

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“DISEÑO DE UNA DEFENSA RIBEREÑA EN EL
TRAMO CRÍTICO DEL AA.HH PLAYA HERMOSA EN
EL RÍO TULUMAYO”**

**PRESENTADA POR EL BACHILLER
JIMMY NILTON CAHUANA MOSQUEIRA**

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

LIMA – PERÚ

2016

ÍNDICE

Dedicatoria	I
Agradecimiento	II
Resumen	III
Abstract	IV
Introducción	V
Índice	VI

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1	DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.2	DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	2
	1.2.1. Espacial	2
	1.2.2. Temporal	2
1.3	PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	2
	1.3.1 Problema General	2
	1.3.2 Problemas Específicos	2
1.4	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	3
	1.4.1 Objetivo General	3

1.4.2	Objetivos Específicos.....	3
1.5	FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.5.1	Hipótesis General	4
1.5.2	Hipótesis Específicas	4
1.6	VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.6.1	Variable independiente	5
1.6.2	Variables dependientes	5
1.6.3.	Operacionalización de Variables	5
1.7	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.7.1.	Tipo de Investigación	6
1.7.2.	Nivel de Investigación	6
1.7.3.	Métodos de Investigación	6
1.7.4.	Diseño de investigación	6
1.8.	POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.8.1.	Población	6

1.8.2. Muestra	7
1.9 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	7
1.9.1. Técnicas	7
1.9.2. Instrumentos	7
1.10 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
1.10.1 Justificación	8
1.10.2 Importancia	8
 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	9
2.2 BASES TEÓRICAS	9
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	21
 CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	
3.1 CONCEPCIÓN DE LA METODOLOGÍA	22
3.2 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN	22
3.3 ETAPA DE CAMPO	22
3.4 ETAPA DE GABINETE	23
3.5 DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	24

CAPÍTULO IV: ESTUDIOS BÁSICOS

4.1	ESTUDIO TOPOGRÁFICO	27
4.2	ESTUDIO BÁSICO DE GEOLOGÍA.....	30
4.3	ESTUDIO GEOTÉCNICO	34
4.4	ESTUDIOS BÁSICOS DE HIDROLOGÍA	41
4.5	HIDRÁULICA FLUVIAL.....	52
4.6	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	62

CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO

5.1	PLANTEAMIENTO HIDRÁULICO.....	70
5.2	DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL	70

CAPÍTULO VI: PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

86

6.1	PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL	86
6.2	PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	86

	CONCLUSIONES	87
--	--------------------	----

	RECOMENDACIONES	88
--	-----------------------	----

	BIBLIOGRAFÍA	89
--	--------------------	----

ANEXOS

1. Matriz de consistencia

2. Planos

A mis padres, Francisco y Elvira, quienes con su sacrificio han hecho realidad mi mayor anhelo profesional. A mi esposa y mi hijo por su comprensión y apoyo incondicional.

Así mismo, a mi hermana querida Zaida quien desde el cielo ilumina mi camino.

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a Dios por iluminar mi vida y camino y por hacer realidad este sueño tan anhelado, a la UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

Asimismo me gustaría agradecer a todos mis profesores que durante toda mi carrera profesional han impartido todos sus conocimientos para mi formación académica.

Son muchas las personas que quisiera mencionar por su apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

RESUMEN

El desarrollo de la presente tesis es diseñar una defensa ribereña que surge con el objetivo de dar seguridad y protección al AA.HH Playa Hermosa ubicada en la margen derecha del río Tulumayo en el distrito de San Ramón, provincia de Chanchamayo, departamento de Junín, para evitar poner en riesgo la integridad física de las personas, viviendas, centros educativos y terrenos agrícolas.

Por tal motivo se pretende ejecutar una defensa ribereña de muro de gaviones con una longitud de 700mt y altura de 4mt de acuerdo a los principios básicos de la ingeniería y las metodologías.

Para dicho diseño se ha realizado un trabajo de campo y de gabinete, en donde se ha recopilado información para el sostenimiento de este proyecto.

Con el programa de HEC RAS se ha realizado el modelamiento hidráulico del río Tulumayo el cual nos permitido determinar los tirantes máximos.

Palabras claves:

- Defensa ribereña, Muro de gaviones, Modelamiento hidráulico, Hidrología.

ABSTRACT

The development of this thesis is to design a riverside defense that arises with the objective of giving security and protection to the AA.HH Playa Hermosa located in the right margin of the Tulumayo River in San Ramón district, Chanchamayo Province, Junín department, to avoid endangering the physical integrity of people, homes, schools and agricultural land.

For this reason it is tried to execute a river defense of gabion wall with a length of 700 meters and height of 4mt according to the basic principles of engineering and methodologies.

For this design, a field and cabinet work has been carried out, where information has been collected for the support of project.

With the HEC RAS program, the hydraulic modeling of the Tulumayo River has been carried out, which allowed us to determine the maximum drawers.

KEYWORDS:

- Coastal defense, Wall of gabions, Hydraulic modeling, Hydrology.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo trataremos sobre el diseño de defensa ribereña en el AA.HH Playa Hermosa del río Tulumayo, ubicado en el distrito de San Ramón, Provincia de Chanchamayo, departamento de Junín.

En el Perú, existe una mala distribución de nuestras tres vertientes hidrográficas: Pacífico, Atlántico y Titicaca, así mismo hay una marcada diferencia en épocas de avenida y estiaje. Estas máximas avenidas conllevan un grave problema en zonas de alto riesgo, es por eso que debemos de hacer estudios de modelación hidráulica y construcción de defensas ribereñas con la finalidad de evitar inundaciones y desastres naturales.

Se ha considerado proteger la margen derecha del río Tulumayo, con construcción de muros de gaviones con colchón antisocavante con el cual se pretende evitar inundaciones, avalanchas de escombros que ponga en riesgo la integridad física de sus habitantes.

Con la ayuda del programa HEC-RAS y el uso de modelos unidimensionales en un tramo del río y este modelo nos permitirá determinar los puntos críticos y/o vulnerables en el tramo en estudio, y se podrá simular para periodos de retorno con máximas avenidas de 2, 4, 10, 50 y 100 años, ya que este río en tiempo de “avenidas” erosiona las riberas al crecer el caudal, arrastra las partículas finas, gruesas, piedras medianas, especialmente de tramos en curva.

Es importante la construcción de muros de gaviones para la protección de los habitantes del AA.HH Playa Hermosa y aledaños, asimismo destruye progresivamente áreas de utilidad, para el ser humano.

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA:

El AA.HH Playa Hermosa está ubicado en la margen derecha del río Tulumayo en el distrito de San Ramón provincia de Chanchamayo, se observa que no tiene ninguna protección contra las inundaciones que proteja a sus pobladores, sus viviendas y terrenos agrícolas.

El AA.HH Playa Hermosa, es un centro poblado, urbanizado en manzanas y lotes con área para vivienda y pequeños terrenos agrícolas, separados por calles, pasajes, conectado a una avenida principal. Por tanto no hay producción ganadera ni pequeña industria, etc. La actividad económica se orienta al servicio personal como: Jornaleros, empleados o como comerciantes en la misma localidad o en la ciudad de San Ramón.

El abastecimiento de víveres se obtiene de tiendas comerciales en el mismo asentamiento y de los mercados, tiendas comerciales de San Ramón. En los anexos de Esperanza, Evita, Tirol, Jesús María, Simayacu y Santa Teresa la actividad principal es la agricultura y crianza de animales menores. Dentro de la producción agrícola destaca el cultivo de Tangarina, piña, café, cítricos en general.

Actualmente el tramo crítico no tiene un levantamiento topográfico que permita almacenar, recuperar, analizar y desplegar información geográfica.

No se cuenta estudios básicos de Geología en la zona donde se diseñará la defensa para poder determinar el tipo de subsuelo y poder deducir el perfil estratigráfico. La zona de investigación no presenta un estudio Geotécnico para poder determinar la suficiente capacidad portante del suelo para la cimentación de dicha estructura. La subcuenca no tiene

estudios básicos de Hidrología para establecer con cierto nivel de confianza las máximas avenidas. El lugar no cuenta con una estación hidrológica de SENAMHI que permita determinar los caudales máximos de diseño para un periodo de retorno. El tramo crítico no cuenta con un modelamiento hidráulico que puede determinar el tirante máximo.

1.2 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN:

1.2.1. Espacial

La presente propuesta de investigación se llevará a cabo en el AA.HH Playa Hermosa del distrito de San Ramón, provincia Chanchamayo, departamento de Junín.

1.2.2. Temporal

El análisis se efectuará tomando como base de investigación el periodo comprendido entre los años 2013- 2016.

1.3 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN:

1.3.1 Problema General

¿Cómo diseñar una defensa ribereña para prevenir riesgos de inundaciones en el tramo crítico del AA.HH Playa Hermosa ubicada en la margen derecha del río Tulumayo en el distrito de San ramón, provincia de Chanchamayo, departamento de Junín?

1.3.2 Problema específicos:

- ¿De qué manera elaborar un levantamiento topográfico del tramo crítico para que posteriormente nos permita almacenar, recuperar, analizar y desplegar información geográfica?

- ¿De qué manera realizar estudios básicos de Geología en la zona donde se diseñará la defensa para poder determinar el tipo de subsuelo para poder deducir el perfil estratigráfico?
- ¿De qué manera elaborar un estudio Geotécnico para poder determinar la suficiente capacidad portante del suelo para la cimentación de dicha estructura?
- ¿De qué manera efectuar estudios básicos de Hidrología para establecer con cierto nivel de confianza las máximas avenidas?
- ¿De qué manera aplicar la hidráulica fluvial para determinar los caudales máximos de diseño para un periodo de retorno?
- ¿De qué manera realizar un modelamiento hidráulico aplicando el programa de HEC RAS para determinar los tirantes máximos del tramo crítico?
- ¿De qué manera desarrollar una metodología específica para la construcción de las partes estructurales de una defensa ribereña (tipo gaviones) desde de la cimentación hasta la puesta en funcionamiento del sistema?

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:

1.4.1 Objetivo general

Diseñar una defensa ribereña para prevenir riesgos de inundaciones en el tramo crítico del AA.HH Playa Hermosa ubicada en la margen derecha del río Tulumayo en el distrito de San Ramón, provincia de Chanchamayo, departamento de Junín.

1.4.2 Objetivos específicos

- Elaborar un levantamiento topográfico del tramo crítico para que posteriormente nos permita almacenar, recuperar, analizar y desplegar información geográfica.

- Realizar estudios básicos de Geología en la zona donde se diseñara la defensa para poder determinar el tipo de subsuelo para poder deducir el perfil estratigráfico.
- Elaborar un estudio Geotécnico para poder determinar la suficiente capacidad portante del suelo para la cimentación de dicha estructura.
- Efectuar estudios básicos de Hidrología para establecer con cierto nivel de confianza las máximas avenidas.
- Aplicar la hidráulica fluvial para determinar los caudales máximos de diseño para un periodo de retorno.
- Realizar un modelamiento hidráulico aplicando el programa de HEC RAS para determinar los tirantes máximos del tramo crítico.
- Desarrollar una metodología específica para la construcción de las partes estructurales de una defensa ribereña (tipo gaviones) desde de la cimentación hasta la puesta en funcionamiento del sistema.

1.5 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN:

1.5.1 Hipótesis General

La defensa ribereña propuesta evitará riesgos de inundaciones en el tramo crítico del AA.HH Playa Hermosa ubicada en la margen derecha del río Tulumayo en el distrito de San Ramón, provincia de Chanchamayo, departamento de Junín.

1.5.2 Hipótesis Específicas

- El estudio topográfico del tramo crítico permitirá almacenar, recuperar, analizar y desplegar información geográfica.
- El estudio básico de Geología en la zona determinara el tipo de subsuelo y el perfil estratigráfico.
- El estudio Geotécnico determinará la suficiente capacidad portante del suelo para la cimentación de dicha estructura.

- El estudio básico de Hidrología establecerá con nivel de confianza las máximas avenidas.
- La hidráulica fluvial precisará los caudales máximos de diseño para un periodo de retorno.
- El modelamiento hidráulico aplicando el programa de HEC RAS precisará los tirantes máximos del tramo crítico.

1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN:

1.6.1 Variable independiente

X. Diseño de defensa ribereña

1.6.2 Variable dependiente

Y. Riesgo de Inundación

1.6.3. Operacionalización de Variables

Variables	Indicadores
Diseño de defensa ribereña	Estudio topográfico
	El estudio básico de geología
	Estudio geotécnico
	Estudio básicos de hidrología
	Hidráulica fluvial
	Modelamiento hidráulico
Riesgo de Inundación	Alto riesgo
	Riesgo medio
	Bajo riesgo

1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:

1.7.1. Tipo de Investigación

La investigación es aplicada, en razón que el estudio ayudará a resolver el problema de inundaciones AA.HH Playa Hermosa ubicada en la margen derecha del río Tulumayo en el distrito de San Ramón, provincia de Chanchamayo, departamento de Junín

1.7.2. Nivel de Investigación

La investigación es explicativa, dado que se diseñará una defensa ribereña y luego se explicará cómo contribuirá a evitar las inundaciones.

1.7.3. Métodos de Investigación

La investigación por su naturaleza es de carácter cualitativo porque en primer lugar se recolectaron los datos y luego fueron clasificados según los objetivos propuestos.

1.7.4. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es no experimental, dado que se describieron los fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, es decir no se manipularon las variables en estudio

1.8. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

1.8.1. Población

La población estuvo constituida por el AA.HH Playa Hermosa ubicada en la margen derecha del río Tulumayo en el distrito de San Ramón, provincia de Chanchamayo, departamento de Junín.

1.8.2. Muestra

La muestra estuvo constituida por los 700 metros de longitud de la margen derecha del río Tulumayo en el distrito de San Ramón, provincia de Chanchamayo, departamento de Junín

1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

1.9.1. Técnicas

Otra técnica útil para el analista en su progreso de investigación, consiste en observar el área de investigación. La tarea de observar no puede reducirse a una mera percepción pasiva de hechos, situaciones o cosas. Hablábamos anteriormente de una percepción "activa", lo cual significa concretamente un ejercicio constante encaminado a seleccionar, organizar y relacionar los datos referentes a nuestro problema. No todo lo que aparece ante el campo del observador tiene importancia y, si la tiene, no siempre en el mismo grado; por ello se debe estar alerta para poder discriminar adecuadamente frente a toda la información.

1.9.2. Instrumentos

Los instrumentos que se han utilizado son los siguientes:

- Estación Total
- Gps
- Wincha
- Miras
- Camioneta
- Información pluviometría, hidrométrica, proporcionada por la Autoridad Nacional del Agua
- PROGRAMA hec-ras
- PROGRAMA Arcgis

- PROGRAMA Autocad
- Laptop core I7

1.10 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN:

1.10.1 Justificación

Es necesario realizar la construcción de las defensas ribereñas en su tramo crítico de AA.HH Playa Hermosa porque de esta manera vamos a poder proteger a la población, viviendas, centros educativos y terrenos agrícolas.

1.10.2 Importancia

Es importante la ejecución de esta defensa ribereña para asegurar el desarrollo socioeconómico en la zona.

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN:

La cuenca del río Tulumayo recibe fuertes precipitaciones durante los meses de enero, febrero y marzo, debido a su clima tropical típico de la selva alta del Perú, el cual aumenta su caudal de agua y produce desbordes, deslizamientos y avalanchas en diversos tramos, produciendo inundaciones como el sucedido 24 de enero del 2007; donde se perjudicó el AA.HH Playa Hermosa entre otros que se encuentran cerca del cauce del río y tuvo que ser declarado en emergencia por el gobierno.

2.2 BASES TEÓRICAS:

2.2.1 Hidrología:

Es la ciencia dedicada al estudio del agua que trata en la tierra, su ocurrencia, circulación, distribución, sus propiedades químicas y físicas y su relación con el medio ambiente y los seres vivos. El dominio de la hidrología abarca toda la historia de la vida del agua en la tierra (Delgado, 1992).

Esta relación del agua sobre los seres vivos incluye el movimiento sobre y debajo de la superficie de la tierra, incluyendo sus procesos químicos, físicos y biológicos que tiene lugar a lo largo de su trayectoria (CHOW, 1994).

2.2.2 Análisis de frecuencias:

Los sistemas hidrológicos son afectados algunas veces por eventos extremos, tales como tormentas severas, crecientes y sequías. La magnitud de un evento extremo está inversamente relacionada con su frecuencia de ocurrencia, es decir, eventos muy severos ocurren con menor frecuencia

que eventos moderados. El objetivo del análisis de frecuencia de información hidrológica es relacionar la magnitud de los eventos extremos con su frecuencia de ocurrencia mediante el uso de distribución de probabilidad. Se supone que la información hidrológica analizada es independiente y esta idénticamente distribuida, y el sistema que lo produce (por ejemplo un sistema de máximas avenidas) se considera independiente del espacio y tiempo.

En la práctica, usualmente esto se lleva a cabo seleccionando el máximo anual de la variable que está siendo analizada (como por ejemplo el caudal máximo anual, que es el flujo pico instantáneo máximo que ocurre en cualquier momento del año, sobre todo en época de crecida) con la expectativa de que observaciones sucesivas de esta variable de un año a otro sean independientes (Delgado, 1992).

