



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

**EVALUACIÓN DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA
DEL RÍO SANTA, EN EL PUENTE COLGANTE PEATONAL POCCRAC CUCHU,
DISTRITO Y PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ÁNCASH - 2024**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR

RIOJAS LAZARO, HENRY JESUS

ORCID:0000-0002-2874-6432

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° 0133-110-2024 DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE TESIS

En la Ciudad de **Chimbote** Siendo las **21:01** horas del día **28** de **Junio** del **2024** y estando lo dispuesto en el Reglamento de Investigación (Versión Vigente) ULADECH-CATÓLICA en su Artículo 34º, los miembros del Jurado de Investigación de tesis de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, conformado por:

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

Se reunieron para evaluar la sustentación del informe de tesis: **EVALUACIÓN DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO SANTA, EN EL PUENTE COLGANTE PEATONAL POCRCAC CUCHU, DISTRITO Y PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ÁNCASH - 2024**

Presentada Por :
(1201191095) **RIOJAS LAZARO HENRY JESUS**

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

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

PISFIL REQUE HUGO NAZARENO
Presidente

RETAMOZO FERNANDEZ SAUL WALTER
Miembro

BARRETO RODRIGUEZ CARMEN ROSA
Miembro

Mgtr. LEON DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL
Asesor



CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

La responsable de la Unidad de Integridad Científica, ha monitorizado la evaluación de la originalidad de la tesis titulada: EVALUACIÓN DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO SANTA, EN EL PUENTE COLGANTE PEATONAL POCCRAC CUCHU, DISTRITO Y PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ÁNCASH - 2024 Del (de la) estudiante RIOJAS LAZARO HENRY JESUS, asesorado por LEON DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL se ha revisado y constató que la investigación tiene un índice de similitud de 0% según el reporte de originalidad del programa Turnitin.

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

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

Chimbote, 01 de Julio del 2024



Mgtr. Roxana Torres Guzman
RESPONSABLE DE UNIDAD DE INTEGRIDAD CIENTÍFICA

Jurado

PRESIDENTE

MS. PISFIL REQUE, HUZO NAZARENO

PRIMER MIEMBRO

MG. BARRETO RODRIGUEZ, CARMEN ROSA

SEGUNDO MIEMBRO

MG. RETAMOZO FERNANDEZ, SAÚL WALTER

Dedicatoria

Quiero expresar mi gratitud hacia mis padres en este trabajo académico, ya que han sido un pilar sólido y constante en mi vida y desarrollo educativo. Su respaldo incondicional y afecto han sido la fuerza motriz que me ha impulsado a alcanzar mis objetivos en el campo de la ingeniería civil. Dedico este estudio a ellos, en reconocimiento a su amor, confianza y apoyo continuo, los cuales han sido la principal fuente de mi inspiración a lo largo de este trayecto académico.

Asimismo, quiero dedicar este proyecto a todos aquellos que confiaron en mí y me brindaron su respaldo durante los momentos más difíciles. Su confianza en mis habilidades y su apoyo inquebrantable han sido una fuerza continua que me ha impulsado hacia la consecución de mis metas.

Agradecimiento

Quiero agradecer a todos por permitirme presentar y respaldar mi investigación. A pesar de los desafíos enfrentados, he logrado este hito académico crucial gracias al respaldo invaluable que he recibido.

Primero, quiero expresar mi agradecimiento a mi tutor de tesis por su dedicación, sabiduría y paciencia. Sus consejos continuos y sus evaluaciones fueron esenciales para el desarrollo y éxito de mi proyecto. Su papel como guía sabio me motivó a superar los obstáculos y a perfeccionar mis habilidades en el campo de la ingeniería.

Es esencial reconocer la contribución de mis profesores, quienes han compartido su conocimiento y experiencias a lo largo de mi trayectoria académica. Su pasión por la enseñanza y la ingeniería civil ha sido un estímulo constante. Agradezco sinceramente toda su ayuda y la excelente formación que me han proporcionado.

Por último, pero no menos importante, quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi familia por su amor, comprensión y apoyo incansable. Durante mi tiempo en la universidad, han sido mi mayor soporte y fuente de fortaleza. Siempre reconoceré y valoraré profundamente su impacto en mi vida.

Índice General

Carátula.....	I
Jurado	IV
Dedicatoria.....	V
Agradecimiento	VI
Índice General.....	VII
Lista de Tablas.....	IX
Lista de Figuras	X
Resumen	XI
Abstract.....	XII
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Antecedentes	4
2.2 Bases teóricas.....	8
2.3 Hipótesis	19
III. METODOLOGÍA.....	20
3.1 Nivel, Tipo y Diseño de Investigación	20
3.2 Población y Muestra	21
3.3 Variables. Definición y Operacionalización.....	22
3.4 Técnica e instrumentos de recolección de información.....	23
3.5 Método de análisis de datos	24
3.6 Aspectos Éticos.....	25
IV. RESULTADOS	27
V. DISCUSIÓN.....	30
VI. CONCLUSIONES	32
VII. RECOMENDACIONES	33

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
ANEXOS	39
Anexo 01. Matriz de Consistencia.....	39
Anexo 02. Instrumento de recolección de información.....	40
Anexo 03. Validez del instrumento	42
Anexo 04. Confiabilidad del instrumento	54
Anexo 05. Formato de Consentimiento Informado	58
Anexo 06. Documento de aprobación de institución para la recolección de información ..	59
Anexo 07. Evidencias de ejecución	60
Anexo 08. Declaración jurada	70
Anexo 09. Colocado de gaviones caja y manual de gaviones	71

Lista de Tablas

Tabla 1: Dimensiones para gaviones tipo caja	9
Tabla 2: Dimensiones para gaviones tipo colchón Reno	10
Tabla 3: Variables. Definición y operacionalización	22
Tabla 4: Evaluación del muro de gaviones del río Santa, en el puente colgante peatonal Pocrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash.....	27

Lista de Figuras

Figura 1: Gavión tipo caja.....	8
Figura 2: Gavión tipo colchón Reno	9
Figura 3: Tipos de enmallado en gaviones.....	10
Figura 4: Tipos de recubrimiento del enmallado	12
Figura 5: Material de relleno - Canto rodado.....	13
Figura 6: Tipos de fallas en muros de gaviones.....	17
Figura 7: Tabulación para determinar la mejora de la defensa ribereña	29

Resumen

El puente colgante peatonal Poccrac Cuchu cuenta con un muro de gaviones de 195 m en condiciones críticas. El **problema** planteado fue: ¿La evaluación del muro de gaviones mejorará la defensa ribereña del río Santa, en el puente colgante peatonal Poccrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash - 2024? Tuvo como **objetivo general**: Evaluar el muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Santa, en el puente colgante peatonal Poccrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash - 2024. La **metodología** que se sostiene es de nivel cualitativo, tipo descriptivo y diseño no experimental, la muestra está conformada por el muro de gaviones del puente colgante, con técnicas de observación no experimental y encuesta, instrumentos de ficha de registro y cuestionario. Se obtuvo como **resultado**, que la malla hexagonal con recubrimiento de PVC, aunque cumple con el tamaño de abertura especificado (8 x 10 cm), muestra roturas y signos de corrosión. El material de relleno, compuesto por canto rodado, presenta desgastes significativos y no cumple con los requisitos de tamaño (7 a 30 cm). Las dimensiones del gavión son inadecuadas, evidenciándose asentamientos y socavaciones graves en múltiples secciones, con colapsos totales y volteos a lo largo del muro. La **conclusión** fue que es crucial implementar medidas correctivas de manera inmediata para mejorar la estabilidad estructural y garantizar la seguridad del puente. La percepción general es que una evaluación adecuada puede contribuir significativamente a la defensa ribereña, según lo indicado por el 90% de los encuestados.

Palabra Clave: Defensa ribereña, evaluación, muro de gaviones.

Abstract

The Poccrac Cuchu pedestrian suspension bridge has a 195 m gabion wall in critical conditions. The problem posed was: Will the evaluation of the gabion wall improve the riverside defense of the Santa River, in the Poccrac Cuchu pedestrian suspension bridge, district and province of Recuay, Áncash region - 2024? Its general objective was: Evaluate the gabion wall to improve the riverside defense of the Santa River, in the Poccrac Cuchu pedestrian suspension bridge, district and province of Recuay, Áncash region - 2024. The methodology supported is of a qualitative level, descriptive type, and non-experimental design, the sample is made up of the gabion wall of the suspension bridge, with non-experimental observation and survey techniques, record sheet instruments and questionnaire. The result was that the hexagonal mesh with PVC coating, although it complies with the specified opening size (8 x 10 cm), shows breaks and signs of corrosion. The filling material, composed of pebbles, shows significant wear and does not meet the size requirements (7 to 30 cm). The dimensions of the gabion are inadequate, showing serious settlements and scours in multiple sections, with total collapses and overturns along the wall. The conclusion was that it is crucial to implement corrective measures immediately to improve structural stability and ensure the safety of the bridge. The general perception is that proper assessment can contribute significantly to riparian defense, as indicated by 90% of respondents.

Keyword: Riverside defense, evaluation, gabion wall.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

Globalmente, como se expresa en el portal web de la **Organización de las Naciones Unidas** (1), las inundaciones fluviales, comunes y devastadoras, representan una grave amenaza, con impactos más duraderos y catastróficos que las inundaciones costeras y pluviales. Desde una perspectiva hidrológica, estas inundaciones se producen cuando el nivel del agua en un río se eleva por encima de los límites habituales, desbordándose en áreas adyacentes, como las llanuras aluviales, principalmente debido a un exceso de precipitación o deshielo. La gravedad de estos eventos está determinada por la duración y fuerza de las lluvias, la saturación del suelo por precipitaciones anteriores, las propiedades del suelo y las características del terreno circundante. Asimismo **Rentschler** (2), menciona que utilizando datos de última generación sobre el riesgo de inundaciones y la distribución de la población, así como estimaciones de pobreza derivadas de fuentes confiables como la Base de Datos de Seguimiento Mundial del Banco Mundial, que incluye encuestas de hogares a nivel internacional, se estima que aproximadamente 1470 millones de personas en todo el mundo se encuentran directamente expuestas al riesgo de inundaciones intensas.

A escala nacional, tal y como señala el **Banco Interamericano de Desarrollo** (3), “De especial influencia en la gravedad de las inundaciones en Perú es la existencia de los fenómenos de El Niño (ENSO: El Niño Southern Oscillation) y La Niña, ambos fenómenos de gran complejidad”.

Cada año las lluvias intensas en Perú son un evento común durante los meses de noviembre a abril en la región andina. Estas precipitaciones generan frecuentes inundaciones que causan erosión y sedimentación significativas.

En la ciudad de Recuay, según informa la página web oficial de **Radio Programas del Perú** (4), unas 30 viviendas fueron afectadas por inundaciones debido a lluvias intensas y huaicos. Kevin Tarazona, responsable de la oficina municipal de Gestión de Riesgos de Desastres de Recuay, reportó a RPP que también se han visto afectados establecimientos de salud y colegios.

Debido al incremento de las lluvias, se produjeron desbordamientos en el río Santa, como el ocurrido el 13 de marzo de 2022, que afectó al parque temático de la ciudad de Recuay, dejándolo en condiciones muy deterioradas. El Centro de Operaciones de Emergencia Regional (COER) de Áncash estima que en Recuay se registran aumentos

significativos en el caudal del río debido a que las lluvias tienen una intensidad moderada.

El puente colgante peatonal Poccrac Cuchu enfrenta una situación extremadamente grave, ya que en varias ocasiones el río ha arrastrado partes de la defensa ribereña, lo que pone en riesgo a los residentes del barrio Aconan, así como a sus viviendas y terrenos de cultivo, es por ello que este estudio se enfocó en la evaluación de la defensa actual que vienen a ser los muros de gaviones para determinar su respectiva mejora.

1.2 Formulación del problema

¿La evaluación del muro de gaviones mejorará la defensa ribereña del río Santa, en el puente colgante peatonal Poccrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash - 2024?

1.3 Justificación

1.3.1 Justificación teórica

Según **Álvarez** (5) la justificación teórica implica describir cuáles son las brechas de conocimiento existentes que la investigación buscará reducir. Hay distintos argumentos para justificar la importancia de la investigación desde el punto de vista teórico.

La presente investigación se centró en la evaluación del muro de gaviones en el margen derecho del río Santa, en el puente colgante peatonal Poccrac Cuchu. Se emplearon conceptos teóricos y principios de hidrología, hidráulica y estructuras, normativas, literatura científica y herramientas informáticas especializadas para la evaluación.

1.3.2 Justificación práctica

De acuerdo a **Álvarez** (5) la justificación práctica implica describir de qué modo los resultados de la investigación servirán para cambiar la realidad del ámbito de estudio.

Por medio de la evaluación al muro de gaviones, se determinaron valores óptimos para mejorar las defensas ribereñas. Esto buscó mejorar el funcionamiento adecuado de la estructura y proporcionar seguridad al sitio en cuestión. La presente investigación evidenció una justificación práctica, ya que buscó prevenir o disminuir los efectos de la socavación y erosión para evitar el colapso de la infraestructura hidráulica. Se esperó que los resultados de esta

investigación se tradujeran en acciones concretas para mejorar la resiliencia y la seguridad de las comunidades frente a los peligros naturales.

1.3.3 Justificación metodológica

Como lo menciona **Álvarez** (5) la justificación metodológica implica describir la razón de utilizar la metodología planteada. Es indispensable que se resalte la importancia de usar la metodología. Se debe hacer énfasis explicando las ventajas de utilizar el grupo focal en comparación con otras metodologías.

Para la evaluación, el proyecto siguió los procedimientos metodológicos de la investigación científica. Se emplearon instrumentos y técnicas adecuadas para recopilar datos de campo, procesar, analizar e interpretar resultados.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar el muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Santa, en el puente colgante peatonal Poccrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash - 2024.

1.4.2 Objetivos específicos

1.4.2.1 Realizar la evaluación del muro de gaviones del río Santa, en el puente colgante peatonal Poccrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash - 2024.

1.4.2.2 Determinar la mejora de la defensa ribereña del río Santa, en el puente colgante peatonal Poccrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash - 2024.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Internacional

Huanacu et al. (6), 2023, en su tesis titulada “**Estudio hidrológico e hidráulico para el diseño en obras de protección contra inundaciones en proximidades del puente Bating en la provincia de Caranavi**”. Para optar al título de licenciatura en ingeniería civil. Tuvo como **objetivo**, encontrar las áreas críticas en el tramo de estudio que experimentan inundaciones y sugerir la implementación de estructuras tipo gaviones para prevenir la erosión y los desbordamientos. En la **metodología**, se aplicó información sobre hidrogramas para revisar las crecidas y los sectores de inundación para evaluar los gaviones. Y como **conclusión**, se ha diseñado una solución para abordar el problema de inundaciones mediante la adaptación de un muro de contención compuesto por gaviones y colchones Reno con enrocado. Esta alternativa se considera la más adecuada para el proyecto debido a las características flexibles y permeables de los muros de gaviones. Con el tiempo, estas estructuras tienden a consolidarse, ya que los asentamientos ocurren de manera uniforme.

Gumercindo (7), 2022, en su tesis denominada “**Comparación de costos del proceso constructivo muro de contención aplicando terramesh system y gavión tipo caja**”. Para obtener el título profesional de ingeniero civil, sustentada en la Universidad de San Carlos de Guatemala. Propuso como **objetivo**, reconocer las ventajas del uso del material Terramesh System y del gavión tipo caja. La **metodología**, fue netamente descriptiva, donde el autor detalla las características y ventajas del gavión tipo caja. Como **conclusión**, las ventajas del sistema Terramesh System son evidentes en términos de reducción de material de piedra bola. A diferencia del tradicional gavión tipo caja, el Terramesh System presenta una sección uniforme desde la base hasta la corona del muro, lo que significa que se utiliza menos material en comparación con el gavión convencional, que tiene una base más extensa y requiere más material para alcanzar la misma base estructural del muro de contención.

Carrascal et al. (8), 2020, en su proyecto de tesis “**Determinación de la viabilidad técnica y económica para el uso del concreto tipo red en la conformación de estructuras de estabilización de taludes (gaviones)**”. Para

optar el grado de ingeniero civil, sustentada en la Universidad de Cartagena. Planteó como **objetivo**, evaluar desde un punto de vista técnico y económico el uso de concreto tipo RCD en la construcción de gaviones para estabilizar taludes inestables y protegerlos. En la **metodología**, se aplicó un esquema metodológico a nivel bibliográfico y descriptivo, debido a la pandemia del COVID 19. Y como **conclusión**, se determinó que, de acuerdo con las normativas técnicas del Invias, el tamaño de la granulometría para el empleo de concreto RCD en estructuras tipo gavión para estabilización se encuentra en un rango entre 100 mm y 200 mm. Es crucial que el llenado de los gaviones se realice de manera uniforme y sin bordes sobresalientes o entrantes, para garantizar un contacto adecuado entre las piedras y minimizar los espacios vacíos, logrando una buena unión entre ellas.

2.1.2 Nacional

Gamarra (9), 2023, en su trabajo de investigación **“Evaluación del muro de gaviones en la margen izquierda del Río Tincocc para mejorar su defensa ribereña, distrito de Socos, provincia de Huamanga, región Ayacucho - 2023”**. Sustentó como **objetivo**, determinar las condiciones en la que se encuentra el muro de gaviones. La **metodología** fue de tipo correlacional, de nivel descriptivo, no experimental y de corte transversal. Y como **conclusión**, el muro de gaviones está dimensionado adecuadamente para resistir las crecidas máximas del río Tincocc y proteger la laguna de oxidación del distrito. El alambre utilizado en la construcción tiene un diámetro de 2.70 mm sin revestimiento y 3.50 mm con revestimiento de PVC. Sin embargo, el muro no recibe mantenimiento regular. Se han identificado problemas significativos, como la acumulación de sedimentos debido a rocas grandes en el cauce del río, deslizamientos de tierra, socavaciones y daños en el alambre en varios tramos.

Rojas (10), 2023, en su tesis nombrada **“Evaluación de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del puente Bellavista en la margen derecha del tramo 0+000 A 0+050, en el centro poblado de Bellavista, distrito de Coviriali, provincia de Satipo, región Junín – 2023”**. Nombró como **objetivo**, realizar la evaluación del muro de gaviones, margen derecha del puente Bellavista. La **metodología** fue descriptiva y aplicada. Como **conclusión** se tiene que, durante la evaluación del muro de gaviones, se identificaron dos tipos de

gaviones utilizados: gaviones tipo colchón y gaviones tipo caja. Se observó que los gaviones tipo caja estaban más deteriorados, mostrando signos de desplome debido a la colocación de rocas pequeñas de 8 cm a 15 cm dentro de las mallas. Además, se atribuyó el deterioro a la acumulación de sedimentos que facilitaron la salida de las piedras a través de los agujeros de las mallas, provocando el desplome del colchón de gaviones.

Niño (11), 2023, en su tesis **“Evaluación del muro de Gaviones en la margen izquierda del Río Chancay para mejorar su defensa ribereña, distrito de Chancay, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque – 2023”**.

Expuso como **objetivo**, llevar a cabo una inspección del muro de gaviones en la orilla izquierda del río Chancay con el objetivo de fortalecer su protección costera. La **metodología** fue de tipo descriptivo, nivel cualitativo y cuantitativo.

Y como **conclusión**, durante la revisión de la construcción de los muros de gaviones, se descubrió que no se siguieron las recomendaciones del manual técnico en cuanto a la pendiente mínima del muro y el desplazamiento entre capas. Además, se identificaron fallas y deterioro en algunos componentes de la estructura de protección, lo que indica la necesidad de un mantenimiento regular y un programa de renovación o reemplazo para garantizar su funcionamiento a largo plazo. Esto es crucial para asegurar la protección de los muros de gaviones en la margen derecha del río Sagrado, en la zona de urbanización de San Pedro, y prolongar su vida útil.

2.1.3 Local

Diaz (12), 2023, en su tesis propuesta **“Evaluación de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del Rio Santa, sector puente Santo Toribio, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región Áncash - 2023”**.

Mantuvo como **objetivo**, desarrollar la evaluación del muro de gaviones del río Santa del puente Santo Toribio. La **metodología** fue de tipo cuantitativo no experimental. Y como **conclusión**, el análisis detallado en terreno destaca las numerosas falencias estructurales del actual muro de gaviones, especialmente en lo que respecta a su susceptibilidad a la erosión. Las deformaciones, fracturas y desprendimientos comprometen su capacidad para contener inundaciones. La base superficial aumenta el riesgo de derrumbe por la acción del agua, lo que evidencia la obsolescencia de la infraestructura actual. Por consiguiente, se

determina que es imperativo reconstruir completamente el muro con urgencia para garantizar su funcionamiento y reforzar su resistencia frente a eventos extremos, dando prioridad a la seguridad de las zonas afectadas.

