

I

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**“COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE GAVIONES EMPLEADOS  
EN LA CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE PROTECCION DEL RIO  
SHUARO - SAN LUIS DE SHUARO”**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. PIMENTEL ROJAS HANCEL GROVER**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**HUANCAYO – PERÚ**

**2021**

## FALSA PORTADA

**DEDICATORIA**

*A Dios por permitirme cumplir mis propósitos trazados.*

*A mis padres por forjarme como una persona de valores y principios.*

*A los ingenieros quienes dedicaron sus me brindaron su apoyo a desarrollar y concluir la presente tesis.*

*MaHaLy*

## **AGRADECIMIENTO**

Mi sincero agradecimiento:

Principalmente a Dios por guiarme, darme salud y cuidarme en cada paso que di para ser formado profesionalmente.

A mi alma mater, la Universidad Peruana los Andes, en especial a la Facultad de Ingeniería por acogerme en sus aulas para ser formado como un buen profesional.

A los catedráticos, maestros y doctores de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil por sus enseñanzas impartidas en las aulas de clase.

A mi asesor, por sus indicaciones para culminar nuestra investigación.

A todas aquellas personas que directa o indirectamente colaboraron en la realización de este trabajo de investigación.

Finalmente, y no menos importante, a mis familiares por brindarme la oportunidad y el apoyo incondicional para obtener el título de Ingeniero Civil.

A todos los mencionados mi más sincero agradecimiento.

**HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADOS**

---

Dr. Ruben Dario Tapia Silguera  
Presidente

---

Mg. Henry Gustavo Pautrat Egoavil  
Miembro

---

Ing. Rando Porras Olarte  
Miembro

---

Ing. Vladimir Ordoñez Camposano  
Miembro

---

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza  
Secretario Docente

## INDICE

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>IV</b>
<b>INDICE DE TABLAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>INDICE DE FOTOGRAFIAS .....</b>	<b>X</b>
<b>INDICE DE ILUSTRACIONES .....</b>	<b>XI</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XII</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>XIII</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>15</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>15</b>
1.1. Descripción de la realidad Problemática .....	15
1.2. Formulación del problema.....	16
1.2.1. Problema general: .....	16
1.2.2. Problemas específicos:.....	16
1.3. Objetivos de la investigación.....	16
1.3.1. Objetivo general .....	16
1.3.2. Objetivos específicos.....	16
1.4. Justificación de la investigación .....	17
1.4.1. Justificación practica .....	17
1.4.2. Justificación científica .....	17
1.4.3. Justificación metodológica.....	17
1.5. Delimitación de la investigación .....	17
1.5.1. Delimitación Espacial.....	17
1.5.2. Delimitación Temporal.....	18
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>19</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>19</b>
2.1. Antecedentes de la investigación.....	19
2.1.1. Antecedentes Internacionales .....	19

2.1.2. Antecedentes Nacionales .....	20
2.2. Marco conceptual.....	21
2.2.1. Ríos .....	21
2.2.2. Cuenca .....	21
2.2.3. Partes de la cuenca.....	23
2.2.4. Criterios generales .....	23
2.2.5. Erosión y los revestimientos.....	24
2.2.6. Tipos de erosión .....	24
2.2.7. Erosión en ríos y corrientes de agua: .....	25
2.2.8. Etapas de las corrientes .....	27
2.2.9. Etapa de formación .....	28
2.2.10. Caudales .....	30
2.2.11. Calculo de caudal máximo .....	31
2.2.12. Factores de la erosión.....	35
2.2.13. Factores geotécnicos .....	36
2.2.14. Fuerzas tractivas .....	38
2.2.15. Fuerza crítica.....	38
2.2.16. Socavación.....	39
2.2.17. Fundamentos .....	40
2.2.18. Muros en Gaviones .....	41
2.2.19. Defensas ribereñas .....	42
2.2.20. Clasificación de los tipos de defensa .....	44
2.2.21. Gaviones .....	46
2.2.22. Predimensionamientos de gaviones.....	49
2.2.23. Estabilidad de los muros de gaviones .....	50
2.2.24. Protección de riberas .....	51

2.3. Definiciones de Términos.....	51
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>53</b>
<b>3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>53</b>
3.1. Método de investigación .....	53
3.2. Tipo de investigación .....	53
3.3. Nivel de Investigación .....	53
3.4. Diseño de la investigación.....	54
3.5. Población y muestra.....	56
3.5.1. Población.....	56
3.5.2. Muestra.....	57
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>65</b>
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>65</b>
4.1. Descripción de los trabajos preliminares.....	65
4.1.1. Estudio topográfico.....	66
4.1.2. Análisis de estudio geotécnico. ....	70
4.1.3. Planteamiento Hidráulico.....	75
4.1.4. Descolmatación del Río Shuaro .....	82
4.1.5. Colocación de geotextiles.....	83
4.1.6. Encofrado de gaviones.....	85
4.1.7. Armado de gaviones.....	85
4.3.1. Llenado de gaviones .....	86
4.3.2. Colocación de tensores en los gaviones .....	87
4.3.3. Colocación de tapas de los gaviones .....	88
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>89</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>90</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>91</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Análisis de un río-Factores</i> .....	26
<b>Tabla 2.</b> Coeficiente de escorrentía .....	32
<b>Tabla 3.</b> Coeficiente de escorrentía .....	33
<b>Tabla 4.</b> Factores de escorrentía .....	35
<b>Tabla 5.</b> Clasificaciones de suelos según tamaño de Partículas .....	36
<b>Tabla 6.</b> Valores de cohesión y Ángulo de rozamiento .....	37
<b>Tabla 7.</b> Esfuerzo crítico para diámetros .....	39
<b>Tabla 8.</b> Características de la Gavioneria .....	55
<b>Tabla 9.</b> Criterios de diseño del Gavión .....	58
<b>Tabla 10.</b> Características de la gavioneria utilizada....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Tabla 11.</b> Acceso a la Zona del Proyecto .....	66
<b>Tabla 12.</b> Monumentación de BM's .....	69
<b>Tabla 13.</b> Características de la calicata C - 01 .....	71
<b>Tabla 14.</b> Características de la calicata C - 02 .....	72
<b>Tabla 15.</b> Características de la calicata C - 03 .....	72
<b>Tabla 16.</b> Características de la calicata C - 03 .....	73
<b>Tabla 17.</b> Características y usos de los suelos .....	74
<b>Tabla 18.</b> Periodos de Retorno .....	76
<b>Tabla 19.</b> Tirante hidráulico .....	76
<b>Tabla 20.</b> Ancho estable del Gavión .....	77
<b>Tabla 21.</b> Tirante hidráulico .....	77
<b>Tabla 22.</b> Método de Manning - Strickler .....	78
<b>Tabla 23.</b> Profundidad de Socavación .....	79
<b>Tabla 24.</b> Calculo de colchón antisocavante.....	79
<b>Tabla 25.</b> Predimensionamiento de espesores y tamaño de relleno .....	79

**INDICE DE FOTOGRAFIAS**

<b>Fotografía 1.</b> Orillas del rio Paucartambo.....	64
<b>Fotografía 2.</b> Cuenca del Rio Shuaro.....	65
<b>Fotografía 3.</b> Viviendas a orillas del Rio Paucartambo.....	66
<b>Fotografía 4.</b> Topografía variada.....	67
<b>Fotografía 5.</b> La Localidad de San Luis de Shuaro .....	67
<b>Fotografía 6.</b> Levantamiento Topográfico. ....	69
<b>Fotografía 7.</b> Levantamiento topográfico del cauce del rio.....	70
<b>Fotografía 8.</b> Sección de la vía nacional y las viviendas a las orillas del rio Paucartambo.....	71
<b>Fotografía 9.</b> Descolmatación del Rio Shuaro.....	83
<b>Fotografía 10.</b> Colocación de geotextiles .....	84
<b>Fotografía 11.</b> Armado de canastas.....	85
<b>Fotografía 12.</b> Armado de los gaviones de 1X 1.5 X 5 m.....	86
<b>Fotografía 13.</b> Llenado de gaviones de con ayuda del cargador frontal. ....	87
<b>Fotografía 14.</b> Colocación de los tensores en los gaviones .....	88
<b>Fotografía 15.</b> Colocación de las tapas en los gaviones de 1 x 1.5 x 5 m.....	88

**INDICE DE ILUSTRACIONES**

<b>Ilustración 1.</b> Divisoria de aguas.....	21
<b>Ilustración 2.</b> Rio Principal.....	22
<b>Ilustración 3.</b> Afluentes.....	22
<b>Ilustración 4.</b> Creación de Cuencas.....	23
<b>Ilustración 5.</b> Etapas de un rio.....	27
<b>Ilustración 6.</b> Formaciones de Corrientes.....	28
<b>Ilustración 7.</b> Control de Erosión.....	40
<b>Ilustración 8.</b> Abertura hexagonal del Alambre.....	45
<b>Ilustración 9.</b> Gaviones Tipo Caja.....	47
<b>Ilustración 10.</b> Gaviones Tipo Saco.....	48
<b>Ilustración 11.</b> Gaviones Tipo Colchón.....	48
<b>Ilustración 12.</b> Revestimiento de cauce.....	49
<b>Ilustración 13.</b> Espesor de colchones y diámetro de material de relleno.....	49
<b>Ilustración 14.</b> Sección típica del muro de Gavioneria.....	55
<b>Ilustración 15.</b> Sección típica del muro de Gavioneria.....	56
<b>Ilustración 16.</b> Diagrama de material de Cantera San Luis.....	81
<b>Ilustración 17.</b> Diagrama de fuentes de agua para terraplén.....	82

## RESUMEN

El informe técnico propuesto: “Comportamiento estructural de gaviones empleados en la construcción del sistema de protección del río Shuaro - San Luis de Shuaro”, partió del problema: ¿Cuáles fueron los criterios de diseño para el comportamiento estructural de gaviones empleados en la construcción del sistema de protección del río Shuaro?, cuyo objetivo general fue: Evaluar los criterios de diseño para el comportamiento estructural de gaviones empleados en la construcción del sistema de protección del río Shuaro. Se utilizó un método Científico, de tipo de investigación Aplicada, de nivel Descriptivo y de diseño de la investigación Cuasiexperimental. Desarrollado la investigación se obtuvo los resultados siguientes: La defensa ribereña planteada tiene una longitud como sistema de protección desde la progresiva 0+000 km a 0+575 km, el cual fue construido en un plazo de 60 días bajo los controles de calidad en la gavionería en todos los materiales utilizados en el sistema de protección.

**Palabras claves:** Comportamiento estructural, gavionería, construcción, sistema de protección.

## **INTRODUCCIÓN**

En esta investigación “Comportamiento estructural de gaviones empleados en la construcción del sistema de protección del río Shuaro - San Luis de Shuaro” se plantea el análisis del comportamiento estructural de la gavionería utilizada como sistema de protección del río Shuaro en la localidad de San Luis de Shuaro.

A través de un análisis del informe técnico y con el análisis del comportamiento estructural de la gavionería utilizada como sistema de protección el cual fue desarrollado en cuatro capítulos de la siguiente manera:

### **EL CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Este capítulo se plantea la problemática de la investigación, planteando un problema general y problemas específicos, objetivo general y tres objetivos específicos, con una justificación en el ámbito práctico, científico y metodológico, las delimitaciones y las limitaciones de la investigación.

### **EL CAPÍTULO II: MARCO TEORICO**

Este capítulo presenta antecedentes internacionales y antecedentes nacionales los cuales son acorde a las variables de la investigación, bases conceptuales referentes a la investigación.

### **EL CAPÍTULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION**

Este capítulo detalla la metodología empleada, el tipo de investigación, el nivel de la investigación, diseño de la investigación, detallando la población, la muestra y el desarrollo metodológico de la investigación donde detalla la ubicación y sus coordenadas.

### **EL CAPÍTULO IV: ANALISIS DE DATOS E INTERPRETACION DE RESULTADOS**

En este capítulo se detalla los resultados obtenidos del análisis estructural evaluando los resultados sobre los desplazamientos y comportamiento de la gavionería utilizada.

Bach. Pimentel Rojas, Hancel Grover

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Descripción de la realidad Problemática**

El problema central Identificado, involucra la problemática social y las características de infraestructura para la protección contra inundaciones en la localidad de San Luis de Shuaro, Distrito de San Luis de Shuaro. Los pobladores de la localidad de San Luis de Shuaro, en épocas de invierno viven en constante inseguridad debido a los continuos desbordes del Río Shuaro, producido por las constantes lluvias propias del lugar. El desborde del Río Shuaro ocasiona inundaciones, daños materiales a las viviendas, por lo que es importante la Construcción de una Defensa Ribereña con estructura de Gaviones, para evitar un peligro eminente que podría volver afectar a la población de la localidad de San Luis de Shuaro. Según el método empírico empleado, el caudal máximo en la localidad de San Luis de Shuaro es 155.53 (m<sup>3</sup>/s), por otro lado, se encuentra desprotegido por la inexistencia de infraestructura de defensa contra siniestros, es esta época las crecidas del río en forma continua. Se pueden considerar pérdidas económicas que serían cuantiosas. Esta situación trae como consecuencia que los pobladores se vean perjudicados porque pierden las áreas de sus viviendas que son arrasados por las aguas del Río Paucartambo. La localidad de San Luis de Shuaro perteneciente al Distrito de San Luis de Shuaro es vulnerable ante la presencia de avenidas extremas, como consecuencia del desborde del Río Paucartambo y activación de las quebradas.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general:**

¿Cuáles fueron los criterios de diseño para el comportamiento estructural de gaviones empleados en la construcción del sistema de protección del río Shuaro?

### **1.2.2. Problemas específicos:**

- a) ¿Cuáles fueron los controles de calidad que se realizó en los gaviones empleados en la construcción del sistema de protección del río Shuaro?
- b) ¿De qué manera intervino la calidad de los materiales en la construcción del sistema de protección del río Shuaro?
- c) ¿Cuáles fueron las metas establecidas en la construcción del sistema de protección del río Shuaro?

## **1.3. Objetivos de la investigación**

### **1.3.1. Objetivo general**

Evaluar los criterios de diseño para el comportamiento estructural de gaviones empleados en la construcción del sistema de protección del río Shuaro.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- a) Analizar los controles de calidad que se realizó en los gaviones empleados en la construcción del sistema de protección del río Shuaro.
- b) Determinar la calidad de los materiales en la construcción del sistema de protección del río Shuaro.
- c) Evaluar las metas establecidas en la construcción del sistema de protección del río Shuaro.

## **1.4. Justificación de la investigación**

### **1.4.1. Justificación practica**

Según (Mendez Alvarez, 2013) *“Argumenta el querer de verificar, rechazar, aportar o confrontar alguna teoría, con el fin de comparar resultados y de desarrollar epistemologías sobre el conocimiento, para debatir y reflexionar sobre el conocimiento”*

La presente investigación ha podido contribuir en el desarrollo de técnicas en el proceso constructivo en la aplicación de la construcción de gaviones.

### **1.4.2. Justificación científica**

Según (Mendez Alvarez, 2013) *“Cuando la investigación ayuda a resolver problemas y propone estrategias que podrían solucionar problemas reales.”*

La presente investigación presentara un aporte en la construcción de gaviones especificando un criterio particular en cada proceso constructivo del sistema de defensa.

### **1.4.3. Justificación metodológica**

Según (Hernandez Sampieri, 2014) *“La justificación metodológica propone sugerir las razones que pueden motivar al estudio ya que la mayoría de investigaciones efectúan un propósito definido lo cual justifique una razón suficiente para la realización de la investigación en un plazo corto o largo”.*

La presente investigación está basada en el método científico lo cual pretende implementar una nueva visión de diseño de sistema de protección que pueda ayudar a evitar las inundaciones en la localidad de San Luis de Shuaro.

## **1.5. Delimitación de la investigación**

### **1.5.1. Delimitación Espacial**

La delimitación espacial para el desarrollo del informe técnico es la localidad de San Luis de Shuaro distrito de San Luis de Shuaro provincia de Chanchamayo región Junín.

El ancho del río es del orden de los 50 m en la zona de donde se ubica la Progresiva 0+000 km, y alcanza los 60 m aguas abajo a la altura de la progresiva 0+571 km.

