



**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE  
FACULTAD DE HUMANIDADES, CIENCIAS Y SALUD  
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**

**DISEÑO DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DE  
AMBOS MARGENES DEL RÍO GRANDE, EN EL PUENTE MATUA, DEL CASERÍO  
SANTA ISABEL, DISTRITO DE YAUTAN, PROVINCIA DE CASMA, REGIÓN ÁNCASH  
- 2024.**

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

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

**AUTOR**

**GAMARRA PADILLA, ELMER ELIAS**

**ORCID:0000-0001-6454-6107**

**ASESOR**

**RETAMOZO FERNANDEZ, SAUL WALTER**

**ORCID:0000-0002-3637-8780**

**CHIMBOTE-PERÚ**

**2024**



**FACULTAD DE HUMANIDADES, CIENCIAS Y SALUD**

**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**

**ACTA N° 0008-110-2025 DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE TESIS**

En la Ciudad de **Chimbote** Siendo las **18:10** horas del día **03** de **Enero** del **2025** y estando lo dispuesto en el Reglamento de Investigación (Versión Vigente) ULADECH-CATÓLICA en su Artículo 34º, los miembros del Jurado de Investigación de tesis de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, conformado por:

**PISFIL REQUE HUGO NAZARENO** Presidente  
**SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN** Miembro  
**BARRETO RODRIGUEZ CARMEN ROSA** Miembro  
**Mgtr. RETAMOZO FERNANDEZ SAUL WALTER** Asesor

Se reunieron para evaluar la sustentación del informe de tesis: **DISEÑO DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DE AMBOS MÁRGENES DEL RÍO GRANDE, EN EL PUENTE MATUA, DEL CASERÍO SANTA ISABEL, DISTRITO DE YAUTAN, PROVINCIA DE CASMA, REGIÓN ÁNCASH - 2024.**

**Presentada Por :**  
(1201191132) **GAMARRA PADILLA ELMER ELIAS**

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

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

**PISFIL REQUE HUGO NAZARENO**  
Presidente

**SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN**  
Miembro

**BARRETO RODRIGUEZ CARMEN ROSA**  
Miembro

**Mgtr. RETAMOZO FERNANDEZ SAUL WALTER**  
Asesor



## CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

La responsable de la Unidad de Integridad Científica, ha monitorizado la evaluación de la originalidad de la tesis titulada: DISEÑO DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DE AMBOS MÁRGENES DEL RÍO GRANDE, EN EL PUENTE MATUA, DEL CASERÍO SANTA ISABEL, DISTRITO DE YAUTAN, PROVINCIA DE CASMA, REGIÓN ÁNCASH - 2024. Del (de la) estudiante GAMARRA PADILLA ELMER ELIAS, asesorado por RETAMOZO FERNANDEZ SAUL WALTER se ha revisado y constató que la investigación tiene un índice de similitud de 0% según el reporte de originalidad del programa Turnitin.

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

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

Chimbote, 23 de Enero del 2025



Mgtr. Roxana Torres Guzman  
RESPONSABLE DE UNIDAD DE INTEGRIDAD CIENTÍFICA

## **Jurado**

### **PRESIDENTE**

Mgtr. Pisfil Reque, Hugo Nazareno

ORCID: 0000-0002-1564-682X

### **PRIMER MIEMBRO**

Mgtr. Sotelo Urbano, Johanna del Carmen

ORCID: 0000-0001-9298-4059

### **SEGUNDO MIEMBRO**

Mgtr. Barreto Rodriguez, Carmen Rosa

ORCID: 0009-0004-5166-3100

## **Dedicatoria**

A mis seres queridos, por su apoyo incondicional

## **Agradecimiento**

Agradezco profundamente a todos aquellos que me apoyaron en este proyecto

## Índice General

<b>Caratula</b> .....	I
<b>Páginas Preliminares</b> .....	II
<b>Jurado</b> .....	IV
<b>Dedicatoria</b> .....	V
<b>Agradecimiento</b> .....	VI
<b>Índice General</b> .....	VII
<b>Lista de tablas</b> .....	IX
<b>Lista de Figuras</b> .....	X
<b>Resumen</b> .....	XI
<b>Abstract</b> .....	XII
<b>I. Planteamiento del Problema de Investigación (descripción del problema, formulación del problema, justificación, objetivo general y específicos)</b> .....	1
<b>II. Marco Teórico</b> .....	5
<b>2.1. Antecedentes</b> .....	5
<b>2.2. Bases teóricas</b> .....	13
<b>2.3. Hipótesis</b> .....	22
<b>III. Metodología</b> .....	23
<b>3.1. Nivel, Tipo y Diseño de Investigación</b> .....	23
<b>3.2. Población y Muestra</b> .....	24
<b>3.3. Variables. Definición y Operacionalización</b> .....	25
<b>3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de información</b> .....	26
<b>3.5. Método de análisis de datos</b> .....	26
<b>3.6. Aspectos Éticos</b> .....	26
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	28
<b>V. DISCUSIÓN</b> .....	54
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	57

<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	58
<b>Referencias Bibliográficas</b> .....	59
<b>ANEXOS</b> .....	63
<b>Anexo 01. Matriz de Consistencia</b> .....	63
<b>Anexo 02. Instrumento de recolección de información</b> .....	65
<b>Anexo 03. Validez del Instrumento</b> .....	67
<b>Anexo 04. Confiabilidad del instrumento</b> .....	71
<b>Anexo 05. Formato de consentimiento informado</b> .....	72
<b>Anexo 06. Documento de aprobación de institución para la recolección de información</b> .....	73
<b>Anexo 07. Evidencias de ejecución</b> .....	74

## Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> Cuadro de operacionalización de variables .....	25
<b>Tabla 2.</b> Ficha de inspección .....	28
<b>Tabla 3.</b> Puntos de fotocontrol de vuelo fotogramétrico .....	31
<b>Tabla 4.</b> Estaciones meteorológicas.....	35
<b>Tabla 5.</b> Características Geomorfológicas de la cuenca .....	35
<b>Tabla 6.</b> Prueba de Anderson – Estación Pariacoto.....	37
Tabla 7. Bandas de confianza – Estación Pariacoto .....	38
Tabla 9. Prueba Mann Kendall – Estación Pariacoto .....	39
Tabla 10. Homogeneidad de la información – Estación Pariacoto .....	39
Tabla 11. Prueba de Helmet – Estación Pariacoto.....	40
Tabla 12. Información – Estación Pariacoto .....	40
<b>Tabla 13.</b> Prueba Kolmogorov – Smirnov – Estación Pluviometrica – Pariacoto .....	41
Tabla 14. Precipitación Máxima 24 h para diferentes periodos de retorno.....	41
Tabla 15. Precipitación máxima 24h ajustada para el tiempo de retorno.....	42
Tabla 16. Regionalización precipitación máxima 24 horas.....	42
<b>Tabla 17.</b> Isoyeta cuenca colectora Rio Grande – Tr 100 años .....	43
Tabla 18. Caudal máximo de diseño .....	44
Tabla 19. Coeficiente de rugosidad de Manning calculados para los bancos de inundación .....	45
<b>Tabla 20.</b> Tabla de Cowan para determinar la influencia de diversos factores sobre el coeficiente n.....	46
<b>Tabla 21.</b> Coeficientes de rugosidad de Manning para el tramo en estudio .....	46
<b>Tabla 22.</b> Clasificación de los perfiles de suelo .....	47
<b>Tabla 23.</b> Valores de factor suelo .....	47
<b>Tabla 24.</b> Valores de periodo TP y TL .....	47
<b>Tabla 25.</b> Cantidad de calicatas .....	47
<b>Tabla 26.</b> Resumen de la exploración de campo .....	48
<b>Tabla 27.</b> Resumen de ensayos estándar de laboratorio .....	48
Tabla 28. Matriz de Consistencia .....	63

## Lista de Figuras

<b>Fotografía 1.</b> Situación actual del rio Grande .....	29
<b>Imagen 1.</b> Ubicación distrito de Yautan .....	30
<b>Imagen 2.</b> Imagen satelital del Rio Grande .....	30
<b>Imagen 3.</b> Plan de vuelo .....	31
<b>Imagen 4.</b> Área en procesamiento .....	32
<b>Imagen 5.</b> Ortofoto .....	33
<b>Imagen 6.</b> Puntos de control terrestre .....	34
<b>Imagen 7.</b> Modelo digital de elevaciones .....	34
<b>Imagen 8.</b> Cuenca de aporte.....	36
<b>Imagen 9.</b> Regionalización precipitación máxima 24 horas – Tr (100 años).....	43

## Resumen

El presente proyecto de investigación que tuvo como objetivo Elaborar el diseño del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña de ambos márgenes del río Grande, en el puente Matua, del caserío Santa Isabel, distrito de Yautan, provincia de Casma, región Ancash – 2024, tuvo una metodología de enfoque mixto que abarca tanto lo cuantitativo y cualitativos de las variables de investigación, de tipo descriptivo, diseño no experimental y corte transversal. La población y muestra, consistente en 680ml de ambos márgenes del río Grande, se aplicó la técnica de la observación e instrumentos de recolección de datos topográficos, datos descriptivos de las variables, hidrológicos y de mecánica de suelos. Los resultados que se obtuvieron es que el estado actual de la defensa ribereña es crítico, debido a que al haber sido afectado por el ciclón Yaku dejó arrastre de sedimentos en todo el lecho del río, se realizó el levantamiento topográfico mediante fotogrametría, se calculo los caudales con la microcuenca del Río Grande y las precipitaciones sacas del SENAHMI, la clasificación de suelo es grava mal graduada. Se concluyo que los 680ml aguas arriba del río Grande es identificada como zona vulnerable por el evento del ciclón Yaku, ya que hay sedimentación de roca. El aporte de esta investigación fueron los estudios básicos topografía, hidraulico-hidrologia y mecánica de suelos, ya que con estos datos los proyectistas podrán utilizar para realizar el diseño de muro de gavión tipo colchón RENO.

Palabras clave: Diseño, defensa ribereña, muro de gavión.

## **Abstract**

The objective of this research project was to develop the design of the gabion wall to improve the riverside defense of both banks of the Grande River, on the Matua bridge, in the Santa Isabel hamlet, Yautan district, Casma province, Ancash region - 2024 , had a mixed approach methodology that covers both quantitative and qualitative research variables, descriptive type, non-experimental design and cross-sectional. The population and sample, consisting of 680ml of both banks of the Rio Grande, the observation technique and instruments for collecting topographic data, descriptive data of the variables, hydrological and soil mechanics were applied. The results obtained are that the current state of the riverine defense is critical, because having been affected by Cyclone Yaku, it left sediments dragged throughout the river bed, the topographic survey was carried out using photogrammetry, the flows with the micro-basin of the Rio Grande and the precipitations taken from the SENAHMI, the soil classification is poorly graded gravel. It was concluded that the 680 ml upstream of the Rio Grande is identified as a vulnerable area for the cyclone Yaku event, since there is rock sedimentation. The contribution of this research was the basic topography, hydraulic-hydrology and soil mechanics studies, since with these data the designers will be able to use them to carry out the design of the RENO mattress-type gabion wall.

**Keywords:** Design, riverside defense, gabion wall.

## **I. Planteamiento del Problema de Investigación (descripción del problema, formulación del problema, justificación, objetivo general y específicos)**

### **1.1. Descripción del problema**

A nivel Mundial, en su publicación de la agencia de la ONU (1) menciona que el cambio climático trae consigo eventos catastróficos como son inundaciones, fenómenos meteorológicos que dañan a la vida humana, los países que están sufriendo estas alteraciones e incrementos de las precipitaciones pluviales son los países de Afganistán, Brasil y este de África, lo cual este evento climático ocasionado inundaciones en pueblos y ciudades, trayendo desastres, pérdidas de casas y medios de vida, y agravado las condiciones de las poblaciones más vulnerables; por ello que a nivel mundial se pide a las autoridades que manejan una población a organizarse y poder implementar defensas ribereñas para prevenir estos sucesos catastróficos que no solo dañan a los terrenos de sembrío sino que también hace que la población migre perdiendo sus hogares.

A nivel Internacional, Dominik et al (2) menciona que la magnitud de los impactos de las inundaciones está regulada no solo por el peligro hidrometeorológico y la exposición, sino también por los niveles de protección contra inundaciones (principalmente de las defensas estructurales contra inundaciones) y la vulnerabilidad (pérdida relativa a una intensidad de peligro dada). El autor infiere que la variación de los niveles de protección y vulnerabilidad a partir de datos sobre inundaciones históricas fluviales, costeras y compuestas e impactos asociados obtenidos de la base de datos HANZE, en 42 países europeos durante el período 1950-2020. Contrastamos las inundaciones dañinas reales, que implican que la protección contra inundaciones fue localmente inadecuada, con inundaciones potenciales modeladas, es decir, eventos que fueron hidrológicamente extremos por que no llevaron a impactos significativos, lo que implica que la protección contra inundaciones fue suficiente para prevenir pérdidas.

A nivel Nacional, en su publicación PETROPERU (3) Los trabajos de prevención que se están llevando a cabo incluyen la construcción de defensas ribereñas, diseñadas para mitigar el riesgo de deslizamientos de terreno e inundaciones. Esto

es especialmente relevante ante el notable aumento del caudal del río Huancabamba, consecuencia de las intensas lluvias en la sierra de la región. La implementación de estas estructuras, que utilizan muros de enrocado o gaviones, es fundamental para prevenir fenómenos naturales como la erosión y la socavación, así como inundaciones provocadas por el desbordamiento del río. Además, estas defensas actúan como barreras protectoras contra huaicos generados por las constantes precipitaciones.

A nivel local, Ramirez (4) menciona que en la región Ancash se viene priorizando la construcción de defensas ribereñas para prevenir el impacto del próximo fenómeno del niño en las localidades de Huarmey y Casma, estos trabajos consisten en la construcción de muro de gaviones, dique de rocas, donde el objetivo de esta construcción es evitar inundaciones ante el posible incremento del caudal, en beneficio de toda la población.

El problema que se observó en los márgenes del río Grande de San Antonio de Matua, existen diversas áreas de cultivos y viviendas y es por ello que urge reforzar las defensas en estado crítico del tramo del cauce que se encuentra colmatado por falta de mantenimiento, estructuras existentes se encuentran deterioradas por las corrientes de agua que vienen de los sectores aguas arriba lo cual aumento el caudal del río y colmato el cauce en el tramo de intervención.

La causa fue el ciclón Yaku esta que se suscitó en el año 2023, donde origino lluvias extremas alrededor del país donde mas daño sufrieron las zonas costeras.

La consecuencia que trajo este fenómeno del ciclón Yaku, fue la colmatación del río Grande y destrucción de las estructuras existentes de defensa ribereña.

El aporte de esta investigación es realizar los estudios básicos como son de topografía, hidráulica, mecánica de suelos y diseño de muro de gaviones para que esta pueda soportar crecidas de ríos por fenómenos semejantes al Yaku, y poder proteger a la población y sectores agrícolas existentes.

## **1.2. Formulación del problema**

¿La propuesta de diseño del muro de gaviones mejorara la defensa ribereña de ambos márgenes del río Grande, en el puente Matua, del caserío Santa Isabel, distrito de Yautan, provincia de Casma, región Ancash - 2024?

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Metodológica**

En este estudio, se utilizó un diseño metodológico mixto para evaluar la efectividad de la defensa ribereña como es el muro de gaviones en la reducción de riesgos de inundación. Se aplicaron encuestas a los residentes y se realizaron entrevistas con expertos en gestión de riesgos. Los datos se analizaron utilizando técnicas estadísticas y de análisis de contenido. La validez y confiabilidad de los instrumentos se garantizaron mediante la aplicación de pruebas piloto y la revisión de expertos

### **1.3.2. Practica**

La implementación de un sistema de defensa ribereña como es el muro de gaviones en la zona de riesgo es necesaria para proteger a los residentes de inundaciones y erosión. La inversión en defensa ribereña evitará pérdidas económicas estimadas en caso de un desastre. Además, se reducirán los riesgos para la salud pública y se mejorará la calidad de vida de la comunidad

### **1.3.3. Teórica**

La implementación de un sistema de defensa ribereña como son los muros de gaviones en la zona de riesgo se basa en la teoría de la gestión de riesgos y la teoría de la sostenibilidad. La defensa ribereña reduce la vulnerabilidad de las comunidades ribereñas y aumenta su resiliencia para enfrentar desastres, lo que se alinea con el marco de sostenibilidad y el modelo de gestión de riesgos

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Elaborar el diseño del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña de ambos márgenes del río Grande, en el puente Matua, del caserío Santa Isabel, distrito de Yautan, provincia de Casma, región Ancash - 2024.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

Identificar las zonas vulnerables de ambos márgenes del río Grande, en el puente Matua, del caserío Santa Isabel, distrito de Yautan, provincia de Casma, región Ancash - 2024.

Proponer el diseño del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña de ambos márgenes del río Grande, en el puente Matua, del caserío Santa Isabel, distrito de Yautan, provincia de Casma, región Ancash - 2024.

Determinar la mejora de la defensa ribereña de ambos márgenes del río Grande, en el puente Matua, del caserío Santa Isabel, distrito de Yautan, provincia de Casma, región Ancash – 2024.

## **II. Marco Teórico**

### **2.1. Antecedentes**

#### **2.1.1. Internacionales**

Según Aguilar & Sanchez (5), 2023, los cuales realizaron un artículo científico titulado “Evaluation of basic engineering for channelling of riverbeds adjacent to urbanisms” cuyo objetivo fue determinar la fuerza del aumento del nivel del agua sobre las márgenes del cauce natural, causado por factores meteorológicos, se adoptó una metodología mixta que combinó enfoques cuantitativos y cualitativos, cuyo resultado, indica que se determinó que la Alternativa de Canalización número dos, que implica el uso de muros de gaviones, es la opción de ingeniería básica más adecuada desde una perspectiva técnico-económica, aunque no es la alternativa mucho más accesible, cumple con los criterios técnicos e hidráulicos establecidos; se concluyó que los análisis realizados evidenciaron el peligro de inundación causado por el desbordamiento tanto del Río Cupira como de la Quebrada El Chivo, debido a que los cauces naturales tienen una capacidad limitada para manejar el flujo generado por las lluvias.

Según Nakazawa et al (6), 2024, en su artículo “Efecto sobre las características de compresión de los gaviones debido a diferentes tipos de material de relleno y malla de alambre de acero, su objetivo fue Efectos de los diferentes tipos de material de relleno y malla de alambre sobre las características de compresión de los gaviones, la metodología fue aplicada, los resultados menciona que la ventaja de las estructuras de gaviones es que son simples, rentables y rápidas de construir, y se emplean en una extensa gama de usos en Japón y en el extranjero, sin embargo, a pesar de que la malla metálica que compone el gavión se utiliza desde hace mucho tiempo, existen pocos estudios sobre sus propiedades mecánicas básicas, por lo tanto, el diseño y la edificación de construcciones de gaviones se basan principalmente en la experiencia debido a la falta de métodos de diseño establecidos, concluye en esta investigación, se realizaron acciones como grandes pruebas de compresión triaxial sobre las piedras para el

relleno de cajas de gaviones y una serie de pruebas de compresión sobre gaviones en miniatura para comprender las propiedades mecánicas básicas de las estructuras, a partir de las pruebas, se encontró que las propiedades de compresión de los gaviones en miniatura variaban dependiendo de la diferencia de geometría de la piedra y la combinación de la forma y dirección de la malla de alambre, estos resultados sugieren que es necesario comprender el mecanismo de deformación de las estructuras de gaviones para su diseño y construcción razonables.