Murillo (13), 2023, en su trabajo de tesis **“Evaluación de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del Río Nepeña en el puente Huambacho, distrito de Samanco, provincia del Santa, región Áncash - 2023”**. Asumió como **objetivo**, llevar a cabo la inspección del muro de gaviones ubicado en el río Nepeña, específicamente en el área cercana al puente Huambacho. La **metodología** fue de nivel cualitativo y cuantitativo, de tipo descriptivo. Y como **conclusión**, la evaluación detallada del puente Huambacho ha revelado serias amenazas para su integridad estructural, especialmente en zonas susceptibles a la erosión, desprendimiento de gaviones y desbordamientos del río. Esto resalta la urgencia de tomar medidas correctivas para fortalecer la defensa ribereña y reducir los riesgos asociados. Es crucial implementar medidas preventivas, como el control de la erosión y la gestión adecuada del flujo fluvial, para asegurar la seguridad a corto plazo y la durabilidad a largo plazo de la infraestructura.

Marzano (14), 2023, en su proyecto de tesis **“Evaluación del muro de gaviones, para mejorar la defensa ribereña del Río Santa, margen derecha, en el sector Rumichuco, provincia de Huaraz, región Áncash – 2023”**. Poseyó como **objetivo**, llevar a cabo la inspección del muro de gaviones ubicado en la margen derecha del río Santa, específicamente en el área de Rumichuco. La **metodología** fue de nivel explicativo, tipo descriptivo, no experimental. Y como **conclusión**, se obtuvo que, de acuerdo con la evaluación realizada, se identificaron deficiencias técnicas, como la falta de un diseño apropiado para resistir la presión del suelo. Además, se observaron oxidaciones en las mallas debido al desgaste del aislante, lo que indica una falta de mantenimiento. También se encontraron rocas pequeñas que sobrepasan fácilmente las aberturas de las mallas, lo que afecta la compactación de los enrocados y podría ocasionar fallos en la estructura.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Evaluación del muro de gaviones

2.2.1.1 Gaviones

Tal como expone **Maccaferri** (15), los gaviones son componentes modulares de diversas formas, elaborados a partir de redes metálicas en una malla hexagonal de doble torsión, los cuales, al ser rellenos con piedras de tamaño adecuado y unidos entre sí, constituyen estructuras diseñadas para abordar dificultades geotécnicas, hidráulicas y de prevención de erosión. La instalación y el relleno de estos componentes pueden llevarse a cabo manualmente o mediante el uso de equipos mecánicos convencionales.

2.2.1.1.1 Tipo de gavión

En función de la interpretación de **Maccaferri** (15), se tienen los siguientes tipos:

➤ Gaviones tipo caja

El gavión tipo caja es una estructura metálica que tiene la forma de un paralelepípedo. Está fabricado a partir de un solo panel de malla hexagonal de doble torsión que se utiliza para crear la base, la tapa y las paredes frontal y trasera del gavión. Durante el proceso de fabricación, se unen paneles adicionales al panel base para formar las dos paredes laterales y los diafragmas del gavión (15, p.16).

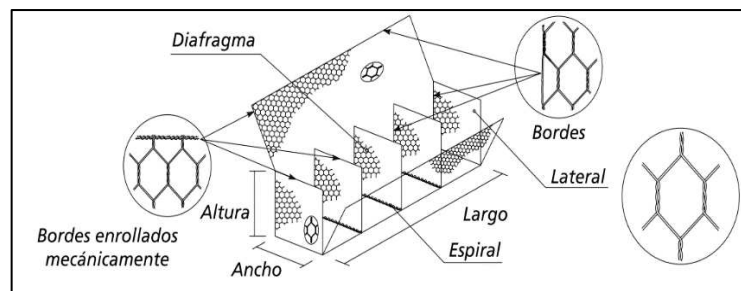


Figura 1: Gavión tipo caja

Fuente: Maccaferri (15)

➤ Gaviones tipo colchón Reno

El colchón Reno es una estructura metálica con forma de paralelepípedo, diseñada con una gran área y un espesor reducido. Está compuesto por dos partes separadas: la

base y la tapa, ambas fabricadas con malla hexagonal de doble torsión. Estas estructuras son flexibles y se utilizan para una variedad de propósitos complementarios, como la protección de la base de los muros, la construcción de plataformas de deformación, la creación de canaletas de drenaje y el revestimiento de taludes. Su función principal es servir como revestimiento flexible en los márgenes y el fondo de cursos de agua (15, p.20).

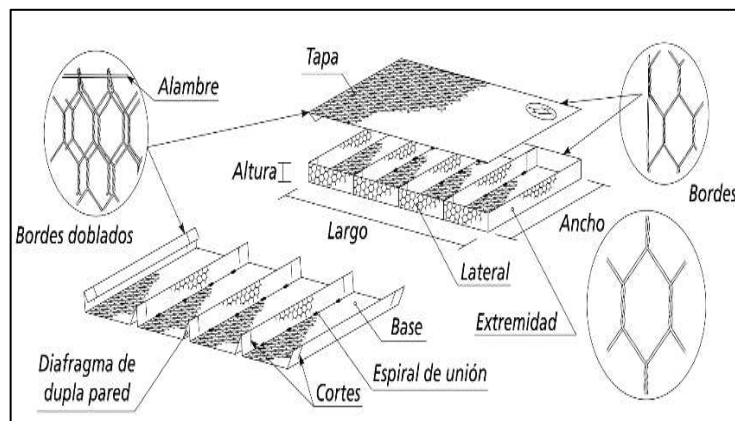


Figura 2: Gavión tipo colchón Reno
Fuente: Maccaferri (15)

2.2.1.1.2 Dimensiones

➤ Dimensiones para gaviones tipo caja

Maccaferri (15), sostiene que: “Las dimensiones son estandarizadas: El largo, siempre múltiplo de 1 m, varía de 1 m a 4 m, con excepción del gavión de 1,5 m; el ancho es siempre de 1 m; y el alto puede ser de 0,5 m o 1,0 m”.

Tabla 1: Dimensiones para gaviones tipo caja

Gaviones Caja con Diafragmas				
Dimensiones Estándar			Volumen [m³]	Diafragmas
Largo [m]	Ancho [m]	Alto [m]		
1,50	1,00	0,50	0,75	-
2,00	1,00	0,50	1,00	1
3,00	1,00	0,50	1,50	2
4,00	1,00	0,50	2,00	3
1,50	1,00	1,00	1,50	-
2,00	1,00	1,00	2,00	1
3,00	1,00	1,00	3,00	2
4,00	1,00	1,00	4,00	3

Fuente: Maccaferri (15)

- Dimensiones para gaviones tipo colchón Reno
Maccaferri (15), expone que: “Su longitud, siempre es múltiplo de 1 m, varía entre 3 m y 6 m, ancho es siempre de 2 m. Su espesor entre 0,17 m, 0,23 m y 0,30 m”.

Tabla 2: Dimensiones para gaviones tipo colchón Reno

Colchones Reno®				
Dimensiones Estándar			Área [m ²]	Diafragmas
Largo [m]	Ancho [m]	Altura [m]		
3,00	2,00	0,17	6	2
4,00	2,00	0,17	8	3
5,00	2,00	0,17	10	4
6,00	2,00	0,17	12	5
3,00	2,00	0,23	6	2
4,00	2,00	0,23	8	3
5,00	2,00	0,23	10	4
6,00	2,00	0,23	12	5
3,00	2,00	0,30	6	2
4,00	2,00	0,30	8	3
5,00	2,00	0,30	10	4
6,00	2,00	0,30	12	5

Fuente: Maccaferri (15)

2.2.1.2 Enmallado

2.2.1.2.1 Tipo de malla

De acuerdo a lo expresado por **Bolívar** (16), en la fabricación de gaviones se emplean distintos tipos de mallas, que se seleccionan según las necesidades específicas o los requisitos planteados en los proyectos de ingeniería civil.

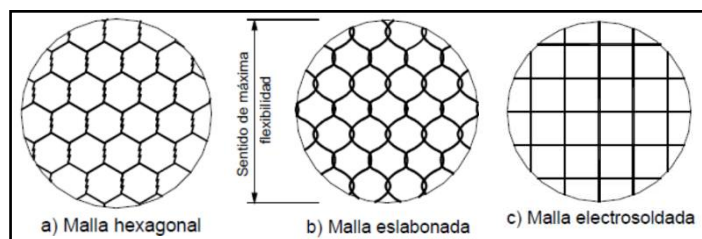


Figura 3: Tipos de enmallado en gaviones

Fuente: Bolívar (16)

- Mallas hexagonales

La malla hexagonal de triple torsión tiene la capacidad de soportar tensiones en diferentes direcciones sin romperse, lo que la hace flexible para movimientos en todas las direcciones. En caso de que la malla se rompa en un punto específico, no se deshilacha como sucede con otros tipos

de mallas. Las dimensiones de la malla se definen por su escuadría, donde se denotan el ancho y la altura los entorchados colineales (16, p.03).

➤ Mallas eslabonadas

Las mallas eslabonadas no tienen uniones rígidas entre los alambres, lo que las hace más flexibles y permite el desplazamiento relativo de los mismos. Aunque no se necesitan equipos especiales para su construcción, su gran flexibilidad puede dificultar su conformación en el campo. Aunque la torsión de la malla no afecta su resistencia, si se rompe un alambre, toda la malla se ve afectada (16, p.04).

➤ Mallas electrosoldadas

La malla electrosoldada tiende a ser rígida a comparación de las mallas eslabonadas y hexagonales, y se fabrica con cuadrículas de igual espaciado en ambas direcciones. Su facilidad para ser conformada en el campo y su costo de construcción más económico la han vuelto popular, especialmente en proyectos de construcción de carreteras. Las características de esta malla dependen del proceso de soldadura y, en particular, del control de temperatura durante dicho proceso (16, p.04).

Según lo señalado por el **Manual de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones – MTC** (17), “Las canastas metálicas estarán formadas de malla de alambre de acero galvanizado de triple torsión (entrecruzado de dos hilos mediante tres medios giros), con huecos hexagonales de abertura no mayor de 12 cm”.

2.2.1.2.2 Tamaño de abertura

Según lo indicado por el **Manual de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones – MTC** (17), las cestas metálicas quedarán compuestas por una red de alambre de acero galvanizado con triple torsión (donde

dos hilos se entrecruzan mediante tres giros), con celdas hexagonales de hasta 12 cm de ancho. El alambre utilizado cumplirá con los estándares ASTM A-856 o ASTM A-116, dependiendo de lo que se especifique en el proyecto.

2.2.1.2.3 Tipo de recubrimiento

Conforme a **Pachas** (18), para asegurar una vida útil más larga, se aplican recubrimientos especiales a los alambres para prevenir la corrosión. Estos recubrimientos, utilizados en los alambres que componen las redes de los gaviones, garantizan una degradación muy lenta de la estructura, incluso en entornos hostiles, lo que les confiere una naturaleza permanente.

La galvanización pesada, que consiste en una triple capa de zinc, proporciona una sólida protección contra la corrosión y el desgaste. Además, se aplica un recubrimiento plástico adicional a los alambres para asegurar la integridad de la estructura en ambientes corrosivos o contaminados.

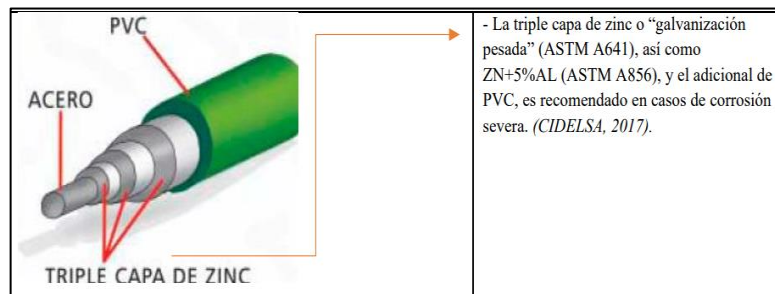


Figura 4: Tipos de recubrimiento del enmallado

Fuente: Pachas (18)

Basándose en lo mencionado por el **Manual de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones – MTC** (17): “La cubierta protectora para contrarrestar los efectos corrosivos y agresivos de productos químicos y detalles como los diafragmas y/o las ataduras intermedias o los tensores de las cestas, serán los descritos en el Proyecto”.

2.2.1.2.4 Resistencia y durabilidad

➤ Rotura

De acuerdo a lo expresado por **Domingo** (19), la rotura de mallas en un muro de gaviones se produce cuando la estructura de malla metálica que sostiene las piedras en el interior del gavión sufre daños o se rompe. Este problema puede ser causado por varios factores, como la corrosión del metal, la presión excesiva, movimientos sísmicos, impactos directos o el desgaste acumulado con el tiempo.

➤ **Corrosión**

Según lo señalado por **Domingo** (19), la corrosión de mallas en un muro de gaviones es el deterioro del metal que sostiene las piedras. Este proceso ocurre cuando el acero, que es el material más común, reacciona con factores ambientales como agua, oxígeno, productos químicos o sal, lo que provoca oxidación y debilitamiento del metal. A medida que la corrosión avanza, la malla puede perder resistencia y flexibilidad.

2.2.1.3 **Material de relleno**

2.2.1.3.1 **Tipo de relleno**

Conforme al **Manual de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones – MTC** (17): Se recomienda utilizar principalmente canto rodado o, en caso de no estar disponible, material de cantera. Es crucial evitar el uso de materiales que se deshagan al estar expuestos al agua o al clima, que contengan óxido de hierro, o que sean demasiado alcalinos, ya que podrían dañar el alambre de las cestas.



Figura 5: Material de relleno - Canto rodado
Fuente: Bolívar (16)

La densidad del material de relleno deberá ser de al menos 1.250 kg/m³. También, debe desempeñar con los siguientes puntos:

- Resistencia a la abrasión: La pérdida de material al someterlo a prueba en la máquina de Los Ángeles, según la norma AASHTO T-96, debe ser menor al 50%.
- Absorción: Su aforo de absorción de agua no debe pasar el 2% por peso. Para determinarlo, se fragmentará una muestra característica de las piedras y se realizará el ensayo según la norma AASHTO T-85.

2.2.1.3.2 Tamaño del material

Según señala el **Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC** (20), las piedras utilizadas deben ser lo bastante grandes y uniformes para evitar que se filtren por medio de las mallas de los gaviones. Se recomienda que el tamaño nominal de las piedras sea al menos 1.5 veces mayor que el tamaño mínimo de las aberturas de la malla.

El **Manual de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones – MTC** (17) justifica que el tamaño mínimo de las piedras que se usan como material de relleno debe superar en al menos 3 cm las aberturas de la malla de las cestas.

2.2.1.3.3 Desgaste

Según el análisis de **Domingo** (19), cuando las piedras o la grava se desgastan o se rompen, el muro de gaviones puede volverse menos estable y perder su habilidad para contener el terreno, lo que puede resultar en una vida útil más corta y en posibles fallas estructurales.

2.2.1.4 Muro de gaviones

Según lo especificado por **Maccaferri** (15), las estructuras de gravedad en gaviones representan un sistema tradicional de contención, compuestas por componentes metálicos elaborados con redes de malla hexagonal de doble torsión, que son rellenos con piedras. Estas

construcciones son altamente beneficiosas, tanto desde una perspectiva técnica como económica, para la edificación de estructuras de contención, ya que cuentan con una serie de atributos funcionales que no se encuentran en otros tipos de construcciones. Todas las unidades están firmemente unidas entre sí mediante costuras utilizando alambres de características similares a los de la malla, formando así una estructura continua.

2.2.1.5 Evaluar muro de gaviones

De acuerdo a lo planteado por **Boixader** (21), la evaluación de la estabilidad de un muro de gaviones requiere un examen minucioso de su resistencia frente al deslizamiento, vuelco y hundimiento. Estas evaluaciones pueden realizarse visualmente, ya que cada tipo de falla presenta características y aspectos distintivos que pueden ser identificados.

La estabilidad se determina verificando el cumplimiento de ciertas desigualdades, las cuales permiten evaluar que el muro no presente estados límites de falla o servicio por deslizamiento, volteo y capacidad de carga.

2.2.1.5.1 Estabilidad global

Bajo las pautas de **Piñar** (22), en el ámbito de los muros de gaviones, es especialmente importante llevar a cabo un análisis de la estabilidad general o del conjunto muro-suelo cuando el terreno presenta una pendiente significativa. Esto se debe a que una inclinación pronunciada puede provocar problemas de estabilidad tanto en la estructura del muro como en el suelo cercano. La estabilidad general se refiere a la capacidad del muro de gaviones y del suelo adyacente para resistir el colapso o el deslizamiento en su conjunto. En áreas donde el terreno es plano y no hay una inclinación marcada, este tipo de análisis no es tan crucial, ya que no se anticipa una falla de este tipo (22, p.20).

2.2.1.5.2 Asentamiento

De acuerdo al criterio de **Piñar** (22), este tipo de falla en un muro de gaviones se presenta cuando las cargas ejercidas por la estructura sobre el suelo de fundación exceden su capacidad de carga. Esto puede provocar asentamientos excesivos, lo que significa que el suelo no puede soportar el peso del muro y se hunde más de lo esperado. Estos asentamientos pueden comprometer la estabilidad y la integridad del muro, así como de las estructuras adyacentes.

2.2.1.5.3 Deslizamiento

Conforme a **Piñar** (22), esta falla se produce cuando la capacidad de resistencia al deslizamiento a lo largo de la base del muro, junto con la fuerza de empuje pasivo que actúa en su frente, no son lo bastante fuertes para contrarrestar la fuerza del empuje activo, que actúa en sentido contrario. Esto sucede cuando las fuerzas desestabilizadoras superan a las fuerzas estabilizadoras, lo que resulta en el deslizamiento de la estructura.

2.2.1.5.4 Volteo

Tal como expresa **Piñar** (22), el volteo sucede cuando el momento generado por el propio peso del muro, que estabiliza la estructura, no es lo suficientemente fuerte como para contrarrestar el momento provocado por la presión activa ejercida por el suelo o el agua contra el muro.

2.2.1.5.5 Verificación interna

De conformidad con **Piñar** (22), es importante verificar la posibilidad de una falla interna en el muro de gaviones, conocida como estabilidad interna. Esta falla puede ocurrir debido a esfuerzos internos excesivos generados por cargas de empuje y sobrecargas aplicadas. En el caso de los gaviones, es crucial asegurar que las capas superiores no se deslicen sobre las inferiores para garantizar la seguridad de la estructura (22, p.21).

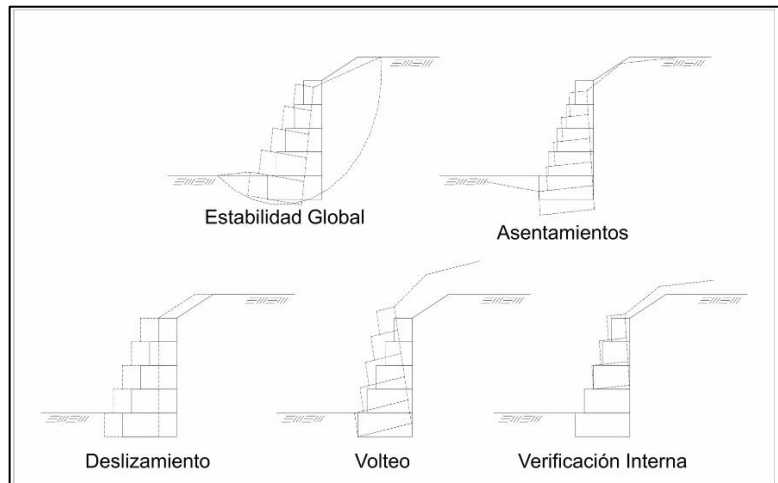


Figura 6: Tipos de fallas en muros de gaviones

Fuente: Piñar (22)

2.2.1.5.6 Erosión y socavación

Siguiendo las indicaciones de **Guitelman et al.** (23) la erosión es el proceso mediante el cual el suelo, las rocas u otros materiales de la superficie terrestre se desgastan y eliminan gradualmente por la acción del agua, el viento o el hielo. En un río, la erosión se produce cuando el flujo del agua arrastra partículas de tierra y piedras a lo largo de las orillas. Y la socavación es una forma particular de erosión en la que el agua del río desgasta o arrastra el suelo que se encuentra debajo de una estructura, como un muro de gaviones, creando huecos o cavidades. Este fenómeno puede debilitar la base del muro, provocando inestabilidad y aumentando el riesgo de que la estructura se derrumbe o se colapse. La socavación es especialmente preocupante en ríos con corrientes rápidas o con cambios significativos en el nivel del agua.

2.2.1.5.7 Mantenimiento (Vegetación, residuos sólidos, sedimentos)

➤ Vegetación

En virtud de **Maccaferri** (15), cuando el aspecto visual de una estructura pueda tener un efecto negativo en el entorno, se puede promover el crecimiento de vegetación sobre ella, permitiendo que los gaviones se mezclen con la vegetación circundante. Esta técnica es bastante

utilizada en proyectos de contención en zonas residenciales.

Para evitar problemas con raíces destructivas, se recomienda evitar plantas con sistemas radiculares invasivos o que tiendan a ejercer presión significativa sobre la estructura. Estas plantas pueden penetrar y dañar las mallas de acero, provocar deformaciones, y causar un deterioro acelerado de la estructura (24).

En cambio, las plantas con raíces fibrosas o superficiales son una opción más segura para entornos con gaviones. Estas plantas ayudan a estabilizar el suelo sin comprometer la integridad de la estructura, además de proporcionar beneficios estéticos y medioambientales (24).