Los resultados del análisis de frecuencia de flujo de crecientes pueden utilizarse para muchos propósitos en ingeniería: para el diseño de presas, puentes y estructuras de control de inundaciones (defensas ribereñas); para determinar el beneficio económico de proyectos de control de crecientes; y para delinear planicies de inundación y determinar el efecto de invasiones o construcciones de áreas.

Como lo mencionado anteriormente, el análisis puede ser matemático y también gráfico, ya que se pueden observar los datos históricos de las variables de interés ordenados tanto de forma ascendente o descendente, y se traza un gráfico de las magnitudes de los eventos en función a su frecuencia de excedencia. El enfoque gráfico responde al equivalente matemático, los análisis de frecuencia consiste en determinar los parámetros de las distribuciones de probabilidad y determinar con el factor de frecuencia la magnitud del evento para un periodo de retorno dado. (Delgado, 1992).

2.2.3 Distribución de probabilidad

El comportamiento de las variables aleatorias discretas o continuas se describe con la ayuda de distribuciones de probabilidad. El comportamiento de las variables aleatorias discretas o continuas se describe con la ayuda de distribuciones de probabilidad.

Las distribuciones de probabilidad se usan en una amplia unidad de estudios hidrológicos, por ejemplo, los estudios del recurso hídrico de caudales extremos alto y bajo en sequías, volúmenes de embalses, cantidad de lluvia y modelos de series cronológicas, las distribuciones que se usa en hidrología se consideran en la siguiente tabla 1, siendo las mencionadas las más usadas. (Chow, 1994).

Tabla 1 Distribuciones usadas en hidrología

Nombre	Acrónimo	Referencia
Normal	N	Gauss
Log-Normal	LN	Hazen,1994
Pearson tipo III	P3	Foster,1924
Gamma	G	Morán,1957
Log-Pearson tipo III	LP3	U.S Water resources
Gumbel	G	Emil Julius Gumbel

2.2.4 Análisis de frecuencia de avenidas

2.2.4.1 Estimación de la magnitud de las crecidas

El objetivo del análisis de las crecidas es relacionar la magnitud y su frecuencia o probabilidad de ocurrencia futura. La hipótesis fundamental que permita la interpretación de las frecuencias como probabilidades es independencia temporal de los elementos de la muestra analizada y la homogeneidad de la muestra.

La estimación de la magnitud de las crecidas, se realiza habitualmente empleando diversas técnicas hidrológicas que pueden ser englobadas en dos conjuntos:

Análisis estadístico de caudales de crecida y cálculo hidrometeorológico de caudales. Ambos métodos precisan como datos de partida, series de datos de caudales registrados en estaciones de aforo y de precipitaciones máximas recogidas en estaciones meteorológicas, respectivamente. Estos datos son tratados estadísticamente para obtener las funciones de distribución de frecuencias que mejor modelan la probabilidad real de ocurrencia de un caudal o precipitación (Chow, 1994)

2.2.4.2 Estimación del período de retorno

Cada espacio muestral tiene su propia función de distribución o de densidad de probabilidad, que normalmente no se conoce como a priori. Cuando de ese espacio se extrae un grupo de datos (muestra) al azar, es razonable esperar que su función de distribución de probabilidad sea similar a la del espacio completo, en particular si la muestra es grande. Además, lo más razonable que se puede suponer en cuanto a la frecuencia de cada dato del grupo es que esta, dentro del espacio muestral, igual a la observada (Ven te Chow, 1994). La ecuación más usada en hidrología, el periodo de retorno M-ésimo evento de los años n registrada es entonces, de acuerdo con la siguiente ecuación, la ecuación en donde participan estas variables se llama la ecuación de Weibull.

$$T = n + 1/m$$

Los términos de periodo de retorno o intervalo de ocurrencia se usan para representar el número de años que transcurre en promedio para que un evento sea igualado o excedido. El periodo de retorno para lo cual se debe dimensionar una obra varía en función de la importancia de la obra, de

la existencia de otras vías alternativas capaces de reemplazarla y de los daños que implicaría su ruptura, pérdida de vidas humanas, costo y duración de la reconstrucción, costo del no funcionamiento de la obra, etc.

En hidrología, normalmente se prefiere trabajar con periodos de retorno en lugar de probabilidades, pues es un concepto que resulta más claro y que tiene las mismas unidades (tiempo) que la vida útil de las obras y puede compararse con esta (Delgado, 1992).

2.2.5 Pruebas de bondad de ajuste

Para determinar qué tan adecuado es el ajuste de los datos a una distribución de probabilidades se han propuesto una serie de pruebas estadísticas que determina si es adecuado al ajuste. Estos son análisis estadísticos y como tal se deben entender, es decir, no se pueden ignorar el significado físico de los ajustes. Las pruebas de bondad de ajuste consisten en comparar gráficamente y estadísticamente, si la frecuencia empírica de la serie analizada se ajusta a una determinada función de probabilidad teórica seleccionada a priori; con los parámetros estimados sobre la base de los valores muestrales.

Las pruebas de ajuste, tienen por objeto medir la incertidumbre que se obtiene al hacer una hipótesis estadística sobre una población, es decir, calificar el hecho de suponer que una variable aleatoria se distribuya según cierta función. Las pruebas de bondad de ajuste más utilizadas son de ajuste gráfico y ajuste estadístico (Chi-cuadrado, Smirnov-Kolmogorov, error cuadrático mínimo), aquí mencionaremos la prueba de Smirnov-Kolmogorov). (Delgado, 1992).

2.2.5.1 Prueba Smirnov-Kolmogorov

El estadístico Smirnov-Kolmogorov, considera la desviación de la función de distribución de probabilidades de la muestra $P(x)$ de la función de probabilidad teórica, escogida $P_0(x)$ tal que:

$$D_n = \max (P(x) - P_o(x))$$

Donde:

- D_n : es la mayor diferencia absoluta observada entre $P(x)$ y $P_o(x)$, obtenida a partir de la distribución de probabilidad que se especifica como hipótesis nula.
- $P(x)$: Frecuencia acumulada observada.
- $P_o(x)$: frecuencia acumulada teórica.

La prueba requiere que el valor D_n calculado con la expresión anterior sea menor que el valor tabulado D_α para un nivel de probabilidad requerido. (Delgado, 1992).

Esta prueba comprende las siguientes etapas:

- El estadístico D_n es la máxima diferencia entre la función de distribución acumulada de la muestra y la función de distribución acumulada teórica escogida.
- Se fija el nivel de probabilidad α , valores de 0.05 y 0.01 son los más usuales.
- El valor crítico D_α de la prueba debe ser obtenido de tablas en función α y n .
- Si el valor calculado D_n es mayor que el de D_α , la distribución escogida se debe rechazar (Chow, 1994).

2.2.6 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG):

2.2.6.1 Concepto de SIG:

El término SIG se establece de la palabra en inglés: "Geographic Information system (GIS). Se le define como una herramienta de programa que nos permite almacenar, recuperar, analizar y desplegar información geográfica.

Este tiene la capacidad de efectuar una gestión completa de datos referenciados geográficamente. Por datos referenciados se indica a los datos geográficos o más que constan de coordenadas geográficas reales asociadas, así como de datos alfanuméricos o descriptivos que se asocian a esos mapas para formar una base datos integrada con este concepto de SIG. Por ejemplo, un objeto del modelo del mundo real es una construcción cuyos datos descriptivos son los siguientes: el número de propiedad, su ubicación y sus medidas, etc. Además de ello una construcción tiene asociada su descripción geométrica (Marín 2006)

2.2.6.2 Elementos de un sistema de información Geográfica (SIG):

Un SIG está conformado por cinco componentes o elementos y cada uno de esos componentes cumplen con una función para que existan entre ellos una interacción. Es decir, estos conforman la información para que sea procesada o se realice un tratamiento, los recursos técnicos, humanos y las metodologías que se adopten en la organización de la empresa.

A continuación se describen esos componentes:

- Hardware: es el equipo de cómputo con el que opera un SIG. Actualmente el PROGRAMA de estos sistemas se ha adaptado a diversos tipos de hardware desde arquitecturas clientes-servidor hasta computadoras de escritorio aisladas.
- PROGRAMA: proporciona las herramientas y funciones necesarias para almacenar, analizar y desplegar la información geográfica, para ello se necesitan de elementos principales de PROGRAMA los cuales son:

-

Aplicaciones

- Aplicación forestal, que sirve para determinar la magnitud de la tala y reconocer la vía o el acceso a esa tala.

- Bases de datos ambientales, con estos datos se realizan planes convenientes a evitar deterioros naturales en una región.
- Censos, con los datos obtenidos conocer los usos de los servicios que se ofrecen en un área como la distribución de agua potable y transporte.
- Grandes bases cartográficas, con estas bases de datos se adquiere más fácilmente el mantenimiento de inventario con referencias espaciales de los bienes inmuebles así como la valoración y para preparar una gestión contribuyente en la administración pública.
- Planeación urbana, la elaboración de planes generales y normas subsidiarias, entre otros están los planes parciales, proyectos de urbanización, proyectos de compensación y reparcelaciones, evaluación de impacto ambiental, planes especiales y catálogos.
- Sistemas de empresas y servicios, para los servicios de transporte que controlan sus equipos con un rastreo satelital.
- Sistemas para el control y modernización de cambios ambientales: estos ofrecen una inspección para zonas de riesgos por factores naturales y análisis para planes de conservación.

Un SIG tiene la finalidad de mostrar principalmente lo que sucederá o simular un acontecimiento que definirá a una situación considerable que será escogida para una acertada decisión, así como se mencionó en la aplicación donde un SIG actúa satisfactoriamente. (Marín, 2006).

2.2.6.3 Extensión HEC-GEORAS

Es una extensión para usar con ARC-GIS específicamente diseñada para procesar datos geo referenciados para usar posteriormente con HEC-RAS. HEC-GEORAS crea un archivo para importar a HEC-RAS datos de geometría del terreno incluyendo el cauce del río, secciones transversales, etc. Información sobre estructuras hidráulicas-puentes, no puede importarse

desde ARC-GIS mediante HEC-GEORAS y debe añadirse a la simulación desde HEC-RAS. Posteriormente los resultados obtenidos de calados y velocidades se exportan desde HEC-RAS a ARC-GIS y pueden ser procesador para obtener mapas de inundación y riegos.

Para usar esta extensión se debe incorporar la extensión 3D ANALYST 1.0, aunque no es estrictamente necesaria, la extensión SPATIAL ANALYST hace más rápidas las operaciones post-proceso de datos. (Marín, 2006).

2.2.7 Modelos unidimensionales

Los modelos unidimensionales, como su nombre lo indica, consideran que el flujo sólo puede seguir una dirección, por lo que comúnmente se emplean para simular ríos, canales y conductos cuya geometría se puede definir por una línea longitudinal con una sección transversal asociada a cada punto.

Se presenta en primer lugar el caso del régimen permanente gradualmente variado, por ser el modelo más simple utilizado para simular flujo en cauces. A continuación se exponen las características del flujo no permanente y las ecuaciones de Saint Venant en una dimensión. (Robles, 2016)

Régimen permanente gradualmente variado:

Aun cuando los esquemas numéricos de los modelos que analizan el flujo bajo este tipo de régimen son relativamente sencillos, poseen una gran versatilidad. Se emplean principalmente para representar tránsitos de avenidas, pero su eficacia radica en que pueden considerar cambios de régimen, cauces naturales con geometrías complejas, estructuras hidráulicas como puentes y alcantarillas, e incluso, planicies de inundación. (Robles, 2016)

Las hipótesis bajo las cuales funcionan estos modelos son:

- El caudal es constante a lo largo de todo el cauce o canal en estudio, sin variaciones temporales; aunque sí puede variar espacialmente.
- Son de fondo fijo.
- Son estrictamente unidimensionales, de manera que las líneas de flujo son siempre paralelas al eje del cauce.
- La distribución de presiones en la vertical es hidrostática.

De manera que el flujo puede ser descrito mediante la ecuación de conservación de la energía, también conocida como ecuación de Bernoulli:

En la que la pendiente hidráulica representa las pérdidas de energía por unidad de peso y por unidad de longitud, que calculadas mediante la fórmula de Manning resultan:

$$I = \frac{n^2 v^2}{Rh^{4/3}}$$

Donde:

n	Coeficiente de rugosidad de Manning.
v	Velocidad media en la sección considerada.
Rh	Radio hidráulico de la sección.

(Robles, 2016)

Régimen no permanente gradualmente variado:

El régimen no permanente se puede clasificar como:

- Gradualmente variado, cuando los cambios en el tirante y el gasto se dan en tiempos y distancias largos; como el tránsito de una avenida en un río.
- Rápidamente variado, cuando el tirante y gastos cambian en un tiempo muy breve y una distancia muy corta; como un salto hidráulico o el frente de onda producido por la rotura de una presa.

(Robles, 2016).

Ambos tipos de régimen pueden describirse por medio de las ecuaciones de Saint Venant en una dimensión, las cuales se deducen bajo las siguientes hipótesis:

- El agua es incompresible y homogénea; es decir, no hay variaciones en la densidad.
- La longitud de onda es grande en comparación de la profundidad del agua; lo que garantiza que en cualquier punto se pueda considerar que el flujo es paralelo al fondo y, por tanto, las aceleraciones verticales son despreciables y la distribución de presiones en la vertical es hidrostática.
- La pendiente del fondo del cauce o plantilla del canal es pequeña, de manera que el coseno del ángulo entre el fondo y la horizontal puede considerarse igual a 1.
- El fondo es fijo. (Robles, 2016).

La ecuación 1 se denomina ecuación de continuidad y expresa la conservación de la masa; el volumen de agua entrante, Q , en la sección de longitud x , es equilibrado por un incremento en el área de la sección, A .

Mientras que la ecuación 2 es conocida como ecuación del momentum y expresa la conservación del momentum o cantidad de movimiento. Los dos primeros términos del lado izquierdo representan las fuerzas inerciales (aceleración local y convectiva) el tercer término, las fuerzas debidas a la gravedad y, el último, la fricción. El lado derecho representa un momentum forcing externo (cantidad de movimiento forzada externamente). Cabe mencionar que el término de fricción puede expresarse de diferentes formas, generalmente en términos de coeficientes de flujo permanente). (Robles, 2016)

2.2.8 MODELO HEC-RAS

El HEC-RAS es el nombre compuesto de las siglas en inglés, HEC(Hydrologic Engineering Center o Centro de Ingeniería Hidrológica) y RAS (River Analyst System o Sistema de Análisis de Ríos), es una aplicación que permite la modelación hidráulica en régimen permanente y no permanente, transporte de sedimentos y análisis de calidad del agua en cauces abiertos, ríos y canales artificiales, el mismo que ha sido desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los EE.UU (US Army Corps of Engineers).

Con Hec-ras se facilita el cálculo de los perfiles del Agua y de los parámetros hidráulicos del cauce. El programa permite desarrollar el cálculo, de los niveles de la superficie del agua de un flujo gradualmente variado. El sistema que se modela puede ser un solo río o una red de ríos. El componente del estudio del flujo, puede hacer el estudio de régimen suscritico, supercrítico o la mezcla de los dos. (VILLON, 2011)

IMPORTANCIA:

La importancia de HEC-RAS en la modelación hidráulica, radica en que permite:

- La predicción de áreas de inundación y mitigación del mismo en un río o sistema de ríos para diferentes periodos de retorno.
- Determinación de las variables hidráulicas para el diseño de estructuras hidráulicas en los ríos como, puentes, alcantarillas, cunetas, etc.
- Delimitación de fajas marginales de los ríos.
- Determinación de la altura óptima en el diseño de una carretera, que puede ser afectada por el caudal del río. (VILLON,2011)

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS:

2.3.1 Suelo:

Es la cobertura superficial de la corteza terrestre que se forma por procesos de oxidación, hidratación e hidrólisis, carbonatación y disolución. El suelo es útil para la agricultura porque los procesos químicos dejan libres sustancias minerales en forma de iones, los cuales pueden ser absorbidos por las plantas y utilizados para su desarrollo vital.

2.3.2 Hidrología:

Es la ciencia dedicada al estudio del agua que trata en la tierra, su ocurrencia, circulación, distribución, sus propiedades químicas y físicas y su relación con el medio ambiente y los seres vivos. El dominio de la hidrología abarca toda la historia de la vida del agua en la tierra (Delgado, 1992). Esta relación del agua sobre los seres vivos incluye el movimiento sobre y debajo de la superficie de la tierra, incluyendo sus procesos químicos, físicos y biológicos que tiene lugar a lo largo de su trayectoria (CHOW, 1994).

2.3.3 Río:

Es la concentración de las aguas de escorrentía en un cauce definido y sobre el cual discurren, a través de las secciones de su curso superior, medio e inferior. Las partes de un río son: cauce, álveo y lecho.

2.3.4 Medidas Estructurales:

Son todas aquellas medidas que consisten en estructuras diseñadas en base a los principios de la ingeniería, para controlar la erosión producto de la escorrentía superficial. En el aspecto de diseño se toma en cuenta la hidrología e hidráulica.

