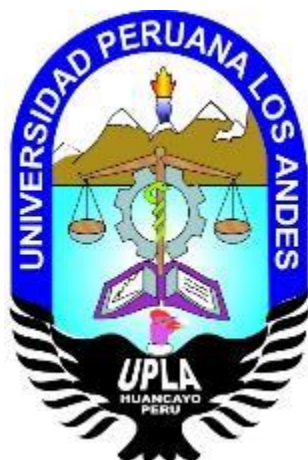


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



TESIS

**OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO MEDIANTE
EL DISEÑO DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL EN LA
COMUNIDAD DE MILLPO, AYACUCHO**

PRESENTADO POR:

Bach. Diana Catherine Ccencho Martínez

Línea de Investigación Institucional:

SALUD Y MEDIO AMBIENTE

Línea de Investigación de la Escuela Profesional:

HIDRÁULICA

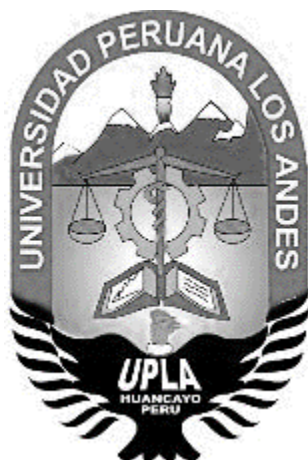
PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA CIVIL

LIMA- PERÚ

2019

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



TESIS

**OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO MEDIANTE
EL DISEÑO DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL EN LA
COMUNIDAD DE MILLPO, AYACUCHO**

PRESENTADO POR:

Bach. Diana Catherine Ccencho Martínez

Línea de Investigación Institucional:

SALUD Y MEDIO AMBIENTE

Línea de Investigación de la Escuela Profesional:

HIDRÁULICA

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA CIVIL

LIMA- PERÚ

2019

ASESORES

Mg. JUAN CARLOS GALLARDO MENDOZA
Ing. JUSSY FERNANDO PAREDES LEON

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación va dedicado a Dios que estuvo siempre a mi lado, a mis padres y mi esposo que tuve su apoyo incondicional y a mi hijo que fue mi gran inspiración.

AGRADECIMIENTO

En agradecimiento a Dios porque me dio las fuerzas para seguir adelante y afrontar los retos que tuve día a día. A mis padres porque día a día tuve su aliento en la perseverancia en que sea alguien en la vida. A mi esposo de igual manera por su apoyo y sus ánimos para levantarme cuando no podía hacerlo.

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS MIEMBROS DE JURADO

Dr. Casio Aurelio Torres López
PRESIDENTE

Ing. Iván Alonso Zapata Rojas
JURADO REVISOR

Ing. Gian Franco Pérez Garavito
JURADO REVISOR

Ing. Fernando Manuel Uchuypoma Montes
JURADO REVISOR

Mg. Miguel Ángel Carlos Canales
SECRETARIO DOCENTE

INDICE

RESUMEN	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Formulación y sistematización del problema	2
1.2.1. Problema General	2
1.2.2. Problemas Específicos	2
1.3. Justificación	2
1.3.1. Practica o Social	2
1.3.2. Metodológica	2
1.4. Delimitaciones:	3
1.4.1. Espacial:	3
1.4.2. Temporal:	3
1.4.3. Económica:	3
1.5. Limitaciones	3
1.6. Objetivos	4
1.6.1. Objetivo General	4
1.6.2. Objetivos Específicos	4
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes	5
2.1.1. Internacionales	5
2.1.2. Nacionales	9
2.2. Marco conceptual	12
2.2.1. Ciclo del agua en la cuenca	12
a) Comportamiento del agua en la cuenca	13
b) Efectos del cambio climático en el ciclo del agua en la cuenca	
13	
2.2.2. Siembra de agua	14
2.2.3. Dique	18
2.2.4. Criterios preliminares de diseño	21
2.3. Definición de términos	24
2.4. Hipótesis	25
2.4.1. Hipótesis General	25