➤ Residuos sólidos y sedimentos

En función de **Martínez** (25), en cuestión al mantenimiento de un muro de gaviones podemos encontrar elementos como los residuos sólidos, escombros, acumulaciones de sedimentos, vegetación no deseada, obstrucciones en las salidas de drenaje, erosión en la base del muro, y posibles daños en la estructura causados por la acción del agua, la fauna, o la vegetación. Es fundamental realizar inspecciones regulares y llevar a cabo las labores de limpieza y mantenimiento necesarias para garantizar la eficacia y la durabilidad del muro de gaviones.

2.2.2 Mejorar la defensa ribereña

2.2.2.1 Defensa ribereña

Según lo expresado por **Acate et al.** (26), las defensas ribereñas son construcciones diseñadas y utilizadas para resguardar las orillas y zonas cercanas a los ríos y cuerpos de agua, con el propósito de prevenir erosiones, socavamientos y desbordamientos causados por el flujo del agua.

La protección contra las inundaciones incluye tanto los medios estructurales como los no estructurales, que dan protección o reducen los riesgos de inundación. Las medidas estructurales incluyen las represas y reservorios, modificaciones a los canales de los ríos por otros más amplios, defensas ribereñas, depresiones para desbordamiento, cauces de alivio, obras de drenaje y el mantenimiento y limpieza de los mismos, para evitar que se obstruyan.

2.2.2.2 Mejorar la defensa ribereña

Acate et al. (26), aduce que, mejorar la defensa ribereña involucra adoptar acciones para resguardar regiones próximas a cuerpos hídricos, disminuyendo los peligros de inundaciones y erosiones con el fin de limitar pérdidas económicas y sociales.

Los rendimientos de tales iniciativas abarcan arreglos físicos, retribuciones agrarias, contrarresto de repercusiones financieras y conservación de vidas humanas, bienestar y salud. Para hacer de la inversión más sostenible y eficiente se debe tener un mejor entendimiento sobre las ventajas y desventajas de cada tipo de defensa ribereña.

2.3 Hipótesis

En este proyecto, se prescinde de una hipótesis dado que el enfoque de la investigación se centra en un nivel descriptivo.

Según el análisis de **Yalda** (27) “¿Todos los estudios deben tener una hipótesis? No, los estudios descriptivos “exploratorios”, para los cuales la información previa de la literatura es escasa, no necesariamente deben tener una hipótesis”.

III. METODOLOGÍA

3.1 Nivel, Tipo y Diseño de Investigación

3.1.1 Nivel de investigación

El nivel es cualitativo, puesto que coadyuva a obtener información descriptiva mediante la observación directa.

En función de lo expuesto por **Anguera** (28) “Como se indicó en I., la metodología cualitativa se fundamenta en una descripción contextual, característica en la que concuerda la práctica totalidad de autores. Lo que puede implicar diversos matices es precisamente la forma de abordar tal descripción”.

3.1.2 Tipo de investigación

El tipo de investigación es descriptivo, puesto que, se especifican las características y condiciones del tema en estudio.

Conforme a lo indicado por **Hernández et al.** (29) “Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, - comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis”.

3.1.3 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es no experimental, ya que, no se manipulan las variables de estudio y tampoco se desarrollan ensayos. De corte transversal, donde se realiza la evaluación por única vez.

Basándose en **Gómez** (30) “Se define como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables, lo que se hace es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos.”

Esquema:



Donde:

Mi: Muro de gaviones (Muestra).

Xi: Evaluación del muro de gaviones (Variable independiente).

Oi: Resultado de la evaluación del muro de gaviones (Resultado).

Yi: Mejorar la defensa ribereña (Variable dependiente).

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población

En consonancia con **Rodríguez** (31) “La población es el conjunto de mediciones que se pueden efectuar sobre una característica común de un grupo de seres u objetos”.

La población de la investigación son los muros de gaviones en el río Santa, distrito y provincia de Recuay, región Áncash.

3.2.2 Muestra

Según lo indicado por **Rodríguez** (31) “La muestra descansa en el principio de que las partes representan al todo y por tal, refleja las características que definen la población de la cual fue extraída, lo que nos indica que es representativa”.

La muestra de análisis está conformada por el muro de gaviones del puente colgante peatonal Poccrac Cuchu en el río Santa, distrito y provincia de Recuay, región Áncash.

3.3 Variables. Definición y Operacionalización

Tabla 3: Variables. Definición y operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERATIVA	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	CATEGORÍAS O VALORACIÓN
Evaluación del muro de gaviones	La evaluación del muro de gaviones se llevará a cabo mediante la observación para determinar su estado y garantizar que cumpla con las normas técnicas correspondientes. Este proceso implica examinar la calidad y condición de la malla, el material de relleno y la estabilidad en conjunto del muro.	Enmallado	Tipo de malla	Nominal	Hexagonales, eslabonadas, electrosoldadas.
			Tamaño de abertura	Nominal	Cumple, no cumple.
			Tipo de recubrimiento	Nominal	Galvanizado, PVC.
			Resistencia y durabilidad	Nominal	Si, no.
		Material de relleno	Tipo de relleno	Nominal	Canto rodado, material de cantera
			Tamaño del material	Nominal	Cumple, no cumple.
		Muro de gaviones	Desgaste	Nominal	Si, no.
			Tipo de gavión	Nominal	Caja, colchón reno
			Dimensiones	Nominal	Cumple, no cumple.
			Estabilidad global	Nominal	Si, no.
			Asentamiento	Nominal	Si, no.
			Deslizamiento	Nominal	Si, no.
			Volteo	Nominal	Si, no.
			Verificación interna	Nominal	Si, no.
Defensa ribereña	Se realizará una encuesta dirigida a los pobladores del lugar para determinar la mejora de la defensa ribereña.	Defensa ribereña	Mejora de la defensa ribereña	Nominal	Si, no.
			Mantenimiento (Vegetación, residuos sólidos, sedimentos)	Nominal	Si, no.

Fuente: Elaboración propia.

3.4 Técnica e instrumentos de recolección de información

3.4.1 Técnicas

De acuerdo con **Gil** (32) “la técnica de recogida de información engloba todos los medios técnicos que se utilizan para registrar las observaciones o facilitar el tratamiento”.

La técnica empleada, es la observación no experimental, donde se visualizó la calidad y condición de la malla, el material de relleno y la estabilidad en conjunto del muro. También se utilizó la encuesta, para determinar la mejora de la defensa ribereña del sitio.

3.4.2 Instrumentos de recolección de información

Siguiendo lo mencionado por **Urbano et al.** (33), “se les llama instrumentos de medición (enfoque cuantitativo) o instrumentos de registro (enfoque cualitativo), donde el instrumento es el mecanismo o dispositivo que utiliza el investigador para generar la información”.

El instrumento utilizado es la ficha de registro, en la que se concentró la información de los indicadores de la evaluación. Además, se hizo uso del cuestionario, para la determinación de la mejora de la defensa de la ribera.

3.5 Método de análisis de datos

El método de análisis es descriptivo y tiene el siguiente procedimiento:

- Se identificó y seleccionó el lugar de estudio.
- Se llevó al campo las fichas de registro para la evaluación y el cuestionario para determinar la mejora, junto con el equipo de protección personal necesario.
- La observación se efectuó por tramos y los datos se fueron agregando a la ficha, mientras que el cuestionario fue aplicado a los residentes del área.
- Posteriormente, en el análisis de gabinete, se procesaron los datos para describir la evaluación del muro de gaviones mediante tablas. Además, se tabularon e interpretaron los resultados del cuestionario para determinar la mejora de la defensa ribereña en el puente colgante peatonal Poccrac Cuchu.

3.6 Aspectos Éticos

De conformidad con la **Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote** (34) los principios éticos se utilizan de la siguiente manera:

3.6.1 Respeto y protección de los derechos de los intervinientes

En esta investigación, se respetaron y protegieron los derechos de los participantes, incluyendo su dignidad, privacidad y diversidad cultural. Se garantizó su participación voluntaria y pleno entendimiento de cualquier compromiso que asuman por medio del formato de consentimiento informado.

3.6.2 Cuidado del medio ambiente

Durante el desarrollo de este estudio, se adoptaron medidas para proteger el medio ambiente, preservar la biodiversidad y minimizar cualquier impacto negativo en el entorno natural.

Los posibles daños incluyeron la contaminación del río, el riesgo de dañar las plantas y la degradación del entorno. Para mitigar cualquier impacto negativo, se tomaron medidas específicas, como la realización de tomas fotográficas exclusivamente en áreas que no requerían acceso al río, ni dañen la flora y la utilización de bolsas ecológicas durante la recopilación de información evitando la contaminación del lugar.

3.6.3 Libre participación por propia voluntad

Los participantes fueron debidamente informados sobre los objetivos y propósitos de la investigación, lo que les permitió expresar su voluntad de manera libre y específica a través del formato de consentimiento informado (Anexo 05).

Además, se les garantizó que cualquier duda relacionada con la investigación sería aclarada.

3.6.4 Beneficencia, no maleficencia

En este estudio, se declaró el compromiso constante del cuidado del muro de gaviones a evaluar y de cuidar el bienestar de los participantes o involucrados, buscando reducir cualquier posible efecto adverso y maximizar los beneficios derivados de su participación.

Esto se logró mediante la garantía de la voluntariedad y el anonimato, asegurando que los datos de los participantes no serían expuestos y evitando cualquier daño potencial durante el proceso de investigación.

3.6.5 Integridad y honestidad

No se declararon conflictos de interés que puedan afectar el curso del estudio o el enunciado de resultados. La investigación se llevó a cabo con integridad y honestidad, garantizando la objetividad, imparcialidad y transparencia en todas las etapas del proceso, desde la recolección de datos con las fichas técnicas (Anexo 02) hasta la divulgación de los resultados.

Se cumplieron los estándares indicados en la normativa de propiedad intelectual mediante el uso de Turnitin para verificar la originalidad del proyecto.

3.6.6 Justicia

Para evitar resultados erróneos y evitar sesgos en la investigación se adjuntó la declaración jurada (Anexo 08).

Se implementaron precauciones clave, como la utilización de métodos de recopilación de datos estandarizados y el aseguramiento de que todas las personas involucradas sean residentes del sitio en estudio. Además, se garantizó un trato equitativo con todos los participantes, asegurando que cada uno reciba la misma consideración y oportunidades en el desarrollo del estudio.

IV. RESULTADOS

4.1 Respuesta al primer objetivo específico: Realizar la evaluación del muro de gaviones del río Santa, en el puente colgante peatonal Poccrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash - 2024.

Tabla 4: Evaluación del muro de gaviones del río Santa, en el puente colgante peatonal Poccrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash

Ficha de registro		
Realizar la evaluación del muro de gaviones del río Santa, en el puente colgante peatonal Poccrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash - 2024		
Ficha N°: 01	Tesista: Riojas Lázaro Henry Jesús	Fecha: 07 – 04 – 2024
Margen: Derecho		
Coordenadas estándar UTM - Inicio: N: 8922827.28 E: 231435.71		Coordenadas estándar UTM - Fin: N: 8922998.39 E: 231374.17
Evaluación del enmallado	Descripción	
Tipo de malla	Tipo hexagonal	
Tamaño de abertura	Cumple 8 x 10 cm	
Tipo de recubrimiento	PVC	
Resistencia y durabilidad	Si, existen múltiples roturas y corrosión	
Evaluación del material de relleno	Descripción	
Tipo de relleno	Canto rodado	
Tamaño del material	No cumple. De 7 a 30 cm.	
Desgaste	Si, se hallaron múltiples roturas	
Evaluación del muro de gaviones	Descripción	
Tipo de gavión	Caja.	
Dimensiones	No cumple. De 1.98 a 2.20 m de largo, 0.97 a 1.10 m de ancho y 0.98 a 1.15 m de altura	
Estabilidad global	No.	
Asentamiento	De la progresiva 0+095 a la 0+130, se visualizó asentamiento de la estructura producto de la socavación.	

	Y de la progresiva 0+170 a la 0+195, se observó asentamiento de la estructura proclive al colapso.
Deslizamiento	No.
Volteo	Desde el punto inicial del muro hasta 40 m, se observaron volteos de la estructura. De la progresiva 0+040 a la 0+095, no se visualizó el muro de gaviones ya que se encuentra enterrado, notándose solo partes superficiales de la malla y el relleno. De la progresiva 0+130 a la 0+170, se observó el colapso total del muro.
Verificación interna	No.
Erosión y socavación	Se observó erosión y socavación en las progresivas 0+095 a 0+130 y 0+170 a la 0+195
Mantenimiento (Vegetación, residuos sólidos, sedimentos)	No existe presencia de vegetación en el muro. Se halló gran cantidad de sedimentos en las secciones de asentamiento y volteo.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: La evaluación del muro de gaviones revela múltiples deficiencias críticas que comprometen su estabilidad y durabilidad. A pesar de que la malla hexagonal con recubrimiento de PVC cumple con el tamaño de abertura especificado (8 x 10 cm), presenta múltiples roturas y signos de corrosión. El material de relleno, compuesto por canto rodado, no cumple con los requisitos de tamaño (7 a 30 cm) y muestra desgastes significativos. Las dimensiones del gavión también son inadecuadas, la estructura muestra asentamientos significativos entre las progresivas 0+095 a 0+130 y 0+170 a 0+195 debido a la socavación. Además, se observaron volteos a lo largo de 40 m desde el inicio del muro, colapsos totales entre las progresivas 0+040 a 0+095 y 0+130 a 0+170, además de erosión en varias secciones. La falta de vegetación y la presencia de sedimentos en las áreas afectadas agravan la situación, señalando una urgente necesidad de mantenimiento y reparaciones.

4.2 Respuesta al segundo objetivo específico: Determinar la mejora de la defensa ribereña del río Santa, en el puente colgante peatonal Poccrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash - 2024.

Interrogante: ¿Usted cree que, luego de realizar la evaluación del muro de gaviones, mejorará la defensa ribereña del río Santa, en el puente colgante peatonal Poccrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash?

Tabulación:

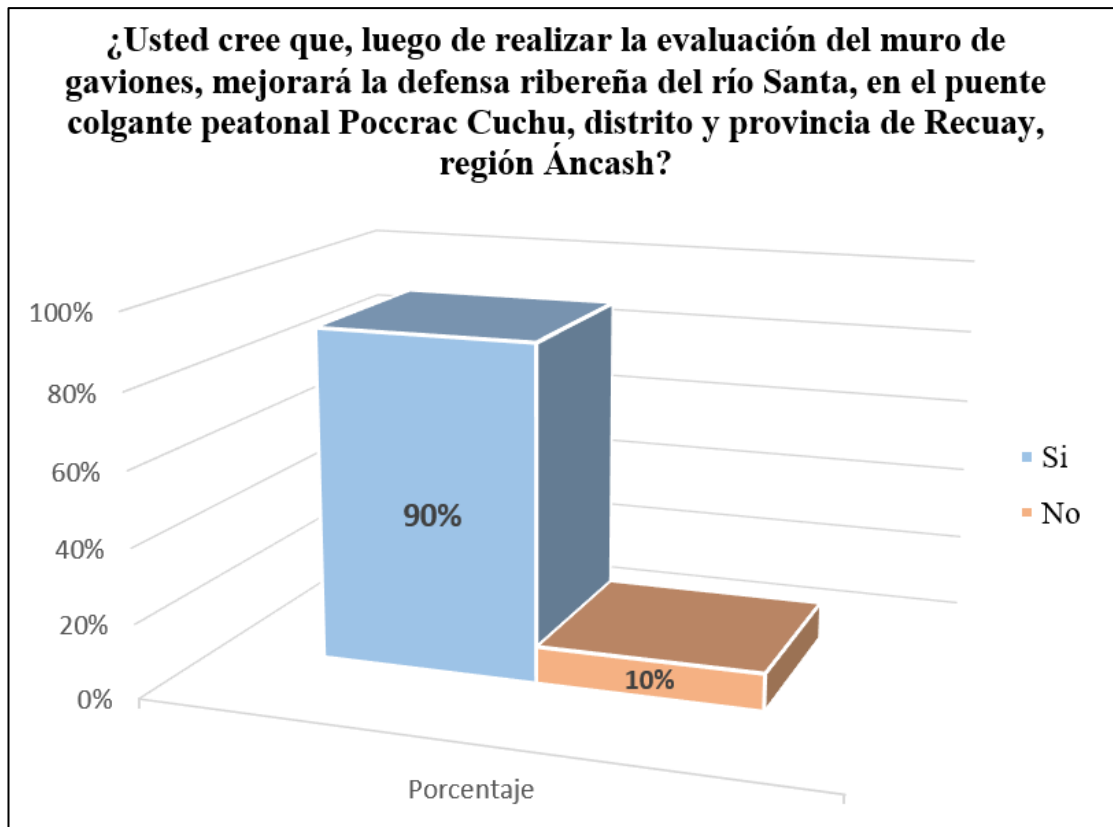


Figura 7: Tabulación para determinar la mejora de la defensa ribereña

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: El 90% de las personas encuestadas cree que luego de realizar la evaluación del muro de gaviones, mejorará la defensa ribereña del río Santa, en el puente colgante peatonal Poccrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash. Mientras que el 10% tiene una opinión contraria.

V. DISCUSIÓN

5.1 Objetivo Específico 1: Realizar la evaluación del muro de gaviones del río Santa, en el puente colgante peatonal Poccrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash.

Resultado: La evaluación del muro de gaviones revela múltiples deficiencias críticas que comprometen su estabilidad y durabilidad. A pesar de que la malla hexagonal con recubrimiento de PVC cumple con el tamaño de abertura especificado (8 x 10 cm), presenta múltiples roturas y signos de corrosión. El material de relleno, compuesto por canto rodado, no cumple con los requisitos de tamaño (7 a 30 cm) y muestra desgastes significativos. Las dimensiones del gavión también son inadecuadas, la estructura muestra asentamientos significativos y socavación, así como volteos y colapsos en varias secciones. La falta de mantenimiento agrava la situación, evidenciada por la presencia de sedimentos y ausencia de vegetación en las áreas afectadas. **Comparación**

con antecedentes: En comparación con estudios similares realizados por Huanacu et al. (6) y Gumercindo (7), se observa que las deficiencias identificadas en el muro de gaviones del puente Poccrac Cuchu son consistentes con los problemas encontrados en otras estructuras similares en términos de deterioro y falta de mantenimiento.

Antecedente relevante: El estudio de Huanacu et al. (6) en el puente Bating destaca la importancia de mantener estructuras tipo gaviones para prevenir la erosión y desbordamientos. Similarmente, Gumercindo (7) resalta la necesidad de adoptar técnicas de construcción adecuadas para mejorar la durabilidad de las estructuras.

Marco teórico: El marco teórico proporciona una base sólida para entender las deficiencias observadas. Según Maccaferri (15), los gaviones deben cumplir con ciertos estándares de diseño y materiales para garantizar su eficacia como estructuras de defensa ribereña. **Aporte como investigador:** Este estudio aporta una evaluación detallada del muro de gaviones en el puente Poccrac Cuchu, identificando deficiencias críticas que podrían servir de base para futuras intervenciones de mantenimiento y mejora de la defensa ribereña.

5.2 Objetivo Específico 2: Determinar la mejora de la defensa ribereña del río Santa, en el puente colgante peatonal Poccrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash.

Resultado: Según la encuesta realizada, el 90% de las personas encuestadas cree que la evaluación del muro de gaviones mejorará la defensa ribereña del río Santa en el puente Poccrac Cuchu, mientras que el 10% restante tiene una opinión contraria. **Comparación con antecedentes:** Estos resultados son consistentes con lo encontrado por Gamarra (9)

en el estudio del muro de gaviones en el Río Tincocc, donde la percepción general sobre la efectividad de estas estructuras influía en las decisiones de mantenimiento y reparación. **Antecedente relevante:** Gamarra (9) identificó que la falta de mantenimiento regular afectaba la efectividad del muro de gaviones en la defensa ribereña, lo que es relevante para la percepción de mejora observada en este estudio. **Marco teórico:** El marco teórico proporciona un contexto para entender cómo las percepciones sobre la efectividad de los gaviones en la defensa ribereña pueden influir en las estrategias de gestión y mantenimiento. **Aporte como investigador:** Este estudio aporta evidencia sobre la percepción de mejora en la defensa ribereña a partir de la evaluación del muro de gaviones, destacando la importancia de considerar estas percepciones en las decisiones de gestión y mantenimiento.

VI. CONCLUSIONES

- 6.1** Respondiendo al primer objetivo específico: Realizar la evaluación del muro de gaviones del río Santa, en el puente colgante peatonal Poccrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash - 2024. La evaluación del muro de gaviones reveló deficiencias críticas que comprometen su estabilidad y durabilidad. Se observó asentamiento de la estructura debido a la socavación en las progresivas 0+095 a 0+130, con signos de colapso inminente de la estructura entre las progresivas 0+170 a 0+195. Además, se detectaron volteos significativos en las progresivas 0+000 a 0+040 y colapso total del muro entre las progresivas 0+040 a 0+095 y 0+130 a 0+170. La erosión y socavación son evidentes en las progresivas 0+095 a 0+130 y 0+170 a 0+195. Es urgente implementar medidas correctivas para evitar un colapso mayor y mejorar la seguridad del puente colgante peatonal.
- 6.2** Respondiendo al segundo objetivo específico: Determinar la mejora de la defensa ribereña del río Santa, en el puente colgante peatonal Poccrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash - 2024. Según la encuesta realizada, el 90% de los encuestados creyeron que luego de realizar la evaluación del muro de gaviones, mejoraría la defensa ribereña del río Santa. Esto resalta la percepción general de que una evaluación adecuada y las mejoras necesarias en la estructura podrían contribuir significativamente a mejorar la protección ribereña.

