erosión, esto consiste en la colocación de grandes piedras o bloques de madera estratégicamente

2.2.1.6. Sistema erdox

Este tipo de defensa ribereña cuenta como un muro de contención con un anclaje único, se elabora sobre una estructura de metal con forma de pirámide teniendo como ventaja una rápida instalación, es liviano además de ofrecer una buena estabilidad, las dos estructuras metálicas se unen a un tirante rígido por un nudo esférico además los bordes se conectan a 8 cables de contraviento, luego se completa el sistema instalando una red de acero (17)

Figura 3: Elementos del sistema erdox



Fuente: Defensas ribereñas – (Villalobos – 2018)

2.2.1.7. Muro de gaviones

Son estructuras de malla metálica galvanizada que son utilizadas comúnmente para la estabilización de riberas y control de erosión en ríos

“Esta estructura tiene la particularidad de poseer una gran resistencia, que trabaja como un todo en forma monolítica y con una alta flexibilidad, impidiendo la acumulación de tensiones por presión hidrostática. Es decir, que al ser permeable y permitir que atraviese el agua además alivia las tensiones que se acumulan detrás de los muros”(16).

Figura 4: Gaviones



Fuente: Diseño y Construcción de Defensas Ribereñas – 1998

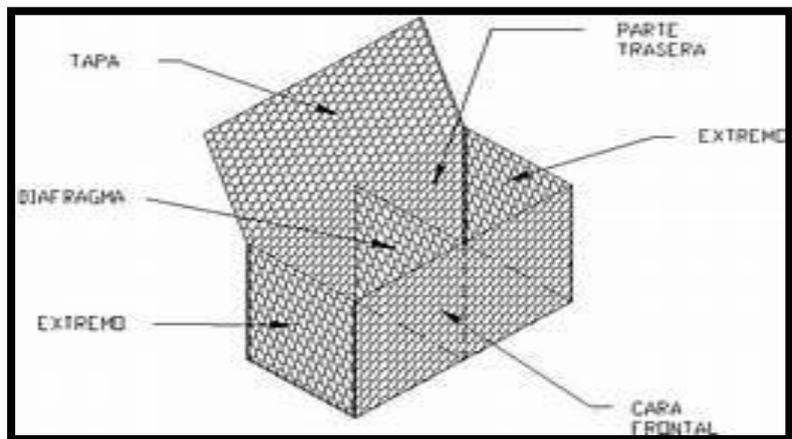
2.2.1.8. Tipos de Gaviones

a. Gavión tipo Caja

Estos son los gaviones más utilizados de forma prismática rectangular utilizado para estabilización de taludes y protección de riberas contra erosión.

Este tipo de gaviones se conforman por malla de acero inoxidable galvanizado el cual es amarrado con alambre a los extremos y vértices, este tipo de gavión es relleno con rocas de canto rodado las cuales son de diámetros mayores a los hexagonales de la malla respetando también su peso, estas son mayormente utilizados para la geotecnia y la hidráulica sus medidas comprenden entre 0.50 m a 1 m (18).

Figura 5: Gavión tipo Caja



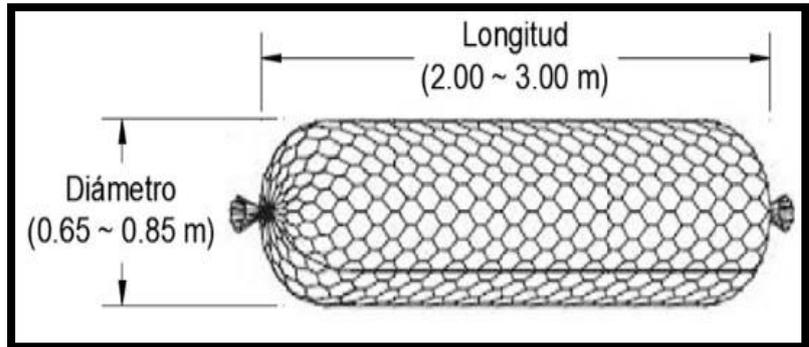
Fuente: Comercio Industrial del Sur - 2020

b. Gavión tipo saco

Son gaviones de forma cilíndrica que se utilizan para proteger pilares de puentes o otras estructuras cercanas a las riberas, estos tipos de gaviones se seleccionan según las especificaciones del sitio como la velocidad del flujo del agua, la erosión esperada y el tipo de terreno circundante, para proporcionar una solución efectiva y duradera para la protección de riberas.

“son contenedores cilíndricos de malla hexagonal tejida a doble torsión, conformados por un único paño de malla, los cuales son llenados con piedras de dureza, peso y tamaño apropiado, que se colocan en obra permitiendo obtener una estructura flexible y permeable” (19)

Figura 6: Gavión tipo Saco



Fuente: Corporación Industrial Andina

Tabla 1: Medidas nominales de los gaviones tipo saco

Largo (m)	Diámetro (m)	Volumen (m ³)
2,00	0,65	0,70
3,00	0,65	1,00
4,00	0,65	1,30
5,00	0,65	1,70

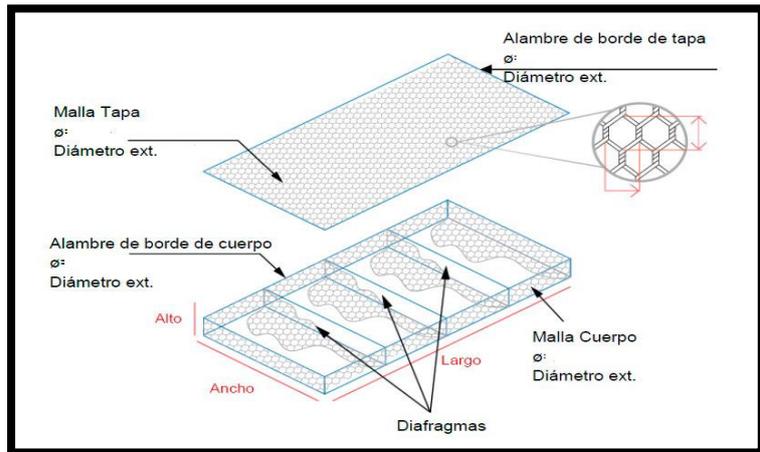
Fuente: NTP 241-125-2021

c. Gavión tipo colchón

Estos son gaviones de forma plana y flexibles utilizados especialmente para la protección de fondos de cause y control de socavación

“Se llaman Gaviones tipo Colchón a aquellos cuya altura fluctúa entre 0.17m – 0.30m, son unidades rectangulares de malla tejida rellena de piedra que forman elementos flexibles y permeables para construir una gran gama de estructuras”(20).

Figura 7: Gavión tipo colchón



Fuente: Comercio Industrial del Sur – 2020

d. Gaviones multicapas

Son estructuras compuestas por múltiples capas de gaviones superpuestas verticalmente, utilizadas para aumentar la resistencia y estabilidad de las obras de protección en ríos.

e. Gaviones revestidos

Son gaviones recubiertos con geotextiles o materiales adicionales para mejorar su resistencia a la erosión y filtración de suelos

2.2.3. Materiales Utilizados para un gavión

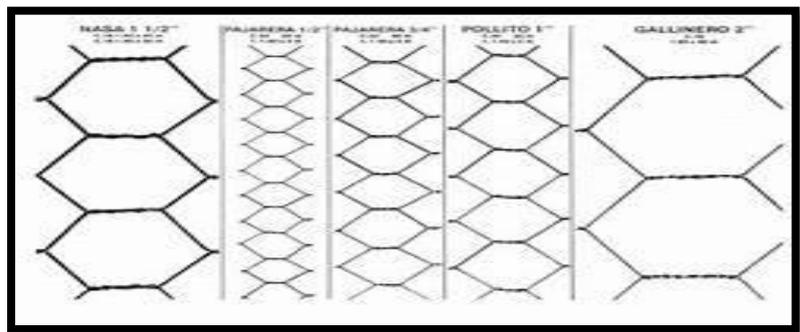
2.2.1.9. Mallas

Se utilizan diferentes tipos de mallas para elaborar gaviones, donde estas varían dependiendo de lo que se requiera en las obras elaboradas.

a. Malla hexagonal

Según Bolívar (21) Esta malla es de triple torsión soporta esfuerzos en diferentes sentidos sin romperse lo cual es gracias a su flexibilidad en los movimientos que soporta y por si se llega a romper esta no se deshilara por lo cual es mayormente usada en proyectos de defensas ribereñas y en carreteras.

Figura 8:Malla hexagonal



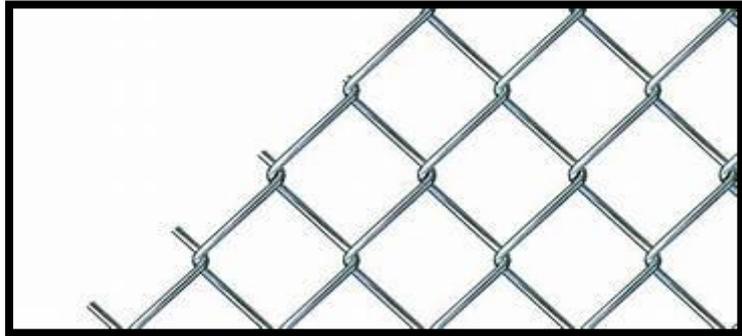
Fuente: Hwellesa – 2024

b. Malla eslabonada

En este tipo de mallas no hay una unión rígida en los alambres que los unen lo cual le da mayor flexibilidad por la circulación de los alambres.

“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” (21).

Figura 9: Malla eslabonada

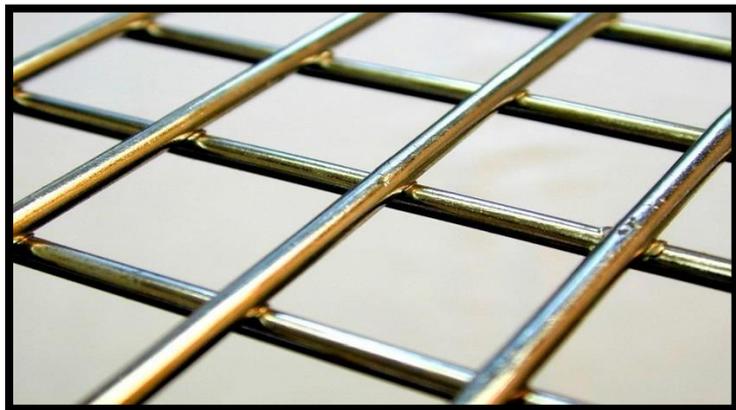


Fuente: Aceros metales y mallas LTDA – 2024

c. Malla Electrosoldada

Esta malla se caracteriza por ser la más rígida la cual está realizada en cuadrículas con las mismas medidas, esta depende de su soldadura y su control de temperatura ya que los alambres suelen ser frágiles y quebradizos por los la soldadura colocada en cada punto de unión (21).