2.4.2.	Hipótesis Específicas	25
2.5.	Variables	25
2.5.1.	Definición conceptual de la variable	25
2.5.2.	Definición operacional de la variable	27
2.5.3.	Operacionalización de la variable	28
CAPITULO III: METODOLOGÍA		29
3.1.	Método de Investigación	29
3.2.	Tipo de Investigación	29
3.3.	Nivel de Investigación	29
3.4.	Diseño de Investigación	30
3.5.	Población y Muestra	30
3.6.	Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	31
3.7.	Procesamiento de la Información	31
Estudio hidrológico		31
Ubicación geográfica	31
Ubicación política	31
Ubicación Hidrográfica	31
Estudios básicos de ingeniería		36
3.8.	Técnicas y Análisis de datos	41
CAPITULO IV: RESULTADOS		42
4.1.	ESTUDIO HIDROLÓGICO	42
4.2.	Topografía	51
4.3.	Estudios Geotécnicos	52
4.4.	Criterios de diseño	54
4.5.	Calculo hidráulico y estructural	58
CAPITULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS		71
CONCLUSIONES		72
RECOMENDACIONES		74
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		75
•	Bibliográficas	75
ANEXOS		77
•	Matriz de Consistencia	77
•	Operacionalización de Variables	78

Índice de Tablas

Tabla 1 : <i>Ancho de corona en función de la altura de dique</i>	22
Tabla 2 : Pendientes de taludes en función de la altura de dique	23
Tabla 3 : Pendientes de taludes en función del tipo de material del dique....	23
Tabla 4 : Técnicas e instrumentos de datos.....	31
Tabla 5 : Vida Ecológica	33
Tabla 6 : Precipitación promedio multimensual Chuschi (1977 – 1982).....	37
Tabla 7 : Precipitación promedio multimensual Huancapi (1985-2014)	37
Tabla 8 : Precipitación promedio multimensual Vilcashuaman (1966-2014)..	38
Tabla 9 : Temperatura (°C) – Estación Huancapi	39
Tabla 10 : Temperatura (°C) – Estación Chilcayoc.....	39
Tabla 11 : Información meteorológica	40
Tabla 12 : Tiempo de concentración	46
Tabla 13 : Valores probabilísticos.....	47
Tabla 14 : Distribución de probabilidades pluviométricas mediante Gumbel .	48
Tabla 15 : Tabla de intensidades - Tiempo de duración	49
Tabla 16 : Caudal máximo de Diseño y Calculado	50
Tabla 17 : Parámetros Geomorfológicos de la subcuenca.....	51
Tabla 18 : <i>Características de la sección del dique</i>	64
Tabla 19 : Parámetros Geotécnicos	64

Índice de Figuras

Figura 1: Ciclo del Agua.....	12
Figura 2: Planta qolle	16
Figura 3: Planta chachacomo	17
Figura 4: Partes de un dique.....	19
Figura 5: Dique de sección homogénea.....	20
Figura 6: Dique de pantalla	20
Figura 7: Dique de núcleo	21
Figura 8: Dique de secciones mixtas.....	21
Figura 9: Toma fluvial de fondo	26
Figura 10: Toma directa sencilla de un río normal.	26
Figura 11: Ubicación de Cuenca Río Pampas	32
Figura 12: Estaciones meteorológicas usadas en la investigación	41
Figura 13: Riesgo de excedencia del evento de diseño durante la vida útil.....	44
Figura 14: Curvas intensidad - duración -frecuencia (IDF)	49
Figura 15: Niveles Característicos de la qocha.....	54
Figura 16: Niveles Característicos	56
Figura 17: Fetch	57
Figura 19: Análisis de estabilidad de talud (FS:1.315)	65
Figura 20: Análisis de estabilidad de talud (FS:1.232)	66
Figura 21: Análisis de estabilidad de talud (FS:1.252)	67
Figura 22: Análisis de estabilidad (FS: 1.252)	67
Figura 23: Análisis de presión.....	68
Figura 24: Análisis de presión total.....	68
Figura 25: Análisis de presión de poros.....	69
Figura 26: Velocidad de descarga horizontal.....	69
Figura 27: Velocidad de descarga vertical.....	69
Figura 28: Velocidad de la descarga total	70

RESUMEN

La presente investigación respondió a la siguiente interrogante: ¿Cómo influye el diseño de captación superficial en la optimización del recurso hídrico en la comunidad de Millpo, Ayacucho?, el objetivo general fue diseñar la captación superficial para la optimización del recurso hídrico en la comunidad de Millpo, Ayacucho y la hipótesis general verificada fue: el diseño de la captación superficial influye en la optimización del recurso hídrico en la comunidad de Millpo, Ayacucho.

El método de investigación fue el científico, tipo de investigación fue aplicado, el nivel de investigación fue descriptivo-explicativo, diseño de investigación fue no experimental transversal; la población estuvo conformada por los tipos de diques que existen; el tipo de muestreo fue no aleatorio o dirigido, se seleccionó el dique hecho a base de tierra con un almacenamiento de 5,911.67 m³.

La conclusión para el diseño de la captación superficial que influye en la optimización del recurso hídrico estuvo sustentada con: 30.00 ml de longitud, 3.50 ml de ancho, 2.80 ml altura. El almacenamiento beneficio a 9.55 has de cultivo. Se obtuvo un factor de seguridad de 1.232.