VII. RECOMENDACIONES

- 7.1** Se recomienda priorizar la reconstrucción completa del muro de gaviones en las progresivas 0+040 a 0+095 y 0+130 a 0+170 donde se ha observado colapso total y asentamiento crítico. Implementar refuerzos estructurales en las progresivas 0+095 a 0+130 y 0+170 a 0+195 donde se han observado volteos y asentamientos debido a la socavación. Revisar y redimensionar los gaviones y la malla hexagonal con recubrimiento de PVC para asegurar que cumplan con las condiciones requeridas y soporten adecuadamente las condiciones de carga y erosión presentes. Para dicho fin, se propone tomar como referencia el manual de colocación de gaviones caja de la empresa Maccaferri y el manual de gaviones de Jaime e Camargo Hernández Víctor Franco para el respectivo rediseño del muro de gaviones (Anexo 09). Alternativamente, se puede optar por otros proveedores que cumplan con las mismas especificaciones de los manuales mencionados.
- 7.2** Es vital informar a la comunidad sobre los resultados de la evaluación y las medidas que se implementarán para mejorar la defensa ribereña. Considerar la implementación de otras técnicas o estructuras de protección complementarias para fortalecer aún más la defensa ribereña, como es el caso de los espigones. Trabajar en conjunto con las autoridades locales sería esencial para asegurar el apoyo y los recursos necesarios para llevar a cabo las mejoras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización de las Naciones Unidas. Aplicación de datos del mes: Inundaciones Fluviales [Internet]. 2020 [citado el 27 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.un-spider.org/es/links-and-resources/data-sources/daotm-river-floods>
2. Rentschler J, Salhab M. En todo el mundo, 1470 millones de personas enfrentan riesgos de inundaciones: para más de un tercio de ellas, los efectos podrían ser devastadores [Internet]. 2020 [citado el 27 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://blogs.worldbank.org/es/opendata/en-todo-el-mundo-1470-millones-de-personas-enfrentan-riesgos-de-inundaciones>
3. Banco Interamericano de Desarrollo. Perfil de riesgo por inundaciones en Perú: Informe nacional [Internet]. 2015 [citado el 23 de marzo de 2024]. p. 191. Disponible en: <https://publications.iadb.org/es/publicacion/13963/perfil-de-riesgo-por-inundaciones-en-peru-informe-nacional>
4. Radio Programas del Perú. Áncash: 30 viviendas quedaron inundadas por lluvias intensas y huaicos en Recuay [Internet]. 2024 [citado el 23 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://rpp.pe/peru/ancash/ancash-30-viviendas-quedaron-inundadas-por-lluvias-intensas-y-huaicos-en-recuay-noticia-1528790>
5. Alvarez A. Justificación de la Investigación [Internet]. 2020 [citado el 23 de marzo de 2024]. Disponible en: https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10821/NotaAcademica_5_2818.04.2021%29_-_Justificacion_de_la_Investigacion.pdf?sequence=4&isAllowed=y#:~:text=a.,el punto de vista teórico
6. Huanacu G, Mendoza K. Estudio hidrológico e hidráulico para el diseño en obras de protección contra inundaciones en proximidades del puente Bating en la provincia de Caranavi [Internet]. Universidad Mayor de San Andres; 2023. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/32740>
7. Gumercindo M. COMPARACION DE COSTOS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO MURO DE CONTENCIÓN APLICANDO TERRAMESH SYSTEM Y GAVION TIPO CAJA [Internet]. Universidad de San Carlos de Guatemala; 2022. Disponible en: http://www.repositorio.usac.edu.gt/17877/1/Gumercindo_Victoriano_Macario_Aguilar.pdf

8. Carrascal M, Martelo A. Determinación de la viabilidad técnica y económica para el uso del concreto tipo RCD en la conformación de estructuras de estabilización de taludes (gaviones) [Internet]. Universidad de Cartagena; 2020. Disponible en: <https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/13511>
9. Gamarra J. Evaluación del muro de gaviones en la margen izquierda del Río Tincocc para mejorar su defensa ribereña, distrito de Socos, provincia de Huamanga, región Ayacucho - 2023 [Internet]. ULADECH Católica; 2023. Disponible en: <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/35686>
10. Rojas B. Evaluación de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del puente Bellavista en la margen derecha del tramo 0+000 A 0+050, en el centro poblado de Bellavista, distrito de Coviriali, provincia de Satipo, región Junín – 2023 [Internet]. ULADECH Católica; 2023. Disponible en: <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/35522>
11. Niño L. Evaluación del muro de Gaviones en la margen izquierda del Río Chancay para mejorar su defensa ribereña, distrito de Chancay, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque – 2023 [Internet]. ULADECH Católica; 2023. Disponible en: <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/36105>
12. Diaz S. Evaluación de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del Rio Santa, sector puente Santo Toribio, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región Áncash - 2023 [Internet]. ULADECH Católica; 2023. Disponible en: <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/35839>
13. Murillo S. Evaluación de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del Río Nepeña en el puente Huambacho, distrito de Samanco, provincia del Santa, región Áncash - 2023 [Internet]. ULADECH Católica; 2023. Disponible en: <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/35535>
14. Marzano H. Evaluación del muro de gaviones, para mejorar la defensa ribereña del Río Santa, margen derecha, en el sector Rumichuco, provincia de Huaraz, región Áncash – 2023 [Internet]. ULADECH Católica; 2023. Disponible en: <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/35654>
15. Maccaferri. Manual Técnico de Obras de Contención [Internet]. 2008. 220 p. Disponible

en: <https://www.maccaferri.com/>

16. Bolívar R. Departamento de Diseño, Investigación e Innovación (DRIM). [citado el 8 de abril de 2024]. p. 9 Gaviones. Disponible en: <https://gaviones.co/wp-content/uploads/2019/08/4.-GAVIONES.pdf>
17. Manual de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones – MTC. Manual de carreteras, especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013 [Internet]. 2013 [citado el 8 de abril de 2024]. p. 1282. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES_DE_CARRETERAS_2019/MC-01-13 Especificaciones Tecnicas Generales para Construcción - EG-2013 - \(Versión Revisada - JULIO 2013\).pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES_DE_CARRETERAS_2019/MC-01-13_Especificaciones_Tecnicas_Generales_para_Construccion_-_EG-2013_-_Versi3n_Revisada_-_JULIO_2013).pdf)
18. Pachas F. Diseño e instalación de gaviones para protección de la margen izquierda de la quebrada Chancay ante probable inundación [Internet]. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA; 2017. Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3413>
19. Domingo A. Mecánica de deformación de gaviones [Internet]. Tucumán; 2012. Disponible en: <https://www.facet.unt.edu.ar/revistacet/wp-content/uploads/sites/28/2023/03/n34inftec.pdf>
20. Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC. Manual de hidrología, hidráulica y drenaje - MTC [Internet]. 2012 [citado el 8 de abril de 2024]. p. 222. Disponible en: <http://www.irhperu.com/manuales/manual-de-hidrologa-hidrulica-y-drenaje>
21. Boixader D. Dimensionamiento de muros de gaviones [Internet]. 2019 [citado el 30 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://estructurando.net/2019/03/18/dimensionamiento-de-muros-de-gaviones/>
22. Piñar R. Proyecto de construcción de un muro de gaviones de 960 m³ [Internet]. Instituto Tecnológico de Costa Rica; 2008. Disponible en: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6034/construccion-muro-gaviones.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
23. Guitelman A, Pérez S. Cátedra de construcciones hidráulicas [Internet]. 1999 [citado el 8 de abril de 2024]. p. 55. Disponible en: https://www.geocities.ws/construcciones_hidraulicas/erosion.pdf

24. Gutiérrez M. Fertilidad de Suelos y Manejo de la Nutrición de Cultivos en Costa Rica [Internet]. Universidad de Costa Rica. CIA; 2001. Disponible en: https://www.fertilab.com.mx/AdminFertilab/Notas_Tecnicas/pdf_nota/Importancia_De_el_Sistema_Radical_De_Las_Plantas.pdf
25. Martínez L. Aplicación de gaviones y colchones en riberas urbanas [Internet]. 2021 [citado el 8 de abril de 2024]. Disponible en: [https://www.youtube.com/watch?v=Pdrw_FqEF9M&t=2748s&ab_channel=Ingeniería TV](https://www.youtube.com/watch?v=Pdrw_FqEF9M&t=2748s&ab_channel=Ingeniería_TV)
26. Acate E, Meléndez F. Ley que regula la construcción de defensas ribereñas por parte de los gobiernos regionales y locales. [Internet]. 2020 [citado el 30 de marzo de 2024]. p. 9. Disponible en: https://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/2016_2021/Proyectos_de_Ley_y_de_Resoluciones_Legislativas/Proyectos_Firmas_digitales/PL06118.pdf
27. Yalda L. Conceptos y recomendaciones prácticas para la formulación de Hipótesis y Objetivos [Internet]. 2017 [citado el 30 de marzo de 2024]. p. 8. Disponible en: https://pediatrianorte.med.uchile.cl/investigacion/cursos/Hipotesis_y_objetivos.pdf
28. Anguera T. La investigación cualitativa. Educar [Internet]. 1986;10:28. Disponible en: <https://educar.uab.cat/article/view/v10-anguera>
29. Hernández R, Fernández C, Baptista P. Metodología de la investigación [Internet]. McGraw Hill, editor. México; 2014. 497 p. Disponible en: https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci3n_Sampieri.pdf
30. Gómez M. Introducción a la metodología de la investigación científica. Brujas, editor. Argentina; 2006.
31. Rodríguez E. Metodología de la Investigación. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, editor. México; 2005.
32. Gil J. Técnicas e instrumentos para la recogida de información [Internet]. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia, editor. España; 2011. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=567414>

33. Urbano C, Yuni J. Técnicas Para Investigar 2. Editorial Brujas, editor. Argentina; 2007.
34. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. Reglamento de integridad científica en la investigación [Internet]. 2023 [citado el 30 de marzo de 2024]. p. 37. Disponible en: <https://www.uladech.edu.pe/wp-content/uploads/erpuniversity/downloads/transparencia-universitaria/estatuto-el-texto-unico-de-procedimientos-administrativos-tupa-el-plan-estrategico-institucional-reglamento-de-la-universidad-y-otras-normativas/reglamentos-de-la-universidad/reglamento-de-integridad-cientifica-en-la-investigacion-v001.pdf>

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de Consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>Problema general: ¿La evaluación del muro de gaviones mejorará la defensa ribereña del río Santa, en el puente colgante peatonal Poccrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash - 2024?</p> <p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ ¿De qué manera se realizará la evaluación del muro de gaviones del río Santa, en el puente colgante peatonal Poccrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash - 2024? ➤ ¿Cómo se determinará la mejora de la defensa ribereña del río Santa, en el puente colgante peatonal Poccrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash - 2024? 	<p>Objetivo general: Evaluar el muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Santa, en el puente colgante peatonal Poccrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash - 2024.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Realizar la evaluación del muro de gaviones del río Santa, en el puente colgante peatonal Poccrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash - 2024. ➤ Determinar la mejora de la defensa ribereña del río Santa, en el puente colgante peatonal Poccrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash - 2024. 	<p>En este proyecto, se prescinde de una hipótesis dado que el enfoque de la investigación se centra en un nivel descriptivo.</p> <p>Según el análisis de Yalda (27) “¿Todos los estudios deben tener una hipótesis? No, los estudios descriptivos “exploratorios”, para los cuales la información previa de la literatura es escasa, no necesariamente deben tener una hipótesis”.</p>	<p>Variable 1: Evaluación del muro de gaviones</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Enmallado ➤ Material de relleno ➤ Muro de gaviones <p>Variable 2: Mejorar la defensa ribereña</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Defensa ribereña 	<p>Tipo de Investigación: Descriptivo</p> <p>Nivel de Investigación: Cualitativo</p> <p>Diseño de Investigación: No experimental, de corte transversal</p> <p>Población y muestra: La población de la investigación son los muros de gaviones en el río Santa, distrito y provincia de Recuay, región Áncash. La muestra de análisis está conformada por el muro de gaviones del puente colgante peatonal Poccrac Cuchu en el río Santa, distrito y provincia de Recuay, región Áncash.</p>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 02. Instrumento de recolección de información

Ficha de registro	
Realizar la evaluación del muro de gaviones del río Santa, en el puente colgante peatonal Poccrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash - 2024	
Ficha N°: 01	Tesista: Riojas Lázaro Henry Jesús
Fecha: 07-04-2024	
Margen: Derecho	
Coordenadas estándar UTM - Inicio: N: 8922827.28 E: 231435.71	Coordenadas estándar UTM - Fin: N: 8922998.39 E: 231374.17
Evaluación del enmallado	Descripción
Tipo de malla	Hexagonal
Tamaño de abertura	8x10cm
Tipo de recubrimiento	PVC
Resistencia y durabilidad	Múltiples roturas y corrosión
Evaluación del material de relleno	Descripción
Tipo de relleno	Canto rodado
Tamaño del material	De 7 a 30cm
Desgaste	Si, Múltiples roturas.
Evaluación del muro de gaviones	Descripción
Tipo de gavión	Caja
Dimensiones	Largo: 1,98 a 2,20 m Altura: 0,88 a 1,15 m Ancho: 0,97 a 1,10 m
Estabilidad global	No.
Asentamiento	Si. De 0+080 a 0+100 Y 0+170 a 0+195
Deslizamiento	No.
Volteo	Si. De 0+000 a 0+040 0+040 a 0+080 0+100 a 0+170
Verificación interna	No.
Erosión y socavación	Si. De 0+090 a 0+130 0+170 a 0+195
Mantenimiento (Vegetación, residuos sólidos, sedimentos)	Solo sedimentos en las secciones de asentamiento y volteo.

Fuente: Elaboración propia


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL ÁNCASH-HUANCA
 Ing. Mario Saul Hoyos Lázaro Díaz
 CIP N° 115603


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 HUANCA HUANCA JESUS JOHAN
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 163285


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 Ing. Raúl Neil Ramírez Rondán
 REG CIP N° 98451

Cuestionario				
Determinar la mejora de la defensa ribereña del río Santa, en el puente colgante peatonal Pocerrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash - 2024				
Ficha N°:		Tesis: Riojas Lázaro Henry Jesús		Fecha:
¿Usted cree que, luego de realizar la evaluación del muro de gaviones, mejorará la defensa ribereña del río Santa, en el puente colgante peatonal Pocerrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash?				
N°	Apellidos y nombres	Si	No	Firma
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

Fuente: Elaboración propia



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL ÁNCASH - HUANCA
Ing. Ricardo Francisco L. Díaz
CIP N° 112073



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Ing. Juaney Carranza Jesús Johan
INGENIERO CIVIL
CIP: 163285



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Ing. Raúl Néstor Ramírez
CIP N° 28417

Anexo 03. Validez del instrumento

CARTA DE PRESENTACIÓN

MAGISTER: RAMÍREZ RONDAN RAÚL NEIL

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: **Riojas Lázaro, Henry Jesús** egresado del programa académico de **Ingeniería civil** de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, debo realizar el proceso de validación de mi instrumento de recolección de información, motivo por el cual acudo a Ud. para su participación en el Juicio de Expertos.

Mi proyecto se titula: **“Evaluación del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Santa, en el puente colgante peatonal Pocrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash - 2024”**

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

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

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

Atentamente,



Firma de estudiante

DNI: 70971214

Ficha de identificación del experto para proceso de validación

Nombres y apellidos:

Raúl Neil Ramírez Bonda

N° DNI/CE: 31654231 Edad: 50 años

Teléfono / celular: 943 951 276 Email: raul.ramirez@hotmail.com

Título profesional:

Ingeniero Civil

Grado académico: Maestría: Doctorado:

Especialidad:

Maestría en educación con mención en docencia, currículo e investigación

Institución que labora:

Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo

Identificación del Proyecto de Investigación o Tesis

Título:

“Evaluación del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Santa, en el puente colgante peatonal Poccrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash - 2024”

Autor: Riojas Lázaro, Henry Jesús

Programa académico: Ingeniería civil



Firma del experto



Huella digital

Ficha de validación									
Título: "Evaluación del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Santa, en el puente colgante peatonal Pocrnac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash - 2024"									
Variable 1: Evaluación del muro de gaviones	Relevancia			Pertinencia			Claridad		Observaciones
	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	
Dimensión 1: Enmallado									
1	Tipo de malla	✓		✓		✓		✓	
2	Tamaño de abertura	✓		✓		✓		✓	
3	Tipo de recubrimiento	✓		✓		✓		✓	
4	Resistencia y durabilidad	✓		✓		✓		✓	
Dimensión 2: Material de relleno									
1	Tipo de relleno	✓		✓		✓		✓	
2	Tamaño del material	✓		✓		✓		✓	
3	Desgaste	✓		✓		✓		✓	
Dimensión 3: Muro de gaviones									
1	Tipo de gavión	✓		✓		✓		✓	
2	Dimensiones	✓		✓		✓		✓	
3	Estabilidad global	✓		✓		✓		✓	
4	Asentamiento	✓		✓		✓		✓	
5	Deslizamiento	✓		✓		✓		✓	

6	Volteo	✓		✓		✓	
7	Verificación interna	✓		✓		✓	
8	Erosión y socavación	✓		✓		✓	
9	Mantenimiento (Vegetación, residuos sólidos, sedimentos)	✓		✓		✓	
Variable 2: Mejorar la defensa ribereña							
Dimensión 1: Defensa ribereña							
1	Mejora de la defensa ribereña	✓		✓		✓	

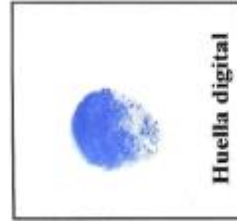
Recomendaciones:

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

Nombres y Apellidos de experto: **Dr / Mg. Raúl Neil Ramírez Rondon** DNI: **31654231**


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 Ing. Raúl Neil Ramírez R.D.
 REG. C.O. N° 8557

Firma



CARTA DE PRESENTACIÓN

MAGISTER: HUANEY CARRANZA JESÚS JOHAN

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: **Riojas Lázaro, Henry Jesús** egresado del programa académico de **Ingeniería civil** de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, debo realizar el proceso de validación de mi instrumento de recolección de información, motivo por el cual acudo a Ud. para su participación en el Juicio de Expertos.

Mi proyecto se titula: **"Evaluación del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Santa, en el puente colgante peatonal Pocerae Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash - 2024"**

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

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

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

Atentamente,



Firma de estudiante

DNI: 70971214

Ficha de identificación del experto para proceso de validación

Nombres y apellidos:

JESÚS JOHAN HUANAY CARRANZA

N° DNI/CE: 44010778 Edad: 37

Teléfono / celular: 949930070 Email: KUNZA25@hotmail.com

Título profesional:

INGENIERIA CIVIL

Grado académico: Maestría: Doctorado:

Especialidad:

DISCUSION, CURRUCIO E INVESTIGACION

Institución que labora:

Universidad César Vallejo

Identificación del Proyecto de Investigación o Tesis

Título:

"Evaluación del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Santa, en el puente colgante peatonal Poccrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash - 2024"

Autor: Riojas Lázaro, Henry Jesús

Programa académico: Ingeniería civil

COLEGIU DE INGENIEROS DEL PERU
HUANAY CARRANZA JESUS JOHAN
INGENIERO CIVIL
CIP: 169286

Firma del experto



Huella digital

Ficha de validación										
Título: "Evaluación del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Santa, en el puente colgante peatonal Pocerac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Ancash - 2024"										
Variable 1: Evaluación del muro de gaviones		Relevancia			Pertinencia			Claridad		Observaciones
		Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple			
Dimensión 1: Enmallado										
1	Tipo de malla	✓		✓		✓		✓		
2	Tamaño de abertura	✓		✓		✓		✓		
3	Tipo de recubrimiento	✓		✓		✓		✓		
4	Resistencia y durabilidad	✓		✓		✓		✓		
Dimensión 2: Material de relleno										
1	Tipo de relleno	✓		✓		✓		✓		
2	Tamaño del material	✓		✓		✓		✓		
3	Desgaste	✓		✓		✓		✓		
Dimensión 3: Muro de gaviones										
1	Tipo de gavión	✓		✓		✓		✓		
2	Dimensiones	✓		✓		✓		✓		
3	Estabilidad global	✓		✓		✓		✓		
4	Asentamiento	✓		✓		✓		✓		
5	Deslizamiento	✓		✓		✓		✓		

6	Volteo	✓				✓	
7	Verificación interna	✓		✓		✓	
8	Erosión y socavación	✓		✓		✓	
9	Mantenimiento (Vegetación, residuos sólidos, sedimentos)	✓		✓		✓	
Variable 2: Mejorar la defensa ribereña							
Dimensión 1: Defensa ribereña							
1	Mejora de la defensa ribereña	✓		✓		✓	

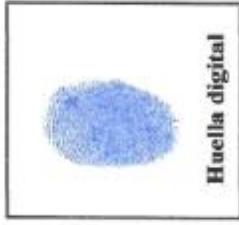
Recomendaciones:

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

Nombres y Apellidos de experto: Dr / Mg ... *Jesús Johan Huancay Carranza* ... DNI: *44010778*



Firma



CARTA DE PRESENTACIÓN

MAGISTER: LAZARO DIAZ SAUL HEYSEN

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: **Riojas Lázaro, Henry Jesús** egresado del programa académico de **Ingeniería civil** de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, debo realizar el proceso de validación de mi instrumento de recolección de información, motivo por el cual acudo a Ud. para su participación en el Juicio de Expertos.