Según Pereira (7), 2023, en su artículo “Muro de Gaviones: una medida correctiva para la estabilización de pendientes” Su objetivo fue Las fallas de los taludes de los terraplenes se desencadenan principalmente por lluvias excesivas, cambios en el nivel del agua, erosión y filtraciones. La metodología fue aplicada, El estudio presentado comprende un camino tendido sobre un terraplén que se derrumba, lo que provoca un colapso del muro de contención a lo largo del lado del río durante la temporada de lluvias. El sitio está situado en el tramo Betim-Verem de la aldea de Nerul, Goa. El camino tiene 7 m de ancho y está ubicado a lo largo del lado del río con un lado del talud del terraplén retenido por un muro de contención de 3,5 m de altura en el lado del río. El objetivo del estudio es la utilización del muro de gaviones como solución a peligros inminentes de crecidas de río. Las adecuadas medidas correctivas, como implementar muros de gravedad de hormigo, de contención en voladizo y gavión. Se da importancia al muro de gavión al ser una forma mas económica de utilizar esta medida correctiva ya que al ser eficiente al estabilizar pendientes, eficiente drenaje y a la vez rentables En el presente estudio se intenta diseñar y proporcionar un muro de gaviones y preparar una comparación de costos con un muro de contención por gravedad de hormigón para las mismas condiciones del sitio.

Según Chatpattananan (8), 2021, en su artículo “Diseño de estructuras de gaviones bajo objetivos multicriterio con programación por objetivos” Su objetivo fue, La estructura de gaviones es un conjunto de jaulas prefabricadas apiladas llenas de rocas, la metodología fue aplicada, Los

resultados fueron que estas jaulas de gaviones están hechas de alambre de acero, polipropileno, polietileno o nailon, La construcción de estas jaulas de gaviones generalmente sigue las pautas del proveedor o los estándares de diseño de la agencia gubernamental, El diseño de esta estructura de gaviones, como mínimo, debe satisfacer muchos criterios de diseño para pasar la estabilidad externa en deslizamiento, vuelco y capacidad de carga de la base, Un buen diseño de gaviones requiere un equilibrio de la tensión de apoyo de la punta y la tensión de apoyo del talón. Con este requisito para el diseño de estructuras de gaviones para cumplir con los objetivos de múltiples criterios, la programación por objetivos, que es una técnica de optimización de múltiples criterios, se utiliza en este estudio. Un ejemplo de gavión de 3 metros se utiliza como diseño base. A continuación, se aplica la programación no lineal entera mixta para optimizar la disposición de un conjunto de jaulas de gaviones de diferentes tamaños, con el objetivo de minimizar el peso del gavión y cumplir con los criterios de estabilidad externa. Se presentan dos modelos de programación por objetivos que buscan equilibrar el peso mínimo del gavión con la estabilidad vertical. Ambos modelos producen la misma solución óptima, con un peso mínimo de 48 kN/m y una excentricidad de 0,002 metros, superando significativamente al ejemplo original, que presentaba un peso de 61,92 kN/m y una excentricidad de 0,086 metros

Finalmente Nurwidyaningrum et al (9), 2024, en su artículo “Diseño de gestión del agua en zonas turísticas con infraestructura de Gaviones” Por lo tanto, esta investigación tiene como objetivo diseñar la gestión del agua en zonas turísticas con infraestructura de gaviones. El método calcula la intensidad de las precipitaciones y el caudal y luego planifica un diseño de gestión del agua. Se concluye que a partir de los resultados del cálculo, se puede planificar el diseño de gestión del agua requerido, como plantas de drenaje y prevención de deslizamientos. El drenaje de zonas turísticas montañosas con una pendiente de 52° puede utilizar una zanja en U de 50×50×120×8 cm y otros canales abiertos de piedra natural. La descarga planificada es de 9,47 m<sup>3</sup>/s y el volumen de agua es de 102,2 m<sup>3</sup>,

utilizando el tamaño de un canal de drenaje de zanja en U de tipo rectangular, es decir,  $50 \times 50 \times 120$  cm, donde la longitud del canal es de 500 m. Los resultados del cálculo para un volumen total de canal de 125 m<sup>3</sup> significan que el volumen de almacenamiento ha cumplido con el volumen de descarga planificado. Las plantas de prevención de deslizamientos de tierra en áreas a una altitud de quinientos a mil metros sobre el nivel del mar pueden reducir la tasa de erosión hasta en un 90% utilizando raíces de vetiver

### **2.1.2. Nacionales**

En Lima, Bedon y Gamarra (10), 2021. En su tesis “Prevención por riesgo de inundación del río Chillón mediante defensa ribereñas en A.H Victor Raul Haya de la Torre Ventanilla, 2021”. Tuvo como objetivo determinar la influencia ante el riesgo de inundación mediante las defensas ribereñas 2021. La metodología fue de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, de diseño experimental. Se concluyó, que el valor del empuje activo para este muro es de 5.90 Tn/m, mientras que para el gavión es de 6.34 Tn/m, lo que lo hace susceptible a desplazamientos. Para evitar inundaciones, es necesario que el peso del muro sea el más alto posible. En este sentido, el muro de gavión, con un peso de 28.35 Tn, ofrecería una mayor estabilidad y compactación, considerando también las condiciones en las que se podría presentar la situación. En relación al valor de deslizamiento, el muro de gavión presenta un desplazamiento de 1.87, lo cual excede el factor mínimo de deslizamiento establecido en 1.50, cumpliendo así con la Norma E020 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Para una mejor protección contra inundaciones a través del empuje pasivo, este valor debe ser lo más bajo posible; al revisar nuestros cálculos, el muro de gavión tiene el menor valor con 8.95 Tn/m, lo que indica un menor riesgo de que su estructura sufra algún giro.

En Lima, Barboza (11), 2020. En su tesis “Propuesta de bloques de concreto hueco y gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Chillón, urbanización Rinconada, Carabayllo- Lima, 2020”. Tuvo como objetivo determinar la influencia de los bloques de concreto hueco y gaviones para

mejorar la defensa ribereña del río Chillón. Su metodología fue tipo no experimental y transversal, nivel correlacional, Se concluyo Los bloques de concreto hueco y los gaviones tienen un impacto positivo en la mejora de la defensa ribereña. Al calcular un caudal máximo de 44.68 m<sup>3</sup>/s, con una pendiente del 1.33%, un ancho del río de 28.8 m, una rugosidad de 0.025 y una longitud del talud de 9.30 m, se determina que el tirante es de 0.51 m. Con esta propuesta y las medidas para encauzar el río, se concluye que es posible manejar un caudal de hasta 3000 m<sup>3</sup>/s, lo que proporciona mayor seguridad a la zona afectada. Además, estas estructuras contribuyen al control de la erosión de los taludes, y su uso en proyectos de defensas ribereñas está en aumento.

En Huanuco, Tolentino (12), 2022. En su tesis “Diseño estructural de gaviones en el río Huacarmayo, localidad de Huacar, distrito de Huacar, provincia Ambo, Huánuco, 2022”. Tuvo como objetivo realizar el diseño estructural del gavión óptimo que contribuirá en la reducción de los riesgos de inundación por el río Huacarmayo. Se concluyo La utilización de gaviones como medida de defensa ribereña es factible tanto desde el punto de vista técnico como económico. Los estudios preliminares han facilitado la propuesta de una solución efectiva para prevenir el desbordamiento del caudal durante los períodos de máxima precipitación. Esta estructura de defensa está compuesta por cuatro capas y un colchón, que se implementarán en los tramos donde la ribera es elevada y necesita la instalación de gaviones, con el fin de proteger contra desbordamientos, erosión y socavación.

Según De la Cruz (13), 2023, en su tesis titulado Diseño de muro de gavión para mejorar la defensa ribereña de la margen derecha del Río Nueva Alianza en el centro poblado Catarata, distrito de Pichari, provincia la convención, región Cusco – 2023. Tuvo como objetivo realizar el diseño de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña de la margen derecha del río nueva alianza. La metodología fue de enfoque descriptivo correlacional, diseño no experimental. Y concluyo El diseño adecuado del muro de gaviones en la orilla derecha del Río Nueva Alianza asegura su

resistencia y estabilidad frente a la acción del agua, ofreciendo una solución que se ajusta a las necesidades del sector. Los resultados de la encuesta reflejan una aceptación general en la comunidad, lo que respalda la efectividad percibida de los gaviones; sin embargo, la existencia de opiniones diversas subraya la necesidad de abordar las inquietudes para garantizar una comprensión y aceptación completas dentro de la comunidad.

Según Carpio (14), 2023, en su tesis que tiene como título Diseño de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña en el margen izquierdo del Río Huatatas desde la progresiva 0+000 a 0+120, en la localidad de Huaman Huayra del distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregarray, provincia de Huamanga, región Ayacucho – 2023. Tuvo como objetivo, elaborar el diseño de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña en la margen izquierda del río Huatatas. La metodología que se utilizó es del nivel cualitativo y cuantitativo, el tipo de investigación fue descriptivo y el diseño no es experimental. Y llegó a la siguiente conclusión, A través de la información recopilada en el estudio topográfico, así como en las encuestas realizadas a los usuarios y las entrevistas con los habitantes de la localidad de Huamán Huayra, se ha determinado que no existen defensas ribereñas. Esto ha permitido identificar áreas que son vulnerables a desbordamientos. Por lo tanto, se ha propuesto el diseño de un muro de gaviones con el objetivo de mejorar la protección ribereña en esta zona.

### **2.1.3. Locales**

En Huari, Peña (15), 2024. En su tesis “Diseño de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del Río Huancato, localidad de Chunas, distrito de Rapayan, provincia de Huari, departamento de Áncash – 2024”. Tiene como objetivo elaborar el diseño de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Huancato. La metodología fue de naturaleza cualitativa y cuantitativa, tipo descriptiva y de diseño no experimental. Se concluye El diseño del muro de gaviones tipo caja para el río Huancato fue desarrollado teniendo en cuenta las características específicas del terreno y la necesidad de protección contra la erosión y las inundaciones. Se

utilizaron piedras de entre 6” y 10” de diámetro, así como alambre de 3.7 mm. Este diseño incluye detalles técnicos sobre la construcción de los gaviones, el tipo de materiales a emplear y las especificaciones necesarias para su anclaje y estabilidad estructural. La implementación de este muro ha demostrado ser una solución efectiva para mejorar la defensa ribereña. Los gaviones no solo protegen contra la erosión y las crecidas, sino que también permiten la infiltración de agua, lo que reduce la presión hidrostática y proporciona una estructura flexible capaz de adaptarse a los movimientos del terreno.

En Carhuaz, Rojas (16), 2024. En su tesis “Resistencia de defensa ribereña con gaviones y fuerza de caudal en río Buin, Toma Rumi, provincia de Carhuaz Ancash, 2024”. Tuvo como objetivo determinar la resistencia de la defensa ribereña empleando gaviones para soportar la fuerza del caudal del río Buin. La metodología fue tipo aplicado, enfoque cuantitativo y de diseño no experimental. Se concluyó Las defensas ribereñas construidas con gaviones son capaces de resistir la fuerza del caudal del río Buin Toma Rumi. Los análisis topográficos, mecánicos de suelos, hidráulicos e hidrológicos han demostrado la eficacia de los gaviones para brindar estabilidad y resistencia frente a las máximas avenidas del río, que presenta un caudal promedio anual de 66.58 m<sup>3</sup>/s y picos de hasta 137.4 m<sup>3</sup>/s en enero. Las simulaciones y cálculos estructurales han evidenciado que los muros de gaviones, con un peso específico de 2.70 g/cm<sup>3</sup> y una capacidad de absorción del 1.53%, constituyen una solución sostenible y duradera para mitigar la erosión y proteger las riberas del río, ya que no sufren colapsos.

En Huaraz, Ciriaco y Shuan (17), 2021. En su tesis “Diseño de la defensa ribereña con la utilización de gaviones del río seco, Sector Shaurama – Huaraz-Ancash 2021”. Tuvo como objetivo realizar el cálculo y así elaborar el diseño del sistema de defensa ribereña aplicado al tramo del río seco, ubicado en el sector Shaurama. La metodología fue tipo experimental, explicativa, cuantitativa, diseño experimental y cuasi experimental. Se concluyó La construcción de un muro de gaviones es

esencial para proteger el sector Shaurama de posibles desbordamientos del río Seco, ya que actualmente las riberas no cuentan con protección adecuada. Este tipo de estructura mejorará la resistencia a la erosión en la zona. Se ha propuesto el diseño del muro de gaviones porque cumple con las normativas del Reglamento Nacional de Edificaciones y ofrece un favorable costo-beneficio, además de que los materiales son accesibles en la región. La implementación de este muro brindará una defensa ribereña efectiva para el río Seco.

Según Vera(18), 2023, en su tesis titulado Evaluación de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Santa en el puente Tambo Real, distrito de Santa, provincia del Santa, región Áncash – 2023, tuvo como objetivo Elaborar la evaluación del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Santa en el puente Tambo Real. La metodología; es de tipo descriptivo correlacional, con nivel cualitativo y cuantitativo, diseño no experimental de tipo transversal. Y se concluye, La evaluación resalta la doble función de la defensa ribereña, que consiste en proteger tanto el puente como las instalaciones industriales cercanas al río. La existencia de residuos pone de manifiesto la necesidad de una gestión ambiental adecuada. Si bien la instalación de gaviones ha sido en su mayoría bien recibida, las opiniones son diversas respecto a los riesgos de daños estructurales y la protección de las fábricas, lo que subraya la importancia de atender las inquietudes específicas de la comunidad.

Según Rodriguez(19), 2024, en su tesis que tiene por título Evaluación del enrocado para mejorar la defensa ribereña del río Santa en el centro poblado de Huayoshanca, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, región Áncash – 2024; tuvo como objetivo elaborar la evaluación y mejoramiento del enrocado para mejorar la defensa ribereña en el río Santa. La metodología; fue cualitativo y cuantitativo, diseño transversal, no experimental. Y concluyo La evaluación del enrocado resalta su habilidad para enfrentar desafíos relacionados con el agua, conservando su estructura y protegiendo la integridad del muro de defensa ribereña. Se subraya la necesidad de llevar a cabo mejoras significativas en las

progresivas, enfocándose en la optimización del terreno y la elección de rocas para reforzar el enrocado.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Diseño de muro gavión**

**Obinna** menciona que los muros de gaviones son como los muros de gravedad, cuyo objetivo es de tener buen soporte ante el empuje del lado lateral de suelo. Este diseño de estructura es apta para la presión del suelo, debido a que al ser flexible ayuda a que se realice una deformación de suelo, que es suficiente para llegar a la capacidad de corte correspondiente a comparación con el estado de reposo. Al utilizar estos gaviones como algún tipo de estructura de contención, se le debe considerar como muros de contención por gravedad(20).

#### **2.2.1.1.Topografía**

**Wolf y Ghilani** mencionan que esta va a servir para poder encontrar o también determinar alguna posición que sea relativa a los puntos que se encuentran situadas por encima de la superficie de la tierra o ya sea debajo de la tierra(21).

#### **2.2.1.2.Hidrología**

**Villon** refiere que es una ciencia natural, ya que es la que va a estudiar el agua, así como también su origen, y como se distribuye en la superficie, la hidrología también se encarga de estudiar las propiedades ya sean químicas-físicas y la relación que puedan tener con el medio ambiente(22).

#### **2.2.1.3.Ciclo Hidrológico**

**Villon** denomina al ciclo hidrológico al cambio que se pueda experimentar con el agua en su estado sólido, líquido y gaseoso, en su forma como podemos encontrar las aguas superficiales, subterránea, entre otros(22).

#### **2.2.1.4.Cuenca hidrográfica**

**Villon** define la cuenca hidrográfica, a la recolección de agua que se generan por las lluvias y las que se dirigirán por un solo punto de salida, como puede ser en este caso los ríos(22).

#### **2.2.1.5.Máximas avenidas**

**La Organización Mundial Meteorológica** son precipitaciones y/o lluvias que en tiempos determinados genera un incremento en las crecidas, lo cual esto influye en el caudal y en el tiempo de concentración (23).

**Linsley et al**, menciona que se denomina a las lluvias muy intensas las cuales provocan crecidas en pequeñas cuencas (24).

### 2.2.1.6. Precipitación

**Zarza** menciona que son gotas de agua medidas en mm cuando caen a la superficie, las cuales se manifiesta en estado líquido mediante las lluvias y solidos mediante granizos o nieves (25).

#### a. Prueba de Anderson

Se aplica cuando se desea evaluar la independencia de una serie pluviométrica.

$$LC = \frac{-1 \pm Z_{\alpha} \sqrt{n - k - 2}}{n - k - 1}$$

$Z_{\alpha}=1,96$  para 5% significancia

#### b. Prueba de Mann Kendall

Consiste en estimar el índice de desviación “S” a partir del cálculo del valor “V”

$$V = \frac{S - 1}{\sqrt{\frac{(n)(n - 1)(2n + 5)}{18}}}$$

$$T = \sum_{i=1}^{n-1} S_i \qquad I = \sum_{i=1}^{n-1} t_i \qquad S = T - I$$

Donde:

n: número de registro

S: Índice de desviación calculado

$S_i$ : Número de valores de  $X_j > X_i$ , para  $i < j < n$

$T_i$ : Número de valores de  $X_j < X_i$ , para  $i < j < n$

Elegimos el nivel de significancia de  $\alpha$ , en función al cual se definirá la condición de homogeneidad de la serie

$\alpha$	0.005	0.01	0.025	0.05	0.1
$V_{\text{critico}}$	2.58	2.33	1.96	1.64	1.28

### c. Prueba de Helmert

Consiste en analizar el signo de las desviaciones de cada evento de la serie con respecto a su valor medio. Si una desviación de un cierto signo es seguida por otra del mismo signo, se crea un cambio “S”, en cambio, si una desviación es seguida por otra de signo contrario, se registrará una secuencia.

$$-\sqrt{N-1} \leq S - C \leq \sqrt{N-1}$$

#### 2.2.1.7. Inundación

**Zevallos** menciona que las inundaciones son productos de las grandes crecidas producidas por las mayores precipitaciones en épocas de grandes avenidas, donde el volumen del agua que cae a la superficie llega a provocar el aumento de caudal del río, y estos pueden ocasionar daños a áreas de cultivo y áreas urbanas, produciendo grandes pérdidas económicas a la población (26).

#### 2.2.1.8. Diseño estructural – Hidráulico

**Castañeda** indica que toda estructura hidráulica debe ser eficiente en garantizar que la estructura sea segura, teniendo en cuenta sus estudios básicos como son la topografía, hidrología, hidráulica, geotécnica y mecánica de suelos, lo que garantizará el funcionamiento óptimo de la estructura (27).

#### 2.2.1.9. Caudal

**Ortiz** “define como volumen de fluido que pasa en la unidad de tiempo a través de una sección transversal de una corriente” (28).

**Vasquez** menciona “el volumen de agua que atraviesa una superficie en un tiempo determinado, se puede aplicar la siguiente fórmula  $Q=V/t$ , donde Q(caudal), V(volumen), t(Tiempo), el resultado se mide en términos de volumen en litros y tiempo en segundos” (29).