CAPÍTULO III:

METODOLOGÍA

3.1 CONCEPCIÓN DE LA METODOLOGIA:

La metodología está basada en la aplicación del Sistema de Información Geográfica (SIG) como herramienta de simulación hidráulica y de modelamiento espacial para evaluar el impacto de posibles inundaciones en la faja marginal del Río Tulumayo. En ese sentido, la metodología se desarrolla primero en su componente de simulación hidráulica con los Programas HEC-RAS ; y en su componente de modelamiento espacial con el uso del Programa Arc-map.

3.2 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN:

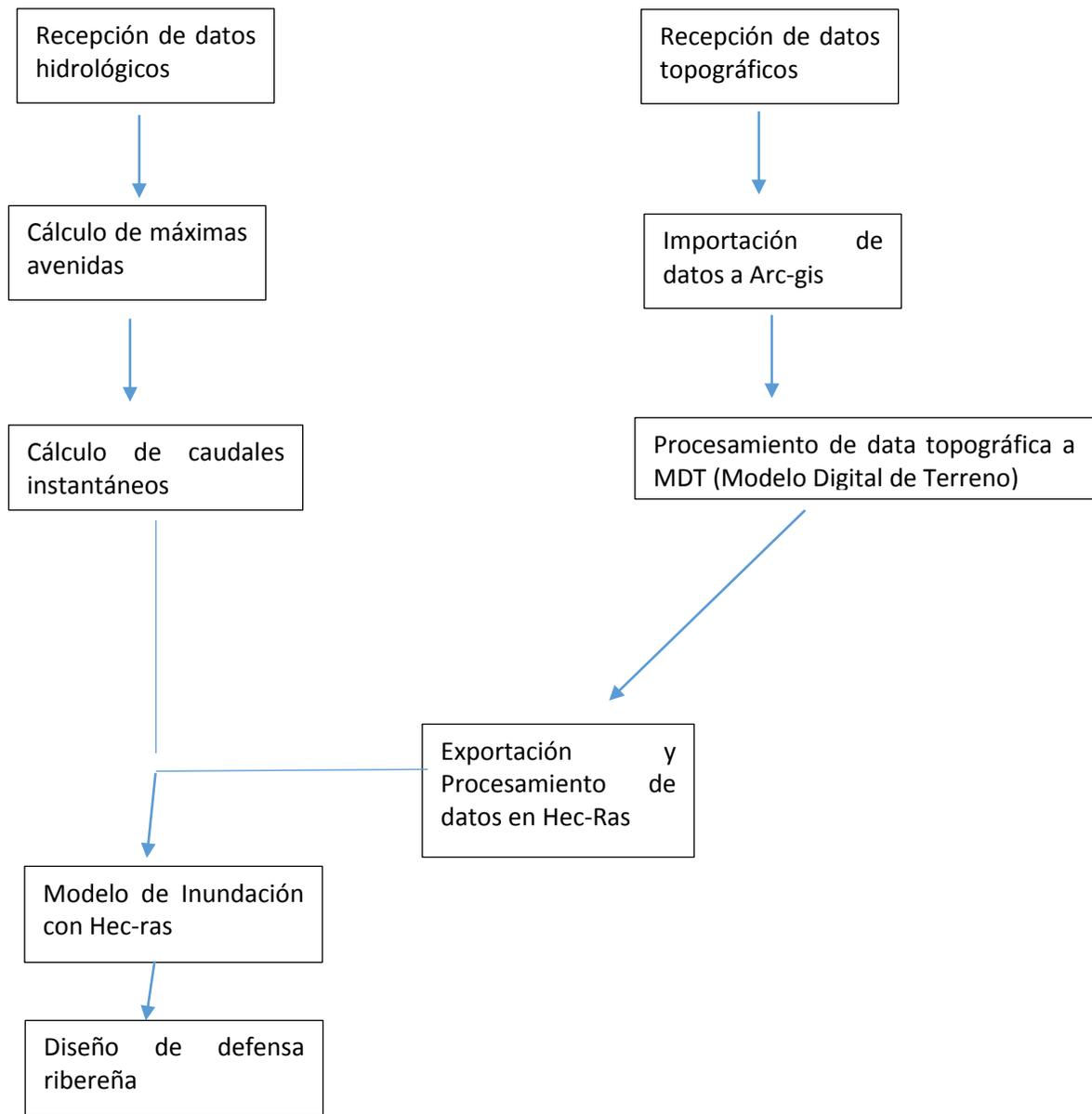
La información necesaria para desarrollar la simulación hidráulica con los Programa HEC-RAS, en un ambiente SIG son las curvas de nivel de la faja del río al menor espaciamiento posible, en este caso se dio un espaciamiento de 1 metro para una mejor visualización de la topografía del ámbito del área en estudio, otra información es la delineación de la faja marginal del río (eje central y líneas de bancos del río), y las secciones transversales. La topografía comprendió la sección del cauce y la franja de inundación, con curvas de nivel cada 1 metro y amarrado a la red geodésica instalado por el IGN. Esta actividad se ejecutará en coordinación con la Junta de Usuarios y con la Administración Local de Agua.

3.3 ETAPA DE CAMPO:

Para tener un mejor conocimiento de la zona donde se realizará el modelamiento, se realizara un viaje de reconocimiento de no más de 10 días a la ciudad de San Ramón, provincia de Chanchamayo. El tramo a medir será de 700 m en la margen derecha del río Tulumayo , este viaje nos proporcionara la suficiente información, para determinar que estructuras hay en todo el tramo del

río Tulumayo, para poder tenerlas en consideración, al momento de simular el área de inundación, así mismo hacer la respectiva medición de tirantes críticos del río y el volumen de agua actual, mediante métodos de aforo en secciones de control del río, esto con el fin de poder realizar una modelación hidráulica para poder determinar, que tan precisos son, con el estado actual del río Tulumayo.

3.4 ETAPA DE GABINETE: se realizara mediante el siguiente esquema:



3.5 DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN:

3.5.1 Análisis de la información

Con los planos y la información obtenida se procedió el análisis del área en estudio formando una base de datos para los mapas temáticos. La información requerida para ejecutar el modelo HEC-RAS, como se dijo, se basa en la geometría del río que es extraído de un plano topográfico a curvas de nivel.

3.5.2 Ingreso de la información

Para el ingreso de información del material cartográfico se utilizó los programas SIG y ARC INFO para la digitalización y ARC GIS para la visualización y creación de tabla de atributos (Base de datos del ANA). Para obtener el mapa de inundación con el HEC-RAS , primero en el ARC GIS se geo-referenció los planos topográficos ajustando a las coordenadas UTM, luego la importación de la topografía del archivo DWG (autocad civil) a al PROGRAMA Arc-gis, se hizo con la extensión arc/info, y el ingreso del atributo cota se hizo con el ArcView, toda esa información es requerida por el SIG ArcGis para hacer la integración con el HEC-RAS, la información topográfica se debe primero convertir en MDT (Modelos Digitales de Terreno) , con el fin de hacer los estudios correspondientes. Los datos hidrológicos e hidráulicos se ingresan en el HEC-RAS. Posteriormente para el análisis del impacto de inundación en los mapas temáticos se digitalizaron los mapas de capacidad de uso mayor del suelo.

3.5.3 Procesamiento de la información

La integración del SIG-ArcGIS con el HEC-RAS se va a través de una extensión del ArcGis llamado HecGeo-RAS. El HecGeo-RAS es una extensión con un conjunto de procedimientos y herramientas que permiten la preparación de datos espaciales de secciones transversales y faja del río

para la entrada al HEC-RAS, la cual se desarrolla en el ArcGis 9.3 y la extensión 3D Analyst o sus versiones posteriores. (Marín, 2006). El procedimiento consiste en lo siguiente: La información del Pre-procesamiento crea un archivo de intercambio de datos que consiste en descripciones de la geometría de río extraído de un plano topográfico a curvas de nivel previamente digitalizado que debe ser convertido a un modelo TIN (Triangulated Irregular Network) a través de la extensión 3D Analyst del ArcGis 9.3. En el HEC-RAS, el usuario proporciona datos adicionales como el coeficiente de Manning, coeficientes de contracción y expansión, después de ejecutar el modelo HEC-RAS, los resultados puede exportarlos en el mismo formato de archivo de intercambio digital generándose un TIN de la superficie de agua usando la funcionalidad del Post-processing. (Marín, 2006).

3.5.3.1 Aplicación del Modelo Unidimensional

Para la utilización del HEC-RAS, se debe de tener en cuenta que es un modelo unidimensional con el fin de ser utilizado para calcular el perfil de la superficie libre en régimen permanente gradualmente variado. Para el cálculo en régimen permanente, se aplica la ecuación de energía de Bernoulli, entre dos secciones transversales consecutivas al río, siempre teniendo en cuenta las pérdidas de energía localizadas.

El modelo da como resultado una altura de agua o calado y una velocidad media en cada sección. Este sistema puede ser utilizado

en canales, drenaje o en una longitud de río. El componente de flujo uniforme es capaz de modelar un régimen sub-crítico, supercrítico y mixto de los perfiles superficiales de agua. Una de las ventajas para implementar este modelo es no considerar el fondo fijo y el transporte sólido del río, dejando sin efecto sobre el movimiento del agua. Se sabe muy bien que el fondo generalmente puede

descender durante las crecidas bajo el efecto de aumentar el área de flujo y la capacidad hidráulica del río, cosa que no se cuenta en el modelo. Por otra parte, el cauce puede experimentar erosión o sedimentación a largo plazo, que cambien sustancialmente el riesgo de inundación en las zonas aledañas.

En tanto a las elecciones de las secciones transversales a partir de la topografía del cauce requiere cierto criterio. En principio se toma en cuenta que las secciones deben de ser perpendiculares al eje del río y a una distancia no menor que una vez la anchura. Es preferible hacer coincidir con los lugares más anchos y más estrechos, para que las interpolaciones que se realizan durante el cálculo sean correctas. La modelación puede manejar mucha información geométrica, es decir representar una topografía compleja. Es un modelo preciso porque puede incorporar fácilmente mucha información geométrica. Para casos como el presente, esto es una ventaja sustancial, más importante que el inconveniente que supone despreciar los efectos bidimensionales. Asimismo requiere criterio e ingenio en aspectos importantes como la definición de la condición de contorno aguas abajo, para ello se requiere el diámetro de partículas en el cauce y la vegetación en el campo (Marín, 2006).

CAPÍTULO IV:

ESTUDIOS BÁSICOS

4.1 ESTUDIOS BÁSICOS:

4.1.1 Estudio Topográfico

En esta investigación tiene por objetivo principal de obtener información del relieve del suelo, formas y características de cauce del río, como también los niveles de agua máxima, con los datos obtenidos se ha elaborado los planos topográficos respectivos, con la finalidad de proyectar sobre estos las obras de ingeniería necesarias.

4.1.1.1 Camino de acceso

Para llegar a la zona del proyecto se toma la siguiente ruta el AA.HH Playa Hermosa es accesible mediante la carretera central Lima - La Merced de aprox. 289 Km. Totalmente asfaltado.

4.1.1.2 Recursos Disponibles

Para ejecutar todas las actividades necesarias y para el logro de esta investigación, se contó con diferentes recursos los que ayudaron a conseguir el objetivo propuesto.

4.1.1.3 Programación de actividades

- Reconocimiento del terreno.
- Ubicación de eje defensa (provisional).
- Nivelación BMS.
- Selección de puntos del levantamiento.
- Relleno topográfico.
- Replanteo de (vértices del eje de gaviones).
- Trazo, nivelación y secciones del eje estacado de gaviones.

- Dibujos.

4.1.1.4 Reconocimiento de terreno

Se realizó un reconocimiento general del área de la investigación delimitándose al área de influencia y la extensión que debería de abarcar.

Se determinó los vértices provisionales, como también los BMS para su respectivo monumentado y nivelación.

4.1.1.5 Nivelación de BMS

Para los trabajos de control altimétrico en las fases de estudio se usarán dos BMS. El valor del BM inicial se ha obtenido mediante la lectura en un GPS de precisión (modelo garmin etrex) y cota del BM restante mediante nivelación diferencial, con un error de cierre: $\frac{1}{2}$

$$e = 0.01 \text{ km.}$$

Dónde:

E = error máximo permisible.

K = distancia en kilómetros.

Se seleccionaron los diferentes vértices en los lugares más apropiados, con respecto a la forma del terreno y su relieve, y así poder obtener la mayor cantidad de información del relieve del río, su cauce y riberas, como también de terrenos adyacentes y detalles de viviendas y accesos.

Estos vértices han construido en una poligonal cerrada de apoyo plan métrico, para los trabajos de relleno topográfico.

4.1.1.6 Relleno Topográfico

Con apoyo de los vértices de la poligonal, se procedió a levantar los puntos de inflexión del cauce y riberas de río, gaviones

construidos en la margen derecha, como también carreteras, accesos, viviendas, local escolar, áreas cultivo, etc. Y periferias de la franja de influencia del curso del río Tulumayo. Igualmente se levantó los posibles vértices de la poligonal del eje de trazo para el replanteo y construcción de los gaviones. Como también los BMS, calicatas y cantera.

4.1.1.7 Replanteo de vértices de eje de gaviones

Luego del estudio en el terreno de los vértices de la poligonal de los gaviones, con ayuda del plano borrador del levantamiento de la franja, se realizó el replanteo del eje definitivo de la defensa ribereña con gaviones, haciendo lectura de ángulos y distancias, con el respectivo monumentado de los Pis, para obtener el perfil del terreno y diseñar la rasante del gavión se procedió a nivelar el estacado con un error de cierre aceptable en los BMS, previamente nivelado.

4.1.1.8 Secciones transversales

Las secciones transversales corresponden a cada progresiva de 20mt en tramos rectos y 10mt en tramos curvos. Estos fueron obtenidos de los planos de planta mediante el empleo del programa AutoCAD land en cuyo dibujo en escala 1/100 aparece la obra proyectada cotas de terreno, rasante, las áreas de corte y relleno así como también áreas de encauzamiento, los dibujos se hicieron en computadora, usando los programas existentes para cada caso.

Con los datos de la topografía del terreno se pudo modelar la superficie con el programa AR GIS para posterior utilizar esa información para el modelamiento Hidráulico.

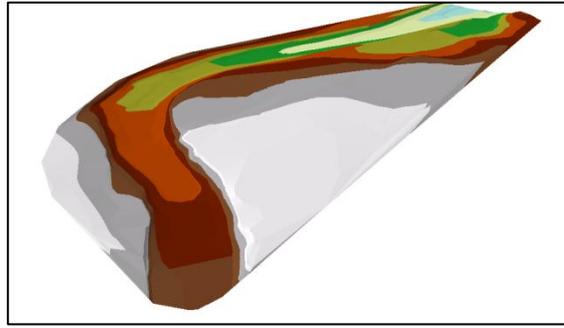


Imagen N°01 (superficie del río Tulumayo)

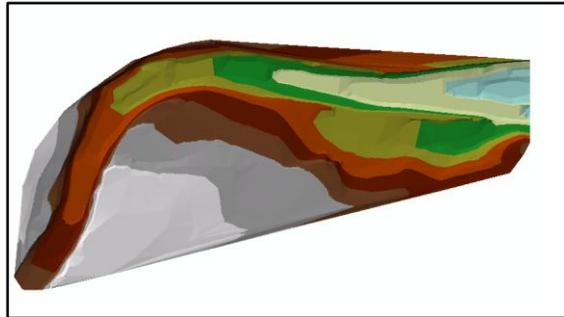


Imagen N°02(Superficie del río Tulumayo)

4.2 ESTUDIO BÁSICO DE GEOLOGÍA:

4.2.1 Condiciones climáticas del área de estudio

El clima típicamente tropical, con días cálidos y húmedos durante todo el año, y una temperatura promedio anual del orden de los 25°C. Cuenta con una marcada estación lluviosa de Diciembre a Marzo, cuya pluviosidad es de 2000 m.m. / año, aunque no son raros los aguaceros en otras épocas del año.

4.2.2 Criterios para la ubicación de muro de Gaviones

La pendiente promedio del río es de 0.2%. Debido a la baja pendiente del cauce en su tramo inferior presenta meandros pequeños a amplias y poco profunda en la margen derecha donde se ubicara la infraestructura del muro de gaviones.

Ausencia de riesgos geológicos significativos para la seguridad del Muro de Gaviones. Los suelos duros de arena y gravas como substratum son competente, permeables y filtraciones de agua del río Tulumayo, no hay zonas de taludes, ni cartisificación.

Condiciones geomorfológico para el muro de gaviones están en suelos aluviales del cuaternario reciente, en su lecho presenta permeabilidad.

Hay estabilidad del cauce en ambos estribos hay terrazas aluviales. La falla no es activa y fracturas no estén en zona de influencia.

Áreas de sostenimiento, avances y el sistema de infraestructura del Muro de Gaviones tiene que soportar las fuerzas de empuje hidrostático lo cual se elimina con la permeabilidad que ofrece este tipo de obras que garantiza el drenaje del terreno posterior.

4.2.3 Apreciación Geológica-Geotécnica

- El muro de Gaviones (margen derecha) con respecto a la altura es significativa en 5.50 metros por el tirante de las "crecientes" que tienden a inundar ambas márgenes. La estabilidad del suelo se dará mediante el uso de gaviones, porque presenta subsidencia de materiales gruesos por el ingreso de agua.
- Los suelos aluviales son altamente resistentes a la compresión pero débiles a la tracción.
- Estas estructuras se asienta en el terreno y deformaciones sin llegar al volcamiento o deslizamiento del muro.