Mi proyecto se titula: **"Evaluación del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Santa, en el puente colgante peatonal Poccrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash - 2024"**

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

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

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

Atentamente,



Firma de estudiante

DNI: 70971214

Ficha de identificación del experto para proceso de validación

Nombres y apellidos:

..Savl.. Heyson Lázaro Díaz

Nº DNI / CE: ..31.67.4068

Edad: ..47 años

Teléfono / celular: ..943.036.700

Email: ..savl.hld@gmail.com

Título profesional:

..Ingeniero Civil

Grado académico: Maestría:

Doctorado:

Especialidad:

..Maestra en educación, currículo e investigación

Institución que labora:

..VLADECH Católica

Identificación del Proyecto de Investigación o Tesis

Título:

“Evaluación del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Santa, en el puente colgante peatonal Pocrac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash - 2024”

Autor: Riojas Lázaro, Henry Jesús

Programa académico: Ingeniería civil


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CORPORACIÓN INSTITUCIONAL ASESORÍA Y CURSOS
Ing. Mtro. Saul Heyson Lázaro Díaz
CIP N° 115953

Firma del experto



Huella digital

Ficha de validación						
Título: "Evaluación del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Santa, en el puente colgante peatonal Pocerac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash - 2024"						
Variable 1: Evaluación del muro de gaviones	Relevancia			Pertinencia		Observaciones
	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	Claridad	
Dimensión 1: Enmallado						
1	✓		✓		✓	
2	✓		✓		✓	
3	✓		✓		✓	
4	✓		✓		✓	
Dimensión 2: Material de relleno						
1	✓		✓		✓	
2	✓		✓		✓	
3	✓		✓		✓	
Dimensión 3: Muro de gaviones						
1	✓		✓		✓	
2	✓		✓		✓	
3	✓		✓		✓	
4	✓		✓		✓	
5	✓		✓		✓	

6	Volteo	✓		✓		✓	
7	Verificación interna	✓		✓		✓	
8	Erosión y socavación	✓		✓		✓	
9	Mantenimiento (Vegetación, residuos sólidos, sedimentos)	✓		✓		✓	
Variable 2: Mejorar la defensa ribereña							
Dimensión 1: Defensa ribereña							
1	Mejora de la defensa ribereña	✓		✓		✓	

Recomendaciones:

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

Nombres y Apellidos de experto: Dr / Mg Saul Hoxson Larazo P. R. Z. DNI: 31674068



Firma



Anexo 04. Confiabilidad del instrumento



Título: Evaluación del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Santa, en el puente colgante peatonal Barras Cuchu, distrito y provincia de Recay, región Áncash-2024

Responsable: Rojas Zaccaro Henry Jesús

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El trabajo de investigación fue realizado con el objetivo de proporcionar información necesaria sobre la indagación, los acontecimientos, su comportamiento en el pasado del muro de gaviones de dicho anexo. Es por eso que se solicita por favor rellenar la encuesta con veracidad, gracias por su colaboración.

Nada conforme (1) Poco conforme (2) Conforme (3) Muy conforme (4)

Escriba el número que corresponda

Nº	Rubro	Nivel de satisfacción			
		1	2	3	4
1	La encuesta y ficha técnica guardan relación con el tema de investigación.				X
2	Las preguntas de la ficha técnica han sido elaboradas de manera clara y concisa.				X
3	En la Ficha técnica se hace uso de las palabras técnicas de acuerdo al tema de investigación.				X
4	Las preguntas de las fichas técnicas han sido elaboradas de acuerdo a los indicadores de su cuadro de variables de su investigación.				X
5	Las preguntas de la encuesta han sido elaboradas de manera general.				X
6	El formato de las fichas técnicas y de la encuesta son las adecuadas.				X

Apellidos y nombres del experto: Ramírez Rondán Raúl Neil

Fecha: 5/4/2024

Profesión: Ingeniero Civil

Grado académico: Magister

Firma:





Título: Evaluación del muro de gaviones para mejorar la defensa ri-
bezosa del río Santa en el puente colgante patronal Pecosas Cuzhu
distrito y provincia de Recuay, región Ancash-2024.

Responsable: Rojas Cáceres Henry Jesús

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El trabajo de investigación fue realizado con el objetivo de proporcionar información necesaria sobre la indagación, los acontecimientos, su comportamiento en el pasado del muro de gaviones de dicho anexo. Es por eso que se solicita por favor rellenar la encuesta con veracidad, gracias por su colaboración.

Nada conforme (1) Poco conforme (2) Conforme (3) Muy conforme (4)

Escriba el número que corresponda

Nº	Rubro	Nivel de satisfacción			
		1	2	3	4
1	La encuesta y ficha técnica guardan relación con el tema de investigación.				X
2	Las preguntas de la ficha técnica han sido elaboradas de manera clara y concisa.				X
3	En la Ficha técnica se hace uso de las palabras técnicas de acuerdo al tema de investigación.				X
4	Las preguntas de las fichas técnicas han sido elaboradas de acuerdo a los indicadores de su cuadro de variables de su investigación.				X
5	Las preguntas de la encuesta han sido elaboradas de manera general.				X
6	El formato de las fichas técnicas y de la encuesta son las adecuadas.				X

Apellidos y nombres del experto: Huaney Carranza Jesús Johan

Fecha: 5/14/2024

Profesión: Ingeniero Civil

Grado académico: Magister

Firma:





Título: Evaluación del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Santa, en el puente colgante sobre el Páramo Pacarac, Cuzhu, distrito y provincia de Recay, Región Ancash - 2024

Responsable: Rinjas Lozano Henry Jesús

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El trabajo de investigación fue realizado con el objetivo de proporcionar información necesaria sobre la indagación, los acontecimientos, su comportamiento en el pasado del muro de gaviones de dicho anexo. Es por eso que se solicita por favor rellenar la encuesta con veracidad, gracias por su colaboración.

Nada conforme (1) Poco conforme (2) Conforme (3) Muy conforme (4)

Escriba el número que corresponda

Nº	Rubro	Nivel de satisfacción			
		1	2	3	4
1	La encuesta y ficha técnica guardan relación con el tema de investigación.				X
2	Las preguntas de la ficha técnica han sido elaboradas de manera clara y concisa.				X
3	En la Ficha técnica se hace uso de las palabras técnicas de acuerdo al tema de investigación.				X
4	Las preguntas de las fichas técnicas han sido elaboradas de acuerdo a los indicadores de su cuadro de variables de su investigación.				X
5	Las preguntas de la encuesta han sido elaboradas de manera general.				X
6	El formato de las fichas técnicas y de la encuesta son las adecuadas.				X

Apellidos y nombres del experto: Lozano Díaz Saul Heyzen

Fecha: 5/4/2024

Profesión: Ingeniero Civil

Grado académico: Magister

Firma:

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CORREO DEPARTAMENTAL AUCSH - HUANUCO
Ing. Saul Heyzen Lozano Díaz
CIP N° 116123

Para la validación se consideraron los siguientes expertos:

N°	Rubro	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Σ	%
1	La encuesta y ficha técnica guardan relación con el tema de investigación.	4	4	4	12	100
2	Las preguntas de la ficha técnica han sido elaboradas de manera clara y concisa.	4	4	4	12	100
3	En la Ficha técnica se hace uso de las palabras técnicas de acuerdo al tema de investigación.	4	4	4	12	100
4	Las preguntas de las fichas técnicas han sido elaboradas de acuerdo a los indicadores de su cuadro de variables de su investigación.	4	4	4	12	100
5	Las preguntas de la encuesta han sido elaboradas de manera general.	4	4	4	12	100
6	El formato de las fichas técnicas y de la encuesta son las adecuadas.	4	4	4	12	100
TOTAL						600

VALIDADO POR:

Experto 1: Ramírez Rondon Raul Neil

Experto 2: Huaney Carranza Jesus Johan

Experto 3: Lazaro Diaz Saul Heysen

La interpretación tiene una validez de $600/6 = 100\%$

INTERPRETACIÓN:

El valor conseguido en el resultado es del 100%, lo cual es mayor que el 75%, por lo tanto se validan los instrumentos.

Anexo 05. Formato de Consentimiento Informado



PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENCUESTAS (Ingeniería y Tecnología)

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

La presente investigación se titula: **“Evaluación del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río santa, en el puente colgante peatonal Pocercac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash – 2024”** y es dirigido por **Riojas Lazaro Henry Jesus**, investigador de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

El propósito de la investigación es: **Evaluar el muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Santa, en el puente colgante peatonal Pocercac Cuchu, distrito y provincia de Recuay, región Áncash - 2024.**

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

Al concluir la investigación, usted será informado de los resultados a través del celular 930984148. Si desea, también podrá escribir al correo hjjriojas@gmail.com para recibir mayor información. Asimismo, para consultas sobre aspectos éticos, puede comunicarse con el Comité de Ética de la Investigación de la universidad Católica los Ángeles de Chimbote. Si está de acuerdo con los puntos anteriores, complete sus datos a continuación:

Nombre: Norabuena Chávez Liberio Rómulo

Fecha: 06-04-2024

Correo electrónico: -

Firma del participante:

MUNICIPALIDAD DEL CDP
HOANESARAWA - RECUN

Liberio R. Norabuena Chávez

Firma del investigador (o encargado de recoger información):

COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN – ULADECH CATÓLICA

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

CARTA DE ACEPTACIÓN

Presente

ATENCIÓN : **RIOJAS LAZARO HENRY JESUS**
Estudiante

ASUNTO : **RESPUESTA A LA CARTA DE PRESENTACIÓN PARA EL DESARROLLO DE SU PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.**

REFERENCIA : Solicito autorización para desarrollo de proyecto de investigación.
a) Carta N° 001 – 2024 ULADECH CATÓLICA

FECHA : Huancapampa, 25 de marzo del 2024

De mi especial consideración.

Para mi **Liborio Romulo Norabuena Chavez**, representante del C.P Huancapampa - Recuay - Áncash, Es sumamente grato dirigirme a usted, para expresarle el saludo cordial y al mismo tiempo en referencia al documento a), hacer propicia la oportunidad para comunicarle mediante la presente carta, que usted cuenta con mi aceptación para poder desarrollar su proyecto de investigación en la defensa ribereña del río Santa, en el Puente Colgante Peatonal Poccrac Cuchu, así mismo indicarle que puede realizar los estudios necesarios para continuar con su trabajo de investigación, dándole respuesta a lo solicitado:

1. Visitar al C.P Huancapampa y reunirse con mi persona y/o personal a cargo.
2. Visitar al C.P Huancapampa para la realización de encuestas.
3. Visitar y evaluar cada componente del muro de gaviones de la defensa ribereña del río Santa, en el Puente Colgante Peatonal Poccrac Cuchu.
4. Realizar las evaluaciones y/o estudios correspondientes.

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

Atentamente.


MUNICIPALIDAD DEL C.P.
HUANCAPAMPA - RECUAY
Liborio R. Norabuena Chavez
ALCALDE

Anexo 07. Evidencias de ejecución



Foto 1: Se muestra el punto de inicio 0+000 del muro de gaviones



Foto 2: Se aprecian volteos de la estructura



Foto 3: Se visualiza el punto 0+040 del muro de gaviones



Foto 4: De la progresiva 0+040 a la 0+080, no se visualizó el muro de gaviones ya que se encuentra enterrado, notándose solo partes superficiales de la malla y el relleno



Foto 5: Progresiva 0+040 a la 0+080



Foto 6: Progresiva 0+040 a la 0+080, se notan solo partes superficiales de la malla y el relleno



Foto 7: Se aprecia el punto 0+080 del muro de gaviones, vista hacia el puente colgante peatonal



Foto 8: Se observa el punto 0+080 del muro de gaviones, vista continua al muro de gaviones



Foto 9: Se halla volteado el muro de gaviones con asentamientos en la base, producto de la socavación



Foto 10: Se visualiza el punto 0+100 del muro de gaviones



Foto 11: Se visualiza el volteo del muro con roturas en la malla



Foto 12: Se visualiza el colapso del muro, este se encuentra sumergido en el río Santa



Foto 13: Se muestra el muro de gaviones sumergido en el río Santa



Foto 14: Se muestra una parte parcial del muro de gaviones

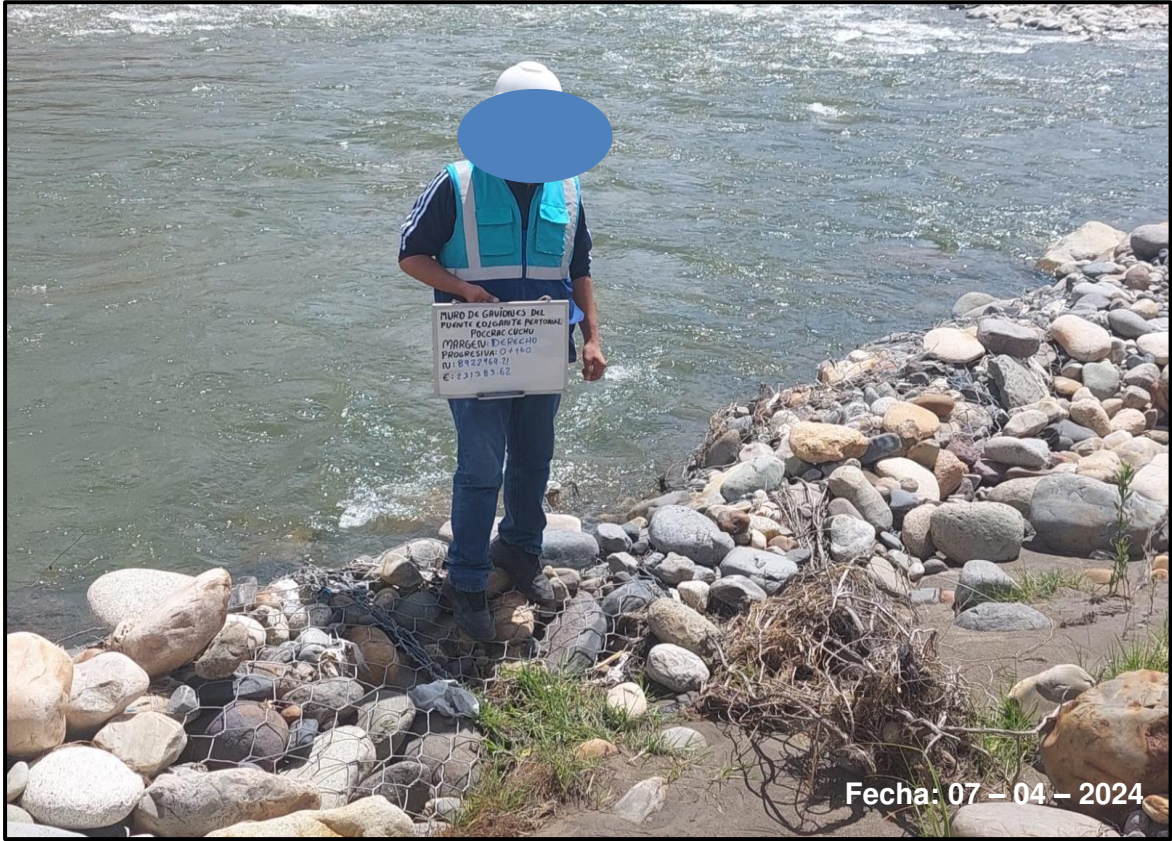


Foto 15: Se visualiza el punto 0+160 del muro de gaviones



Foto 16: Se observa el colapso total del muro sumergido en las aguas del río Santa



Foto 17: Se visualiza el muro en el punto 0+170



Foto 18: Se muestra el punto 0+180 del muro de gaviones



Foto 19: Se observa el punto 0+195 del muro de gaviones



Foto 20: Se presenta la vista general del muro de gaviones

Anexo 08. Declaración jurada

DECLARACIÓN JURADA

Yo, Henry Jesús Riojas Lázaro, identificado con DNI: 70971214, domiciliado en el Jr. Francisco Bolognesi N°236, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Áncash.

DECLARO BAJO JURAMENTO,

En mi condición de bachiller, con código de estudiante 1201191095, 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 **"EVALUACIÓN DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO SANTA, EN EL PUENTE COLGANTE PEATONAL POCCRAC CUCHU, DISTRITO Y PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ÁNCASH - 2024"**, son reales.

Doy fe que esta declaración corresponde a la verdad.

Huaraz, 11 de junio de 2024


Firma del bachiller

DNI: 70971214



Huella del bachiller

Como colocar los Gaviones Caja

MACCAFERRI

1 Desdoble el gavión caja sobre una superficie rígida y plana, eliminando eventuales irregularidades.

Lateral

Tapa

Diafragma

Lateral

2 Levante las laterales y diafragma para formar una caja.

Alicate de 10"

Junte los cantos superiores de los paneles con los alambres gruesos que salem de la red.

3 Fije el alambre de amarre en el canto inferior de las aristas y amárrelas alterando vueltas simples y dobles a cada malla.

4 Amarre varias cajas en grupos, llévelos juntos a los ya colocados y costúrelos, con el mismo tipo de costura a lo largo de todas las aristas en contacto.

Gaviones ya colocados

5 **IMPORTANTE**

Para obtener un buen acabado, después de haber posicionado y amarrado varios gaviones caja y, antes del llenado, ténselos con un tirfor o use un encofrado de madera.

6 **IMPORTANTE** En los gaviones caja de 0,50m de altura haga el llenado en 2 etapas.

Llene en 3 etapas

1/3

coloque los tirantes y llene hasta 2/3 de la capacidad total

2/3

1/3

coloque nuevamente los tirantes y acabe el llenado hasta 3 o 5 cm por arriba del altura del gavión

1 llene hasta 1/3 de la capacidad total

2

3

7 Doble las tapas y amarre con el mismo tipo de costura.

Los gaviones están listos.

Tirante

RECUERDESE

No llene una caja sin que la caja al lado esté también parcialmente llenada

Tirante

© MACCAFERRI DO BRASIL LTDA.

Distribución Gratuita

5. MUROS DE RETENCIÓN

5.1 Introducción

Los suelos, así como otros materiales, tienen un ángulo de reposo propio; para lograr una pendiente mayor que la proporcionada por dicho ángulo, se requiere algún tipo de muro o soporte que evite el deslizamiento; con este propósito se emplean comúnmente los muros de retención o sostenimiento.

Si se trata de muros con poca altura, la práctica consiste en utilizar métodos empíricos para determinar el empuje de tierra. En el caso de muros altos que constituyen la parte principal de una construcción, por cuestiones de economía, se justifica recurrir a un estudio más completo del suelo y a un análisis más detallado de las cargas.

Los muros de retención o sostenimiento se usan generalmente en las carreteras y ferrocarriles, así como en otras propiedades públicas y privadas, con los fines siguientes: 1) resolver problemas de derecho limitado de vía, confinando los taludes en los linderos prácticos; 2) efectuar proyectos de separación de niveles y ampliación de caminos; 3) estabilizar taludes muy inclinados en corte o en terraplén; 4) reparar desperfectos en el lecho del camino; 5) evitar erosión de las márgenes; 6) realizar aleros para estribos y muros de cabecera; 7) construir plataformas para carga; 8) conformar áreas de estacionamiento; 9) crear muros de protección y barricadas.

5.2 *Diseño de los muros*

Las presiones que obran sobre un muro de retención tienden a producir su deslizamiento, o volteo. La resistencia a la sustentación del terreno que forma el cimiento es importante, al igual que el carácter del relleno, el cual puede variar desde una grava bien drenada hasta una arcilla muy plástica. El cálculo de la magnitud, dirección y punto de aplicación de las presiones constituye un procedimiento laborioso y complicado; por ello, se recomienda consultar libros sobre este tema.

La cimentación adecuada de un muro de sostenimiento permite que éste funcione satisfactoriamente. La mayoría de los fracasos ocurre cuando los muros se construyen sobre cimentaciones de arcilla; por otra parte, los suelos de grano grueso proporcionan base y relleno estables.

Se debe evitar el relleno hecho con suelos arcillosos o que contengan un elevado porcentaje de arcilla, especialmente si existen filtraciones en los taludes. La arcilla dura en terrones grandes no debe emplearse como relleno, a menos que se puedan evitar las filtraciones del agua de la superficie. El drenaje apropiado siempre es relevante, ya que mejora la estabilidad de todos los rellenos, y resulta esencial donde quiera que se encuentren taludes con estratos conductores de agua.

5.2.1 Cálculo del empuje

Para determinar el valor del empuje, se utiliza el método de Coulomb, basado en el estudio del equilibrio de una cuña bidimensional de suelo indeformable (ver fig 5.1), sobre la cual actúan el peso propio del relleno, la fuerza de fricción interna que se distribuye de manera uniforme a lo largo de la superficie de rotura plana, y eventualmente la cohesión del suelo. En el caso particular de muros formados con gaviones, se omite el empuje hidrostático por ser permeable la estructura.