#### 2.2.1.10. Cauce de quebrada

**Vasquez** indica que es el sitio físico donde el agua en su curso en las orillas o riberas, ya que se producen desbordes e inundaciones cuando el agua se vende de su cauce, el cauce

también conocido como lecho fluvial, es la parte de un valle en el que se dispersan las aguas en su avance; es un confin físico normal de un flujo de agua, con las riberas como sus límites laterales (29).

#### **2.2.1.11. Velocidad del agua**

**Ávila** menciona que la cantidad de agua que fluye a través de un punto en un periodo de tiempo determinado es llevada a cierto nivel por la velocidad del agua, que también puede aumentar si el lecho del río está formado por materiales más resistentes como rocas o suelo compactado (30).

**Vasquez** indica que la velocidad es la cantidad de metros por segundo en la quebrada, mientras que el cual es el volumen de los metros cúbicos de agua que pasan por segundo en un sitio determinado (29).

#### **2.2.1.12. Periodo de retorno**

**Según la Guía Nueva Cultura del Agua** menciona que es el intervalo de tiempo promedio entre eventos de una magnitud determinada, como posibles inundaciones o sequías; se utiliza para la determinación de la frecuencia y probabilidad de eventos hidrológicos, como por ejemplo que en un periodo de retorno de 100 años, esta tenga la probabilidad de que suceda del uno por ciento (31).

#### **2.2.1.13. Muro de gaviones**

**Camargo** menciona que estos son muros por gravedad, y son utilizados mayormente para el control frente a desastres y/o eventos por inundaciones y la estabilización de los márgenes del río (32).

#### **2.2.1.14. Los gaviones y sus tipos:**

##### **2.2.1.14.1. Gavión Tipo caja**

Según **Meneses** menciona “estructura conformada por malla galvanizada metálica de forma paralelepípedo, de malla hexagonal doble torsión;

estas serán utilizadas en la base, tapa y las paredes frontales”(33).

#### **2.2.1.14.2. Gavión Tipo caja fuerte**

“La malla hexagonal de doble torsión se forma entrelazando los alambres tres veces y media vuelta, siguiendo las normas establecidas en la NBR 10514 y NB 710-00. Las dimensiones de esta malla son de 10x12 cm” (33).

“Se emplea principalmente en defensas hidráulicas, muros de contención, sistemas de canalización, diques, espigones, soportes y en la protección de puentes, diques marítimos y muelles”(33).

#### **2.2.1.14.3. Gaviones tipo Colchón RENO ®**

“Tienen una forma de paralelepípedo, con un área mayor y un espesor reducido. Se componen de una base y una tapa, ambas fabricadas con malla hexagonal de doble torsión. Su longitud es siempre un múltiplo de 1 metro, variando entre 3 y 6 metros, mientras que el ancho es constante en 2 metros y el espesor puede oscilar entre 0.17, 0.23 y 0.30 metros”(33).

#### **2.2.1.14.4. Gaviones tipo Colchón Reno Fuerte**

“Se caracteriza por el uso de materiales que ofrecen mayor resistencia y durabilidad, conforme a las especificaciones de la NBR 10514 y NB 710-00. Las dimensiones de la malla de la base son de 10x12

cm, con una longitud que siempre es un múltiplo de 1 m, variando entre 3 m y 6 m. El ancho es constante a 2 m, mientras que el espesor puede oscilar entre 0.30 m y 0.50 m. Estas características se emplean en protecciones hidráulicas, revestimientos de taludes, plataformas de deformación, canalizaciones y protección de taludes” (33).

#### **2.2.1.14.5. Gaviones tipo saco**

**Giancola** mencionan que estos gaviones son utilizados en estados de emergencia o también en los sitios que no son óptimos de realizar la instalación. Estos se construyen por un paño enmallado con un alambre que pasa de manera alternativa por la malla, estas mallas están fabricadas con los alambres de revestimiento de zinc y están protegidas con material de plástico. A comparación de los gaviones de tipo caja o colchón, este tipo de gaviones se tiene que armar fuera de donde se está desarrollando la obra, ya que estas se tendrán que instalar con algún tipo de maquinaria pesada(34).

#### **2.2.1.14.6. Características**

##### **a. Flexible**

Según **Orgando** menciona que “las estructuras de gaviones deben tener la capacidad de soportar cualquier tipo de presión sin llegar a romperse. Existe casos de que pueda generarse alguna deformación, pero aun así no llegan a romperse”(35).

Asimismo Suarez indica que “para que el gavión sea flexible va a depender mucho a la

cantidad de tirantes que se ponga, así como también al tipo de malla entre otros” (36).

**b. Simplicidad constructiva**

“La construcción de los gaviones deben contener 2 elementos que son básicos: como primer punto el material exterior, deberían ser enrejados de alambre y como segundo punto el material con el que se hará el relleno”(35)

**c. Permeabilidad**

Es una de las características que tienen los gaviones, ya que es muy favorable para que el agua pase y de esta manera no se genere una presión hidrostática la cual puede causar algún tipo de daño al gavión(37).

**d. Durabilidad**

Al realizar el montaje de gaviones, estos se atan con uno entre si con alambres cosidos. Lo cual generara un resultado monolítica, que ayudara a que el gavión tenga una duración mayor(35)

**e. Acabado estético**

A simple vista estos gaviones parecieran verse como una estructura rustica. Su acabado estético hace a que a que se vea de alta calidad (35)

**f. Estructura monolítica**

Este tipo de estructuras trabaja con uno solo, como menciona la norma UNE 36730:2006 dice: “para la realización de estos gaviones deben ser unidas con las demás” (35)

**g. Bajo costo**

Para construir estos gaviones no es necesario una mano de obra especializada para realizarse,

ya que los materiales se pueden conseguir en cualquier parte(35)

### **2.2.1.15. Elementos del gavión**

#### **2.2.1.15.1. Alambre de amarre**

Es un acero de polímero con alta resistencia a abrasión, estas son utilizadas en el ensamblaje de las cajas de gaviones, las cuales son mallas hexagonales de doble o triple torsion, de tal manera que cumpla la función de asegurar que la estructura tenga una presentación monolítica y que sea de resistencia al y buen rendimiento, suele ser de dimensión de diámetro de 3.2mm (38).

#### **2.2.1.15.2. Material de llenado**

Estas estructuras dependerán del peso para su estabilidad, lo cual se descarta piedras que no tengan poca dureza(38).

#### **2.2.1.15.3. geotextil**

Son utilizados como prevención de filtración de agua, ya que esta reduce los riesgos por erosión y colapso del muro de gavión, usualmente son colocadas en la base y la parte posterior del muro gaviion (38).

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

#### **2.2.2.1. Protección de riberas**

INDECI menciona que la utilización de mallas en los gaviones son utilizados Para poder controla inundaciones, con la protección de las riberas de los ríos, ya que funcionara como una barrera con alta resistencia a la fuerza del agua(39).

#### **2.2.2.2. Defensa ribereña**

##### **2.2.2.2.1. Rio**

Breña & Jacobo menciona que la corriente de agua continua caudalosa y la que va a desembocar al mar, se

tiene que tomar en cuenta el caudal de los ríos y de esta manera realizar alguna mejora a los gaviones(40).

#### **2.2.2.2.2. Caudal**

“Se refiere al volumen de agua que fluye a través de la sección transversal del río, expresado en metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ )” (40).

#### **2.2.2.2.3. Cauce**

“Es el área que está inundada durante el pico de crecida de un río”(40).

### **2.2.2.3. Clases de defensa ribereña**

#### **2.2.2.3.1. Continua**

Bustamante refiere que Se caracterizan por su gran longitud. La particularidad de la defensa ribereña es que se sostiene sobre un talud y cuenta con la presencia constante del caudal del río (41).

#### **2.2.2.3.2. Discontinua**

“Es una clase de protección en la que la estructura se sitúa de manera perpendicular al flujo del río” (41).

### **2.2.2.4. Soluciones**

#### **2.2.2.4.1. Mejoramiento de cauces**

Es de suma importante considerarlo, y de esta manera realizar una mejora hasta lo más mínimo, que este direccionado y con la descolmatación de los cauces que son generados por acciones hidráulicas que se genera por el nivel alto del caudal(41).

#### **2.2.2.4.2. Protección contra inundaciones**

Para que se realice la protección perimetral, se deberá realizar el encausamiento obligando que se haga un

desvió de los caudales ya sea por medio de canales, las cuales pueden ser definitivos o temporal eso depende de la magnitud del cauce(41).

#### **2.2.2.4.3. Defensa en los márgenes de los ríos**

Para llevar a cabo este tipo de defensa, el factor de erosión es fundamental, ya que la efectividad de cualquier estructura dependerá en gran medida de este aspecto. Las técnicas más utilizadas incluyen los muros de gaviones y los diques longitudinales (41).

### **2.3. Hipótesis**

Es una investigación descriptiva, se centra en describir las características sin probar hipótesis

### III. Metodología

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

##### 3.1.1. Nivel de investigación

La presente investigación es mixta ya que es cuantitativa y cualitativa, es se encarga de procesar los datos recolectados como son las cualidades de la variable de la defensa ribereña y asimismo representar cuantitativamente el diseño del muro de gavión.

Como menciona Sans (42) refiere que la investigación cuantitativa y cualitativa son investigaciones de manera detallada para una mejor comprensión de la investigación.

##### 3.1.2. Tipo de Investigación

El tipo de investigación es descriptivo, ya que se encargará de describir todo lo observado en la zona de estudio y recolectar datos cuantitativos para el procesamiento del diseño del muro de gavión.

Como indica Sampieri (43) es un tipo de investigación que busca describir y caracterizar un fenómeno, situación o población en un momento y lugar específico.

##### 3.1.3. Diseño de Investigación

El tipo de diseño será no experimental, ya que no se experimentará con ninguna de las variables.

Según Sampieri (43) menciona que es un tipo de diseño de investigación que no manipula variables independientes ni asigna participantes aleatoriamente a grupos de tratamiento o control.



Donde:

Mi. Defensa ribereña de ambos márgenes del rio Grande

Xi. Diseño de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña de ambos márgenes del Rio Grande.

Oi. Resultados

Yi. Mejora de la defensa ribereña de ambos márgenes del Rio Grande

## **3.2. Población y Muestra**

### **3.2.1. Población**

Según Hernández (44) menciona que “la población es fijar con precisión el lugar, personas u objetos que estarán sujetas a la investigación”

Estará compuesta por 680 ml de ambos márgenes del rio Grande, del caserío Santa Isabel

### **3.2.2. Muestra**

Hernández (44) refiere como “La muestra a la cantidad representativa de la población para su respectivo su análisis”

La muestra estará compuesta por 680ml de ambos márgenes del rio Grande, del caserío Santa Isabel.

### 3.3. Variables. Definición y Operacionalización

**Tabla 1.** Cuadro de operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala de medición
<b>Diseño de muro de gavión</b>	Obinna (20) Este diseño de estructura es apta para la presión del suelo, debido a que al ser flexible ayuda a que se realice una deformación de suelo, que es suficiente para llegar a la capacidad de corte correspondiente a comparación con el estado de reposo. Al utilizar estos gaviones como algún tipo de estructura de contención, se le debe considerar como muros de contención por gravedad.	Se realizará los estudios previos que se requiere para conocer el terreno, el comportamiento del flujo de agua y el tipo de terreno donde se colocará los gaviones.	Estudio topográfico	Ubicación de BM's	De razón
				Puntos topográficos	
			Estudio hidrológico e hidráulico	Precipitación	De razón
				Caudal de diseño	
				Tirante máximo	
				Pendiente	
				Coefficiente de rugosidad	
			Estudio de mecánica de suelos	Profundidad de socavación e inundación	De razón
				Capacidad de carga	
				Contenido de humedad	
				Granulometría	
				Límites de consistencia	
				Peso específico	De razón
	Corte directo				
<b>Mejora de la defensa ribereña</b>	Acciones y estrategias implementadas para aumentar la eficacia y eficiencia de las estructuras y sistemas de defensa ribereña, con el objetivo de reducir riesgo de inundaciones, erosión y daños a infraestructuras y comunidades.	Se diseñará el muro de gavión como mejora de la defensa ribereña del río Grande.	Diseño de muro de gavión	Dimensiones	De razón
				Tipo de gavión	
				Plano de detalle	
				Diseño	

**Fuente:** Elaboración propia – 2024.

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

#### **3.4.1. Técnicas de recolección de información**

La técnica que se aplicara será la observación, ya que se recolectara todos los datos observados en campo para luego ser procesados en gabinete.

En este caso en el levantamiento topográfico se realizara la visita in situ para recolectar los puntos topográficos, y en la mecánica de suelos la realización de calicatas para la obtención de información del tipo de suelo o terreno.

#### **3.4.2. Instrumentos de recolección de información**

Según Monje (45) menciona que los instrumentos tienen como función recolectar y medir la información, las cuales deben estar vinculadas con el diseño de la investigación con el fin de dar cumplimiento a los objetivos planteados.

Se elaborará una ficha técnica de recolección de datos, donde se obtendrán los datos del levantamiento topográfico y de la mecánica de suelos.

### **3.5. Método de análisis de datos**

En base al nivel de investigación es cuantitativa, en este caso se utilizara herramientas como el Excel para analizar los datos numéricos recopilados in situ, los cuales están representados por el levantamiento topográfico, los estudios hidráulicos-hidrologicos y la mecánica de suelos; para luego ser procesados mediante un modelo matemático plasmado en formulas en la herramienta Excel lo cual permitirá el adecuado diseño del tipo de muro de gavión que permitirá funcionar como defensa ribereña del rio Grande. Asimismo, se tendrá la forma cualitativa, lo cual correspondió en examinar documentos, informes y entrevistar a los lugareños para identificar las zonas vulnerables y/o específicos con daños severos. Toda esta recolección de datos se realizará mediante fichas de recolección de datos previamente aprobadas y validadas por ingenieros expertos en el tema de investigación. Finalmente, teniendo todo el producto recopilado y procesado, lo cual se mostrara en los resultados del informe final de la presente investigación

### **3.6. Aspectos Éticos**

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

Se solicitará el consentimiento de los involucrados, sin afectar ninguna de las partes, cumpliendo con cada una de las normas establecidas.

**3.6.2. Cuidado del medio ambiente**

Se priorizará el cuidado del medio ambiente, sin causar algún daño, protegiendo y considerando las normativas de las mismas.

**3.6.3. Libre participación y derecho a estar informado**

La participación será libre, los participantes tendrán el derecho de estar informados sobre la investigación y con que objetivo se desarrollara.

**3.6.4. Beneficencia y no maleficencia**

La investigación se realizará, sin causar algún daño ni malicia. Se actuara para el beneficio y de esta manera se pueda promover el bien a la población.

**3.6.5. Integridad y honestidad**

Se actuará rigiéndose a los principios de ética y los valores, de manera honesta para el bienestar de los involucrados.

**3.6.6. Justicia**

Se realizará por afinidad, donde los involucrados de la investigación pasaran por una evaluación razonable.

#### IV. RESULTADOS

##### Primer objetivo específico: Identificación de las zonas vulnerables de ambos márgenes del río Grande

**Tabla 2.** Ficha de inspección

FICHA DE INSPECCIÓN		
Diseño del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña de ambos márgenes del río Grande, en el Puente Matua, del Caserío Santa Isabel, distrito de Yautan, provincia de Casma, región Ancash - 2024		
AUTOR		Elmer Gamarra Padilla
1.- DATOS GENERALES		
1.1.- REGION: Ancash	1.2.- PROVINCIA: Casma	1.3.- DISTRITO: Yautan
FECHA: 16/11/2024		
CALIDAD DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE DEFENSA RIBEREÑA	RESPUESTA	
1. ¿Cuenta con defensa ribereña los 680ml de borde de río?	SI	NO
2. ¿Hay pendientes donde discurran las aguas pluviales?	SI	NO
3. ¿Tiene pendientes longitudinales?	SI	NO
4. ¿Cumple con las condiciones hidráulicas?	SI	NO
5. ¿Cuenta con el área mínima de capacidad?	SI	NO
6. ¿Hay red de conductores subterráneos?	SI	NO
7. ¿Existe sedimentación?	SI	NO
8. ¿Existe zonas agrícolas cercanas a la faja marginal?	SI	NO
9. ¿Existe zonas urbanas invadiendo la faja marginal del río Grande?	SI	NO

**Fuente:** Elaboración propia – 2024

**Interpretación:** Los márgenes del río Grande, del puente Matua, del Caserío de Santa Isabel no cuenta con defensa ribereña. existen diversas áreas de cultivos y viviendas y es por ello que urge reforzar las defensas en estado crítico del tramo del cauce que se encuentra colmatado por falta de mantenimiento y el paso del ciclón

Yaku. Las estructuras de soporte se encuentran deterioradas por las corrientes de agua que vienen de los sectores aguas arriba lo cual aumento el caudal del rio y colmato el cauce en el tramo de intervención. Con el paso del ciclón Yaku en el mes de marzo del 2023 hubo presencia de intensas precipitaciones pluviales provocando fuertes daños como desborde hacia los terrenos de cultivo, daños en la ribera del rio Grande, afectación de caminos de herradura, trochas con lodo fangoso, deslizamiento de rocas a la vía y al cauce del rio.