### **1.5.2. Delimitación Temporal**

La delimitación temporal de la presente fue realizada en los meses de octubre a diciembre del año 2015 haciendo 2 meses del proceso constructivo.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

(Marina, 2002), en la tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Civil, **Titulado:** Estudio de defensas ribereñas del tramo urbano del río Tumbes. En la Universidad de Piura. En este trabajo tiene como **objetivo general:** Conocer la metodológica de selección y cálculo de protección ribereña. Empleando la **metodología:** cuantitativa no experimental – longitudinal, obteniendo como **resultado:** Sistemas de protección ribereña más usada y adaptable en el diseño indicado, por los estudios realizados. **Concluyó:** Dejar en claro las protecciones de construcción a soluciones propuestas, y la reducción de la población de mantener un ambiente ribereño adecuado.

(Ñiquen, 2018), en la tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Civil, **Titulado:** Estudio de Encauzamiento y Diseño de Defensas Ribereñas en el río Reque-Sector ciudad Eten en la Universidad Nacional de Pedro Ruiz Gallo. El **objetivo general:** Proteger áreas ribereñas evitando el desborde y las erosiones en las áreas agrícolas. Empleando la **metodología:** Investigación explicativo No experimental – longitudinal. Se estudió 12 kilómetros de pavimento flexible, obteniendo como **resultado:** Se utilizaron los registros o datos históricos de descargas desde el año 1914 al año 2005 (92 años) para determinar las curvas de frecuencia de descargas para hallar el periodo de retorno medio que transcurre entre dos avenidas y finalmente **concluyo:** protegerá las márgenes del río Eten, beneficiando principalmente a los agricultores y a la vez como acceso al Caserío Cascajales

(Barzola, 2017), en la tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, **Titulado:** Sistema de prevención y control de Erosión en la ribera del Rio San Fernando Chayhuamayo - Shucusma, Huancayo-Junín El **objetivo general:** Determinar qué tipo de sistema de prevención y control de erosión se debe emplear para evitar el deterioro de las riberas del río. Empleando la **metodología:** cuantitativa, se tomaron en cuenta las proyecciones de las transitorias y el aspecto estético, para poder solucionar los movimientos vehiculares en todo sentido, obteniendo como **resultado:** La información hidrológica es escasa en el proyecto. Al no contar con registros de precipitación y registros de caudales máximas. **concluyo:** la roca a ser usada debe ser de buena calidad, densa, tenaz, durable, sana, sin defectos que afecten su estructura, libre de grietas y sustancias extrañas adheridas e incrustaciones cuya posterior alteración pudiera afectar la estabilidad de la obra.

### 2.1.2. Antecedentes Nacionales

(Coyoja, 2009), en la tesis para optar el grado de Ingeniero Civil, Titulado: Diagnostico de la Situación del Rio Colina y Análisis de su estabilidad frente a Crecidas Pluviales El objetivo general: Analizar la tendencia de los caudales máximos, medios y mínimos, de los ríos. Empleando la metodología: Investigación Aplicada y de diseño No experimental- Longitudinal, obteniendo como resultado: inestabilidad del cauce, principalmente en la zona sometida a escisión, que comprende el tramo entre Puente Esmeralda y Puente Colina, y finalmente concluyó: actividad incentiva el avance de los deslindes ribereños sobre el bien nacional de uso público, problema enorme que están incubando las comunas con ríos de alta oferta de áridos.

(Orrego, 20145), La investigación Titulado: Estudio de la Tendencia de Caudales en los Ríos Atrato y San Juan en el Departamento del Chocó, tiene como objetivo general: conocer los lineamientos a considerar en cuanto a las propiedades mecánicas de los materiales utilizados en la construcción de carreteras y de esa manera informar sobre las principales tendencias internacionales referente al diseño de pavimentos. Empleando la metodología: Investigación Aplicada y de diseño no experimental- transversal, obteniendo como resultado: recopilación de datos de las estaciones pluviométricas mensuales para verificar de forma detallada y profunda la relación de lluvia y caudal, y finalmente se concluyó: La tendencia de los caudales

máximos en el río Atrato fue muy variable, desde su nacimiento en la estación Gindrama hasta la cuenca baja en la estación de Bellavista.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Ríos**

Se desemboca en el mar, mediante un caudal determinado con una corriente de fluidez continua, también puede desembocar en un lago incluso también en otro río.

Existen variaciones de caudales que es definido con la ayuda del régimen hidrológico, las variaciones suelen ser temporales. Ya que influyen casos que hace que esta crezca causando desbordes. Estos casos son externas como temporadas lluviosas o tormentas, también encontramos aguas subterráneas como (caudal basal) pero esta tarda más tiempo en aumentar el caudal de este río.

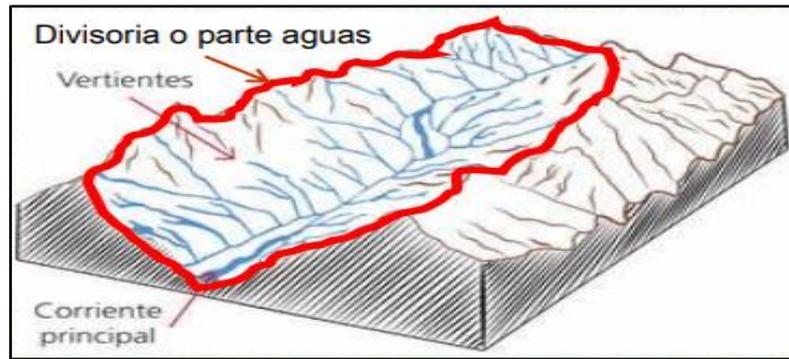
Estos desbordamientos provocan inundaciones en los lugares donde el cauce es pequeña y los sedimentos que son transportados son escasas, estas inundaciones provocan desastres socioeconómicos, humanas; y en los centros poblados agrícolas, industriales y viales. (Fuente Sadowski, 2015)

### **2.2.2. Cuenca**

Son uniones regionales en la cual se reúne el agua cae por precipitación en la que se reúne en un punto en común, fluyendo todo a un mismo lugar, sea río, lago, mar. También es definida como geografía física por cursos de ríos definida así relieve.

**a. *Divisoria*:** Es una línea que encuadra una cuenca con otras cerca.

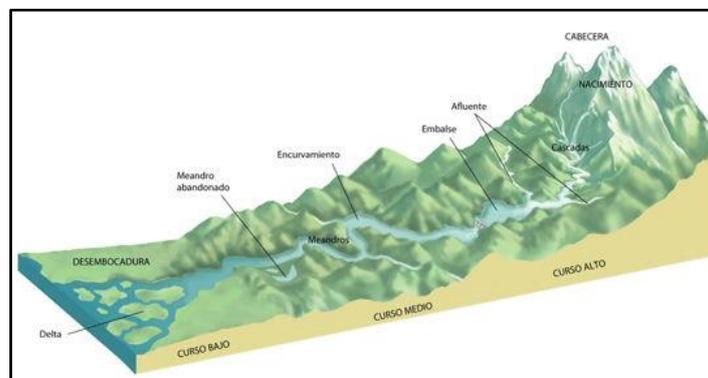
### **Ilustración 1. *Divisoria de aguas***



Fuente: (Juan Julio, 2011)

- b. **Río Principal:** Es la que colecta todas las aguas es la que tiene la mayor longitud y mayor área de drenaje.

### Ilustración 2. Río Principal



Fuente: (Juan Julio, 2011)

- c. **Los Afluentes:** Son denominadas sub cuencas por ser ríos secundarios que desemboca del río principal.

### Ilustración 3. Afluentes

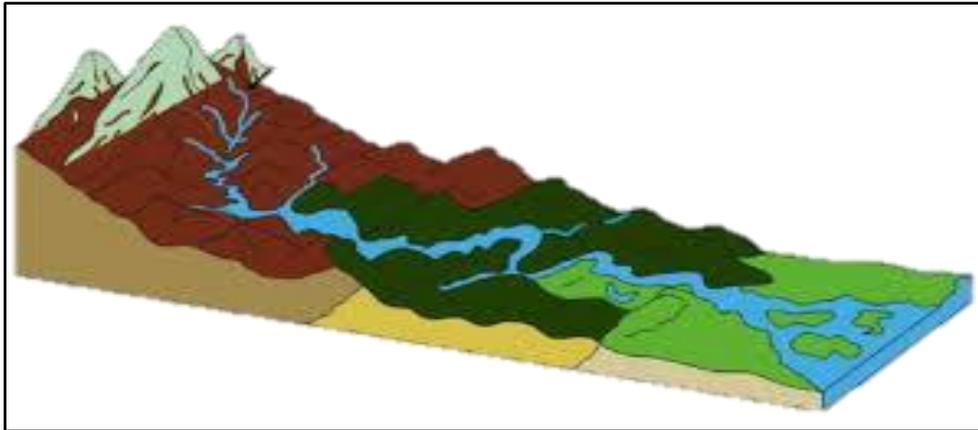


Fuente: (Juan Julio, 2011)

- d. **Relieve de las Cuencas:** Son formados de montañas; mesetas, valles y quebradas.

Las cuencas nacen de las pendientes considerables de glaciares; esta agua transcurre por ríos para ello está pendiente debe ser menor, estas aguas desembocan algunas a lagos, al mar, y otras partes. Ante este recorrido algunas aguas forman curvas, llamadas meandros.

**Ilustración 4. Creación de Cuencas**



Fuente: (Energi, 2010)

### 2.2.3. Partes de la cuenca

- a. **Cuenca alta:** materiales de terrenos en las que se encuentra mayor socavación y son visibles las trazas de la erosión.
- b. **Cuenca media:** es atraído por la corriente y los materiales que son de salida y no hay erosión
- c. **Cuenta baja:** hazle parte de la cuenca en la que los materiales extraídos de la parte alta
- d. **Tipos de cuencas:** exorreicas, endorreicas y arreicas.

### 2.2.4. Criterios generales

Las protecciones ribereñas son obras construidas en el cauce de, el objetivo de esta construcción es dirigir y controlar el curso natural del agua, ya que son delicados y podrían desestabilizarse por lo que nos emerge buscar criterios de diseño implícitamente o explícitamente. Requieren grandes inversiones y por ende son importantes para los habitantes, por ello deben ser resistentes (Fuente Sadowski, 2015)

### 2.2.5. Erosión y los revestimientos

Se denomina erosión a la socavación o degradación al cambio que se ejecuta por el flujo de agua y por su cauce la cual influye la profundidad o expansión del cauce. Los factores que influyen a tal fenómeno no dependen solamente con este flujo y el cauce, también dependen de: tipo de suelo, hidrología, características geológicas, sedimentos de flujo, y entre otros. (Gonzales, 20)

Las inundaciones no solo son crecidas de flujos de aguas de los ríos también varían las cargas de sedimentos, debido a esto incrementa la abrasión de los márgenes. Cuando se desprende las partículas al perímetro del surco por provocación de las fuerzas tractivas, esta es mayor a la fuerza tractiva crítica de estos sedimentos. (Chow, 1994).

Los revestimientos son composiciones de armaduras o mantos superficiales de protección, filtro o base que como finalidad tienen la protección de la base y los esfuerzos tractivos que son producidos por flujo circulante, esta protección a la erosión se encuentra ubicada debajo de la armadura también cumple con la protección contra la socavación al talud revestido del revestimiento. (Suárez, 1998)

Son los mayores Contaminantes a del agua según Ayeres (2014) depende de las variaciones siguientes:

$$E = f(R. G. S. V)$$

E= Rata de erosión.

R= Factor Qué depende de la cantidad intensidad de la lluvia depende.

G= Factor qué depende de la pendiente y la fotografía del terreno.

S= Depende de las propiedades físicas y químicas del suelo.

V= Depende de las características de la cobertura vegetal.

### 2.2.6. Tipos de erosión

- **Erosión de viento:** el movimiento del viento ejerce fuerzas levantando así las partículas del suelo desprendiéndolas.

- **Erosión por la lluvia:** las gotas de agua impactan en el suelo y pueden soltar y mover partículas las gotas de agua impactan en el suelo y pueden soltar y mover partículas.
- **Erosiones la superficie** de agua también producen desprendimiento son las capas del suelo
- **Erosión en surcos** los ojos pequeños de canales hacen que profundicen esos pequeños formándose surcos paralelos.
- **Erosión por afloramiento** de agua Las aguas subterráneas pueden aflorar desprendiendo así las partículas del suelo superficial informando cavernas
- **Erosión interna** el agua a través del suelo transporta formando internamente Tabernas.
- **Erosiones en cavernas** Comando canales En un sitio de determinado de una corriente Cuando la caverna inicia es difícil suspender la erosión.
- **Erosión encauces de agua** Qué es más conocido cómo erosión lateral y profundización ya que las fuerzas de estas aguas producen presión lateral y profundicen las causas generando así una corriente.
- **Erosión por oleaje** La fuerza de las olas al ascender y descender de la superficie de suelo realiza el desprendimiento y transporte de partículas.
- **Erosión de masa** más conocido cómo deslizamientos el termino erosión y remoción hace que las masas importantes del suelo generan deslizamientos.

### 2.2.7. Erosión en ríos y corrientes de agua:

El agua en corrientes es compleja en un comportamiento complejo y dinámico el río es solamente una parte de un sistema y la cuenca es la geología el clima, la vegetación y otros. Este sistema fluvial influye en zonas de producción de sedimentos alguna son de transporte y algunas son depositadas si nosotros llegamos a hacer alguna obra en el río con algún objetivo es bueno, pero al mismo tiempo podemos generar efectos negativos ya que requerimos capacidades de predicción de dinámica del este sistema para anticipar estos comportamientos de la corriente es bueno determinar ciertas características en la geología sedimentos hidrología e hidráulica. (Suárez, 1998)

### 2.2.7.1. Morfología de un canal

Para el estudio de hidrología requerimos tener conocimientos de principales datos a los que a continuación mostraremos:

- a. **Longitud:** Son distancias que mide lo largo de corrientes principales desde un punto de divisoria de aguas en algunas ocasiones se requiere los análisis subjetivos y no siempre es claro identificar el canal principal.
- b. **Pendiente:** Necesitaremos también la pendiente promedio y de variaciones a lo largo del canal a estudiar.
- c. **Densidad:** Este dato es tomado del drenaje y son las cantidades de corrientes que se encuentra dentro de estas cuencas.
- d. **Secciones transversales:** Son series de parámetros como el ancho, perímetro, pendientes, entre otros. Estos datos no solo son tomados del canal también se requiere para ello planos de inundaciones y las laderas laterales a encontrar.
- e. **Formas:** Estas corrientes hidrológicas encontramos también las sinuosidades y patrones de meandros que van formando.

Para el diseño de obras en fundamental controlar las erosiones de corrientes de las aguas o ríos a trabajar, por ello en la ingeniería es fundamental conocer los comportamientos de las corrientes; por lo que se requiere un estudio detallado de la cuenca y de las corrientes. Por ello se debe incluir también a este estudio los factores que puedas tener efectos a la erosión.

Por ello a continuación se presentará una tabla que sirve como guía para los factores y variables que tenemos que considerar en el estudio de estas cuencas sus dinámicas de estas corrientes (Suárez, 1998).

**Tabla 1.** *Análisis de un Rio-Factores*

FACTOR	VARIABLE
TIEMPO	Historia geológica. Tiempo moderno. Tiempo reciente. Tiempo futuro de análisis.
GEOLOGIA	Litología. Tectónica. Estructura, Geomorfología. METEORIZACION, Heterogeneidad geológica.