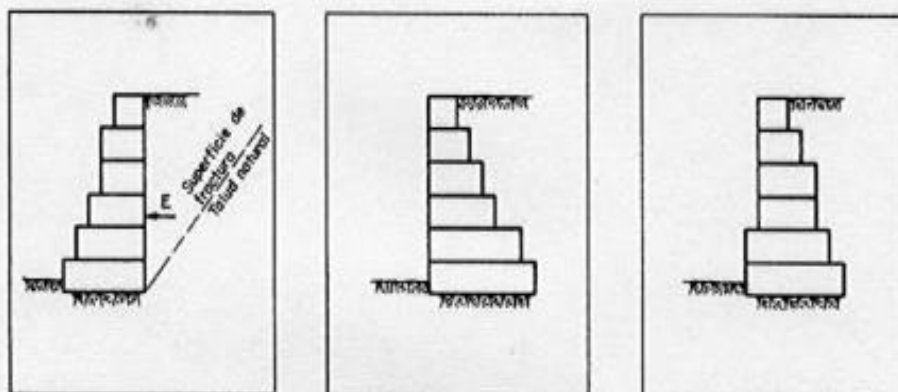


Fig 5.1 Disposición de muros de sostenimiento formados con gaviones [1]

Cuando se trata de un muro con paramento vertical interno, la superficie de empuje es ese propio paramento (ver fig 5.2). En el caso de un muro con escalones internos, se considera la superficie que une los extremos internos superior e inferior del muro (ver fig 5.2) y quedando así definido el ángulo β formado por el plano de empuje y la horizontal.

El empuje activo en el muro de sostenimiento se determina con la expresión

$$E_a = \frac{1}{2} K_a \gamma H^2 - 2 K_a^{1/2} C H \quad (5.1)$$

$$H = [h + (B + a) \tan \alpha] \cos \alpha \quad (5.2)$$

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\beta + \varphi)}{\text{sen}^2 \beta \text{sen}(\beta - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi + \delta) \text{sen}(\varphi - \varepsilon)}{\text{sen}(\beta - \delta) \text{sen}(\beta + \varepsilon)}} \right]^2} \quad (5.3)$$

donde

- E_a empuje activo, en t/m
- K_a coeficiente de empuje activo
- γ_s peso específico del suelo, en t/m³ (ver tabla 5.1)
- H altura donde actúa el empuje, en m
- h altura del muro, en m (ver fig 5.3)
- B base del muro sin considerar los escalones externos, en m (ver fig 5.3)
- a ancho del muro en la corona, en m (ver fig 5.3)
- α inclinación del muro con la vertical, en grados (ver fig 5.2)
- β ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados (ver fig 5.2)
- φ ángulo de fricción interna del material, en grados (ver tabla 5.1)
- δ ángulo de fricción entre muro y terreno, en grados; en muros de gaviones, se puede suponer $\delta = \varphi$. Si tras el muro hay un geotextil, $\delta = 0.9 \varphi$.
- ε ángulo del talud sobre el muro con la horizontal, en grados (ver fig 5.3)
- C cohesión, en t/m²

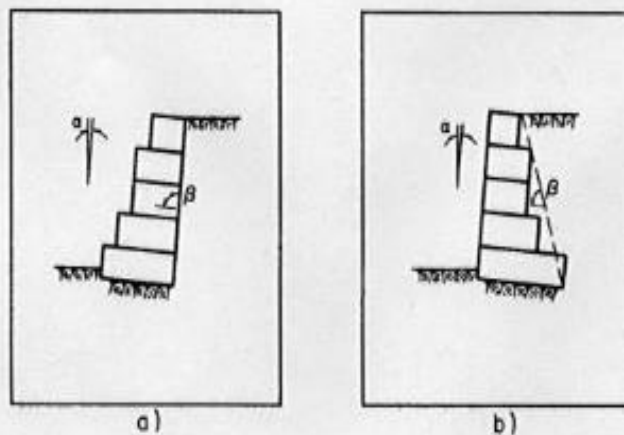


Fig 5.2 Planos de empuje en muros de retención [1]

TABLA 5.1 PROPIEDADES FÍSICAS DE SUELOS Y ROCAS

		<u>Peso específico</u>		γ_s	<u>Ángulo de fricción</u>		
		Tipo	Material	t/m ³	Material	Grados	
m a c i z o r i a l v o	n o	arena fina	gruesa y seca	1.44	compacta, bien graduada, uniforme	40 - 45	
			fina y húmeda	1.60	uniforme, gruesa, arena fina o suelta	35 - 40	
			húmeda	1.84	arena suelta bien graduada	35 - 40	
			muy húmeda	1.92	arena fina seca	30 - 35	
		e h	grava	común mixta	1.76	común mixta	35 - 40
				fluvial	2.24	grava	40
	suelta	1.84		compacta arenosa	40 - 45		
	arenosa	1.82		suelta arenosa	35 - 40		
	r i a l v o	roca suelta	granito	1.60 - 2.00	pedra partida en fragmentos	35 - 45	
			basalto	1.76 - 2.24	yeso fragmentado	35 - 45	
			calcárea	1.28 - 1.92			
			yeso	1.00 - 1.28			
m a c i z o r i a l v o	c o h e r i a l v o	arcilla	seca	1.76	bloques de arcilla seca	30	
			húmeda	1.84	bloques de arcilla húmeda	40	
			saturada	1.92	arcilla compacta	10 - 20	
			marga arenosa	1.60	arcilla blanda	5 - 7	
			marga	1.76	calcáreo, zona de deslizamiento	20 - 27	
			con grava	2.00	material de falla	14 - 22	
		c o b e r t u r a	cobertura	suelo superficial	1.36	suelo de cobertura	30 - 35
				suelo seco	1.44		
				suelo húmedo	1.60		
	suelo saturado	1.68					
	m a c i z o r i a l v o	macizo rocosa	granito	2.61	granito	30 - 50	
			cuarcita	2.61	cuarcita	30 - 45	
			arenisca	1.95	arenisca	30 - 45	
			caliza	3.17	caliza	30 - 50	
			pórfido	2.58	pórfido	30 - 40	
			yeso	1.76	yeso	30 - 40	

Generalmente, la cohesión no se toma en cuenta, ya que ella se modifica con el tiempo y no tiene gran influencia en el valor final del empuje. En caso de que exista una sobrecarga encima del muro de retención, q , ésta es asimilada a un relleno de altura h_s de las mismas características del relleno. De esta manera, se tiene que

$$h_s = q / \gamma_s \quad (5.3 \text{ a})$$

$$E_a = \frac{1}{2} K_a \gamma_s H^2 \left[1 + \frac{2h_s}{H} \right] - 2 K_a^{1/2} C H \quad (5.4)$$

Normalmente, cuando la sobrecarga es debida a vehículos, se adopta $q = 1.5$ a 2.0 t/m^2 .

La altura del punto de aplicación del empuje es difícil de evaluar y varía bastante en la práctica; en general, dicho punto puede producirse a una altura comprendida entre 0.5 y $0.33H$. En algunos casos, la variación se debe al desplazamiento del muro, a su rigidez e inclinación, a modificaciones en las características del terreno y a sobrecarga. Con frecuencia, se considera $0.33 H$ (ver fig 5.3).

La altura del lugar donde se aplica el punto activo "d", medida verticalmente desde la horizontal que pasa por el punto de giro "F" (ver fig 5.3), está dada por

$$d = \frac{H}{3} \left[\frac{H + 3 h_s}{H + 2 h_s} \right] - B \text{ sen } \alpha \quad (5.5)$$

para condición con sobrecarga, y

$$d = \frac{H}{3} - B \text{ sen } \alpha \quad (5.6)$$

para condición sin sobrecarga.

Si $\alpha = 0$, $d = H/3$

5.2.2 Estabilidad de los muros

En el diseño de los muros, es necesario respetar algunas condiciones de estabilidad para evitar el fracaso de la estructura, por ello, se debe calcular lo siguiente:

- La seguridad contra deslizamiento
- La seguridad contra volteamiento
- La carga sobre el terreno
- La verificación en secciones intermedias
- La seguridad contra falla global

Se recomienda inclinar el muro contra el suelo, con un ángulo $\alpha = 6^\circ$ que puede llegar a ser de 10° , pues así el valor de K_a disminuye.

Deslizamiento

En ningún caso, el cociente de las fuerzas estabilizantes y las desestabilizantes debe ser menor que el coeficiente de deslizamiento entre el terreno donde se construye el muro y éste o el existente para dos planos del mismo material que tratan de deslizarse

$$E_v = E_a \operatorname{sen} (90^\circ + \delta - \beta) \quad (5.6 \text{ a})$$

$$E_h = E_a \operatorname{cos} (90^\circ + \delta - \beta) \quad (5.6 \text{ b})$$

donde

- E_v componente vertical del empuje activo E_a , en t/m
- E_h componente horizontal del empuje activo E_a , en t/m

El coeficiente de deslizamiento C_D , que debe ser igual que a 1.5 o mayor, está dado por

$$C_D = \frac{[(W + E_v) \cos \alpha + E_h \operatorname{sen} \alpha] \tan \varphi + (W + E_v) \operatorname{sen} \alpha + C B}{E_h \cos \alpha} \quad (5.7)$$

donde

- W peso propio de la estructura, en t/m (ver fig 5.3)
- α inclinación del muro con la vertical, en grados (ver fig 5.3)
- B ancho de la base del muro al despreciar los escalones externos, en grados (ver fig 5.3)
- C cohesión, en t/m²

El peso propio de la estructura W, depende de la sección del muro y del peso específico del relleno. En el gavión, se considera un porcentaje de vacíos (n) de 0.3 (ver inciso 5.2.3), es decir del 30 por ciento. El peso específico del gavión γ_g sería

$$\gamma_g = \gamma_r (1 - n) \quad (5.8)$$

donde

- γ_g peso específico de los gaviones, en t/m³
- γ_r peso específico de la roca de relleno, en t/m³ (ver tabla 5.2)
- n porcentaje de vacíos, su valor promedio es 0.3

Los componentes vertical y horizontal del empuje activo (ver fig 5.3) toman los valores dados por las ecs 5.6 a y b.

En la verificación del deslizamiento, el coeficiente de fricción suelo-gavión es de 0.7 a 0.75 para suelos cohesivos. En tales valores, interviene la cohesión; si ésta no influye, los

valores disminuirán. Dicho coeficiente es de 0.64 entre una superficie de concreto-gavión. Por seguridad se adopta tan ϕ independiente de la cohesión, admitiéndose que el deslizamiento se produce entre suelo y suelo.

TABLA 5.2 PESO ESPECÍFICO DE DIVERSOS TIPOS DE ROCA

Tipo de roca	Peso específico γ_s , en t/m ³
basalto	2.9
granito	2.6
caliza compacta	2.5
traquita	2.5
guijarro de río	2.3
arenisca	2.3
caliza tierna	2.2
toba	2.7

Volteamiento

Al considerar como fuerza estabilizante el peso propio del muro y el componente vertical del empuje activo y como fuerza desestabilizante el componente horizontal del mismo empuje, se llega a

$$M_v = E_h d \quad (5.9)$$

$$M_r = W S' + E_v S'' \quad (5.10)$$

$$S' = B \cos \alpha - \frac{H}{3} \left[\frac{H + 3 h_s}{H + 2 h_s} \right] \frac{1}{\tan \beta} \quad (5.11)$$

$$S'' = X_g \cos \alpha + Y_g \sin \alpha \quad (5.12)$$

donde

S' distancia vertical entre el punto de volteamiento F (ver fig 5.3) y el punto de aplicación del empuje activo

S'' distancia horizontal entre el punto de volteamiento F (ver fig 5.3) y el punto de aplicación del empuje activo

X_g, Y_g coordenadas del centro de gravedad referidas a un sistema coordenado cuyo origen coincide con el punto F (ver fig 5.3)

En ningún caso, el momento de volteo M_v , producido por las fuerzas desestabilizantes debe ser mayor que el momento resistente M_r , generado por las estabilizantes.

El coeficiente de volteamiento C_v será igual a 1.5 o mayor, es decir

$$C_v = \frac{M_r}{M_v} \geq 1.5 \quad (5.13)$$

Carga sobre el terreno

Al suponer que existe una distribución lineal de esfuerzos sobre el terreno, no se debe admitir fatigas mayores que las estipuladas como de trabajo del terreno. Cuando la resultante cae dentro del núcleo central de la base, los esfuerzos resultantes, obtenidos mediante la aplicación de la fórmula de la escuadría, están dados por

$$\left. \begin{array}{l} \sigma_1 \\ \sigma_2 \end{array} \right\} = \frac{N}{B} \left[1 \pm \frac{6e}{B} \right] \quad (5.14)$$

para el caso de $e < \frac{B}{6}$

donde

N resultante de las fuerzas normales en la base del muro (fig 5.3) e igual a

$$N = (W + E_v) \cos \alpha + E_h \sin \alpha \quad (5.14 a)$$

e excentricidad, en m (ver fig 5.3); está dada por

$$e = \frac{B}{2} - \left[\frac{M_r - M_v}{N} \right] \quad (5.14 b)$$

σ_1, σ_2 esfuerzos de trabajo (ver tablas 5.3 y 5.4).

TABLA 5.3 ESFUERZOS DE TRABAJO DEL TERRENO

Tipo de material	Esfuerzo, en kgf/cm ²
Roca viva, maciza, sin laminaciones, fisuras o signos de descomposición, como: gneis, granito, basalto	100
Roca laminada con pequeñas fisuras, estratificada, como: esquisto	35
Depósitos compactos y continuos de rocas y piedras de diversos tipos	10
Suelo cementado	8
Grava compacta o mezclas compactas de arena y grava	5
Grava suelta o mezclas de arena y grava; arena gruesa compacta	3
Arena gruesa suelta; arena fina compacta	2
Arena fina suelta	1
Arcilla dura	3
Arcilla compacta	2
Arcilla medianamente compacta	1
Arcilla blanda	Se requiere de estudios de geotecnia o experiencia local.
Arcilla muy blanda	
Rellenos	
Otros tipos de suelo no incluidos en esta tabla	

TABLA 5.4 ESFUERZOS DE TRABAJO DEL TERRENO

A R E N A S		
Resistencia a la penetración, número de golpes/30 cm	Compacidad	Esfuerzo, en kgf/cm²
0 - 4	muy suelta	-
4 - 10	suelta	0.8
10 - 30	media	0.8 - 3.0
30 - 50	compacta	1.0 - 5.0
50	muy compacta	5.0

A R C I L L A S		
Resistencia a la penetración, número de golpes/30 cm	Consistencia	Esfuerzo, en kgf/cm²
2	muy blanda	0 - 0.45
2 - 4	blanda	0.45 - 0.90
4 - 8	media	0.90 - 1.80
8 - 15	compacta	1.80 - 3.60
15 - 30	muy compacta	3.60 - 7.20
30	dura	7.20

Si la resultante cae fuera del núcleo central, se reduce la sección de trabajo de la base, como puede ocurrir en los muros con gaviones por su gran flexibilidad; la excentricidad real valdrá en este caso

$$e' = \frac{B}{2} - e \quad (5.15)$$

Para $e > B/6$, los esfuerzos de trabajo σ_1 y σ_2 , en t/m^2 , están dados por

$$\sigma_1 = \frac{2N}{3e'} \quad (5.16)$$

$$\sigma_2 = \sigma_1 \left[\frac{B - 3e'}{3e'} \right] \quad (5.17)$$

Se recomienda que $\sigma_2 \leq 2t/m^2$ en presión y σ_1 no debe sobrepasar la presión admisible del terreno.

Verificación en secciones intermedias r

Se requiere verificar la estabilidad en secciones intermedias del muro de retención, para evitar la falla de la estructura. Al considerar las fuerzas estabilizantes, que son el peso propio del muro y el componente vertical del empuje activo, y la fuerza desestabilizante, que es el componente horizontal de dicho empuje hasta la sección de análisis, los esfuerzos resultantes a la compresión y a la tensión tangencial se obtienen con

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{N}{0.8X} \quad (5.18)$$

$$\tau_{m\acute{a}x} = \frac{T}{B}$$

donde

- $\sigma_{m\acute{a}x}$ esfuerzo resultante a la compresión en la sección de análisis
- $\tau_{m\acute{a}x}$ tensión tangencial en la sección de análisis
- N resultante de las fuerzas normales en la sección de análisis (ver fig 5.4)

$$N = (W + E_v) \cos \alpha + E_h \operatorname{sen} \alpha \quad (5.18 a)$$

T resultante de las fuerzas tangenciales en la sección de análisis (ver fig 5.4)

$$T = E_s \cos \alpha - (W + E_s) \text{sen } \alpha \quad (5.18 \text{ b})$$

X ancho de la sección que está trabajando a la compresión (ver fig 5.4)

$$X = \frac{0.5 B - e}{0.4} \quad (5.18 \text{ c})$$

B ancho de la base de la sección de análisis (ver fig 5.4)

e excentricidad de la resultante, en la sección de análisis (ver fig 5.4), en la sección de análisis

$$e = \frac{B}{2} - \frac{M}{N} \quad (5.18 \text{ d})$$

M momento actuante en la sección de análisis, que tome en cuenta el momento resistente M_r (ver ec 5.10) y el de volteo M_v (ver ec 5.9)

$$M = M_r - M_v \quad (5.18 \text{ e})$$

Los valores de σ_{adm} y τ_{adm} no debe rebasar las variaciones admisibles dadas por

$$\sigma_{\text{adm}} = 50 \gamma_g - 30 \quad (5.19)$$

$$\tau_{\text{adm}} = \frac{N}{B} \tan \varphi^* + C_g$$

donde

- σ_{adm} esfuerzo normal admisible, en t/m^2
 τ_{adm} tensión tangencial admisible, en t/m^2
 γ_x peso específico de los gaviones, en t/m^3 (ver ec 5.8)
 φ^* ángulo de fricción interna de los gaviones, en grados

$$\varphi^* = 25 \gamma_x - 10 \quad (5.19 a)$$

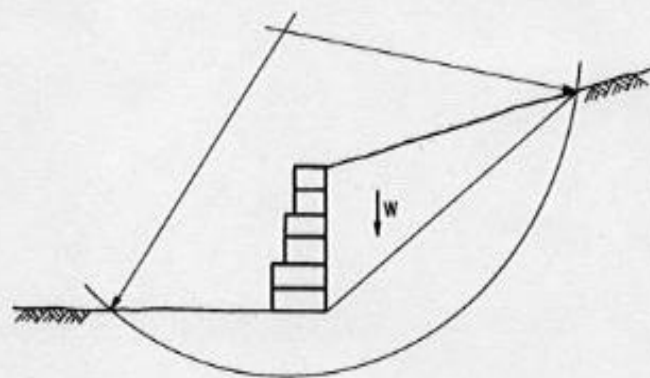
- C_g cohesión (agarre) del gavión, en t/m^2

$$C_g = 10 (0.03 P_u - 0.05) \quad (5.19 b)$$

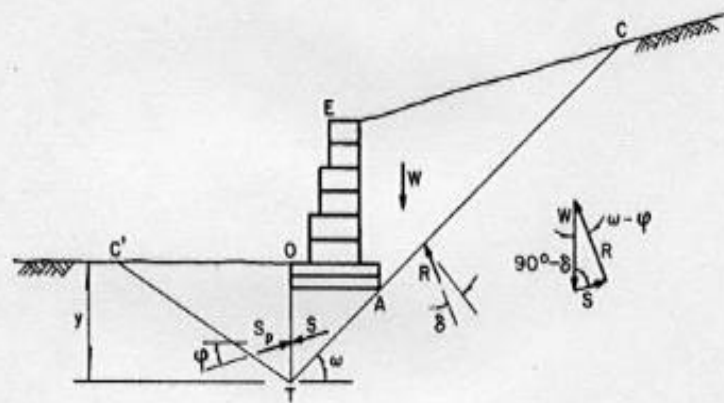
- P_u peso de la red metálica, en kgf/m^3 ; para gaviones tipo estándar, vale entre 8.6 y 12 kgf/m^3 con alturas del gavión h de 1.0 a 0.5 m, respectivamente. En el tercio inferior de muros de gran altura, conviene colocar gaviones de 0.5 m.

Seguridad contra falla global

La inestabilidad de un muro de retención formado con gaviones puede presentarse por una falla del conjunto suelo-muro a lo largo de una superficie curva de deslizamiento, más o menos cilíndrica (ver fig 5.5). Por consiguiente, se requiere establecer las condiciones de equilibrio de todas las fuerzas que actúan en la masa deslizante. El análisis se realiza para diversas superficies y se determina aquella de falla crítica, por ejemplo, el método de las fajas (Fellenius) y el de Bishop, entre otros. Otro sistema simplificado aproxima la superficie de rotura a una recta (ver fig 5.5). Para el detalle de tales procedimientos, se sugiere consultar literatura específica sobre el tema.



a) Falla circular



b) Falla recta

Fig 5.5 Esquemas para la verificación de la falla global

5.2.3 Recomendaciones de diseño

Los muros de sostenimiento hechos con gaviones tienen algunas ventajas, por ejemplo: su construcción es rápida; son permeables y, por tanto, proporcionan un buen drenaje; son flexibles y resisten los asentamientos diferenciales sin romperse; además, son relativamente económicos.

Estos muros se construyen en capas, al igual que la mampostería; por ello, se puede decir que se parecen a un ladrillo flexible de tamaño grande.