**Fotografía 1.** Situación actual del rio Grande

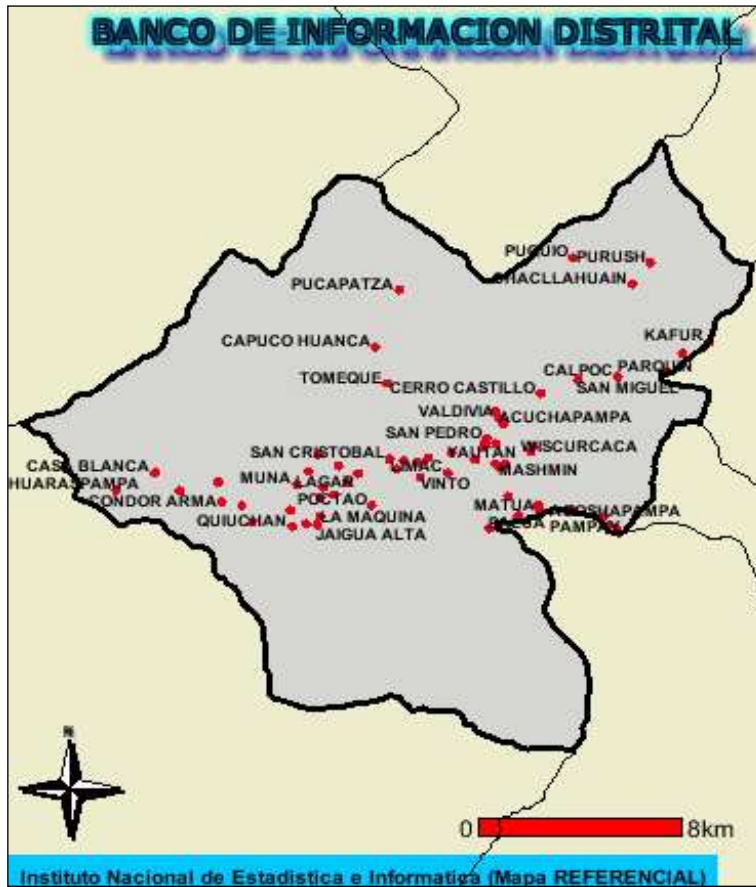


**Fuente:** Elaboración propia

**Segundo objetivo específico: Proponer el diseño del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña de ambos márgenes del rio Grande.**

Para la propuesta de diseño del muro de gaviones, se identificará la zona de estudio

**Imagen 1.** Ubicación distrito de Yautan



**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística e Informática

**Se realizó el levantamiento topográfico mediante vuelo fotogramétrico**

**Imagen 2.** Imagen satelital del Rio Grande



**Fuente:** Google Earth – 2024

**Imagen 3.** Plan de vuelo



**Fuente:** Elaboración propia – 2024.

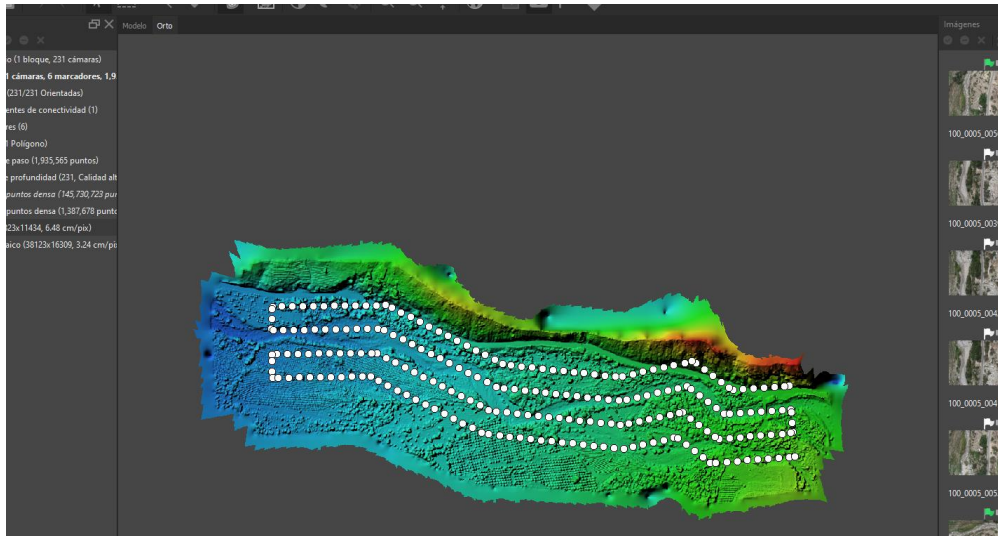
**Interpretación:** El planeamiento de vuelo fue desarrollado en un portátil apoyado al software Google Earth y ejecutado desde el aplicativo DJI GS RTK. El planeamiento se desarrolló considerando los siguientes ajustes y calibración de parámetros de captura de información; como tamaño del pixel, altura de vuelo, líneas de vuelo, velocidad de vuelo, traslape de las imágenes y duración de vuelo; que nos permitieron cubrir los 680 metros del área de interés. Para la elaboración del DEM (modelo digital de elevación), se utilizó traslapes de un 80% longitudinal y un 70% transversal, usando un plan de toma de imágenes en cuadrícula y una altura de vuelo constante.

**Tabla 3.** Puntos de fotocontrol de vuelo fotogramétrico

<b>TABLA DE COORDENADAS DE PF (Punto de Fotocontrol)</b>				
<b>PUNTO</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>COTA</b>	<b>DESCRIPCION</b>
1	174806.6070	8944890.8190	739.531	FC1
2	174655.7030	8944861.1600	733.874	FC2
3	174502.1050	8944840.6840	729.356	FC3
4	174355.4010	8944941.7190	724.099	FC4
5	174182.5370	8944984.7300	717.452	FC5
6	174066.789	8944987.948	712.444	FC6

**Fuente:** Elaboración propia – 2024

#### Imagen 4. Área en procesamiento



**Fuente:** Elaboración propia – 2024.

**Interpretación:** Concluido el proceso de aerotriangulación se observa los reportes, el cual nos muestra la información relevante por acápite de resumen, ortoimagen previa incluido el modelo digital de superficie, detalles de calibración de las imágenes aéreas, detalles del ajuste por haces en bloque, detalles de georreferenciación incluido la relación de los puntos de fotocontrol usados en el vuelo y detalles de la densificación de la nube de puntos.

**Imagen 5. Ortofoto**



Fuente: Elaboración propia – 2024

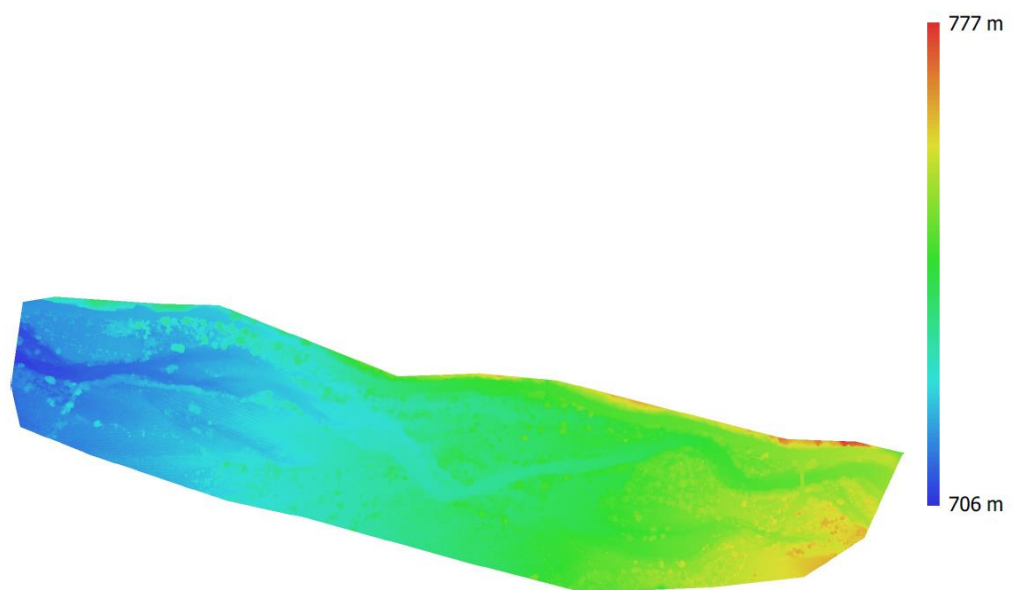
**Imagen 6.** Puntos de control terrestre



**Fuente:** Elaboración propia – 2024

**Interpretación:** El color indica el error en Z mientras el tamaño y forma de la elipse representa el error en XY. Las posiciones estimadas de puntos de apoyo se marcan con puntos o cruces.

**Imagen 7.** Modelo digital de elevaciones



**Fuente:** Elaboración propia – 2024.

**Se realizo el estudio de hidrología e hidráulica fluvial**

**Tabla 4.** Estaciones meteorológicas

Estación	Geograficas		UTM		Altitud (msnm)	Período
	Latitud W	Longitud S	Este (m)	Norte (m)		
Anta	9°21'00.00"	77°36'00.00"	214410.14	8965399.14	2801.66	1977 - 2001
Santiago Antunez	9°30'59.50"	77°31'29.50"	222801.92	8947030.86	3075.76	2009 - 2018
Recuay	9°43'00.00"	77°27'00.00"	231183.88	8924943.12	3505.35	1993 - 2012
Querococha	9°41'27.00"	77°21'06.00"	241959.19	8927877.97	4484.34	1975 - 1995
Yungay	9°08'30.79"	77°44'59.91"	197747.03	8988308.13	2453.81	2003 - 2019
Pariacoto	9°33'6.61"	77°53'15.41"	182978.78	8942810.95	1312.00	1995 - 2019

Fuente: SENAMHI, CORPAC S.A

**Interpretación:** Para el estudio hidrológico, la información de precipitación requerida corresponde a la red de estaciones vecinas a la cuenca colectora, mismos que se muestran.

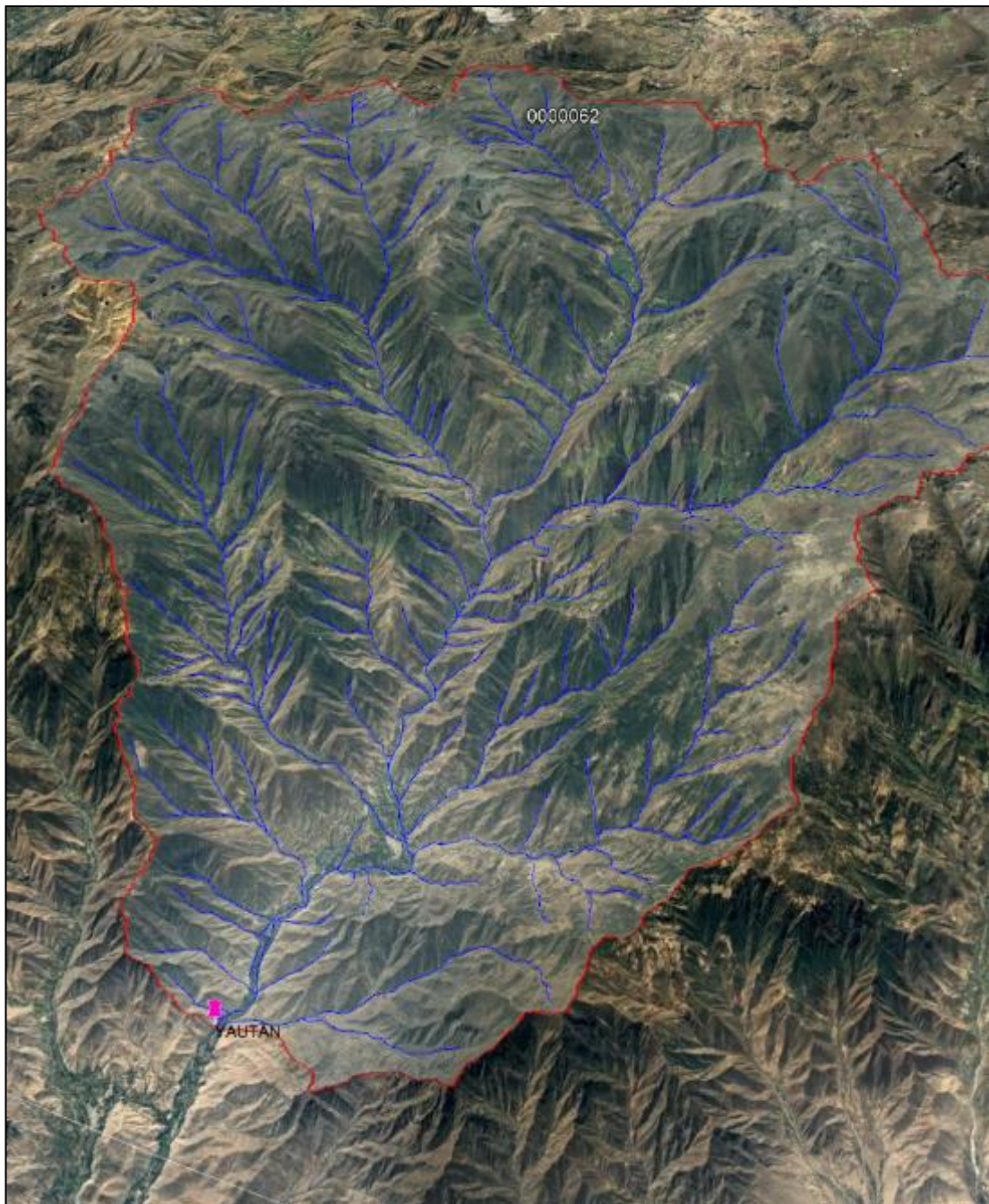
**Tabla 5.** Características Geomorfológicas de la cuenca

Características	Cuenca rio Grande
<b>AREA DE LA CUENCA (km<sup>2</sup>):</b>	915.74
<b>Desnivel (Km):</b>	3.85
<b>PENDIENTE DEL CAUCE:</b>	
Pendiente uniforme:	8.00%
<b>LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL (km):</b>	48.13

Fuente: Elaboración propia - 2024

**Interpretación:** La sub cuenca del río Grande (Yautan), se ubica dentro de la cuenca del rio Casma, presenta un área total de 915.74km<sup>2</sup>, el cauce más largo que recorre es de 48.13km, bajando en elevación desde una cota de 4600.00msnm, correspondiente al punto mas alto, hasta los 750msnm cota correspondiente al Sector mutua.

**Imagen 8.** Cuenca de aporte



**Fuente:** Extraído del Google Earth - Arcgis

**Procesamiento precipitaciones máximas 24 horas**

Estas pruebas fueron realizadas para evaluar la independencia y homogeneidad de una serie pluviométrica, para el presente proyecto usaron la prueba de Anderson, Man Kendall y la prueba estadística de Herlmert

**Tabla 6.** Prueba de Anderson – Estación Pariacoto

Año	Est	$x_t$	$\varepsilon_{t1}$
1995	13.30	1995	-0.2940
1996	18.20	1996	0.0017
1997	10.30	1997	-0.4750
1998	37.20	1998	1.1481
1999	5.70	1999	-0.7526
2000	15.50	2000	-0.1612
2001	9.00	2001	-0.5534
2002	49.10	2002	1.8662
2003	11.70	2003	-0.3905
2004	6.00	2004	-0.7345
2005	11.70	2005	-0.3905
2006	11.70	2006	-0.3905
2007	7.90	2007	-0.6198
2008	28.50	2008	0.6232
2009	18.00	2009	-0.0104
2010	11.40	2010	-0.4086
2011	4.60	2011	-0.8189
2012	14.20	2012	-0.2397
2013	14.20	2013	-0.2397
2014	9.40	2014	-0.5293
2015	21.00	2015	0.1706
2016	7.80	2016	-0.6258
2017	81.00	2017	3.7910
2018	13.30	2018	-0.2940
2019	23.60	2019	0.3275
<b>n° datos</b>	<b>25.00</b>		
<b>media</b>	<b>18.17</b>		
<b>desv. Estandar</b>	<b>16.57</b>		
<b># Desfases</b>	<b>8.00</b>		

Fuente: SENAHMI

$x_t$	$E_{t0}$	$E_{t1}$	$E_{t2}$	$E_{t3}$	$E_{t4}$	$E_{t5}$	$E_{t6}$	$E_{t7}$	$E_{t8}$
1995	-0.294								
1996	0.002	-0.294							
1997	-0.475	0.002	-0.294						
1998	1.148	-0.475	0.002	-0.294					
1999	-0.753	1.148	-0.475	0.002	-0.294				
2000	-0.161	-0.753	1.148	-0.475	0.002	-0.294			
2001	-0.553	-0.161	-0.753	1.148	-0.475	0.002	-0.294		
2002	1.866	-0.553	-0.161	-0.753	1.148	-0.475	0.002	-0.294	
2003	-0.391	1.866	-0.553	-0.161	-0.753	1.148	-0.475	0.002	-0.294
2004	-0.734	-0.391	1.866	-0.553	-0.161	-0.753	1.148	-0.475	0.002

2005	-0.391	-0.734	-0.391	1.866	-0.553	-0.161	-0.753	1.148	-0.475
2006	-0.391	-0.391	-0.734	-0.391	1.866	-0.553	-0.161	-0.753	1.148
2007	-0.620	-0.391	-0.391	-0.734	-0.391	1.866	-0.553	-0.161	-0.753
2008	0.623	-0.620	-0.391	-0.391	-0.734	-0.391	1.866	-0.553	-0.161
2009	-0.010	0.623	-0.620	-0.391	-0.391	-0.734	-0.391	1.866	-0.553
2010	-0.409	-0.010	0.623	-0.620	-0.391	-0.391	-0.734	-0.391	1.866
2011	-0.819	-0.409	-0.010	0.623	-0.620	-0.391	-0.391	-0.734	-0.391
2012	-0.240	-0.819	-0.409	-0.010	0.623	-0.620	-0.391	-0.391	-0.734
2013	-0.240	-0.240	-0.819	-0.409	-0.010	0.623	-0.620	-0.391	-0.391
2014	-0.529	-0.240	-0.240	-0.819	-0.409	-0.010	0.623	-0.620	-0.391
2015	0.171	-0.529	-0.240	-0.240	-0.819	-0.409	-0.010	0.623	-0.620
2016	-0.626	0.171	-0.529	-0.240	-0.240	-0.819	-0.409	-0.010	0.623
2017	3.791	-0.626	0.171	-0.529	-0.240	-0.240	-0.819	-0.409	-0.010
2018	-0.294	3.791	-0.626	0.171	-0.529	-0.240	-0.240	-0.819	-0.409
2019	0.328	-0.294	3.791	-0.626	0.171	-0.529	-0.240	-0.240	-0.819
<b>Coef. Auto</b>	<b>1.0000</b>	<b>-0.2278</b>	<b>0.0946</b>	<b>-0.2732</b>	<b>0.1667</b>	<b>-0.1379</b>	<b>-0.0648</b>	<b>-0.0345</b>	<b>-</b>
<b>Desfase</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>

Tabla 7. Bandas de confianza – Estación Pariacoto

<b>LG_H</b>	<b>0.3562</b>	<b>0.3628</b>	<b>0.3698</b>	<b>0.3772</b>	<b>0.3850</b>	<b>0.3934</b>	<b>0.4024</b>	<b>0.4119</b>
<b>LG_L</b>	<b>-0.4432</b>	<b>-0.4537</b>	<b>-0.4650</b>	<b>-0.4772</b>	<b>-0.4903</b>	<b>-0.5045</b>	<b>-0.5200</b>	<b>-0.5369</b>

Fuente: SENAEMI

Tabla 8. Gráfica de correlograma – Estación Pariacoto:

# Puntos fuera	0.0000
# Total	8.0000
% Puntos dentro	100%

Fuente: SENAEMI

Tabla 9. Prueba Mann Kendall – Estación Pariacoto

Año	Est	si	ti
1995	13.30	11.00	12.00
1996	18.20	6.00	17.00
1997	10.30	15.00	7.00
1998	37.20	2.00	19.00
1999	5.70	19.00	1.00
2000	15.50	6.00	13.00
2001	9.00	14.00	4.00
2002	49.10	1.00	16.00
2003	11.70	8.00	6.00
2004	6.00	14.00	1.00
2005	11.70	8.00	5.00
2006	11.70	8.00	5.00
2007	7.90	10.00	2.00
2008	28.50	1.00	10.00
2009	18.00	3.00	7.00
2010	11.40	6.00	3.00
2011	4.60	8.00	0.00
2012	14.20	3.00	3.00
2013	14.20	3.00	3.00
2014	9.40	4.00	1.00
2015	21.00	2.00	2.00
2016	7.80	3.00	0.00
2017	81.00	0.00	2.00
2018	13.30	1.00	0.00
2019	23.60	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia - 2024

Tabla 10. Homogeneidad de la información – Estación Pariacoto

<b>N° datos</b>	25
<b>media</b>	18.17
<b>desv. Estándar</b>	16.57
<b>T:</b>	156.00
<b>I:</b>	139.00
<b>S:</b>	17.00
<b>V:</b>	0.37
<b>Vcrit:</b>	1.64
<b>Evaluación:</b>	<b>VERDADERO</b>

Fuente: SENAEMI

Tabla 11. Prueba de Helmet – Estación Pariacoto

<b><i>P media</i></b>		<b><i>18.172</i></b>	
<b>Año</b>	<b>Est</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>
1995	13.30	-	C
1996	18.20	+	C
1997	10.30	-	C
1998	37.20	+	C
1999	5.70	-	S
2000	15.50	-	S
2001	9.00	-	C
2002	49.10	+	C
2003	11.70	-	S
2004	6.00	-	S
2005	11.70	-	S
2006	11.70	-	S
2007	7.90	-	C
2008	28.50	+	C
2009	18.00	-	S
2010	11.40	-	S
2011	4.60	-	S
2012	14.20	-	S
2013	14.20	-	S
2014	9.40	-	C
2015	21.00	+	C
2016	7.80	-	C
2017	81.00	+	C
2018	13.30	-	C
2019	23.60	+	C

Tabla 12. Información – Estación Pariacoto

N° datos	25
media	18.17
desv. Estándar	16.57
S=	11
C=	14
S-C	-3.00
VL:	-4.90
VH:	4.90
Evaluación:	<b>VERDADERO</b>

Fuente: SENAHMI.