- No tenemos problemas de fallas, ni zonas de grado de fracturamiento fuerte.
- No tenemos contacto de rocas de diferentes litologías que pueda indicar grado comportamiento hidráulico o mecánico.
- No tenemos intersección de planos de cizalla de muy baja resistencia ni zonas alteradas.
- Las tensiones importantes de Orientación NW no estaría ejerciendo influencia de descompresiones y convergencias, están muy distante.
- No hay presencia de cavidades.
- No estamos en terrenos de yesos, sulfuros ni aguas ácidas.
- No hay presencia de gases explosivos o tóxico y altas temperaturas de aguas geotérmicas.

4.2.4 Geomorfología

Geomorfológicamente el área del Proyecto se localiza en la unidad denominada selva alta declive oriental de la Cordillera Andina el cual constituye un fondo de valle aluvial modelado por el curso del río Tulumayo.

El área del proyecto corresponde al cauce superior del Río Tulumayo altura del puente San Ramón, que se caracteriza por presentar una baja pendiente de 0.003, el cauce muestra un desarrollo del tipo meándrico, lo que se manifiesta en una intercalación de meandros con radios de curvatura que oscilan entre 1 a 2 Km. y ancho promedio de 50 m.

En épocas de máximas avenidas el río Tulumayo desarrolla amplias llanuras de inundación y erosión lateral en margen derecha, los tramos críticos en esta zona se localizan entre el Sector de Playa Hermosa y la Población de AA.HH. Playa Hermosa, en donde las terrazas en algunos casos no hay continuidad de nivel de 05 metros como en la calicata N° 1 más adelante en 10 metros ofrecen un

marcado desnivel con relación al cauce del río y en otros son erosionados fácilmente, debido a que están constituidos por materiales no consolidados (arenas).

La evolución geomorfológica local del área del proyecto, está relacionada con las siguientes sub-unidades geomorfológicas:

- Geológicamente las zonas demarcadas del más antiguo al reciente.
- Complejo Maraynioc (PE-e/gn-ma).- Rocas metamórficas del Basamento Pre cambriano representado por gneises y esquistos, en los alrededores de AA.HH. Playa Hermosa no se observa.
- Grupo Copacabana (Pi-c).- Litología de calizas y lutitas, están 06 kilómetros al Este y Sureste del AA. HH. Playa Hermosa.
- Grupo Mitu (Ps-m).- Litología de arenisca rojiza y gris cubierta por un Conglomerado arenoso, lutitas, derrames volcánicos y piroclastos riolíticos a andesíticos, al Noroeste y Suroeste.
- Rocas intrusivas Monzogranito a sienogranito del Paleozoico superior al triásico (PsTrmzg/sg-sr) del sector Oriental. Son plutones tardihercínicos, presenta dos facies rojas y gris; la primera tiene feldespatos potásicos, cuarzo y plagioclasas, grandes cristales de ortosa, las biotitas y plagioclasas presenta albitización secundaria.
- La facies gris de grano grueso, con biotitas y hornoblenda, en orden abundan las plagioclasas, cuarzo ortosas, el desarrollo de una textura mirmekítica es frecuente.
- En toda el área está cubierta por vegetación frondosa, amplia, ya que las rocas se encuentran muy alteradas en algunos hasta residuales donde se aprecia su textura original.
- Formación La Merced (NQ-lm).- Litología de conglomerados con guijarros, areniscas arcósicas y lodositas, se encuentran al Noroeste y Suroeste.
- Depósitos Aluviales del Cuaternario (Qh-al) Las formaciones aluviales consiste en gran parte de cantos rodados con arenas que se distribuyen frecuentemente en las partes bajas y cuya acumulación de material clástico

con clasificación granulométrica, siendo transportados por las corrientes del río a grandes distancias en el fondo del valle.

4.2.5 Análisis del peligro sísmico

Con la información calculada en el programa RISK podemos concluir:

- El estudio probabilístico proporciona valores máximos de aceleración, que pueden ser usados en la determinación de espectros sísmicos del diseño del Muro de gaviones. Se han distribuido valores de aceleraciones para el área de influencia del proyecto.
- En el sitio del Muro de Gaviones, los valores de aceleraciones máximas para tiempos de exposición de 50 años, 100 años y 500 años son de 0.17g, 0.24g y 0.31g respectivamente.
- El nivel del Peligro sísmico evaluado en los sitios de emplazamiento del muro de gaviones se considera moderado.

4.3 ESTUDIO GEOTÉCNICO:

4.3.1 Generalidades

En los estudios geotécnicos de las defensas ribereñas del río Tulumayo, se han seguido las Normas Técnicas existentes para este tipo de estudios.

4.3.2 Evaluación Geotécnica de la defensa ribereña

El estudio Geotécnico de la defensa ribereña del Río Tulumayo, se ha realizado la excavación de calicatas que nos han permitido conocer las características de los materiales de la cimentación, así como las características físico-mecánicas de las rocas y suelos encontrados.

Evaluación Geotécnica.- (Según Bienawsky).- La consideración de estos diferentes parámetros permite efectuar una clasificación según el cuadro de clasificación Geomecánica.

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 :

CALICATA C – 1 (Margen derecha del cauce del río)

Las características geotécnicas de estos materiales son:

Tramo de 0.00 a 2.00 m

Arenas mal gradadas (SP), producto de la intemperización de rocas volcánicas y depósitos aluviales, de color gris debido a la presencia de cuarzo en su composición, tienen una estructura fina y granular, de consistencia suelta, con contenido de clastos angulosos y de baja plasticidad; en estado compacto y saturado es permeable, poseen una buena resistencia al corte y baja compresibilidad.

Debido a su estructura son fáciles de compactar, resultan poco afectadas por la humedad y no están sujetas a la acción de la helada.

Calicata	C-01
Progresiva (Km)	0+000
Profundidad (m)	2,10
Clasificación SUCS	SP
Densidad Relativa (gr/cm ³)	2,00
%Humedad Natural	6,60
%Límite Líquido	20,90
%Límite Plástico	NP
%Índice Plástico	NP

Peso Específico de Sólidos (gr/cm ³)	2,73
Peso Específico de finos (gr/cm ³)	2,59
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1,37
Óptimo Contenido de humedad	11,00
% Grava	13,58
% Arena	85,39
% Finos	1,03

CALICATA C – 2 (Margen derecha del cauce del río)

Tramo 0.00 a 2.00 m.

Arenas mal gradadas (SP), producto de la intemperización de rocas volcánicas y depósitos aluviales, de color gris debido a la presencia de cuarzo en su composición, en la parte superior de la excavación se observa una pequeña capa de vegetación con contenido de materia orgánica propia por su cercanía al río, tienen una estructura fina y granular, de consistencia suelta, con contenido de clastos angulosos y de baja plasticidad; en estado compacto y saturado es permeable, poseen una buena resistencia al corte y baja compresibilidad.

Debido a su estructura son fáciles de compactar, resultan poco afectadas por la humedad y no están sujetas a la acción de la helada.

Calicata	C-02
Progresiva (Km)	0+350
Profundidad (m)	2,00
Clasificación SUCS	SP
Densidad Relativa (gr/cm ³)	1,82
%Humedad Natural	3,70
%Límite Líquido	NP
%Límite Plástico	NP
%Índice Plástico	NP
Peso Específico de finos (gr/cm ³)	2,98
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1,41
Óptimo Contenido de humedad	8,20
% Grava	41,99
% Arena	57,66
% Finos	0,35

CALICATA C – 3 (Margen derecha del cauce del río)

Tramo 0.00 a 1.90 m.

Arenas limosas mal gradadas de baja plasticidad (SM), regularmente compactas, de color gris debido a la presencia de cuarzo en su composición, de estructura granular y consistencia suelta; en estado compacto y saturado es semipermeable a impermeable, tiene una buena resistencia al corte y baja compresibilidad, así como una regular facilidad de tratamiento en obra, con escaso contenido de gravas y piedras, a mayor saturación el material se suelta y se hace menos resistente; posee un mayor peso volumétrico.

Debido a su estructura, resultan poco afectadas por la humedad y tienen una estabilidad relativa alta.

Calicata	C-03
Progresiva (Km)	0+700
Profundidad (m)	1,90
Clasificación SUCS	SM
Densidad Relativa (gr/cm ³)	2,17
%Humedad Natural	13,90
%Límite Líquido	28,20
%Límite Plástico	NP
%Índice Plástico	NP
Peso Específico de Sólidos (gr/cm ³)	NP
Peso Específico de finos (gr/cm ³)	2,90

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1,27
Óptimo Contenido de humedad	6,50
% Grava	2,46
% Arena	82,45
% Finos	15,09

4.3.3 Capacidad de Carga Admisible:

El funcionamiento general y viabilidad de un cimiento depende en gran parte de la interacción entre la unidad estructural que está arriba y la unidad de suelo y roca que esta abajo. El comportamiento del cimiento depende de la naturaleza del suelo y el comportamiento del suelo depende de la forma y tamaño del cimiento y también del comportamiento de la deformación de la superestructura.

Propiedades Mecánicas Comunes para rellenos de tierra compactada

Tabla B: Propiedades Mecánicas Comunes para rellenos de tierra compactada

Tipo de Relleno	Características de Compactación		Resistencia al corte (Esfuerzos Efectivos)	
	Peso unitario (KN/m ³)	Agua W _{opt} (%)	Cohesión, c' (KN/m ²)	Ángulo de fricción Φ' (grados)
	GRAVAS (GW-GC)	18-22	05-10	0
ARENAS (SW-SP)	16-20	10-20	0	35-40
LIMOS (ML-MH)	16-20	15-30	<10	25-35
ARCILLAS (CL-CH)	16-21	15-30	<20	20-30

Entonces para nuestro proyecto utilizaremos los siguientes datos:

CARACTERÍSTICAS	SECCIÓN 1 Estribo Izquierdo	SECCIÓN 2 Estribo Derecho
Ancho de la Cimentación (m)	2.00	4.50
Profundidad (m)	2.50	2.50
Ángulo de Fricción Interna	39°	38°
Cohesión (KN/m ²)	0.00	0.00
Peso Unitario (KN/m ³)	17.00	18.00
N _c	67.90	61.40
N _q	56.00	48.90
N _y	80.10	67.40
Capacidad de Carga (KN/m ²)	2955.92	3442.51

Fórmula aplicada de Karl Terzaghi:

$$qd = cN_c + \gamma D_f N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$$

Donde:

C: es la cohesión

N_c y N_q: son factores adimensionales que dependen del ángulo de resistencia al corte (φ)

N_y: es el coeficiente que define la capacidad de carga de un suelo de densidad γ

γ : es el peso unitario

Df: es la profundidad

B: es el ancho de la cimentación

Como se puede observar, es suficiente la capacidad de carga admisible que presenta la cimentación de las defensas ribereñas.

4.4 ESTUDIOS BÁSICOS DE HIDROLOGÍA:

4.4.1 Generalidades

Los fenómenos de inundaciones son frecuentes en épocas de avenidas principalmente en los meses de Enero, Febrero y Marzo. El presente estudio tiene como objetivo plantear una alternativa de solución para el diseño de una defensa ribereña en río Tulumayo.

La realización del presente trabajo de investigación, otorgará mayor consistencia a la información existente relacionada a la disponibilidad de los recursos hídricos y sus usos dentro del ámbito. Una vez compilada la información existente, se tomaron datos de campo en relación a descargas base, uso actual del agua y la fisiografía de la subcuenca, con lo cual se ha evaluado y complementado la información hidrológica.

El presente estudio se realiza en el tramo crítico, con el objeto de complementar la protección de las viviendas y Centros Educativos asentadas en la margen derecha del río Tulumayo, a fin de evitar el desborde del río y la erosión, ya sea por avenidas normales o extremas en función al desplazamiento del lecho del río.

4.4.2 Marco teórico

Para el presente estudio se tuvo la información pluviométrica del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI; correspondiente a las Estaciones pluviométricas que se hallan cerca al área de estudio y cuentan con datos suficientes y actualizados.

4.4.3 Registros de precipitación

El análisis de los registros nos conducirá a escoger la mejor distribución de probabilidad que se ajusta a nuestros datos y con esta distribución finalmente construir el diagrama de Intensidad Duración y Frecuencia.

Para el cálculo de los parámetros estadísticos se usará la serie de precipitaciones máximas de 24 horas. Los registros de precipitación se muestran en el siguiente cuadro:

PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (mm)

AÑO	TARMA	HUASA HUASI	RICRAN	SAN RAMÓN	COMAS	RUNATULLO	SAN ELOY
1957				73.30			
1958				75.20			
1959				85.60			
1960				49.20			
1961				52.90			
1962				56.80			
1963				49.70			
1964	12.50			111.50	25.00		60.00
1965	15.30			75.00	27.60		60.00
1966	29.00		61.40	56.10	36.30		45.00
1967	17.90		20.00	53.60	47.00	34.50	63.40
1968	18.50		26.10	86.40	27.10	24.10	65.90
1969	20.00		24.50	55.00	30.70	29.00	70.90
1970	17.70	15.00	24.70	65.00	42.60	23.60	60.90
1971	17.90	19.00	31.70	70.00	27.00	25.50	60.40
1972	22.00	31.00	34.30	88.00	20.40	21.10	60.00

1973		16.00	22.00	75.00	23.00	22.00	55.70
1974		22.00	24.60		29.20	24.10	96.10
1975	34.00		29.50	60.8	25.10	32.00	62.50
1976	16.00	15.00	19.50	48.7	19.70	38.00	63.50
1977	15.00		15.00	50.5	28.80	31.00	42.50
1978	25.00		15.80	54.1	23.70	26.00	53.90
1979	20.00		16.10	88.2		40.00	50.00
1980	16.00	13.60	12.50			22.00	50.00
1981	26.00		36.80			25.50	63.90
1982	12.80		15.10			19.00	69.90
1983	10.50		11.00			18.70	
1984			12.90			26.00	
1985			20.10			27.00	
1986			27.80			26.00	
1987	22.00		11.50				
1988	25.00		13.20				
1989	16.00		17.40				
1990	15.00		15.70				
1991	10.00		19.10				
1992	9.00		13.10				

4.4.4 Máxima avenida

En todo estudio de investigación para el aprovechamiento de los recursos hídricos, con fines de defensas ribereñas, un aspecto muy importante, es la determinación con cierto nivel de confianza de las máximas avenidas. Una sobreestimación para determinar caudales de diseño, implicará necesariamente el sobredimensionamiento de las estructuras con el consiguiente incremento de los costos; por el contrario, una subestimación del caudal de diseño implicará un

dimensionamiento inadecuado de las obras y no cumplirá el objetivo de su planeamiento a cabalidad.

Para determinar los máximos eventos, existen muchas metodologías, las que podemos mencionar: Métodos Directos, Empíricos, Probabilísticas e Hidrométricas.

Para el presente estudio, se ha aplicado las funciones de distribución de probabilidad teóricas, de mejor adaptabilidad a las precipitaciones máximas en 24 horas. El hecho de conocer la descarga pico, para diferentes periodos de retorno, permitirá tomar las prevenciones necesarias para el diseño de las estructuras en las márgenes de los ríos.

Se conoce como máxima avenida, el acontecimiento correspondiente a la circulación de una caudal extraordinario por el cauce del río. Por lo general, las máximas avenidas se producen cuando el agua procedente de todos los puntos de la cuenca ha fluido hasta una determinada sección. El periodo de tiempo requerido para esto, se denomina tiempo de concentración. La descarga de una avenida, se debe generalmente a numerosas variables que incrementan el caudal normal del curso de agua

El río Tulumayo en la zona de estudio, no cuenta con mediciones de descargas pico, por lo tanto la máxima avenida ha sido estimada en forma indirecta, haciendo uso de las precipitaciones máximas en 24 horas, registradas dentro del área de estudio.

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LA PRECIPITACIÓN

Existen varias fórmulas para calcular la probabilidad de ocurrencia, la misma que se muestra en las siguientes tablas, siendo la más utilizada la fórmula de Weibull.

Formulas empíricas para determinar la probabilidad de Ocurrencia

Método	Probabilidad de Ocurrencia (P)
California	$\frac{m}{n}$
Hazen	$\frac{m - 1/2}{n}$
Weibull	$\frac{m}{n + 1}$
Chegadayev	$\frac{m - 0.3}{n + 0.4}$
Blom	$\frac{m - 3/8}{n + 1/4}$
Tukey	$\frac{3m - 1}{3n + 1}$
Gringorten	$\frac{m - a}{n + 1 - 2a}$

Donde:

P= Probabilidad experimental o frecuencia relativa empírica

m= Número de Orden

n= Número de datos

a= Valor comprendido en el intervalo $0 < a < 1$, y depende de n, de acuerdo a la siguiente tabla

N	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
A	0.448	0.443	0.442	0.441	0.440	0.440	0.440	0.440	0.439	0.439

FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDADES

Función de probabilidad: Una función $f(x)$ es llamada función de probabilidad o función de densidad de la variable aleatoria continua X si cumple con las siguientes condiciones:

$$f(x) \geq 0, \forall x \in R$$

$$\int f(x)dx = 1 \text{ Cuando se encuentra en los límites } -\infty \text{ y } \infty$$

Sea el evento $A = (x/a \leq x \leq b)$; luego

$$P(A) = P(x \in A) = P(a \leq x \leq b) = \int f(x)dx$$

Cuando se encuentra entre los límites a y b .