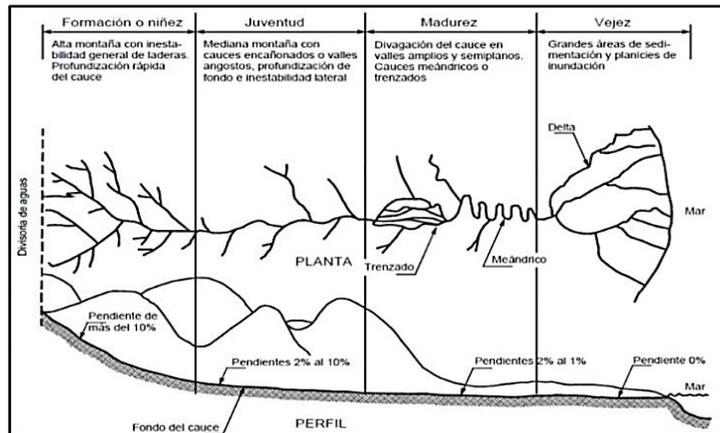
SUELOS	Tipo, gradación y peso específico. Distribución de los diferentes tipos de suelos en la cuenca, Composición química de las partículas, Cohesión y Fricción, Resistencia a la alteración física y química, Grado de densificaciones. Permeabilidad-infiltración Erosionabilidad.
HIDROLOGIA	Lluvias anuales-mensuales - diarias-horarias. Intensidades máximas de aguaceros Magnitud-Intensidad y duración de las lluvias. Caudales. Tipo y forma de hidrograma.
COBERTURA VEGETAL	Tipo de vegetación. % de cobertura vegetal y su distribución. Prácticas de cultivos. Modificaciones de la cobertura por acción antrópica.
TOPOGRAFIA	Topografía, pendiente, morfología de la cuenca. Perfil longitudinal del río Morfología en planta, tipo de río (semirrecto, sinuoso, trenzado, meandrónico) Sinuosidad, radios de curvatura, ancho de divagación, distancia entre meandros. Distancia entre barras o islas, alineamientos generales, forma, ancho, profundidad, fondo, formas del fondo, forma de dunas o barras, rápidos y fosas.
HIDRAULICA	Pendiente del flujo. Rugosidad del fondo del cauce. Velocidad. Distribución de velocidades. Radio hidráulico. Fuerza tractiva. Resistencia al flujo. Poder de la corriente.

Fuente: Jaime Suárez Días

### 2.2.8. Etapas de las corrientes

Las corrientes de aguas representan también etapas que son fáciles de identificar evaluando como su comportamiento de erosión. Clasificando las morfologías fluviales y las interpretaciones de los fenómenos de erosión, y se debe determinar lo siguiente:

#### **Ilustración 5. Etapas de un río**



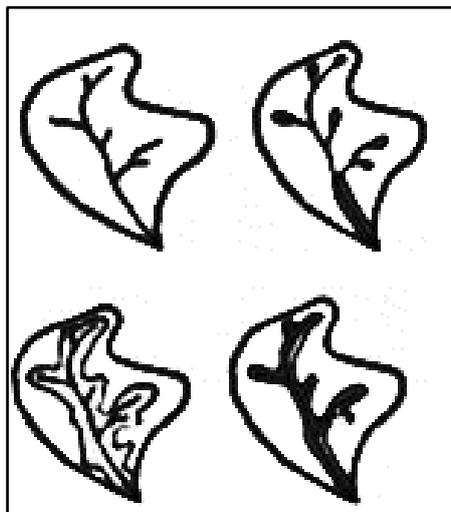
Fuente: (Suárez,2010)

### 2.2.9. Etapa de formación

Cada montaña tiene una cuenca de drenaje estas con en forma de un embudo que con laderas de pendientes elevadas que puedes llegar a tener más del 6%. Esta cuenca forma una corriente principal que está compuesta por quebradas o pequeñas cuencas de un flujo intermitente.

Las corrientes que generan la corriente principal son formadas por lluvias. En esta etapa se genera la erosión laminar y los surcos y en la cárcava. Es por la cual que los sedimentos producen la erosión y a su vez inestabilizan las laderas.

### Ilustración 6. Formaciones de Corrientes



Fuente: (Suárez, 2010)

Estos procesos de erosión pueden ser aceleradas con las talas de árboles y quemas; la cual provoca caos de taludes de forma vertical. Los causes semirectos de causes pequeñas producen cambios bruscos de dirección y de pendientes, con formas de V de taludes laterales y fuertes.

#### **2.2.9.1. Etapa Juvenil**

Tienes pendientes medianas y la velocidad que transcurre el agua son grandes la Erosión se profundiza a ello este proceso se denomina “Corrosión”.

Es identificable también las partículas transportadas que son de gran tamaño entre ellas tenemos las arenas, gravas y cantos de abrasión que se encuentran en el fondo del cauce, suelen ser rápidas y se desarrollan en cañones de taludes semi verticales.

En aquel tramo se encuentran los valles de arenas, gravas y cantos que dan inicio a las formaciones; y al profundizarse producen deslizamientos y flujos; los coluviones también están presentes, presentando el río y produciendo luego las avalanchas de lodo detritos a lo largo del cauce. La cual se profundiza por efecto de la erosión regresiva produciendo inestabilidad lateral de laderas, al pasar el tiempo se forma un valle en forma de V.

#### **2.2.9.2. Etapa Madurez**

En esta etapa la erosión que se encuentra en el fondo del cauce es momentáneas ya que la velocidad es disminuida, recuperando así sedimentos a comparación de las corrientes jóvenes que acumulan las erosiones. Repetitivos de socavaciones, transporte controlan el comportamiento del río. Al momento de procesar las formaciones de meandros es generalmente continuo dentro de las divagaciones del río. También durante las avenidas de estos canales al no ser suficientes se desbordan buscando a si nuevos cauces o a antiguas cauces, a la cual se profundizan de abajo hacia arriba. En algunos casos encuentran dichas coberturas con vegetación así resiste las fuerzas de erosión, pero de igual forma el proceso es de forma irregular y heterogénea en la que genera un canal permanente.

#### **2.2.9.3. Etapa Vejez**

Esta etapa es la final ya que el agua va a ser desembocada en el mar, la cual la pendiente es nula empezando a formarse las deltas y la división de cauces

menores. Las erosiones verticales en esta etapa ya no existen, pero aún existen movimientos laterales debido a los procesos de sedimentación e inundación que anteriormente fueron nombrados. Dando en conocimiento que los sedimentos son más importantes que la erosión.

### 2.2.10. Caudales

- a. Diseño:
- b. Dimensiones de cauce
- c. Drenaje
- d. Protección de ciudades y plantaciones
- e. Alcantarillas
- f. Luz de puentes

Para ello se debe estimar un determinado diseño, en este caso son con caudales máximos. Está en función de los periodos de retorno, depende también de la importancia y de su vida útil que está determinada.

#### 2.2.10.1. Periodo de Retorno

Para este Periodo de Retorno es definida como el intervalo de tiempo que se encuentra dentro de la magnitud (Q) que puede ser igualado o excedido por lo menos una vez.

Si este evento en igual o mayor a Q, quiere determinarnos que ocurre una vez en T años, y su probabilidad de ocurrencia P, es 1 en T casos como:

$$P = \frac{1}{T}$$

P = Probabilidad de ocurrencia del caudal Q

T= Periodo de retorno

Las probabilidades de este evento, en la que ocurre una vez en "n" años sucesivamente, son conocidas también como una falla R y es representada de la siguiente manera:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{p}\right)^n$$

En estos parámetros de riego es fácil determinar las aplicaciones, dando un periodo de retorno, teniendo una vida útil de “n” años.

## 2.2.11. Calculo de caudal máximo

### 2.2.11.1. Método Directo

Llamado también seccionamiento y pendiente que tiene como objetivo determinar el caudal máximo con datos tomados del campo, estos trabajos incluyen lo siguiente:

- a. Seleccionar un tramo. Suficientemente profundo, conteniendo el nivel de agua máxima.
- b. Sección transversal del extremo del tramo elegido para determinar el área hidrológica, el perímetro, las avenidas máximas de análisis, y más)
- c. Elegir el coeficiente de rugosidad de Manning con las condiciones físicas del cauce
- d. Formula de Manning

### 2.2.11.2. Método Empírico

Derivan un método racional, es sencillo por lo que contiene una difusión mayor, aunque contiene errores grandes en el proceso de escurrimientos, es complejo, por lo que contiene área de una cuenca y su coeficiente de escurrimientos

Son usadas generalmente en obras de drenaje urbano y rural. Su ventaja es no requerir los datos hidrométricos para los caudales máximos.

$$Q = \frac{C.I.A.}{360}$$

Q= Caudal máximo (m<sup>3</sup>/s)

C= Coeficiente de escorrentía

I= Intensidad de lluvia de diseño con igual tiempo de concentración (mm/h)

A= Área de la cuenca (Ha)

**Tabla 2. Coeficiente de escorrentía**

Tipo de superficies	Coeficiente de escorrentía	
	Mínimo	Máximo
Zona comercial	0.70	0.95
Vecindarios, zonas de edificios, edificaciones densas	0.50	0.70
Zonas residenciales unifamiliares	0.30	0.50
Zonas residenciales multifamiliares espaciadas	0.40	0.60
Zonas residenciales multifamiliares densas	0.60	0.75
Zonas residenciales semiurbanas	0.25	0.40
Zonas industriales espaciadas	0.50	0.80
Zonas industriales densas	0.60	0.90
Parques	0.10	0.25
Zonas deportivas	0.20	0.35
Estaciones e infraestructuras viarias del ferrocarril	0.20	0.40
Zonas suburbanas	0.10	0.30
Calles asfaltadas	0.70	0.95
Calles hormigonadas	0.70	0.95
Calles adoquinadas	0.70	0.85
Aparcamientos	0.75	0.85
Techados	0.75	0.95
Praderas (suelo arenoso con pendiente inferior al 2%)	0.05	0.10
Praderas (suelo arenoso con pendiente intermedias)	0.10	0.15
Praderas (suelo arenoso con pendiente superior 7%)	0.15	0.20
Praderas (suelo arenoso con pendiente inferior al 2%)	0.13	0.17
Praderas (suelo arenoso con pendiente intermedias)	0.18	0.22
Praderas (suelo arenoso con pendiente superior 7%)	0.25	0.35

Fuente: (Aparicio, 1999)

**Tabla 3. Coeficiente de escorrentía**

Cobertura del Suelo	Tipo de Suelo	Pendiente (%)				
		>50	20-50	5-20	1-5	0-1
Sin Vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.55	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierbas	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
Bosque, Vegetación densa	Impermeable	0.55	0.60	0.45	0.40	0.35
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Fuente: (Benitez, 1980)

Cuando la cuenca está compuesta por distintas características, el coeficiente "C" se obtiene con una media.

#### **a. Tiempo de concentración:**

Este tiempo es el tiempo que transcurre desde que la gota de agua cae, desde un punto alejado de esta cuenca hasta su salida (estaciones). Este tiempo es de características Geográficas y topográficas. Este tiempo también se deben considerar los escurrimientos de esta estructura de diseño.

Características como dimensiones, pendientes, vegetaciones y otras. El tiempo "Tc" se halla es diferentes formas como podemos apreciar a continuación.

**Bransby-Williams**

$$T_c = \frac{L}{1.5D} \sqrt[5]{\frac{M^2}{F}}$$

$T_c$  = Tiempo de concentración (horas)

$L$  = Distancia de salida (Km)

$D$  = Diámetro del círculo equivalente a la superficie de la cuenca (km<sup>2</sup>)

$M$  = área de cuenca (km<sup>2</sup>)

$F$  = Pendiente media al cauce principal (%)

**Kirpich**

$$T_c = 0.02L^{0.77}S^{-0.385}$$

$T_c$  = tiempo de concentración (minutos)

$L$  = longitud máxima a la salida (m)

$S$  = superficie media del lecho (m/m)

**Ventura – Heras**

$$T_c = a \frac{S^{0.5}}{i}$$

Siendo:  $0.05 \leq a \leq 0.5$

$T_c$  = tiempo de concentración (horas)

$i$  = Pendiente media (%)

$S$  = área de cuenca (km<sup>2</sup>)

$L$  = Longitud del cauce principal (km)

$a$  = Alejamiento medio  $a = L/\sqrt{S}$

**b. Método de Mac Marh:** Se usa para el sistema métrico.

$$Q = 0.0091 CIA^{4/5} S^{1/5}$$

Q= Caudal máximo de retorno Taños (m3/s)

C= Factor de escorrentía (C1+ C2+ C3)

I= Intensidad de lluvia en un tiempo de concentración Tc, con periodo de retorno en T años mm/hr

A= Área de cuenca (Ha)

S= Pendiente promedio (%).

**Tabla 4. Factores de escorrentía**

VEGETACIÓN		SUELO		TOPOGRAFÍA	
Cobertura (%)	C1	Textura	C2	Pendiente (%)	C3
100	0.08	Arenoso	0.08	0.0-0.2	0.04
80-100	0.12	Ligera	0.12	0.2-0.5	0.06
50-80	0.16	Media	0.16	0.5-2.0	0.06
20-50	0.22	Fina	0.22	2.0-5.0	0.10
0-20	0.3	Rocosa	0.30	5.0-1.00	0.15

Fuente: (Math, 1999)

### 2.2.12. Factores de la erosión

Las magnitudes y los tipos de erosión que se hallan en un tramo de cauce son definidas por las características propias obtenidas del lugar en la que se encuentra, entre ellas son:

#### 2.2.12.1. Flujo

El flujo es la acción dominante en este proceso ya que erosiona y también transporta materiales del margen de la erosión; también contamos con la magnitud y la duración. Estas magnitudes del cauce son proporcionales con la magnitud de la erosión. En la que nos podemos abarcar también de las experiencias de FEERAL HIFHWAY (USA) que muestran un 90% y un 99% de los progresos erosivos en las riberas. Teniendo en cuenta también que las estabildades de estas riberas son mayores de las magnitudes de esta avenida. Las erosiones necesitan energía suficiente para vencer las resistencias que se crea por vegetaciones y resistencias cohesivas, como las

resistencias estructurales del propio suelo. Esta nos permite determinar que si la ribera se encuentra sin protección la erosión avanza desmesuradamente, teniendo también el margen del tiempo y la duración de esta erosión teniendo en consideración el avance de erosión.

#### **2.2.12.2. Materiales**

Los materiales deben ser resistentes a la erosión que están directamente relacionadas con el cauce; estas pueden ser: Cohesivos, no cohesivos y estratificados.

#### **2.2.12.3. Vegetación**

La estabilidad ribereña está relacionada con la vegetación que existe en el propio debido al flujo que se infiltra, ello contribuye a la cohesión y a la resistencia del suelo aumentando así la resistencia a la erosión.

#### **2.2.12.4. Estabilidad.**

Se manifiesta en los procesos de socavación y elevación. La socavación afecta directamente a la erosión debido a las pérdidas de soporte. Además, si los materiales empleados en el lecho son más resistentes a la erosión la energía erosiva afecta a las riberas incrementando los procesos erosivos.

### **2.2.13. Factores geotécnicos**

Muestra tipos de fallas que producen las mismas.

#### **2.2.13.1. Características**

Estos suelos de las riberas con las que deben generar protección a la acción erosiva, especialmente las rocas duras y no deterioradas, existen también tipos de suelos inorgánicos: suelos cohesivos (partículas finas, formas planas); suelos granulares (forma regular y son estables). Los orígenes son los que representan la diferencia como por ejemplo los suelos granulares predomina su masa, mientras que los suelos cohesivos son de características cohesivos, plásticos y cambian de volumen. Por ello mostraremos a las categorías de suelos, drenaje y tamaños de partículas.

**Tabla 5.** *Clasificaciones de suelos según tamaño de Partículas*

Suelo	Tamaño (mm)	Características de drenaje
-------	-------------	----------------------------

Arcilla	< 0.002	Impermeable (arcillas intactas) Muy pobre (arcillas alteradas)
Limo	0.002-0.06	Pobre
Arena	0.06 - 2.0	Considerable
Grava	2.0-60	Bueno
Adoquines	60-600	Bueno
Canto rodado	>600	Bueno

Fuente: (Suárez, 2010)

### 2.2.13.2. Parámetros

Al momento de tensión de rotura se define como máxima resistencia y la fuerza externa al no romperse. Al sobrepasar el valor, se considera fallo en las apariciones de deslizamientos. Uno de los factores es la resistencia del suelo en la que debe dominar las tensiones y se puede expresar de la siguiente manera:

$$\tau = C' + \sigma'n \text{ Tan}\phi'$$

$$C' = C - u$$

$C'$  es la cohesión efectiva,  $C$  es la cohesión y la presión intersticial

$$\sigma'n = \text{Tensión normal efectiva}$$

$$\phi' = \text{Angulo de rozamiento o fricción efectiva interna}$$

Los suelos cohesivos, como arenas y gravas no tienen cohesión. Esta hace que, en suelos cohesivos, dependan de la cohesión de fricción interna, aunque también hay suelos internos arcillosos que se saturan, esto produce drenaje. Los parámetros  $c'$  y  $\phi'$  se obtiene mediante los ensayos de laboratorio aunque se puede estimar mediante el siguiente cuadro.