## Análisis de distribuciones teóricas de precipitación máxima de 24 h

**Tabla 13.** Prueba Kolmogorov – Smirnov – Estación Pluviométrica – Pariacoto

Distribución Probabilística	Delta calculado $\Delta^2c$	Delta tabular $\Delta^2t$	Los datos se ajustan a la distribución
Normal	0.2301	0.2720	Si
Log Normal 2 parámetros	0.1131	0.2720	Si
Log Normal 3 parámetros	0.0705	0.2720	Si
Gamma 2 parámetros	0.1606	0.2720	Si
Gamma 3 parámetros	-----	0.2720	No
Log Pearson tipo III	0.0736	0.2720	Si
Gumbel	0.1624	0.2720	Si
Log Gumbel	0.0814	0.2720	Si

Fuente: SENAHMI.

**Tabla 14.** Precipitación Máxima 24 h para diferentes periodos de retorno

Tr(años)	P(Pp>Po)	P(Pp<Po)	Estación					
			Anta	Santiago Antunez de Mayolo	Recuay	Querococha	Yungay	Pariacoto
			Ppmáx(mm)					
500	0.002	0.998	58.88	96.47	70.04	76.18	58.07	133.5
300	0.003	0.997	56.57	87.11	66.59	72.76	55.91	115.58
200	0.005	0.995	54.7	80.32	63.85	70.03	54.15	102.58
100	0.01	0.99	51.43	69.91	59.15	65.33	51.01	82.67
50	0.02	0.98	48.05	61	54.43	60.55	47.71	65.45
25	0.04	0.96	44.54	52.86	49.68	55.64	44.2	50.66
10	0.1	0.9	39.62	43.75	43.28	48.82	39.1	34.39
5	0.2	0.8	35.56	37.66	38.21	43.18	34.67	24.25
3	0.334	0.667	32.23	33.43	34.17	38.51	30.84	17.79
2	0.5	0.5	29.2	30.04	30.55	34.16	27.15	13.15

Fuente: SENAHMI

**Interpretación:** Los valores de precipitación máxima en 24 horas calculadas en la tabla 14, se han afectado, de acuerdo a la recomendación que realiza la Organización Meteorológica Mundial, por un factor de 1.13, que toma en cuenta el número de lecturas en el pluviómetro por día, que se asume por seguridad en 1 vez por día.

Tabla 15. Precipitación máxima 24h ajustada para el tiempo de retorno

Periodo de Retorno	Pmax. Sin corrección	Pmax. Con corrección (*)
	Est. Pariacoto (mm)	Est. Pariacoto (mm)
500	133.50	150.855
300	115.58	130.6054
200	102.58	115.9154
100	82.67	93.4171
50	65.45	73.9585
25	50.66	57.2458
10	34.39	38.8607
5	24.25	27.4025
3	17.79	20.1027
2	13.15	14.8595

Fuente: SENAEMI – 2024

### Regionalización de la precipitación máxima de 24 horas

$$P(t) = A * (H) + B$$

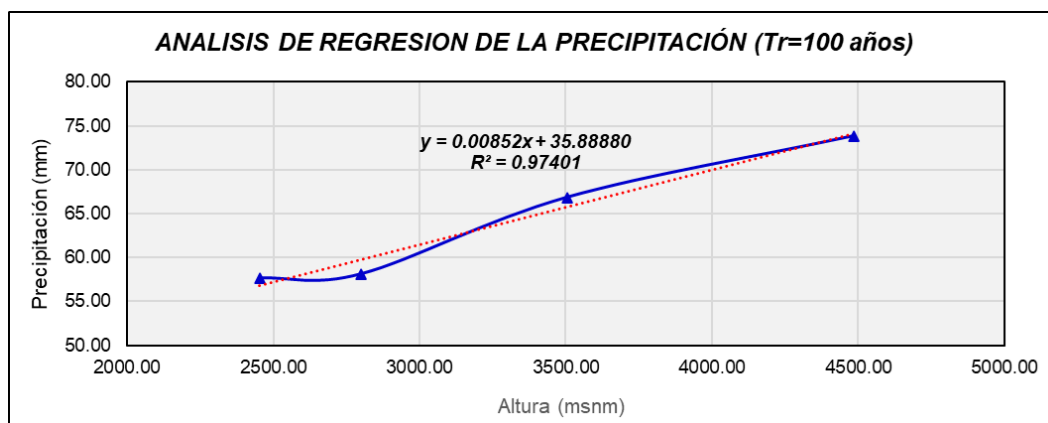
Tabla 16. Regionalización precipitación máxima 24 horas

ESTACIÓN	Altura (msnm)	Distribución de Ajuste	Prueba de hipótesis		Pp.correg. Tr (años)
			Tc	Tt	100
Pariacoto	1346.49	Log Normal 3 parámetros	0.0705	0.272	93.42
Pp. Máxima 24 horas	Ecuación		R	Correlación	
Tr 100	PP <sub>100</sub> = 0.00852H + 35.88880		0.9869194	Muy buena	

**Fuente:** Elaboración propia – 2024

**Interpretación:** La estación Pariacoto, representa la tendencia para la regresión y además presenta mayor número de data disponible. La relación entre la precipitación máxima 24 horas para el periodo de retorno de 100 años y la altitud de tipo potencial, representa una regionalización de 0.9869194 y su correlación es muy buena.

**Imagen 9.** Regionalización precipitación máxima 24 horas – Tr (100 años)



**Fuente:** Elaboración propia – 2024.

**Interpretación:** Se generó las curvas de isoyetas o Isoyetas para el periodo de retorno de 100 años.

**Precipitación promedio de precipitaciones máximas 24 horas**

**Tabla 17.** Isoyeta cuenca colectora Rio Grande – Tr 100 años

Área de la cuenca : 915.74 Km<sup>2</sup>

Isoyeta			PP Entre Isoyetas	Area Entre Isoyetas	P <sub>i</sub> * A <sub>i</sub>	PP Media (mm)
Inf.	-	Sup.	P <sub>i</sub>	A <sub>i</sub>		S (P <sub>i</sub> * A <sub>i</sub> ) / S A <sub>i</sub>
			P <sub>i</sub>	A <sub>i</sub>		P <sub>ai</sub>
44	-	45.0	44.5	3.02	134.43	
45.0	-	46.0	45.5	13.75	625.50	
46.0	-	47.0	46.5	12.24	569.01	
47.0	-	48.0	47.5	25.68	1219.65	
48.0	-	49.0	48.5	19.43	942.37	
49.0	-	50.0	49.5	16.46	814.81	
50.0	-	51.0	50.5	14.90	752.41	
51.0	-	52.0	51.5	14.69	756.76	
52.0	-	53.0	52.5	14.95	784.90	
53.0	-	54.0	53.5	16.69	892.98	
54.0	-	55.0	54.5	25.70	1400.78	
55.0	-	56.0	55.5	22.17	1230.41	
56.0	-	57.0	56.5	21.07	1190.39	
57.0	-	58.0	57.5	21.38	1229.12	
58.0	-	59.0	58.5	22.63	1323.88	
59.0	-	60.0	59.5	22.94	1364.79	
60.0	-	61.0	60.5	22.48	1359.85	
61.0	-	62.0	61.5	20.66	1270.54	
62.0	-	63.0	62.5	19.97	1248.00	
63.0	-	64.0	63.5	21.48	1363.88	

64.0	-	65.0	64.5	22.81	1471.22	
65.0	-	66.0	65.5	26.16	1713.69	
66.0	-	67.0	66.5	30.59	2034.37	
67.0	-	68.0	67.5	32.95	2223.94	
68.0	-	69.0	68.5	39.86	2730.36	
69.0	-	70.0	69.5	45.98	3195.44	
70.0	-	71.0	70.5	60.54	4268.35	
71.0	-	72.0	71.5	61.80	4418.59	
72.0	-	73.0	72.5	64.20	4654.85	
73.0	-	74.0	73.5	49.66	3650.30	
74.0	-	75.0	74.5	52.92	3942.18	
75.0	-	76.0	75.5	43.80	3307.02	
76.0	-	76.9	76.4	12.19	931.52	
			<b>S</b>	<b>915.74</b>	<b>59 016.27</b>	<b>64.45</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** La precipitación máxima 24 horas promedio para periodo de retorno 100 años, en la cuenca colectora es igual a 64.45mm.

#### **Estimación de máximas avenidas**

Los resultados de las precipitaciones, se realizaron mediante modelado de precipitación – escorrentía, fue realizado mediante el modelo HEC-HMS (modelo de análisis de crecientes), para estimación de caudales máximas instantáneas de tormentas de diseño.

Tabla 18. Caudal máximo de diseño

<i>Sub - Unidad</i>	<i>Área drenaje</i>	<i>Caudal Pico</i>
	<i>Km<sup>2</sup></i>	<i>m<sup>3</sup>/s</i>
Yautan	915.74	190.20

Fuente: Elaboración propia – 2024.

**Interpretación:** Se tiene un caudal pico de 190.20 m<sup>3</sup>/seg para un periodo de retorno de 100 años.

#### **Hidráulica Fluvial**

El rio Grande tiene una características de un rio con régimen no torrentoso de sección muy irregular.

Tabla 19. Coeficiente de rugosidad de Manning calculados para los bancos de inundación

Calicata	Profundidad (m)	Descripcion	D <sub>50</sub> (mm)	D <sub>50</sub> (pulg)	H (cm)	Altura Total (m)	Pendiente	n
C-01	0.00 - 1.00	Llanura de inundación	11.50	0.453	0.10	1.50	0.08	0.027

Fuente: Elaboración propia – 2024.

**Interpretación:** El coeficiente de rugosidad de Manning para el cauce del rio Grande (Yautan), tiene un valor igual a  $n=0.027$ .

**Tabla 20.** Tabla de Cowan para determinar la influencia de diversos factores sobre el coeficiente n

CONDICIONES DEL CANAL		VALORES	
Material Involucrado	Tierra	n <sub>0</sub>	0.020
	Corte en Roca		0.025
	Grava Fina		0.024
	Grava Gruesa		0.028
Grado de Irregularidad	Suave	n <sub>1</sub>	0.000
	Menor		0.005
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
Variaciones de la Sección Transversal	Gradual	n <sub>2</sub>	0.000
	Ocasionalmente Alternante		0.050
	Frecuentemente Alternante		0.010 - 0.015
Efecto Relativo de las Obstrucciones	Insignificante	n <sub>3</sub>	0.000
	Menor		0.010 - 0.015
	Apreciable		0.020 - 0.030
	Severo		0.040 - 0.060
Vegetación	Baja	n <sub>4</sub>	0.005 - 0.010
	Media		0.010 - 0.025
	Alta		0.025 - 0.050
	Muy Alta		0.050 - 0.100
Grado de los Efectos por Meandro	Menor	n <sub>5</sub>	1.000
	Apreciable		1.150
	Severo		1.300

**Fuente:** Elaboración propia – 2024.

**Interpretación:** Los coeficientes de rugosidad de Manning, son promedios del tramo en estudio, teniendo en cuenta que estos valores resultantes son relativamente bajos respecto a los observados durante a la visita a campo.

**Tabla 21.** Coeficientes de rugosidad de Manning para el tramo en estudio

Coeficientes de rugosidad de Manning		
BII	Canal principal	BID
Desmonte, maleza dispersa y Escombros	Guijarros	Desmonte, maleza dispersa y Escombros
n = 0.027	n = 0.035	n = 0.027

Fuente: Banco de inundación izquierda; BID: Banco de inundación derecha.

## Estudio de Mecánica de suelos del Rio Grande

**Tabla 22.** Clasificación de los perfiles de suelo

Perfil	Tipo de Suelo	V <sub>s30</sub> (m/s)
S <sub>0</sub>	Roca dura	>1500
S <sub>1</sub>	Roca o Suelos muy rígidos	500-1500
S <sub>2</sub>	Suelos intermedios	180-500
S <sub>3</sub>	Suelos Blandos	<180
S <sub>4</sub>	Clasificación basada en el Estudio de Mecánicas de Suelos	

Fuente: RNE – E030, 2018.

**Interpretación:** El perfil tipo S2 (suelos intermedios), corresponden a suelos intermedios, con velocidades de propagación de onda de corte Vs entre 180 y 500 m/s incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre: suelos granulares y arenosos.

**Tabla 23.** Valores de factor suelo

Factor de Suelo "S"				
SUELO ZONA	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0.80	1.00	1.05	1.10
Z <sub>3</sub>	0.80	1.00	1.15	1.20
Z <sub>2</sub>	0.80	1.00	1.20	1.40
Z <sub>1</sub>	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: RNE – E030, 2018.

**Tabla 24.** Valores de periodo TP y TL

Factor de Suelo "S"				
	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>P</sub>	0.30	0.4	0.6	1.0
T <sub>L</sub>	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: RNE – E030, 2018.

Donde: TP (periodo que define la plataforma del factor C) y TL (periodo que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante).

**Tabla 25.** Cantidad de calicatas

Calicata	Ubicación	Prof (m)	Nivel freático	Observación
C-1	Aguas Arriba del Rio Grande - Yaután	1.50	N.P.	No se encontró roca, pero al ser cauce de río, existe la presencia de <del>bolonera</del> de distintos diámetros.

Fuente: Elaboración propia – 2024.

**Tabla 26.** Resumen de la exploración de campo

Calicata	Ubicación	Prof (m)	Tipo de Muestra
C-1	Aguas Arriba del Rio Grande - Yautan	1.50	Mab.01

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 27.** Resumen de ensayos estándar de laboratorio

Calicata	Muestra/ Profundidad	Pasa Malla N° 200	Limite Liquido	Índice Plástico	Humedad	Clasificación SUCS
C-01	Mab-01 1.50	3.67	0.00	0.00	3.87	GP

Fuente: Elaboración propia – 2024.

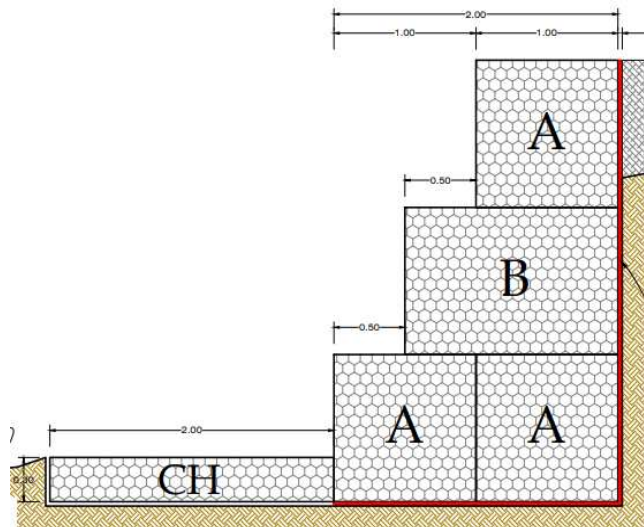
**Interpretación:** La calicata tiene hasta las 1.50 m, un suelo con mayor porcentaje de gravas y arenas sin presencia de plasticidad de color gris y olor natural del suelo, contenido de humedad bajo debido a que en la fecha del estudio no se tuvo precipitaciones. El material estudiado está conformado por 55.68% de gravas, 40.66% de arenas y 3.67% de finos, resultando una clasificación SUCS: Grava Mal Graduada (GP), en la fecha que se realizó no se encontró presencia del nivel freático.

**Tercer objetivo específico: Determinar la mejora de la defensa ribereña de ambos márgenes del rio Grande.**

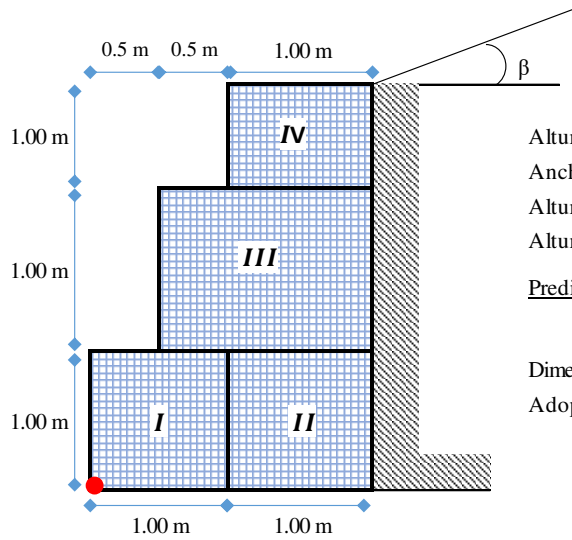
Propuesta de diseño de muro de gavión para una peso de terreno de 1.68 tn/m<sup>3</sup>, peso de piedra de 2.70 tn/m<sup>3</sup>, Angulo de fricción de 29.30° y una capacidad portante de 1.28 kg/cm<sup>2</sup>.

**GEOMETRÍA DEL MURO:**

Por consideraciones de diseño, el gavión tipo colchón (CH) actua como un empuje pasivo.