Figura 10: Malla electrosoldada



Fuente: Inomet Perú

2.2.1.10. Alambre galvanizado

En la elaboración de gaviones se suelen utilizar diferentes dimensiones debido a que alambre fue usado en la formación de la malla.

El alambre para ser galvanizado pasa por unas etapas como tratamiento térmico para luego ser bañado por zinc para protegerlo de la corrosión (21).

2.2.1.11. Relleno

El relleno para la elaboración del gavión con el tiempo ha ido cambiando ya que se utilizaba tierra y neumáticos y actualmente este es relleno con piedras de canto rodado o cantera, la granulometría del material de relleno debe ser mayor de 10 cm, las rocas utilizadas deben tener resistencia a la compresión mayor a 250 veces su nivel de esfuerzo

Figura 11: Piedra de cantera



Fuente: Hortícola Pedralbes

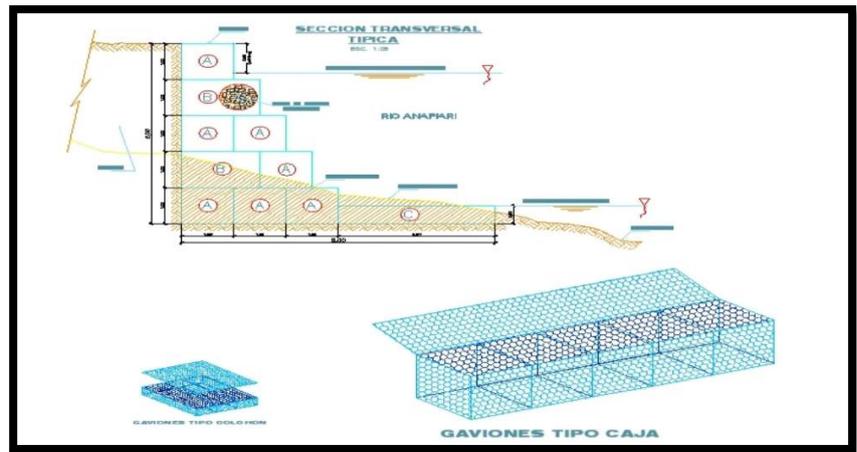
2.2.1.12. Metodología de diseño

Son diseñados considerándolos como muros de gravedad, para que el peso propio de los gaviones resista el empuje generado por el suelo. Los empujes se calculan considerando la geotecnia aplicando un factor de seguridad.

2.2.1.13. Diseño estructural de gaviones

Piñar (22), Se describen los Proyecto de construcción de un muro de gaviones de 960 m³" (Proyecto final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción, 2008, la inclinación de las paredes y la elección de las mallas metálicas, asegurando la estabilidad y la efectividad de la estructura.

Figura 12: Diseño constructivo y estructural de varios detalles de gaviones



Fuente: Bibliocad

2.2.1.14. Características de estructuras con gaviones

Bolívar (9) nos dice que los gaviones son muy importantes en proyectos que tienen que soportar grandes empujes de suelos.

d. Principales características

- Estructuración armada: Soporta distintos tipos de solicitación
- Flexible: tiene la capacidad de soportar solicitaciones imprevisibles
- Resistentes: las mallas que lo conforman son muy flexibles y resistentes y soportan las fuerzas que las genera el desplazamiento del suelo o el empuje del agua.
- Drenaje: ya que son mallas son muy permeables lo que impide la presión del agua
- Economía: no se necesita mano de obra calificada ya que es de fácil instalación
- Resistente a la corrosión: se debe al material por la que está compuesta la malla que se utiliza en los gaviones

- Resistente al impacto: se debe a que el relleno utilizado es roca lo cual es muy resistente a los impactos

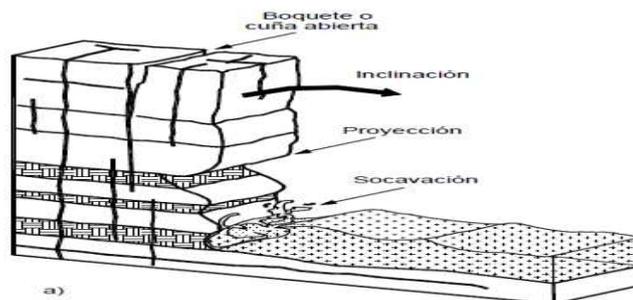
2.2.4. Vulnerabilidad por exposición a la inundación

Según el Instituto Nacional de Defensa Civil (9) define a la vulnerabilidad como el grado de exposición y/o debilidad de ciertos elementos con respecto a un peligro inminente de carácter natural o provocado por el hombre, bajo cierta magnitud dada. Se mide bajo términos de probabilidad en una escala de 0 a 100. Definimos entonces que la vulnerabilidad es una condición previa que hace su manifiesto durante el evento de desastre, el cual es efecto de la carencia de prevención y mitigación por lo que debió haberse identificado y caracterizado con anterioridad.

2.2.5. Socavación.

Hace referencia al proceso mediante el cual se erosionan y se desplazan los materiales del lecho o de las márgenes de un cauce de río debido a la acción de las corrientes del mismo. Este fenómeno, crítico en la ingeniería civil y fluvial, puede comprometer la estabilidad de estructuras cercanas como puentes, diques y protecciones ribereñas; por lo tanto, es un factor clave a considerar en el diseño y mantenimiento de estas infraestructuras.

Figura 13: Proceso de socavación.



Fuente: Deslizamientos: Análisis Geotécnico.

2.3.Hipótesis

La presente investigación no requiere hipótesis por ser descriptiva

III. METODOLOGÍA

3.1.1. Nivel de la investigación

Según Supo (23) “La clasificación de los estudios en niveles surge por la necesidad de entender mejor los momentos por los que, atraviesa el desarrollo de una línea de investigación”.

El nivel de la investigación fue correlacional, porque existe relación en las variables de estudio.

3.1.2. Tipo de la investigación

“Los tipos de investigación se clasifican en función de su propósito, del nivel de profundidad con el que se estudia un fenómeno, el tipo de datos empleados, el tiempo que tome estudiar el problema.”(24)

El tipo de la investigación a sido de tipo descriptiva.

3.1.3. Diseño de la investigación

“El diseño es una guía sobre cómo llevar a cabo la investigación utilizando una metodología particular”(25)

El diseño de la investigación fue no experimental ya que no se manipularon los datos de estudio.

El esquema del diseño de la investigación es el siguiente:



- M₁: Defensa ribereña del río Huallaga
- X₁: Evaluación del muro de gaviones entre el Jr Marcelino Gonzales y Jr Zorrillos, en la margen derecha del río Huallaga
- O₁: Resultados.
- Y₁: Mejora de la defensa ribereña

3.2.Población y muestra

3.2.1. Población

La población de este proyecto fue la defensa ribereña del río Huallaga

3.2.2. Muestra

Este proyecto tuvo como muestra el muro de gaviones entre el Jr Marcelino Gonzales y Jr Zorrillos, en la margen derecha del río Huallaga

3.3. Variables de definición y operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERATIVA	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	CATEGORÍAS O VALORACIÓN
Evaluación de muro de gaviones	Mediante aplicación de estudio topográfico, métodos hidrometeorológicos, teoría de hidráulica de ríos y gaviones	Zonas vulnerables	Vulnerabilidad por exposición a la inundación	Nominal	Categorías
		Evaluación del muro de gaviones	Tipo de gavión	Descriptivo	Gavión tipo caja Gavión tipo saco Gavión tipo colchón
			Tipo de malla	Descriptivo	Hexagonales Electrosoldadas Eslabonadas
			Rotura de malla	Descriptivo	Si, No
			Tipo de relleno	Descriptivo	Material de cantera o canto rodado
			Granulometría del material	Descriptivo	Cumple o no cumple
			Volteo	Descriptivo	Si, No
			Dimensiones del muro	Descriptivo	Cumple o no cumple

			Desplome	Descriptivo	Si, No
			Recubrimiento	Descriptivo	Si, No
			Vegetación o residuos solidos	Descriptivo	Si, No
Mejora de la defensa riberaña	Valoración del deterioro de infraestructuras y producción agrícola, de acuerdo a las teorías de estimación.	Social	Mejora de la defensa riberaña	Nominal	Si, No

Fuente: Elaboración Propia - 2024

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

Se aplicó la técnica de observación directa ya que esta nos permitió recoger datos exactos que se estimaron para la evaluación y mejora de la defensa ribereña del río Huallaga entre el Jr Marcelino Gonzales y Jr Zorrillos, en la margen derecha del río.

3.4.2. Instrumento de recolección de datos

a. Fichas técnicas

Formato donde se detalló los datos que se recopilaron en el estudio para determinar el estado de vulnerabilidad del muro de gaviones.

b. Cuestionario

Es un instrumento con el cual se realizó unas preguntas que nos ayudaron a determinar la efectividad de las propuestas de mejora que se realizaron después de la evaluación del muro de gaviones del río Huallaga

3.5. Método de análisis de datos

El análisis de los datos se realizó haciendo uso de las fichas y los instrumentos de recolección de datos y así se determinó el estado actual del muro de gaviones en la margen derecha del río Huallaga entre el Jr Marcelino Gonzales y Jr Zorrillos

3.6.Aspectos éticos

De acuerdo con la Universidad los Ángeles de Chimbote (ULADECH) (26) los aspectos éticos se basan en

- a. **Respeto y protección de los derechos de los intervinientes:** En este proyecto de tesis se cuidó y preservó el bienestar, seguridad y la dignidad de los pobladores que participaron.
- b. **Cuidado del medio ambiente:** En el proyecto se respetó el entorno natural y la biodiversidad de flora y fauna del lugar a evaluarse.
- c. **Libre participación por propia voluntad:** se informó a los participantes de que se trató la investigación donde ellos decidieron si participan o no en dicha investigación.
- d. **Beneficencia y no maleficencia:** con este proyecto se buscó beneficiar a la población del distrito de Curimana ante una posible vulnerabilidad como puede ser un desborde el cual provoque una inundación, en lo cual se aplicará la no maleficencia brindó información y capacitando a la población de dicha investigación.
- e. **Integridad y honestidad:** en esta tesis se presentaron los resultados con objetividad y transparencia, lo cual nos permitió realizar la evaluación correctamente y presentar resultados claros y eficaces de tal manera se realizó la propuesta de mejora de la defensa ribereña
- f. **Justicia:** se ejerció un juicio razonable además se brindará un trato equitativo a los intervinientes.

IV. RESULTADOS

4.1. Primer Resultado: Respondiendo nuestro primer objetivo específico: Identificar las zonas vulnerables del muro de gaviones entre el Jr Marcelino Gonzales y Jr Zorrillos, en la margen derecha del río Huallaga, distrito de Curimana, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali – 2024.