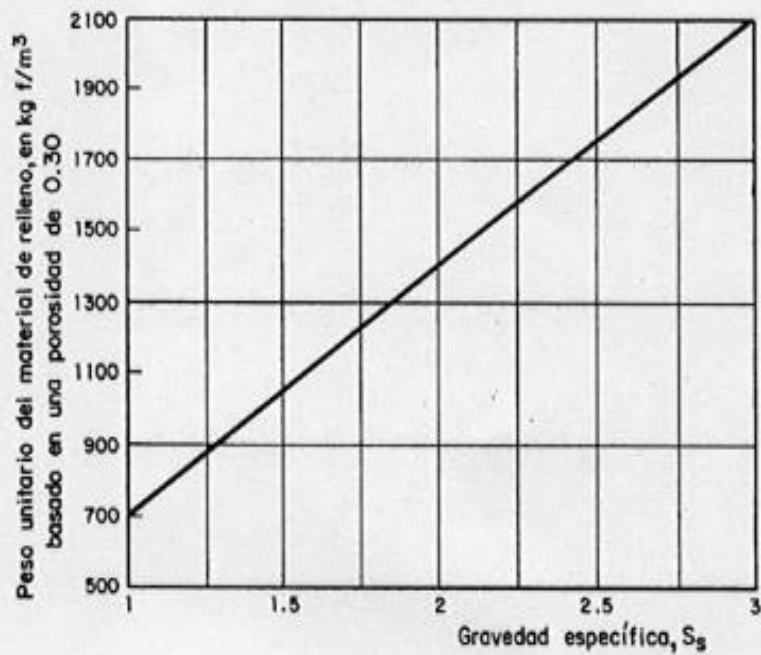
El muro de retención puede ser de pared lisa o escalonada (ver fig 5.1); la selección de cualquiera de estas dos formas depende del criterio del proyectista. En la práctica, se ha encontrado que el muro escalonado es más fácil de construir cuando la altura del mismo rebasa los 3 m.

Los muros muy altos pueden tener escalones en ambos lados de la parte inferior correspondiente (ver fig 5.1). En ocasiones, los muros con paramento vertical externo son preferidos por motivos funcionales o decorativos; sin embargo, desde el punto de vista estético, en general, puede decirse que resultan más adecuados los muros con escalones externos y se recomienda su uso cuando tienen una altura grande y se les debe dar una inclinación $\alpha = 6^\circ$ contra el relleno (ver fig 5.2).

En el caso de muros hechos con gaviones la superficie de empuje del terreno, corresponde al paramento interno del muro; si dicho paramento es escalonado, se considera como superficie de empuje la línea discontinua de la fig 5.2 y con ella se calcula el ángulo β .

El peso específico unitario de un gavión depende del tamaño y forma del material de relleno, de la manera de colocar este material (mecánica o manual) y de la gravedad específica del material empleado, S_s .

El material con el que se llena el gavión tiene un diámetro que varía entre los 10 y 20 cm; esto ayuda a trabajar adecuadamente con equipo mecánico y obtener un buen acomodamiento dentro de las canastas. En pruebas realizadas con materiales de diferentes formas y tamaños se ha encontrado que al utilizar una porosidad del 30 por ciento en el cálculo del peso específico unitario de un gavión lleno da buenos resultados. Con ayuda de la fig 5.6 se obtiene el peso específico unitario en función de la gravedad específica; en esa misma figura, también aparecen los valores usuales de S_s para diferentes tipos de material.



Gravedad específica de materiales comunes	
Basalto	3.0
Ladrillo	2.0
Concreto partido	2.4
Granito	2.7
Piedra caliza	2.5
Areniscas	2.2
Andesitas	2.7

Fig 5.6 Peso unitario del material de relleno para el diseño de gaviones [3]

El coeficiente de fricción f que se desarrolla entre la base del muro de gaviones y un suelo no cohesivo se puede suponer que es igual a la tangente del ángulo de fricción interna del suelo. Lo mencionado se basa en el hecho de que la superficie del muro es muy rugosa y el material del suelo penetra en los huecos que dejan las piedras que constituyen el gavión; por este motivo, la fricción se efectúa entre las partículas del suelo y no entre éstas y el

gavión. Lo anterior se puede comprobar revisando la parte inferior de un muro volcado a propósito.

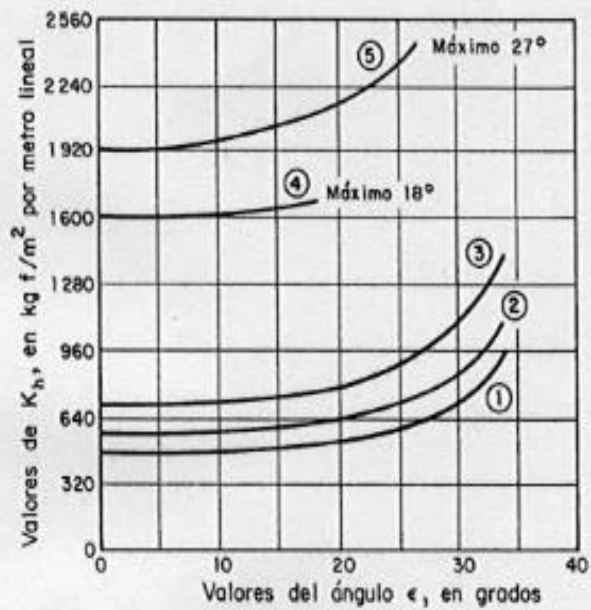
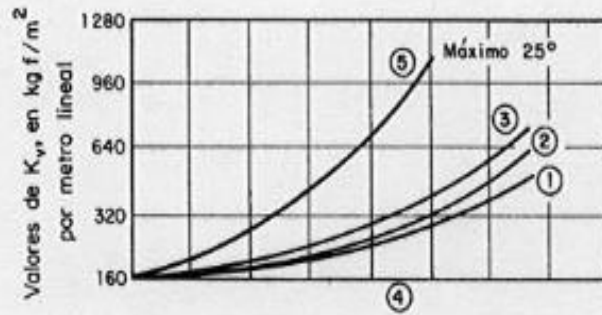
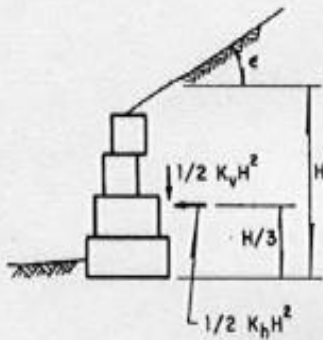
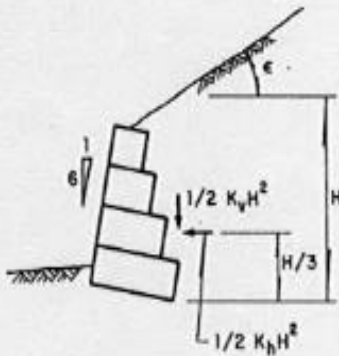
Si el muro está colocado sobre un suelo cohesivo como la arcilla, la resistencia al deslizamiento se calcula con base en la cohesión de ella. Cuando se tiene una arcilla muy dura, se recomienda construir una zanja angosta en el sitio donde se va a desplantar el muro y llevarla hasta una altura de 15 cm con grava limpia, de aproximadamente 7 cm de diámetro, bien compactada.

Para muros de gaviones que van a sostener taludes hechos con arcilla, se requiere construir un sistema de contrafuertes formados por gaviones. La separación entre contrafuertes, que es función del tipo, humedad y cohesión del suelo, se puede conocer con ayuda de la tabla siguiente (Secretaría de Obras Públicas, Colombia).

Tipo de suelo	Humedad, en porcentaje	Cohesión, en kg/cm²	Separación entre contrafuertes, en m
Arcilla muy blanda	40	21	4
Arcilla blanda	35	28	5
Arcilla semidura	33 - 30	42 - 56	6 - 7
Arcilla dura	27 - 25	70 - 106	8 - 9

El inicio de los contrafuertes va desde la cara exterior del muro hasta un punto localizado al menos 2 m dentro de la línea de falla del talud.

Los contrafuertes contribuyen a disminuir el empuje hidrostático al drenar el material. En el diseño de un muro de contención cuya altura no sobrepase los 6 m, el cálculo del empuje de tierra no debe hacerse de manera muy precisa, y más bien se recomienda que ello se haga con métodos semiempíricos. En la fig 5.7 se presenta un procedimiento gráfico para determinar dichos empujes. Al igual que en otros casos, se sugiere que la cimentación de los muros de sostenimiento se haga por debajo de la línea de falla cuando el suelo esté constituido por arenas o por arcillas arenosas.



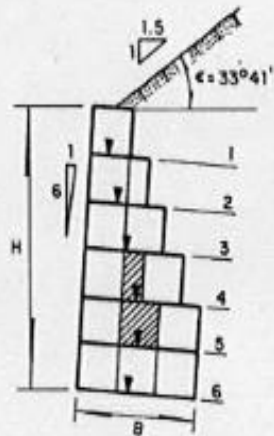
- ① Arena limpia o grava GW, GP, SW, SP*
- ② Arena o grava sucia de baja permeabilidad: GM, GM-GP, SM, SM, SM-SP*
- ③ Limos y arcillas residuales duras, arena fina limosa: CL, ML, CH, MH, SM, SC, GC*
- ④ Arcilla blanda o muy blanda, arcilla limosa, limos orgánicos: CL, ML, OL, CH, MH, OH*
- ⑤ Arcilla compacta o medianamente compactada, depositada en trozos y protegida contra la infiltración: CL, CH*

Para los materiales del tipo 1, los cálculos se efectúan con un valor de $H=1.20\text{m}$, menor que el real. La resultante se considera aplicada a una altura $(H-1.20)$ por encima de la base.

* Ver tabla 5.5.

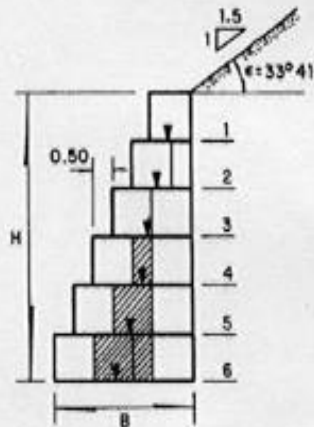
Fig 5.7 Empuje de tierra para el diseño de muros de retención [3]

Para los suelos tipo 1 y 2, incluidos en la fig 5.9, se propone usar las figs 5.8 y 5.9 para determinar los muros que ayudarán a sostener dicho tipo de suelos. Se utilizó un peso específico unitario del gavión de 1760 kg/m^3 y el material de relleno también tiene dicho peso; si el material para llenar las canastas no tiene ese peso, no pueden emplearse las figuras mencionadas.



Nº de niveles	H (m)	B (m)	Notas
1	1	1	La pared exterior puede ser vertical
2	2	1.5	
3	3	2	
4	4	2.5	
5	5	3	La porción sombreada del nivel 4 no requiere canasta
6	6	3	Las porciones sombreadas de los niveles 4 y 5 no requieren canasta

a) Pared exterior con talud



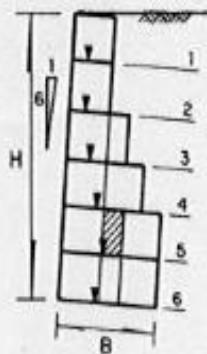
Nº de niveles	H (m)	B (m)	Notas
1	1	1	
2	2	1.5	
3	3	2	
4	4	2.5	
5	5	3	La porción sombreada del nivel 4 no requiere canasta
6	6	3.5	Las porciones sombreadas de los niveles 4 y 5 no requieren canasta

b) Pared exterior escalonada

▼ Localización de la resultante del peso del muro y el empuje de tierra

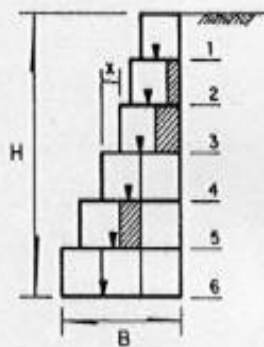
Estos diseños son para suelos tipo ① y (fig 5.7)

Fig 5.8 Diseño de muros de retención [3]



a) Pared exterior con talud 1:6

Nº de niveles	H (m)	B (m)	Notas
1	1	1	La pared exterior puede ser vertical
2	2	1	
3	3	1.5	
4	4	2	
5	5	2.5	
6	6	2.5	La porción sombreada en el nivel 5 no requiere canasta



b) Pared exterior escalonada

Nº de niveles	H (m)	B (m)	x	Notas
1	1	1.0		
2	2	1.3	0.30	
3	3	1.6	0.30	La porción sombreada en el nivel 2 no requiere canasta
4	4	2.0	0.40	Las porciones sombreadas en los niveles 2 y 3 no requieren canasta
5	5	2.5	0.50	Usar contrafuertes c/3m en el nivel 4. Ver notas nivel 4
6	6	3.0	0.50	Ver notas para los niveles 4 y 5

▼ Localización de la resultante del peso del muro y el empuje de tierra

Estos diseños son para suelos tipo ① y (fig 5.7)

Fig 5.9 Diseño de muros de retención [3]

Estos muros se diseñaron para que la resultante de las fuerzas cayera dentro del tercio medio de base, y el factor de seguridad contra el volteo tuvo un valor mínimo de 2. La seguridad contra el volteo se tiene cuando la presión sobre el suelo que está debajo de la

base no excede a la capacidad de soporte de dicho suelo. Los muros de las figs 5.8 y 5.9 son seguros para suelos con capacidad de carga de 10 t/m².

En la tabla 5.5, se muestran los valores de capacidad de carga permisible para diferentes tipos de suelo; si la presión calculada es mayor que esta capacidad hay que ampliar el área de la base.

TABLA 5.5 VALORES DE LA CAPACIDAD DE CARGA PERMISIBLE PARA DIFERENTES TIPOS DE SUELO [3]

TIPO DE MATERIAL	CONSISTENCIA EN EL SITIO	CAPACIDAD DE CARGA PERMISIBLE, EN t/m ²
Mezcla bien graduada de suelos finos y suelos granulares gruesos (5 mm) ; residuos de roca de origen glacial, arcillas compactas, arcillas con tronco de roca (GW – GC, GC, SC)	Muy compacta	108
Cascajo, mezcla de cascajo y arena. Mezcla de cascajo mal graduado (GW, GP, SW, SC)	Muy compacta	86
	Compacta a suelta	64
	Suelta	43
Arena gruesa a media, arena con algo de cascajo (SW, SP)	Muy compacta	43
	Compacta a suelta	32
	Suelta	21
Arena fina a media, limo o arcilla media a arcilla gruesa (SW, SM, SC)	Muy compacta	32
	Compacta a suelta	21
	Suelta	16
Arena fina, limo o arcilla media a arena fina (SP, SM, SC)	Muy compacta	32
	Compacta a suelta	21
	Suelta	16
Arcilla inorgánica homogénea, arcilla arenosa o limosa	Muy dura a dura	43
	Blanda a dura	21
	Blanda	5
Limo inorgánico, limo arenoso o arcilloso, limo estratificado-arcilla-arena fina (ML, MH)	Muy dura a dura	32
	Blanda a dura	16
	Blanda	5

Las tablas incluidas en las figs 5.8 y 5.9 proporcionan las dimensiones para muros contruidos en capas de 1 m de altura; los valores para alturas intermedias se obtienen reduciendo el espesor de la base a la mitad (0.5 m) o bien disminuyendo la altura del nivel superior hasta los 0.3 m; el gavi3n colocado en la cimentaci3n de un muro con pared interior escalonada no puede tener un espesor menor de 0.5 m, debido a que los gaviones delgados son muy flexibles y, como consecuencia resultan inadecuados para transmitir las cargas.

Mendoza (1992) recomienda que, para reducir o evitar la migraci3n del material retenido tras el muro, se debe colocar un geotextil, como interfase, y sugiere utilizar un talud de 1 H a 10 V cuando el muro es inclinado.

5.3 Aplicaci3n

Se trata de verificar la estabilidad de un muro de retenci3n de gaviones (ver fig 5.10), siendo el peso especifco de la piedra de relleno de 2.43 t/m^3 y las caracteristicas del terreno $\gamma_s = 1.8 \text{ t/m}^3$, $\phi = 30^\circ$ y $C = 0 \text{ t/m}^2$. El suelo de la base es una arcilla arenosa con capacidad de carga de 2 kg/cm^2 y $\phi = 27^\circ$. El muro tiene una inclinaci3n contra el terreno de 6° y una altura total medida paralelamente a la cara externa de la estructura de 4.0 m. El talud sobre el muro es horizontal y requiere una sobrecarga de 3.0 t/m^2 .

a) C3lculo del empuje

De la fig 5.10, $h = 4.0 \text{ m}$ (dato), $B = 3.0 \text{ m}$ (dato), $a = 1.0 \text{ m}$ (dato), el 3ngulo formado por el plano de empuje y la horizontal vale

$$\beta = \left[\tan^{-1} \left(\frac{h}{B-a} \right) \right] + \alpha = \tan^{-1} \left[\frac{4.0}{3.0-1.0} \right] + 6^\circ = 69.435^\circ$$

De la ec 5.3, el coeficiente de empuje activo vale

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\beta + \varphi)}{\text{sen}^2 \beta \text{sen}(\beta - \delta) \left[1 + \frac{\text{sen}(\varphi + \delta) \text{sen}(\varphi - \varepsilon)}{\text{sen}(\beta - \delta) \text{sen}(\beta + \varepsilon)} \right]^2}$$

Para $\varphi = 30^\circ$ (dato), $\delta = 30^\circ$ (dato), $\varepsilon = 0^\circ$ (dato), sustituyendo valores,

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(69.435)}{\text{sen}^2(69.435) \text{sen}(69.435 - 30) \left[1 + \frac{\text{sen}(30 + 30) \text{sen}(30 - 0)}{\text{sen}(69.435 - 30) \text{sen}(69.435 + 0)} \right]^2}$$

$$K_a = 0.508$$

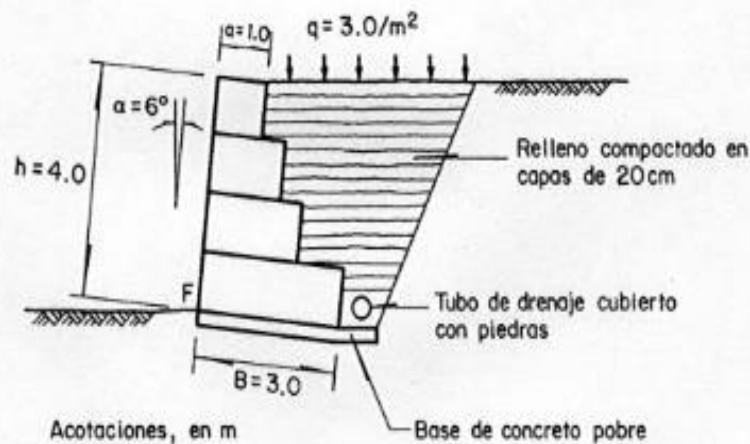


Fig 5.10 Sección transversal del muro de sostenimiento

De la ec 5.2, la altura H es igual a

$$H = [h + (B + a) \tan \alpha] \cos \alpha$$

$h = 4.0m(\text{dato}), B = 3.0m(\text{dato}), \alpha = 6^\circ(\text{dato}), a = 1.0m(\text{dato})$, al sustituir valores,

$$H = [4.0 + (3.0 + 1.0) \tan 6^\circ] \cos 6^\circ = 4.39 \text{ m}$$

De la ec 5.4, el empuje E_a

$$E_a = \frac{1}{2} K_a \gamma_s H^2 \left[1 + \frac{2h_s}{H} \right] - 2K_a^{1/2} CH$$

$$h_s = \frac{q}{\gamma_s}$$

Con $q = 3.0 \text{ t/m}^2$ (dato), $\gamma_s = 1.8 \text{ t/m}^3$ (dato), $K_a = 0.508$ (calculado), $H = 4.39$ (calculado),

$C = 0 \text{ t/m}^2$ (dato); sustituyendo valores,

$$h_s = \frac{3.0}{1.8} = 1.667 \text{ m}$$

$$E_a = \frac{1}{2} (0.508)(1.8)(4.39)^2 \left[1 + \frac{2(1.667)}{4.39} \right] - 2(0.508)^{1/2}(0)(4.39)$$

$$E_a = 15.50 \text{ t/m}$$

De la ec 5.5, el punto de aplicación d es igual a

$$d = \frac{H}{3} \left[\frac{H + 3h_s}{H + 2h_s} \right] - B \text{ sen } \alpha$$

Para $H = 4.39 \text{ m}$ (calculado), $h_s = 1.667 \text{ m}$ (calculado), $B = 3.0 \text{ m}$ (dato), $\alpha = 6^\circ$ (dato), al sustituir valores,

$$d = \frac{4.39}{3} \left[\frac{4.39 + 3(1.667)}{4.39 + 2(1.667)} \right] - 3.0 \text{ sen } 6^\circ = 1.779 \text{ m}$$

b) Estabilidad del muro

b.1 Verificación de la seguridad contra deslizamiento

De las ecs 5.6, los componentes vertical y horizontal de E_a valen

$$E_v = E_a \operatorname{sen}(90^\circ + \delta - \beta)$$

$$E_h = E_a \operatorname{cos}(90^\circ + \delta - \beta)$$

Si $E_a = 15.50 \text{ t/m}$ (calculado), $\delta = 30^\circ$ (dato), $\beta = 69.435^\circ$ (calculado); sustituyendo valores,

$$E_h = 15.50 \operatorname{sen}(90^\circ + 30^\circ - 69.435^\circ) = 11.97 \text{ t/m}$$

$$E_v = 15.50 \operatorname{cos}(90^\circ + 30^\circ - 69.435^\circ) = 9.84 \text{ t/m}$$