Palabras claves: Captación superficial, recurso hídrico, dique.

ABSTRACT

The present investigation answered the following question: How does the design of surface capture influence the optimization of the water resource in the community of Millpo, Ayacucho ?, The general objective was to design the surface capture for the optimization of the water resource in the community of Millpo, Ayacucho and the general hypothesis verified was: the design of the surface uptake influences the optimization of the water resource in the community of Millpo, Ayacucho.

The research method was the scientist, type of research was applied, the level of research was descriptive-explanatory, research design was non-experimental cross-sectional; the population was conformed by the types of dikes that exist; the type of sampling was non-random or directed, the earth-based dike with a storage of 5,911.67 m³ was selected.

The conclusion for the design of the surface uptake that influences the optimization of the water resource was supported by: 30.00 ml in length, 3.50 ml in width, 2.80 ml in height. The storage benefit to 9.55 hectares of cultivation. A safety factor of 1,232 was obtained.

Keywords: Surface capture, water resource, dike.

INTRODUCCIÓN

En la presente investigación titulada “Optimización del recurso hídrico mediante el diseño de captación superficial en la comunidad de Millpo, Ayacucho”, ha sido desarrollado para optar el título profesional de ingeniero civil, se realizó con la finalidad de aplicar los conocimientos de la carrera especialmente los conocimientos sobre los diques y sus componentes debido al gran problema el cual es la poca cantidad del recurso hídrico por al aumento poblacional y actividades agropecuarias, que genero una mayor demanda de agua; los cuales ocasionaron la degradación del suelo y la superficie vegetal, teniendo como consecuencia la baja captación natural del agua en el subsuelo y desfavoreciendo así la recarga hídrica de las aguas subterráneas así como los efectos del cambio climático, lo que ocasionan la disminución de lluvias, desaparición de nevados e incremento de temperatura, que ha venido afectando a la oferta natural de agua.

La presente investigación en su aspecto estructural comprende cinco capítulos que se detallan a continuación:

Capítulo I: Este capítulo comprende el problema de investigación, la descripción, delimitación, y formulación del problema; así como la delimitación, la justificación y los objetivos de la tesis.

Capítulo II: En este capítulo se desarrolla el marco teórico, los antecedentes nacionales e internacionales de investigaciones similares, bases teóricas, definición de términos, se plantean la hipótesis general y las específicas, se especifican las variables y su operacionalización en la investigación.

Capítulo III: Se establece el método, tipo, nivel y diseño de la investigación; se presenta la población y muestra; se indican las técnicas e instrumentos usados en la recolección, procesamiento y análisis de datos.

Capítulo IV: Desarrolla los resultados del trabajo de investigación en el cual detalla los cálculos realizados en el desarrollo del trabajo.

Capítulo V: Se analiza, discute y explica los resultados presentados en el Capítulo IV.

Finalmente, se llegan a las conclusiones, recomendaciones, las referencias bibliográficas y los anexos.

Bach. Diana Catherine Ccencho Martinez

CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Durante tiempo atrás el agua fue considerada como un recurso infinito de manera trivial a la cual no se imaginaron que algún día llegase a faltar como está ocurriendo en 31 países del mundo como en los Emiratos Árabes y Qatar donde la disminución fue en un 82 % desde 1992 hasta el 2014 según el Banco Mundial. Se estima que en 2050 la mitad de los habitantes del planeta no tendrán acceso al agua potable, como consecuencia no habrá para el consumo como para la producción agrícola el cual viene a ser el 70 % del agua dulce que se utiliza.

Mencionando de igual manera al Perú donde tenemos al rio Amazonas el más caudaloso del mundo y el Titicaca el lago navegable más alto del mundo, además contamos con una gran cantidad de glaciares tropicales por lo tanto es importante la gran relevancia que le tenemos que dar a estas riquezas. El cual representa el 1.89% del agua superficial del mundo según la Autoridad Nacional de Agua.

Según el Índice de Eficiencia de la Autoridad Nacional del Agua esta se divide según porcentajes mediante el uso que se le da:

- Uso agrícola: 30-35%
- Uso poblacional: 40-45%
- Uso industrial: 45-50%

Según nuestra geografía, la vertiente del Pacífico solo cuenta con el 2,2% de acceso al agua según su disponibilidad.