Tabla 2: Identificación de zonas vulnerables del muro de gaviones

Ficha N° 01: Identificación de Zonas Vulnerables			
Título:	EVALUACIÓN DEL MURO DE PROTECCION DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL JR. MARCELINO GONZALES Y JR ZORRILLOS, EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE CURIMANA, PROVINCIA DE PADRE ABAD, DEPARTAMENTO DE UCAYALI – 2024		
Autor:	Oscar Enrique Gonzales Grandez	Fecha:	11 de Mayo del 2024
Item	Progresivas	Descripción	
1	0+020 hasta 0+050	se observó que la malla del segundo nivel del muro de gaviones presentaban roturas además de estar	
2	0+100 hasta 0+130	se evidenció inicios de socavación	
3	0+150 hasta 0+160	se encontró roturas de mallas en el primer nivel del muro de gaviones	
4	0+200 hasta 0+250	se encontraron acumulacion de escombros al pie del muro de gaviones	
5	0+280	se observó un leve hundimiento	

Fuente: Elaboración Propia – 2024

Interpretación: En la identificación de zonas vulnerables del río Huallaga en la margen derecha se encontró 5 puntos vulnerables a sufrir desbordes de río, como se puede observar en la tabla en las progresivas 0+020 hasta 0+050 presento roturas de malla en el segundo nivel del muro de gaviones lo cual esta haciendo que pierda material, en el tramo 0+100 hasta 0+130 hay inicios de socavación, en las progresivas 0+150 hasta 0+160 hay roturas de malla en el primer nivel del muro de gaviones, 0+200 hasta 0+250 se observó acumulación de escombros al pie del muro de gaviones y por último en la progresiva 0+280 se observó un leve hundimiento.

4.2.Segundo Resultado: En respuesta a el tercer objetivo: Evaluar el muro de gaviones entre el Jr Marcelino Gonzales y Jr Zorrillos, en la margen derecha del río Huallaga, distrito de Curimana, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali – 2024

Tabla 3: Evaluación del muro de gaviones del rio Huallaga

Ficha N° 2: Evaluacion del Muro de Gaviones			
Título:	EVALUACIÓN DEL MURO DE PROTECCION DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL JR. MARCELINO GONZALES Y JR ZORRILLOS, EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE CURIMANA, PROVINCIA DE PADRE ABAD, DEPARTAMENTO DE UCAYALI – 2024		
Autor	Oscar Enrique Gonzales Grandez	Fecha:	11 de mayo del 2024
Item	Indicadores	Evaluación	
1	Tipo de Gavión	El gavion utilizado en este muro de gaviones es de tipo caja	
2	Tipo de mallas	Las mallas que se utilizaron son hexagonales	
3	Rotura de malla	Se encontro roturas de malla en las progresivas 0+020 hasta 0+050 en el segundo nivel del muro de gaviones y en las progresivas 0+150 hasta 0+160 en el primer nivel del muro de gaviones	
4	Tipo de Relleno	El tipo de relleno utilizado fue de cantera	
5	Granulometria del material	La granulometría del material es la adecuada ya que no se sale por las aberturas de las mallas	
6	Volteo	No se evidencio volteo de algun gavión	
7	socavacion	Se evidencio inicios de socavacion en el tramo 0+100 hasta 0+130	
8	Desplome	No se evidencio desplome	
9	Recubrimiento	El recubrimiento es de PVC	
10	Vegetación y basura	No se evidencio vegetacion pero si basura en la parte interios de los gaviones	

Fuente: Elaboración propia 2024

Interpretación: al realizar la evaluación en la margen derecha del muro de gaviones se encontró que el tipo de gavión utilizado fue de tipo caja de mallas hexagonales las cuales fueron rellenas con piedra de cantera, la granulometría del material es la adecuada ya que no se sale por las aberturas de las mallas además se encontró roturas de mallas en las progresivas 0+020 hasta 0+050 en el segundo nivel del muro de gaviones y en las progresivas 0+150 hasta 0+160 en el primer nivel del muro de gaviones, se evidencio inicios de socavación en el tramo 0+100 hasta 0+130 y no se evidencio vegetación pero si basura en la parte interior de los gaviones

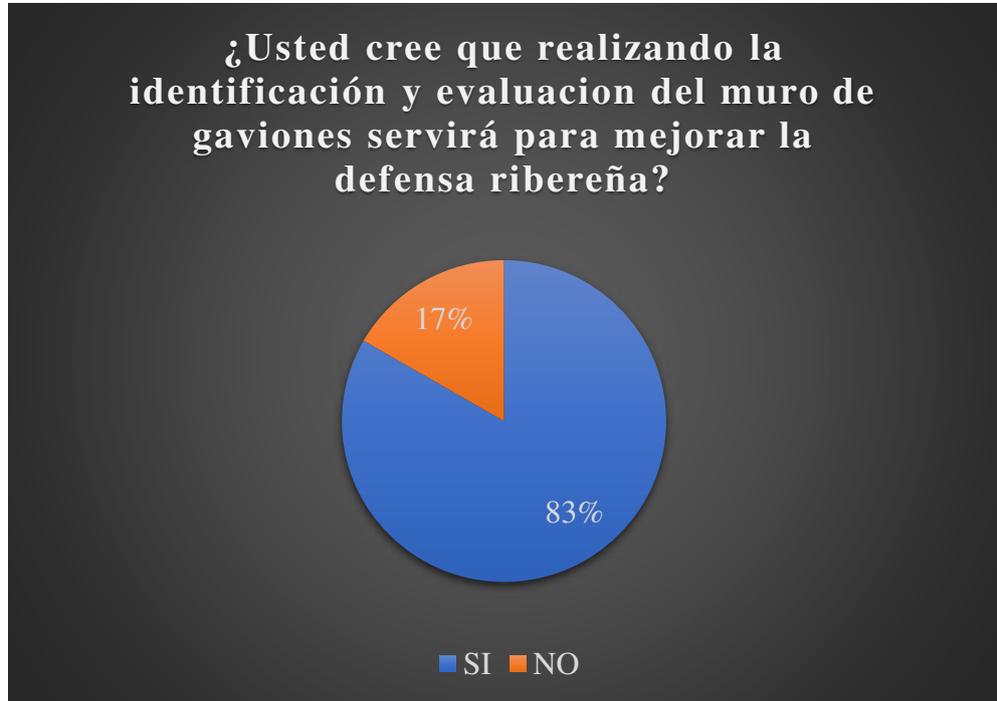
4.3.Tercer resultado: Respondiendo a mi primer objetivo específico: Determinar la mejora de la defensa ribereña entre el Jr Marcelino Gonzales y Jr Zorrillos, en la margen derecha del río Huallaga, distrito de Curimana, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali – 2024

Tabla 4: Mejora de la defensa ribereña

Ficha N° 3: Mejora de la defensa ribereña		Fecha:	May-24
Título:	EVALUACIÓN DEL MURO DE PROTECCION DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL JR. MARCELINO GONZALES Y JR ZORRILLOS, EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE CURIMANA, PROVINCIA DE PADRE ABAD, DEPARTAMENTO DE UCAYALI – 2024		
Autor	Oscar Enrique Gonzales Grandez		
¿Usted cree que realizando la identificación y evaluacion del muro de gaviones servirá para mejorar la defensa ribereña?			
Item	Participantes	Si	No
1	Raquel Gonzales Prado	x	
2	Juan Ayosa Rodriguez	x	
3	Cesar Cabello Alcalá	x	
4	Martha Gonzales Ruiz	x	
5	Roxana Guerra Cuentas		x
6	Valeria Alvarez Ruben		x
7	Eduard Rojas Yarleque	x	
8	Ignacio Muñoz Zavaleta	x	
9	Fernanda Talaberano Gonzales	x	
10	Alexandra Perez Valera	x	
11	Luis Sanchez Ayosa	x	
12	Gregorio Flores Perez	x	

Fuente: Elaboración Propia – 2024

Gráfico 1: ¿Usted cree que realizando la identificación y evaluación del muro de gaviones servirá para mejorar la defensa ribereña?



Fuente: Elaboración Propia – 2024

Interpretación: según las encuestas realizadas el 83% de los encuestados si creen que realizando la identificación y evaluación del muro de gaviones mejorará la defensa ribereña y un 17% se muestran incrédulos ante posible mejora

IV. DISCUSIÓN

1. Cruz (9) en su tesis en su tesis titulada “Evaluación de los diques para mejorar las defensas ribereñas en la margen izquierda del río Piura entre los puentes Andrés Avelino Cáceres y Sánchez cerro, provincia de Piura, departamento de Piura – 2023” realizo la identificación de las posibles zonas vulnerables donde no encontró zonas con posibles desbordes mientras por nuestro lado se encontraron 5 puntos vulnerables a sufrir desbordes de rio, como se puede observar en la tabla en las progresivas 0+020 hasta 0+050 presento roturas de malla en el segundo nivel del muro de gaviones lo cual está haciendo que pierda material, en el tramo 0+100 hasta 0+130 hay inicios de socavación, en las progresivas 0+150 hasta 0+160 hay roturas de malla en el primer nivel del muro de gaviones, 0+200 hasta 0+250 se observó acumulación de escombros al pie del muro de gaviones y por último en la progresiva 0+280 se observó un leve hundimiento.
2. Leyva (14) en su tesis para obtener su título profesional titulada “Evaluación y diseño de la defensa con el uso de gaviones en ambos lados de la quebrada Campo Plata, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región de Ucayali – 2023” encontró que presentaba demasiada erosión , que los gaviones se encuentran deformados y las mallas deterioradas; y nosotros en nuestra evaluación realizada en la margen derecha del muro de gaviones se encontró que el tipo de gavión utilizado fue de tipo caja de mallas hexagonales las cuales fueron rellenas con piedra de cantera, la granulometría del material es la adecuada ya que no se sale por las aberturas de las mallas además se encontró roturas de mallas en las progresivas 0+020 hasta 0+050 en el segundo nivel del muro de gaviones y en las progresivas 0+150 hasta 0+160 en el primer nivel del muro de gaviones, se evidencio inicios de socavación en el tramo 0+100 hasta 0+130 y no se evidencio vegetación pero si basura en la parte interior de los gaviones.
3. Según la encuesta realizada a los 12 pobladores aledaños al rio Huallaga el 83% de ellos si creen que al realizar la identificación y evaluación de la defensa ribereña esta mejorara, pero un 17% se muestran incrédulos ante posible mejora

V. CONCLUSIONES

1. Se lograron identificar 5 zonas vulnerables a desbordes en el río Huallaga las cuales se encuentran en las progresivas 0+020 hasta 0+050 el cual presentó roturas de malla en el segundo nivel del muro de gaviones lo cual está haciendo que pierda material, en el tramo 0+100 hasta 0+130 hay inicios de socavación, en las progresivas 0+150 hasta 0+160 hay roturas de malla en el primer nivel del muro de gaviones, 0+200 hasta 0+250 se observó acumulación de escombros al pie del muro de gaviones y por último en la progresiva 0+280 se observó un leve hundimiento
2. Se logró evaluar el muro de gaviones entre el Jr Marcelino Gonzales y Jr Zorrillos, en la margen derecha del río Huallaga, distrito de Curimana, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali – 2024 donde se encontró que se encontró que el tipo de gavión utilizado fue de tipo caja de mallas hexagonales las cuales fueron rellenas con piedra de cantera, la granulometría del material es la adecuada ya que no se sale por las aberturas de las mallas además se encontró roturas de mallas en las progresivas 0+020 hasta 0+050 en el segundo nivel del muro de gaviones y en las progresivas 0+150 hasta 0+160 en el primer nivel del muro de gaviones, se evidenció inicios de socavación en el tramo 0+100 hasta 0+130 y no se evidenció vegetación pero sí basura en la parte interior de los gaviones
3. En conclusión que los resultados de la encuesta realizada en la comunidad aledaña al río Huallaga indican que en la mayoría de los pobladores sí creen que al realizarse la identificación y evaluación sí mejora la defensa ribereña del río