**Tabla 6. Valores de cohesión y Ángulo de rozamiento**

MATERIALES	COHESION (kN/m)	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA $\phi$
ARCILLAS:		
Muy Rígidas o Dura	> 150	
Rígida	100 - 150	
Firme a Rígida	75 -100	
Firme a Rígida	50 - 75	

Suave a Firme	40 - 50			
Muy suave	20 - 40			
Arena Limosa	<20	24 - 34		
SUELOS GRANULARES:	-	REDONDEO	REDONDEADO Y ANGULAR	ANGULAR
Tamaño de partícula (D30)				
<1 mm		30	-33	33-35
1 - 10 mm		30 - 32	32-36	33-40
10-100mm		32 - 37	33-40	-33

Fuente: (Ortega)

### 2.2.14. Fuerzas tractivas

Se utiliza para calcular las fuerzas que ejerce el agua en movimiento sobre el suelo es una fuerza de tracción a una corriente  $\tau_0$ .

$$\tau_0 = \rho v^2 = \rho \cdot g \cdot y \cdot i$$

$\tau_0$  = Fuerza tractiva

$\rho$  = Densidad del agua

$v$  = Velocidad de la corriente

$y$  = Altura del flujo

$i$  = Pendiente promedio

$g$  = Aceleración de la gravedad

### 2.2.15. Fuerza crítica

El agua ejerce fuerzas tractivas de los materiales de riberas trata de resistir las fuerzas al corte. Estos materiales tienen una tensión máxima  $(Y_o)_c$  que es la resistencia de fuerza tractiva.

#### Criterio de Shields

$$(Y_o)_c = 0.06\gamma_s \cdot d$$

**Tabla 7. Esfuerzo crítico para diámetros**

DIAMETRO ENCONTRADO (d)	ESFUERZO DE CORTE CRITICO DE INICIACION MOVIMIENTO (Yo)c
0.10m	99N/m <sup>2</sup>
0.15m	148.5N/m <sup>2</sup>
0.20m	198N/m <sup>2</sup>
0.25m	247.5N/m <sup>2</sup>
0.50m	495N/m <sup>2</sup>

Fuente: (Espinoza)

### 2.2.16. Socavación

Consiste en profundizar los niveles del fondo del cauce causada por aumento de nivel del agua, modificadas para las obras ingenieriles. Comprende el levantamiento y transportes de los materiales del rio al momento de esta construcción.

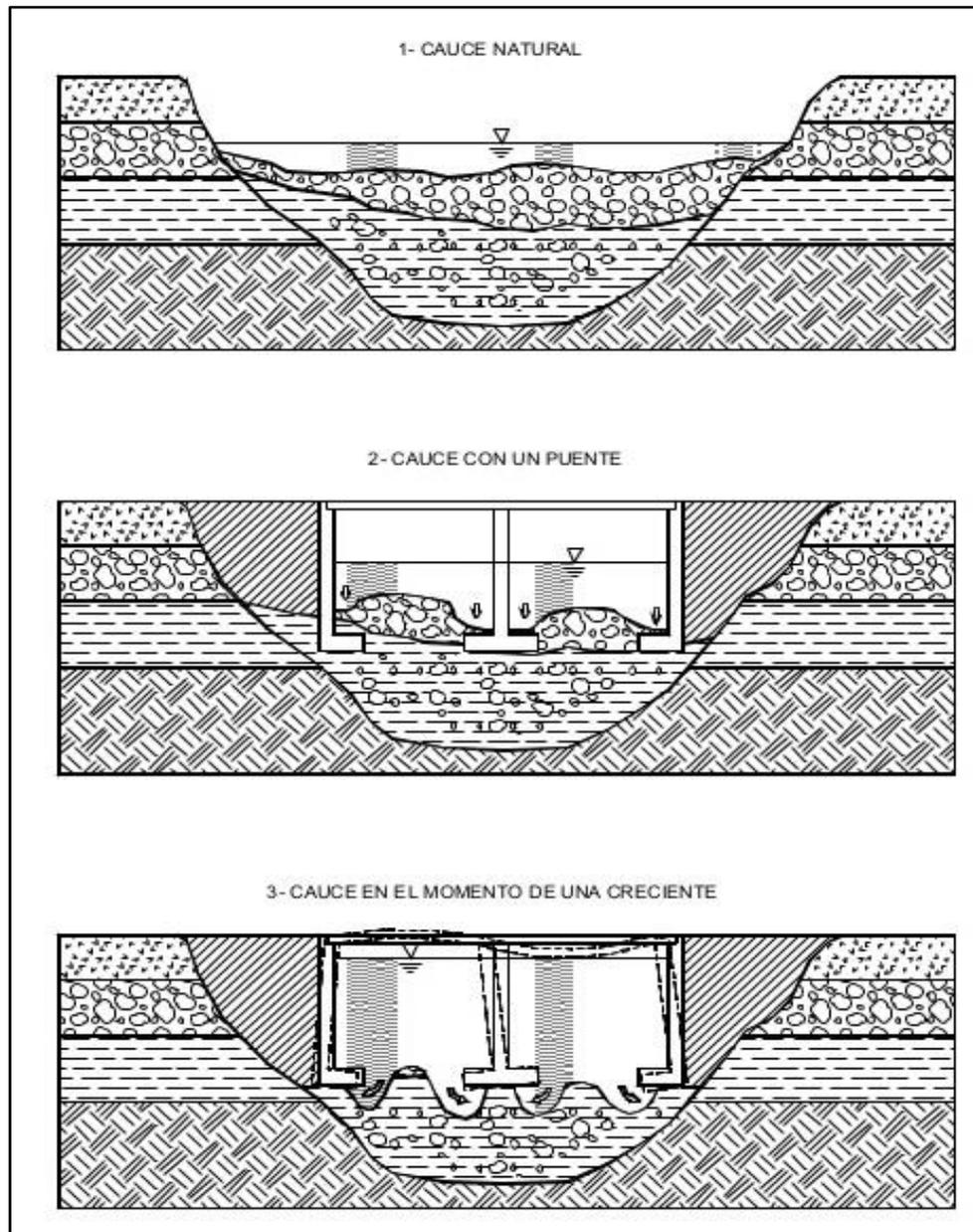
Esta socavación debe diferenciarse con la erosión, luego se vuelve a depositar los sedimentos, recuperando el nivel de fondo, se controló con la hidráulica y las propiedades de estos sedimentos, y la forma de los elementos.

Esta se relaciona con las fallas de cimentaciones entre ellas tenemos las catastróficas y las pérdidas humanas.

Los puentes generan la contracción del ancho del cauce, generan niveles de socavación, estas fallas son generalmente por socavaciones, este problema es tan delicado, recomiendan los puentes contra socavaciones y las inundaciones con periodos de 500 años de retorno.

Sin embargo, los estudios de socavación se iniciaron con procedimientos unificados a las socavaciones en los diseños de puentes.

### Ilustración 7. Control de Erosión



Fuente: (Suárez, 1998)

## 2.2.17. Fundamentos

### 2.2.17.1. Componentes

Se debe tener en cuenta los siguientes componentes:

#### a. Socavación Recuperable

Es ignorada esta degradación no recuperable por los cálculos porque el fondo del canal no es detectado o se asume que son insignificante.

- Análisis de socavación no recuperable, incluyendo lo siguiente:
- Alteraciones del canal, canalización, y otras.
- Minería en arena y grava, desequilibrio de sedimentos
- Construcciones de represas, retienen sedimentos
- Sobrepastoreo, urbanización.
- Cambios naturales.

**b. Socavación por Caudal:**

Aumenta el caudal aumentando la velocidad y produciendo erosión, esta socavación se recupera por los sedimentos, a menos que crece. Ocurre en periodos de horas o días.

**c. Socavación por contracción:**

Produce un aumento de velocidades de la contracción, produciendo la socavación de cause en el sector contraído.

Richardson y Lagasse (1999), describen socavaciones de más de seis metros. Estas socavaciones se pueden determinar mediante algunos programas como: WSPRO, HEC-RAS, BRI-STARS, UNET, FESWMS Y RMA2V.

**d. Socavación Local (Estribos)**

Se adiciona a la profundidad de la socavación en producto de la contracción del cauce.

**e. Socavación Local (Pilas)**

Dentro de estos cauces producen remolinos turbulentos, y alrededor de estas pilas se forman fosas producidas por vórtices por las interferencias.

**2.2.18. Muros en Gaviones**

Son cajones de mallas hechas de alambre galvanizado y son rellenos de rocas, son estructuras de gravedad y de diseño ingenieril. El amarre entre los gaviones evita los movimientos de estas unidades aisladas y garantiza agrupación de muro. Los muros pueden doblarse y no necesariamente ocurra volcamientos o

deslizamientos y es común las deflexiones de un 20% de altura, curren ciertas ventajas como:

- Fácil construcción, reutilización de rocas disponibles
- Construcción en fundaciones débiles.

### **2.2.19. Defensas ribereñas**

Está estructuras construidas son para proteger áreas que están alrededor del río contra la erosión por la velocidad del agua que remolca los materiales ribereños y la socavación, éstas estas horas son localizados en puntos estratégicos para poder proteger las poblaciones y las vías de comunicación, pero también el área de despena cambia el régimen natural del flujo la cuáles deben ser diseñadas antes de construir la obra.

Antes de construir este proyecto de defensa o camiones qué necesitas conocer antes los problemas de hidrología topografía geomorfología y antecedentes de inundaciones anteriores.

#### **a. Hidrológicos**

Esto estudio determina cómo sin los caudales de diseño en las cuales nos ayudarán a obtener las dimensiones apropiados de las obras el estudio hidrológico también mejora el ajuste de los datos que existen hasta esa fecha la distribución qué es margen de error para cada uno de ellos los estudios hidrológicos analizando altura del agua y del caudal con elementos básicos que determina las dimensiones okey nos para diseñar las defensas costeras en el área de riesgo hídrico.

#### **b. Topografía Y Geomorfología**

Para este estudio también requerimos el levantamiento fotogramétrico y los planos topográficos. Para determinar las características del suelo que determina su composición granulométrica integrado de compactación. El

estudio hidrológico permite también hallar los principales problemas que tenemos entre ellas el escurrimiento velocidad y niveles diferentes caudales.

**c. Inundación**

Estudio nos permite conocer y hacer un pronóstico de hidrología bajo diferentes condiciones en las que nos dan los caudales Se puede limitar las posibles inundaciones por sectores asociándonos y analizándolos hidrológicamente con las probabilidades de ocurrencias.

**d. Previsión**

Por los antecedentes ya recopilados Se debe realizar un diagnóstico con las condiciones actuales y describiéndolos problemas originados que se desea solucionar.

**e. Situación Actual**

Son pequeñas inversiones o trabajos eventuales para mejorar la situación actual del proyecto ya sea realizando limpieza o rectificación de cauces para construir el mejoramiento actual.

**f. Alternativas**

Se debe plantear con alternativas técnicas para las soluciones que deben eliminar los puntos de estrechamiento de los cauces, regular la Ribera y mejorar su cauce con ampliaciones generales de la construcción de defensas para evitar así inundación, los revestimientos y ayudar a una buena canalización.

**g. Presentación**

Generalmente está etapa utiliza en utiliza criterios Técnicos la construcción de defensa costeras Es una estrategia de protección a obras civiles vienes infraestructura Y Arias de riesgo hidrológico Pero has todo defensa Incrementa una altura de terraplén que protege una mayor superficie Aun con lazo destructivo Lectura más adecuada para estas defensas resulta incompleta Sí

los componentes técnico físicos y materiales de esta obra son relevada son relevantes y significativos A la protección de esta estructura.

Estás obras de defensa ribereña son sometidos a efectos de menor a mayor grado de temperatura en condiciones hidrológicas y naturales Qué son:

- Deformación y resistencia de fundación
- Socavación de base
- Estabilidad
- Abrasión de transporte de material
- Tierras de empuje

Además de ser eficientes este tipo de obras también deben ser económicas considerándolo siguiente:

- Costos y disponibilidad de materiales
- Costo de construcción
- Costo de mantenimiento
- Durabilidad de la obra
- Obras colindantes

Los materiales empleados en la construcción varían por:

- Disponibilidad de materiales
- Tipo de aledañas; áreas urbanas, usar diques de hormigón; áreas rurales, usar diques de tierra.

## **2.2.20. Clasificación de los tipos de defensa**

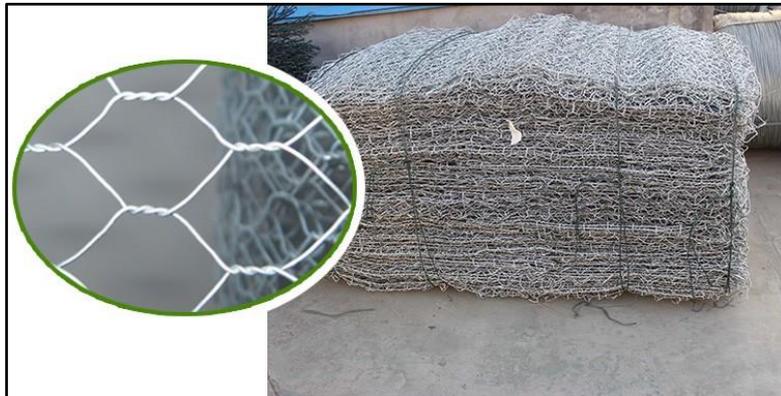
Existen diferentes tipos de obras; flexible y rígido:

### **2.2.20.1. Muros de gaviones (Flexibles):**

Más rectangulares contruidos por un tejido de alambre de acero son especialmente para la protección de clasificación liga albanización para obras de piedra de canto rodado o piedra chancada de construcción sencillo flexible económicos y versátiles, excelentes para construcción de muros de contención en cualquier tipo de ambiente y estación; las ventajas que nos proporciona es resistir deformaciones sin perder

resistencias, su tapa de diseño hexagonal está unida por tres porciones espacial ese enrejado hace de que las piedras se deslicen entre las mismas esto impide su caída y queden sujetas sin deslizarse.

**Ilustración 8.** *Abertura hexagonal del Alambre*



Fuente: (Structuralia Blog, 2020)

#### **a. Características Estructurales**

- Flexibles
- Permeables
- Versátiles
- Económica
- Estética

#### **b. Usos**

**Muros de contención:** Constituyen un grupo de elementos importantes que soportan y protegen los derechos del río, mantienen una diferencia en los niveles del suelo de sus lados.

**Conservación del suelo:** La erosión acelerada perjudica el suelo ya que no son fértiles, se pierde y los materiales sólidos se desprende las cuencas provocan azolvamiento de infraestructura eléctrica agrícola hidráulica.

**Control de ríos:** Erosiones los transportes de materiales y nos vemos qué rumba miento los aviones controlan y protegen de inundaciones.

**Protección de puentes:** Los estribos de los puentes nos ayuda para utilizar los aviones tipo caja Iniesta También nos ayudan los equipos saco y lo de Tito colchón Logrando así una resistencia a las cargas Presentadas

### 2.2.21. Gaviones

Este tipo de estructura es una combinación de mallas hechas de cable y rocas que van como relleno. Existen diversos fabricantes y proveedores que manejan estas definiciones particulares para estos productos, sin embargo sus características son muchas: (Hernández J. C., 2005)

Entre ellos tenemos las siguientes características de gaviones.

- **Flexible:** Son de alta resistencia de las mallas la cual permiten que el elemento se deforme en un parámetro considerables, esto permite que la resistencia de las estructuras sea más rígida.
- **Durabilidad:** Las mallas resisten a exposiciones de severas corrosiones, esto hace que los anticorrosivos cómo Galfan recubierto de PVC. Ayuda a que los colapsos de elementos no sean posibles.
- **Permeabilidad:** Los vacíos que se encuentran en la estructura hace que los flujos de líquidos atraviesen entre ello a los cual la presión hidráulica no afecte a esta estructura.
- **Monotelismo:** La unión de los elementos que forman la estructura ayudan a la fuerza en las tres dimensiones.
- **Integración:** Con el tiempo y mediante tratamientos especiales permite que esta estructura se integre con el medio ambiente qué hay que está lleno de piedras.
- **Versátil:** Los gaviones son construidos bajo condiciones ambientales diversas. Puede ser utilizada de diferentes maneras y con diferentes rellenos.