Por otro lado, tenemos el clima siendo este muy seco y templado con temperaturas que varían entre el 12°- 22°C con una orografía accidentada y abrupta. Con una época de secano entre el periodo de abril a noviembre los cuales vienen afectando a los cultivos de frutales, hortalizas, cereales, granos andinos, tubérculos y raíces.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema General

¿Cómo influye el diseño de captación superficial para la optimización del recurso hídrico en la comunidad de Millpo, Ayacucho?

1.2.2. Problemas Específicos

- a) ¿De qué manera influye el almacenamiento de agua en la optimización del recurso hídrico en la comunidad de Millpo, Ayacucho?
- b) ¿Cómo influye la estructura hidráulica en la optimización del recurso hídrico en la comunidad de Millpo, Ayacucho?

1.3. Justificación

1.3.1. Practica o Social

Actualmente el manejo del recurso hídrico no es aprovechado adecuadamente por el sector agrícola, por lo tanto, mediante la investigación se busca aportar un modelo practico de estructura para una captación superficial con el fin de almacenar el recurso hídrico proveniente de las lluvias y así aprovecharlo para un buen desarrollo agrícola en la comunidad de Millpo del departamento de Ayacucho.

1.3.2. Metodológica

Para la presente investigación se usará el método científico porque existirá un aporte para la comunidad de Millpo. En situaciones que puedan ser investigados por la ciencia, siendo estas demostradas su validez y confiabilidad podrá ser utilizada en futuros trabajos de investigación.

Esta investigación científica se da porque el proyecto que se va a realizar propondrá un nuevo método para que así pueda generar un conocimiento valido y confiable.

1.4. Delimitaciones:

1.4.1. Espacial:

Figura 1: Vista satelital del proyecto



Fuente: Google Earth

DEPARTAMENTO: Ayacucho.
 PROVINCIA: Huamanga
 DISTRITO: Vinchos,
 LOCALIDAD: Millpo

1.4.2. Temporal:

La presente investigación se llevó a cabo en el periodo del año del 2019, desde Abril a Julio.

1.4.3. Económica:

Los gastos realizados para el desarrollo de esta presente investigación fueron cubiertos totalmente por el propio investigador.

1.5. Limitaciones

La presente investigación tuvo como limitaciones las fuentes de información del instituto Nacional de Meteorología e hidrología (SENAMHI) debido a la demora de gestión de la información.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Diseñar la captación superficial para la optimización del recurso hídrico en la comunidad de Millpo, Ayacucho.

1.6.2. Objetivos Específicos

- a) Determinar el almacenamiento de agua en la optimización del recurso hídrico en la comunidad de Millpo, Ayacucho.
- b) Evaluar la estructura hidráulica en la optimización del recurso hídrico en la comunidad de Millpo, Ayacucho.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacionales

Según [1] La presente tesis titulada: “Análisis geotécnico-económico comparativo entre diques construidos con materiales arcillosos y gravosos en el proyecto control de inundaciones del rio Cañar” de la facultad de Ingeniería.

Objetivos: Realizar el análisis del proceso constructivo según la geotecnia de los diques con el propósito de hallar el más adecuado posible y así adaptarlo al proyecto de investigación.

Método: El método a utilizar es el experimental mediante la construcción de cuatro diques a escala real los cuales tendrán distintas cantidades de materiales al igual que las especificaciones constructivas con el fin de hallar el dique mas conveniente que cumpla con la estabilidad, bajo nivel económico y facilidad de construcción.

Conclusiones:

De acuerdo al estudio realizado se concluyó ser de vital importancia el procedimiento adecuado para una construcción adecuada siguiendo el continuo proceso:

- Desbroce de terreno
- Retiro de la capa vegetal
- Excavación y preparación del material en los prestamos
- Transporte del material
- Colocación y conformación en capas del material en el terraplén
- Compactación

Siendo estos precisos para el buen comportamiento estructural.

Se obtuvo como conclusión que los materiales deben ir en capas de 30 cm de espesor compactadas en cada proceso, el contenido de humedad optimo dentro

del rango 0 al $\pm 3\%$ y una densidad seca del 95% de campo con respecto a la densidad seca máxima de laboratorio, según los ensayos realizados para arcillas, gravas y mezclas.

- De acuerdo a los resultados se muestra que las arcillas son de media a baja plasticidad (CL), con IP entre 15 y 16 y una permeabilidad promedio $K = 2.09 \times 10^{-7} \text{ cm/seg}$ por lo cual se concluyó que era una arcilla óptima ya que es plástica y con una permeabilidad baja evitando el agrietamiento y el sifonamiento mecánico.

El material granular es grava limosa con una tasa de infiltración $f = 7,17 \times 10^{-3} \text{ cm/seg}$ deduciendo que es muy permeable por lo tanto solo se uso para el espaldón en diques con pantalla o núcleo de arcilla y como materiales filtro.