Siendo la geometría considerada para el diseño la siguiente:



Altura de cada bloque	:	$h_B =$	1.00 m
Ancho de cada bloque	:	$b_B =$	1.00 m
Altura total del muro	:	$H_T =$	3.00 m
Altura de colchon	:	$H_c =$	0.30 m

Predimensionado de la base:  $B = \frac{1}{2}(1 + H_T)$

Dimensión de la base	:	$A_B =$	2.00 m
Adoptamos una base de	:	$B =$	2.00 m

### CÁLCULO DEL EMPUJE ACTIVO:

#### - EMPUJEACTIVO:

Coefficiente de empuje activo:

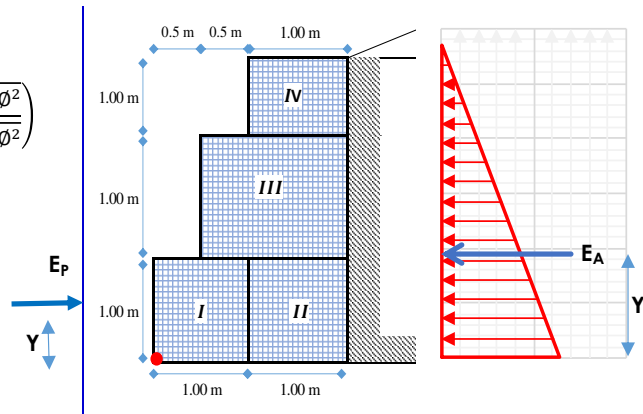
$$K_a = \cos \beta * \left( \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos \beta^2 - \cos \phi^2}}{\cos \beta + \sqrt{\cos \beta^2 - \cos \phi^2}} \right)$$

$$K_a = 0.342838435$$

Cálculo del empuje activo:

$$E_A = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_s * H_T^2$$

$$E_A = 2.5919 \text{ tn}$$



Altura de aplicación del empuje activo:

$$Y = \frac{H_T}{3} = 1.000 \text{ m}$$

#### - EMPUJE PASIVO:

Coefficiente de empuje pasivo:

$$K_p = \cos \beta * \left( \frac{\cos \beta + \sqrt{\cos \beta^2 - \cos \phi^2}}{\cos \beta - \sqrt{\cos \beta^2 - \cos \phi^2}} \right)$$

$$K_p = 2.916825826$$

Cálculo del empuje pasivo:

$$E_p = \frac{1}{2} * K_p * \gamma_s * H_c^2$$

$$EP = 0.2205 \text{ tn}$$

Altura de aplicación del empuje pasivo:

$$Y = \frac{H_c}{3} = 0.100 \text{ m}$$

**ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD:**

**- CÁLCULO DEL PESO TOTAL Y MOMENTO RESISTENTE:**

FIG.	TIPO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	PESO UNITARIO	PESO PARCIAL	BRAZO X (m)	MOMENTO (tn-m)
I	Gavión	1.000	2.70 tn/m <sup>3</sup>	2.70 tn/m	0.500	1.3500
II	Gavión	1.000	2.70 tn/m <sup>3</sup>	2.70 tn/m	1.500	4.0500
III	Gavión	1.500	2.70 tn/m <sup>3</sup>	4.05 tn/m	1.250	5.0625
IV	Gavión	1.000	2.70 tn/m <sup>3</sup>	2.70 tn/m	1.500	4.0500
			$\Sigma =$	12.15 tn/m	$\Sigma =$	14.513

$$P = 12.15 \text{ tn}$$

$$M_r = 14.5 \text{ tn-m}$$

**- CÁLCULO DE LAS FUERZAS ACTUANTES EN EL MURO DE CONTENCIÓN:**

Momento producido por el empuje activo:  $M_A = E_A * Y$

$$M_A = 2.592 \text{ tn} \times 1.000 \text{ m}$$

$$M_A = 2.592 \text{ tn-m}$$

**- VERIFICACIÓN POR DESLIZAMIENTO:** FSD = 1.50

$$\frac{(f * P) + Ep}{E_A} \geq ; \text{ donde: } f = tg\phi \leq 0.60$$

$$f = 0.561$$

$$FSD = 2.72 > 1.50 \quad \dots \text{ Conforme}$$

**- VERIFICACIÓN POR VOLTEO:** FSD = 2.00

$$\frac{M_r}{M_A} \geq FSV$$

$$FSV = 5.60 > 2.00 \quad \dots \text{ Conforme}$$

**- VERIFICACIÓN DE PRESIONES SOBRE EL TERRENO:**

Punto de aplicación de la fuerza resultante:

$$X_0 = \frac{M_r - M_A}{P} = 0.98 \text{ m}$$

Excentricidad de la fuerza resultante:

$$e = \frac{B}{2} - X_0 \quad e = 0.0189 \text{ m}$$

Se debe cumplir que:  $e < \frac{\nu}{6} = 0.33 \text{ m}$  ... Ok: cae dentro del tercio central

Verificamos las presiones de contacto entre el suelo y el muro:

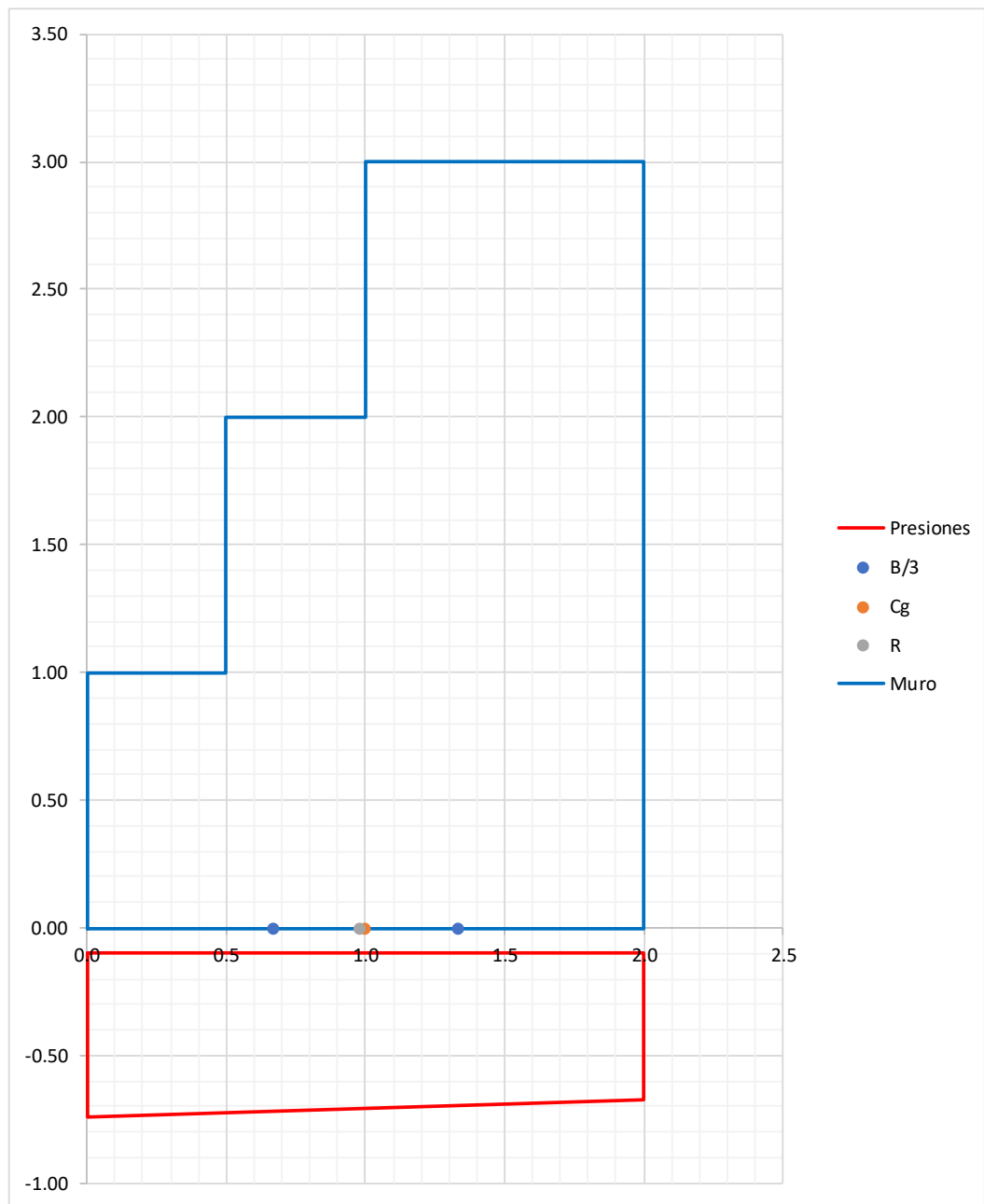
$$\sigma = \frac{P}{B} \left[ 1 \pm \frac{6 * e}{B} \right]$$



$\sigma_1 = 0.64 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.28 \text{ kg/cm}^2$  ... Conforme

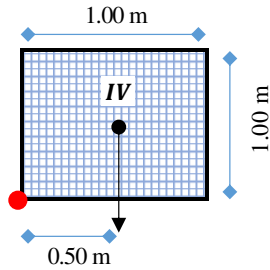
$\sigma_2 = 0.57 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.28 \text{ kg/cm}^2$  ... Conforme

**- ESQUEMA DE PRESIONES:**



## VERIFICACIÓN ENTRE BLOQUE Y BLOQUE:

### - PRIMER BLOQUE:



#### Fuerzas estabilizantes :

$$\text{Peso (IV)} = 1.00 \times 1.00 \times 2.70 = 2.70000 \text{ tn}$$

$$\text{Momento (IV)} = 2.70 \text{ tn} \times 0.50 = 1.35000 \text{ tn-m}$$

#### Fuerzas desestabilizantes :

$$\text{Empuje} = E_A = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_S * H_T^2 = 0.2880 \text{ tn}$$

$$\text{Momento} = M_A = E_A * Y = 0.09599 \text{ tn-m}$$

Verificación por deslizamiento : FSD = 1.50

$$\frac{f * P}{E_A} \geq FSD \quad f = 0.500$$

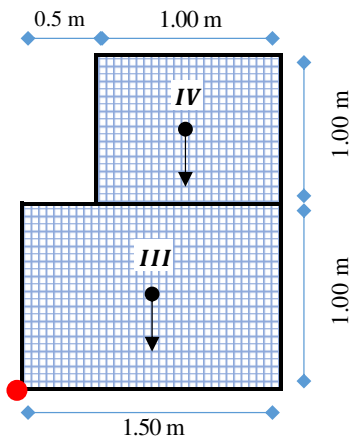
FSD = 4.69 > 1.50 ... <b>Conforme</b>
---------------------------------------

Verificación por volteo : FSV = 2.00

$$\frac{M_r}{M_A} \geq FSV$$

FSV = 14.06 > 2.00 ... <b>Conforme</b>
--

### - SEGUNDO BLOQUE:



#### Fuerzas estabilizantes :

$$\text{Peso (IV)} = 1.00 \times 1.00 \times 2.70 = 2.70000 \text{ tn}$$

$$\text{Peso (II)} = 1.00 \times 1.50 \times 2.70 = 4.05000 \text{ tn}$$

$$\Sigma = 6.75000 \text{ tn}$$

$$\text{Momento (IV)} = 2.70 \text{ tn} \times 1.00 \text{ m} = 2.70000 \text{ tn-m}$$

$$\text{Momento (III)} = 4.05 \text{ tn} \times 0.75 \text{ m} = 3.03750 \text{ tn-m}$$

$$\Sigma = 5.7375 \text{ tn-m}$$

#### Fuerzas desestabilizantes :

$$\text{Empuje} = E_A = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_S * H_T^2 = 1.1519 \text{ tn}$$

$$\text{Momento} = M_A = E_A * Y = 0.76796 \text{ tn-m}$$

Verificación por deslizamiento : FSD = 1.50

$$\frac{f * P}{E_A} \geq FSD \quad f = 0.500$$

FSD = 2.93 > 1.50 ... <b>Conforme</b>
---------------------------------------

Verificación por volteo : FSV = 2.00

$$\frac{M_r}{M_A} \geq FSV$$

FSV = 7.47 > 2.00 ... <b>Conforme</b>
---------------------------------------

## V. DISCUSIÓN

### **Identificar las zonas vulnerables de ambos márgenes del río Grande**

Los márgenes del río Grande, del puente Matua, del Caserío de Santa Isabel no cuenta con defensa ribereña. existen diversas áreas de cultivos y viviendas y es por ello que urge reforzar las defensas en estado crítico del tramo del cauce que se encuentra colmatado por falta de mantenimiento y el paso del ciclón Yaku. Las estructuras de soporte se encuentran deterioradas por las corrientes de agua que vienen de los sectores aguas arriba lo cual aumento el caudal del río y colmato el cauce en el tramo de intervención. Con el paso del ciclón Yaku en el mes de marzo del 2023 hubo presencia de intensas precipitaciones pluviales provocando fuertes daños como desborde hacia los terrenos de cultivo, daños en la ribera del río Grande, afectación de caminos de herradura, trochas con lodo fangoso, deslizamiento de rocas a la vía y al cauce del río la cual se asemeja según el autor **Aguilar & Sanchez (5)** ya que menciona cuando se evidencian el peligro de inundación causado por el desbordamiento tanto del Río Cupira como de la Quebrada El Chivo, debido a que los cauces naturales tienen una capacidad limitada para mejorar el flujo generado por las lluvias, y estas traen como consecuencia el desbordamiento del río y pérdida de zonas agrícolas como urbanas.

### **Proponer el diseño del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña de ambos márgenes del río Grande**

Se realizo la propuesta del estudio topográfico mediante la fotogrametría donde se estableció 6 puntos de control en tierra, estas marcas son aspas que tienen un diámetro aproximado de 1m y una intersección no mayor a 5 cm, donde la fotogrametría permite obtener información muy detallada sobre el terreno permitido una mejor toma de decisión en el diseño la cual se asemeja con el autor **Carpio (14)** con la información recopilada en el estudio topográfico, se puede determinar las zonas vulnerables de desbordamientos, los perfiles longitudinales para determinar las pendientes durante el diseño de la defensa ribereña.

Del estudio hidrológico e hidráulico, se delimito la cuenca de aporte del río Grande, mismo que presenta un área de aporte de 915.74km<sup>2</sup>, una pendiente promedio del cauce de 8% parámetros fundamentales para la estimación los caudales máximos. Se proyecto el muro de gaviones para un periodo de retorno de 100 años es de 190.20m<sup>3</sup>/seg, lo cual se asemeja a la tesis de **Barboza (11)**, los bloques de gaviones tienen un impacto positivo en la mejora de la defensa ribereña. Al calcular un caudal

máximo de 44.68m<sup>3</sup>/s, con una pendiente del 1.33%, un ancho del río de 28.8m, una rugosidad de 0.025 y una longitud del talud de 9.30m, se determina que el tirante es de 0.51m, con esta propuesta y las medidas para encauzar el río se concluye que es posible manejar un caudal de hasta 3000 m<sup>3</sup>/s, lo que proporciona mayor seguridad a la zona afectada.

En base al estudio de mecánica de suelos de acuerdo a la Norma Técnica de Edificación E-030 Diseño sismorresistente y el predominio del suelo de la cimentación, donde el factor de zona  $Z=0.45$ , factor de ampliación del suelo  $S_2=1.05$ , periodos de los espectros  $T_p = 0.60$  y  $T_l = 2.00$ , se determino el contenido de humedad de 3.87%, gava de 55.68%, arena de 40.66% y finos de 3.67%, no presenta limite líquido, plástico y plasticidad, y finalmente un peso especifico promedio de 2.55. Esto se asemeja con el autor **Tolentino (12)**, los estudios de mecánica de suelos facilitan la propuesta de una solución efectiva para prevenir el desbordamiento del caudal durante los periodos de máxima precipitación. Esta estructura de defensa está compuesta por cuatro capas y un colchón, que se implementaran en los tramos donde la ribera es elevada y necesita la instalacion de gaviones, con el fin de proteger contra desbordamientos erosión y socavación. Asimismo el autor **Rojas (16)**, las simulaciones y cálculos estructurales han evidenciado que los muros de gaviones, con un peso especifico de 2.70g/cm<sup>3</sup> y una capacidad de absorción del 1.53%, constituyen una solución sostenible y duradera para mitigar la erosión y proteger las riberas del río, ya que no sufren colapsos.

#### **Determinar la mejora de la defensa ribereña de ambos márgenes del rio Grande**

La propuesta de diseño de muro de gavión para una peso de terreno de 1.68 tn/m<sup>3</sup>, peso de piedra de 2.70 tn/m<sup>3</sup>, Angulo de fricción de 29.30° y una capacidad portante de 1.28 kg/cm<sup>2</sup>, sus dimensiones fueron altura de 1m, ancho de 1m, altura de 3m y una altura de colchon de 0.30m, la dimensión de la base es de 2m; esto permitirá estabilizar y tener una mejor protección de las defensas ribereñas del rio para evitar las crecidas del rio Grande, lo cual se asemeja con lo que indican los autores Bedon y **Gamarra (10)**, para un mejor protección contra inundaciones a través del empuje pasivo, este valor debe ser lo más bajo posible; al revisar nuestros cálculos, el muro de gavión tiene el menor valor con 8.95 tn/m, lo que indica un menor riesgo de que su estructura sufra algún giro. Asimismo **De la Cruz (13)**, el diseño adecuado del muro de gaviones, asegura su resistencia y estabilidad frente a la acción del agua, ofreciendo una solución que se ajusta a las necesidades del sector. Finalmente **Peña (15)**, los

gaviones no solo protegen contra la erosión y las crecidas, sino que también permiten la infiltración de agua, lo que reduce la presión hidrostática y proporciona una estructura flexible capaz de adaptarse a los movimientos del terreno.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se determino la zona vulnerable, lo cual abarca los 680ml de los márgenes del rio Grande, del puente Matua, del Caserío de Santa Isabel no cuenta con defensa ribereña. existen diversas áreas de cultivos y viviendas y es por ello que urge reforzar las defensas en estado crítico del tramo del cauce que se encuentra colmatado por falta de mantenimiento y el paso del ciclón Yaku. Las estructuras de soporte se encuentran deterioradas por las corrientes de agua que vienen de los sectores aguas arriba lo cual aumento el caudal del rio y colmato el cauce. Con el paso del ciclón Yaku en el mes de marzo del 2023 hubo presencia de intensas precipitaciones pluviales provocando fuertes daños como desborde hacia los terrenos de cultivo, daños en la ribera del rio Grande, afectación de caminos de herradura, trochas con lodo fangoso, deslizamiento de rocas a la vía y al cauce del rio.
2. El estudio topográfico mediante la fotogrametría donde se estableció 6 puntos de control en tierra, estas marcas son aspas que tienen un diámetro aproximado de 1m y una intersección no mayor a 5 cm, donde la fotogrametría permite obtener información muy detallada sobre el terreno permitido una mejor toma de decisión en el diseño. El estudio hidrológico e hidráulico, se delimito la cuenca de aporte del rio Grande, mismo que presenta un área de aporte de 915.74km<sup>2</sup>, un pendiente promedio del cauce de 8% parámetros fundamentales para la estimación los caudales máximos. Se proyecto el muro de gaviones para un periodo de retorno de 100 años es de 190.20m<sup>3</sup>/seg. En base al estudio de mecánica de suelos de acuerdo a la Norma Técnica de Edificacion E-030 Diseño sismorresistente y el predominio del suelo de la cimentación, donde el factor de zona  $Z=0.45$ , factor de ampliación del suelo  $S_2=1.05$ , periodos de los espectros  $T_p = 0.60$  y  $T_l = 2.00$ , se determinó el contenido de humedad de 3.87%, gava de 55.68%, arena de 40.66% y finos de 3.67%, no presenta limite líquido, plástico y plasticidad, y finalmente un peso específico promedio de 2.55.
3. La propuesta de diseño de muro de gavión para un peso de terreno de 1.68 tn/m<sup>3</sup>, peso de piedra de 2.70 tn/m<sup>3</sup>, Angulo de fricción de 29.30° y una capacidad portante de 1.28 kg/cm<sup>2</sup>, sus dimensiones fueron altura de 1m, ancho de 1m, altura de 3m y una altura de colchón de 0.30m, la dimensión de la base es de 2m.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- 1.** Se recomienda la realización de la limpieza y descolmatación del cauce de manera periódica, después de las temporadas de lluvias, con la finalidad de mantener las condiciones con las cuales se plante el diseño del muro de gavión.
- 2.** Se recomienda a las autoridades optar por los datos de fotogrametría de la presente investigación, ya que permitió obtener información muy detallada sobre el terreno de los márgenes del río lo cual permitirá un mejor diseño del muro de gaviones.
- 3.** Se recomienda realizar un informe de evaluación de riesgo, con la metodología de CENEPRED, para evidenciar el nivel de riesgo que se podría tener con la acción de las lluvias intensas o inundaciones fluviales, ya que toda la futura estructura se encuentra sobre un cauce existente.