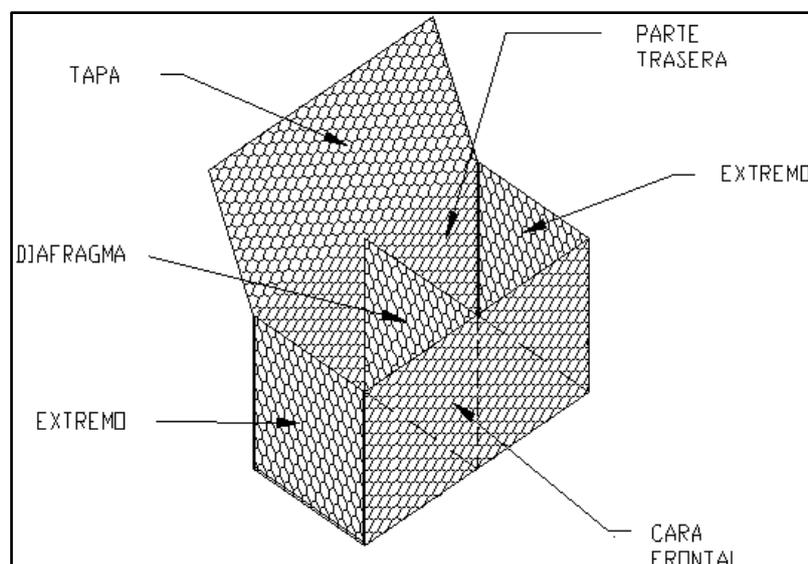
En la aplicación de la construcción de los gaviones han sido utilizado de diferentes maneras, de diversos tipos de diseño ribereñas y muros ornamentales que en esta oportunidad los gaviones van a ser utilizadas de alguna manera de defensa riverena ante un canal. Por ello veremos las características de tipos de mallas que a continuación se presentan:

### a. Tipo Caja

Son cajas que típicamente King en un área de base de 1m cuadrado y altura de 0.50 a 1 m, separadas internamente de 1m la cual ayuda esto al montaje, a la flexión y el relleno de los elementos.

La malla está conformada por acero de bajo carbono de aleación que ayuda a severas exposiciones de corrosión mostrada en la siguiente imagen.

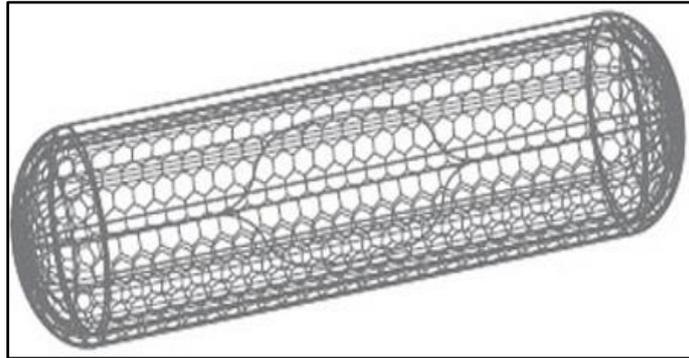
**Ilustración 9. Gaviones Tipo Caja**



Fuente: (Maccaderri, 2008)

### b. Tipo Saco:

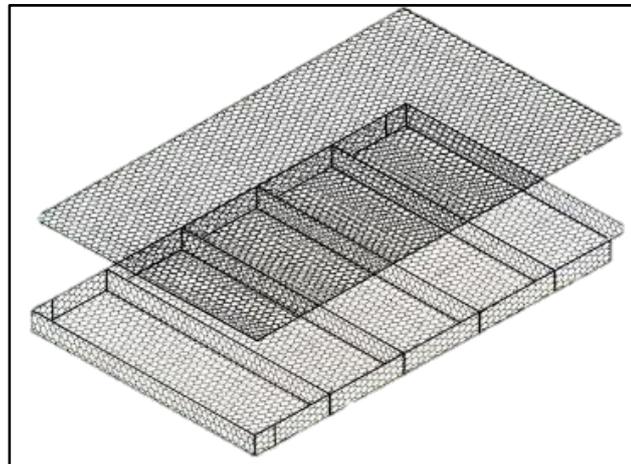
Gaviones contruidos por un solo paño de malla de alambre grueso que pasa de manera internada sobre la malla para hacer sellarlas varía entre 2-5 metros de largo y de diámetro de cero a 65 centímetros. Están diseñadas para ganar rápidamente y ser colocadas en su posición por ello son obras de emergencia y de fácil acceso.

**Ilustración 10. Gaviones Tipo Saco**

Fuente: (Maccaderri, 2008)

**c. Tipo Colchón:**

Son estructuras para protección contra la erosión de los ríos. Se caracterizan por tener un espesor de 17 a 30 centímetros son 2 m y de largo verían entre 3-6 metros. Las mallas son conformadas por aceros de bajo contenido de carbono y revestimiento plastificado. Este tipo de gaviones ayuda para contener inundaciones y de disipadores de energía.

**Ilustración 11. Gaviones Tipo Colchón**

Fuente: (Maccaderri, 2008)

### Ilustración 12. Revestimiento de cauce



Fuente:(Ingeniero, 2015)

La guía de diseños de gaviones nos presenta la empresa Maccaferri, es importante conocer las dimensiones de la estructura como a continuación se presentará la cual hace una introducción a los proyectos de defensa ribereña.

#### 2.2.22. Predimensionamientos de gaviones

Los predimensionamientos se inician sabiendo los valores de las fuerzas actuantes de la velocidad del flujo, llamada también velocidad de diseño; y de las profundidades de socavación mediante los resultados de los análisis el flujo del cauce y se realiza una simulación de modelos Computarizados.

Los rangos de los espesores de estos gaviones de tipo de colchón son dimensiones aceptables por el material de relleno que se utilizan en las estructuras para hallar este rango se necesita saber el valor inicial de la velocidad máxima y los resultados de los análisis y de hidrología la velocidad de cine cómo velocidades que soportan los movimientos de piedras de colchón también existen velocidades límites que ellas soportan deformaciones al movimiento de estas piedras y las velocidades de diseño que son de análisis hidráulicos y estás valores de la velocidad crítica y la velocidad limite cómo a continuación se presenta:

#### Ilustración 13. Espesor de colchones y diámetro de material de relleno

TIPO	Velocidad crítica	Velocidad Limite	Espesor (m)	Piedras de Relleno	
				Dimensiones (mm)	D50
Colchones Reno	3.5	4.2	0.17	70 a 100	0.085
	4.2	4.5		70 a 150	0.11

Gaviones	3.6	5.5	0.23 - 0.25	70 a 100	0.085
	4.5	6.1		70 a 150	0.12
	4.2	5.5	0.3	70 a 120	0.1
	5	6.4		100 a 150	0.125
	5.8	7.6	0.5	100 a 200	0.15
	6.4	8		120 a 250	0.19

Fuente: (Toro, 2014)

Estos espesores que muestran en la tabla permiten Colocar Ella escoger dimensiones del colchón sea largo alto ancho Te los volúmenes y el peso por piedra anda que la cuál será colocado en la malla.

### 2.2.23. Estabilidad de los muros de gaviones

Los análisis de estabilidad de los moros son importantes Para La comprobación en los ensayos que terminen Lo que se puede obtener.

#### a. Pesos Unitarios

Los pesos son de vital importancia para Los factores de seguridad y reales Los presos unitarios anos Resultados de Sí necesario Y es de escala natural.

#### b. Fricción

Esos cálculos son aliados de un laboratorio con equipos especializados de corte y muestras de tamaños

#### c. Interface Roca-Suelo

Este cálculo se puede obtener con el ensayo de corte triaxial o corte directo es de gran importancia por el seccionamiento y geometría que el muro va a tener además de ello debemos investi

gar sus propiedades mecánicas y físicas de los materiales del suelo de relleno haciendo uso de los ensayos cómo granulometría, la resistencia al corte axiales, límites de Atterberg y humedad.

#### d. Ensayos

En este tipo de construcciones la aplicación mecánica del suelo toma una importancia mayor por las cuales los comportamientos del suelo están sujetos a las cargas por ello es fundamental investigar las condiciones de rotura del

suelo para determinar parámetros de la resistencia a las que serán sometidas el suelo.

## **2.2.24. Protección de riberas**

### **2.2.24.1. Revestimiento**

Tiene como objetivo evitar la erosión por lo que se debe utilizar materiales ante las fuerzas erosivas, son clasificados en:

#### **a. Rígido**

No son irregulares ni cambian la forma del margen por lo que no fallan ni tampoco se quedan sin soporte entre ellas tenemos: Revestimiento de hormigón y asfalto, Mantas de hormigón, sacos de arenas o cemento, entre más.

#### **b. Flexibles:**

Se adaptan a las irregularidades que puedan tenerse en el terreno, que puedan ser causadas por subsidencia o erosiones, y pueden usarse los gaviones, colchones, encofrados, entre otros.

#### **c. Pantallas:**

Son generalmente verticales y resisten al empuje de un dique o terraplén. Su uso es para casos específicos ya que es caro, se colocan en la parte baja del agua juntamente con otros revestimientos, las más aplicables son: tablestacas, gaviones, jaulas de madera, neumáticos apilados.

## **2.3. Definiciones de Términos**

**a. Hidrología:** Estudio de distribución espacial y temporal, y las propiedades del agua. Incluyendo las escorrentías, precipitaciones, el equilibrio en masas, entre otras.

**b. Obras Hidráulicas:** Son modelos matemáticos que representan el comportamiento hidrológico, puede ser de un río, arroyo, lago. Es fundamental para prever un correcto diseño de obra.

**c. Hidráulica:** Se encarga de los estudios de propiedades mecánicas de los fluidos dependiendo de las fuerzas y la masa de empuje que se emplea. Los

factores a considerarse son las condiciones climáticas, fisiográficas, topográficas, entre otros. Entre los factores de geología e hidrología tenemos las aguas subterráneas, naturales y más. Y entre los factores de suelo: tenemos las compresibilidades.

- d. **Protección de Orillas:** Son obras ingenieriles para proteger los taludes de orillas y diques en los márgenes de la corriente.
- e. **Revestimientos:** Cubren las formas continuas de materiales resistentes a la erosión los taludes en las orillas y los diques de ella.
- f. **Hexápodos:** Cubos de diferentes formas conservando sus seis caras y se les denominan espigones o espolones.
- g. **Sinuosidad:** Son las relaciones de longitud del Thalweg de un tramo de corriente y la longitud de línea recta. Es semirecto el cauce cuando la sinuosidad es menor a 1.1; es considerable meandro cuando esta sinuosidad es mayor de 1.5. Y cuando esta se encuentra entre 1.1 y 1.5 es un río sinuoso. Aunque algunos autores consideran meandros a los que tienen la sinuosidad mayor de 1.25.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Método de investigación

Según, (Tamayo Tamayo, 2007, pág. 55), El método consiste en el contraste de teorías ya existentes a partir de una serie de hipótesis surgidas de la misma, siendo necesario obtener una muestra, ya sea en forma aleatoria o discriminada, pero representativa de una población o fenómeno objeto de estudio. Ya que través de la metodología cuantitativa la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente el uso de estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población.

Con lo mencionado anteriormente, la presente investigación tuvo una ***Aplicación Cuantitativa.***

#### 3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación por la naturaleza del estudio es aplicado, porque utilizamos los saberes ya establecidos para comprobar nuestra hipótesis teniendo en cuenta los conocimientos científicos.

#### 3.3. Nivel de Investigación

Según (Bernal, 2006, pág. 93), en la investigación descriptiva, se muestran, narran, reseñan o identifican hechos, situación, rasgos, modelos prototipos, guías etcétera, pero no se dan explicaciones o razones del porqué de las situaciones, hechos, fenómenos, etcétera; la investigación descriptiva se guía por las preguntas de investigación que se formula el investigador; se soporta en técnicas como la encuesta, entrevista, observación y revisión documental.

### 3.4. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es no experimental ya que según (Kerlinger, 2002, pág. 504), nos dicen que la investigación no experimental es la búsqueda empírica y sistemática en la que el científico no posee control directo de las variables independientes, debido a que sus manifestaciones ya han ocurrido o a que son inherentemente no manipulables. Se hacen inferencias sobre las relaciones entre las variables, sin intervención directa, de la variación concomitante de las variables independiente y dependiente.

El diseño de la investigación consiste en la Construcción de defensa Ribereña con Gaviones en el Rio Shuaro, del distrito de San Luis de Shuaro, provincia de Chanchamayo Junín, Construcción de 375.00 ml de Gaviones a lo largo de la margen Derecha del Rio Shuaro.

Cuando concluye la manipulación, a ambos se les administra una medición sobre la variable dependiente en estudio.

En nuestra investigación, se aplicó este diseño no experimental, en lugares que sean necesarios se colocara un espaldar de terraplén conformado con material propio de la excavación, material de lecho de rio y material de préstamo, en las proporciones 30%, 40% y 30% respectivamente, tendrá un ancho en la corona de 4.00 metros con un talud de 2:1.

En el espaldar de los gaviones se colocará Geotextil TDM GT 250 (230g/m<sup>2</sup>); el cual cumple la función de evitar que el material fino del terraplén sea lavado por la presión, del agua del Río

El diagrama de fuerzas resultantes:

RG <sub>1</sub>	X	O <sub>1</sub>
RG <sub>2</sub>	-	O <sub>2</sub>

Donde:

R: Asignación al azar o aleatoria.

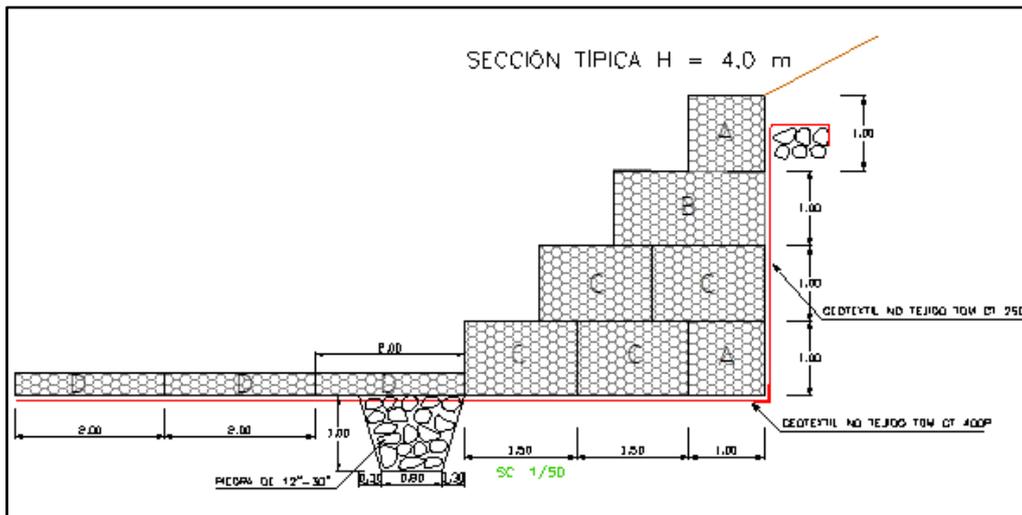
G: Grupo de sujetos (G1: grupo 1 o experimental; G2: grupo 2 o control)

X: Tratamiento o condición experimental (presencia de algún nivel o modalidad de la variable independiente)

O1 y O2: Medición postprueba del grupo de sujetos.

–: Ausencia de estímulo. Indica que este grupo es de control.

**Ilustración 14.** Sección típica del muro de Gavioneria.



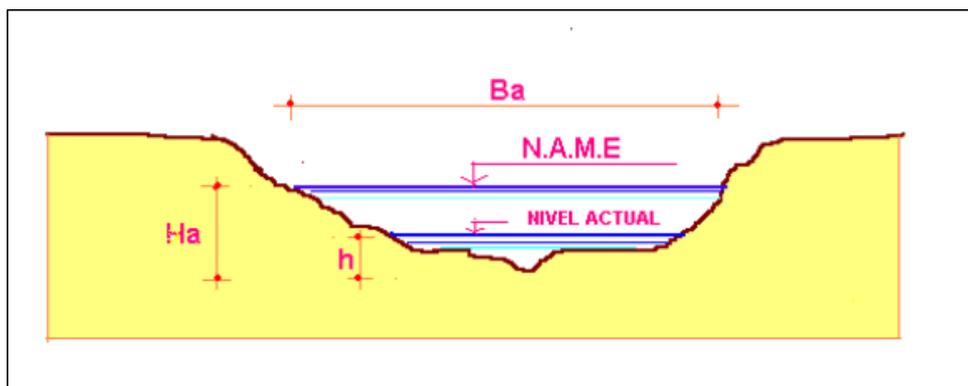
Fuente: Muros de Gavioneria

**Tabla 8.** Características de la Gavioneria

<b>Donde:</b>	
Abertura de malla	10x12cm
Revestimiento de malla	Zn-5%Al-MM (ASTM A856)
Revestimiento adicional	PVC
diámetro de alambre de mala	3.40 mm
diámetro de alambre de borde	4.00 mm
Diámetro de alambre de amarre y tratamiento	3.20 mm
Dimensiones	
Tipo A	5.0 x 1.0 x 1.0 m
Tipo B	5.0 x 1.5 x 1.0 m
Tipo C	5.0 x 2.0 x 0.3 m

Fuente: Muros de Gavioneria

**Ilustración 15.** Sección típica del muro de Gavioneria.



Fuente: Muros de Gavioneria

Ha: Altura máxima de agua en la avenida

Aa: Área de la sección del río en la avenida

Ba: Ancho máximo del espejo de agua en la avenida.