En la estadística existen decenas de funciones de distribución de probabilidad teórica; y obviamente no es posible probarlas todas para un problema particular, por lo tanto es necesario escoger uno de esos modelos, el que se adapte mejor al problema bajo análisis.

Para el análisis de las precipitaciones máximas de la microcuenca del río Tulumayo se han utilizado los últimos registros históricos máximos de 24 horas de 15 años (1986-2006), para ello se ajustaron a 6 Distribuciones de probabilidades las cuales son:

- Distribución Normal Estándar.
- Distribución Gumbel (Distribución extrema Tipo I).
- Distribución Log Pearson Tipo III.
- Distribución Log Normal II Parámetros.
- Distribución Log Normal III Parámetros.

- Distribución Pearson tipo III.

Métodos de estimación de parámetros de las funciones probabilísticas

Existen varias técnicas para la estimación de los parámetros de una distribución entre otras estas son:

- Método de Momentos.
- Método de máxima verosimilitud.
- Método de mínimos cuadrados.
- Método gráfico.

En el cuadro siguiente se muestra el resumen de los resultados por el método estadístico, aplicando el método de momentos desarrollados en el presente estudio. Se observa que la diferencia entre uno y otro método puede ser apreciable. En muchos casos las diferencias son muchos mayores que las que resultan aquí. Una selección apresurada de cualquiera de los métodos podría traducirse en una estructura sobre diseñada y costosa o subdiseñada y peligrosa.

RESUMEN DE MÉTODOS ESTADÍSTICOS (mm)

PERIODOS DE RETORNO	MÉTODO DE LOS MOMENTOS					
	NORMAL	GUMBEL	PEARSON TIPO III	LOG PEARSON TIPO III	LOG NORMAL II PARAMET.	LOG NORMAL III PARAMET.
2	67.3	64.96	63.9	65.17	65.27	65.23
3	74.6	72.82	71.22	72.31	72.62	72.58
5	81.54	81.54	79.47	79.91	80.39	80.35
10	88.99	92.51	89.82	89.07	89.64	89.64
25	96.93	106.39	102.72	100.14	100.69	100.75
50	102.06	116.68	112.14	108.09	108.54	108.66

100	106.67	126.89	121.38	115.83	116.11	116.32
200	110.89	137.07	130.51	123.46	123.51	123.79
500	116.01	150.49	142.45	133.45	133.11	133.51

Análisis de riesgo de falla

El diseño de estructuras para el control de agua incluye la consideración de riesgos. Una estructura para el control de agua puede fallar si la magnitud correspondiente al periodo de retorno de diseño T se excede durante la vida útil de la estructura. Este riesgo hidrológico natural, o inherente, de falla puede calcularse utilizando la ecuación:

Es el tiempo medio en años en que ese inundación (evento) es igualdad o superada por lo menos una vez es decir:

$$\text{periodo de retorno} = \frac{1}{\text{probabilidad}} \Rightarrow T = \frac{1}{P}$$

T = periodo de retorno

P = probabilidad de ocurrencia de un caudal

En hidrología se utiliza más el periodo de retorno que la probabilidad

Probabilidad de que un suceso de retorno T se produzca el próximo año..... $\frac{1}{T}$

Probabilidad de que un suceso de retorno NO se produzca el próximo año..... $1 - \left(\frac{1}{T}\right)$

Probabilidad de que un suceso de retorno NO se produzca los próximos dos años.. $\left[1 - \left(\frac{1}{T}\right)\right] \left[1 - \left(\frac{1}{T}\right)\right]$

Probabilidad de que un suceso de retorno NO se produzca los próximos n años..... $\left[1 - \left(\frac{1}{T}\right)\right]^n$

Probabilidad de que un suceso de retorno SI se produzca los próximos n años..... $1 - \left[1 - \left(\frac{1}{T}\right)\right]^n$

En el diseño de obras públicas, la última expresión obtenida es el Riesgo de falla (R, es decir la probabilidad de que SI se produzca alguna vez un suceso de periodo de retorno T a lo largo a un periodo de n años:

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

ESTRUCTURA	T(años)
CAUDALES DE PROYECTO	
Vertedor de grandes presas	10000
Vertedor de una presa de tierra	1000
Vertedor de una presa de concreto	500
Galerías de aguas pluviales	5 a 20
Bocatomas	25 a 75
Pequeñas presas para abastecimiento de agua	50 a 100
puentes en carreteras importantes	50 a 100
puentes en carreteras comunes	25

Valores de periodo de retorno T asociado al riesgo R

Riesgo R	Vida útil de la obra (n) en años					
	1	10	25	50	100	200
0.01	100.00	995.49	2487.98	4975.46	9950.42	19900.33
0.10	10.00	95.41	237.78	475.06	949.62	1898.74
0.25	4.00	35.26	87.40	174.30	348.11	695.71
0.50	2.00	14.93	36.57	72.64	144.77	289.04
0.75	1.33	7.73	18.54	36.57	72.64	144.77
0.99	1.01	2.71	5.94	11.37	22.22	43.93

Un análisis de la tabla anterior muestra que si adopta un riesgo de 10% de que durante los 10 años de vida útil de una estructura ocurra una descarga igual o superior a la del proyecto, se debe usar un periodo de retorno de 95.41 años.

Dada la magnitud de las subcuencas, para la estimación de las máximas avenidas se ha tenido en consideración los siguientes rangos de superficies de cuenca de recepción:

<u>Área</u>	<u>Método</u>
< 10 Km ²	Hidrograma del US - SCS
< 100 Km ²	Mac Math
> 100 km ²	Curvas Envolventes de Creager

Estimación de las descargas máximas probables

Cálculo de caudal máximo de diseño

MÉTODO DE MAC MATH

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

Donde:

Q = Caudal máximo con un periodo de retorno de T años, en m³/s

C = Factor de escorrentía de Mac Math, representa las características de la cuenca

I = Intensidad máxima de la lluvia, para una duración igual al tiempo de concentración T_c y un periodo de retorno de T años mm/h

A = Área de la cuenca en Has.

S = Pendiente promedio del cauce principal en %

De los parámetros que intervienen en esta fórmula, sobre el que se tiene que incidir, es decir, es sobre los factores C, el cual se compone de las tres componentes:

$$C = C1 + C2 + C3$$

Donde:

- C1 = Está en función de la cobertura vegetal
- C2 = Está en función de la textura del suelo
- C3 = Está en función de la topografía del terreno

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	0.30	ROCOSA	0.30	5.0-10	0.15

Para la cuenca del río Tulumayo se tiene:

$$C1 = 0.08$$

$$C2 = 0.08$$

$$C3 = 0.07$$

$$\text{TOTAL} = 0.08 + 0.08 + 0.07 = 0.23$$

FACTOR DE ESCORRENTÍA DE MAC MATH

El valor de I intensidad es igual al tiempo de concentración

$$Tc = \left(0.871 \frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Donde:

Tc = Tiempo de concentración en horas

L = Longitud del cauce principal Km

H = Desnivel máximo en m

Para nuestro caso en la zona de estudio

$$L = 10.18 \text{ km}$$

$$H = 4325 \text{ m.}$$

Reemplazando en la ecuación anterior tenemos

$$T_c = \left(0.871 \frac{10.18^3}{4325} \right)^{0.385} = 7.87 \text{ hr.} = 472.5 \text{ min}$$

Con un tiempo de concentración T_c igual a tiempo de duración ingresamos al gráfico de IDF y para un periodo retornos diferentes.

Determinación de caudales máximos instantáneos

Una relación aceptable en términos de orden de magnitud que muestra flexibilidad es:

$$Q_{\max \text{ inst}} = (1 + 2.66 * A^{-0.3})$$

Donde:

Q_{\max} = Caudal máximo medio diario en la sección de interés ($\text{m}^3/\text{seg.}$)

$Q_{\max \text{ inst}}$ = Caudal máximo instantáneo ($\text{m}^3/\text{seg.}$)

A = Área de la cuenca (km^2)

Los resultados se muestran en el siguiente cuadro

	CAUDALES MÁXIMOS RÍO TULUMAYO					
	Periodos de retorno					
	10	25	50	100	200	500
$Q_{\max}(\text{m}^3/\text{seg})$	816.11	888.65	943.06	1015.60	1188.80	1360.18
$Q_{\max \text{ ins}}(\text{m}^3/\text{seg})$	1027.22	1118.53	1187.01	1278.32	1496.32	1712.04

4.5 HIDRÁULICA FLUVIAL:

4.5.1 Generalidades

El río Tulumayo presenta en los tramos analizados un cauce casi estable, la pendiente del río esta (entre 0.009 a 0.012).

El material constituyente del cauce está conformado por materiales como limos, arcillas, arenas, gravas finas, medias y gruesas como también bolonería, lo cual se puede apreciar en las curvas granulométricas a lo largo del río Tulumayo.

Debido a la configuración que presenta el cauce del río Tulumayo, y la necesidad de asegurar y resguardar las infraestructuras y áreas aledañas en la Margen Derecha de dicho río, hace necesario proyectar la construcción de Defensas Ribereñas con Gaviones.

El río a lo largo de muchos años a determinado sus variables (tirante, ancho, pendiente y otras), de tal modo de encontrarse en un estado de equilibrio.

Cuando se impone un ancho al río, este reacciona, produciéndose en su cauce erosión (degradación) o sedimentación (agradación). Por eso es necesario determinar teóricamente el ancho de equilibrio para el cual no se produzcan estos fenómenos sedimentológicos, este ancho de equilibrio será determinado para la descarga crítica, es decir 1187.01 m³/seg.

4.5.2 Análisis de máximas avenidas en el río Tulumayo

En base a la información de estudio de Hidrología, se tiene el análisis de Máximas Avenidas en el río Tulumayo.

RÍO TULUMAYO

CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS

PERIODO DE RETORNO (Años)	CAUDALES MÁXIMOS (m ³ /s)
25	888.65
50	943.06
100	1015.60
200	1188.80

Los caudales máximos diarios fueron convertidos a máximos instantáneos, mediante el Método de Fuller, obteniéndose un coeficiente de ajuste de 1.2, en función del área de cuenca, siendo la expresión la siguiente:

$$Q_{inst} = Q_{m\acute{a}x} (1 + 2.66/A^{0.33})$$

Donde:

- Q_{inst} = Caudal máximos instantáneos a determinar (m³/s)
- $Q_{m\acute{a}x}$ = Caudal máximo diario promedio (m³/s)
- A = Área de la cuenca de Interés (km²) = 2364.3 km²

Finalmente, y para diferentes períodos de retorno, se obtuvieron los siguientes caudales máximos instantáneos:

RÍO TULUMAYO

CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS

PERIODO DE RETORNO (Años)	CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS (m ³ /s)
25	1118.53
50	1187.01
100	1278.32
200	1496.32

Para el caso de diseño se ha considerado el periodo de retorno de 50 años es decir 1187.01 m³/seg, por lo siguiente:

- La durabilidad del material de enmallado, compuesto de alambre de diámetro 2.4 mm, cubierto de plástico, por referencias de otras obras, alcanza de 50 años a más de durabilidad.
- Para mayor durabilidad se ha considerado al inicio de los gaviones una de cimentación y enrocado de protección.
- Se recomienda vigilancia y mantenimiento de los usuarios de la Entidad después de cada avenida.

Determinación del coeficiente de rugosidad, n de manning

En el cálculo del perfil hidráulico, la mayor dificultad reside en la determinación del coeficiente de rugosidad n; que en buena cuenta significa estimar la resistencia al escogimiento en un cauce.

Para comprender la determinación apropiada del coeficiente de rugosidad, es necesario comprender los factores que afectan el valor de n , pudiéndose destacar los siguientes:

- Rugosidad de la superficie.
- Vegetación.
- Irregularidad del cauce.
- Alineamiento del cauce.
- Depósitos y socavaciones.
- Obstrucciones.
- Tamaño y forma del canal.
- Nivel y caudal.
- Transporte de material.

CÁLCULO DE LA RUGOSIDAD

Todos los factores mencionados participan en la conformación de la rugosidad, sin embargo unos inciden mayormente más que otros, en este caso la rugosidad para un tramo determinado está dada por la siguiente expresión:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m_5$$

Donde:

- n = Coeficiente de rugosidad a determinar
- n_0 = Valor básico de n para un cauce recto, uniforme y liso en los materiales comprendidos
- n_1 = Valor agregado para corregir el efecto de irregularidades de superficie,
- n_2 = Valor que depende de la variación de la forma y tamaño de la sección.
- n_3 = Valor que depende de las obstrucciones
- n_4 = Valor que depende de la vegetación y condiciones de flujo,
- m_5 = Factor de corrección por efecto de los meandros del canal.

Para la determinación de la rugosidad en el río Tulumayo, se usó los valores del siguiente Cuadro.

CÁLCULO DE COEFICIENTE DE RUGOSIDAD

CAUCE CON TALUDES NATURALES

(Material Aluvial)

CONDICIONES DE CANAL		VALORES	
1	Material Considerado	Grava arenosa	n_0 0.024
2	Grado de Irregularidad	Menor o moder.	n_1 0.004
3	Variaciones Sección Transversal	O alternante	n_2 0.002
4	Efectivo Relativo	Menor	n_3 0.000
5	Vegetación	Nula	n_4 0.000
6	Cantidad de Meandros	Menor	m_5 1
			$n =$ 0.030

CÁLCULO DE COEFICIENTE DE RUGOSIDAD

CAUCE CON TALUDES NATURALES

(Afloramiento Rocoso)

CONDICIONES DE CANAL		VALORES	
1	Material Considerado	Aflor. Rocoso	n_0 0.035
2	Grado de Irregularidad	Moderado	n_1 0.005
3	Variaciones Sección Transversal	O alternante	n_2 0.000
4	Efectivo Relativo	Menor	n_3 0.000
5	Vegetación	Poca	n_4 0.000
6	Cantidad de Meandros	Menor	m_5 1
			$n =$ 0.045

La rugosidad en el río Tulumayo, y de acuerdo a las condiciones observadas en el terreno se determinaron los siguientes valores:

- Río Tulumayo, Cauce Principal : $n = 0.030$
- Río Tulumayo, Cauce Secundario : $n = 0.045$

SIMULACIÓN HIDRÁULICA EN EL RÍO TULUMAYO

Se analizó para el tramo en el estudio del río Tulumayo, el comportamiento del perfil hidráulico para los caudales de diseño (Q20, Q50, Q100), mediante el empleo del HEC-RAS, que es un modelo hidráulico desarrollado por el U.S. Arms Corps Of Engineers, Hydrologic Engineering Center (Hec), sobre las base del HEC-2, en entorno Windows.

El HEC-RAS, permite el estudio del comportamiento hidráulico de un río, calculando el perfil hidráulico de la superficie del agua en su situación natural o actual y/o en la situación con proyecto, para flujo permanente y gradualmente variado.

El procedimiento de cálculo está basado en la solución de la ecuación unidimensional de energía, considerando pérdidas por fricción y evaluadas con la ecuación de Manning.

Consideraciones de la Simulación

Tramo de Simulación:

Sobre el levantamiento total del tramo en estudio del río Tulumayo (comprendido desde 40 m. antes de Progresiva 0+000 hasta 40 m. después de la Progresiva 0+700).

Caudales de Diseño:

Del análisis de Máximas Avenidas en el Río Tulumayo, se eligió para la simulación los siguientes caudales máximos instantáneos de diseño (Qmax-in), períodos de retorno 20, 50 y 100 años:

$$Q_{\text{máx-in } 25} = 1118.53 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{máx-in } 50} = 1187.01 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{máx-in } 100} = 1278.32 \text{ m}^3/\text{s}$$

Información Base (Data) para la Simulación

En el Cuadro de anexos (Estudio de Hidráulica e Hidráulica Fluvial - Río Tulumayo) se muestra la información base para la simulación (Cross Sección Data - Base Geometry Data), identificándose en el cuadro de izquierda a derecha los siguientes parámetros:

- Estación de la simulación hidráulica, de aguas abajo, hacia aguas arriba (Secciones Nº 1-38 su equivalente de 1 el final y 38 el inicio).
- River, nombre del río,
- Progresiva, estacado de aguas abajo hacia aguas arriba,
- Reach, tramo Upper o Lower, a partir de un punto de referencia,
- Downstream Reach Lengths, distancias entre secciones consecutivas en los ejes izquierdo, río y derecho (LOB, Channel, y ROB),
- Manning's Values, valores del coeficiente de rugosidad para el cauce principal y secundario (LOB, Channel y ROB),
- Main Channel Reach Lengths, puntos extremos del cauce principal (Left Bank y Left Bank),
- Coeficiente Contracc, Expans, coeficiente de contracción y expansión por el cambio de sección.
- Cross Sección, X - Y Coordinates, coordenadas de la sección a partir de la información topográfica.