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda tomar medidas correctivas inmediatas para corregir los 5 puntos vulnerables encontrados en el muro de gaviones del río Huallaga para así evitar un posible desborde.
2. Se recomienda cambiar las mallas rotas por mallas hexagonales de triple torsión además de cambiar los gaviones con bajo material y con hundimiento además de reforzar los gaviones que presenten socavación.
3. Se recomienda a las autoridades capacitar y trabajar junto a la población aledaña para que así informen de posibles fallas que se presenten

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Costa Cordella E. Diagnóstico Para Un Cambio: Los Dilemas De La Regulación De Las Aguas En Chile. Rev Chil derecho. 2016;43(1):335–54.
2. Centro de Operaciones de Emergencia Nacional. Comercio. 2023 [citerad 14 juni 2024]. Lluvias en el norte | Chiclayo, Trujillo y Piura: el panorama de las lluvias en estas ciudades y el resto del país | Ciclón Yaku | Inundaciones | Senamhi | Riesgo de desastres | PERU | EL COMERCIO PERÚ. Tillgänglig vid: <https://elcomercio.pe/peru/lluvias-en-el-norte-chiclayo-trujillo-y-piura-el-panorama-de-las-lluvias-en-estas-ciudades-y-el-resto-del-pais-ciclon-yaku-inundaciones-senamhi-riesgo-de-desastres-noticia/>
3. Tesis y masters [Internet]. 2022 [citerad 28 mars 2024]. ¿Qué es y cómo se hace la justificación teórica? Tillgänglig vid: <https://tesisymasters.mx/justificacion-teorica/>
4. solo ejemplos [Internet]. [citerad 28 mars 2024]. Ejemplos de justificación teórica, práctica y metodológica. Tillgänglig vid: <https://www.soloejemplos.com/ejemplos-de-justificacion-teorica-practica-y-metodologica/>
5. Significados web [Internet]. [citerad 28 mars 2024]. justificaion metodologica - de búsqueda. Tillgänglig vid: <https://pe.search.yahoo.com/search?fr=mcafee&type=E210PE91215G0&p=justificc aion+metodologica>
6. Tibanta Tuquerres J. Diseño de Diques de Gaviones para el Control de la Erosión en ríos de montaña. Universidad San Francisco de Quito; 2012.
7. Huanacu Machaca Galo Alexander, Mendoza Michme K. “Estudio hidrológico e hidráulico para el diseño de obras de proteccion contra inundaciones en proximidades del puente bating en la provincia de caranavi" [Internet]. Universidad Mayor de San Andrés; 2023. Tillgänglig vid: <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/32740?show=full>
8. CÁRDENAS OSPINA OE. 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 [Internet]. Vol. 66. Universidad del valle; 2012. Tillgänglig vid:

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjmxDX0cPzAhX1_XMBHUCgAwgQFnoECAIQAAQ&url=https%3A%2F%2Fadoc.tips%2Fdownload%2Fbab-2-landasan-teori294074b5647acbc51fc2a7055536b95a44523.html&usg=AOvVaw3tQ8UCQ2stW7nrQ

9. CRUZ HUERTO CE. EVALUACIÓN DE LOS DIQUES PARA MEJORAR LAS DEFENSAS RIBEREÑAS EN LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO PIURA ENTRE LOS PUENTES ANDRÉS AVELINO CÁCERES Y SANCHEZ CERRO, PROVINCIA DE PIURA, DEPARTAMENTO DE PIURA - 2023 [Internet]. UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE; 2023. Tillgänglig vid:
https://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/35469/DEFENSAS_RIBERENAS_CRUZ_HUERTO_CESAR_ENRIQUE.pdf?sequence=5
10. Rondan Rodriguez JA. Evaluación y mejoramiento de la defensa ribereña del río Santa margen derecha sector Santa Gertrudis entre las progresivas 173+000 km al 175+000 km de la carretera Pativilca - Huaraz, distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash - 20 [Internet]. Universidad Católica Los Angeles de Chimbote. 2022. Tillgänglig vid:
<https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/27901>
11. Perez Silva L. Evaluación del diseño hidráulico y estructural de las defensas ribereñas en la margen izquierda del puente comuneros [Internet]. Universidad Continental; 2022. Tillgänglig vid:
https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/11559/4/IV_FIN_105_TE_Perez_Silva_2022.pdf
12. Inocente CRP. SIMULACIÓN Y ANÁLISIS HIDRÁULICO .’ PARA EL DISEÑO, DE LA DEFENSA RIBEREÑA DE 2km. DE LONGITUD, DEL RÍO AGUAYTIA EN EL FRONTIS DEL DISTRITO DE CURIMANA; UCAYALI PERÚ [Internet]. Universidad Nacional Hermilio Valdizán; 2015. Tillgänglig vid:
<https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/549?show=full>
13. Ayosa GNA. PROPUESTA DE DEFENSA RIBEREÑA PARA EVITAR INUNDACIONES EN EL CENTRO POBLADO UNIÓN, DISTRITO DE PADRE

- ABAD, REGIÓN DE UCAYALI [Internet]. Universidad Ricardo Palma; 2016. Tillgänglig vid: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/6547>
14. Leyva ÑLE. Evaluación y diseño de la defensa con el uso de gaviones en ambos lados de la quebrada Campo Plata, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región de Ayacucho - 2023. Univ Católica Los Ángeles Chimbote [Internet]. 2023;80. Tillgänglig vid: https://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/35111/DEFENSA_QUEBRADA_LEYVA_ÑAUPARI_LUIS_ENRIQUE.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 15. SOILTESTPERÚ. Defensa Ribereña – SOILTEST PERÚ [Internet]. 2022 [citerad 28 mars 2024]. Tillgänglig vid: <https://soiltestperu.net/defensa-riberena/>
 16. Perú construye [Internet]. s. 123–8 Gaviones Elementos de máxima protección. Tillgänglig vid: <https://peruconstruye.net/wp-content/uploads/2018/11/sistemas-gaviones.pdf>
 17. Villalobos RG. Defensas Ribereñas [Internet]. 2018. Tillgänglig vid: https://www.academia.edu/40636865/Tipos_de_Defensas_Ribereñas_y_aplicación_en_la_cuenca_del_Río_Rimac
 18. parque y grama [Internet]. [citerad 29 mars 2024]. Tipos de gaviones y sus características más relevantes. Tillgänglig vid: <https://www.parqueygrama.com/tipos-de-gaviones/>
 19. Prodac [Internet]. [citerad 24 maj 2024]. Gavión tipo saco. Tillgänglig vid: <https://prodac.pe/infraestructura/soluciones-de-geotecnia-e-hidraulica/gavion-tipo-saco/>
 20. soluciones avanzadas en ingenieria [Internet]. [citerad 29 mars 2024]. GAVIONES | TIPO CAJA y COLCHON | MALLA TRIPLE TORSION – GEOSINTETICOS ARPIMIX MEXICO. Tillgänglig vid: <https://arpimix.com/productos/gaviones/>
 21. Bolivar trujillo RE. Gaviones [Internet]. 2017. Tillgänglig vid: <https://gaviones.co/wp-content/uploads/2019/08/4.-GAVIONES.pdf>
 22. Piñar VR. Proyecto de construcción de un muro de gaviones de 960 m3 [Internet].

- Escuela Ingeniería en Construcción; 2008. Tillgänglig vid: <https://hdl.handle.net/2238/6034>
23. Supo J. Niveles de investigación [Internet]. 2023 [citerad 27 mars 2024]. Tillgänglig vid: <https://bioestadistico.com/niveles-de-investigacion>
 24. Enciclopedia Significados [Internet]. [citerad 29 mars 2024]. Tipos de Investigación. Tillgänglig vid: <https://www.significados.com/tipos-de-investigacion/>
 25. Qestion pro [Internet]. [citerad 29 mars 2024]. Diseño de investigación. Elementos y características. Tillgänglig vid: <https://www.questionpro.com/blog/es/disenio-de-investigacion/>
 26. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. Reglamento de integridad científica en la investigación. 2023. s. 37.

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de consistencia

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
¿La evaluación de muro de protección de gaviones mejorará la defensa ribereña entre el Jr Marcelino Gonzales y Jr Zorrillos, en la margen derecha del río Huallaga, distrito de Curimana, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali - 2024?	<p>Objetivo general</p> <p>Realizar la evaluación del muro de gaviones entre el Jr Marcelino Gonzales y Jr Zorrillos, en la margen derecha del río Huallaga, distrito de Curimana, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali - 2024</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificar las zonas vulnerables del muro de gaviones entre el Jr Marcelino Gonzales y Jr Zorrillos, en la margen derecha del río Huallaga, distrito de Curimana, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali - 2024 	No aplica	<p>Variable:</p> <p>Evaluación del muro de gaviones</p> <p>Variable 2:</p> <p>Mejora de las defensas ribereñas</p>	<p>Tipo de Investigación:</p> <p>El tipo de la investigación es de tipo descriptiva</p> <p>Nivel de Investigación</p> <p>El nivel de la investigación será correlacional</p> <p>Diseño de la Investigación</p> <p>El diseño de la investigación será no experimental</p> <p>Población y muestra</p> <p>La población de este proyecto fue la defensa ribereña del río Huallaga</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar el muro de gaviones entre el Jr Marcelino Gonzales y Jr Zorrillos, en la margen derecha del río Huallaga, distrito de Curimana, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali – 2024 • Determinar la mejora de la defensa ribereña entre el Jr Marcelino Gonzales y Jr Zorrillos, en la margen derecha del río Huallaga, distrito de Curimana, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali – 2024 			<p>Este proyecto tuvo como muestra el muro de gaviones entre el Jr Marcelino Gonzales y Jr Zorrillos, en la margen derecha del río Huallaga</p>
--	--	--	--	---

Anexo 02. Instrumento de recolección de información.