Según [2] La presente tesis titulada: “Estabilidad de taludes en presas de tierra y enrocamiento” de la facultad de Ingeniería.

Objetivos: El análisis de la estabilidad de las presas de tierra y de roca, definición de materiales que se emplearan en la construcción

Para la construcción de presas de tierra y de roca se estudiará los materiales de construcción al igual que la etapa de construcción siguiendo todas las etapas en forma ordenada, de acuerdo a los nuevos avances de la mecánica de suelos y la técnica desarrollada en nuestro país.

Método: Se abordara los principios generales de diseño y construcción de cortinas de tierra y enrocamiento, explicado a un nivel que los ingenieros que no están especializados en la mecánica de Suelos le pueda ser de mucha ayuda como una guía en el criterio general para así poder resolver problemas que se planteen tanto en el diseño como en la construcción de presas de tierra y enrocamiento para poder emplear un conocimiento de la rama incluido el criterio con respecto a los materiales hasta las maquinarias a emplear al igual que la construcción, debido a que existe un 70% de cortinas que han caído dentro de nuestro país.

Conclusión: mediante un buen diseño de presas de tierra se debe garantizar su estabilidad y su seguridad ante diferentes tipos de falla, como: la tubificación, agrietamiento transversal, la licuación y el deslizamiento de los taludes, porque están ligadas a las propiedades mecánicas de los materiales que conforman el cuerpo de la presa y la cimentación, por lo tanto, el ingeniero debe conocer estas propiedades cuantitativamente para analizar el comportamiento mediante el tiempo.

la información geotécnica del lugar es un elemento indispensable. debido al gran número de factores que lo afectan resulta dificultoso poder clasificar los valores de las propiedades mecánicas, por lo tanto es necesario llevar a cabo un programa de ensayos de campo y laboratorio para así obtener los valores numéricos de cada caso.

Según [3] La presente tesis titulada: “Estudio de estabilidad de los taludes de las presas del proyecto Pacalori, teniendo en cuenta la acción sísmica” de la facultad de Ingeniería.

Objetivos:

- El análisis del coeficiente pseudoestático horizontal de diseño
- Cálculo de la estabilidad del talud del proyecto
- analizar los factores de seguridad mínimos con el fin de compararlos con la norma española.
- Dando como objetivo general la definición del analizar la estabilidad del talud en los tres estados de carga antes una acción sísmica.

Método: Para el análisis de la estabilidad se utilizó el método del Equilibrio Limite, con el fin de comparar si existe o no la posibilidad de que el mecanismo de falla propuesto llegue a presentarse. se considera que la falla ocurre por el deslizamiento del suelo siendo este un cuerpo rígido en la superficie supuesta y el desarrollo de la máxima resistencia a la cortante.

La estabilidad se determina a través del factor de seguridad, la cual la cual se interpreta el tope de la reducción de la resistencia a la cortante del suelo.

Conclusión: La obtención del coeficiente pseudoestático horizontal, según donde se encuentra ubicado el proyecto, como reacciona la zona ante un sismo, por lo tanto, se concluyó utilizar un periodo de retorno de 475 años. Se utilizó la Norma Ecuatoriana de la Construcción considerando aceptable para el proyecto con una aceleración máxima en roca de 0.30g, el cual da como resultado un coeficiente sísmico horizontal de 0.15 ($k_h = 0.15$), el cual se encuentra dentro del rango [0.1-0.2].

Para el cálculo del factor de seguridad mínimo se aplicó el diseño de taludes de la presa Chojampe 2, con un talud aguas arriba de 1H:3V y aguas debajo de 1H:2.75V, con un drenaje de colchón estable, seguro y económico considerando la acción sísmica.

Según [4] La presente tesis titulada: “Diseño de la rehabilitación del dique del río Cauca entre el km 18+925 a km 19+025 empleando cuatro materiales disponibles en la ciudad de Cali” de la facultad de Ingeniería.

Objetivos:

- Estudiar las canteras disponibles en la ciudad de Santiago de Cali como materiales para la construcción de diques.
- Evaluar el comportamiento geotécnico del dique en las condiciones actuales.
- Evaluar las cuatro canteras en la rehabilitación del dique.
- Para el conjunto poder dar con el objetivo general el cual viene a ser el diseñar una propuesta de rehabilitación del dique de protección de inundaciones entre el km 18+925 y el km 19+025 de la margen izquierda del río Cauca.