Resultados de la Simulación

- Reach, Lower
- River St, Estación en el río,
- Profile, período de retorno del caudal de diseño (por fila: 25, 50, 100),

- Q total (m^3/s), caudal máximo instantáneo de diseño (por fila y período de retorno: 111.53, 1187.01 y 1278.32 m^3/s),
- Min Ch El (m), elevación del fondo del cauce,
- W.S. El (m), elevación de la superficie del agua,
- Crit, W.S. (m), elevación de la superficie del agua crítica,
- E.G. Elev (m), elevación de la línea de energía,
- E.G. Slope (m/m), pendiente de la línea de energía,
- Flow Area (m^2), área hidráulica,
- Top Width, ancho superior o espejo de agua,
- Froude # Chl, Número de Froude.

Con los niveles de las aguas máximas (Q50), se construyeron los perfiles hidráulicos correspondientes a partir de los cuales se determinará las cotas de corona de la Defensa Ribereña.

En los Gráficos respectivos se presenta las secciones del río, mostrando los niveles que alcanzarían Q20, Q50 y Q100.

Determinación de las Cotas de Corona de la Defensa Ribereña en el río Tulumayo.

La decisión para el diseño de las defensas ribereñas en el río Tulumayo, fue la de "optar por que las defensas permitieran el pase de una avenida de diseño correspondiente a la máxima avenida instantánea para un periodo de retorno de 50 años (Q50 = 1187.01 m^3/s)".

Sobre el nivel de la avenida de diseño, se adicionó una altura de 1.00 m de borde libre, este valor constituye la cota de corona de la defensa Ribereña.

Las cotas de corona de la defensa ribereña en el río Tulumayo, fueron "trasladadas" a la correspondiente progresiva respectiva. Según el cuadro siguiente el cual es el resultado del HEC RAS para un periodo de retorno de 50 años

COTAS MÁXIMAS PARA DEFENSA RIBEREÑA RÍO TULUMAYO

HEC-RAS Plan: 02 Locations: User Defined Profile: 50 Años

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	38	50 Años	1187.01	828.65	833.75		834.82	0.003484	4.59	260.70	79.98	0.77
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	37	50 Años	1187.01	828.65	833.42	833.14	834.72	0.004784	5.05	235.51	74.06	0.89
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	36	50 Años	1187.01	828.71	833.39	832.92	834.61	0.003925	4.91	243.29	69.67	0.82
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	35	50 Años	1187.01	828.71	832.98	832.75	834.50	0.004867	5.46	218.21	62.13	0.91
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	34	50 Años	1187.01	828.74	832.75	832.74	834.39	0.005963	5.67	209.53	63.25	0.99
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	33	50 Años	1187.01	828.76	832.66	832.66	834.25	0.005943	5.60	213.94	70.10	0.99
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	32	50 Años	1187.01	828.72	832.52	832.27	833.88	0.004786	5.18	231.80	78.48	0.89
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	31	50 Años	1187.01	828.44	832.77		833.67	0.002665	4.24	291.83	83.26	0.68
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	30	50 Años	1187.01	828.53	832.55		833.60	0.003521	4.53	261.93	70.82	0.75
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	29	50 Años	1187.01	828.00	831.90	831.90	833.45	0.006358	5.52	215.10	70.97	1.01
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	28	50 Años	1187.01	827.79	831.67	831.47	832.95	0.005023	5.01	238.34	80.58	0.91
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	27	50 Años	1187.01	827.45	831.91		832.74	0.002577	4.05	296.77	82.00	0.67
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	26	50 Años	1187.01	827.18	831.94		832.67	0.002017	3.82	319.56	82.20	0.60
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	25	50 Años	1187.01	826.84	831.97		832.61	0.001635	3.56	341.55	82.00	0.54
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	24	50 Años	1187.01	825.99	831.98		832.56	0.001227	3.38	363.20	81.04	0.48
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	23	50 Años	1187.01	825.76	830.76	830.76	832.41	0.005818	5.71	214.75	72.51	0.98
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	22	50 Años	1187.01	825.46	830.48	830.47	832.09	0.005427	5.67	220.34	74.76	0.96
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	21	50 Años	1187.01	825.34	830.39	830.39	831.97	0.005381	5.64	224.63	77.67	0.96
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	20	50 Años	1187.01	825.58	829.96	829.95	831.53	0.005298	5.62	225.59	77.27	0.95
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	19	50 Años	1187.01	825.54	829.84	829.84	831.41	0.005406	5.64	225.91	77.74	0.96
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	18	50 Años	1187.01	825.36	829.67	829.67	831.23	0.005693	5.57	221.77	76.59	0.97
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	17	50 Años	1187.01	825.23	829.57	829.57	831.10	0.005375	5.61	233.48	80.52	0.96
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	16	50 Años	1187.01	825.10	829.28	829.25	830.85	0.005374	5.63	225.41	74.60	0.96
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	15	50 Años	1187.01	825.03	829.68		830.57	0.002267	4.22	298.17	81.70	0.64
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	14	50 Años	1187.01	825.04	828.84	828.84	830.43	0.006072	5.65	219.79	78.13	1.00
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	13	50 Años	1187.01	824.64	829.27		830.07	0.002177	3.99	307.83	80.55	0.63
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	12	50 Años	1187.01	824.72	828.99		830.00	0.002948	4.51	278.00	79.40	0.72
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	11	50 Años	1187.01	824.49	828.98		829.92	0.002462	4.37	291.30	74.60	0.67
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	10	50 Años	1187.01	824.53	828.62	828.14	829.83	0.003728	4.93	251.57	75.00	0.81
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	9	50 Años	1187.01	824.47	828.10	828.10	829.70	0.005896	5.62	215.60	71.24	0.99
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	8	50 Años	1187.01	824.14	827.55	827.55	829.14	0.005970	5.61	215.36	70.71	0.99
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	7	50 Años	1187.01	824.03	827.41	827.41	828.95	0.005992	5.53	219.58	74.32	0.99
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	6	50 Años	1187.01	823.85	827.40	827.15	828.69	0.004915	5.16	244.17	76.96	0.91
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	5	50 Años	1187.01	823.72	827.28	827.04	828.59	0.004943	5.18	243.30	76.25	0.91
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	4	50 Años	1187.01	823.49	827.19		828.48	0.005071	5.42	255.24	80.38	0.93
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	3	50 Años	1187.01	823.19	827.19		828.35	0.004111	5.09	266.81	78.13	0.85
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	2	50 Años	1187.01	823.19	827.25	826.62	828.22	0.003462	4.38	271.26	78.13	0.75
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	1	50 Años	1187.01	823.19	826.60	826.60	828.08	0.006533	5.37	221.28	77.04	1.01

4.5.3 Diseño hidráulico

Cálculo de Altura de Defensas Ribereñas

- a) Caudal de Diseño.- En base a los Caudales máximos instantáneos, analizados en el ítem de Hidrología, se determinó que:

El río Tulumayo para un $Tr = 25$ años $Q = 1118.53 \text{ m}^3/\text{seg}$

$Tr = 50$ años $Q=1187.01 \text{ m}^3/\text{seg}$

Dada la no significativa diferencia entre caudales es conveniente asumir como caudal de diseño $Qd = 1187.01 \text{ m}^3/\text{seg}$.

- b) Pendiente de Río.-Como es deducible debido a las condiciones topográficas del cauce, la pendiente de fondo varía entre un mínimo de 0.009 a un máximo de 0.012, valores que también rigen para las pendientes hidráulicas o de superficie del agua.
- c) Ancho de Río.-Asumiendo un ancho que varía entre un mínimo de 65 m a un máximo de 95 m, datos que se producen en el terreno, y de acuerdo a los seccionamientos del río realizados cada 20 mts., y cuyos resultados se han usado como base Geométrica de Datos para el Estudio Hidrológico e Hidráulica Fluvial del río Tulumayo.

4.6 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL:

4.6.1 Accesos

El AA.HH. es accesible mediante la Carretera Central, cuya ruta es: Lima – Oroya (184Km); Oroya-Tarma (59km); Tarma-San Ramón (46Km), la distancia total Lima - San Ramón es de 289km, totalmente asfaltada, al área de trabajo se accede por el desvío a la derecha, saliendo del "Puente Nuevo" de la carretera San Ramón - La Merced, por pista afirmada Av. Lam Salinas de 1Km. De esta avenida parte la trocha carrozable a los anexos de Esperanza, Evita, Tirol, Jesús María, Simayacu y Santa Teresa.

Aspecto Socioeconómico

a) Población:

El AA.HH Playa Hermosa tiene población de 846 habitantes, que corresponde a 225 familias, el 80% de la población tiene instrucción de primaria completa a nivel superior, con 4% de analfabetos.

Ocupación principal de la población, económicamente activa, es de: labores agrícolas (como jornaleros); servicio personal como

empleado en diversas actividades y el comercio minorista diverso, en la misma localidad o en la ciudad de San Ramón.

b) Educación:

Se imparte en la localidad en nivel inicial 26 alumnos y primaria 96 alumnos, en local apropiado del estado, a cargo de 6 profesores. El nivel secundario se recibe en la ciudad de San Ramón, a poca distancia.

c) Servicio a la Salud:

En el lugar del asentamiento no existe, Puesto de Salud. La atención médica se brinda en Hospital en la ciudad de San Ramón. El Asentamiento tiene servicio de agua potable y desagüe. El desagüe descarga el río Tulumayo.

d) Servicio de Electricidad:

El asentamiento tiene servicio de electricidad; como también de Telefonía y Cabinas de Internet.

e) Producción:

El AA.HH. Playa Hermosa, es un centro poblado, urbanizado en manzanas y lotes del tipo vivienda – huerta. Las calles y pasajes parten de la única avenida principal; por tanto, no hay producción agrícola, ganadera, pequeña industria, etc.

La actividad económica, se orienta al servicio personal. Como jornaleros empleados, o como comerciantes en la misma localidad o en la ciudad vecina de San Ramón.

El abastecimiento de víveres se obtiene de tiendas comerciales en el mismo Asentamiento y de los mercados y tiendas comerciales de San Ramón.

En los Anexos de Esperanza, Evita, Tirol, Jesús María, Simayacuy, Santa Teresa la actividad principal es la agricultura, crianza de animales menores. Dentro de la producción agrícola destaca el cultivo de tangarina, piña, café, cacao.

f) Instituciones Públicas, Organizaciones

Jardín de niños "Divino Jesús", Centro Educativo N° 31273, Vaso de Leche, Club de madres y otros:

Respectivas de Desarrollo

Existe base aérea de uso militar y comercial (con avionetas). Existe en el AA.HH. Playa Hermosa restaurantes y hospedajes turísticos. Al mismo tiempo este lugar es paso obligado a las cataratas de Tirol y Shimayaco (lugares turísticos).

g) Problemática Actual:

El río Tulumayo cada año en temporada de lluvias tiene "crecidas" que produce erosiones de taludes de las márgenes del río con el riesgo de

Inundaciones de viviendas, de huertas y diversas instalaciones; en el sector, agua arriba del "Puente Nuevo" de la ciudad de San Ramón.

En la margen izquierda del río Tulumayo, en el Sector Buena Vista se ha construido muro de gaviones por el año 1998, como también en el sector AA.HH. Las Malvinas en el año 2002.

El 21 de Enero del año 2007, el AA.HH. Las Malvinas fue destruido parcialmente por inundación de "Huaicos" de dos quebradas adyacentes, que llegan al río Tulumayo.

En la margen derecha del río Tulumayo, en el sector de AA.HH. Playa Hermosa, frente al AA.HH. Las Malvinas, el talud de la ribera

está en proceso de socavamiento y erosión en zona final de la Av. Lam Salinas, y el tramo frente a los AA.HH. Buena Vista, en la margen derecha tiene riesgo de inundación por bajo nivel del terreno que afectaría viviendas y áreas de local escolar.

4.6.2 Método de análisis

Previo reconocimiento de campo, conocimiento de las obras por ejecutar, las instalaciones existentes, cercanía de viviendas; densidad y tipo de vegetación adyacente, como también la forma silvestre, se ha identificado en el entorno ecológico los siguientes impactos:

- Para el desarrollo de esta investigación será necesario el desplazamiento de maquinarias (tractor, cargador, volquetes), con el consiguiente ruido no acostumbrado en el medio, que afectará en el estado anímico del poblador (estudiantes, ama de casa, la niñez), animales silvestres y vegetación.
- Incremento de la población flotante, con la consiguiente demanda de alojamiento, alimentación; mayor comercio.
- En el replanteo para la obra será talar algunos árboles y arbustos, como también posturas naturales.
- El poblador del ámbito del proyecto tendrá mayor oportunidad de trabajo como también de comercialización diversos insumos, durante la etapa de construcción.
- El poblador, después de la obra, podrá participar en el mantenimiento, reforestación conservación del área de gaviones.

Previsión de Impactos

Consecuencia principal de la construcción de los gaviones, como impacto ambiental, es el siguiente:

- Se realizará corte en la margen derecha para emplazar el cimientó y cuerpo de los gaviones. El material excedente se trasladará a las áreas de relleno, espaldar de los gaviones.
- En el espaldar de los gaviones, quedará una franja, sin vegetación y pedregoso. Esta franja será necesario cubrir con capa de tierra y reforestar, (salvo proyectar un malecón).
- En el cauce por la "crecida" de las avenidas y cambios de velocidad, será necesarios mantenimiento de limpieza de cauce por la gradación de cauces.

Interpretación de Impactos

La modificación del medio físico existente, con la ejecución de las obras de "Encauzamiento y defensa ribereña", no es significativo, consiguientemente el "medio ambiente".

Más bien el medio ambiente, el hombre, y la fauna, es favorecido por mayor estabilidad de su medio físico y habitad.

INFORMACIÓN MÍNIMA DE IMPACTO AMBIENTAL EN DEFENSAS RIBEREÑAS

Se ha considerado los siguientes trabajos de investigación:

Fauna Silvestre:

Por estar ubicada el área de trabajo en zona semiurbano con movimiento de pobladores y vehículos ha alejado a la fauna silvestre, en la práctica no existe.

En el lugar mismo, solamente existe insectos y aves; reptiles como lagartos, culebras

Roedores silvestres, como el "añoje", rara vez se encuentra.

Flora adyacente:

Como flora adyacente, se tienen en la ribera de río de modo aislado cultivos de cítricos. Árboles de eucalipto, alisos, altos, como también carrizos y pastura silvestre. Todo esto en el bordo del terreno con talud del río formando defensa ribereña.

Relieve topográfico:

El área del proyecto se emplaza en un valle angosto, en altitud de 832 m.s.n.m en el cono de deyección del río Tulumayo, de material fluvial en la zona del cauce y coluvial en las zonas más alejadas. El ancho del cauce es variable de 40 a 100 m y el ancho del Valle de 100 a 300 m. Las riberas del río tienen taludes de reposo del orden de 20 a 50°, generalmente. La pendiente del río es de 1.05 %. Las franjas adyacentes al cauce son suelos planos o ligeramente de pendiente suave, que se levantan en montículos de pendiente suave a fuerte y de laderas onduladas, cortadas por quebradas por quebradas de pendiente fuerte que convergen al río Tulumayo.

Las planicies y laderas están cubiertas de vegetación natural y cultivada de árboles, arbustos y pasturas silvestres.

En las planicies de la margen izquierda se emplazan los asentamientos Humanos las Malvinas (actualmente en proceso de reubicación) y el asentamiento humano Buena Vista; y en la Margen Derecha el Asentamiento humano Playa Hermosa.

Estos asentamientos están próximos a la ciudad de San Ramón.

Deforestación de los Taludes del Cause

En la etapa de construcción de los Gaviones se afectara el talud derecho del río para emplazar la cimentación y cuerpo del gavión como también una franja de 3 m para trabajos de instalación de Gaviones, con el consiguiente desbroce de yerbas, arbustos, carrizales y tala de algunos árboles.

Probabilidad de erosión lateral de Taludes

Actualmente en tiempo de avenidas el talud de la margen derecha está erosionado por la creciente. Por la zona del inicio de los trabajos el talud tiene protección natural por enrocado de piedras grandes (existente); y a lo largo del restante tiene protección de carrizales preferentemente y arbustos naturales.

En la margen izquierda como protección de talud tiene construcción de gaviones, en algunos tramos críticos faltando otros tramasen acula erosión próximo a la carretera Buena Vista – Las Malvinas.

Material Sedimentado en el Lecho del Cauce

Existe material sedimentado en el cauce por el proceso de "agradación" que eleva progresivamente el lecho del río. Esto ocurre en los tramos 0+150 al 0+200; del 0+260 al 0+510 y en el tramo 0+640 al 0+700. El material de arrastre fluvial se deposita formando de sedimento, restando el área para "caudales de avenidas" motivando inundación de áreas bajas.

Recursos Hidrobiológicos

El río Tulumayo como recurso Hidrobiológico tiene variedad de peces pequeños, (similar al pejerrey) que es capturado manualmente y se emplea en la alimentación de los lugareños; también sirve de alimento a las aves acuáticas silvestres que frecuentan a este río.

Valor Estético del Paisaje

El aspecto paisajista del ámbito del proyecto lo constituye el mismo cauce del río Tulumayo, su floresta en ambas márgenes y los montículos cubiertos de vegetación, se complementaran con los gaviones simétricos que se construirán.