Ficha N° 01: Identificación de Zonas Vulnerables		
Título:	EVALUACIÓN DEL MURO DE PROTECCION DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL JR. MARCELINO GONZALES Y JR ZORRILLOS, EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE CURIMANA, PROVINCIA DE PADRE ABAD, DEPARTAMENTO DE UCAYALI – 2024	
Autor:	Oscar Enrique Gonzales Grandez	Fecha:
Item	Progresivas	Descripción
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

Ficha N° 2: Evaluacion del Muro de Gaviones

Título:		EVALUACIÓN DEL MURO DE PROTECCION DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL JR. MARCELINO GONZALES Y JR ZORRILLOS, EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE CURIMANA, PROVINCIA DE PADRE ABAD, DEPARTAMENTO DE UCAYALI – 2024	
Autor		Oscar Enrique Gonzales Grandez	Fecha:
Item	Indicadores	Evaluación	
1	Tipo de Gavión		
2	Tipo de mallas		
3	Rotura de malla		
4	Tipo de Relleno		
5	Granulometria del material		
6	Volteo		
7	socavacion		
8	Desplome		
9	Recubrimiento		
10	Vegetación y basura		

Ficha N° 3: Mejora de la defensa ribereña		Fecha:	
Título:	EVALUACIÓN DEL MURO DE PROTECCION DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL JR. MARCELINO GONZALES Y JR ZORRILLOS, EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE CURIMANA, PROVINCIA DE PADRE ABAD, DEPARTAMENTO DE UCAYALI – 2024		
Autor	Oscar Enrique Gonzales Grandez		
¿Usted cree que realizando la identificación y evaluacion del muro de gaviones servirá para mejorar la defensa ribereña?			
Item	Participantes	Si	No
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

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: **Oscar Enrique Gonzales Grandez**

estudiante / egresado del programa académico de **Ingeniería Civil** de la Universidad Católica Los Angeles de Chimbote, debo realizar el proceso de validación de mi instrumento de recolección de información, motivo por el cual acudo a Ud. para su participación en el Juicio de Expertos.

Mi proyecto se titula: **"EVALUACIÓN DEL MURO DE PROTECCION DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL JR. MARCELINO GONZALES Y JR ZORRILLOS, EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE CURIMANA, PROVINCIA DE PADRE ABAD, DEPARTAMENTO DE UCAYALI – 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: 41337513

Ficha de Identificación del Experto para proceso de validación

Nombres y Apellidos: Gonzalo Eduardo France Cerna

N° DNI : 09147920

Edad: 59 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 protección de gaviones para mejorar la defensa ribereña entre el jr. Marcelino Gonzales y Jr. zorrillos, en la margen derecha del rio Huallaga, distrito de Curimana, provincia de padre abad, departamento de Ucayali - 2024

Autor: Oscar Enrique Gonzales Grandez

Programa académico: Ingeniería Civil



Professional stamp of Gonzalo Eduardo France Cerna, Ingeniero Civil, with registration number 73523 and C.V. number 067474 VC2HVR.

Firma



Huella digital

Anexo 04: confiabilidad del instrumento

FICHA DE VALIDACIÓN								
TÍTULO: EVALUACIÓN DEL MURO DE PROTECCION DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL JR. MARCELINO GONZALES Y JR ZORRILLOS, EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE CURIMANA, PROVINCIA DE PADRE ABAD, DEPARTAMENTO DE UCAYALI – 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	Dimensiones del muro	X		X		X		
8	Desplome	X		X		X		
9	Recubrimiento	X		X		X		
10	Vegetación o residuos solidos	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. COLEGIOS DE INGENIEROS N° 73523
CIV. N° 007476 VCZAVH

Firma



Anexo 05: formato de Consentimiento Informado



PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENCUESTAS

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 PROTECCION DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL JR. MARCELINO GONZALES Y JR ZORRILLOS, EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE CURIMANA, PROVINCIA DE PADRE ABAD, DEPARTAMENTO DE UCAYALI – 2024** y es dirigido por **OSCAR ENRIQUE GONZALES GRANDEZ**, investigador de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

El propósito de la investigación es: Mejorar la calidad de vida de la población.

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 944848170. Si desea, también podrá escribir al correo Oskar_ha1@hotmail.com para recibir mayor información. Asimismo, para consultas sobre aspectos éticos, puede comunicarse con el Comité de Ética de la Investigación de la universidad Católica los Ángeles de Chimbote.

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

Nombre: Juan Ayosa Rodríguez

Fecha: 11 de mayo del 2024

Correo electrónico: ayosajuan98@hotmail.com

Firma del participante:

Firma del investigador (o encargado de recoger información):

PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENTREVISTAS

Estimado/a participante

Le pedimos su apoyo en la realización de una investigación en **Ingeniería y Tecnología**, conducida por **Oscar Enrique Gonzales Grandez**, que es parte de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. La investigación denominada:

EVALUACIÓN DEL MURO DE PROTECCION DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL JR. MARCELINO GONZALES Y JR ZORRILLOS, EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE CURIMANA, PROVINCIA DE PADRE ABAD, DEPARTAMENTO DE UCAYALI – 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: Oskar_ha1@hotmail.com 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:	Juan Ayosa Rodríguez
Firma del participante:	
Firma del investigador:	
Fecha:	11 de mayo del 2024



PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Mi nombre es Oscar Enrique Gonzales Grandezy 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 evaluación del muro de protección de gaviones para mejorar la defensa ribereña entre el Jr. Marcelino Gonzales y Jr. zorrillos, en la margen derecha del río Huallaga, distrito de Curimana, provincia de padre abad, ¿departamento de Ucayali – 2024?	X	

Fecha: 11 de mayo del 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 PROTECCION DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL JR. MARCELINO GONZALES Y JR ZORRILLOS, EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE CURIMANA, PROVINCIA DE PADRE ABAD, DEPARTAMENTO DE UCAYALI – 2024 y es dirigido por Oscar Enrique Gonzales Grandez, 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 rio Huallaga

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 944848170 Si desea, también podrá escribir al correo Oskar_ha1@hotmail.com para recibir mayor información. Asimismo, para consultas sobre aspectos éticos, puede comunicarse con el Comité de Ética de la Investigación de la universidad Católica los Ángeles de Chimbote.

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

Nombre: Juan Ayosa Rodríguez

Fecha: 11 de mayo del 2024

Correo electrónico: ayosajuan98@hotmail.com

Firma del participante:

Firma del investigador (o encargado de recoger información):



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 Oscar Enrique Gonzales Grandez, que es parte de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. La investigación denominada:

EVALUACIÓN DEL MURO DE PROTECCION DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL JR. MARCELINO GONZALES Y JR ZORRILLOS, EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE CURIMANA, PROVINCIA DE PADRE ABAD, DEPARTAMENTO DE UCAYALI – 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: Oskar_hal@hotmail.com o al número 944848170 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:	Juan Ayosa Rodríguez
Firma del participante:	
Firma del investigador:	
Fecha	11 de mayo del 2024



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
COORDINACIÓN DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

“Año de la unida, la paz y el desarrollo”

Chimbote 08 de mayo del 2023

CARTA N° 053-2024-CGI-VI-ULADECH CATÓLICA

Señor/a

Cabello Alcalá Cesar

Presente

A través del presente, reciba el cordial saludo en nombre del vicerrectorado de investigación de la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, a la vez solicito su autorización formal para llevar a cabo una investigación titulada **“EVALUCIÓN DEL MURO DE PROTECCIÓN DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL JR. MARCELINO GONZALES Y JR ZORRILLOS, EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE CURIMANA, PROVINCIA DE PADRE ABAD, DEPARTAMENTO DE UCAYALI - 2024”** que involucra la recolección de información/datos en servidores, a cargo del investigador **OSCAR ENRIQUE GONZALES GRANDEZ** con DNI N° **41337513**, cuyo asesor el docente **ING. MGTR. GONZALO MIGUEL LÉON DE LOS RIOS**

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

Es propicia la oportunidad, para reiterarle las muestras de mi especial consideración y estima personal

Atentamente



Dr. Willy Valle Salvalierra
Coordinador de Gestión de Investigación

CARTA DE ACEPTACIÓN

10 de Mayo del 2024

SR:

Gonzales Grandez Oscar Enrique

Presente

Referencia : 053-2024-CGI-VI-ULADECH CATÓLICA

Asunto : Respuesta al acta de presentación para el desarrollo de su trabajo de investigación

De nuestra consideración. –

Para mi Cabello Alcalá Cesar, representante del distrito de Curimana, es grato dirigirme a usted con fin de hacerle llegar mi cordial saludo y a la vez hacer propicia la oportunidad para comunicarle mediante la presente carta que usted cuenta con mi autorización para poder realizar su trabajo de investigación en el distrito de Curimana. Así mismo indicarle que puede realizar los estudios necesarios para continuar con su trabajo de investigación.



Cabello Alcalá Cesar

Anexo 07: Evidencia de ejecución

Declaración jurada

DECLARACIÓN JURADA

Yo, Gonzales Grandez Oscar Enrique identificado (a) con DNI 41337513 con domicilio real en Av. De Evitamiento Norte Mz E lote 9 - Ucayali coronel portillo Yarinacocha

DECLARO BAJO JURAMENTO,

En mi condición de bachiller con código de estudiante 1803191035 de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, semestre académico 2024-1:

- Que los datos consignados en la tesis titulada **EVALUCIÓN DEL MURO DE PROTECCIÓN DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL JR. MARCELINO GONZALES Y JR ZORRILLOS, EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE CURIMANA, PROVINCIA DE PADRE ABAD, DEPARTAMENTO DE UCAYALI - 2024**

1. Serán reales.

Doy fe que esta declaración corresponde a la verdad



Firma del estudiante/bachiller

DNI: 41337513

8 de abril de 2024



Huella Digital

Panel fotográfico



Fotografía N°01: Muro de gaviones del rio Huallaga



Fotografía N°02: Altura del cuarto nivel del muro de gavión



Fotografía N°03: Medición del largo del Gavión



Fotografía N°04: Altura del gavión



Fotografía N°05: Ancho del gavión



Fotografía N°06: Altura del muro de gaviones



Fotografía N°07: Altura del muro de gaviones



Fotografía N°08: Largo del muro de gaviones



Fotografía N°09: hexagonales de las mallas de los gaviones



Fotografía N°10: Ancho del muro de gaviones



Fotografía N°11: Altura del 3 nivel del muro de gaviones



Fotografía N°12: Altura del segundo nivel del muro de gaviones



Fotografía N°13: Anchura entre cada escalonado



Fotografía N°14: Ancho del escalonado

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).

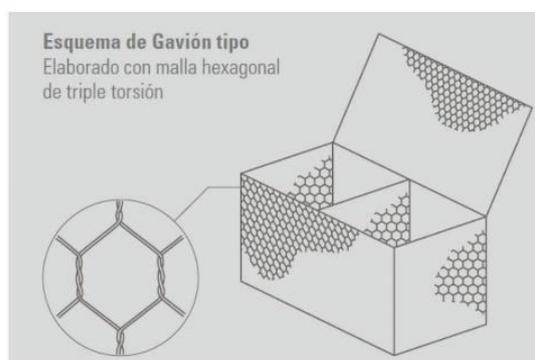


Figura 3. Esquema de Gavión tipo caja. Fuente:(A Bianchini, 2017).