## Referencias Bibliográficas

1. ACNUR La Agencia de la ONU para los Refugiados. Inundaciones causadas por la crisis climática provocan nuevos desplazamientos [Internet]. acnur.org. 2024. Disponible en: <https://www.acnur.org/noticias/historias/inundaciones-causadas-por-la-crisis-climatica-provocan-nuevos-desplazamientos>
2. Paprotny D, 't Hart CMP, Morales-Nápoles O. Evolution of flood protection levels and flood vulnerability in Europe since 1950 estimated with vine-copula models. *Nat Hazards*. 29 de noviembre de 2024;
3. PETROPERU. Defensas ribereñas protegen de inundaciones a poblaciones vecinas al Oleoducto Norperuano [Internet]. petroperu.com.pe. 2024. Disponible en: <https://www.petroperu.com.pe/defensas-riberenas-protogen-de-inundaciones-a-poblaciones-vecinas-al-oleoducto-norperuano>
4. Ramirez Y. Áncash: Avanzan construcción de defensas ribereñas en Huarmey [Internet]. peruconstruye.net. 2023. Disponible en: <https://peruconstruye.net/2023/06/23/ancash-construccion-defensas-riberenas/>
5. Aguilera j, Sanchez N. Evaluation of basic engineering for channelling of riverbeds adjacent to urbanisms. *Rev Ing*. 2023;22:9.
6. NAKAZAWA H, SUETSUGU D, HARA T, KURIHARA H, NISHI T. Effect to the Compression Characteristics of Gabions due to Different Types of Filling Material and Steel Wire Mesh. *J Soc Mater Sci Japan*. 15 de enero de 2024;73(1):46-51.
7. Pereira B, Fernandes W. Gabion Walls—A Remedial Measure for Slope Stabilization. En 2023. p. 409-19.
8. Chatpattananan V. DESIGNING GABION STRUCTURES UNDER MULTI-CRITERIA OBJECTIVES WITH GOAL PROGRAMMING. *Int J GEOMATE*. 1 de junio de 2021;20(82).
9. Nurwidyaningrum D, Impak SB, Pratiwi DM, Sari TW, Sutjahyo KD, Pahinggis M. Water management design in tourism areas with Gabion infrastructure. En 2024. p. 020004.
10. Bedon Medrano K, Gamarra Ayala I. Prevención por riesgo de inundación del río Chillón mediante defensa ribereñas en AH Víctor Raúl Haya de la Torre Ventanilla, 2021. Universidad Cesar Vallejo; 2021.
11. Barboza quispe G. Propuesta de bloques de concreto hueco y gaviones para mejorar la defensa ribereña del río chillón, urbanización Rinconada, Carabayllo – Lima, 2020. Universidad Cesar Vallejo; 2021.
12. Tolentino Santiago W. Diseño estructural de gaviones en el Río Huacarmayo, localidad de Huacar, distrito de Huacar, provincia Ambo, Huánuco, 2022. Universidad Cesar Vallejo; 2022.

13. De La Cruz Huaman BE. Diseño de muro de gavión para mejorar la defensa ribereña de la margen derecha del Río Nueva Alianza en el centro poblado Catarata, distrito de Pichari, provincia la convención, región Cusco – 2023. Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote; 2023.
14. Carpio Ochoa JW. Diseño de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña en el margen izquierdo del Río Huatatas desde la progresiva 0+000 a 0+120, en la localidad de Huaman Huayra del distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregarray, provincia de Huamanga, región Ayacu. Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote; 2023.
15. Peña Robles B. DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO HUANCATO, LOCALIDAD DE CHUNAS, DISTRITO DE RAPAYAN, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH- 2024. Universidad Catolica los Angeles de Chimbote; 2024.
16. Rojas Tarazona E. Resistencia de defensa ribereña con gaviones y fuerza de caudal en Rio Buin, Toma Rumi, Provincia de Carhuaz Ancash, 2024. Universidad Cesar Vallejo; 2024.
17. Ciriaco Celmi J. Diseño de la defensa ribereña con la utilización de gaviones del rio seco, Sector Shaurama - Huaraz-Ancash 2021. Universidad Cesar Vallejo; 2021.
18. Vera Viña JM. Evaluación de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Santa en el puente Tambo Real, distrito de Santa, provincia del Santa, región Áncash – 2023. Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote; 2023.
19. Rodríguez Valenzuela JP. Evaluación del enrocado para mejorar la defensa ribereña del río Santa en el centro poblado de Huayoshanca, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, región Áncash – 2024. Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote; 2024.
20. Obinna U. Desing of Gabios Walls. 2020.
21. Wolf P, Ghilani C. TOPOGRAFÍA. 14.<sup>a</sup> ed. Alfaomega Grupo Editor, editor. mexico; 2016.
22. Villon M. Hidrologia. 1ra editio. Costa rica: editorial tecnologica de Costa Rica; 2004. 475 p.
23. Organización Metereológica Mundial. Guía de prácticas hidrológicas. 5.<sup>a</sup> ed. 1994.
24. Linsley R, Kohler M, Paulhus J. Hidrología para ingenieros. Mc Graw - Hill Latinoamerica, editor. 1977.
25. Zarza L. ¿En qué consiste la precipitación atmosférica? [Internet]. www.iagua.es. Disponible en: <https://www.iagua.es/respuestas/que-consiste-precipitacion-atmosferica>
26. Zevallos A. La gestión del riesgo de desastre en el Perú. Rev Univ Ricardo Palma. 2021;6.

27. Castañeda W. Diseño estructural – hidráulico de defensa ribereña del río Chicama tramo puente San Polo – baños Chimú. Universidad privada de trujillo; 2019.
28. Ortiz R. Glosario Geohidrológico. Mexicanas C de U, editor. México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí; 1996.
29. VASQUEZ TORRES J. DISEÑO DEL MURO DE GAVIONES, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN LA COMUNIDAD NATIVA DE PUERTO OCOPA, DISTRITO DE RÍO TAMBO, PROVINCIA DE SATIPO, REGIÓN JUNÍN - 2024. UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE; 2024.
30. Ávila Dávila L. Gestión del riego basado en la velocidad de infiltración del agua en el suelo mediante lisimetría de pesada. Universidad politécnica de Cartagena; 2021.
31. Fundación Nueva Cultura del Agua. Período de retorno (Período de retorno) [Internet]. Guía Nueva Cultura de Agua. Disponible en: <https://www.fnca.eu/guia-nueva-cultura-del-agua/glosario/57->
32. Jaime e Camargo Hernández V. Manual de Gaviones. I. SERIES DEL INSTITUTO DE INGENIERIA, editor. Colombia; 2001.
33. Meneses Huayanay C. INFLUENCIA DE LA PENDIENTE DEL LECHO DEL RÍO EN EL DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; 2017.
34. Giancola Torres M. MANUAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS TIPO GAVION EN LA EJECUCION DE PROYECTOS DE VIABILIDAD DEL ESTADO ZULIA. Rev Venez Cienc y Tecnol URBE. 2020;
35. Orgando Ramírez L. LOS GAVIONES: ANALISIS, EVOLUCION Y COMPORTAMIENTO. Universidad Politécnica de Cataluña; 2015.
36. Suarez Dias J. Control de erosión en Zona tropicales. I. U. INDUSTRIAL DE SANTANDER, editor. Colombia: U. INDUSTRIAL DE SANTANDER; 2001.
37. PRODAC. Infraestructura: control de la erosión: catálogo de gaviones [Internet]. 2008. Disponible en: [www.prodac.bekaert.com](http://www.prodac.bekaert.com)
38. Tanta Tejada J. DISEÑO COMPARATIVO DE MUROS DE GAVIONES, NORMA PERUANA – NORMA COLOMBIANA, UTILIZANDO EL SOFTWARE GEO5 PARA EL RÍO CAPLINA EN EL DISTRITO DE CALANA 2022. UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA; 224d. C.
39. Instituto Nacional de Defensa Civil. Manual de Estimación del riesgo ante inundaciones fluviales. I. INDECI, editor. PERÚ: Dirección Nacional de Prevención; 2011. 81 p.
40. Breña Puyol A, Jacobo Villa M. Principios y fundamentos de la Hidrología Superficial. Metropolitana UA, editor. México; 2006. 289 p.

41. Bustamante Hernandez J. estudio De Encauzamiento Y Defensas Ribereñas En El Rio Chancay-Lambayeque Sector Centro Poblado “Rinconazo” Tuman. 2005.
42. Sans A, Atenea Alonso Serrano, Lorena García Sanz, Irene León Rodrigo, Elisa García Gordo, Belén Gil Álvaro LRB. Métodos de investigación de enfoque experimental. Metodol la Investig Educ. 2012;167-93.
43. Sampieri R. Metodología de la investigación. 1.<sup>a</sup> ed. McGRAW-HILL INTERAMERICANA DE MÉXICO S.A. DE C.V., editor. Mexico; 1997. 222 p.
44. Hernández R, Fernández C, Baptista P. Metodología de la investigación. 6.<sup>a</sup> ed. McGrwall Hill Education, editor. México; 2014.
45. Monje C. Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa - Guía didáctica. Neiva: uv.mx; 2011. 217 p.

## ANEXOS

### Anexo 01. Matriz de Consistencia

Tabla 28. Matriz de Consistencia

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis (en caso aplique)	Variables	Metodología
<p><b>Problema General</b> ¿El diseño de muro de gavión mejorará la defensa ribereña de ambos márgenes del río Grande, en el puente Matua, del caserío Santa Isabel, distrito de Yautan, provincia de Casma, región Ancash – 2024?</p> <p><b>Problemas específicos</b> ¿Cuáles son las zonas vulnerables ambos márgenes del río Grande, en el puente Matua, del caserío Santa Isabel, distrito de Yautan, provincia de Casma, región Ancash – 2024? ¿ Cual será el diseño de muro de gavión para mejorar la defensa ribereña de ambos márgenes del río Grande, en el puente Matua, del caserío Santa</p>	<p><b>Objetivo General</b> Elaborar el diseño del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña de ambos márgenes del río Grande, en el puente Matua, del caserío Santa Isabel, distrito de Yautan, provincia de Casma, región Ancash – 2024</p> <p><b>Objetivos específicos</b> Identificar las zonas vulnerables de ambos márgenes del río Grande, en el puente Matua, del caserío Santa Isabel, distrito de Yautan, provincia de Casma, región Ancash – 2024 Elaborar el diseño de muro de gavión para mejorar la defensa ribereña de ambos márgenes del río Grande, en el puente Matua, del caserío Santa Isabel, distrito de Yautan, provincia de Casma, región Ancash – 2024</p>	<p>No aplica, porque es una investigación descriptiva</p>	<p><b>Diseño de Muro de Gavión</b> <b>Dimensiones:</b> Zonas vulnerables Estudio Topográfico Estudio hidraulico-hidrológico Estudio Mecánica de suelos <b>Mejora de la defensa ribereña</b> <b>Dimensiones</b> Diseño de muro de gavión</p>	<p><b>Tipo de Inv.</b> Descriptivo, enfoque mixto cuantitativo y cualitativo <b>Nivel de Inv.</b> Descriptivo <b>Diseño de Inv.</b> No experimental <b>Población y muestra:</b> La población: Compuesta por 680ml de ambos márgenes del río Grande del Caserío de Santa Isabel. La muestra: Compuesta por 680ml de ambos márgenes del río Grande del Caserío de Santa Isabel</p>

<p>Isabel, distrito de Yautan, provincia de Casma, región Ancash – 2024?</p> <p>¿Como se determinará la mejora de la defensa ribereña ambos márgenes del rio Grande, en el puente Matua, del caserío Santa Isabel, distrito de Yautan, provincia de Casma, región Ancash – 2024?</p>	<p>Determinar la mejora de la defensa ribereña de ambos márgenes del rio Grande, en el puente Matua, del caserío Santa Isabel, distrito de Yautan, provincia de Casma, región Ancash – 2024</p>			
--	---	--	--	--

**Fuente:** Elaboración propia - 2024



FICHA DE INSPECCIÓN		
Diseño del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña de ambos márgenes del río Grande, en el Puente Matua, del Caserío Santa Isabel, distrito de Yautan, provincia de Casma, región Ancash - 2024		
AUTOR		Elmer Gamarra Padilla
1.- DATOS GENERALES		
1.1.- REGION: Ancash	1.2.- PROVINCIA: Casma	1.3.- DISTRITO: Yautan
FECHA: 16/11/2024		
CALIDAD DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE DEFENSA RIBEREÑA		RESPUESTA
1. ¿Cuenta con defensa ribereña los 680ml de borde de río?	SI	NO
2. ¿Hay pendientes donde discurran las aguas pluviales?	SI	NO
3. ¿Tiene pendientes longitudinales?	SI	NO
4. ¿Cumple con las condiciones hidráulicas?	SI	NO
5. ¿Cuenta con el área mínima de capacidad?	SI	NO
6. ¿Hay red de conductores subterráneos?	SI	NO
7. ¿Existe sedimentación?	SI	NO
8. ¿Existe zonas agrícolas cercanas a la faja marginal?	SI	NO
9. ¿Existe zonas urbanas invadiendo la faja marginal del río Grande?	SI	NO

## Anexo 03. Validez del Instrumento

### Formato de Carta de Presentación al Experto

#### CARTA DE PRESENTACIÓN

**Magister:** Julio Ruben Espinoza Laveriano

**Presente.-**

**Tema: PROCESO DE VALIDACIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS**

Ante todo saludarlo cordialmente y agradecerle la comunicación con su persona para hacer de su conocimiento que yo: Gamarra Padilla Elmer Elias estudiante / egresado del programa académico de taller de titulación de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, debo realizar el proceso de validación de mi instrumento de recolección de información, motivo por el cual acudo a Ud. para su participación en el Juicio de Expertos.

Mi proyecto se titula: Diseño del muro de gaviones, para mejorar la defensa ribereña de ambos márgenes del río Grande en el puente Matua, del caserío Santa Isabel, del distrito de Yautan, provincia de Casma, región Ancash – 2024 y envié a Ud. El expediente de validación que contiene:

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

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

Atentamente,



Firma estudiante



DNI 43446084



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ  
Ing. Julio Rubén Espinoza Laveriano  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 13205

**FORMATO PARA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE  
INFORMACIÓN**

**Ficha de identificación del experto**

<b>Ficha de Identificación del Experto para proceso de validación</b>	
<b>Nombres y Apellidos:</b> Julio Ruben Espinoza Laveriano	
<b>N° DNI:</b> 41888036	<b>Edad:</b> 40
<b>Celular:</b> 969524576	<b>Email:</b> Jespinosalaveriano@mail.com
<b>Título Profesional:</b> Ingeniero Civil	
<b>Grado académico:</b>	Maestría: <input checked="" type="checkbox"/> Doctorado: <input type="checkbox"/>
<b>Especialidad:</b> Dirección de la Construcción	
<b>Institución que labora:</b> Independiente como consultor en obras	
<b>Identificación del Proyecto de Investigación o Tesis</b>	
<b>Título:</b> Diseño del muro de gaviones, para mejorar la defensa ribereña de ambos márgenes del río Grande en el puente Matua, del caserío Santa Isabel, del distrito de Yautan, provincia de Casma, región Ancash – 2024	
<b>Autor:</b> Gamarra Padilla Elmer Elías	
 Firma	 Huella digital

## Formato de Carta de Presentación al Experto

### CARTA DE PRESENTACIÓN

**Magister :** Yony Edwin Rodriguez Minaya

**Presente.-**

**Tema: PROCESO DE VALIDACIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS**

Ante todo saludarlo cordialmente y agradecerle la comunicación con su persona para hacer de su conocimiento que yo: Gamarra Padilla Elmer Elias estudiante / egresado del programa académico de taller de titulación de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, debo realizar el proceso de validación de mi instrumento de recolección de información, motivo por el cual acudo a Ud. para su participación en el Juicio de Expertos.

Mi proyecto se titula: Diseño del muro de gaviones, para mejorar la defensa ribereña de ambos márgenes del río Grande en el puente Matua, del caserío Santa Isabel, del distrito de Yautan, provincia de Casma, región Ancash – 2024 y envié a Ud. El expediente de validación que contiene:

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

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

Atentamente,

Firma estudiante

DNI 43446084

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
Mg. Rodríguez Minaya Yony Edwin  
INGENIERO CIVIL  
CIP 142605

**FORMATO PARA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE  
INFORMACIÓN**

**Ficha de identificación del experto**

<b>Ficha de Identificación del Experto para proceso de validación</b>	
<b>Nombres y Apellidos</b> Yony Edwin Rodriguez Minaya	
<b>N° DNI/CE:</b> 44720968	<b>Edad:</b> 39
<b>Teléfono / Celular:</b> 972530789	<b>Email:</b> Rodriguezminaya9@hotmail.com
<b>Título Profesional:</b> Ingeniero Civil	
<b>Grado académico:</b> Maestría: <input checked="" type="checkbox"/> _____	Doctorado: <input type="checkbox"/> _____
<b>Especialidad:</b> Maestro en Ciencias e Ingeniería con mención en Ingeniería de Recursos Hídricos	
<b>Institución que labora:</b> Institución Pública área de obras	
<b>Identificación del Proyecto de Investigación o Tesis</b>	
<b>Título:</b> Diseño del muro de gaviones, para mejorar la defensa ribereña de ambos márgenes del río Grande en el puente Matua, del caserío Santa Isabel, del distrito de Yautan, provincia de Casma, región Ancash – 2024	
<b>Auto:</b> Gamarra Padilla Elmer Elías	
 Firma	 Huella digital

## Anexo 04. Confiabilidad del instrumento

Formato de Ficha de Validación (para ser llenado por el experto)

FICHA DE VALIDACIÓN								
TÍTULO: Diseño del muro de gaviones, para mejorar la defensa ribereña de ambos márgenes del río Grande en el puente Matua, del caserío Santa Isabel, del distrito de Yautan, provincia de Casma, región Ancash – 2024								
	Variable 1:	Relevancia		Pertinencia		Claridad		Observaciones
		Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple	
1	Dimensión 1: Estudio topográfico	X		X		X		
	Dimensión 2:							
1	Estudio hidrológico e hidráulico	X		X		X		
	Dimensión 3:							
	Estudio de mecánica de suelos	X		X		X		
	<b>Variable 2:</b>							
	Dimensión 1:							
1	Impacto socioeconómico	X		X		X		

\*Aumentar filas según la necesidad del instrumento de recolección

Recomendaciones:

Opinión de experto:   Aplicable ( X )   Aplicable después de modificar (   )   No aplicable (   )  
 Nombres y Apellidos de experto: Dr / Mg Yony Edwin Rodríguez Minaya   DNI N°44720968



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 COMISIÓN DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ  
 Ing. Julio Rubén Espinoza Levariano  
 INGENIERO CIVIL  
 PER. CIP. N° 183704

Firma



Formato de Ficha de Validación (para ser llenado por el experto)

FICHA DE VALIDACIÓN								
TÍTULO: Diseño del muro de gaviones, para mejorar la defensa ribereña de ambos márgenes del río Grande en el puente Matua, del caserío Santa Isabel, del distrito de Yautan, provincia de Casma, región Ancash – 2024								
	Variable 1:	Relevancia		Pertinencia		Claridad		Observaciones
		Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple	
1	Dimensión 1: Estudio topográfico	X		X		X		
	Dimensión 2:							
1	Estudio hidrológico e hidráulico	X		X		X		
	Dimensión 3:							
	Estudio de mecánica de suelos	X		X		X		
	<b>Variable 2:</b>							
	Dimensión 1:							
1	Impacto socioeconómico	X		X		X		

\*Aumentar filas según la necesidad del instrumento de recolección

Recomendaciones:

Opinión de experto:   Aplicable ( X )   Aplicable después de modificar (   )   No aplicable (   )  
 Nombres y Apellidos de experto: Dr / Mg Yony Edwin Rodríguez Minaya   DNI N°44720968



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 Mg. Rodríguez Minaya Yony Edwin  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 182405

Firma



## Anexo 05. Formato de consentimiento informado



### PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENCUESTAS (Ingeniería y Tecnología)

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

La presente investigación se titula **EVALUACION DEL MURO DE GAVIONES, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DE AMBOS MARGENES DEL RIO GRANDE, EN EL PUENTE MATUA, DEL CASERIO SANTA ISABEL, DISTRITO DE YAUTAN, PROVINCIA DE CASMA, REGION ANCASH - 2024** y es dirigido por **Gamarra Padilla Elmer Elias**, investigador de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

El propósito de la investigación es: Desarrollar la evaluación del muro de gaviones para la mejora de la defensa ribereña de ambos márgenes del río Grande, en el puente Matua, del caserío de Santa Isabel, del distrito de Yautan,, provincia de Casma, Región Ancash.