CAPÍTULO V:

INGENIERÍA DEL PROYECTO

5.1. PLANTEAMIENTO HIDRÁULICO:

En la Margen Derecha del Río Tulumayo, Asentamiento Humano Playa Hermosa se plantea la construcción de Defensas Ribereñas con estructuras de Gaviones, esta estructura tendrá una longitud de 700 metros, 4.00 metros de altura y 2.50 metros de ancho en la base, además de tener un colchón antisocavante de 4.00 metros con una altura de 0.30 m, los materiales a usar para la conformación de bloques de gaviones serán extraídos de las laderas del río Tulumayo y de la cantera de piedra de El Pedregal el cual se encuentra ubicado a 4 km del lugar del proyecto.

En lugares que sean necesarios se colocara un espaldar de terraplén conformado con material de préstamo y propio, esta tendrá un ancho en la corona de 2.00 metros con un talud de 2:1.

En el espaldar de los gaviones se colocara Geotextil No Tejido 300g/m², el cual cumple la función de evitar que el material fino del terraplén sea lavado por la presión del agua del río.

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

5.2 DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL:

ANÁLISIS DE MÁXIMAS AVENIDAS EN EL RÍO TULUMAYO

En base a la información de estudio de Hidrología, se tiene el análisis de Máximas Avenidas en el río Tulumayo. Para el caso de diseño se usará el periodo de retorno de 50 años es decir 1187.01 m³/seg.

RÍO TULUMAYO

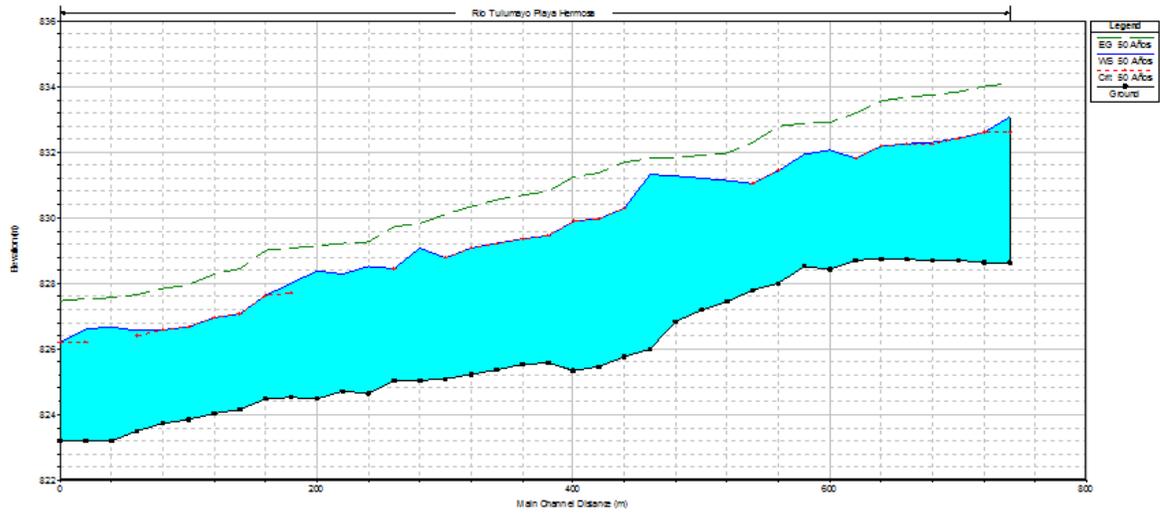
CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS

PERIODO DE RETORNO (Años)	CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS (m ³ /s)
25	1118.53
50	1187.01
100	1278.32
200	1496.32

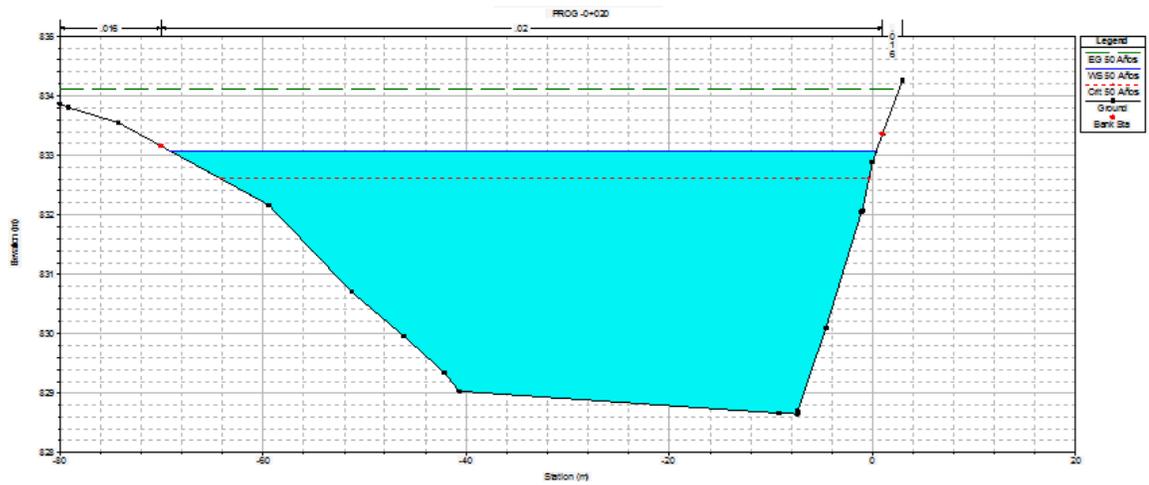
CÁLCULO DEL TIRANTE MÁXIMO

Para el cálculo del tirante Máximo se procedió a modelarlo en el programa de HEC RAS, para el cual se anexa en la parte de estudios básicos de Hidráulica Fluvial, el HEC-RAS, permite el estudio del comportamiento hidráulico de un río, calculando el perfil hidráulico de la superficie del agua en su situación natural o actual y/o en la situación con proyecto, para flujo permanente y gradualmente variado.

Altura del Tirante Máximo (Programa HEC RAS)



Secciones del río (Programa HEC RAS)



COTAS MÁXIMAS PARA DEFENSA RIBEREÑA RÍO TULUMAYO

Resultados (Programa HEC RAS) cotas máximas de defensa Ribereña y tirante Máximo

HEC-RAS Plan: 02 Locations: User Defined Profile: 50 Años

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	38	50 Años	1187.01	828.65	833.75		834.82	0.003484	4.59	260.70	79.98	0.77
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	37	50 Años	1187.01	828.65	833.42	833.14	834.72	0.004784	5.05	235.51	74.06	0.89
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	36	50 Años	1187.01	828.71	833.39	832.92	834.61	0.003925	4.91	243.29	69.67	0.82
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	35	50 Años	1187.01	828.71	832.98	832.75	834.50	0.004867	5.46	218.21	62.13	0.91
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	34	50 Años	1187.01	828.74	832.75	832.74	834.39	0.005963	5.67	209.53	63.25	0.99
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	33	50 Años	1187.01	828.76	832.66	832.66	834.25	0.005943	5.60	213.94	70.10	0.99
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	32	50 Años	1187.01	828.72	832.52	832.27	833.88	0.004786	5.18	231.80	78.48	0.89
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	31	50 Años	1187.01	828.44	832.77		833.67	0.002665	4.24	291.83	83.26	0.68
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	30	50 Años	1187.01	828.53	832.55		833.60	0.003521	4.53	261.93	70.82	0.75
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	29	50 Años	1187.01	828.00	831.90	831.90	833.45	0.006358	5.52	215.10	70.97	1.01
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	28	50 Años	1187.01	827.79	831.67	831.47	832.95	0.005023	5.01	238.34	80.58	0.91
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	27	50 Años	1187.01	827.45	831.91		832.74	0.002577	4.05	296.77	82.00	0.67
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	26	50 Años	1187.01	827.18	831.94		832.67	0.002017	3.82	319.56	82.00	0.60
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	25	50 Años	1187.01	826.84	831.97		832.61	0.001635	3.56	341.55	82.00	0.54
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	24	50 Años	1187.01	825.99	831.98		832.56	0.001227	3.38	363.20	81.04	0.48
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	23	50 Años	1187.01	825.76	830.76	830.76	832.41	0.005818	5.71	214.75	72.51	0.98
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	22	50 Años	1187.01	825.46	830.48	830.47	832.09	0.005427	5.67	220.34	74.76	0.96
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	21	50 Años	1187.01	825.34	830.39	830.39	831.97	0.005381	5.64	224.63	77.67	0.96
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	20	50 Años	1187.01	825.58	829.96	829.95	831.53	0.005298	5.62	225.59	77.27	0.95
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	19	50 Años	1187.01	825.54	829.84	829.84	831.41	0.005406	5.64	225.91	77.74	0.96
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	18	50 Años	1187.01	825.36	829.67	829.67	831.23	0.005693	5.57	221.77	76.59	0.97
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	17	50 Años	1187.01	825.23	829.57	829.57	831.10	0.005375	5.61	233.48	80.52	0.96
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	16	50 Años	1187.01	825.10	829.28	829.25	830.85	0.005374	5.63	225.41	74.60	0.96
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	15	50 Años	1187.01	825.03	829.68		830.57	0.002267	4.22	298.17	81.70	0.64
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	14	50 Años	1187.01	825.04	828.84	828.84	830.43	0.006072	5.65	219.79	78.13	1.00
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	13	50 Años	1187.01	824.64	829.27		830.07	0.002177	3.99	307.83	80.55	0.63
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	12	50 Años	1187.01	824.72	828.99		830.00	0.002948	4.51	278.00	79.40	0.72
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	11	50 Años	1187.01	824.49	828.98		829.92	0.002462	4.37	291.30	74.60	0.67
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	10	50 Años	1187.01	824.53	828.62	828.14	829.83	0.003728	4.93	251.57	75.00	0.81
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	9	50 Años	1187.01	824.47	828.10	828.10	829.70	0.005896	5.62	215.60	71.24	0.99
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	8	50 Años	1187.01	824.14	827.55	827.55	829.14	0.005970	5.61	215.36	70.71	0.99
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	7	50 Años	1187.01	824.03	827.41	827.41	828.95	0.005992	5.53	219.58	74.32	0.99
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	6	50 Años	1187.01	823.85	827.40	827.15	828.69	0.004915	5.16	244.17	76.96	0.91
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	5	50 Años	1187.01	823.72	827.28	827.04	828.59	0.004943	5.18	243.30	76.25	0.91
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	4	50 Años	1187.01	823.49	827.19		828.48	0.005071	5.42	255.24	80.38	0.93
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	3	50 Años	1187.01	823.19	827.19		828.35	0.004111	5.09	266.81	78.13	0.85
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	2	50 Años	1187.01	823.19	827.25	826.62	828.22	0.003462	4.38	271.26	78.13	0.75
Rio Tulumayo	Playa Hermosa	1	50 Años	1187.01	823.19	826.60	826.60	828.08	0.006533	5.37	221.28	77.04	1.01

CÁLCULO DE LA ALTURA DE LA COTA DE LA RASANTE DE LA CORONA

Una vez modelado el río Tulumayo en el Programa HEC-RAS en el gráfico de perfil se trazó las pendientes más favorables para determinar la cota de la rasante de la corona de la defensa ribereña.

Llegándose a la conclusión siguiente:

PROGRESIVA	COTA
0+000	834.000 msnm
0+320	831.202 msnm
0+510	828.900 msnm
0+700	827.500 msnm

PROGRESIVA	PENDIENTE
0+000 @ 0+320	0.9 %
0+320 @ 0+510	1.2 %
0+510 @ 0+700	0.7%

CÁLCULO SECCIÓN ESTABLE O AMPLITUD DE CAUCE (B)

Para establecer la sección estable o amplitud de cauce se usó el método propuesto por SIMOMS Y HENDERSON.

MÉTODO DE SIMONS Y HENDERSON	
B =	$K_1 Q^{1/2}$
CONDICIONES DE FONDO DE RÍO	K_1
Fondo y orillas de arena	5.70
Fondo arena y orillas de material cohesivo	4.20
Fondo y orillas de material cohesivo	3.60
Fondo y orillas de grava	2.90
Fondo arena y orillas material no cohesivo	2.80
SELECCIONAR >>>	>>>>> $K_1 =$ 2.80
$Q_{M3/S} =$	1,187.02 Caudal de Diseño (m3/s)
B =	Ancho Estable del Cauce (m)
B =	96.47 m.

Para lo cual se tiene un ancho de 95 m para el Río Tulumayo.

CÁLCULO DE LA SOCAVACIÓN

Para establecer la profundidad de socavación se usó el método propuesto por LL. LIST VAN LEVEDIEV, orientados a cauces naturales definidos.

MÉTODO DE LL. LIST VAN LEVEDIEV	
a =	$Q/(t^{5/3} B \mu)$
ts =	$((at^{5/3})/(0.68D^{0.28}\beta))^{1/(x+1)}$ No Cohesivo
ts =	$((at^{5/3})/(0.60w^{1.18}\beta))^{1/(x+1)}$ Cohesivo
Q =	1,187.02 Caudal(m ³ /s)
t =	2.32 Tirante hidráulico (m)
B =	95.00 Ancho del Cauce (m)
μ =	0.98 Coeficiente Contracción (Tabla)
a =	3.13
D =	Diámetro Medio de las partículas (mm)
w =	Peso Específico suelo (Tn/m ³)
x =	Valor obtenido de la Tabla
$1/(x+1)$ =	Valor obtenido de la Tabla
β =	Coeficiente por Tiempo de Retorno

Suelos Cohesivos (1)			Suelos No Cohesivos (2)		1
Peso específico Tn/m ³	x	1/(x +1)	D (mm)	x	1/(x +1)
0.80	0.52	0.66	0.05	0.43	0.70
0.83	0.51	0.66	0.15	0.42	0.70
0.86	0.50	0.67	0.50	0.41	0.71
0.88	0.49	0.67	1.00	0.40	0.71
0.90	0.48	0.68	1.50	0.39	0.72
0.93	0.47	0.68	2.50	0.38	0.72
0.96	0.46	0.68	4.00	0.37	0.73
0.98	0.45	0.69	6.00	0.36	0.74
1.00	0.44	0.69	8.00	0.35	0.74
1.04	0.43	0.70	10.00	0.34	0.75
1.08	0.42	0.70	15.00	0.33	0.75
1.12	0.41	0.71	20.00	0.32	0.76
1.16	0.40	0.71	25.00	0.31	0.76
1.20	0.39	0.72	40.00	0.30	0.77
1.24	0.38	0.72	60.00	0.29	0.78
1.28	0.37	0.73	90.00	0.28	0.78
1.34	0.36	0.74	140.00	0.27	0.79
1.40	0.35	0.74	190.00	0.26	0.79
1.46	0.34	0.75	250.00	0.25	0.80
1.52	0.33	0.75	310.00	0.24	0.81
1.58	0.32	0.76	370.00	0.23	0.81
1.64	0.31	0.76	450.00	0.22	0.82
1.71	0.30	0.77	570.00	0.21	0.83
1.80	0.29	0.78	750.00	0.20	0.83
1.89	0.28	0.78	1,000.00	0.19	0.84
2.00	0.27	0.79			

Valores del Coeficiente β		
Periodo de Retorno (Años)	Probabilidad de Retorno (%)	Coeficiente β
	0.00	0.77
2.00	50.00	0.82
5.00	20.00	0.86
10.00	10.00	0.90
20.00	5.00	0.94
50.00	2.00	0.97
100.00	1.00	1.00
300.00	0.33	1.03
500.00	0.20	1.05
1,000.00	0.10	1.07

PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN (H_s) EN TRAMOS RECTOS		
$H_s =$	$t_s - t$	
$t_s =$	4.79	Tirante de socavación (m)
$t =$	2.32	Tirante hidráulico con avenida de diseño (m)
$H_{s1} =$	Profundidad de socavación	
$H_s =$	2.47	m.

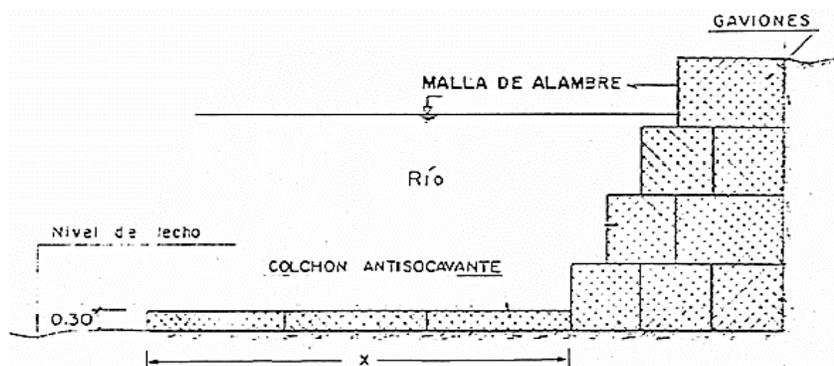
CÁLCULO DEL COLCHÓN ANTISOCAVANTE		
$A_c =$	$1.50 + H_s$	
$H_s =$	2.47	Altura de Socavación (m)
$A_s =$	3.71	m. Se Colocara de 4.00 m

CÁLCULO DE BORDE LIBRE

Se tiene recomendaciones para el cálculo del borde libre según el caudal de diseño de la defensa ribereña.

Recomendaciones Practicas:			
m^3/s	Bl		
> 200	0.60		
200 a 500	0.80	3.90	
500 a 2000	1.00	1.00	
$Bl_2 =$	1.00		

DISEÑO DE REVESTIMIENTOS CON GAVIONES



El revestimiento tiene por objetivo proteger el material de las riberas contra los efectos de la erosión.