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.

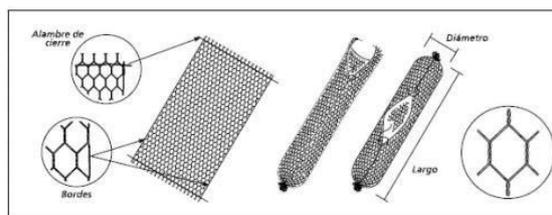


Figura 4. Gavión tipo saco. Fuente: (de Almeida Barros et al. 2010)

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 mm ²	Longitud y peso	
	mm.	Pulg.		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	36.39	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:

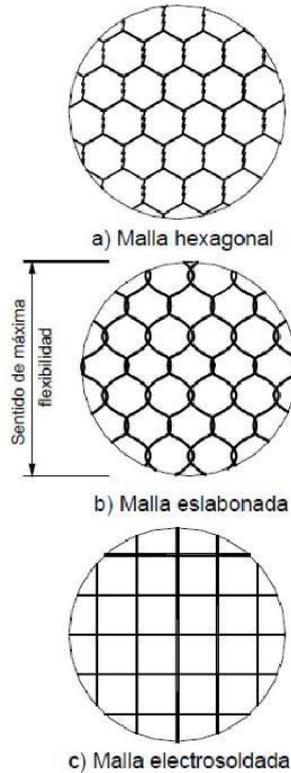


Figura 6. Tipos de mallas utilizadas en la construcción de gaviones. Fuente: (Suárez Díaz, 2001).

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.

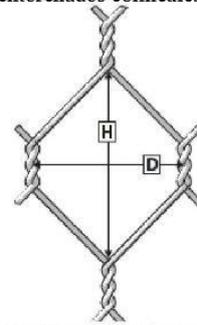


Figura 7. Dimensionamiento malla triple torsión para talud. Fuente: Fichas Técnicas Aceros Metales y Mallas Ltda.

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.

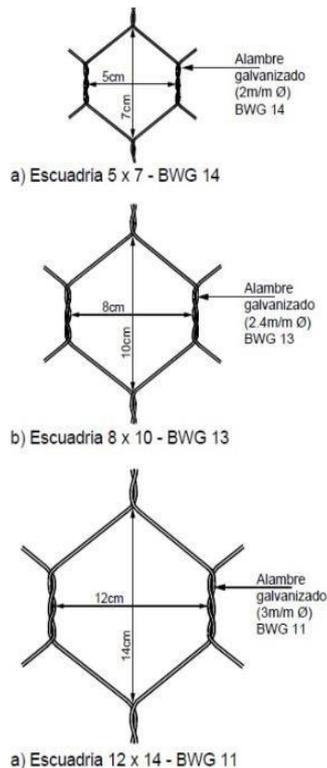


Figura 8. Escuadría típica de mallas hexagonales. Fuente: (Suárez Díaz, 2001).

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.

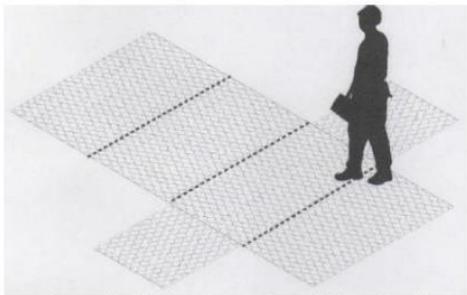


Figura 12. Extensión y dobleces de la malla. Fuente: (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2016)

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

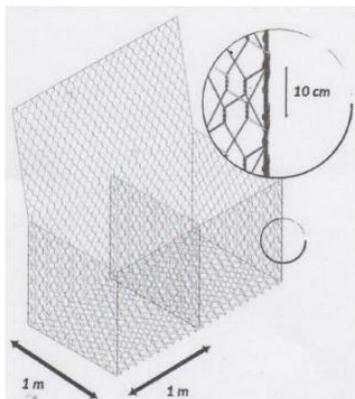


Figura 13. Amarrado de las aristas del gavión. Fuente: (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2016)

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

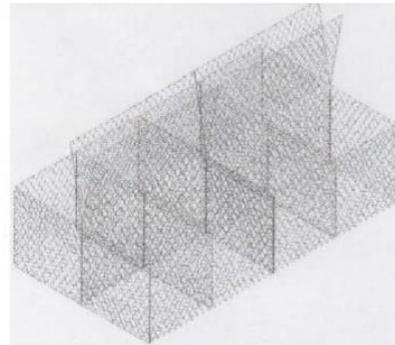


Figura 13. Amarrado entre gaviones. Fuente: (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2016)

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

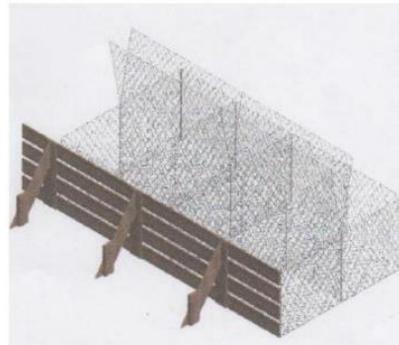


Figura 13. Encofrador posicionado junto a los gaviones. Fuente: (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2016)

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.

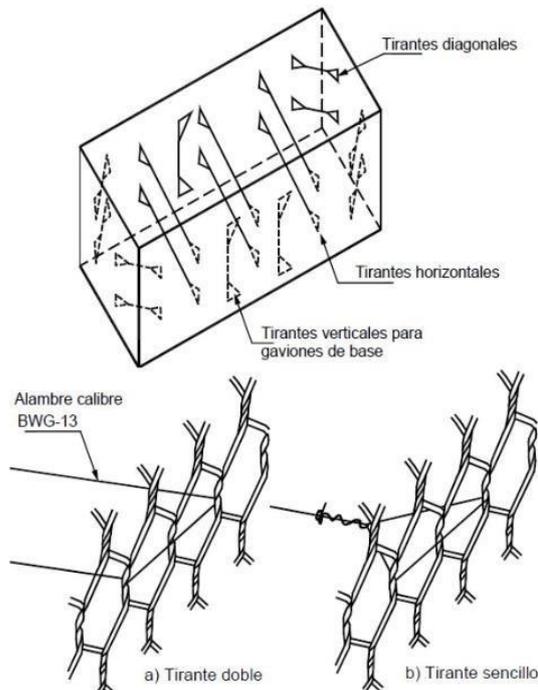


Figura 15. Tirantes. Fuente: (Suárez Díaz, 2001).

- 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.

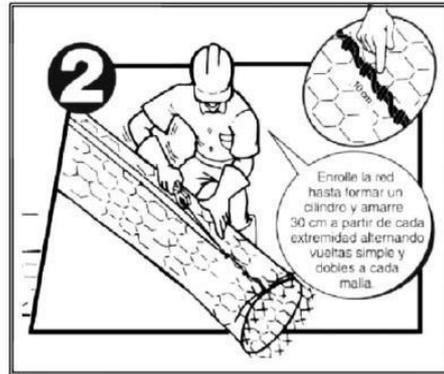


Figura 16. Enrollado de la malla. Fuente: (Morassutti F, 2013)

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).

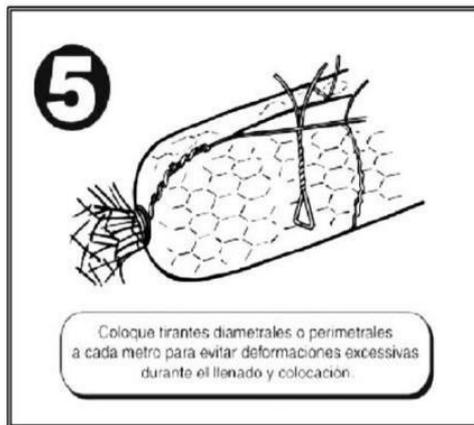


Figura 18. Instalación de tirantes. Fuente: (Morassutti F, 2013)

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.

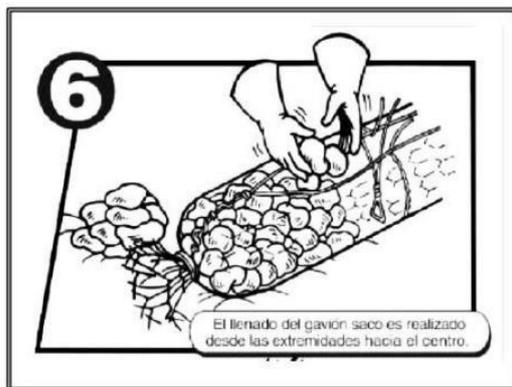


Figura 19. Llenado del gavión saco. Fuente: (Morassutti F, 2013)

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.

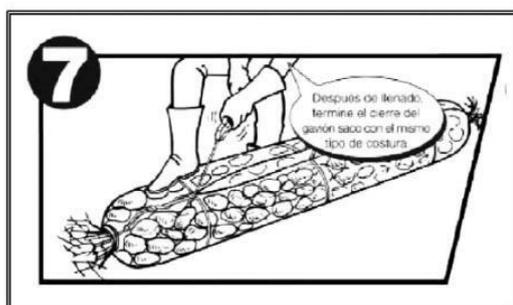


Figura 20. Llenado del gavión saco. Fuente: (Morassutti F, 2013)

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:

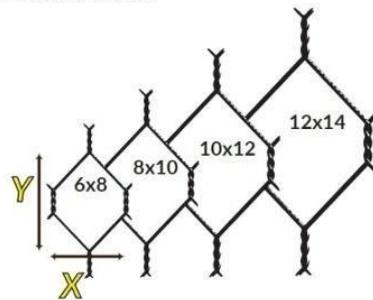


Figura 21. Escuadrías ofrecidas. Fuente: (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2019).

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.

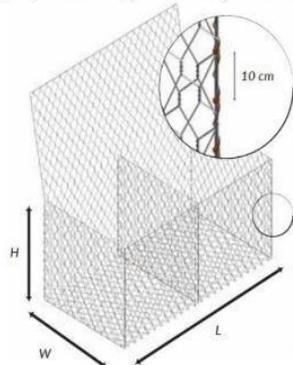


Figura 21. Dimensión del gavión. Fuente: (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2019).

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

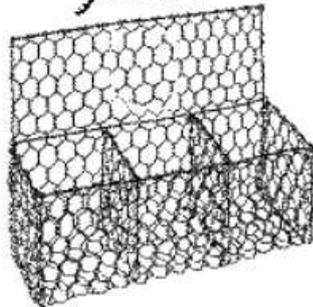


recipiente para el relleno de piedras, sino un refuerzo de toda la estructura.

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 espaciamiento 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 éstas 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 mas 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:

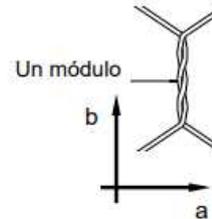


TABLA N° 5: CARACTERÍSTICAS DE LA MALLA

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.