Método: Esta se fundamenta en la normativa ASTM. Donde se emplea ensayos para determinar los materiales naturales que serán usados para la remodelación del dique en un tramo de 100 m a la orilla del río Cauca. Los cuales permiten determinar las propiedades y el comportamiento del suelo, estableciendo su granulometría, calculando la permeabilidad, la compactación y el corte directo.

Conclusión: Se utilizaron cuatro materiales finos para la construcción de diques de control de inundaciones. Los cuales tienen una plasticidad ($LL > 50$) están dentro del grupo de los limos elásticos de acuerdo al SUCS.

En cuanto al ensayo de compactación los cuatro tienen una humedad natural inferior a la humedad óptima (w_{opt}), con un favorecimiento en la compactación en campo.

Teniendo como resultado que los materiales cumplen con los requisitos de estabilidad macro y micro. Pero se debe emplear de igual manera el R_v para el refuerzo del dique puesto en comparación de los otros tres cumplió con los

factores de seguridad mínimo, resistencia a la erosión y un menor gradiente hidráulico.

2.1.2. Nacionales

Según [5] La presente tesis titulada: “Evaluación y análisis de la estabilidad de la presa Garrapon del centro poblado Garrapon-Ascope-La Libertad” de la facultad de Ingeniería.

Objetivos: La presente investigación tiene como objetivos evaluar la topografía y la mecánica de suelos definiendo sus características y tipos de presas de tierra que existen.

Se analizará mediante el método Bishop Simplificado para interpretar el cálculo de estabilidad de taludes aplicando el software Slide evaluando y analizando el comportamiento físico de la estructura de almacenamiento Presa Garrapon.

Método: Se realizó el cálculo de estabilidad empleando el software mediante el método de Bishop Simplificado tomando en cuenta una superficie de prueba y la masa de deslizamiento calculando las fuerzas y los momentos motores en las dovelas para dar con el factor de seguridad mínimo.

Conclusión: La presa será constituida por rocas el cual cumplió con un factor de seguridad similares en condiciones estáticas como sísmicas, se consideró una losa de concreto con el fin de impermeabilizar la presa. Para el método de Bishop Simplificado solo se consideró el análisis de equilibrio de momentos y no el de fuerzas como es común en todas las ecuaciones de equilibrio

El material del suelo es de tipo limoso con intercalaciones de gravas pobremente graduadas por lo tanto la presa llega hasta la roca. Con respecto a la topografía es de tipo ondulada con relieves accidentados y fuertes pendientes.

Según [6] La presente tesis titulada: “Estudio hidráulico y de estabilidad de una presa de materiales sueltos sobre el río Callazas en la región de Tacna” de la facultad de Ingeniería.

Objetivos: Tiene como objetivos la evaluación y elección de las técnicas de construcción actuales para el proyecto.

Se evaluará de igual modo los datos obtenidos por el Análisis de Factibilidad. Se realizará el diseño preliminar de la presa al igual que sus elementos hidráulicos.

Método: Se utilizo materiales sueltos los cuales serían hallados en canteras cercanas analizando las filtraciones y estabilidad mediante el software GeoStudio realizando un análisis estacionario y transitorio mediante el programa SEEP con el fin de observar cómo actúa ante un desembalse. Para la estabilidad se usó el SLOPE para la construcción luego del desembalse y la reacción ante un sismo. Se realizo el análisis del aliviadero

Conclusión: Se concluye que 1782 MMC como volumen útil cumple con el 90% de garantía anual, teniendo como cota de corona para el núcleo 4373.5 msnm y para la estructura 4375.00 msnm.

Debido a la falla que se presentó en el desembalse se definió que la geometría inicial se tuvo que reformular en el talud aguas arriba con un aumento de 2H:1V a 2.5H:1V por lo tanto se planteó como solución el empleo de micropilotes como pantalla, una berma inferior con enrocado y/o disminución de la pendiente del talud.

Según [7] La presente tesis titulada: “Diseño hidráulico y estructural de diques para el encauzamiento del rio Virú entre Zaraqe y Tomabal, provincia de Virú- departamento de La Libertad” de la facultad de Ingeniería.

Objetivo: La realización de los estudios básicos como son: topografía, hidrología y geotecnia. Realizando el análisis de las características físicas y mecánicas del suelo con muestras del terreno hasta una profundidad de desplante permitiendo que pueda arrojar datos del tipo, perfil y capacidad de carga.

Al analizar el estudio hidrológico se podrá definir el caudal de máximas avenidas del rio Viru, periodo de retorno y el análisis de estabilidad.

Calculo hidráulico y diseño de diques. Realización de mapas de inundación para los tipos de periodos de retorno mediante el programa Hec-Ras v4.1.