Coef: Coeficiente de amplificación adoptado

### 3.5. Población y muestra

En la presente investigación desarrollada tiene como objetivos principales, crear un servicio de protección en la población de la localidad de San Luis de Shuaro, el cual eleve la calidad de vida de la población involucrada en el proyecto.

#### 3.5.1. Población

Según (Valderrama Mendoza, 2015), la población estará definida por un conjunto finito o infinito de los elementos, seres u objetos que presentan atributos o características similares o en común que son sensibles a la observación el distrito tiene una extensión territorial de 177.041 km<sup>2</sup> alcanzando una variación de altitud entre 750 m.s.n.m y 1850 m.s.n.m con una densidad poblacional de 43.98 hab/km<sup>2</sup>. La población del distrito es de 7,402 habitantes al año 2012, de estos 1,006 habitantes se ubican en la zona urbana y 6,396 habitantes en la zona respecto a las características socioeconómicas podemos notar que al igual a la Provincia de Chanchamayo el índice de desarrollo humano es de 0.5989. El ancho del río es del orden de los 50 m en la zona de donde se ubica la Progresiva 0+00, y alcanza los 60 m aguas abajo a la altura de la progresiva 0+571. Los beneficiarios viven en la localidad San Luis de Shuaro, del Distrito de San Luis de Shuaro la mayoría de la

población se dedica a la agricultura, teniendo en gran parte a una economía de subsistencia, en su totalidad las viviendas son de material rustico, con techo de calamina, algunas viviendas son de material noble.

### **3.5.2. Muestra**

Según (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014, pág. 125) describe que la muestra es un sub grupo de elementos y que estarán sujetos a una parte elemental de la población ya que con otras palabras es un subgrupo de la población con características similares que cumplen las especificaciones.

#### **3.5.2.1. Método de muestreo**

La presente investigación el número de elementos de la población coincidirá con el número de elementos de la población puesto a que los elementos seleccionados no serán de elección aleatoria sino serán los mismos empleados en los ensayos del laboratorio.

#### **3.5.2.2. Descripción de la muestra**

La muestra en la investigación presentada está conformada por gaviones serán colocados deberá ser nivelada hasta obtener un terreno con la pendiente prevista. Se clasifica como excavación de plataforma, la requerida para formar la plataforma de la defensa ribereña, es decir, la parte comprendida entre la superficie del terreno natural y el nivel donde descansara los gaviones y también a los trabajos de excavación masiva en material suelto, equivalente a la excavación de plataforma en material suelto.

El trabajo comprenderá la excavación con tractor, empuje del material fuera del límite del área de influencia de la plataforma.

#### **3.5.2.3. Cuantificación de la muestra**

El muro de encauzamiento constara de un cuerpo formado por gaviones y una plataforma de deformación (antisocavante), formada por colchones, ambas estructuras estarán perfectamente unidas formando una protección monolítica y continua.

El muro ira empotrado en el terreno 0.50 m; el cuerpo del mismo tendrá una altura total de 4.00 ml; y terminará con un ancho de 1.50; así mismo se colocará el colchón antisocavante, y la malla Geotextil.

Se ha tomado los siguientes criterios de diseño:

2.40 tn/m<sup>3</sup>

**Tabla 9. Criterios de diseño del Gavión**

CRITERIO DE DISEÑO DEL GAVION			
$\gamma_p =$	2.40	tn/m <sup>3</sup>	: Peso específico de la piedra de relleno de los Gaviones.
$\gamma_s =$	1.80	tn/m <sup>3</sup>	: Peso específico del relleno.
$\phi_m =$	45	Grados	: Ángulo de fricción de relleno.
$\delta =$	40.5	Grados	: Ángulo (empuje/normal), sin geotextil.
$\xi =$	0	Grados	: Ángulo de fricción de relleno.
$C_m =$	0		: Cohesión
$S/C =$	2.5	tn/m <sup>2</sup>	: Sobre carga
$n =$	30	%	: Porcentaje de vacíos en el gavión.
$\sigma =$	1.97	kg/ cm <sup>2</sup>	: Capacidad portante
$\delta_s =$	30	Grados	: Ángulo de fricción del suelo.
$H =$	4.00	m.	: Altura total
$B =$	3.00	m.	: Ancho del fondo del gavión.
$b =$	1.50	m.	: Ancho de la superficie del gavión.
$L =$	200.00	m.	: Longitud del Muro.
$Y_n =$	1.80	m.	: Altura del tirante.

Fuente: Muros de Gavioneria

### 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.6.1. Técnicas

Todos los ensayos fueron realizados en el laboratorio Geo Test Vs.a.c. con la observación de los procedimientos por nosotros para recolectar datos. Las fichas de observación y/o evaluación de cada ensayo, proporcionadas por el laboratorio, se encuentran en los anexos y fueron transcritas a los instrumentos elaborados por nosotros para poder realizar el análisis de datos de nuestra investigación.

### 3.6.2. Instrumentos en la recolección de información

Desde el comienzo del trazo en el campo hasta llegar a los dibujos en limpio, se ha tenido que desarrollar varias actividades que figuran a continuación.

- 1.- Reconocimiento de Campo
- 2.- Levantamiento de datos del relieve del terreno.
- 3.- Dibujos en borrador con plotter
- 4.- Variantes de gabinete por computación
- 5.- Áreas y volúmenes por computación
- 6.- Dibujos en limpio con plotter

Asimismo, desde la perforación de calicatas de suelos en el campo, hasta determinar las canteras útiles en el laboratorio y proseguir con el diseño de las obras hidráulicas, se ha tenido que desarrollar varias actividades que se detallan a continuación:

1. Calicatas para el perfil de suelos
2. Muestreo de Canteras
3. Ensayos de Laboratorio
4. Gráfico de Canteras y Fuentes de Agua
5. Distancias Medias de Transporte de material de relleno, piedras y rocas.

También, desde la recopilación de datos históricos de precipitación máxima hasta el cálculo de las estructuras hidráulicas, se ha tenido que desarrollar las siguientes actividades que se detallan a continuación:

1. Recopilación de datos.
2. Determinación del caudal de Diseño.
3. Simulación Hidráulica de la Max. Avenida.
4. Diseño de Gaviones.

De igual manera desde el comienzo de la determinación de los metrados, hasta confeccionar el Presupuesto, se ha tenido que desarrollar las actividades que figuran a continuación:

1. Metrados de Obras Preliminares.
2. Metrado de desvió de río.
3. Metrado de Encauzamiento.
4. Metrados de Obras de Gaviones.
5. Otros Metrados.
6. Análisis de Precios Unitarios.
7. Especificaciones Técnicas.
8. Presupuesto de obra y Analítico.
9. Cronograma Valorizado y Programación GANTT.
10. Fórmula Polinómica.

### **3.7. Proceso estadístico de datos**

Para el análisis de los datos se utilizará la siguiente técnica de investigación: Se usarán los siguientes softwares Excel, en el que se trabajará cuadros y figuras estadísticas, que permitirá procesar datos obtenidos con los instrumentos de recolección. Las figuras y cuadros servirán para presentar en forma ordenada el análisis de las variables.

#### **3.7.1. Técnicas estadísticas**

Para las técnicas estadísticas se utilizó gráficos, planos y software para poder obtener un mejor análisis de la recta de regresión para poder describir la relación y su coeficiente entre las variables.

Proceso de datos

Para el proceso de datos se empleó el software (Excel) y con verificación estadísticas.

### **3.8. Desarrollo metodológico del suelo**

En los ensayos de Mecánica de Suelos, se realizaron de acuerdo a las normas ASTM y la siguiente relación:

- Análisis Granulométrico por tamizado ASTM D-422.
- Limite Líquido ASTM D-423

- Limite Plástico ASTM D-424
- Contenido de Humedad ASTM D-2216.
- Ensayos de compactación Proctor Modificado ASTM D-1557
- Ensayo de soporte de California (CBR) ASTM D-1883.

Con los resultados obtenidos se ha constatado hasta la profundidad alcanzada, que la zona está constituida por un suelo de matriz orgánico y la subyacente arena limosa con presencia de arcilla.

Del estudio de suelos efectuado, a través de 01 calicata excavadas a 1.00m. De profundidad, y de los ensayos de laboratorio de tienen los siguientes resultados:

	FASE I	FASEII	FASE III				

Fuente: Gravs Universal

### 3.9. Desarrollo trabajos preliminares

Este trabajo de investigación se desarrolló en cuatro pasos:

- Primer paso: Excavación masiva a máquina en terreno normal (retroexcavadora s/llantas).
- Segundo paso: Excavación manual bajo agua.
- Tercer paso: Relleno con material propio compactado con equipo liviano.
- Cuarto paso: Eliminación material excedente c/volquete de 6.00 m<sup>3</sup>, + cargador frontal d<5.00 km.

#### 3.9.1. Construcción de muros de gaviones

Extracción y selección de piedra de río, Comprende las labores de extracción de piedra de río, y acopio en la ribera de río para un fácil cargué. Esta labor usualmente se realiza manualmente, previamente se deberá realizar la demarcación del área de extracción, se deberá utilizar rocas ígneas y metamórficas, cuyos tamaños serán entre 6" a 16", deberán presentar superficies planas de preferencia.

acarreo manual de p.g. (prom 10") D>100 M, Comprende las labores de traslado y movilización de acarreo de P.G con pendiente pronunciada con promedio 10" distancia >100m desde la zona de de aplicación a la zona de construcción de la estructura de gaviones. Esta labor usualmente se realiza a través de volquetes, pero debido al lugar no es apropiado.

Gaviones tipo colchón - suministro e instalación de 5.00x2.00x0.30m, Todos los bordes libres del gavión, inclusive el lado superior de los diafragmas, deberán estar reforzados con alambre de mayor diámetro al empleado para la red, alambre de borde. Todos los bordes libres de la malla deberán ser enrollados mecánicamente al alambre de borde de manera que las mallas no se desaten, La red será de malla hexagonal a doble torsión, obtenidas entrelazando los alambres por tres medios giros. De esta manera se impedirá que la malla se desteja por rotura accidental de los alambres que la conforman.

El diámetro del alambre de la malla será de 2.70 mm. para los Gaviones Colchón. El diámetro del alambre de amarre y atirantamiento será de 2.20 mm.La especificación final para los Gaviones Tipo Colchón será la siguiente:

- Abertura de la malla: 10 x 12 cm
- Diámetro del alambre de la malla: 2.70 mm (G)
- Diámetro del alambre de borde: 3.40 mm (G)
- Recubrimiento del alambre: Zn : 5 Al : MM (ASTM A856)

El alambre para amarre y atirantamiento se proveerá en cantidad suficiente para asegurar la correcta vinculación entre los gaviones, el cierre de las mallas y la colocación del número adecuado de tirantes. La cantidad estimada de alambre es de 6% en relación a su peso, para los de 0.50 m de altura.

Piedra: La piedra será de buena calidad, densa, tenaz, durable, sana, sin defectos que afecten su estructura, libre de grietas y sustancias extrañas adheridas e incrustaciones cuya posterior alteración pudiera afectar la estabilidad de la obra. El tamaño de la piedra deberá ser lo más regular posible, y tal que sus medidas estén comprendidas entre la mayor dimensión de la abertura de la malla y dos veces dicho valor. Podrá aceptarse, como máximo, el 5% del volumen de la celda del gavión con

piedras del tamaño menor al indicado. El tamaño de piedra deseable estará entre 6" y 10" para el Gavión Colchón.

### **3.10. Evaluación de los materiales empleados**

#### **3.10.1. Análisis del estudio topográfico del Rio Shuaro**

##### **3.10.1.1. Reconocimiento del terreno**

En la primera visita se realizó todos los trabajos de campo para el levantamiento topográfico de la zona a fin de establecer todos los detalles existentes que se tomaran en cuenta para el diseño y planteamiento del Sistema de defensa ribereña.

##### **3.10.1.2. Ubicación geográfica**

La ubicación geográfica del rio Shuaro:

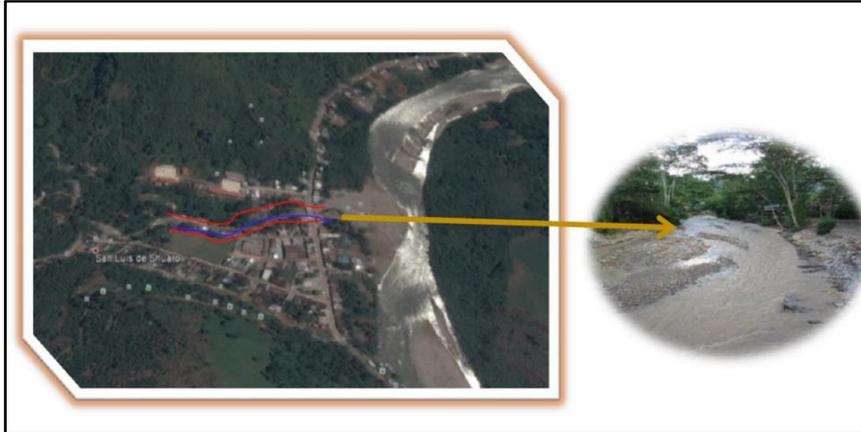
Región : Junín  
Provincia : Chanchamayo  
Distrito : San Luis de Shuaro

##### **3.10.1.3. Coordenadas geográficas**

El rio Shuaro presenta las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud Sur : 10° 50` 11"  
Longitud Oeste : 50° 75` 00"  
Altitud : 750 m.s.n.m.  
Distrito : 120334  
Provincia : 120301

***Ilustración 17.*** Ubicación del Rio shuaro



Fuente: Google Earth

### **Fotografía 1.** *Orillas del rio Paucartambo*



Fuente: Elaboración propia

#### **3.10.2. Caracterización del lugar**

Debido a su latitud presenta un clima cálido por ubicarse en una cota de 3250 m.s.n.m el contiene un clima templado subhúmedo lo cual causa variaciones en el clima, ya que el clima es inestable en todo el año teniendo una variación entre los 28 °C para días cálidos y -5°C para las noches más heladas.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

En el presente capítulo se dan a conocer los resultados obtenidos acerca del diseño de la gavionería empleada en la construcción del sistema de protección del río Shuaro en la localidad de San Luis de Shuaro y se analizó los siguientes puntos.

#### 4.1. Descripción de los trabajos preliminares.

Este proyecto nace de la necesidad de la población que involucra el proyecto ya que necesitan de una protección adecuada mediante una defensa ribereña en el Río Shuaro, para una mejor calidad de vida.

**Fotografía 2. Cuenca del Río Shuaro**



Fuente: Google Earth

#### 4.1.1. Estudio topográfico.

Es por eso que la Municipalidad Distrital de San Luis de Shuaro en un afán de progreso y desarrollo está gestionando para la realización de la elaboración del expediente técnico y concretizar con la ejecución de la misma para dar solución a los problemas que aquejan a la población.

##### 4.1.1.1. Ubicación y acceso

El proyecto se ha desarrollado en la zona urbana del distrito de San Luis de Shuaro; de la Provincia de Chanchamayo; de la Región Junín.

**Tabla 10.** Acceso a la Zona del Proyecto

La Merced – San Luis de Shuaro	Camionetas, etc.	0.30 hs (50km)	asfaltado	Buena
--------------------------------	------------------	----------------	-----------	-------

##### 4.1.1.2. Situación actual

La situación actual de la vía en el tramo que comprende:

El proyecto carecía de defensas ribereñas, produciendo que las viviendas y demás instituciones públicas sean vulnerables frente una crecida del Río.