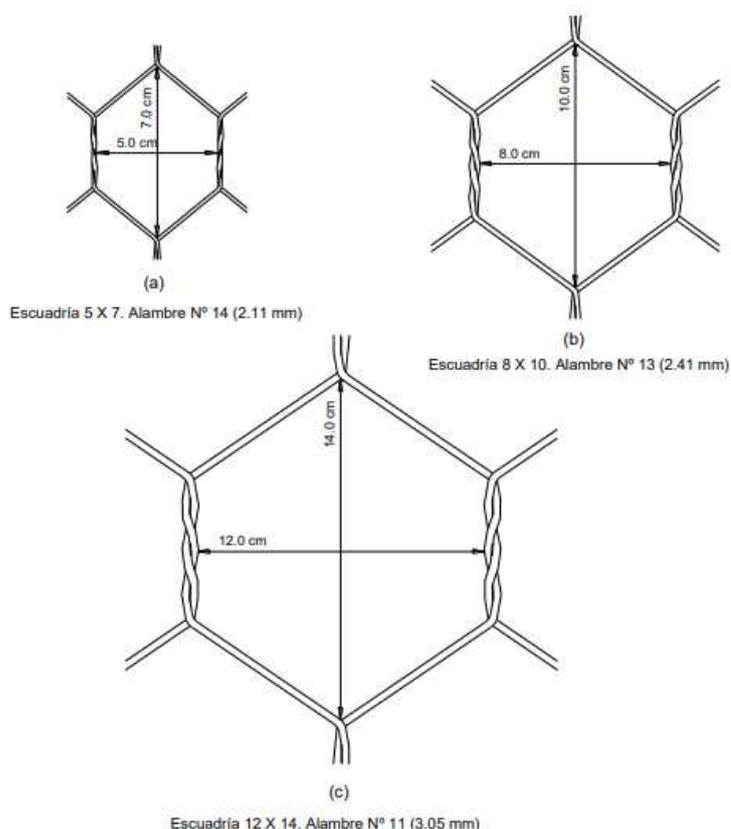


FIGURA N° 1: CARACTERÍSTICAS DE LAS MALLAS HEXAGONALES.

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.

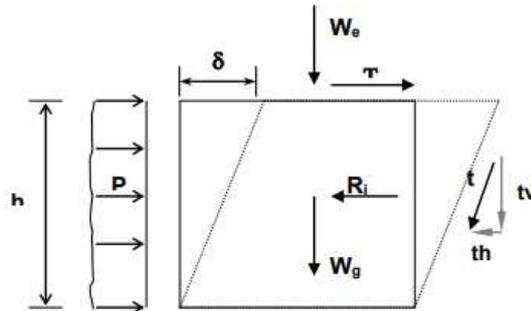


FIGURA N° 2: DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DE UN GAVION SOMETIDO A DEFORMACION POR DISTORSION

- 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

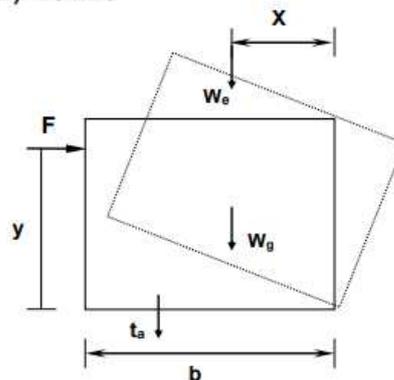


FIGURA N° 3: DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DE UN GAVION. VOLTEO



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):

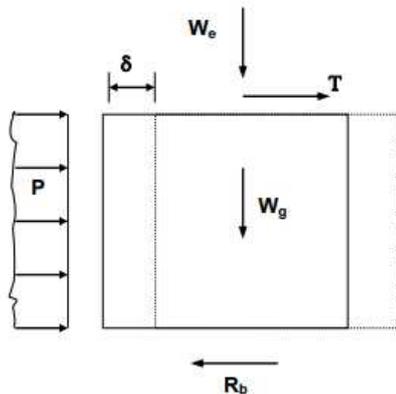


FIGURA N° 4: DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DE UN GAVION. DESLIZAMIENTO.

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:

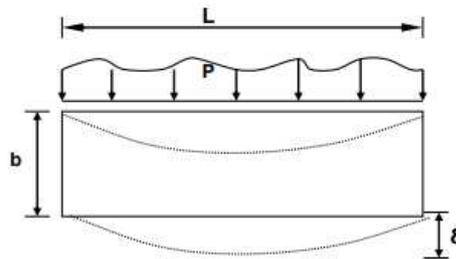


FIGURA N° 5: DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DE UN GAVION. FLEXION.

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.

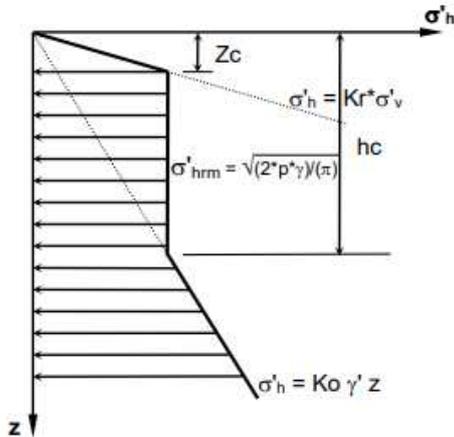
NOTA: el contenido de este numeral se basa en el Capítulo 6 de Clayton et al. (Ref. 6, 1993).

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 arcilloso comienza a desarrollar presiones considerables contra un muro cuando el contenido de aire en los vacíos se reduce en un 15%.

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

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

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

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

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

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

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

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

5.3.3. RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

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

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

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

5.4. EFECTOS 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.

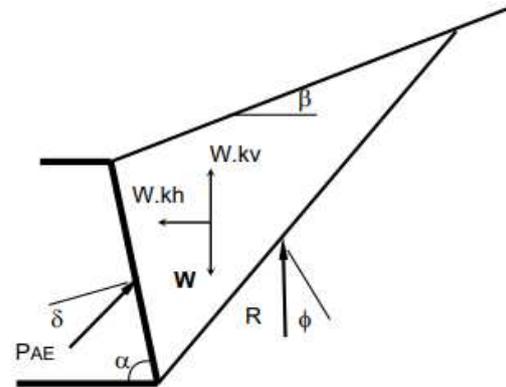


FIGURA N° 7: FUERZAS CONSIDERADAS EN EL ANÁLISIS DE MONONOBE – OKABE (1929-1926)

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

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

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

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: Dilatancia del enrocado de los gaviones.

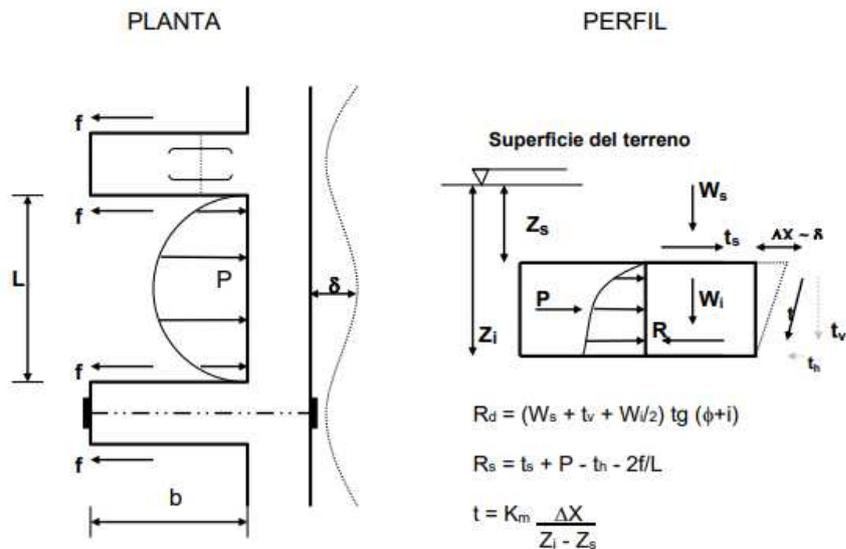


FIGURA N° 8: DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DE UN MURO DE GAVIONES CON CONTRAFUERTE

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.

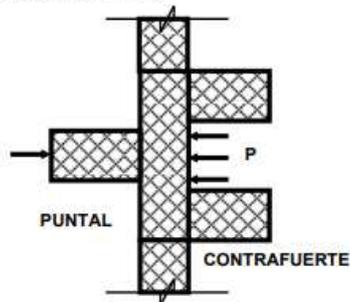
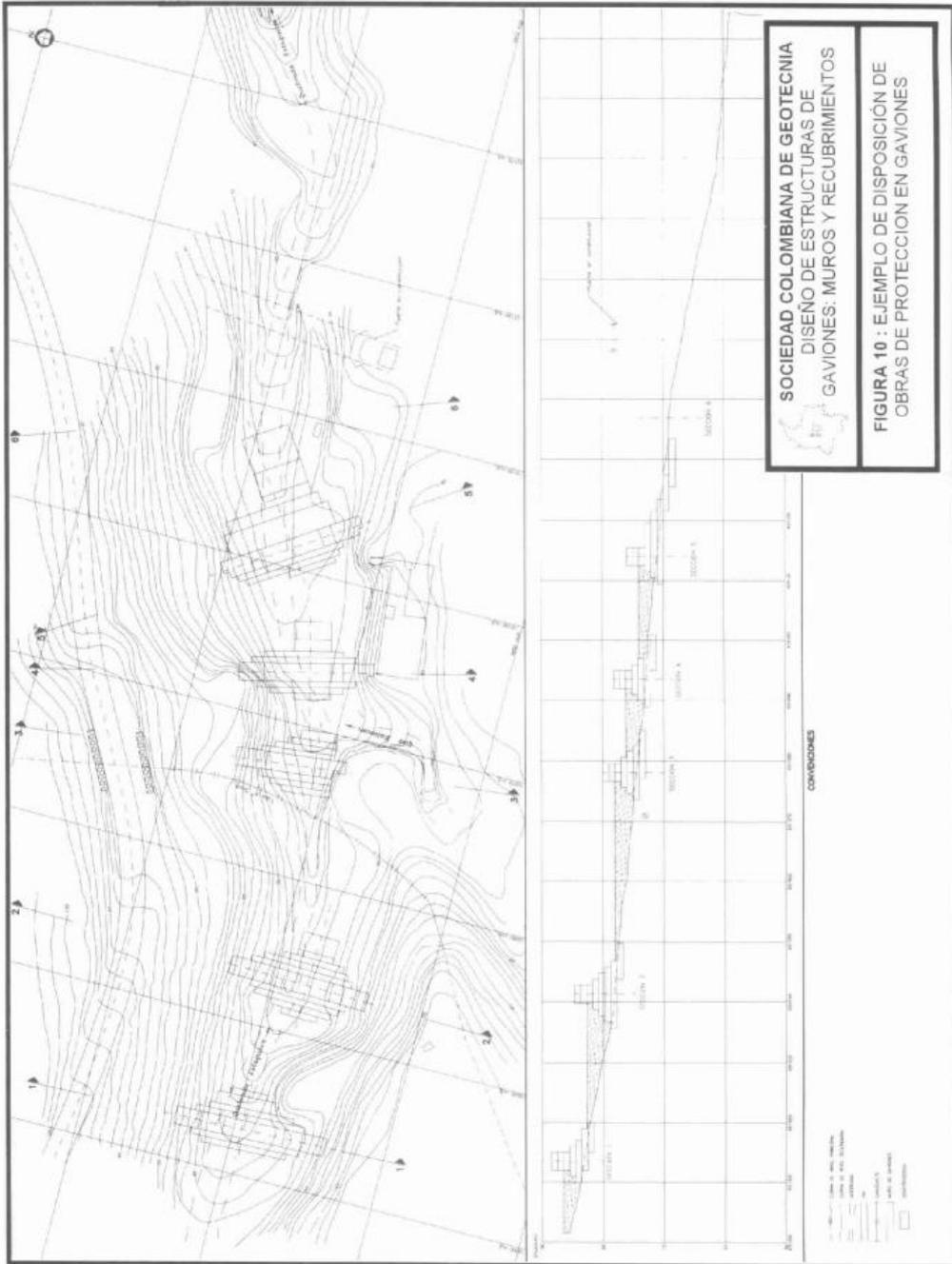


FIGURA N° 9: DISPOSICION DE UN PUNTO.