Método: Se analizaron los puntos críticos mediante los estudios topográficos, se tomaron dos zonas teniendo como referencia el baden existente con un pendiente de 8.5%.

Se diseñaron 3 estructuras como los diques enrocados con sus especificaciones técnicas y su metrado correspondiente.

Conclusión: Mediante la topografía se estableció las pendientes (aguas arriba y aguas abajo) siendo como resultado 8.5%.

Mediante las cuatro calicatas del estudio de suelos se obtuvo como resultado: grava mal graduada (GP) sin finos y arena mal graduada (SP) con una capacidad admisible de suelo de 4.14 kg/cm² con un esfuerzo actuante de 0.47 kg/cm².

El caudal máximo obtenido de 382.95 m³/s para un periodo de 50 años. El ancho estable de 80 m.

El dique resulto ser estable ante cargas actuantes porque cumple con los factores de seguridad al volteo con un valor de $F_v=3.81>2$, al deslizamiento $F_d=7.73>1.5$ y factor de seguridad por asentamiento $Q_a=4.14\text{kg/cm}^2>0.47\text{kg/cm}^2$.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Ciclo del agua en la cuenca

Ciclo del agua

Este ciclo del agua comienza con la evaporación del agua de los océanos, lagos y ríos que posteriormente esta etapa forma las nubes las cuales al enfriarse caen a la tierra como lluvia, granizo o nieve para dar paso a la infiltración originando así los manantiales, ríos y lagos.

A continuación, se muestra el ciclo del agua:

Figura 2: Ciclo del Agua



Cuenca hidrográfica

Son aquellas que hacen que el agua que proviene de las montañas, del deshielo o de las lluvias, descienda por la depresión hasta llegar a un mismo río o incluso al mar. En algunos casos, si se trata de un valle encerrado por montañas, la formación acuífera será una laguna o lago.

Este espacio de territorio delimitado por la línea de las cumbres o también llamada "divisoria de aguas" colecta el agua superficial y subterránea vertiéndolas en un mismo río, es por ello que en las cuencas hidrográficas todo está relacionado, por ejemplo; si disminuye o desaparecen las plantas que cubren el suelo por la deforestación, sobrepastoreo o incendios, es posible que en épocas lluviosas se produzcan derrumbes y huaycos.

a) Comportamiento del agua en la cuenca

Cuando el suelo se humedece completamente, el agua discurre formando acequias, riachuelos y ríos.

La cantidad de agua que se infiltra en el suelo y la que discurre depende de la capacidad de infiltración, de la pendiente y de la cantidad de plantas que tenga el suelo.

Cuanto más plantas se tengan en el suelo mayor será la capacidad de infiltración. Cuando se conserva la parte alta de la cuenca se recargan las aguas subterráneas, así los manantes y los ríos no disminuyen y se mantienen todo el año. Las punas con sus pastizales, bofedales, lagos y lagunas, actúan como “esponjas” que retienen el agua.

b) Efectos del cambio climático en el ciclo del agua en la cuenca

A consecuencia del cambio climático, el ciclo del agua está cambiando, produciéndose:

- **Eventos climáticos extremos**

Actualmente en la sierra está ocurriendo un retraso de lluvia según su temporada, debido al aumento de lluvia torrencial viene ocasionando derrumbes, huaycos e inundaciones. Las nevadas son inesperadas, las sequías, granizadas y nevadas vienen con más intensidad.

- **Reducción de lluvias**

Actualmente en el Cusco las lluvias han ido disminuyendo cada año u aproximado de 12 litros por metro cuadrado.

- **Retroceso de los glaciares**

Actualmente los glaciares han ido disminuyendo calculándose que hasta el 2030 los nevados que se encuentren debajo de los 5000 msnm desaparecerían.

- **Disminución de las fuentes de agua**

Esta disminución de agua viene ocurriendo debido a consecuencia de la desaparición de los nevados, reducción de lluvias e incremento de temperatura al igual que la mayor evaporación.

- **Riesgo de sequias**

A consecuencia de una fuerte disminución de lluvia en el año esto también ocurre debido al cambio climático, lo que trae como consecuencia la aparición de sequias.

2.2.2. Siembra de agua

Se le entiende como la recarga artificial de acuíferos. Esta actividad aumenta el agua almacenada y por consecuencia contribuye a la circulación del agua. Se entiende como captar una parte del agua de la lluvia para este infiltre en el suelo, y así poder recargar los acuíferos. De esta manera habrá una reducción en las consecuencias negativas por la escasez de agua y desbordes en zonas bajas.

El agua para la recarga puede ser captado de la lluvia y la corriente de agua lo que generaría una recarga natural. Las pérdidas de riego ineficiente o fugas en tuberías de los sistemas de abastecimiento de agua vienen a ser un subproducto de forma incidental.