El revestimiento se apoya sobre un talud estable.

PREDIMENSIONAMIENTO DE COLCHONES

A.- 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

METODO DE MANNING - STRICKLER	
$V_m =$	$K_s R^{2/3} S^{1/2}$
Z =	0.50 Talud
	Coeficiente de rugosidad
Ks =	28.000 (Inversa de Manning)
t =	2.323 Tirante Hidráulico Máximo
b =	92.677 Plantilla (m)
P =	97.871 Perímetro Mojado (m)
A =	217.958 Área (m ²)
R =	2.227 Radio hidráulico
S =	0.01200 Pendiente (Manning)
Velocidad (m/s)	
V _m = 5.231 m/s	

Según la Hidráulica Fluvial se tiene velocidades variable de 5.67 m/seg @ 3.38 m/seg.

B.- Pre dimensionamiento de espesores y tamaño de relleno:

Tipo	Velocidad crítica m/s	Velocidad límite m/s	Espesor m	Piedras de relleno	
				Dimensiones mm	d_{50}
Colchones Fieno	3,5	4,2	0,15 e 0,17	70 a 100	0,085
	4,2	4,5		70 a 150	0,110
	3,6	5,5	0,23 e 0,25	70 a 100	0,085
	4,5	6,1		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
	6,4	8,0		120 a 250	0,190

Velocidad Crítica: Velocidad que puede soportarse sin inicio de movimiento de piedras en colchón.

Velocidad Límite: Velocidad que puede soportarse admitiendo modestas deformaciones debido al movimiento de piedras en colchón

Finalmente para la velocidad máxima $V=5.67$ m/seg se tiene espesor del colchón de 0.30 m con piedras de canto rodado de 0.120m

DISEÑO DE MUROS DE GAVIONES

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

Procedimiento de Cálculo:

1. Pre dimensionamiento de muros.
2. Verificación de estabilidad por deslizamiento.
3. Verificación de estabilidad por volteo.
4. Verificación de capacidad portante del terreno.

1.- Pre dimensionamiento de muro

- 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.

2.- Fuerzas que actúan sobre muro

Empuje activo por unidad de longitud (Ea):

$$Ea = \frac{1}{2} \gamma H^2 Ka$$

$$Ka = \tan^2(45 - \frac{\phi}{2})$$

$$Ka = \tan^2(45 - \frac{30^\circ}{2})$$

$$Ka = 0.3333$$

$$Ea = \frac{1}{2} (1800 \frac{Kg}{m^3}) (4.0 m)^2 (0.3333)$$

$$Ea = 4752 Kg$$

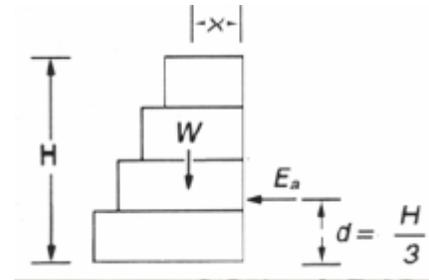
Donde:

Ka: coeficiente de empuje activo

γ : 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:

β : Ángulo que hace muro con horizontal.

ε : Ángulo que hace terreno contenido con la horizontal.

ϕ : Ángulo de fricción interno del terreno contenido.

VOLUMEN DEL MURO DE GAVIONES

$$V = 2.5 \times 1.0 \times 1 = 2.50 \text{ M}^3$$

$$V = 2.0 \times 1.0 \times 1 = 2.00 \text{ M}^3$$

$$V = 1.5 \times 1.0 \times 1 = 1.50 \text{ M}^3$$

$$V = 1.0 \times 1.0 \times 1 = 1.00 \text{ M}^3$$

$$V_t = 7.00 \text{ M}^3$$

$$W = V \cdot \gamma(\text{piedra}) \cdot 0.8$$

$$W = 7.2800 \cdot 0.8$$

$$W = 15680 \text{ kg}$$

3.- Estabilidad por deslizamiento

El coeficiente de seguridad al deslizamiento

$$S_s = \frac{\sum Fr}{\sum Fd} > 1.5$$

Donde:

$\sum Fr$ = Sumatoria de fuerzas horizontales resistentes.

$\sum Fd$ = Sumatoria de fuerzas horizontales deslizantes.

$$S_s = \frac{W \cdot \tan(\Phi)}{Ea} \quad \Phi = \text{Angulo de fricción interna del terreno}$$

$$S_s = \frac{W \cdot \tan(30^\circ)}{Ea}$$

$$S_s = \frac{9052,85 \text{ kg}}{4752 \text{ kg}}$$

$$S_s = 1.91 > 1.3 \text{ ok}$$

4.- Estabilidad por Volteo

El coeficiente de estabilidad por volteo debe ser mayor que 2

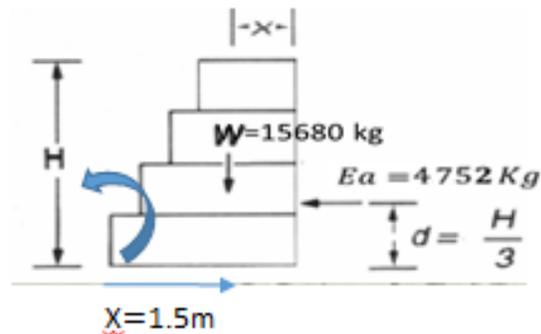
$$S_s = \frac{\sum Ms}{\sum Mr} > 2$$

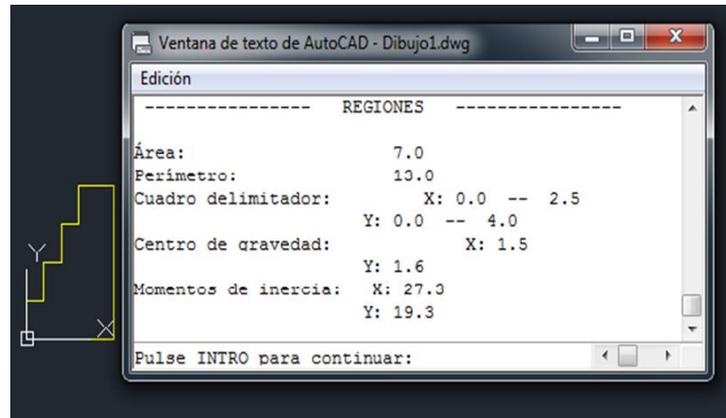
Donde:

$\sum Ms$: Sumatoria de momentos resistente.

$\sum Mr$: Sumatoria de momentos volcantes

$$S_s = \frac{W * 1.5}{Ea * 1.3}$$





$$S_s = \frac{23520}{6334}$$

$$S_s = 3.71 > 1.3 \text{ ok}$$

$$X.N = M_s - M_r$$

$$X.15680 \text{ kg} = 23520 \text{ kg} - 6334 \text{ kg}$$

$$X = 1.1 \text{ m}$$

$$e = \frac{B}{2} - x < \frac{B}{6}$$

$$e = \frac{2.5}{2} - 1.1 < \frac{2.5}{6}$$

$$e = 0.15 < 0.42 \text{ ok}$$

Verificación si existen tracciones (tensiones)

$$\sigma_1 = \sigma_2 = \frac{Wt}{A} \left(1 \pm \frac{6(e)}{B}\right)$$

$$\sigma_1 = \frac{15680}{2.5} \left(1 - \frac{6(0.15)}{2.5}\right)$$

$$\sigma_1 = 0.40 \text{ kgcm}^2 < 2\text{Kg/cm}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{15680}{2.5} \left(1 + \frac{6(0.15)}{2.5}\right)$$

$$\sigma_2 = 0.85 \text{ kgcm}^2 < 2\text{kg/cm}^2$$

Si la condición no se cumple:

$$\sigma_1 \text{ ó } \sigma_2 < \sigma \text{ Suelo}$$

Entonces hay tracciones lo cual indica que el empuje activo (E_a) lo tiende a volcar al muro.

CAPÍTULO VI:

PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

6.1 PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL

La evidencia empírica apoya la hipótesis general por lo tanto se acepta la hipótesis general:

- a) La defensa ribereña propuesta evitará riesgos de inundaciones en el tramo crítico del AA.HH Playa Hermosa.

6.2 PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

La evidencia empírica apoya las hipótesis específicas, por ello:

- a) El estudio topográfico del tramo crítico permitirá almacenar, recuperar, analizar y desplegar información geográfica.
- b) El estudio básico de Geología en la zona determinara el tipo de subsuelo y el perfil estratigráfico.
- c) El estudio Geotécnico determinará la suficiente capacidad portante del suelo para la cimentación de dicha estructura.
- d) El estudio básico de Hidrología establecerá con nivel de confianza las máximas avenidas.
- e) La hidráulica fluvial precisará los caudales máximos de diseño para un periodo de retorno.
- f) El modelamiento hidráulico aplicando el programa de HEC RAS precisará los tirantes máximos del tramo crítico.

CONCLUSIONES

1. Que, el diseño de la defensa ribereña será eficaz para evitar las inundaciones en el AA.HH. Playa Hermosa.
2. Se obtuvo la información del relieve del terreno, particularidades del cauce del río y áreas de influencia.
3. Se determinó que las características Físicas y Mecánicas de los suelos subyacentes al área arrojan buenos resultados para estabilidad de la cimentación de la defensa ribereña.
4. Se determinó un caudal de diseño de $1187.01 \text{ m}^3/\text{seg.}$ para el tramo de análisis del río Tulumayo para un período de retorno de 50 años.
5. La rugosidad en el río Tulumayo y de acuerdo a las condiciones observadas en el terreno se determinaron los siguientes valores: Cauce principal de $n=0.030$ y Cauce secundario $n=0.045$
6. Se ha estimado un ancho casi igual al existente, en la mayoría de las secciones del río, esto se ha realizado teniendo en cuenta que debe permite el paso del caudal de diseño, lo cual realizará aún acosta de un tirante un poco alto, pero que puede ser soportado por la defensa ribereña propuesto.
7. La base de los gaviones será de 2.5m y una altura de 4.00 m con estas dimensiones se asegurará la estabilidad tanto por volcamiento y deslizamiento.

RECOMENDACIONES

- a) La construcción de una defensa ribereña se debe realizar en época de estiaje para poder desviar el cauce del río y facilitar los diferentes trabajos necesarios.
- b) Antes de construir la defensa ribereña se debe estudiar el volumen de sedimentos que arrastran los ríos, con la finalidad de pre dimensionar correctamente.
- c) Se debe realizar una protección adecuada aguas abajo y aguas arriba, una vez acabada la obra, para una mejor protección de la defensa ribereña, especialmente en épocas de avenidas.
- d) El dimensionamiento de la defensa ribereña debe ser lo más simple posible, tanto por razones constructivas como hidráulicas.
- e) Obligar en implementar las medidas de seguridad en la posible construcción, así como brindar y persuadir al personal el uso de los implementos que se les asigne.
- f) Se recomienda realizar una des colmatación anual para evitar acumulación de sedimentos que minimice la altura del muro de gaviones.

BIBLIOGRAFÍA

1. CEDEX, GEAMA, FLUMEN y CIMNE 2010: IBER. Modelización bidimensional del flujo en lámina libre en aguas poco profundas. Manual básico de usuario. 2.0.
2. CHOW V.T MAIDMENT D.R., Y MAYS L.W. (1994). "Hidrología aplicada" Editorial MC GRAW HILL. BOGOTÁ COLOMBIA. Primera edición.
3. DELGADO APARICIO. 1994. Fundamentos de Hidrología de Superficie, primera Edición, 507 pp.
4. GOYCOCHEA M. 2014. Tesis "Modelación Geo-espacial para el diseño de defensas ribereñas en la faja marginal del río Chancay-Huaral, utilizando SIG y Hec-Ras". Universidad Agraria La Molina
5. GUARN C. 2014. Tesis "Comparación de los modelos Hidráulicos Unidimensional (HEC-RAS) y Bidimensional (IBER) en el Análisis de Rotura en Presas de Materiales Suelos; y Aplicación a la Presa Palo Redondo"
6. MARÍN A. 2006. Tesis "Clasificación de presas y evaluación de riesgos con programa HEC-RAS". Universidad Politécnica de Cataluña.
7. VILLON BEJAR M. 2002. "Hidrología Estadística", Editorial Villon. Lima-Perú. Segunda Edición.
8. US Army Corps of Engineers 2010: HEC-RAS River Analysis System Hydraulic Reference Manual. Version 4.1.
9. ROBLES MONTERO. 2016. Tesis "Implementación de modelos Unidimensionales para la Simulación del Funcionamiento Hidráulicos de Sistemas de Lagunas y Canales".

10. BLADE, E. 2005. Tesis "Modelación de flujo en lámina libre sobre cauces naturales. Análisis integrado con esquemas en volúmenes finitos en una y dos dimensiones. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Catalunya, Departament d'Enginyeria Hidráulica, Marítima y Ambiental". Barcelona, España.
11. CAMONES CANO. 2015 "Influencia de la humedad del suelo en la relación precipitación-escorrentia en las cuencas del Anya y Mchique, Junín-Perú"
12. CABRERA, JUAN. 2012 "Calibración de modelos Hidrológicos" Universidad Nacional de Ingeniería.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	MÉTODO
<p>1. Problema general ¿Cómo diseñar una defensa ribereña para prevenir riesgos de inundaciones en el tramo crítico del AA.HH Playa Hermosa ubicada en la margen derecha del río Tulumayo en el distrito de San Ramón, provincia de Chanchamayo, departamento de Junín?</p> <p>2. Problema específicos: - ¿De qué manera elaborar un levantamiento topográfico del tramo crítico para que posteriormente nos permita almacenar, recuperar, analizar y desplegar información geográfica? - ¿De qué manera realizar estudios básicos de Geología en la zona donde se diseñara la defensa para poder determinar el tipo de subsuelo para poder deducir el perfil estratigráfico? - ¿De qué manera elaborar un estudio Geotécnico para poder determinar la suficiente capacidad</p>	<p>1. Objetivo general Diseñar una defensa ribereña para prevenir riesgos de inundaciones en el tramo crítico del AA.HH Playa Hermosa ubicada en la margen derecha del río Tulumayo en el distrito de San Ramón, provincia de Chanchamayo, departamento de Junín.</p> <p>2. Objetivos específicos - Elaborar un levantamiento topográfico del tramo crítico para que posteriormente nos permita almacenar, recuperar, analizar y desplegar información geográfica. - Realizar estudios básicos de Geología en la zona donde se diseñara la defensa para poder determinar el tipo de subsuelo para poder deducir el perfil estratigráfico. - Elaborar un estudio Geotécnico para poder determinar la suficiente capacidad portante del suelo para la cimentación de dicha estructura.</p>	<p>1. Hipótesis General La defensa ribereña propuesta evitará riesgos de inundaciones en el tramo crítico del AA.HH Playa Hermosa ubicada en la margen derecha del río Tulumayo en el distrito de San Ramón, provincia de Chanchamayo, departamento de Junín.</p> <p>2. Hipótesis Específicas - El estudio topográfico del tramo crítico permitirá almacenar, recuperar, analizar y desplegar información geográfica. - El estudio básico de Geología en la zona determinara el tipo de subsuelo y el perfil estratigráfico. - El estudio Geotécnico determinará la suficiente capacidad portante del suelo para la cimentación de dicha estructura. - El estudio básico de Hidrología establecerá con nivel de confianza las máximas avenidas. - La hidráulica fluvial precisará los caudales</p>	<p>1. Variable independiente X. Diseño de una defensa ribereña</p> <p>1. Variable dependiente X. Diseño de una defensa ribereña</p>	<p>1. Tipo Aplicada</p> <p>2. Nivel Explicativa</p> <p>3. Método Cualitativa</p> <p>4. Diseño No experimental</p> <p>5. Población AAHH Playa Hermosa</p> <p>6. Muestra 700 metros de AAHH playa hermosa</p>

<p>portante del suelo para la cimentación de dicha estructura?</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿De qué manera efectuar estudios básicos de Hidrología para establecer con cierto nivel de confianza las máximas avenidas? - ¿De qué manera aplicar la hidráulica fluvial para determinar los caudales máximos de diseño para un periodo de retorno? - ¿De qué manera realizar un modelamiento hidráulico aplicando el programa de HEC RAS para determinar los tirantes máximos del tramo crítico? - ¿De qué manera desarrollar una metodología específica para la construcción de las partes estructurales de una defensa ribereña (tipo gaviones) desde de la cimentación hasta la puesta en funcionamiento del sistema? 	<ul style="list-style-type: none"> - Efectuar estudios básicos de Hidrología para establecer con cierto nivel de confianza las máximas avenidas. - Aplicar la hidráulica fluvial para determinar los caudales máximos de diseño para un periodo de retorno. - Realizar un modelamiento hidráulico aplicando el programa de HEC RAS para determinar los tirantes máximos del tramo crítico. - Desarrollar una metodología específica para la construcción de las partes estructurales de una defensa ribereña (tipo gaviones) desde de la cimentación hasta la puesta en funcionamiento del sistema. 	<p>máximos de diseño para un periodo de retorno.- El modelamiento hidráulico aplicando el programa de HEC RAS precisará los tirantes máximos del tramo crítico.</p>		
--	---	---	--	--