De la ec 5.8, el peso específico de los gaviones vale

$$\gamma_g = \gamma_s (1 - n)$$

Con $\gamma_s = 2.43 \text{ t/m}^3$ (dato), $n = 0.30$ (especificación), sustituyendo estos valores,

$$\gamma_g = 2.43(1 - 0.30) = 1.70 \text{ t/m}^3$$

Con la ayuda de la geometría de la fig 5.10, el peso del muro de retención, por unidad de ancho vale

$$W = [\text{área de la sección del muro}] \gamma_g$$

Para área de la sección = 7.5 m^2 (calculada), $\gamma_g = 1.70 \text{ t/m}^3$ (calculado), sustituyendo valores,

$$W = 7.5 (1.70) = 12.75 \text{ t/m}$$

De la ec 5.7, el coeficiente de deslizamiento es igual a

$$C_D = \frac{[(W + E_v) \operatorname{cos} \alpha + E_h \operatorname{sen} \alpha] \operatorname{tan} \varphi + (W + E_v) \operatorname{sen} \alpha + CB}{E_h \operatorname{cos} \alpha}$$

Si $W = 12.75 \text{ t/m}$ (calculado), $E_v = 11.97 \text{ t/m}$ (calculado), $E_h = 9.84 \text{ t/m}$ (calculado), $\alpha = 6^\circ$ (dato), $\varphi = 30^\circ$ (dato), $C = 0 \text{ t/m}^2$ (dato), $B = 3.0 \text{ m}$ (dato), sustituyendo valores,

$$C_D = \frac{[(12.75 + 11.97)\cos 6^\circ + 9.84\text{sen}6^\circ]\tan 30^\circ + (12.75 + 11.97)\text{sen}6^\circ + 0(3)}{9.84\cos 6^\circ}$$

$$C_D = 1.77$$

Como se observa, el valor de C_D es mayor de 1.5; por tanto, se cumple la especificación, es decir, no se produce el deslizamiento del muro de retención.

b.2 Verificación de la seguridad contra volteamiento

De la ec 5.9, el momento de volteo es igual a

$$M_v = E_h d$$

Con $E_h = 9.84 \text{ t/m}$ (calculado), $d = 1.779$ (calculado), sustituyendo valores,

$$M_v = 9.84(1.779) = 17.50 \text{ t-m/m}$$

De la ec 5.11, la distancia horizontal entre el punto de volteamiento F y el punto de aplicación del empuje activo vale

$$S' = B \cos \alpha - \frac{H}{3} \left[\frac{H + 3h_s}{H + 2h_s} \right] \frac{1}{\tan \beta}$$

Para $B = 3.0$ (dato), $\alpha = 6^\circ$ (dato), $H = 4.36 \text{ m}$ (calculado), $h_s = 1.667 \text{ m}$ (calculado) y $\beta = 69.435^\circ$ (calculado), sustituyendo valores,

$$S' = 3.0 \cos 6^\circ - \frac{4.39}{3} \left[\frac{4.39 + 3(1.667)}{4.39 + 2(1.667)} \right] \frac{1}{\tan 69.435^\circ} = 5.32 \text{ m}$$

De la ec 5.12, el punto de aplicación del peso se localiza en

$$S^* = X_g \cos \alpha + Y_g \text{sen} \alpha$$

Si $X_g = 1.17$ m, $Y_g = 1.68$ m (valores obtenidos gráficamente), $\alpha = 6^\circ$ (dato), sustituyendo los datos,

$$S^* = 1.17 \cos 6^\circ + 1.68 \operatorname{sen} 6^\circ = 1.33 \text{ m}$$

De la ec 5.10, el momento resistente

$$M_r = WS' + E_v S^*$$

Con $W = 12.75$ t/m (calculado), $S^* = 1.33$ m (calculado), $E_v = 11.97$ t/m (calculado), $S' = 5.32$ m (calculado), sustituyendo,

$$M_r = 12.75(1.33) + 11.97(5.32) = 44.72 \text{ t-m/m}$$

De la ec 5.13, el coeficiente de volteamiento es igual a

$$C_v = \frac{M_r}{M_v} \geq 1.5$$

Para $M_r = 44.72$ t-m/m (calculado), $M_v = 17.50$ t-m/m (calculado), sustituyendo los datos anteriores,

$$C_v = \frac{44.50}{17.50} = 5.45 > 1.5$$

Como el valor de C_v calculado es mayor de 1.5, por tanto, el muro de retención no se volteará.

b.3 Verificación de las tensiones en el suelo

De la ec. 5.14 a, la resultante de las fuerzas normales vale

$$N = (W + E_v) \cos \alpha + E_h \sin \alpha$$

Si $W = 12.75 \text{ t/m}$ (calculado), $E_v = 11.97 \text{ t/m}$ (calculado), $\alpha = 6^\circ$ (dato), $E_h = 9.84 \text{ t/m}$ (calculado), sustituyendo valores,

$$N = (2.75 + 11.97) \cos 6^\circ + 9.84 \sin 6^\circ = 25.61 \text{ t/m}$$

Por otra parte, de la ec 5.14 b, la excentricidad de la resultante es

$$e = \frac{B}{2} - \left[\frac{M_r - M_v}{N} \right]$$

Con $B = 3.0$ (dato), $M_r = 44.72 \text{ t-m/m}$ (calculado), $M_v = 17.50 \text{ t-m/m}$ (calculado), $N = 25.61 \text{ t/m}$ (calculado), sustituyendo valores,

$$e = \frac{3.0}{2} - \left[\frac{44.72 - 17.50}{25.61} \right] = 0.43 \text{ m}$$

De acuerdo con este valor, la resultante cae dentro del núcleo central, es decir, se localiza dentro del tercio medio de la base, dado que $e < B/6$; por tanto, se tiene que $0.43 < 0.5 \text{ m}$.

De la ec. 5.14, los esfuerzos resultantes valen

$$\left. \begin{array}{l} \sigma_1 \\ \sigma_2 \end{array} \right\} = \frac{N}{B} \left[1 \pm \frac{6e}{B} \right]$$

Para $N = 25.61 \text{ t/m}$ (calculado), $B = 3.0 \text{ m}$ (dato), $e = 0.43 \text{ m}$ (calculado), sustituyendo valores,

$$\sigma_1 = \frac{25.61}{3.0} \left[1 + \frac{6(0.43)}{3.0} \right] = 15.87 \frac{\text{t}}{\text{m}^2} = 1.587 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{25.61}{3.0} \left[1 - \frac{6(0.43)}{3.0} \right] = 1.19 \frac{t}{m^2} = 0.119 \frac{kg}{cm^2}$$

Ambos resultados son menores al permisible de 2 kg/cm^2 (dato).

b.4 Verificación de una sección intermedia

Como ejemplo ilustrativo, se revisará la sección que se presenta enseguida, despreciando el gavión de la base.

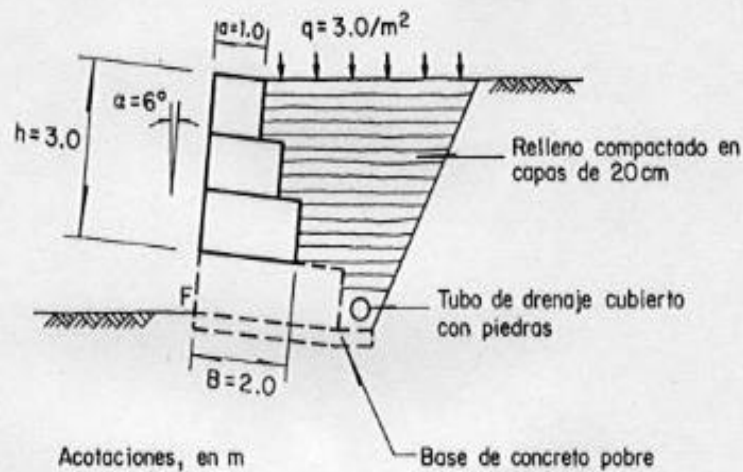


Fig 5.11 Sección transversal intermedia del muro de sostenimiento

De la fig. 5.11, el ángulo formado por el plano del empuje y la horizontal está dado por

$$\beta = \left[\tan^{-1} \left[\frac{h}{B-a} \right] \right] + \alpha$$

Si $h=3.0$ m (dato), $B = 2.0$ m (dato), $\alpha = 6^\circ$ (dato), sustituyendo valores,

$$\beta = \left[\tan^{-1} \left[\frac{3}{2-1} \right] \right] + 6 = 77.565^\circ$$

De la ec. 5.3, el coeficiente de empuje activo es igual a

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\beta + \varphi)}{\text{sen}^2 \beta \text{sen}(\beta - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi + \delta) \text{sen}(\varphi - \varepsilon)}{\text{sen}(\beta - \delta) \text{sen}(\beta + \varepsilon)}} \right]^2}$$

Con $\varphi = 30^\circ$ (dato), $\delta = 30^\circ$ (dato), $\varepsilon = 0^\circ$ (dato), $\beta = 77.565^\circ$ (calculado), sustituyendo valores,

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(77.565 + 30)}{\text{sen}^2(77.565) \text{sen} \left(77.565 - 30 \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(30 + 30) \text{sen}(30 - 0)}{\text{sen}(77.565 - 30) \text{sen}(77.565 + 0)}} \right]^2 \right)}$$

$$K_a = 0.410$$

De la ec. 5.2, la altura H vale

$$H = [h + (B + a) \tan \alpha] \cos \alpha$$

Para $h = 3.0$ m (dato), $B = 2.0$ m (dato), $\alpha = 6^\circ$ (dato), $a = 1$ m (dato), sustituyendo valores,

$$H = [3.0 + (2.0 + 1) \tan 6^\circ] \cos 6^\circ = 3.29 \text{ m}$$

De la ec. 5.4, el empuje E_a vale

$$E_a = \frac{1}{2} K_a \gamma_s H^2 \left[1 + \frac{2h_s}{H} \right] - 2K_a^{1/2} CH$$

Con $q = 3.0 \text{ t/m}^2$ (dato), $\gamma_s = 1.8 \text{ t/m}^3$ (dato), se tiene que

$$h_s = \frac{3.0}{1.8} = 1.667 \text{ m}$$

Si $h_s = 1.667 \text{ m}$ (calculado), $K_a = 0.410$ (calculado), $\gamma_s = 1.8 \text{ t/m}^3$ (dato), $H = 3.29 \text{ m}$ (calculado), $C = 0 \text{ t/m}^2$ (dato), sustituyendo valores,

$$E_a = \frac{1}{2}(0.410)(1.8)(3.29)^2 \left[1 + \frac{2(1.667)}{3.29} \right] - 2(0.508)^{1/2}(0)$$

$$E_a = 8.04 \text{ t/m.}$$

De la ec. 5.5, el punto de aplicación d vale

$$d = \frac{H}{3} \left[\frac{H + 3h_s}{H + 2h_s} \right] - B \text{ sen } \alpha$$

Para $h_s = 1.667 \text{ m}$ (calculado), $H = 3.29 \text{ m}$ (calculado), $B = 2.0 \text{ m}$ (dato), $\alpha = 6^\circ$ (dato), sustituyendo valores,

$$d = \frac{3.29}{3} \left[\frac{3.29 + 3(1.667)}{3.29 + 2(1.667)} \right] - 2 \text{ sen } 6^\circ = 1.16 \text{ m}$$

De las ecs 5.6 a y b, los componentes vertical y horizontal de E_a son

$$E_v = E_a \text{ sen}(90^\circ + \delta - \beta)$$

$$E_h = E_a \text{ cos}(90^\circ + \delta - \beta)$$

Si $E_a = 8.04 \text{ t/m}$ (calculado), $\delta = 30^\circ$ (dato), $\beta = 77.565^\circ$ (calculado), sustituyendo

$$E_v = 8.04 \text{sen}(90^\circ + 30^\circ - 77.565^\circ) = 5.42 \text{ t/m}$$

$$E_h = 8.04 \text{cos}(90^\circ + 30^\circ - 77.565^\circ) = 5.93 \text{ t/m}$$

De la fig. 5.11, el peso del muro de retención por unidad de ancho vale

$$W = [\text{área de la sección del muro}] (\text{ancho unitario}) \gamma_g$$

Con área de la sección = 4.5 m^2 (calculado), $\gamma_g = 1.70 \text{ t/m}^3$ (calculado), sustituyendo valores

$$W = 4.5 (1) 1.70 = 7.65 \text{ t/m}$$

De la ec 5.7, el coeficiente de deslizamiento vale

$$C_D = \frac{[(W + E_v) \text{cos} \alpha + E_h \text{sen} \alpha] \tan \varphi + (W + E_v) \text{sen} \alpha + CB}{E_h \text{cos} \alpha}$$

Para $W = 7.56 \text{ t/m}$ (calculado), $E_v = 5.42 \text{ t/m}$ (calculado), $E_h = 5.93 \text{ t/m}$ (calculado), $\alpha = 6^\circ$ (dato), $\varphi = 30^\circ$ (dato), $C = 0 \text{ t/m}^2$ (dato), sustituyendo,

$$C_D = \frac{[(7.56 + 5.42) \text{cos} 6^\circ + 5.93 \text{sen} 6^\circ] \tan 30^\circ + (7.56 + 5.42) \text{sen} 6^\circ + 0(2)}{5.93 \text{cos} 6^\circ}$$

$$C_D = 1.55 > 1.5$$

Este coeficiente cumple con la especificación, es decir, no se produce el deslizamiento del muro de retención ya que $C_D > 1.5$.

De la ec 5.9 el momento de volteo es igual a

$$M_v = E_h d$$

Si $E_h = 5.93 \text{ t/m}$ (calculado), $d = 1.16 \text{ m}$ (calculado); sustituyendo valores,

$$M_v = 5.93(1.16) = 6.88 \text{ t-m/m}$$

De la ec 5.11, la distancia horizontal entre el punto de volteo F y el punto de aplicación del empuje activo vale

$$S' = B \cos \alpha - \frac{H \left[\frac{H + 3h_s}{H + 2h_s} \right] \frac{1}{\tan \beta}}$$

Con $B = 2.0 \text{ m}$ (dato), $\alpha = 6^\circ$ (dato), $H = 3.29 \text{ m}$ (calculado), $h_s = 1.667 \text{ m}$ (calculado),
 $\beta = 77.565^\circ$ (calculado); sustituyendo valores,

$$S' = 2.0 \cos 6^\circ - \frac{3.29 \left[\frac{3.29 + 3(1.667)}{3.29 + 2(1.667)} \right] \frac{1}{\tan 77.565^\circ}}{3} = 1.32 \text{ m}$$

De la ec 5.12, el punto de aplicación del peso se localiza en

$$S'' = X_g \cos \alpha + Y_g \sin \alpha$$

Para $X_g = 0.92 \text{ m}$, $Y_g = 1.21 \text{ m}$ (valores obtenidos gráficamente), $\alpha = 6^\circ$ (dato);
sustituyendo valores,

$$S'' = 0.92 \cos 6^\circ + 1.21 \sin 6^\circ = 1.04 \text{ m}$$

De la ec 5.10, el momento resistente

$$M_r = W S' + E_v S''$$

Si $W = 7.65$ t/m (calculado), $S' = 1.04$ m (calculado), $E_v = 5.42$ t/m (calculado),
 $S'' = 1.32$ m (calculado), sustituyendo valores,

$$M_r = 7.65 (1.04) + 5.42 (1.32) = 15.11 \text{ t-m/m}$$

De la ec 5.13, el coeficiente de volteo está dado por

$$C_v = \frac{M_r}{M_v} \geq 1.5$$

Con $M_r = 15.11$ t-m/m (calculado), $M_v = 6.88$ t-m/m (valor calculado), sustituyendo valores,

$$C_v = \frac{15.11}{6.88} = 2.19 > 1.5$$

Con este resultado, se concluye que el muro de retención no se volteará.

De la ec 5.14 a, la resultante de las fuerzas normales vale

$$N = (W + E_v) \cos \alpha + E_h \operatorname{sen} \alpha$$

Para $W = 7.65$ t/m (calculado), $E_v = 5.42$ t/m (calculado), $E_h = 5.93$ t/m (calculado), $\alpha = 6^\circ$ (dato), sustituyendo valores,

$$N = (7.65 + 5.42) \cos 6^\circ + 5.93 \operatorname{sen} 6^\circ = 13.61 \text{ t/m}$$

De la ec 5.18 c, el momento actuante en la sección de análisis es igual a

$$M = M_r - M_v$$

Si $M_v = 6.88$ t-m/m (calculado), $M_r = 15.11$ t-m/m (calculado), sustituyendo valores,

$$M = 15.11 - 6.88 = 8.23 \text{ t-m/m}$$

De la ec 5.18 d, la excentricidad de la resultante vale

$$e = \frac{B}{2} - \frac{M}{N}$$

Con $B = 2.0$ m (dato), $M = 8.23$ t-m/m (calculado), $N = 13.61$ t/m (calculado), sustituyendo valores,

$$e = \frac{2.0}{2} - \frac{8.23}{13.61} = 0.39m$$

De la ec 5.18 c, el ancho de la sección que está trabajando a la compresión es

$$X = \frac{0.5B - e}{0.4}$$

Para $B = 2.0$ m (dato), $e = 0.39$ m (calculado), sustituyendo valores,

$$X = \frac{0.5(2) - 0.39}{0.4} = 1.525m$$

De la ec 5.18 b, la resultante de las fuerzas tangenciales que actúa en la sección de análisis es igual a

$$T = E_h \cos \alpha - (W + E_v) \sin \alpha$$

Si $E_h = 5.93$ t/m (calculado), $W = 7.65$ t/m (calculado), $E_v = 5.42$ t/m (calculado), $\alpha = 6^\circ$ (dato), sustituyendo valores,

$$T = 5.93 \cos 6^\circ - (7.65 + 5.42) \sin 6^\circ = 4.53 \text{ t/m.}$$

De la ec 5.19 a, el ángulo de fricción interna de los gaviones vale

$$\varphi^* = 25\gamma_g - 10$$

Con $\gamma_g = 1.70 \text{ t/m}^3$ (calculado), sustituyendo valores,

$$\varphi^* = 25(1.70) - 10 = 32.5^\circ$$

De la ec 5.19 b, la cohesión (agarre) del gavión vale

$$C_g = 10 (0.03 \text{ Pu} - 0.05)$$

Para $\text{Pu} = 8.6 \text{ kg/m}^3$ (por especificación), sustituyendo,

$$C_g = 10 [(0.03) 8.6 - 0.05] = 2.08 \text{ t/m}^2$$

De las ecs 5.19, el esfuerzo normal y tensión tangencial admisibles valen

$$\sigma_{adm} = 50\gamma_g - 30$$

$$\tau_{adm} = \frac{N}{B} \tan \varphi^* + C_g$$

Si $\gamma_g = 1.70 \text{ t/m}^3$ (calculado), $N = 13.61 \text{ t/m}$ (calculado), $B = 2.0 \text{ m}$ (dato), $\varphi^* = 32.5^\circ$ (calculado), $C_g = 2.08 \text{ t/m}^2$ (calculado); sustituyendo estos datos,

$$\sigma_{adm} = 50(1.70) - 30 = 55 \text{ t/m}^2 = 5.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_{adm} = \frac{13.61}{2.00} \tan 32.5^\circ + 2.08 = 6.41 \text{ t/m}^2 = 0.641 \text{ kg/cm}^2$$

De las ecs 5.18, el esfuerzo resultante a la impresión y la tensión tangencial en la sección de análisis son iguales

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{0.8X} < \sigma_{\text{adm}}$$

$$\tau_{\max} = T/B < \tau_{\text{adm}}$$

$N = 13.61 \text{ t/m}$ (calculado), $X = 1.525 \text{ m}$ (calculado), $t = 4.53 \text{ t/m}$ (calculado), $B = 2.0 \text{ m}$ (dato), $\sigma_{\text{adm}} = 55 \text{ t/m}^2$ (calculado), $\tau_{\text{adm}} = 6.41 \text{ t/m}^2$ (calculado), sustituyendo valores,

$$\sigma_{\max} = \frac{13.61}{0.8(1.525)} = 25.94 < \sigma_{\text{adm}} (55 \text{ t/m}^2)$$

$$\tau_{\max} = \frac{4.53}{2.0} = 5.26 < \tau_{\text{adm}} (6.41 \text{ t/m}^2)$$

Estos resultados cumplen la especificación, es decir, no rebasan los esfuerzos normal y tangencial admisibles.

5.4 Referencias

1. Maccaferri Gabioes do Brasil LTDA, "Estructuras flexíveis em gabioes", Brasil.
2. Mendoza, M, "Nociones de Geotecnia", Manual de Ingeniería de Ríos, Cap. 24, Comisión Nacional del Agua, México (1992).
3. Secretaría de Obras Públicas, "Gaviones Metálicos", Departamento de Antioquia, Colombia.