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 PROTECCION EN GABIONES

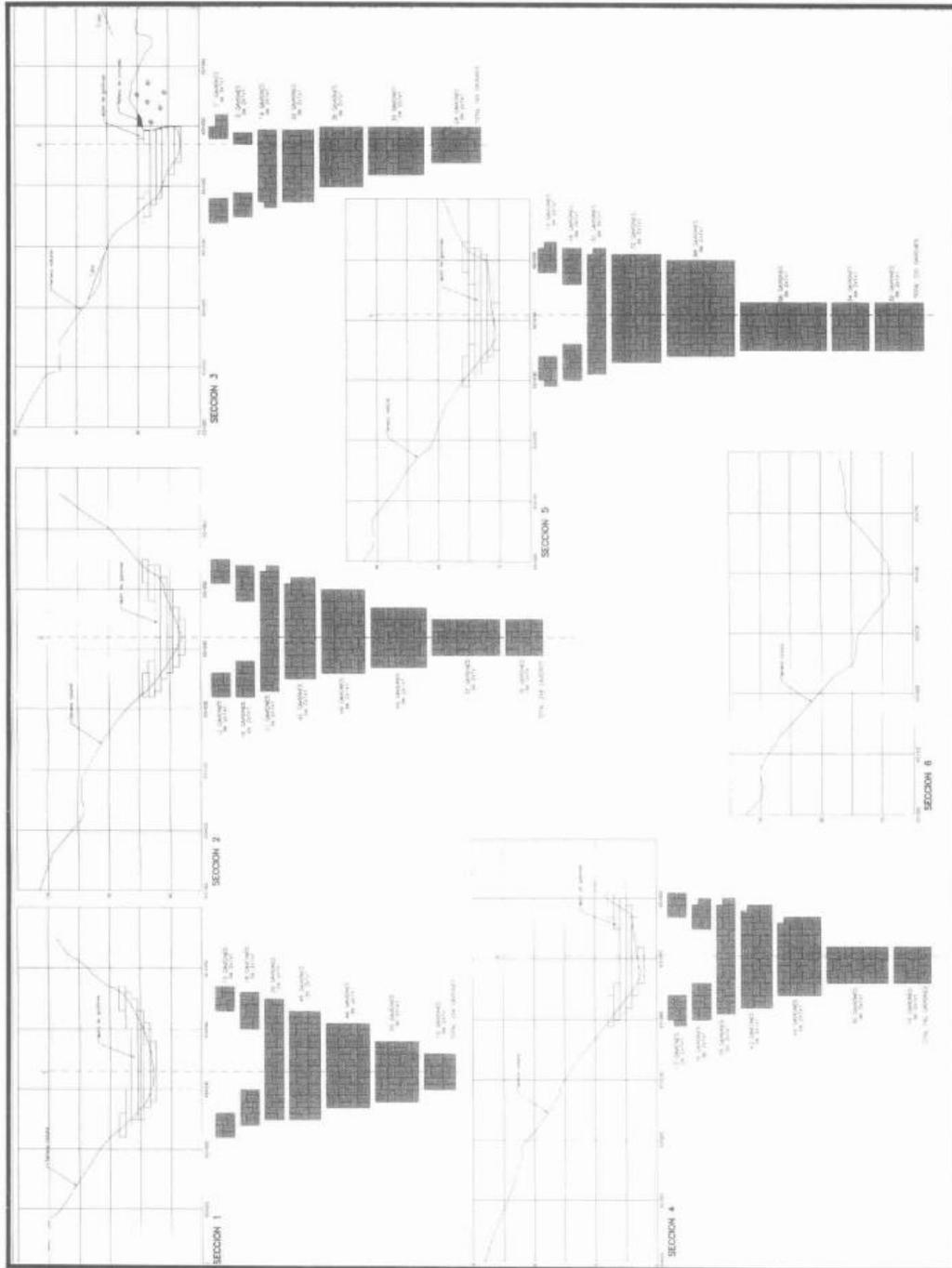


FIGURA 11 : E.JEMPLO DE DESPIECE DE GAVIONES

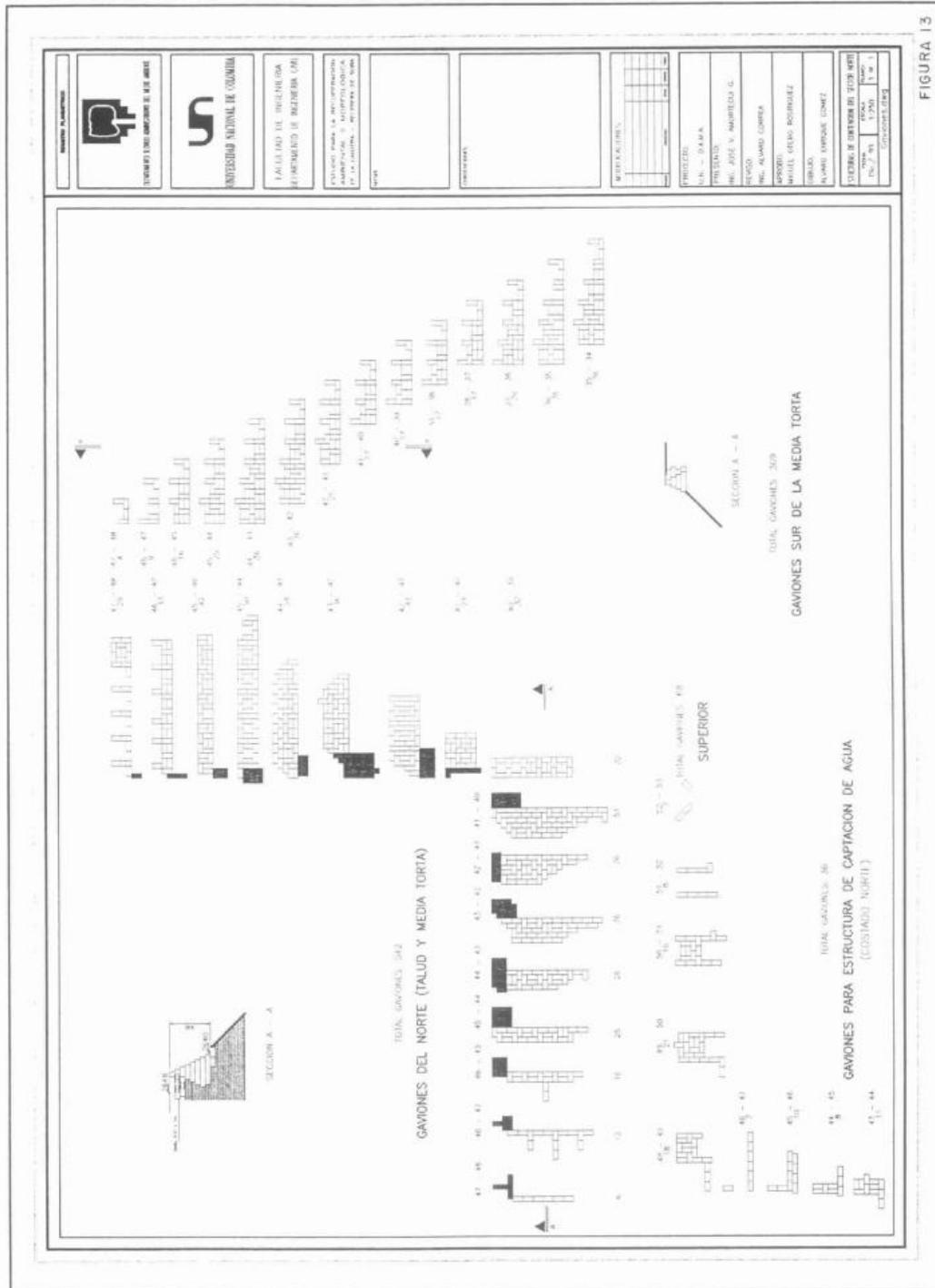


FIGURA 13



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:



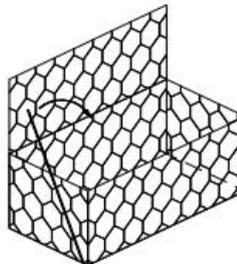
- La unión de las aristas debe de estar bien reforzada, por ello se alternan torsiones sencillas y dobles para asegurarla:



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

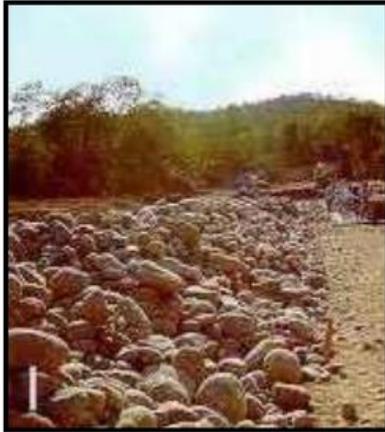


- Por razones técnicas y estéticas es muy importante tensar las canastas antes de rellenarlas, ya que así se comprueba si no existen deficiencias en la unión, se logra optimizar el relleno y se obtiene un mejor rendimiento en la aplicación:





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



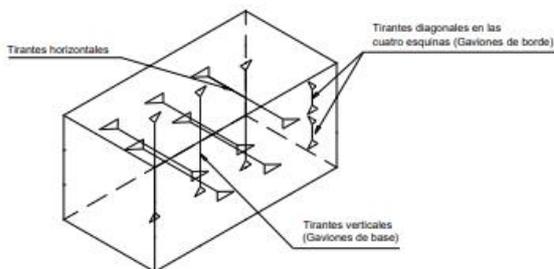
- El relleno debe ser compacto y con el mínimo de vacíos posibles:



- 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 escudarías 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:

