




# JHEISON FRANZ VALVERDE PAREDES

## INFORME DE TESIS

-  Turnitin: Informe de tesis2 Sección 1 (Moodle TT)
-  IV-TI-202601-SEDE CENTRAL - CHIMBOTE-INGENIERÍA CIVIL-001385 (Moodle TT)
-  Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote

---

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3541583755

Fecha de entrega

17 abr 2026, 11:34 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

18 abr 2026, 12:07 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

3901\_JHEISON\_FRANZ\_VALVERDE\_PAREDES\_INFORME\_DE\_TESIS\_235386\_529056058.pdf

Tamaño del archivo

2.7 MB

61 páginas

13.235 palabras

72.694 caracteres

# 9% Similitud general




El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Filtrado desde el informe




- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado

---

## Fuentes principales

- 9%  Fuentes de Internet
  - 0%  Publicaciones
  - 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)
-

## Fuentes principales

- 9%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

---

## Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

**1** Internet  
**repositorio.uladech.edu.pe**

**9%**

## I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción del problema

En el siguiente informe de investigación, el cual lleva por título “Evaluación del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña en la margen derecha del río Kimbiri, progresiva 1+200 a 1+600, sector Miguel Grau, distrito De Kimbiri, Provincia de La Convención, Región Cusco-2026”, se ha identificado un problema crítico relacionado con la vulnerabilidad de las estructuras de defensa ribereña frente a eventos extremos, como inundaciones y erosión del suelo. Ubicado en una región montañosa con suelos áridos y una escasez de vegetación, el área enfrenta una mayor exposición a los efectos del cambio climático, lo que agrava la situación.

La falta de una defensa ribereña adecuada expone a la comunidad a riesgos significativos, especialmente durante la temporada de lluvias intensas, cuando se producen inundaciones repentinas que amenazan la seguridad de los habitantes y sus propiedades. Además, la erosión del suelo debido a la falta de vegetación agrava aún más la situación, aumentando el riesgo de deslizamientos de tierra y daños estructurales.

La situación se agrava por la falta de acceso confiable al agua potable durante ciertos momentos del día. La deficiente infraestructura de defensa ribereña compromete la integridad de las fuentes de agua y su capacidad para abastecer a la comunidad de manera continua y equitativa.

Estos desafíos subrayan la urgente necesidad de evaluar y mejorar las estructuras de defensa ribereña para proteger al Distrito de Kimbiri de los riesgos asociados con eventos climáticos extremos. Es fundamental implementar soluciones que fortalezcan la resiliencia de la comunidad frente a estas amenazas, garantizando su seguridad y bienestar a largo plazo.

A **Nivel internacional** el incremento de eventos hidrometeorológicos extremos debido al cambio climático ha elevado la vulnerabilidad de las poblaciones ribereñas. Según la **UNDRR** (1), las inundaciones representan uno de los desastres naturales más recurrentes, afectando la infraestructura pública y privada en países en desarrollo. En Latinoamérica, fallas estructurales en muros de contención en países como Venezuela y Brasil han demostrado que el diseño de defensas debe considerar simulaciones hidráulicas avanzadas para evitar el colapso frente a crecidas repentinas.

A **Nivel nacional** en el Perú, el fenómeno de El Niño y la geografía accidentada de los Andes y la selva alta generan caudales de diseño altamente erosivos. La Autoridad Nacional del Agua (ANA) ha identificado múltiples puntos críticos en cuencas de la vertiente del Amazonas, donde la falta de defensas adecuadas o el deterioro de las existentes provoca desbordes que destruyen cultivos y viviendas (2). En regiones similares a Cusco, investigaciones recientes en ríos torrentosos indican que el uso de muros de gaviones es una solución técnica eficiente por su flexibilidad, pero requieren evaluaciones periódicas de su estado estructural para evitar fallas por socavación.

A **Nivel local** en el distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, el río Kimbiri presenta un régimen torrentoso que amenaza directamente al sector Miguel Grau. Reportes recientes del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) (3) confirman que las lluvias intensas en esta zona del VRAEM han causado desbordes y daños materiales considerables a inicios del 2026. Específicamente, en el margen derecho del río (progresiva 1+200 a 1+600), la estructura actual es insuficiente frente a la fuerza del caudal, lo que pone en riesgo no solo las propiedades, sino también la infraestructura de servicios básicos como el agua potable que poseen los vecinos (tuberías cercanas). La falta de una evaluación técnica actualizada de los muros de gaviones en este tramo impide garantizar la seguridad de la comunidad frente a futuras crecidas.

## 1.2 Formulación del problema

- ¿La evaluación del muro de gaviones mejorará la defensa ribereña en la margen derecha del río Kimbiri, progresiva 1+200 a 1+600, sector Miguel Grau, distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, Región Cusco-2026?

## 1.3 Objetivo general y específicos

### 1.3.1 Objetivo general

- Evaluar el muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña en la margen derecha del río Kimbiri, progresiva 1+200 a 1+600, sector Miguel Grau, distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, Región Cusco-2026.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar las zonas vulnerables del muro de gaviones en la margen derecha del río Kimbiri, progresiva 1+200 a 1+600, sector Miguel Grau, distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, Región Cusco-2026.
- Realizar la evaluación del muro de gaviones en la margen derecha del río Kimbiri, progresiva 1+200 a 1+600, sector Miguel Grau, distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, Región Cusco-2026.
- Estimar el mejoramiento del muro de gaviones en la margen derecha del río Kimbiri, progresiva 1+200 a 1+600, sector Miguel Grau, distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, Región Cusco-2026.

## 1.4 Justificación

Aparte de los objetivos de la averiguación, es necesario justificar las causas que motivan el análisis. La mayor parte de las investigaciones se realizan con un objetivo en concreto. Y en varios casos es necesario describir frente a una o algunas personas por qué es adecuado realizar la indagación y que ventajas se derivarán de ella.

### 1.4.1 Justificación Teórica

Según Álvarez (4) “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. Se pueden ver distintas revistas que tienen una sección que solicitan la importancia de la investigación siendo la justificación teórica un elemento principal para justificar la importancia”.

### **1.4.2 Justificación Práctica**

Según Álvarez (4) “Implica describir de qué modo los resultados de la investigación servirán para cambiar la realidad del ámbito de estudio. Así, un estudio enfocado en evaluar la aceptación de las nuevas tecnologías en el campo de la logística servirá a las empresas proveedoras de estos servicios para saber qué posibilidades tienen de ofertar sus productos y servicios; asimismo, la investigación podría proporcionar algunas necesidades específicas por parte de las empresas.”

### **1.4.3 Justificación Metodológica**

Metodológicamente, la presente investigación es justificada para la evaluación de todas las variables se usaron algunos instrumentos que fueron formados teniendo en cuenta las magnitudes correspondientes y que atravesaron todo un proceso de validación para así poder confirmar su validez y confiabilidad, por lo cual estos podrían ser usados en investigaciones futuras de variables similares en espacios diferentes

Según Álvarez (4) “Implica describir la razón de utilizar la metodología planteada. Es indispensable que se resalte la importancia de usar la metodología.”

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

En Ecuador, Cagua (5), 2021. En sus tesis que lleva por título “*Diseño de 100 metros de muro de gaviones en la margen derecha del río Vinces comprendido entre las abscisas 0+683-0+783 de la vía Banepo, ubicado en la parroquia Balzar de Vinces, cantón Vinces, provincia de los Ríos*”. Para optar por el título profesional de Ingeniero Civil, sustentó en la Universidad de Guayaquil. Tiene como **objetivo general** crear un plan completo para la edificación de un muro de gaviones en el lado derecho del río Vinces, específicamente en el segmento de la vía Banepo que va desde la abscisa 0+683 hasta la 0+783. El propósito principal de esta estructura es proteger la zona de los daños causados por la erosión, que representan una amenaza para las viviendas, la carretera y la institución educativa situada en esa área. Con una **metodología** del tipo de investigación cuantitativa. Y como **conclusión** se ha determinado que la instalación de muros de gaviones es una solución altamente efectiva para abordar los problemas de erosión a lo largo de las orillas del río Vinces. El estudio detallado comprendió un análisis exhaustivo de los estratos de suelo que estarán en contacto con la estructura, considerando sus propiedades únicas como densidad, cohesión y ángulo de fricción interna. El diseño del muro se ha realizado teniendo en cuenta la topografía existente y el nivel de socavación determinado mediante la aplicación de la ecuación de Komura. Como resultado, se ha propuesto un muro con una altura de 6.50 metros, un ancho inferior de 6.00 metros y un ancho superior de 1.5 metros. Además, se ha previsto la instalación de múltiples cajones para asegurar la estabilidad y la protección adecuada de la ribera del río.

En Ecuador, Vinuesa (6), 2019. En su tesis que lleva por título “*Diagnóstico e identificación de obras de mitigación de la quebrada de Santa Rosa ubicada en la zona oriental de Pomasquí*”. Para optar por el título profesional de Ingeniero Civil, sustentó en la Universidad Central de Ecuador. Tiene como **objetivo general** llevar a cabo un análisis minucioso, junto con una evaluación técnica y económica de los proyectos dirigidos a la

1 restauración de la quebrada de Santa Rosa. Con una **metodología** que se distinguió por su enfoque descriptivo, enfocado en proporcionar detalles detallados, y adoptó un enfoque cuantitativo para analizar los datos y las variables involucradas en el estudio. Y como **conclusión** como parte integral del estudio, se desarrollaron diseños para muros de gaviones, estructuras de hormigón armado y pantallas de pilotes. Esta evaluación detallada no solo clarificó la presencia y origen de los materiales clave en la quebrada, sino que también proporcionó elementos esenciales para la planificación técnica y económica de los proyectos de restauración. En última instancia, este estudio contribuye al desarrollo de estrategias efectivas y sostenibles para la recuperación de la quebrada de Santa Rosa, respaldando así la importancia de implementar acciones dirigidas a la mejora ambiental y la sostenibilidad a largo plazo.

1  
1 En **Bolivia**, Huanacu y Mendoza (7), 2023. En sus tesis que lleva por título “*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 por el grado de Ingeniero Civil, sustentó en la Universidad Mayor de San Andrés. Tiene como **objetivo general** llevar a cabo una investigación detallada en hidrología e hidráulica en las cercanías del Puente Bating del Municipio de Caranavi. Su propósito es identificar los puntos críticos a lo largo del tramo estudiado donde suelen ocurrir inundaciones, y sugerir obras específicas para prevenir la erosión y los desbordes. Con una **metodología** cuantitativa no experimental. Y como **conclusión** los resultados obtenidos revelan que la cuenca del Río Yara enfrenta una situación crítica, caracterizada por problemas ambientales significativos como la deforestación, el bloqueo de canales y la erosión del suelo en sus riberas. Como respuesta, se sugiere emplear materiales locales y alternativos en las obras de protección. Además, se ha realizado un análisis exhaustivo de las características hidrológicas e hidráulicas de la cuenca, proporcionando una base sólida para la planificación y ejecución de medidas efectivas destinadas a mitigar los impactos negativos derivados de las condiciones actuales. En conclusión, este estudio no solo busca identificar problemas críticos, sino que también ofrece recomendaciones concretas y

bien fundamentadas para abordarlos, contribuyendo así a la preservación y gestión sostenible de la cuenca del Río Yara.

### 2.1.2. Antecedentes Nacionales

En **San Martín**, Saldaña (8), 2022. En sus tesis que lleva por título *“Análisis y diseño de la defensa ribereña en el cauce del río serrano, tramo el pozo hacia la desembocadura del río Saposo, distrito Saposo, provincia Huallaga, departamento San Martín”*. Para optar por el título profesional de Ingeniero Civil, sustentó en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Tiene como **objetivo general** identificar, interpretar y evaluar las interacciones entre las actividades relacionadas con el proyecto y el entorno ambiental existente. El propósito es prever con precisión las posibles consecuencias ambientales que podrían surgir durante las etapas de planificación, construcción, cierre y operación del establecimiento de salud. Con una metodología de tipo correlacional, de nivel cuantitativo y cualitativo, de diseño no experimental de manera transversal. Y como conclusión la situación actual del tramo donde se llevará a cabo el proyecto se presenta como una ubicación propicia para la construcción de la defensa ribereña. Esto se confirmó mediante el reconocimiento del terreno en todo el ámbito del proyecto, con el fin de evaluar las ventajas y dificultades en la zona de estudio. Se concluyó que la zona evaluada está compuesta por arenas limosas, arcillas de mediana plasticidad y gravas bien graduadas, que cubren afloramientos rocosos de areniscas y conglomerados de la formación Ipururo. En ciertos sectores, estos afloramientos alcanzan el lecho activo del río Serrano. Esta condición resulta propicia para la cimentación de las componentes estructurales del proyecto, ya que descansarán sobre material rocoso de resistencia moderada. El levantamiento topográfico de 35 hectáreas proporciona un plano detallado del área de influencia con curvas de nivel cada 1.00 metro, lo que facilitará la determinación de las alturas del agua en relación con los niveles de piso terminado de las unidades de paciente ubicadas en el área de influencia.

En **Tarapoto**, Chu y Valle (9), 2022. En su tesis que lleva por título *“Propuesta de mejora luego de una evaluación para una defensa ribereña utilizando dron para mejorar la faja marginal del Río Mayo, Maceda -*

2021". Para optar por el título de Ingeniero Civil, sustentó en la Universidad César Vallejo. Tiene como **objetivo general** proponer el diseño de una defensa ribereña utilizando un dron para mejorar la franja ribereña del río Mayo en Maceda durante el año 2021. Con una **metodología** de tipo aplicada, presenta un nivel descriptivo-explicativo. Y como **conclusión** para la delimitación del área destinada a la propuesta de la defensa ribereña, se empleó un levantamiento topográfico realizado con un dron, identificando puntos de nivelación (BM) para abarcar una extensión de aproximadamente 1.22 hectáreas alrededor del proyecto. Además, se llevó a cabo un estudio de mecánica de suelos que incluyó la extracción de dos modelos de calicatas ubicadas estratégicamente para cubrir toda el área del proyecto. Los resultados indicaron que el suelo en Maceda se clasifica como arenoso limoso con grava y arena arcillosa con grava, según la categorización del sistema AASHTO, y se confirmó la ausencia de napa freática. La propuesta de diseño óptimo de la defensa ribereña, elaborada mediante el uso de un dron, se implementó, resaltando la recomendación de instalar esta defensa en la parte baja de Maceda para prevenir posibles inundaciones que podrían afectar tanto la salud como la integridad estructural. El diseño propuesto incluye dos tipos de defensas ribereñas compuestas por piedras enmalladas, con el objetivo de garantizar una calidad de vida óptima para los residentes actuales y las generaciones venideras.

En Tarapoto, Montoya (10), 2017. En su tesis que lleva por título "*Evaluación de la defensa ribereña para determinar la vulnerabilidad estructural en el sector Malecón de la localidad de Picota -2017*". Para optar por el título profesional de Ingeniero Civil, sustentó en la Universidad César Vallejo. Tiene como **objetivo general** evaluar la defensa ribereña ubicada en el sector Malecón de la localidad de Picota para determinar su vulnerabilidad estructural. Este proceso implica la realización de estudios específicos con el objetivo de ofrecer soluciones y recomendaciones apropiadas para mejorar y garantizar la seguridad y calidad de vida de la población en esa área. Además, se busca reducir las inundaciones, mitigar los problemas sociales, proteger el medio ambiente y minimizar los niveles de desastres como complemento a esta evaluación. Con una **metodología**

descriptiva, de una investigación aplicada, con diseño no experimental, enfoques cuantitativos. Y como **conclusión** los resultados incluyeron un estudio topográfico, un estudio hidrológico, un estudio de mecánica de suelos y estudios para evaluar la calidad del concreto. Además, se considerarán las técnicas e instrumentos utilizados, los cuales serán adjuntados al final del proyecto.

### 2.1.3. Antecedentes Locales

En **Pichari**, Huauya (11), 2021. En su tesis que lleva por título “*Estudio de la defensa ribereña sobre el río Pichari - La Convención - Cusco mediante gaviones caja fuerte*” Para optar por el título profesional de Ingeniero Civil, sustentó en la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Tiene como **objetivo general** diseñar la defensa ribereña en ambas márgenes del Río Pichari, abarcando el tramo que va desde el puente antiguo de Pichari hasta 100 metros aguas arriba del Río Apurímac. Con una **metodología** a de investigación es de tipo cuantitativo y/o descriptivo, de un nivel análisis exploratorio y de diseño experimental. Y como **conclusión** se ha decidido subdividir la cuenca en 7 subcuencas junto con 3 canales de tránsito hasta el punto de aforo, como se muestra en el plano c-02. Para cada una de las 7 subcuencas, se han calculado los hietogramas de diseño para un período de 24 horas y para los periodos de retorno de 10, 15, 20, 50, 100, 200, 500 y 1000 años. Estos cálculos se realizaron utilizando la metodología del IILA – SENAMHI – UNI y el método de bloques alternos, teniendo en cuenta la variabilidad de la altura promedio para cada subcuenca. Esto ha permitido determinar los parámetros de manera independiente para cada una de las subcuencas.

En **Cocalmayo**, Zeballos (12), 2022. En su tesis que lleva por título “*Evaluación de la defensa ribereña para el balneario turístico Cocalmayo, ubicado en la margen izquierda del río Urubamba*”. Para optar por el título profesional de Ingeniero Civil, sustentó en la Universidad de Piura. Tiene como **objetivo general** realizar el diseño del sistema de protección ribereña para el tramo del río Urubamba, situado entre las quebradas Cocalmayo y Huillar, para poder calcular y elaborar estructuras que salvaguarden eficazmente el balneario de aguas termales de Cocalmayo. Estas medidas

no solo garantizarían la seguridad del balneario, sino que también promoverían una mayor afluencia de turistas, generando así un aumento en la actividad económica del distrito de Santa Teresa y las comunidades circundantes. Con una **metodología** de tipo cualitativo y cuantitativo, de nivel exploratorio y como diseño de investigación no experimental, de corte transversal. Y como **conclusión** en el tramo estudiado, se identifica la necesidad de implementar un sistema de defensa ribereña debido a las avenidas que ocurren en el río Urubamba, causadas por intensas y prolongadas precipitaciones pluviales provenientes de las zonas altas de su cuenca. Estas precipitaciones generan elevaciones repentinas del nivel del río, resultando en palizadas de magnitud significativa que ponen en peligro tanto vidas humanas como el balneario de Cocalmayo, ubicado en el área de estudio. Es importante destacar que el diseño de estas defensas ribereñas requiere de una amplia información histórica en temas como hidrología, geología y procesos morfológicos relacionados con caudales y niveles. La falta de información adecuada puede generar incertidumbre en los análisis hidráulicos. Basándonos en el estudio realizado, se ha observado que en la región de Cusco existen varias obras de defensas ribereñas que no se ajustan a las características y requisitos de los ríos debido a la falta de conocimiento de la metodología y de la información necesaria para un planteamiento técnico adecuado.

En Cusco, Nina y Cornejo (13), 2022. En su tesis que lleva por título “*Evaluación y propuesta de sistema de estabilización de talud para defensa ribereña en suelos finos, río Tambopata 2022*”. Para optar por el título profesional de Ingeniero Civil, sustentó en la Universidad Andina del Cusco. Tiene como **objetivo general** Evaluar y proponer un sistema de estabilización de taludes para la defensa ribereña en suelos finos en el río Tambopata - Madre de Dios en 2022. Con una **metodología** de tipo cualitativo y cuantitativo; para el sondeo e indagación de trabajos de investigación científica relacionados a nuestro proyecto. Y como **conclusión** la obtención de las descargas máximas se basó en informes de precipitaciones máximas de 24 horas registradas en las estaciones de Puerto Maldonado, Quincemil y Tambopata, proporcionadas por SENAMHI, así

como en el estudio hidrológico de la cuenca del departamento de Puerto Maldonado. Para determinar los caudales máximos con un período de retorno de 50 años, se utilizó el método Creager, estimando un caudal de 1541.09 m<sup>3</sup>/s. El control de la erosión se abordó mediante el cálculo de la socavación del talud utilizando el método de Levedievo, lo que resultó en una profundidad de socavación de 4.10 m, utilizando datos obtenidos del modelamiento hidráulico realizado en el software HecRas. Los estudios de mecánica de suelos, hidrológicos e hidráulicos permitieron diseñar un gavión tipo caja con una altura de 1.00 m para estabilizar el talud y un gavión tipo colchón con una altura de 0.30 m para controlar la erosión causada por el río. Ambos gaviones están llenos de piedra con un peso específico de 14.61 kN/m<sup>3</sup>, y el muro total tiene una altura de 7.00 m, con el propósito de mitigar el deslizamiento y la socavación causados por el aumento del agua del río Tambopata, según el diseño final.

## 2.2. Bases Teóricas

### 2.2.1. Evaluación de muro de gaviones

Según **Michael** (14) define que “La evaluación de un muro de gaviones implica analizar su estabilidad estructural, su eficacia en el manejo del agua y el estado de las piedras que lo conforman. Se estudia su capacidad para resistir fuerzas externas, como la presión del agua, se evalúa su efectividad en el control de la erosión y la gestión del agua, y se verifica la calidad y estabilidad del material de relleno”.

### 2.2.2. Defensa ribereña

#### 2.2.2.1. Contexto y funciones

Las defensas ribereñas son infraestructuras de protección necesarias en zonas vulnerables a la dinámica fluvial. Según la **Autoridad Nacional del Agua** (2), “estas estructuras tienen como fin primordial proteger los márgenes de los ríos contra la erosión lateral y evitar inundaciones en áreas urbanas o agrícolas colindantes, garantizando la estabilidad del cauce”

#### 2.2.2.2. Definición

Según **Smith y García** (15) definen que “La defensa ribereña abarca una serie de estrategias y estructuras diseñadas para salvaguardar las zonas cercanas a cuerpos de agua, como ríos o lagos, contra los efectos de la erosión, las inundaciones y otros eventos hidrológicos que puedan comprometer la estabilidad de las orillas y áreas adyacentes. Estas medidas tienen como objetivo principal prevenir el desgaste del terreno, regular el flujo del agua y reducir los efectos adversos derivados del contacto directo con cuerpos de agua”.



**Figura 1:** Defensa Ribereña

**Fuente:** Extraído del MINAGRI

### 2.2.2.3. Dinámica fluvial y transporte de sedimentos

La dinámica fluvial se define como el proceso continuo de transformación del cauce y las márgenes de un río, impulsado por la energía del flujo de agua y su interacción con el lecho. Según **Rocha Felices** (16), “un río no es una estructura estática, sino un sistema en equilibrio dinámico que ajusta su pendiente, ancho y profundidad para transportar el caudal y la carga de sedimentos que recibe de su cuenca”.



**Figura 2:** Dinámica fluvial y transporte de sedimentos

**Fuente:** Extraído del internet

#### 2.2.2.3.1 Morfología y comportamiento del cauce

El comportamiento de un río depende de su morfología. En tramos como el del sector Miguel Grau, la sinuosidad y la pendiente determinan las zonas de ataque directo. Según **Chereque** (17), “en las curvas de los ríos, la fuerza centrífuga desplaza las mayores velocidades hacia la margen externa (margen derecha en este caso), generando presiones hidrodinámicas elevadas que deben ser resistidas por los muros de gaviones”.

#### 2.2.2.3.2 Transporte de sedimentos

El transporte de sedimentos es el movimiento de partículas sólidas (arena, grava, piedras) por la acción del flujo. Se clasifica en:

- **Carga de fondo:** Partículas que ruedan o saltan por el lecho.

- **Carga en suspensión:** Partículas finas transportadas por la turbulencia del agua

Según el **Manual de Hidrología e Hidráulica del MTC** (18), cuando la capacidad de transporte del río disminuye (por cambios en la pendiente o el ancho), se produce la deposición de materiales. Y si la acumulación de sedimentos frente al muro de gaviones es crítica, ya que estos depósitos no solo reducen el área hidráulica del río, sino que generan un empuje lateral adicional y una presión de poros que puede comprometer la estabilidad al volteo y desplazamiento de la estructura.

#### 2.2.2.4.Erosión de ribera

La erosión de ribera se define como el proceso de desprendimiento, transporte y remoción de los materiales que conforman las márgenes de un cauce debido a la acción dinámica del flujo de agua (19). Según el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC (18), este fenómeno es el principal causante de la inestabilidad lateral de los ríos, provocando la pérdida progresiva de terreno y amenazando la integridad de las estructuras de protección colindantes.



**Figura 3:** Erosión de ribera

**Fuente:** Extraído del internet

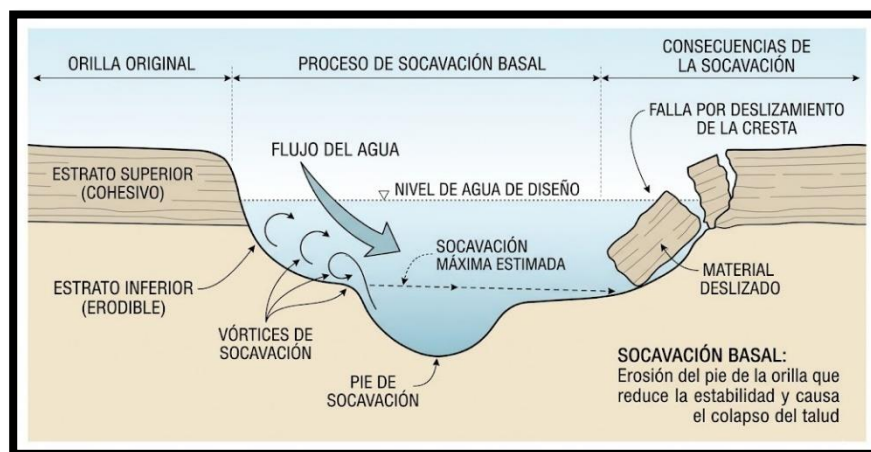
#### 2.2.2.4.1. Mecanismos de erosión lateral

La erosión en las márgenes no ocurre de una sola forma; se divide generalmente en dos procesos que actúan de manera conjunta:

- **Erosión fluvial directa:** Es el desgaste producido por el esfuerzo cortante que ejerce el agua sobre las partículas del suelo. Este ataque es más severo en la zona exterior de las curvas debido a la concentración de líneas de corriente con alta velocidad. (16)
- **Falla por inestabilidad de talud:** Ocurre cuando la base de la ribera ha sido debilitada por el agua, provocando que el peso del suelo superior supere su resistencia al corte y se produzcan deslizamientos o derrumbes en masa (16).

#### 2.2.2.5. Socavación basal

Según **Rocha** (16) “la socavación basal se define como el proceso de profundización y remoción de los materiales que conforman el lecho de un río en la zona de contacto con la base de una estructura de protección. Este fenómeno es el resultado del desequilibrio entre la capacidad de transporte del flujo y la disponibilidad de material en el fondo del cauce, lo que genera un descenso del nivel del lecho y se clasifican en dos”.



**Figura 4:** Diagrama de socavación basal

**Fuente:** Extraído del internet

### 2.2.2.5.1 Tipologías de socavación

**Socavación general:** Es el descenso del fondo del río de forma uniforme en un tramo largo, producido por el paso de una avenida o por cambios en la morfología del cauce.

**Socavación local:** Es la erosión focalizada que ocurre específicamente al pie de la estructura debido a la alteración de las líneas de corriente que dicha estructura provoca.

### 2.2.3. Muro de gaviones

Según **Portella y Alfio** (20) definen que “el muro de gaviones se define como una estructura de contención de tipo gravedad, conformada por unidades modulares de red metálica de malla hexagonal de doble torsión, las cuales son rellenas en el lugar de la obra con piedras de características mecánicas adecuadas. Su principal ventaja radica en su elevada flexibilidad, permeabilidad y durabilidad, permitiendo que la estructura se adapte a los asentamientos del terreno sin perder su integridad funcional.

Según la **Normativa Técnica y los Manuales de Ingeniería Hidráulica**, (18) los gaviones se clasifican en tres tipologías principales de acuerdo con su geometría y aplicación.



**Figura 5:** Muro de Gaviones

**Fuente:** Extraído de Internet

### 2.2.3.1. Tipología de Gaviones

#### 2.2.3.1.1. Gavión tipo caja

Según **SENCICO** (21) “es el elemento modular básico para la construcción de muros de contención. Posee una forma prismática rectangular y cuenta con diafragmas internos que dividen la estructura en celdas para asegurar una distribución uniforme del relleno. Se utiliza principalmente en estructuras de gravedad donde el peso propio es el factor determinante para resistir los empujes laterales del suelo y las presiones hidrodinámicas del flujo.



**Figura 6:** Muro de Gavión tipo caja

**Fuente:** Extraído de Internet

#### 2.2.3.1.2. Gavión tipo colchón

Según la **Autoridad Nacional del Agua** (2) a diferencia de la caja, esta tipología tiene una altura reducida y una gran superficie de contacto. Se utiliza para revestir el lecho de los ríos y las márgenes, actuando como un piso flexible que evita la erosión y la socavación. Su gran flexibilidad le permite adaptarse a los cambios del fondo del río sin romperse.



**Figura 7:** Muro de Gavión tipo colchón

**Fuente:** Extraído de Internet

#### 2.2.3.1.3. Gavión tipo saco

Según **Rocha** (16) “son estructuras cilíndricas formadas por un solo panel de malla. Se utilizan principalmente para obras de emergencia o en cimentaciones bajo el agua, donde la colocación manual es imposible. Se llenan en la orilla y se depositan mediante grúas para rellenar huecos causados por la socavación o para crear bases estables en terrenos muy irregulares”



**Figura 8:** Muro de Gavión tipo saco

**Fuente:** Extraído de Internet

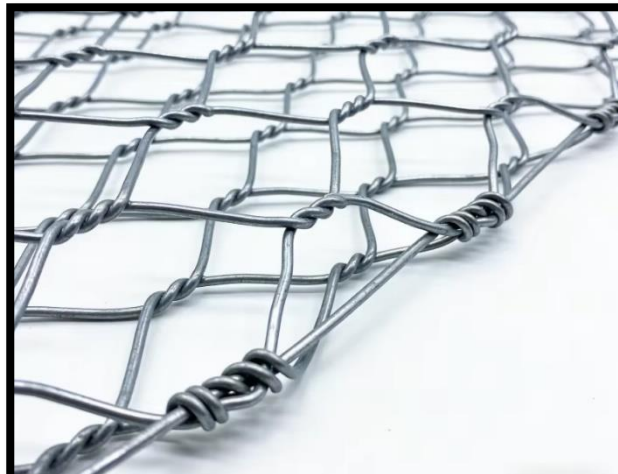
**Tabla 1:** Tipología de gaviones

Tipo de gavión	Geometría (típica)	Función Principal	Ventaja Clave
<b>Tipo caja</b>	Prismática (Altura $\geq$ 0.50m)	Muros de contención y gravedad.	Gran capacidad de soporte de empujes.
<b>Tipo colchón</b>	Plana (Altura $\leq$ 0.30m)	Revestimiento de lechos y taludes.	Alta flexibilidad para evitar socavación.
<b>Tipo saco</b>	Cilíndrica	Obras de emergencia y cimientos bajo agua.	Colocación rápida con grúa en zonas difíciles.

**2.2.3.2. Especificaciones de la malla:**

**2.2.3.2.1. Geometría de doble torsión**

Según **Maccaferri** (22) “la malla utilizada en los gaviones debe ser de tipo hexagonal de doble torsión. Esta característica es fundamental porque, a diferencia de las mallas eslabonadas simples, el entrelazado de los alambres evita que la red se desarme o se desmalle en caso de que uno o varios hilos se rompan por el impacto de rocas o troncos. Esto garantiza que el muro mantenga su capacidad de confinamiento incluso bajo condiciones de daño parcial”.



**Figura 9:** Malla con doble torsión

**Fuente:** Extraído de Internet

**2.2.3.2.2. Resistencia mecánica del alambre**

Según **Maccaferri** (22) “el alambre de acero empleado en la fabricación de la malla debe poseer una elevada resistencia a la tracción y una ductilidad suficiente para permitir el tejido sin que el metal se

fatigue. El diámetro del alambre suele variar entre 2.7 mm y 3.4 mm, dependiendo de la carga estructural que deba soportar el muro y la agresividad del medio ambiente”.

**2.2.3.2.3. Variantes de mallas metálicas**

Según **Maccaferri** (22) “aunque la normativa para defensas ribereñas prioriza la malla de doble torsión por su flexibilidad, existen variantes como la malla electrosoldada (rígida, formada por alambres cruzados y soldados) y la malla eslabonada (tejido simple). La evaluación de estos tipos es crucial, ya que las mallas electrosoldadas pueden presentar fallas por fragilidad en las soldaduras ante asentamientos, mientras que las eslabonadas tienden a desmallarse completamente ante la rotura de un solo hilo”.

**2.2.3.3. Recubrimientos protectores:**

Según **SENCICO** (21) “los recubrimientos protectores son capas aplicadas sobre el núcleo de acero del alambre con el objetivo de aislarlo de los agentes corrosivos externos, como el agua, el oxígeno y los sedimentos abrasivos. La elección del recubrimiento adecuado es el factor más determinante para prevenir la oxidación de la malla y asegurar que no ocurra una rotura de malla prematura por pérdida de sección metálica”

**Tabla 2:** Recubrimientos protectores

Tipo de recubrimiento	Composición	Durabilidad Relativa	Ambiente recomendado
<b>Galvanizado Clase A</b>	Zinc puro (inmersión)	Estándar	Rural o poco agresivo.
<b>Galfan</b>	95% Zinc + 5% Aluminio	2 a 3 veces superior al Zinc	Urbano o con humedad constante.
<b>PVC / Polimérico</b>	Zinc + Capa de PVC	Máxima (Barrera total)	Altamente agresivo (Ríos con químicos o alta abrasión).

#### **2.2.3.3.1. Galvanizado pesado (Zinc):**

Consiste en la aplicación de una capa de zinc de alta pureza mediante un proceso de inmersión en caliente. Según las normas técnicas, para ambientes fluviales se exige un galvanizado de Clase A, el cual garantiza una masa de zinc mínima que actúa como protección anódica o de sacrificio: el zinc se oxida primero para proteger el acero interno.

#### **2.2.3.3.2. Aleación de Zinc-Aluminio (Galfan)**

Es un recubrimiento avanzado que combina un 95% de Zinc y un 5% de Aluminio. Esta aleación ofrece una resistencia a la corrosión de 2 a 3 veces superior al galvanizado convencional. El aluminio crea una película pasivadora que detiene el avance del óxido de forma más eficiente, siendo ideal para estructuras que estarán sumergidas de forma constante.

#### **2.2.3.3.3. Recubrimiento Polimérico (PVC / PA6)**

En entornos de alta agresividad química o humedad extrema, se aplica una capa adicional de cloruro de polivinilo (PVC) sobre el alambre previamente galvanizado. Este recubrimiento orgánico actúa como una barrera física total contra el agua y los rayos UV. Su presencia es vital para evitar la corrosión bajo tensión; si el PVC se desprende o se raya, el alambre queda expuesto, acelerando el proceso de oxidación y aumentando el riesgo de rotura ante impactos de materiales arrastrados por el río.

#### **2.2.3.4. Granulometría del material de relleno**

El tamaño de la piedra debe ser mayor a la abertura de la malla para evitar la pérdida de material (efecto de lavado). Según **Maccaferri** (22), el tamaño ideal debe oscilar entre 1.5 a 2 veces la dimensión de la malla del gavión. Para mallas estándar de 8x10 cm, se considera un tamaño adecuado aquel que se encuentra entre los 15 y 30 cm, garantizando el peso unitario y la porosidad necesaria para el drenaje.

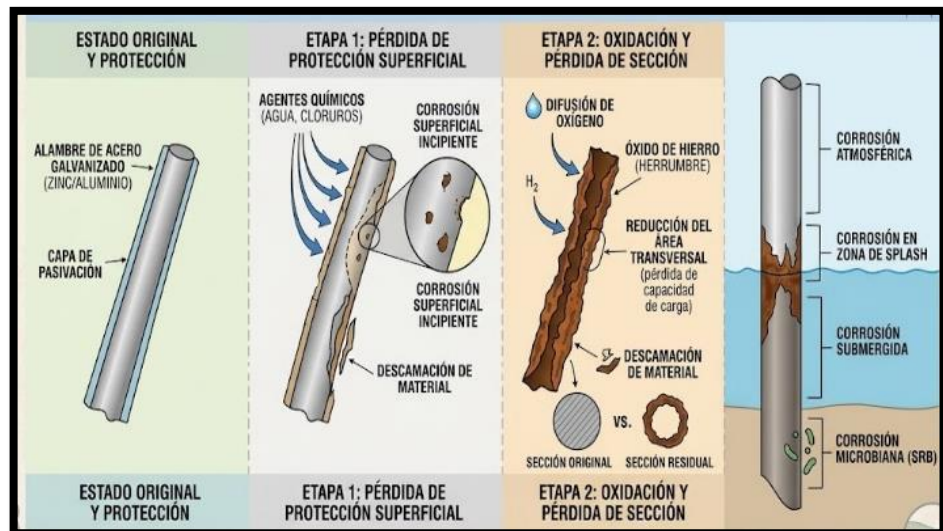
**Tabla 3:** Granulometría adecuada para material

Dimensión de malla (cm)	Tamaño mínimo de piedra (cm)	Tamaño Máximo de Piedra (cm)	Observación Técnica
8 x 10	10 cm	20 cm	Evita el lavado de finos a través de la red.
10 x 12	12 cm	25 cm	Para muros de gran altura y mayor peso unitario.

**2.2.4. Patologías y Fallas en Muros de Gaviones**

**2.2.4.1. Degradación de los elementos metálicos**

La durabilidad del muro depende directamente, de la integridad de la red metálica. La principal patología química es la oxidación, un proceso electroquímico donde el acero reacciona con el oxígeno y la humedad, perdiendo sus propiedades mecánicas. Según **Maccaferri** (22) “la corrosión reduce el diámetro efectivo del alambre, lo que desemboca en la rotura de malla ante las presiones internas del relleno o impactos externos, provocando el desmoronamiento de la unidad de gavión”.



**Figura 10:** Degradación de los elementos metálicos

**Fuente:** Extraído de Internet

### 2.2.4.2. Inestabilidades estructurales

Según **DAS** (23) Como estructuras de gravedad, los muros de gaviones deben resistir los empujes del terreno y las fuerzas hidrodinámicas sin perder su posición original. Se identifican tres fallas principales:

**Tabla 4:** Inestabilidades estructurales

Modo de Falla	Definición Técnica	Causa principal
<b>Volteo</b>	Rotación sobre la arista exterior.	Empuje excesivo de tierras o sedimentos.
<b>Desplazamiento</b>	Movimiento horizontal hacia el cauce.	Falta de fricción en la base o socavación.
<b>Hundimiento</b>	Descenso vertical o diferencial.	Capacidad portante del suelo superada.

#### 2.2.4.2.1. Volteo (Overturning):

Ocurre cuando el momento volcador (producido por el empuje de la tierra o sedimentos) supera el momento estabilizador del muro, provocando su rotación sobre la arista exterior de la base.

#### 2.2.4.2.2. Desplazamiento (Sliding):

Es el movimiento horizontal del muro hacia el eje del río. Se produce cuando la fuerza de empuje lateral es mayor que la fuerza de fricción entre la base del muro y el suelo de cimentación.

#### 2.2.4.2.3. Hundimiento (Settlement):

Es el descenso vertical de la estructura. Ocurre cuando el peso del muro y las cargas aplicadas superan la capacidad portante del suelo, provocando asentamientos que pueden ser uniformes o diferenciales.

### 2.2.4.3. Factores biológicos y ambientales

La vegetación en muros de gaviones puede ser una patología si no es controlada. Según **Moreno** (24) “el crecimiento de raíces profundas

dentro de la estructura puede fracturar las rocas del relleno y desplazar la malla metálica, alterando la geometría del muro y reteniendo humedad excesiva que acelera la oxidación del alambre”.

### 2.2.5. Enrocado

Según **Maquera y Luis** (25) definen que “La práctica del enrocado implica disponer estratégicamente grandes bloques de piedra o rocas en las orillas con el fin de brindar estabilidad y protección contra la erosión. Es una técnica frecuentemente empleada para fortalecer diques, taludes y otras infraestructuras ribereñas, ofreciendo una solución resistente y duradera frente a la acción del agua”.



**Figura 11:** Enrocado

**Fuente:** Extraído de Las Lengas

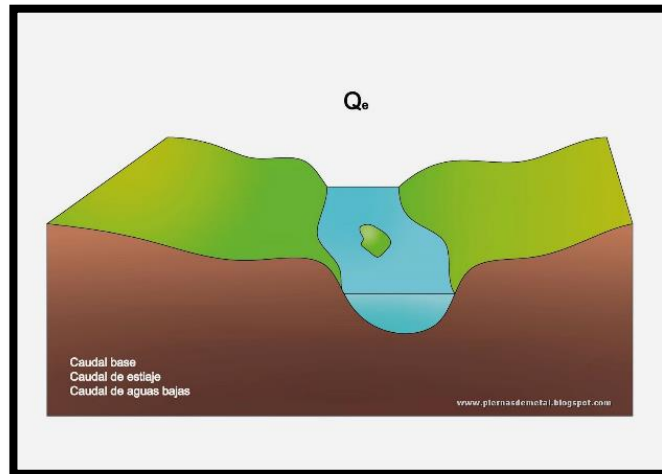
### 2.2.6. Curva de caudales

Según **Martínez, Domínguez y Rivera** (26) definen que “La representación gráfica de la relación entre el caudal de un cuerpo de agua, como un río, y el tiempo se conoce como curva de caudales. Este gráfico es fundamental para entender y analizar cómo fluyen los cuerpos de agua en diversas condiciones, lo que facilita la predicción y gestión de situaciones como inundaciones repentinas, períodos de sequía o eventos hidrológicos extremos”.

### 2.2.7. Avenidas y aguas altas

Según **Martínez, Domínguez y Rivera** (26) definen que “avenidas y aguas altas son términos que describen situaciones en las que el nivel del agua

en un cuerpo fluvial experimenta un aumento considerable debido a eventos como lluvias intensas, deshielos u otros factores. Estas condiciones pueden provocar inundaciones y demandan un análisis minucioso para planificar y gestionar de manera efectiva el recurso hídrico”.



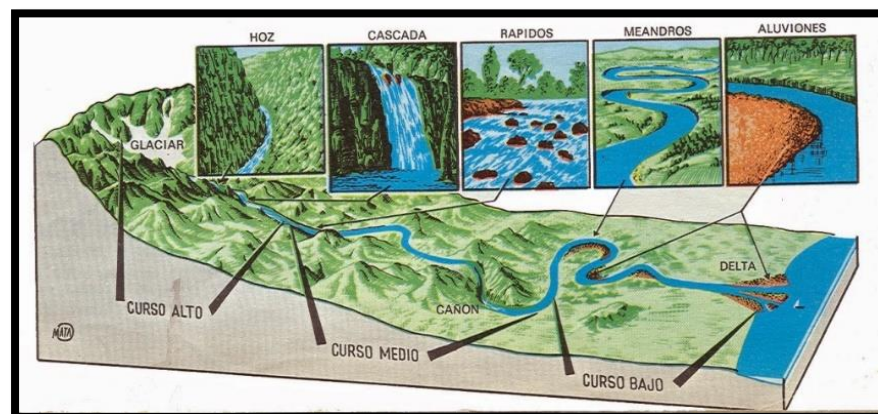
1

**Figura 12:** Avenidas y aguas altas

**Fuente:** Extraído de AquaPro

### 2.2.8. Morfología de un río

Según **Becerril** (27) define que “La morfología de un río se enfoca en analizar la forma y la estructura de un sistema fluvial, lo que incluye la geometría de los cauces, las características del lecho y las formas del paisaje circundante. Este estudio es crucial para evaluar la dinámica fluvial y comprender cómo afecta al entorno”.



1

**Figura 13:** Morfología de un río

**Fuente:** Extraído de WordPress

### 2.2.9. Estado de equilibrio

Según **Becerril** (27) define que “En hidrología, el estado de equilibrio se refiere a una condición en la cual las fuerzas que influyen sobre un sistema fluvial se encuentran en un punto de balance, lo que produce una forma y un flujo estables del río. La investigación sobre el estado de equilibrio es crucial para comprender cómo evolucionan y responden los ríos ante cambios en el entorno”.

### 2.2.10. Estabilidad de taludes

Según **Barreto** (28) define que “La estabilidad de taludes se refiere a la capacidad de resistencia de las pendientes de un terreno contra el colapso o deslizamiento. En hidrología, esta estabilidad es fundamental para evitar la erosión y asegurar la integridad de las estructuras situadas en las riberas”



**Figura 14:** Estabilidad de taludes

**Fuente:** Extraído de Geo WebOnline

### 2.2.11. Deslizamientos

Según **Mendoza** (29) define que “Los deslizamientos son desplazamientos no controlados de tierra que pueden suceder en pendientes, frecuentemente provocados por eventos hidrológicos extremos o modificaciones en la morfología del terreno. Estos fenómenos pueden acarrear consecuencias significativas en la estabilidad de las riberas”



**Figura 15:** Deslizamientos

**Fuente:** Extraído de ElUniverso

### 2.2.12. Inundación

Según **Barreto** (28) define que “La inundación se produce cuando áreas que suelen estar secas se ven cubiertas por agua, generalmente debido al desbordamiento de ríos, precipitaciones intensas u otros eventos que generan volúmenes de agua que superan la capacidad de drenaje del terreno”.



**Figura 16:** Inundación

**Fuente:** Extraído de Internet

### 2.2.13. Diques de tierra con enrocado

Según **Mendoza** (29) define que “Los diques de tierra con enrocado son estructuras que fusionan materiales terrosos con bloques de roca o enrocado para formar barreras de contención de agua. Esta configuración fortalece la estabilidad y la resistencia de los diques”.



**Figura 17:** Inundación

**Fuente:** Extraído de Internet

#### 2.2.14. Estructuras de contención de gaviones

Según **Mendoza** (29) define que “Las estructuras de contención de gaviones se basan en el empleo de cestas o contenedores de malla metálica rellenos con piedras u otros materiales, con el fin de establecer defensas contra la erosión, inundaciones y deslizamientos. Estas construcciones aprovechan la flexibilidad y resistencia de los gaviones para ofrecer soluciones eficaces en el control de aguas fluviales”.

#### 2.2.15. Mantenimiento del muro de gaviones

Según **Tenorio** (30) define que “En el contexto de estructuras y elementos particulares, el mantenimiento implica llevar a cabo acciones preventivas y correctivas para conservar y extender la vida útil de dichas estructuras”. En las siguientes subcategorías, se describen los métodos específicos de mantenimiento:



**Figura 18:** Mantenimiento de muro de gaviones

**Fuente:** Extraído de Internet

### **2.2.15.1. Gestión del Mantenimiento**

Para los muros de gaviones, la gestión del mantenimiento se clasifica en dos estrategias fundamentales según el estado de la estructura y la periodicidad de la intervención:

#### **2.2.15.1.1. Mantenimiento Preventivo:**

Consiste en acciones programadas para evitar que aparezcan daños mayores. Incluye el control de la vegetación invasiva, la limpieza de sedimentos acumulados que generen presiones excesivas y la inspección periódica de los recubrimientos protectores de la malla para detectar inicios de oxidación.

#### **2.2.15.1.2. Mantenimiento Correctivo:**

Se ejecuta una vez que el daño ya es visible. Abarca el parcheo o refuerzo de la red metálica ante una rotura de malla, el rellenado de celdas que hayan perdido material pétreo y la reconstrucción de sectores afectados por socavación basal o asentamientos

### **2.2.15.2. Optimización e Impacto de la Evaluación**

La optimización de una defensa ribereña es el proceso de mejora técnica basado en un diagnóstico riguroso. El impacto de la evaluación técnica radica en su capacidad para transformar datos de campo en decisiones de ingeniería informadas.

Según la **Autoridad Nacional del Agua** (2) “una evaluación adecuada permite identificar puntos críticos de vulnerabilidad antes de que ocurra un colapso. El impacto positivo de este proceso se mide en la reducción del riesgo de desastre, la extensión de la vida útil de la estructura y la eficiencia en el uso de recursos económicos, al proponer soluciones de mejora que se ajusten a la realidad hidrológica actual

### 2.2.15.3. Por el proceso de galvanizado

Según **Saturno** (31) define que “El mantenimiento en este contexto se refiere a la implementación de técnicas dirigidas a conservar estructuras metálicas que han sido galvanizadas. La galvanización implica cubrir el metal con una capa de zinc para resguardarlo contra la corrosión. En este sentido, el mantenimiento podría comprender inspecciones periódicas, reparación de zonas afectadas y renovación del recubrimiento de zinc según sea necesario”.

### 2.2.15.4. Recubrimiento con asfalto

Según **Saturno** (31) define que “Mantenimiento mediante recubrimiento con asfalto implica aplicar y reponer una capa de asfalto sobre varias estructuras con el fin de fortalecer su resistencia a la intemperie y salvaguardarlas de la corrosión. Este procedimiento puede llevarse a cabo en superficies de metal, madera u otros materiales que sean susceptibles al desgaste y la degradación”.

### 2.2.15.5. Recubrimiento con PVC

Según **Saturno** (31) define que “Mantenimiento mediante recubrimiento con PVC involucra aplicar o reparar capas de cloruro de polivinilo (PVC) sobre superficies con el fin de brindar resistencia a la corrosión y mejorar la durabilidad. Esta técnica se emplea frecuentemente en estructuras metálicas para resguardarlas de los impactos adversos del clima y otros factores ambientales”



**Figura 19:** Recubrimiento

**Fuente:** Extraído de Internet

### 2.3. Hipótesis

La investigación que se va desarrollando no contemplara hipótesis por ser una de nivel descriptivo.

Según **Hurtado** (32) “no se formulan hipótesis porque allí no se trabaja con relaciones de causa y efecto, y ya se vio en las definiciones antes mencionadas que, en su concepción original, las hipótesis implican relaciones de causa efecto, por lo tanto, sólo se pueden formular en las investigaciones donde están implicadas este tipo de relaciones”.

En la indagación detallada solamente tiene interés por saber cómo se declara una cierta característica o condición, o un grupo de propiedades. No obstante, ciertos autores hablan de "hipótesis descriptivas" con una sola variable, lo que no se corresponde con la definición original de premisa, ya que una vez que se hace una averiguación detallada no se permanecen intentando encontrar razones, sino identificando propiedades de las unidades de análisis.

### III. METODOLOGÍA

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

##### 3.1.1. Tipo de la investigación

Según **Ñaupas** (33) “en este caso buscamos, como su nombre indica, poder aplicarla a la realidad. Normalmente queremos resolver problemas específicos y de aplicación práctica.”.

La presente investigación es de tipo aplicada, ya que se basa en la ejecución práctica de teorías y cálculos para el análisis de muros de gaviones. El uso de estas herramientas facilitó tanto la evaluación estructural para así concluir en las propuestas de mejora pertinentes.

##### 3.1.2. Nivel de la investigación

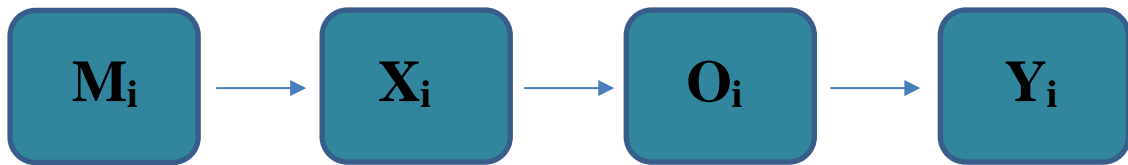
Según **Moreno** (34) “el propósito de este tipo de estudio es describir situaciones y eventos. Decir cómo es y cómo se manifiesta determinado fenómeno, los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades, etc.”

La investigación alcanzó un nivel descriptivo, orientado a brindar una caracterización detallada de la defensa ribereña. Este enfoque permitió fundamentar el planteamiento de soluciones de mejora a través de un proceso riguroso de recolección de datos basado en la observación directa del área de estudio.

##### 3.1.3. Diseño de la investigación

Según **Ñaupas** (33) se basa en categorías, conceptos, variables, sucesos, comunidades o contextos que se dan sin la intervención directa del investigador, es decir; sin que el investigador altere el objeto de investigación. En la investigación no experimental, se observan los fenómenos o acontecimientos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos”.

El diseño de la investigación es no experimental de corte transversal, fundamentado en la ausencia de manipulación deliberada de las variables de estudio. Bajo este enfoque, la recolección de datos se efectuó en un único momento temporal, permitiendo analizar el estado de los elementos en un punto preciso del tiempo.

**LEYENDA:**

**Mi:** Defensa ribereña del río Kimbiri.

**Xi:** Evaluación del muro de gaviones del río Kimbiri.

**Oi:** Resultados obtenidos de la evaluación del muro de gaviones.

**Yi:** Mejora de la defensa ribereña del río Kimbiri.

**3.2.Población****3.2.1. Población**

Según **Espinoza** (35) “es el conjunto de elementos finito o infinito definido por una o más características, de las que gozan todos los elementos que lo componen”.

La población de la investigación vino a ser su propia defensa ribereña del río Kimbiri, sector Miguel Grau, distrito De Kimbiri, Provincia de La Convención, Región Cusco-2026.

**3.2.2. Muestra**

Según **Espinoza** (35) “cuando no es posible o conveniente realizar un censo, se trabaja con una muestra, o sea una parte representativa y adecuada de la población. Se selecciona de la población de estudio”.

En este proyecto, la muestra se consideró en la margen derecha del río Kimbiri, desde la progresiva 1+200 a la 1+600, en el sector Miguel Grau, distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, región Cusco, donde se realizó la evaluación técnica del muro de gaviones durante el año 2026.

### 3.3. Operacionalización de las variables

**Tabla 5:** Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERATIVA	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	CATEGORÍAS O VALORACIÓN
<b>Variable 1 Evaluación del muro de gaviones</b>	Se realizó mediante el levantamiento de información en campo utilizando fichas de inspección técnica visual, observación directa y fotogrametría aérea con dron, lo que permitió categorizar y cuantificar las patologías estructurales e hidráulicas presentes en los 400 metros del tramo evaluado.	Evaluación hidráulica	- Socavación basal	- Nominal	- Sí - No
			- Erosión de ribera	-Nominal	- Sí - No
		Evaluación estructural	-Tipo de gavión	- Nominal	- Gavión tipo caja - Gavión tipo saco - Gavión tipo colchón
			- Tipo de malla	-Nominal	- Hexagonales - Electrosoldadas - Eslabonadas
			- Rotura de malla	-Nominal	- Si - No
			- Oxidación de malla	-Nominal	- Si - No
			- Desplazamiento	-Nominal	- Si - No
			- Tamaño de rocas	-Ordinal	- Adecuado (15–35 cm) - Regular (10 – 15 cm) - Inadecuado
			- Vegetación	-Nominal	- Si - No

			Volteo	-Nominal	- Si - No
			- Hundimiento	-Nominal	- Si - No
			- Mantenimiento	-Ordinal	Bueno / Regular / Malo
<b>Variable 2 Mejoramiento de la defensa riberaña</b>	Se desarrolló a través del procesamiento de los resultados de la evaluación técnica para el diseño de medidas correctivas y la validación de la viabilidad social mediante la aplicación de cuestionarios estructurados a los pobladores del sector Miguel Grau.	Mejora de la defensa ribereña	- Nivel de aceptación de la propuesta de mejora	-Ordinal	Muy Alto / Alto / Medio / Bajo

Fuente: Elaboración propia 2026

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

#### **3.4.1. Técnica de recolección de datos**

Según **INUDI** (36) define que “son aquellas técnicas que se usan recolectar la información de los hechos, archivos o también documentos a lo que recurre el investigador para poder realizar la evaluación y de esa manera obtener la información requerida”

Se emplearán técnicas que incluirán la observación directa, ya que esta metodología permitirá obtener los datos necesarios y también identificar los desafíos que enfrenta el muro de gaviones de la defensa ribereña del río Kimbiri del distrito de Kimbiri.

#### **3.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

Según **INUDI** (36) define que “son los instrumentos que se usan para poder realizar la investigación”

Los instrumentos de recolección de datos que se usarán en la investigación fueron fichas técnicas, cuestionarios, celular (para poder tomar fotografías), dron (para tomas aéreas), lapiceros, cuaderno de apunte, GPS, Estación total, etc.

##### **3.4.2.1. Fichas técnicas**

Mediante el uso de estas fichas, obtendremos los datos recopilados, los cuales son de suma importancia y necesidad para llevar a cabo el mejoramiento de nuestro sistema de abastecimiento. Este sistema incluye la cámara de captación, línea de conducción, reservorio, línea de aducción y red de distribución.

##### **3.4.2.2. Encuestas**

Se llevará a cabo una exhaustiva recolección de datos a través de encuestas dirigidas a todos los habitantes del área, con el fin de evaluar si cuentan con los servicios básicos esenciales para sus necesidades personales. Estos servicios incluyen centros de salud, suministro eléctrico, sistema de desagüe, espacios de aprendizaje, y otros similares. El objetivo es obtener una visión clara de la situación actual y las carencias en cuanto a infraestructura y servicios que puedan existir en la comunidad.

### **3.4.2.3. Protocolo**

#### **3.4.2.3.1. Estudio topográfico**

Mediante este estudio que se llevará a cabo, se obtendrá una valiosa información que nos proporcionará una mayor facilidad para localizar y comprender todo el sistema de abastecimiento, incluyendo la captación, línea de conducción y reservorio. El análisis nos permitirá identificar si alguno de estos componentes necesita mejoras o ajustes para optimizar su funcionamiento.

#### **3.4.2.3.2. Estudio de suelos**

Al llevar a cabo este estudio, obtendremos información valiosa que nos permitirá conocer y determinar el tipo de suelo presente en la zona. Además, nos brindará una comprensión más precisa de los lugares que requieren mejoras en los componentes del sistema de abastecimiento. De esta manera, podremos identificar áreas específicas que necesitan atención y realizar ajustes adecuados para garantizar un funcionamiento óptimo del sistema en general.

#### **3.4.2.3.3. Estudio de agua**

Efectivamente, a través de este estudio se podrá determinar si el agua con la que cuenta el poblado es adecuada para el consumo humano. Sin realizar este análisis, no se podría conocer el estado del agua que está siendo utilizada por los habitantes de la comunidad. La evaluación permitirá identificar la calidad del agua, la presencia de posibles contaminantes o impurezas, y garantizar la seguridad y salubridad del suministro hídrico utilizado por los pobladores. Con esta información, se podrán tomar las medidas necesarias para asegurar que el agua sea apta para el consumo y proteger la salud de la población.

### 3.5. Método de análisis de datos

Según **Martínez (37)** “Los métodos de análisis de datos engloban una variedad de enfoques que permiten desglosar, organizar y examinar la información recopilada. Estas técnicas proporcionan un marco estructurado para descubrir relaciones, detectar tendencias y obtener una comprensión más profunda de los datos, lo que contribuye significativamente a la generación de conocimiento en diversos campos de estudio.”

Para el procesamiento y examen de la información recolectada en las progresivas 1+200 a 1+600, se empleó un enfoque sistémico dividido en las siguientes etapas:

- **Sistematización de la Evaluación Técnica:** Se procedió a la tabulación de los datos obtenidos en las fichas de inspección técnica, organizándolos mediante una matriz de patologías por progresiva. Esto permitió identificar de manera integral la frecuencia y severidad de daños (roturas, socavación, abombamientos) en cada tramo de 50 metros, facilitando la detección de los puntos más críticos (como la Prog. 1+400).
- **Procesamiento Fotogramétrico:** Las imágenes capturadas mediante el dron DJI Mavic 3 fueron procesadas para realizar un análisis comparativo entre el estado teórico del diseño original y la situación actual del muro. Esta evaluación integral permitió cuantificar desplazamientos y niveles de colmatación a lo largo de toda la defensa ribereña.
- **Análisis Estadístico Social:** Los datos de las encuestas aplicadas a la población del sector Miguel Grau fueron procesados mediante software estadístico (Excel), utilizando estadística descriptiva para determinar la viabilidad social y el nivel de aceptación de la propuesta de mejoramiento.
- **Síntesis de Mejora:** Finalmente, se integraron los resultados técnicos e hidráulicos con las demandas sociales para "estimar el mejoramiento" (Objetivo 3). Este análisis permitió concluir que la implementación de un revestimiento de protección contra la abrasión y la reposición de piedra angular son las soluciones óptimas para restaurar la resiliencia estructural de todo el tramo evaluado.

### 3.6. Aspectos éticos

Según lo establecido en el **Reglamento de Integridad Científica en la Investigación — ULADECH** (38) , aprobado y actualizado por el Consejo Universitario mediante Resolución N° 0495-2025-CU-ULADECH, de fecha 12 de mayo de 2025, en el Capítulo III: Principios y Lineamientos, se establecen seis aspectos éticos fundamentales que orientan el desarrollo responsable de la investigación científica.

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

Se garantizó el respeto hacia la dignidad, privacidad y diversidad cultural de cada individuo que forme parte del estudio. Para ello, se protegerá la identidad de los participantes en todo momento, asegurando que su información personal no sea revelada y respetando sus creencias y contextos particulares durante la recolección de datos, asegurando que la recolección de datos no vulnere su propiedad privada ni su dignidad.

#### 3.6.2. Cuidado del medio ambiente

Para esta investigación, se tomó medidas concretas para minimizar cualquier impacto negativo en el entorno y los ecosistemas locales. Se promoverá el uso responsable de los recursos como la reducción de impresiones innecesarias y se asegurará que las actividades del proyecto fomenten una convivencia armoniosa con la naturaleza, respetando la biodiversidad de la zona que se va a estudiar. Dado que el proyecto se ubica en una zona de dinámica fluvial sensible, se priorizará la preservación del ecosistema del río. Se tomarán medidas para minimizar la alteración del cauce y la biodiversidad local durante los estudios de campo, y se propondrán soluciones de ingeniería que mitiguen el impacto ambiental, promoviendo una convivencia técnica responsable con el entorno natural de la selva.

#### 3.6.3. Libre participación por propia voluntad

Se informó detalladamente a cada participante sobre los propósitos y objetivos de la investigación antes de iniciar la toma de datos. Se les entregará una explicación clara sobre el uso de la información y se obtendrá su consentimiento de manera libre y sin coacción, garantizando que cada persona participe por su propia voluntad y tenga la libertad de retirarse si lo desea. Se

asegurará que toda información proporcionada por la comunidad sea entregada de forma voluntaria, garantizando que los participantes comprendan que su colaboración es fundamental para el diseño técnico de una defensa que proteja su propia integridad y bienes.

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

Durante el desarrollo del proyecto, se aseguró el bienestar de los participantes aplicando el principio de no causar daño. Asimismo, la evaluación se enfocará en maximizar la protección de todos los pobladores ya que gracias a la evaluación para mejorar la defensa ribereña se evitará también que las propuestas generen efectos negativos como erosión aguas abajo o también socavación en otras áreas, garantizando que el beneficio técnico del proyecto no cause daños colaterales a la población en general o al terreno. Se implementarán protocolos de seguridad para reducir posibles efectos adversos y se buscará maximizar los beneficios de los hallazgos para la sociedad, manteniendo siempre un enfoque cuidadoso que proteja la integridad física, emocional y social de los involucrados.

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

La difusión de los resultados de esta investigación se realizó de manera objetiva, imparcial y transparente. Se comunicarán los hallazgos con total honestidad, sin distorsiones ni sesgos, y se proporcionará acceso a la información relevante para permitir la verificación de los datos por parte de la comunidad académica, garantizando así la credibilidad del estudio.

#### **3.6.6. Justicia**


Se actuó con imparcialidad en la evaluación de las zonas críticas del sector, asegurando que se busque el beneficio equitativo de todos los pobladores vulnerables. Se evitará cualquier trato preferencial en la propuesta técnica, garantizando que la solución de ingeniería responda a criterios técnicos de riesgo y necesidad social para toda la comunidad afectada.




#### IV. RESULTADOS



1) Dando como respuesta a mi primer objetivo específico:



Identificar las zonas vulnerables del muro de gaviones en la margen derecha del río Kimbiri, progresiva 1+200 a 1+600, sector Miguel Grau, distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, Región Cusco-2026.

Tabla 6: Identificación de las zonas vulnerables

Identificación de las zonas vulnerables del muro de gaviones en la margen derecha del río Kimbiri			
A.	<b>Información general</b>		
	Fecha de evaluación	30/03/2026	
	Investigador	Valverde Paredes Jheison Franz	
B.	<b>Datos geográficos</b>		
	Departamento	Cusco	
	Provincia	La Convención	
	Distrito	Kimbiri	
C.	<b>Zonas vulnerables</b>		
	<b>Tramo Vulnerable</b>	<b>Condición</b>	<b>Descripción</b>
	Km 1+200 al Km 1+250	4 = Mala	<p>Presencia de rotura de hilos y pérdida de sección metálica. Deficiencia por uso de material de relleno sobredimensionado y corrosión en amarres.</p> 
Km 1+250 al Km 1+300	3 = Regular	<p>Colonización vegetal invasiva con pérdida de sección hidráulica. Fallas en nudos de unión y colapso parcial por agentes bióticos.</p>	

			
	<p>Km 1+300 al Km 1+350</p>	<p>3 = Regular</p>	<p>Falla crítica del geotextil por exposición UV y desgarro, provocando la pérdida de material de relleno del talud y desfase horizontal.</p> 
	<p>Km 1+350 al Km 1+400</p>	<p>4 = Mala</p>	<p>Deficiencia por uso de árido redondeado (falta de trabazón). Pérdida de tensión en la red y deformación geométrica por colmatación de detritos.</p> 

	<p>Km 1+400 al Km 1+450</p>	<p>5 = Muy mala</p>	<p>Zona crítica por socavación basal y colapso del sistema de filtración. Erosión interna avanzada y costuras manuales deficientes.</p> 
	<p>Km 1+450 al Km 1+500</p>	<p>4 = Mala</p>	<p>Vulnerabilidad por impacto de carga de fondo (bolonería). Deformación por punzonamiento lateral debido a bloques erráticos.</p> 

	<p>Km 1+500 al Km 1+550</p>	<p>4 = Mala</p>	<p>Deshilachamiento de la red de doble torsión y rotura del PVC. Agradación del lecho que genera presión hidrostática y abombamiento plástico.</p> 
	<p>Km 1+550 al Km 1+600</p>	<p>4 = Mala</p>	<p>Evidencia de asentamiento diferencial por falla del terreno de fundación. Colmatación por residuos antrópicos y pérdida de alineación vertical.</p> 

Fuente: Elaboración propia 2026

**Interpretación:**

La interpretación general de la identificación de zonas vulnerables revela que la defensa ribereña en el sector Miguel Grau presenta un estado de conservación crítico, donde la gran mayoría del tramo evaluado se califica entre Mala y Muy Mala. Esta situación evidencia que la estructura ha perdido su capacidad de respuesta frente a las avenidas del río Kimbiri, no debido a un solo factor, sino a una degradación sistémica que combina errores de construcción, falta de mantenimiento y el impacto directo de la carga de fondo del río. El diagnóstico

muestra que la estructura ya no se comporta como un muro monolítico, sino como una serie de bloques deformados que presentan fallas mecánicas irreversibles en su red de doble torsión.

Un hallazgo fundamental en esta evaluación es la localización del punto de mayor vulnerabilidad entre las progresivas 1+400 y 1+450, donde la convergencia de la socavación basal y el colapso del sistema de filtración (geotextil) representan un riesgo inminente de colapso por volcamiento. A esto se suma el grave problema detectado en los sectores finales, donde la interacción con bloques erráticos de gran tamaño ha generado un punzonamiento lateral que estira y rompe la protección galvánica y polimérica de la malla. Estas zonas vulnerables son el resultado de una defensa que, al estar colmatada por sedimentos y vegetación, ha perdido su porosidad natural, convirtiéndose en una barrera impermeable que debe soportar presiones hidrostáticas excesivas para las cuales no fue diseñada.

Finalmente, se interpreta que la vulnerabilidad de la margen derecha se ha visto agravada por la inestabilidad del terreno de fundación, manifestada en asentamientos diferenciales y pérdidas de alineación vertical en los tramos finales. El hecho de encontrar deficiencias en el material de relleno, como el uso de piedra redondeada y el sobredimensionamiento de las costuras manuales, confirma que la estructura nació con debilidades que el río ha terminado por explotar. En conclusión, la identificación de estas zonas vulnerables demuestra la necesidad urgente de una intervención técnica que no se limite a reparaciones superficiales, sino que aborde la estabilización de la base y el refuerzo de la integridad mecánica de la red metálica para garantizar la protección real de la ribera frente a futuras inundaciones.

2) Dando como respuesta a mi segundo objetivo específico:  
**Realizar la evaluación del muro de gaviones en la margen derecha del río Kimbiri, progresiva 1+200 a 1+600, sector Miguel Grau, distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, Región Cusco-2026.**

**Tabla 7:**Evaluación del muro de gaviones

Evaluación del muro de gaviones en la margen derecha del río Kimbiri				
A.	Información general			
	Fecha de evaluación	30/03/2026		
	Investigador	Valverde Paredes Jheison Franz		
B.	Datos geográficos			
	Departamento	Cusco		
	Provincia	La Convención		
	Distrito	Kimbiri		
C.	Evaluación del muro de gaviones			
	Evaluación hidráulica	Socavación	No presenta	
		Erosión	Desgaste lateral moderado por acción del flujo del río Kimbiri.	
	Evaluación estructural	Tipo de gavión	Caja	
		Tipo de Malla	Hexagonal	
		Rotura de mallas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se identificó una degradación severa de la malla metálica con roturas directas de los hilos de acero. Esto provoca una pérdida de confinamiento, lo que significa que el gavión ya no actúa como una unidad monolítica, permitiendo que las rocas se desplacen.</li> <li>• Evidencia de rotura de hilos y pérdida de sección en la Prog. 1+203 y 1+242. (<b>Anexo: Fotografía 3 y Fotografía 6</b>)</li> </ul>	
		Tamaño de rocas	El tamaño de las rocas se encuentra entre aproximadamente 15 cm y 35 cm, el cual se considera adecuado ( <b>Anexo: Fotografía 3, 4, 5 y 6</b> )	
		Desplazamiento	No presenta	
		Hundimiento	No presenta	
		Vegetación	Crecimiento de maleza y arbustos entre las rocas del gavión en lo cual podría ser perjudicial más adelante. ( <b>Anexo: Fotografía 6</b> )	
Km 1+200 al Km 1+250				

Km 1+250 al Km 1+300	Evaluación hidráulica	Oxidación de mallas	No presenta	
		Volteo	No presenta	
		Mantenimiento	Regular	
	Evaluación estructural	Evaluación hidráulica	Socavación	Presenta socavación en la prog. Km 1+294.
			Erosión	No presenta
		Tipo de gavión	Caja	
		Tipo de Malla	Hexagonal	
		Rotura de mallas	• Colapso parcial de la red y pérdida de material pétreo en la Prog. 1+281. <b>(Anexo: Fotografía 9)</b>	
		Tamaño de rocas	El tamaño de las rocas se encuentra entre aproximadamente 15 cm y 35 cm, el cual se considera adecuado. <b>(Anexo: Fotografía 7, 8, 9 y 10)</b>	
		Desplazamiento	No presenta	
		Hundimiento	Deformación superficial evidente de la cara del muro en la Prog. 1+294. <b>(Anexo: Fotografía 10)</b>	
		Vegetación	Colonización vegetal invasiva con pérdida de sección hidráulica (Prog. 1+256 y 1+267). <b>(Anexo: Fotografía 7 y 8)</b>	
		Oxidación de mallas	Fallas críticas en los nudos de unión y amarres (Prog. 1+267 y 1+294). <b>(Anexo: Fotografía 8 y 10)</b>	
	Volteo			
	Mantenimiento	Regular		
Km 1+300 al Km 1+350	Evaluación hidráulica	Socavación	No presenta	
		Erosión	No presenta	
	Evaluación estructural	Tipo de gavión	Caja	
		Tipo de Malla	Hexagonal	
		Rotura de mallas	No se identificaron fracturas en el alambre en este tramo.	
		Tamaño de rocas	El tamaño de las rocas se encuentra entre aproximadamente 15 cm y 35 cm, el cual se considera adecuado.	
		Desplazamiento	Desfase horizontal visible y desalineamiento en la Prog. 1+347. <b>(Anexo: Fotografía 14)</b>	
		Hundimiento	No se observan asentamientos verticales diferenciales.	
		Vegetación	Presencia de vegetación desde la base a la superficie (Prog. 1+301). <b>(Anexo: Fotografía 11)</b>	
		Oxidación de mallas	Inicio de pérdida de brillo metálico por humedad ambiental. <b>(Anexo: Fotografía 12 y 14)</b>	

Km 1+350 al Km 1+400	Evaluación hidráulica	Volteo	No presenta
		Mantenimiento	Regular. Requiere limpieza de vegetación y reposición de geotextil.
	Evaluación estructural	Socavación	No presenta
		Erosión	No presenta
		Tipo de gavión	Caja
		Tipo de Malla	Hexagonal
		Rotura de mallas	• No hay fractura total, pero sí una deformación por pérdida de tensión.
		Tamaño de rocas	Uso de árido redondeado con presencia de holguras (Prog. 1+356). <b>(Anexo: Fotografía 15)</b>
		Desplazamiento	Deformación geométrica y desalineamiento longitudinal (Prog. 1+385 y 1+392). <b>(Anexo: Fotografía 17 y 18)</b>
		Hundimiento	Estabilidad vertical conservada sin asentamientos
		Vegetación	Naturalización por colonización arbustiva masiva (Prog. 1+371). <b>(Anexo: Fotografía 16)</b>
		Oxidación de mallas	Presencia de pátina de corrosión superficial por humedad.
Volteo	No presenta		
Mantenimiento	Malo: Colmatación por detritos orgánicos y sedimentos en corona.		
Km 1+400 al Km 1+450	Evaluación hidráulica	Socavación	Evidencia directa de socavación y pérdida de material en la berma (Prog. 1+422 y 1+438). <b>(Anexo: Fotografía 22 y 23)</b>
		Erosión	Proceso de socavación lateral que afecta la base del muro (Prog. 1+422). <b>(Anexo: Fotografía 22)</b>
	Evaluación estructural	Tipo de gavión	Caja
		Tipo de Malla	Hexagonal
		Rotura de mallas	No se aprecian fracturas, pero sí desgarro en el geotextil (Prog. 1+402). <b>(Anexo: Fotografía 19)</b>
		Tamaño de rocas	-El tamaño de las rocas se encuentra entre aproximadamente 15 cm y 35 cm, el cual se considera adecuado.  -El material se mantiene confinado a pesar de la deformación.
Desplazamiento	Irregularidad superficial y desalineamiento en la corona (Prog. 1+406 y 1+449). <b>(Anexo: Fotografía 20 y 24)</b>		

		Hundimiento	No se registran asentamientos verticales críticos.
		Vegetación	Consolidación vegetal masiva con pérdida de porosidad (Prog. 1+418). ( <b>Anexo: Fotografía 21</b> )
		Oxidación de mallas	Humedad constante por colmatación orgánica avanzada.
		Volteo	No presenta
		Mantenimiento	Regular: Falla en amarres y costura manual deficiente (Prog. 1+438). ( <b>Anexo: Fotografía 23</b> )
Km 1+450 al Km 1+500	Evaluación hidráulica	Socavación	No presenta
		Erosión	Estabilidad lateral comprometida por el depósito de bolonería.
	Evaluación estructural	Tipo de gavión	Caja
		Tipo de Malla	Hexagonal
		Rotura de mallas	Riesgo inminente por punzonamiento y estiramiento de hilos (Prog. 1+472). ( <b>Anexo: Fotografía 26</b> )
		Tamaño de rocas	El material de relleno permanece dentro de las celdas.
		Desplazamiento	Deformación lateral por punzonamiento de bloques erráticos (Prog. 1+496). ( <b>Anexo: Fotografía 28</b> )
		Hundimiento	No se registran asentamientos verticales.
		Vegetación	Presencia moderada de vegetación en zonas de depósito aluvial.
		Oxidación de mallas	Desgaste del recubrimiento por abrasión mecánica de las piedras.
Volteo	No presenta		
Mantenimiento	Malo: Se requiere retiro de bloques erráticos y refuerzo de red.		
Km 1+500 al Km 1+550	Evaluación hidráulica	Socavación	Se observa agradación (depósito) en lugar de socavación.
		Erosión	Impacto severo de carga de fondo (bolonería) contra el paramento (Prog. 1+503). ( <b>Anexo: Fotografía 29</b> )
	Evaluación estructural	Tipo de gavión	Caja
		Tipo de Malla	Hexagonal
		Rotura de mallas	Deshilachamiento y rotura de hilos en zonas de costura (Prog. 1+535 y 1+538). ( <b>Anexo: Fotografía 32 y 33</b> )

Km 1+550 al Km 1+600		Tamaño de rocas	El tamaño de las rocas se encuentra entre aproximadamente 15 cm y 35 cm, el cual se considera adecuado
		Desplazamiento	Estado de abombamiento y deformación de la red (Prog. 1+549). <b>(Anexo: Fotografía 34)</b>
		Hundimiento	No se aprecian asentamientos verticales.
		Vegetación	Colonización incipiente en zonas de depósito aluvial.
		Oxidación de mallas	Exposición del núcleo metálico por rotura del PVC (Prog. 1+518). <b>(Anexo: Fotografía 30)</b>
		Volteo	No presenta
		Mantenimiento	Malo: Urgente: reparación de costuras y alivio de presión hidrostática.
	Evaluación hidráulica	Socavación basal	No se observa descalce, pero sí inestabilidad por el suelo de fundación.
		Erosión de ribera	Estabilidad lateral conservada bajo condiciones de flujo bajo.
	Evaluación estructural	Tipo de gavión	Caja
		Tipo de Malla	Hexagonal
		Rotura de mallas	Malla estirada por deformación, sin fracturas evidentes.
		Tamaño de rocas	El tamaño de las rocas se encuentra entre aproximadamente 15 cm y 35 cm, el cual se considera adecuado.
		Desplazamiento	Pérdida de la alineación vertical y deformación macro (Prog. 1+597). <b>(Anexo: Fotografía 37)</b>
Hundimiento		Evidencia de asentamiento diferencial en la corona (Fotografía 35)	
Vegetación		Colmatación por residuos sólidos y vegetación (Prog. 1+579). <b>(Anexo: Fotografía 36)</b>	
Oxidación de mallas		Presencia de corrosión atmosférica superficial	
Volteo		Inclinación incipiente por pérdida de verticalidad.	
Mantenimiento		Malo: Urgente limpieza de residuos y estabilización de la base.	

Fuente: Elaboración propia 2026

**Interpretación:**

La evaluación técnica detallada de la estructura de defensa ribereña en la margen derecha del río Kimbiri, ejecutada entre las progresivas 1+200 y 1+600, revela un diagnóstico físico-funcional crítico que compromete la estabilidad del sistema. Los resultados de la auscultación en campo indican que el estado de conservación predominante es deficiente, derivado principalmente de la pérdida de integridad mecánica de la red de doble torsión y la falta de trabazón interna del árido de relleno. Se determinó que el uso de materiales redondeados y el impacto recurrente de carga de fondo han provocado deformaciones plásticas y punzonamientos severos, lo que demuestra que la estructura ha superado su fase elástica de diseño, perdiendo su comportamiento monolítico y su capacidad para distribuir de manera uniforme los esfuerzos inducidos por el flujo fluvial y los empujes laterales del talud.

En cuanto al comportamiento hidráulico y geotécnico evaluado, se hallaron evidencias de fallas sistémicas en los mecanismos de filtración y protección de la base. El análisis técnico confirmó que la degradación y desgarrado del geotextil han permitido el lavado de finos del terreno de fundación, lo que se traduce técnicamente en asentamientos diferenciales y una pérdida de la regularidad superficial en la corona del muro. Este escenario se torna más severo al considerar la socavación basal y la reducción de la berma de protección frontal identificadas en sectores específicos, factores que dejan la cimentación de los gaviones en un estado de vulnerabilidad extrema ante el socavamiento, incrementando la probabilidad de fallas por volcamiento o deslizamiento traslacional durante periodos de máximas avenidas.

Finalmente, la evaluación funcional del muro permitió concluir que existe una pérdida significativa de la porosidad estructural debido a procesos avanzados de colmatación biótica y antrópica. La colonización vegetal masiva y la acumulación de residuos han obstruido los intersticios de la piedra de relleno, anulando la permeabilidad característica del sistema de gaviones y transformándolo en una barrera impermeable que debe soportar presiones hidrostáticas excesivas para las cuales no fue proyectada. Asimismo, se observó que la agradación del lecho fluvial por depósitos aluviales ha reducido la sección hidráulica efectiva del cauce, forzando un incremento en los esfuerzos tangenciales sobre el paramento exterior de la defensa. En conjunto, estos hallazgos técnicos certifican que la estructura requiere una intervención de mejoramiento inmediata para restablecer su función de protección y garantizar la seguridad de la ribera en el sector Miguel Grau.

**3) Dando como respuesta a mi tercer objetivo específico:**

**Estimar el mejoramiento del muro de gaviones en la margen derecha del río Kimbiri, progresiva 1+200 a 1+600, sector Miguel Grau, distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, Región Cusco-2026.**

**Tabla 8:** Resultados de la primera encuesta

¿Considera usted que la evaluación y mejoramiento de la defensa ribereña en el río de Kimbiri de la progresiva 1+200 a 1+600 en el sector Miguel Grau evitará un posible desbordamiento del río en épocas de lluvia intensa?	
SI	NO
80%	20%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>



**Interpretación:**

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa que una amplia mayoría, representada por el 80 % de los pobladores encuestados en el sector Miguel Grau, considera que la ejecución de la propuesta de evaluación y mejoramiento de la defensa ribereña será efectiva para evitar desbordamientos del río Kimbiri en épocas de lluvia intensa. Por otro lado, un 20 % de la muestra mantiene una postura escéptica o negativa al respecto. Estos hallazgos demuestran un alto nivel de confianza y aceptación social hacia las medidas de ingeniería

planteadas, validando la necesidad de la intervención para garantizar la seguridad de la población colindante.

**Tabla 9:** Resultados de la segunda encuesta

¿Considera usted que la evaluación y mejoramiento de la defensa ribereña en el río de Kimbiri de la progresiva 1+200 a 1+600 en el sector Miguel Grau evitará daños graves a las viviendas aledañas al sector en caso de un desbordamiento del río?	
SI	NO
85%	15%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

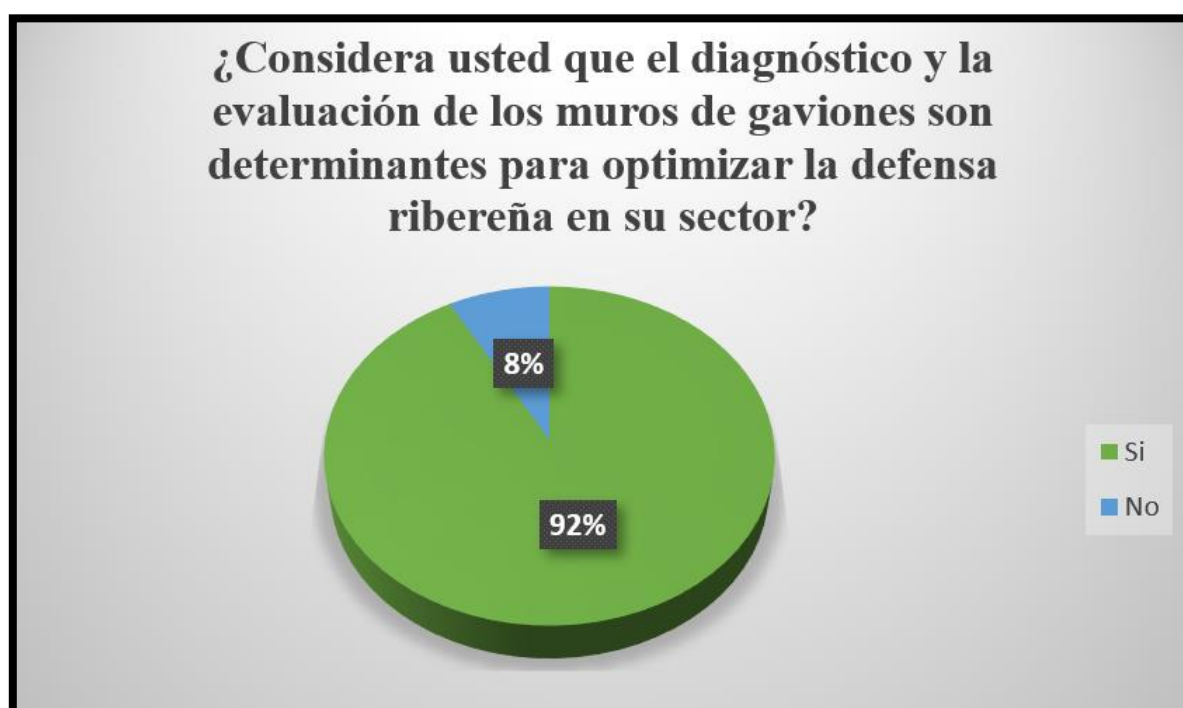


**Interpretación:**

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa que una amplia mayoría, representada por el 80 % de los pobladores encuestados en el sector Miguel Grau, considera que la ejecución de la propuesta de evaluación y mejoramiento de la defensa ribereña será efectiva para evitar desbordamientos del río Kimbiri en épocas de lluvia intensa. Por otro lado, un 20 % de la muestra mantiene una postura escéptica o negativa al respecto. Estos hallazgos demuestran un alto nivel de confianza y aceptación social hacia las medidas de ingeniería planteadas, validando la necesidad de la intervención para garantizar la seguridad de la población colindante.

**Tabla 10:** Resultados de la tercera encuesta

¿Considera usted que el diagnóstico y la evaluación de los muros de gaviones son determinantes para optimizar la defensa ribereña en su sector?	
SI	NO
92%	8%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>



**Fuente:** Elaboración propia 2026

**Interpretación de los Resultados:**

Respecto al nivel de aceptabilidad de la propuesta técnica, los resultados indican que un 92 % de los ciudadanos y actores involucrados en el sector Miguel Grau califican la intervención como altamente viable y necesaria. Este respaldo social valida la pertinencia de la solución de ingeniería planteada, la cual se fundamenta en una inversión total de S/ 506,562.85 (incluyendo costos directos, gastos generales, utilidad e IGV) y un cronograma de ejecución estimado de 90 días calendario.

De esta manera, la estimación del mejoramiento integral no solo se percibe como una solución técnica efectiva para mitigar el riesgo de desborde, sino que se proyecta como una inversión económicamente viable y de rápida implementación. La integración de estos

indicadores financieros y temporales confirma que la propuesta es capaz de restaurar la resiliencia estructural del muro de gaviones en un corto plazo, garantizando la protección del patrimonio habitacional frente a los picos de avenida proyectados para el periodo 2026 en adelante.

## V. DISCUSIÓN

1. **Según el objetivo de identificar las zonas vulnerables del muro de gaviones en la margen derecha del río Kimbiri progresiva 1+200 a 1+600, sector Miguel Grau, distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, región Cusco-2026**, los resultados mostraron que la totalidad del tramo evaluado presenta niveles de vulnerabilidad entre Regular y Mala, destacando como punto crítico el sector entre las progresivas 1+400 a 1+450 debido a la socavación basal y el descalce de la cimentación. Comparando este hallazgo con los antecedentes, en Bolivia, **Huanacu y Mendoza** (7) también identificaron puntos críticos donde suelen ocurrir inundaciones y erosión, validando que la identificación precisa de sectores débiles es el primer paso para la protección; en Tarapoto, **Montoya** (10) evaluó la vulnerabilidad estructural para reducir desastres, coincidiendo en que los sectores con mayor exposición hidráulica son los que comprometen la vida útil de la defensa; y en Cocalmayo, **Zeballos** (12) identificó la necesidad de defensas ante las elevaciones repentinas del río que ponen en peligro vidas humanas, tal como ocurre en el sector Miguel Grau. **Marco teórico: Rocha** (16) define que la socavación basal es el proceso de remoción de materiales en el contacto con la estructura, siendo el mecanismo crítico que genera inestabilidad; y **Chereque** (17) explica que en las curvas de los ríos la fuerza centrífuga genera presiones hidrodinámicas elevadas en la margen externa, lo que explica la vulnerabilidad focalizada en nuestro tramo de estudio. **Aporte como investigador:** Esta investigación ha permitido georreferenciar las zonas donde la dinámica del río Kimbiri ha superado la resistencia del muro, estableciendo que la vulnerabilidad no es uniforme, sino que se concentra donde la falta de una berma de protección frontal ha dejado expuesta la base de los gaviones.
2. **Según el objetivo de realizar la evaluación del muro de gaviones en la margen derecha del río Kimbiri progresiva 1+200 a 1+600, sector Miguel Grau, distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, región Cusco-2026**, los resultados revelaron patologías severas como la rotura de hilos de malla (Prog. 1+203), uso de material de relleno redondeado (Prog. 1+356) que reduce la trabazón, y un colapso del sistema de filtración por desgarramiento de geotextil (Prog. 1+402). Comparando estos daños con los antecedentes, en Ecuador, **Vinueza** (6) realizó una evaluación técnica minuciosa que permitió clarificar el origen de los materiales clave, similar a nuestro

hallazgo sobre la deficiente calidad del árido de relleno; en San Martín, **Saldaña** (8) determinó que el reconocimiento del terreno es vital para evaluar ventajas y dificultades, ratificando que el contacto con materiales rocosos de resistencia moderada es clave para la estabilidad; y en Cusco, **Nina y Cornejo** (13) evaluaron sistemas en suelos finos y concluyeron que la socavación del talud debe controlarse con gaviones de dimensiones adecuadas, lo cual contrasta con nuestra realidad donde el tamaño del gavión actual se ve superado por la agresividad de la carga de fondo. **Marco teórico:** SENCICO (21) señala que el gavión tipo caja es el elemento modular básico para resistir empujes, pero su eficacia depende de la calidad del relleno; y **Maccaferri** (22) advierte que el recubrimiento polimérico (PVC) es vital para evitar la corrosión bajo tensión. **Aporte como investigador:** El diagnóstico detallado ha evidenciado que la flexibilidad del gavión se ha convertido en una debilidad debido al uso de piedra de río sin chancar (redondeada), lo que propone un cambio en las especificaciones técnicas para que futuras evaluaciones exijan obligatoriamente piedra angular para garantizar la trabazón mecánica.

3. **Según el objetivo de estimar el mejoramiento del muro de gaviones en la margen derecha del río Kimbiri progresiva 1+200 a 1+600, sector Miguel Grau, distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, región Cusco-2026**, los resultados de la encuesta indicaron que el 92% de los encuestados reconoce que la identificación de patologías y la propuesta técnica son determinantes para optimizar la defensa ribereña. Comparando esta percepción con los antecedentes, en Ecuador, **Cagua** (5) propuso muros con dimensiones específicas para asegurar la estabilidad, alineándose con nuestra propuesta de reforzamiento estructural; en Tarapoto, **Chu y Valle** (9) utilizaron drones para proponer mejoras, demostrando que la tecnología moderna optimiza el diseño; y en Pichari, **Huauya** (11) diseñó defensas mediante gaviones caja fuerte calculando periodos de retorno extremos, lo que refuerza nuestra intención de proponer mejoras que resistan eventos hidrológicos severos. **Marco teórico:** **Tenorio** (30) sostiene que el mantenimiento implica acciones preventivas y correctivas para extender la vida útil; y **Saturno** (31) resalta que el recubrimiento con PVC brinda resistencia a la corrosión y mejora la durabilidad. **Aporte como investigador:** Este estudio confirma un respaldo social masivo para la intervención técnica y recomienda que el mejoramiento incluya un revestimiento de protección contra la abrasión y la creación de un comité local de vigilancia para

asegurar que la descolmatación periódica de sedimentos mantenga la porosidad y funcionalidad de la estructura.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se concluyó que el mapeo de vulnerabilidad entre las progresivas 1+200 y 1+600 permitió identificar una sectorización crítica basada en el nivel de exposición al cauce. Se determinó que, si bien existen fallas por material inadecuado (Prog. 1+356), erosión de base (Prog. 1+402) y roturas de red (Prog. 1+472), el sector de mayor riesgo geográfico se localiza entre las progresivas 1+400 y 1+450, donde la convergencia de una socavación basal severa y el descalce de la cimentación establecen una prioridad de intervención inmediata ante la inminencia de un colapso por volcamiento.
2. Se concluyó que la integridad física del muro se califica técnicamente como MALA, al encontrarse severamente degradada por fallas mecánicas e hidráulicas. Técnicamente, se determinó que el uso de material de relleno redondeado (detectado en la Prog. 1+356) anuló la trabazón mecánica necesaria, provocando abombamientos y deformaciones plásticas. Asimismo, la presencia de roturas por punzonamiento (en la Prog. 1+472) y el desgarró del geotextil (en la Prog. 1+402) han derivado en una erosión interna y pérdida de porosidad, transformando una defensa originalmente permeable en una barrera impermeable sometida a presiones hidrostáticas críticas. El diagnóstico detallado en la zona de mayor riesgo (Prog. 1+400 a 1+450) evidenció que la socavación basal severa ha anulado la estabilidad del pie de muro, provocando esfuerzos de tracción y asentamientos diferenciales críticos.
3. Se concluyó que la propuesta de mejoramiento basada en una capa de protección mecánica de concreto ciclópeo y la reestabilización del sistema de filtrado es técnica y socialmente viable, alcanzando un índice de aceptabilidad del 92 % entre los actores involucrados. Se determinó que este diseño es la solución óptima para recuperar la resiliencia estructural del sistema de gaviones, ya que permite neutralizar el impacto de la bolonería de arrastre y restablecer la permeabilidad del trasdós, garantizando la estabilidad de la margen derecha para el periodo 2026 en adelante.

## VII.RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Kimbiri institucionalizar el mapa de vulnerabilidad obtenido en esta investigación como un instrumento técnico de gestión de riesgos. Para ello, es imperativo establecer un programa de monitoreo topobatimétrico y estructural semestral en todo el tramo evaluado (progresivas 1+200 a 1+600), con el fin de vigilar la evolución de las patologías detectadas en las progresivas 1+356, 1+402 y 1+472. No obstante, se debe asignar prioridad máxima y ejecución inmediata de obras de estabilización en el sector crítico (Prog. 1+400 al 1+450), mediante el reforzamiento de la berma con enrocado de gran diámetro para neutralizar la socavación basal y prevenir el colapso inminente de la estructura antes de la próxima temporada de avenidas.
2. Se recomienda la actualización inmediata de las especificaciones técnicas de mantenimiento y reparación estructural, con el fin de revertir el estado de degradación calificado como MALA. Para ello, es super importante la corrección de materiales (en la Prog. 1+356) y para ello se debe prohibir estrictamente el uso de áridos redondeados en futuras reposiciones de relleno, exigiendo en su lugar piedra de cantera angular para garantizar la trabazón mecánica y evitar abombamientos. Por otro lado, también se debe realizar el restablecimiento de la función hidráulica (en las Prog. 1+402 y 1+472) y de esa manera ejecutar la reposición dirigida del geotextil no tejido y la limpieza de sedimentos para recuperar la porosidad y permeabilidad del sistema, eliminando así las presiones hidrostáticas críticas detectadas. Por otro lado, se debe realizar la protección contra la abrasión y para ello se debe implementar el revestimiento de la cara expuesta del gavión mediante una capa de protección mecánica de concreto ciclópeo ( $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ ), especialmente en los puntos con roturas por punzonamiento, para proteger el recubrimiento polimérico de la red de doble torsión frente al impacto de la bolonería de arrastre. Asimismo, se debe realizar una intervención en la zona crítica (en la Prog. 1+400 a 1+450) y para ello se debe priorizar la reestabilización del pie de muro mediante el uso de anclajes metálicos o reforzamiento de la base con concreto para neutralizar los esfuerzos de tracción y detener los asentamientos diferenciales que amenazan la estabilidad global de la defensa.
3. Se recomienda a la Gerencia de Obras Públicas de la Municipalidad de Kimbiri viabilizar la ejecución inmediata del proyecto de mejoramiento correctivo diseñado, el cual se fundamenta en la implementación de revestimiento de protección contra la

abrasión ( $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ ) y el reforzamiento del sistema de filtración mediante geotextil no tejido. Esta intervención técnica requiere una inversión total aproximada de S/ 506,562.85 y un plazo de ejecución de 90 días calendario, garantizando la recuperación de la resiliencia estructural de la defensa ribereña frente a la dinámica fluvial del año 2026. En paralelo, se recomienda a Defensa Civil institucionalizar el Comité de Vigilancia Técnica Participativa con los vecinos del sector Miguel Grau, mediante capacitaciones trimestrales enfocadas en la descolmatación periódica de sedimentos y el reporte técnico preventivo de daños en la corona y base de la estructura, asegurando la sostenibilidad de la obra en el tiempo.