Para ello, se le invita a participar en una encuesta que le tomará 05 (cinco) minutos de su tiempo. Su participación en la investigación es completamente voluntaria y anónima. Usted puede decidir interrumpirla en cualquier momento, sin que ello le genere ningún perjuicio. Si tuviera alguna inquietud y/o duda sobre la investigación, puede formularla cuando crea conveniente.

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

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

Nombre: Zenobio Puntillo Moreno

Fecha: 04/11/2024

Correo electrónico: ZenobioPuntillo@gmail.com

Firma del participante: [Firma manuscrita]

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

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



Chimbote, 16 de octubre del 2024.

### CARTA N°0000001820-2024-CGI-VI-ULADECH CATOLICA

Señor/a:

**Sr. RIGOBERTO LLANTO LEON  
PRESIDENTE CASERIO SANTA ISABEL**

**Presente.-**

A través del presente reciba el cordial saludo a nombre del Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, así mismo solicito su autorización formal para llevar a cabo una investigación Titulada DISEÑO DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DE AMBOS MARGENES DEL RIO GRANDE, EN EL PUENTE MATUA, DEL CASERIO SANTA ISABEL, DISTRITO DE YAUTAN, PROVINCIA DE CASMA, REGION ANCASH – 2024, que involucra la recolección de información/datos del Rio Grande, a cargo de Elmer Elias Gamarra Padilla, pertenece a la Escuela Profesional de la Carrera Profesional de INGENIERIA CIVIL, con DNI° 43446084, durante el periodo de 10-10-2024 al 20-12-2024.

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

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

Atentamente.



Dr. Willy Valle Sahaterra  
Coordinador de Gestión de Investigación

## Anexo 07. Evidencias de ejecución

### PANEL FOTOGRAFICO



**Fotografía 1.** El alumno Elmer Gamarra Padilla, y el especialista topográfico para hacer el levantamiento de fotogrametría del Rio Grande y se observa el equipo topográfico del DRONE.



**Fotografía 2.** Levantamiento topográfico de los puntos de foto control.



**Fotografía 3.** Punto de fotocontrol



**Fotografía 4.** Colocación de los puntos de control BM para la realización del replanteo.



**Fotografía 5.** Puntos de control BM para la realización del replante.



**Fotografía 6.** Vista aguas arriba del cauce del rio Grande, donde se observa la colmatación del cauce del rio.



**Fotografía 7.** Vista aguas arriba del cauce del rio Grande, donde se observa la colmatación del cauce del rio.



**Fotografía 8.** Vista aguas arriba del cauce del río Grande, donde se observa la colmatación del cauce del río.



**Fotografía 9.** Vista aguas arriba del cauce del río Grande, donde se observa la colmatación del cauce del río.

## REGISTRO FOTOGRAFICO DEL DRONE



**FOTO 01: Colocado de Puntos de Fotocontrol.**



**FOTO 02: Lectura de BM**



**FOTO 03: Lectura de Punto de Fotocontrol**



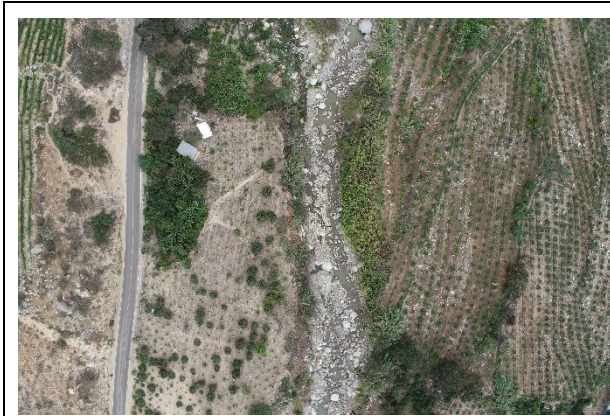
**FOTO 04: Monumentación de BM**



**FOTO 05: Fotografía aérea con drone**



**FOTO 06: Fotografía aérea con drone**



**FOTO 07: Fotografía aérea con dron**



**FOTO 08: Fotografía aérea con dron**



**FOTO 09: Fotografía aérea con dron**



**FOTO 10: Fotografía aérea con dron**



**FOTO 11: Fotografía aérea con dron**



**FOTO 12: Fotografía aérea con dron**

# ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS



# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles  
 RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE  
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638  
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

### INFORME N° S-209-MATHLAB-2024

SOLICITA : ELMER ELIAS GAMARRA PADILLA  
 PROYECTO : "DISEÑO DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DE AMBOS MARGENES DEL RIO GRANDE, EN EL PUENTE MATUA, DEL CASERIO SANTA ISABEL, DISTRITO DE YAUTAN, PROVINCIA DE CASMA, REGION ANCASH – 2024".  
 FECHA : 20/11/2024

### CLASIFICACION SUCS Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO (NTP 339.134 - 199 (revisada el 2019))

Calicata N°	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			TIPO DE MUESTRA	
	<b>C-01</b>	3.87			MAB. - 01
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO					
% GRAVA		% ARENA	% FINOS	Cu	Cc
55.68		40.66	3.67	48.92	0.35
LIMITES DE CONSISTENCIA					
LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO		INDICE DE PLASTICIDAD	
NP		NP		NP	
CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS (SUCS)					
GP		GRAVA MAL GRADUADA			
ESTRUCTURA CIMENTACION					

**Nota:**

- Los resultados de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e indicados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

**Equipos Utilizados:**

- BALANZA 620gr. – CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: TC-00604-2023
- BALANZA 6000gr. – CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: TC-00605-2023
- BALANZA 30000gr. – CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: TC-00603-2023
- HORNO ELECTRICO – CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-LT-001-2023
- COPA CASA GRANDE – CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-IV-001-2023
- TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL – CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-T-001-2023



**MSc. Ing. Ruben Darío Aranda Ueiva**  
 INGENIERO CIVIL - CIP N° 162930  
 Maestría en Geotecnia y Estructuras



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz  
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima  
 Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

### CONTENIDO DE HUMEDAD

(NTP 339.127 - 1998 (revisada el 2019))

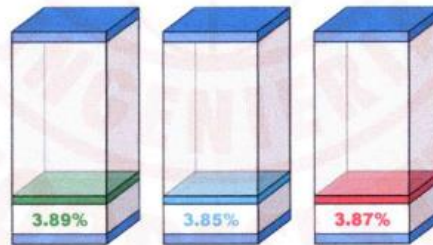
SOLICITA : ELMER ELIAS GAMARRA PADILLA  
 PROYECTO : "DISEÑO DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBERENA DE AMBOS MARGENES DEL RIO GRANDE, EN EL PUENTE MATUA, DEL CASERIO SANTA ISABEL, DISTRITO DE YAUTAN, PROVINCIA DE CASMA, REGION ANCASH - 2024".

CALICATA : C-01 PROFUNDIDAD : 1.50mts.  
 MUESTRA : Mab 01 FECHA : 20/11/2024

CALICATA	: C-01	
MUESTRA	: Mab 01	
PROFUNDIDAD (m)	: 1.50 mts.	
FRASCO N°	1	2
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	228.85	248.97
(2) Pfr+ P.S.S. (gr)	221.57	241.02
(3) Pagua (gr) (1) - (2)	7.28	7.95
(4) Pfr (gr)	34.22	34.27
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	187.35	206.75
(6) C. Humedad (3) / (5)	3.89	3.85
CONTENIDO DE HUMEDAD PROM.	3.87 %	

Nota: Pfr = Peso del frasco  
 P.S.H. = Peso del suelo húmedo  
 P.S.S. = Peso del suelo seco  
 Pagua = Peso del agua

### CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL



MUESTRA N° 1 MUESTRA N° 2 HUMEDAD PROMEDIO

Nota: - Los resultados de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente



M.Sc. Ing. Rubén Darío Aranda Leiva  
 INGENIERO CIVIL Reg. O.P. N° 162930  
 Maestría en Geotecnia y Estructuras



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz  
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima  
 Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 338.128 - 1999 (Revisada el 2019))

SOLICITA : ELMER ELIAS GAMARRA PADILLA  
 PROYECTO : "DISEÑO DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREAÑA DE AMBOS MARGENES DEL RIO GRANDE, EN EL PUENTE MATUA, DEL CASERIO SANTA ISABEL, DISTRITO DE YAUTAN, PROVINCIA DE CASMA, REGION ANCASH - 2024".

CALICATA : C-01 PROFUNDIDAD : 1.50mts.  
 MUESTRA : Mab 01 FECHA : 20/11/2024

PESO INICIAL SECO : 16440.00 ggs % QUE PASA MALLA No 200 : 3.67  
 PESO LAVADO SECO : 16422.59 ggs % RETENIDO MALLA 3" : 0.00  
 PESO DE FRACCION : 210.65 ggs

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (ggs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	1541.00	9.37	9.37	90.63
1 1/2"	38.100	943.00	5.74	15.11	84.89
1"	25.400	1955.00	11.89	27.00	73.00
3/4"	19.050	887.00	5.40	32.40	67.60
3/8"	9.525	2324.00	14.14	46.53	53.47
No 4	4.760	1503.00	9.14	55.68	44.32
No 8	2.380	25.83	0.16	61.11	38.89
No 10	2.000	6.71	0.33	62.52	37.48
No 16	1.190	30.32	1.48	68.90	31.10
Nº 20	0.840	24.41	1.16	74.04	25.96
No 30	0.590	23.49	1.13	78.98	21.02
No 40	0.425	23.16	1.12	83.85	16.15
No 50	0.297	20.56	0.96	88.18	11.82
No 60	0.260	11.29	0.54	90.56	9.44
No 100	0.149	18.82	0.88	94.52	5.48
No 140	0.106	6.52	0.31	95.89	4.11
No 200	0.074	2.10	0.10	96.33	3.67
> No 200	0.000	0.05	0.01	96.34	3.66
TOTAL		17.41	0.11		

Resumen de datos	
% que pasa 3"	100.00
% que pasa 1" 1/2"	44.32
% que pasa 3/8"	3.67

L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP

D10	0.268
D30	1.105
D50	7.322
D90	13.121

Cu	48.918
Cc	0.347

w (%)	3.87
GRAVA (%)	55.68
ARENA (%)	40.66
FINOS (%)	3.67

GRAVA ARENA FINOS



MSc. Ing. Ruben Zorio Aranda Leiva  
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939  
 Maestría en Geotécnica y Estructuras

Nota: Los resultados de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente



Dirección: Jr. Simon Bolivar N°1430 - Huaraz  
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima  
 Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

### ENSAYO PARA LIMITES DE CONSISTENCIA

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO (NTP 339.129 - 1999 (revisada el 2019))

SOLICITA : ELMER ELIAS GAMARRA PADILLA  
 PROYECTO : "DISEÑO DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBERENA DE AMBOS MARGENES DEL RIO GRANDE, EN EL PUENTE MATUA, DEL CASERIO SANTA ISABEL, DISTRITO DE YALTAN, PROVINCIA DE CASMA, REGION ANCASH - 2024".

CALICATA : C-01 PROFUNDIDAD : 1.50mts.  
 MUESTRA : Mab 01 FECHA : 20/11/2024

Ensayo		LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Datos			
(1) Pfr + P.S.H. (gr)			
(2) Pfr + P.S.S. (gr)			
(3) Pagua (gr) (1) - (2)		<b>N.P.</b>	
(4) Pfr (gr)			
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)			
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)			
N. De golpes			

Nota: Pfr = Peso del frasco  
 P.S.H. = Peso del suelo humedo  
 P.S.S. = Peso del suelo seco  
 Pagua = Peso del agua

#### RESUMEN DE RESULTADOS

Límite Líquido (L.L.) =	NP
Límite Plástico (L.P.) =	NP
Índice Plasticidad (I.P.) =	NP



Nota:

- Los resultados de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente



MSc. Ing. Ruben Dario Aranda Leiva  
 INGENIERO CIVIL - Reg. C.O. N° 162939  
 Maestría en Geotecnia y Estructuras



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz  
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima  
 Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

## PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS (S<sub>s</sub>)

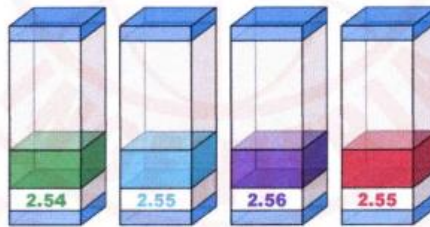
(NTP 339.131 - 1999 (revisada el 2019))

SOLICITA : ELMER ELIAS GAMARRA PADILLA  
 PROYECTO : "DISEÑO DEL MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DE AMBOS MARGENES DEL RIO GRANDE, EN EL PUENTE MATUA, DEL CASERIO SANTA ISABEL, DISTRITO DE YAUTAN, PROVINCIA DE CASHA, REGION ANCASH - 2024".

CALICATA : C-01 PROFUNDIDAD : 1.50mts.  
 MUESTRA : Mab 01 FECHA : 20/11/2024

CALICATA	: C-01		
MUESTRA	: Mab 01		
PROFUNDIDAD (m)	: 1.50 mts.		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
(1) Peso del Suelo Seco (gr)	142.07	141.87	141.64
(2) Peso del frasco Vol + P del agua (gr)	686.20	686.20	686.20
(3) Peso del frasco + Peso Suelo Seco + P de agua (gr)	772.44	772.34	772.58
(4) Peso Especifico Relativo de Sólidos	2.54	2.55	2.56
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	2.55		

## PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS (S<sub>s</sub>)



M-1 M-2 M-3 (Ss) PROMEDIO

Nota:

- Los resultados de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente



MSc. Ing. Ruben Darío Aranda Leiva  
 INGENIERO CIVIL - PDS, CIP N° 162939  
 Maestro en Geotécnica y Estructuras



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz  
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima  
 Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com



**PLANOS DE LA ZONA DE INVESTIGACIÓN**  
**-UBICACIÓN**  
**-TOPOGRAFICO**

MAPA POLITICO DEL PERU (1/40)

MAPA

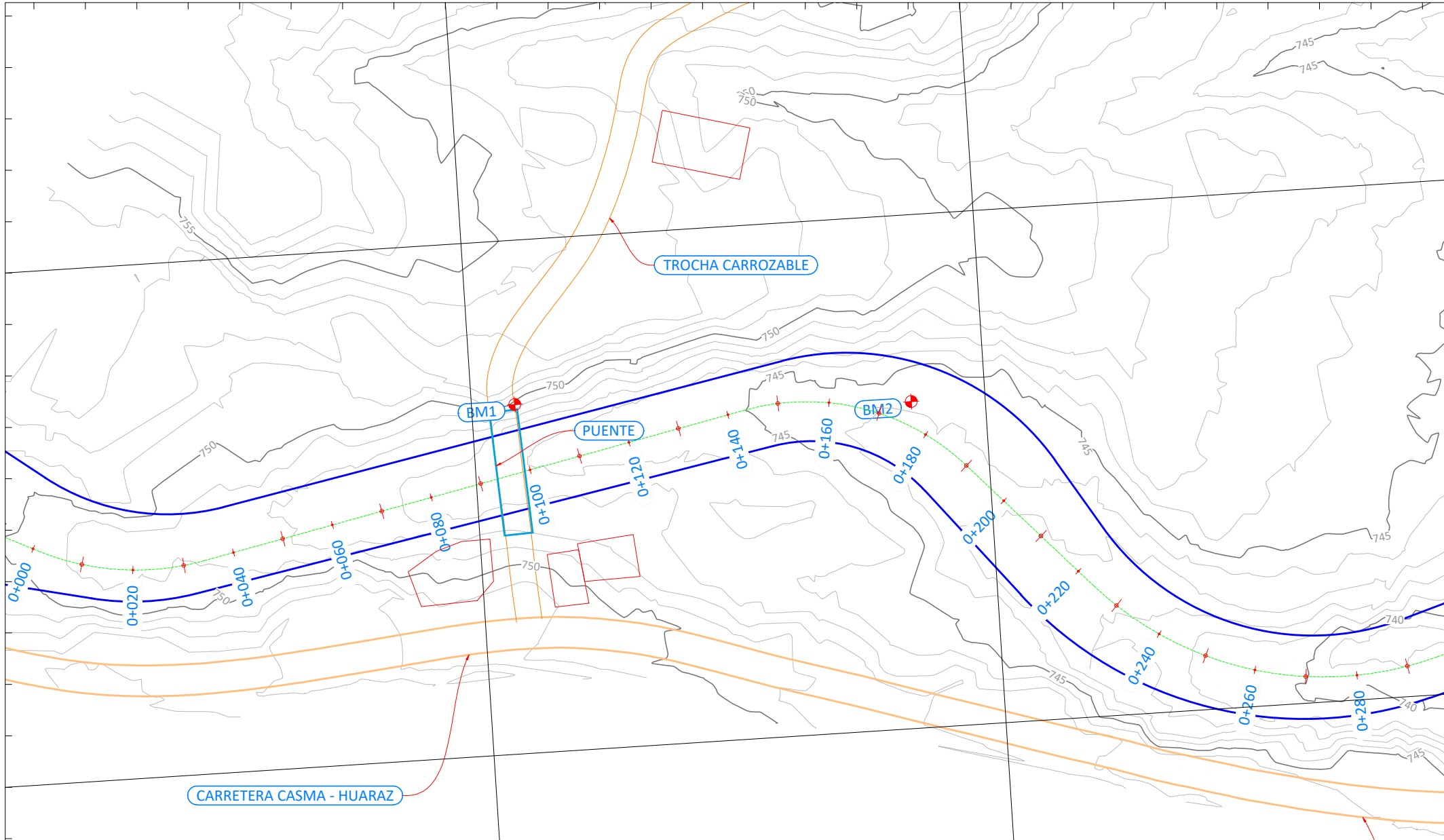


175000

174900

8944800

8944900





UTM: 18L  
174827mE 8944902mN  
Elevación: 740.34±18 m  
Precisión: 1.5 m  
Fecha: jue, 05-10-2023  
Tiempo: 14:55:52  
Nota: Mutua - Yautan

## Rio Grande colmatado