**Fotografía 3.** Viviendas a orillas del Río Paucartambo



Fuente: Elaboración propia

##### 4.1.1.3. Identificación de la zona

### a. Topografía

La Localidad de San Luis de Shuaro presenta una topografía variada. En lo que respecta a la zona presenta una topografía inclinada con pendientes de hasta 3.0 % de este a oeste.

**Fotografía 4.** *Topografía variada*



Fuente: Elaboración propia

### b. Condiciones climatológicas

La Localidad de San Luis de Shuaro; se encuentra en una zona de bosque tropical lluvioso, con un microclima semi cálido, ubicados entre las regiones yunga y quechua, en forma genérica el clima es templado con tendencia a la humedad interrelacionado entre la sierra y Selva alta.

**Fotografía 5.** La Localidad de San Luis de Shuaro



Fuente: Elaboración propia

### c. Precipitaciones

Los meses de mayor precipitación fluvial se dan en enero a marzo en un rango que va de (1666 mm) a (2000 mm), siendo la estación más seca en el mes de junio a septiembre.

#### **d. Temperatura**

La temperatura promedio es de 22 °C, registrándose temperaturas bajas en los meses de enero y febrero de 14 °C y 21 °C y las más altas temperaturas en los meses de agosto a septiembre 28 °C a 32 °C.

#### **e. Humedad relativa**

Como es característico en la zona de Selva, la Humedad Relativa presenta poca variación durante el año, siendo el promedio mínimo 76% y el promedio máximo 86%.

#### **f. Ubicación geográfica y límites**

La Localidad de San Luis de Shuaro, del Distrito de San Luis de Shuaro, del Departamento de Junín, se encuentra ubicada entre las coordenadas geográficas de 10° 52 38" Latitud Sur y 75° 17 15" de Longitud Oeste; teniendo como colindantes los siguientes:

- Norte : Provincia de Oxapampa (Pasco)
- Sur : Distrito de Chanchamayo
- Este : Distrito de Perene
- Oeste : Provincia de Oxapampa (Pasco)

La altitud del Distrito de San Luis de Shuaro; fluctúa entre 900 msnm y 1,309 msnm en la parte más alta, Se caracteriza por tener un panorama plano ondulado y pendientes suaves.

**Fotografía 6. Levantamiento Topográfico.**



Fuente: Elaboración propia

**4.1.1.4. Identificación de la zona**

Para la mensura electrónica de datos, tanto de altimetría como de planimetría, se partió desde el punto de origen, obteniendo los datos de los relieves del terreno, también de los de las estructuras existentes de importancia, realizando puntos de control cuando fueron necesarios.

**4.1.1.5. Mensura y Monumentación de BM's**

*Este trabajo consistió en registrar dos puntos topográficos, para establecerlo como BMs de referencia y son los siguientes:*

**Tabla 11. Monumentación de BM's**

BM-01	
N	8796477.50
E	468614.00
Altura	734.50 msnm

**Fotografía 7. Levantamiento topográfico del cauce del río**

Fuente: Elaboración propia

**4.1.2. Análisis de estudio geotécnico.**

En la ejecución del proyecto se ha reanalizado los estudios geotécnicos de la Defensa Ribereña del Río Paucartambo; teniendo en cuenta las muestras representativas del suelo que se serán sometidas a pruebas de laboratorio tomando en cuenta que el muestreo y los ensayos se realizó con pequeñas muestras representativas, que han sido elementos para el estudio del comportamiento de suelos y cálculos del diseño de la infraestructura a construir.

**4.1.2.1. Evaluación geotécnica del eje de la defensa**

De acuerdo a los términos de referencia, se han excavado calicatas en el área del eje de la defensa ribereña, en la margen derecha del cauce del río, de las cuales se han obtenido los siguientes perfiles estratigráficos:

**Fotografía 8. Sección de la vía nacional y las viviendas a las orillas del río Paucartambo**



Fuente: Elaboración propia

**I. Calicata C- 1 (Margen derecha del Río Paucartambo)**

Las características geotécnicas de estos materiales son:

**Progresiva: 0+120 km**

Material de color plomo oscuro sin presencia de gravas encontrando, Arenas limosas pobremente gradadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino. Se halló la napa freática a los 1.85m.

**Tabla 12. Características de la calicata C - 01**

CALICATA	C-01
Progresiva (km)	0+120
Profundidad (m)	1.85
Clasificación SUCS	SP -SM
Densidad relativa (gr/cm <sup>3</sup> )	1.55
% limite liquido	19.6
% limite plástico	NP
% índice plástico	NP
% grava	0
% arena	89.6
% finos	10.4

Fuente: Certificados de calidad

**II. CALICATA C- 2 (Margen derecha del Río Paucartambo)**

Las características geotécnicas de estos materiales son:

**Progresiva: 0+440 km**

Material de color plomo oscuro uniforme con presencia de material orgánico en un en los primeros 0.50 m. encontrando Arenas limosas mezcla de arena-limo. Se halló la napa freática a los 2.00 m.

**Tabla 13. Características de la calicata C - 02**

<b>CALICATA</b>	<b>C-02</b>
Progresiva (km)	0+440
Profundidad (m)	2.00
Clasificación SUCS	SM
Densidad relativa (gr/cm <sup>3</sup> )	1.53
% límite líquido	17.8
% límite plástico	0
% índice plástico	N.P.
% grava	0
% arena	52.2
% finos	47.8

Fuente: Certificados de calidad

**III. CALICATA C- 3 (Margen derecha del Rio Paucartambo)**

Las características geotécnicas de estos materiales son:

**Progresiva: 0+640 km**

Material de plomo claro con presencia de grava de 5" a 18" y presencia de boloneras hasta en un 85% de la calicata excavada con presencia de Gravas pobremente gradadas, mezclas grava-arena, pocos o ningún fino. Se halló la napa freática a los 1.60 m.

**Tabla 14. Características de la calicata C - 03**

<b>CALICATA</b>	<b>C-03</b>
Progresiva (km)	0+640
Profundidad (m)	1.60
Clasificación SUCS	GP
Densidad relativa (gr/cm <sup>3</sup> )	2,08
% límite líquido	18.2
% límite plástico	0

% índice plástico	N.P.
% grava	72.5
% arena	24.9
% finos	2.6

Fuente: Certificados de calidad

#### IV. CALICATA C- 4 (Margen derecha del Rio Paucartambo)

Las características geotécnicas de estos materiales son:

##### **Progresiva: 0+920 km**

Material uniforme de color plomo con presencia de arenas los primeros 1.60m. de excavación del 1.60 m. a 2.00m. se encontró gravas y bolonerías de 6" a 30" de diámetro gravas limosas, mezcla grava- arena-limo.

**Tabla 15. Características de la calicata C - 03**

CALICATA	C-04
Progresiva (km)	0+920
Profundidad (m)	1.60
Clasificación SUCS	GM
Densidad relativa (gr/cm3)	2.01
% limite liquido	18.3
% limite plástico	N.P.
% índice plástico	N.P.
% grava	79.6
% arena	8.1
% finos	12.3

Fuente: Certificados de calidad

Las calicatas excavadas en el área del eje de la defensa ribereña, las pruebas de laboratorio y los ensayos in situ realizados, arrojan buenos resultados en cuanto a sus características y su posterior utilización en la construcción de las defensas ribereñas en esta zona según el cuadro siguiente:

#### V. Características y usos de los suelos

**Tabla 16. Características y usos de los suelos**

GRUPO	VALORACION DE ATRIBUTOS				APTITUDES SEGÚN LOS USOS	
GW	+++	++	+++	+++	Mantos de presas, terraplenes, erosión de canales	
GP	++	+++	++	+++	Mantos de presas y erosión de canales	
GM	++	-	++	+++	Cimentaciones con flujo de agua	
GC	++	--	+	++	Núcleos de presas, revestimientos de canales	
SW	+++	++	+++	+++	Terraplenes y cimentación con poco flujo	
SP	m	++	++	++	Diques y terraplenes de suave talud	
SM	m	-	++	+	Cimentación con flujo, presas homogéneas	
SC	++	--	+	+	Revestimiento de canales, capas de pavimento	
ML	m	--	m	m	Inaceptable en pavimentos, licuable	
CL	+	--	m	m	Revestimiento de canales, pero erodable	
OL	m	-	--	m	No recomendable, máximo si hay agua	
MH	--	-	-	---	Inaceptable en cimentaciones o bases (hinchable)	
CH	--	--	--	---	Inaceptable en cimentación (hinchable)	
OH	--	--	--	---	Inaceptable en cimentaciones o terraplenes	
CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES	FACILIDAD DE TRATAMIENTO EN OBRA	PERMEABILIDAD	RESISTENCIA AL CORTE	COMPRESIBILIDAD	Sobresaliente	+++
					Muy alto	++
					Alto	+
					Moderado	m
					Deficiente	-
					Bajo	--
					Muy bajo	---

Fuente: Certificados de calidad

#### 4.1.2.2. Evaluación de la Permeabilidad en el Eje de la Defensa

El coeficiente de permeabilidad ( $k$ ) es una proporcionalidad relacionada con la facilidad de movimiento de un flujo a través de un medio poroso; puestos que los poros constan de partículas discretas, los poros entre las partículas están interconectados, por lo que el agua puede fluir libremente en el interior de la masa del suelo.

En medios porosos como éste, el agua fluye de las zonas de alta a las de baja presión. Al estudiar el flujo de agua, es común expresar la presión como *carga de presión* o *carga, medida* en metros de agua.

El valor de  $k$  se usa como una medida de la resistencia al flujo ofrecida por el suelo; y son varios los factores que intervienen:

- a) La densidad del suelo.
- b) La distribución de tamaños de partícula.

- c) La forma y orientación de partículas del suelo.
- d) El grado de saturación/presencia de aire.
- e) El tipo de cationes y el espesor de las capas adsorbidas asociadas con los minerales de arcilla (cuando están presentes).
- f) La viscosidad del agua del suelo, que varía con la temperatura.

El intervalo de valores de  $k$  es muy amplio y se extiende desde 1000 m/s en el caso de gravas de granos muy gruesos, hasta un valor insignificante en el caso de arcillas. En los materiales granulares  $k$  varía en forma aproximadamente inversa con el valor de la superficie específica, pero en suelos cohesivos, las relaciones son más complejas. En los suelos de arcillas hay factores importantes como el contenido de humedad y la temperatura, como también lo es la presencia de fisuras cuando se trata de la permeabilidad de grandes masas. En la siguiente tabla se muestra el intervalo de valores promedio de  $k$  para diversos suelos, incluyendo las condiciones de drenaje potencial.

#### **4.1.3. Planteamiento Hidráulico.**

En la Margen Derecha del Río Paucartambo Distrito de San Luis de Shuaro, localidad de San Luis de Shuaro, se proyecta la construcción de la infraestructura de Defensa Ribereña con estructuras de Gaviones, dichas estructuras tendrán una longitud de 966.61 metros lineales.

##### **4.1.3.1. Características de la defensa ribereña con Gaviones**

Altura de 4.00 m. de y 2.50 m. de ancho en la base, además de tener un colchón antisocavante de 4.00 metros con una altura de 0.30 m, además se construirá una antisocavante de 1.00 m. de alto de sección trapezoidal debajo del colchón anti socavante, los materiales a usar para la conformación de bloques de gaviones serán extraídos de la cantera del lecho de río y de la cantera de piedra de Río Colorado el cual se encuentra ubicada a 5.66 km del lugar del proyecto.

En lugares que sean necesarios se colocara un espaldar de terraplén conformado con material propio de la excavación, material de lecho de río y material de préstamo, en las proporciones 30%, 40% y 30% respectivamente, tendrá un ancho en la corona de 4.00 metros con un talud de 2:1.

En el espaldar de los gaviones se colocará Geotextil TDM GT 250 (230g/m<sup>2</sup>); el cual cumple la función de evitar que el material fino del terraplén sea lavado por la presión, del agua del Río.

En la parte inferior, bajo el colchón antisocavante se colocará Geotextil TDM GT 400P (410g/m<sup>2</sup>); el cual cumple la función de evitar que el material fino de fundación sea erosionado por el agua del Río.

El sistema de Gaviones será instalado en forma escalonada hacia el río.

#### 4.1.3.2. Análisis de máximas avenidas en el Río Paucartambo

En base a la información del estudio hidrológico que se realizó se tiene el análisis de Máximas Avenidas en el Río Paucartambo. Para el caso de diseño se usará el periodo de retorno de 50 años es decir 1,177.13 m<sup>3</sup>/seg.

**Tabla 17. Periodos de Retorno**

RIO	PERIODO DE RETORNO (T) AÑOS						
	2	5	10	25	50	100	150
Rio Tulumayo	565.78	745.67	876.64	1094.43	1273.61	1497.85	1595.59
Rio Palca	354.75	503.72	610.68	782.78	923.21	1096.18	1172.62
Rio Oxabamba	244.09	310.45	358.66	440.57	507.15	590.73	624.97
Rio Paucartambo	328.71	418.07	482.99	593.30	682.96	795.51	841.62
Chanchamayo -Perene (Tramo San Ramon – SAN LUIS DE SHUARO)	90.35	127.71	162.22	207.31	258.16	315.31	340.45
Total Caudal Maximo (Q)	1583.68	2105.61	2491.18	3118.40	3645.10	4295.58	4575.25
Probabilidad de ocurrencia (1/T)	0.5000	0.2000	0.1000	0.0400	0.0200	0.0100	0.0067

#### 4.1.3.3. Calculo del tirante máximo

Para el cálculo del tirante Máximo se procedió a modelarlo donde el tirante hidráulico máximo es de 3.100 m.

**Tabla 18. Tirante hidráulico**

METODO DE MANNING - STRICKLER (B > 30 M)	
$t =$	$(Q/(K_s b S^{0.5}))^{3/5}$
Q =	1,176.99 Caudal de diseño (m <sup>3</sup> /s)
K <sub>s</sub>	= Coeficiente de Rugosidad (Tabla)
<b>Valores para K<sub>s</sub> para Cauces Naturales</b>	<b>K<sub>s</sub></b>
Cauce con fondo solido sin irregularidades	40

Cauces de río con acarreo irregular	33 - 35
Cauces de Ríos con Vegetación	30 - 35
Cauces naturales con derrubio e irregularidades	30
Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo	28
Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza	25 - 28
Torrentes con derrubio grueso y acarreo móvil	19 - 22
<b>Ks =</b>	<b>25.00</b>
B = 101.00	Ancho estable (m)
b = 101.00	
S = 0.00500	Pendiente del tramo (m/m)
t = Tirante hidráulico de diseño (m)	
<b>t = 3.100</b>	<b>m</b>

Fuente: Control de calidad.

#### 4.1.3.4. Predimensionamiento de colchón antisocavante

##### a) Determinación del Ancho estable del Río

El ancho del río supera los 270 m en el sector donde se colocará el gavión.

**Tabla 19. Ancho estable del Gavión**

SELECCION DEL ANCHO ESTABLE	B
Recomendacion Practica	120.00
Metodo de Pettis	152.32
Metodo de Simons y Henderson	123.51
Metodo de Blench	124.19
Metodo de Blench – Altunin	124.84
Promedio Redondeado	129.00

Fuente: Control de calidad.

##### b) Determinación del tirante hidráulico

**Tabla 20. Tirante hidráulico**

METODO DE MANNING - STRICKLER (B > 30 M)	
<b>t =</b>	<b><math>(Q/(Ks b S^{0.5}))^{3/5}</math></b>
Q = 1,176.99	Caudal de diseño (m <sup>3</sup> /s)
Ks	
=	Coefficiente de Rugosidad (Tabla)
<b>Valores para Ks para Cauces Naturales</b>	<b>Ks</b>

Cauce con fondo solido sin irregularidades	40
Cauces de rio con acarreo irregular	33 - 35
Cauces de Ríos con Vegetación	30 - 35
Cauces naturales con derrubio e irregularidades	30
Cauces de Rio con fuerte transporte de acarreo	28
Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza	25 - 28
Torrentes con derrubio grueso y acarreo móvil	19 - 22
<b>Ks =</b>	<b>25.00</b>
B = 101.00	Ancho estable (m)
b = 101.00	
S = 0.00500	Pendiente del tramo (m/m)
t = Tirante hidráulico de diseño (m)	
<b>t = 3.100</b>	<b>m</b>

Fuente: Control de calidad.

### c) Determinación de velocidades actuantes

Flujo Uniforme: F. Manning

$$V = R^{2/3} \cdot S^{1/2} / n$$

Donde:

- V = Velocidad Media
- R = Radio Hidráulico
- S = Pendiente de fondo
- n = Coef. De Rugosidad de Manning

**Tabla 21. Método de Manning - Strickler**

METODO DE MANNING - STRICKLER	
$V_m = K_s R^{2/3} S^{1/2}$	
<b>Z = 0.63</b>	<b>Talud</b>
<b>Ks = 20.000</b>	Coficiente de rugosidad (Inversa de Manning)
<b>t = 1.987</b>	Tirante Hidráulico Máximo
<b>b = 265.576</b>	Plantilla (m)
<b>P = 270.263</b>	Perímetro Mojado (m)
<b>A = 530.209</b>	Área (m <sup>2</sup> )
<b>R = 1.962</b>	Radio hidráulico
<b>S = 0.00500</b>	Pendiente (Manning)
<b>V<sub>m</sub> = Velocidad</b>	m/s
<b>V<sub>m</sub> = 2.216</b>	m/s

Fuente: Control de calidad.

Según la Hidráulica Fluvial se tiene velocidad de 2.216 m/seg.

### d) Profundidad de socavación

**Tabla 22. Profundidad de Socavación**

PROFUNDIDAD DE SOCAVACION (Hs) EN TRAMOS RECTOS	
Hs = ts - t	
ts = 7.15	Tirante de socavación (m)
t = 3.13	Tirante hidráulico con avenida de diseño (m)
Hs1 = Profundidad de socavación	

Fuente: Control de calidad.

**e) Calculo de Colchón Antisocavante****Tabla 23. Calculo de colchón antisocavante**

CALCULO DE COLCHON ANTISOCAVANTE	
Ac = 1.50 * Hs	-
Hs = 4.11	altura de la erosión (m)
Ac = 6.16	ancho de colchón m.

Fuente: Control de calidad.

Adicional a la colocación del colchón anti-socavante se ha considerado la construcción de uña conformada por piedras grandes, debajo del colchón anti-socavante, por lo que se está considerando  $Ac=6.00$  m.

**f) Pre dimensionamiento de espesares y tamaño de relleno:****Tabla 24. Predimensionamiento de espesores y tamaño de relleno**

Tipo	Velocidad Crítica	Velocidad Limite m/s	Espesor m	Piedras de relleno	
				Dimensiones mm	
Colchones relleno	3.6	4.2	0.16 0.17	70 a 100	0.085
	4.2	4.5		70 a 150	0.110
	3.6	5.5	0.23 a 0.25	70 a 100	0.085
	4.5	8.1		70 a 150	0.120
	4.2	5.5	0.30	70 a 120	0.100
	5.0	6.4		100 a 150	0.125
Gaviones	5.8	7.6	0.50	100 a 200	0.150
	5.4	8.0		120 a 250	0.190

Fuente: Control de calidad.

**4.1.3.5. Diseño de muros de gaviones**

- Son elementos permeables.
- Requieren de filtros para evitar pérdidas de sustrato y hundimientos.

### **Procedimiento de Cálculo:**

- Pre dimensionamiento de muros.
- Verificación de estabilidad por deslizamiento.
- Verificación de estabilidad por volteo.
- Verificación de capacidad portante del terreno.
- Diseño de protección de pie de talud.

#### **I. Pre dimensionamiento de muros.**

- Se realiza en función de los análisis hidráulicos iniciales.
- La altura del muro de Gaviones debe ser mayor que el máximo nivel de avenidas esperado.
- La sección transversal del muro debe ser estable.

#### **II. Fuerzas que actúan sobre muro**

Empuje activo por unidad de longitud ( $E_a$ ):

$$E_a = \frac{F}{2} \gamma_s K_a H^2 (kg/m)$$

Donde:

$K_a$ : Coeficiente de empuje activo

$\gamma_s$ : Peso específico de material protegido

$H$ : Altura del material protegido Actúa a:  $d = H/3$  de la base

$$K_a = f(> \beta, \varepsilon, \phi)$$

Donde:

$\beta$  Angulo que hace muro con horizontal.

$\varepsilon$  Angulo que hace terreno contenido con la horizontal.

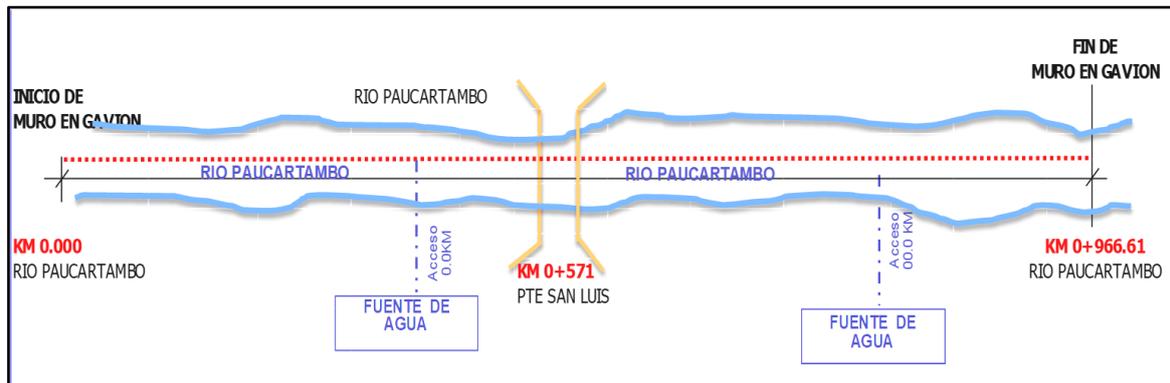
$\phi$  Angulo de fricción interno del terreno contenido

#### **1. Estabilidad por deslizamiento**

El coeficiente de seguridad al deslizamiento



**Ilustración 17. Diagrama de fuentes de agua para terraplén**



Fuente: Diagrama del Material.

#### 4.1.4. Descolmatación del Río Shuaro

A fin de prevenir posibles desbordes se ejecutaron labores de limpieza y descolmatación con maquinaria pesada en el cauce del río Shuaro en la zona específica donde se colocan los gaviones.

**Fotografía 9.** *Descolmatación del Rio Shuaro.*



Fuente: Elaboración propia

Técnicamente se considera a descolmatar un río aumentando la sección hidráulica y reducir la rugosidad, con la finalidad de que los caudales máximos circulen sin desbordarse y con una mayor velocidad, pero para esto se modifica y altera la morfología construida por el propio río, rompiendo su equilibrio dinámico. Se diría entonces que el río enferma geomorfológicamente.

#### **4.1.5. Colocación de geotextiles**

Un paso importante en estas obras es la instalación de geotextiles. El geotextil es un tipo de geosintético y puede tener varias aplicaciones. En el caso de las obras hidráulicas, el geotextil e instala en la interfaz entre el suelo y los gaviones.

**Fotografía 10.** *Colocación de geotextiles*



Fuente: Elaboración propia

Este material cumple 3 funciones principales:

**Separación:** El diámetro medio de las piedras de rellenos de los gaviones es generalmente mucho más grande que el del relleno sanitario. El geotextil evita que el suelo de relleno colmate con el gavión.

**Filtración:** El geotextil es permeable, puede funcionar como un filtro permitiendo el paso del agua sin la fuga de partículas del suelo junto con las estructuras permeables en gaviones permite el alivio del empuje hidrostático y el alivio de la baja presión causada por la elevación del nivel freático.

**Reducción de flujo residual:** Parte del flujo de agua pasa entre las piedras y alcanza el suelo natural. Parte del flujo de agua pasa entre las piedras y alcanza el suelo natural. El flujo residual puede arrastrar las partículas del suelo. El geotextil reduce la velocidad de flujo residual hasta 75% evitando el proceso erosivo y garantizando la estabilidad de la solución.

#### 4.1.6. Encofrado de gaviones

Para la ejecución de los gaviones tipo cajón o tipo colchón se debe tener las siguientes consideraciones:

- La superficie donde se colocan los gaviones tiene que ser plana.
- Las canastas se arman en el sitio de emplazamiento.

**Fotografía 11.** Armado de canastas



Fuente: Elaboración propia

- Al momento de rellenar las canastas con piedras, se tienen que colocar tirantes para que se deformen.
- El relleno de piedra tiene que ser ejecutado de tal manera que se minimicen los espacios vacíos.
- Para el cerrar, unión, armado de las canastas de gaviones se realizarán costuras con alambre galvanizado, de tal manera que estos se mantengan firmes evitando separación entre elementos y deformaciones.

#### 4.1.7. Armado de gaviones

Para el armado de canastas se doblan las paredes uniando los filos y lados hasta que la canasta quede formada. Utilizando el alambre triple galvanizado que viene

con el gavión, amarra los fillos y las esquinas para mantener la forma de la canasta. Se repite proceso en todos los gaviones.

**Fotografía 12.** Armado de los gaviones de 1X 1.5 X 5 m.



Fuente: Elaboración propia

#### **4.3.1. Llenado de gaviones**

El siguiente paso en el proceso de construcción de un muro de gaviones es el llenado. Este requiere de un cuidado especial en la inspección, ya que se debe vigilar que se deje el menor volumen de vacíos posible de manera que se logre el peso máximo del muro de gaviones, que como se sabe, funciona por gravedad. Se logra combinando el material de canto rodado de variados tamaños, acomodando las más pequeñas en los espacios vacíos que quedan entre las más grandes. En general se debe evitar colocar rocas cuya dimensión menor mida menos de 10 cm en las caras externas del gavión, para evitar que se salgan por las aberturas de la malla, con el consecuente aumento en la porosidad del muro.

**Fotografía 13.** *Llenado de gaviones de con ayuda del cargador frontal.*



Fuente: Elaboración propia

#### **4.3.2. Colocación de tensores en los gaviones**

Por último, es de vital importancia amarrar las mallas de la camada siguiente a las mallas debidamente cerradas de la camada inferior; ya que, si se dejaran sueltas se generaría un plano de falla y el muro no funcionaría como una unidad estructural (revisión de la estabilidad interna). Dichos amarres fueron realizados de la misma manera descrita en el armado de gaviones, a lo largo de todas las aristas del gavión superior.

**Fotografía 14.** *Colocación de los tensores en los gaviones*



Fuente: Elaboración propia

#### **4.3.3. Colocación de tapas de los gaviones**

Se cierran las tapas completamente atortolando dos tapas juntas en los lados. Se atortola dos espaldas juntas con el alambre galvanizado de borde suministrado. Para evitar cerrar cuando el gavión está demasiado lleno, dejar aberturas y cerrar con alambre ordinario.

**Fotografía 15.** *Colocación de las tapas en los gaviones de 1 x 1.5 x 5 m*



Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

1. La instalación de los gaviones tipo caja del Rio Reither permite la protección y estabilización de taludes manera sencilla, económica y eficiente. En nuestro país el conocer este tipo de protección es una solución factible.
2. La instalación de la malla hexagonal triple torsión en los muros de gavión en el rio Reither como protección para las inundaciones se torna cada vez más evidente que es la mejor opción por consideraciones; geográficas, el no necesitar de personal calificado, aspecto económico, flexibilidad, durabilidad, permeabilidad, firmeza, resistencia, simplicidad de las obras y conservación del paisaje.
3. En el llenado del material de relleno a emplearse en la instalación del muro de gavión en el rio Shuaro como protección para las inundaciones hay que tener en cuenta se puede encofrar con empleo de madera, Por ello al ser rellenos con material seleccionado de canto rodado, forman una unidad constructiva sólida y de excelente presentación, capaz de soportar las corrientes de agua, empuje de masas de tierra.
4. Con la suministración del geotextil en la instalación de muros de gavión en el rio shuaro como protección para las inundaciones. Gracias a su estructura y las características de las cintas empleadas tienen altas resistencias y bajas deformaciones por lo que su aplicación está orientada al refuerzo de vías, muros, terraplenes y cimentaciones.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar el levantamiento topográfico al detalle de la cuenca del río a trabajar.
2. Se recomienda realizar el estudio hidrológico completo de la cuenca a trabajar, asimismo contemplar los anchos de río y longitudes que serán intervenido.
3. Se recomienda que el llenado de las cajas debe ser  $1/3$  de capacidad total fije dos tirantes horizontales y llenar hasta los  $2/3$ . Fije otros dos tirantes y acabe el llenado hasta 3 – 5cm por arriba de la altura de la caja.
4. Se recomienda para el cerrado de las cajas deben ser dobles tapas y deben ser amarradas en los bordes a los paneles verticales siempre con la misma costura.
5. Se recomienda que el material seleccionado canto rodado o, en su defecto, de material de cantera. Deberá tenerse especial cuidado de no utilizar materiales que se desintegren por la exposición al agua o a la intemperie, que contengan óxido de hierro, con excesiva alcalinidad, cuya composición pueda afectar el alambre de la canasta y el peso unitario del material de relleno será, al menos, de 1.250 kg/m<sup>3</sup>.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Farroñay Sánchez, Pedro Antonio (2017) *“Propuesta de diseño de muros mixtos de gaviones y de mampostería de piedra para la defensa ribereña del río Rimac en los kilómetros 34-35 Lurigancho - Chosica”* Perú: Universidad San Martín de Porras.
2. Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción, (2013). Lima, Perú. Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Recuperado de [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4955.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4955.pdf)
3. Errázuriz Rivas, Lisbeth Wendolyne (2013) *“Aplicación de los gaviones en la protección y estabilización de taludes y su utilización en el proyecto conservación borde costero de corral, Región de los Ríos”* Chile: Universidad Austral de Chile.
4. Glosario Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial, (2008). Lima, Perú. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Recuperado de [http://www,mtc.gob.pe/portal/home/publicaciones\\_arch/Glosario.final.pdf](http://www,mtc.gob.pe/portal/home/publicaciones_arch/Glosario.final.pdf)
5. Suarez, J. 2006. Los gaviones. *En su: Control de erosión en zonas tropicales. Bucaramanga Colombia, ed. instituto de investigaciones sobre erosión y deslizamientos, ingeniería de suelos Ltda. Vol.7. 2 ed. 26p.*
6. Chanquín Gómez, Edy Rolando (2004) *“Diversas aplicaciones de gaviones para la protección y estabilización de taludes”* Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

## ANEXO 01 - MATRIZ DE CONSISTENCIA

**COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE GAVIONES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE PROTECCION DEL RIO SHUARO - SAN LUIS DE SHUARO**

<b>Problema</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>
<p><b>Problema general:</b></p> <p>¿Cuáles fueron los criterios de diseño para el comportamiento estructural de gaviones empleados en la construcción del sistema de protección del río Shuaro?</p>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Evaluar los criterios de diseño para el comportamiento estructural de gaviones empleados en la construcción del sistema de protección del río Shuaro.</p>	<p><b>Método de investigación:</b> Cuantitativo.</p> <p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicado.</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> Descriptivo.</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> Casual correlacional.</p> <p><b>Cuando:</b> 2020</p>
<p><b>Problemas específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Cuáles fueron los controles de calidad que se realizó en los gaviones empleados en la construcción del sistema de protección del río Shuaro?</li> <li>- ¿De qué manera intervino la calidad de los materiales en la construcción del sistema de protección del río Shuaro?</li> <li>- ¿Cuáles fueron las metas establecidas en la construcción del sistema de protección del río Shuaro?</li> </ul>	<p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analizar los controles de calidad que se realizó en los gaviones empleados en la construcción del sistema de protección del río Shuaro.</li> <li>- Determinar la calidad de los materiales en la construcción del sistema de protección del río Shuaro.</li> <li>- Evaluar las metas establecidas en la construcción del sistema de protección del río Shuaro.</li> </ul>	<p><b>Población y muestra:</b></p> <p><b>Población.</b> La población está definida por el río Shuaro en la localidad de San Luis de Shuaro.</p> <p><b>Muestra:</b> La muestra es el ancho del río es del orden de los 50 m en la zona de donde se ubica la Progresiva 0+00, y alcanza los 60 m aguas abajo a la altura de la progresiva 0+571.</p> <p><b>Técnicas e instrumentos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recolección de datos</li> </ul> <p><b>Técnicas de procesamiento de datos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Resultados obtenidos en el laboratorio.</li> <li>- Ficha de organización, sistematización e interpretación de los datos obtenidos en los ensayos.</li> </ul>