Esta recarga se le llama a la técnica de regulación y almacenamiento hidrogeológico la cual consiste en la infiltración de agua en un acuífero asegurando así una mejora en la calidad y la disponibilidad de agua en el subsuelo, mediante diversas técnicas previniendo las inundaciones y se pierda mediante la evaporación.

a) Formas de siembra de agua

Esta se puede dar de distintas formas cumpliendo el principal papel el cual es la disminución de la velocidad de la pérdida de agua de las lluvias en el suelo y se infiltre recargando así las aguas subterráneas.

Qochas: Es una técnica ancestral que permite almacenar agua de lluvia para la recarga y regulación hídrica en los acuíferos mediante la infiltración artificial, se viene implementando en las cabeceras de cuenca de las provincias altas de las regiones del Perú, tiene resultados a corto y mediano plazo y con el tiempo muchas de estas qochas temporales se convierten en qochas permanentes.

Esta práctica consiste en la construcción de diques rústicos en la salida de depresiones naturales secas o sobre lagunillas

temporales existentes, que permite elevar el nivel del espejo de agua incrementando la capacidad y volumen de almacenamiento, es una práctica sencilla y económica, para su construcción se utilizan materiales rústicos disponibles en la zona como piedras, terrones de tierra con pasto (champas), tierra compactada y está al alcance de pequeños agricultores de subsistencia, así como organizaciones comunales de los andes.

Las principales funciones que cumple son; recuperación y disponibilidad de agua en las manantes aguas abajo principalmente en la época de estiaje beneficiando a familias ubicadas en la parte baja de la cuenca, controla la velocidad de esorrentía contribuyendo en la disminución de erosión del suelo, contribuye en la recuperación de pastos naturales en el área de influencia y conservación de la flora y fauna silvestre, genera condiciones para abrevaderos de vacunos, camélidos y otras crianzas.

Asociada con otros componentes como: la construcción de zanjas de infiltración, clausura de praderas naturales, reforestación con plantas nativas y resiembra de pastos naturales, funciona como todo un sistema contribuyendo al afianzamiento hídrico de la cuenca. Se ha identificado qochas de siembra que son de alta infiltración importantes para la recarga y las qochas de cosecha son de almacenamiento o mínima infiltración y mantiene por periodos más prolongados agua superficial cuyo uso es para que los animales puedan abrevar. [8]

Zanjas de infiltración: Para el diseño, construcción y mantenimiento de las zanjas se tienen las siguientes consideraciones:

- El agua que es captada de las lluvias debe ser menor o igual a la que capta y absorbe la zanja.
- La pendiente determinará el espaciamiento entre zanjas, mientras mayor sea la pendiente menor será la distancia.

- En zonas de pastoreo se deben dejar tabiques con un ancho adecuado para facilitar el paso de los animales y evitar el deterioro de las zanjas.
- El mantenimiento será realizado mediante la limpieza del material arrastrado por el agua, con el fin de aumentar su vida útil.
- Las plantaciones forestales de especies nativas (qolle, chachacomo, entre otros) sobre el camellón de la zanja, ayudarán a infiltrar el agua y estabilizarán los taludes.

Figura 3: *Planta qolle*



Figura 4: *Planta chachacomo*



Reforestación: Es el establecimiento de especies arbóreas o arbustivas, nativas o exóticas, con fines de producción, protección o provisión de servicio ambientales, sobre suelos que pueden o no haber tenido cobertura forestal. [9]

Revegetación: Es cubrir con plantas en especial de especies nativas, espacios que fueron deforestados, en su mayoría en labores petroleras. En estos espacios, no es conveniente reforestar con especies de gran tamaño, ya que usualmente el trabajo se lo hace sobre el derecho de vía, que es el espacio que debe respetarse para el mantenimiento de cierto tipo de infraestructura, especialmente oleoductos. [10]

Bofedales: Es un humedal de altura, y se considera una pradera nativa poco extensa con permanente humedad. Los vegetales o plantas que habitan la bofedral reciben el nombre de vegetales hidrofíticos. Las bofedales se forman en zonas como las de los macizos andinos ubicadas sobre los 3.800 metros de altura, en donde las planicies almacenan aguas provenientes de

precipitaciones pluviales, deshielo de glaciares y principalmente afloramientos superficiales de aguas subterráneas

Ya es tiempo que nos preocupemos de los recursos hídricos, porque son importantes para todos los seres vivos y no cabe duda que cada región tiene como tesoros a sus lagos, ríos, lagunas y bofedales. [11]

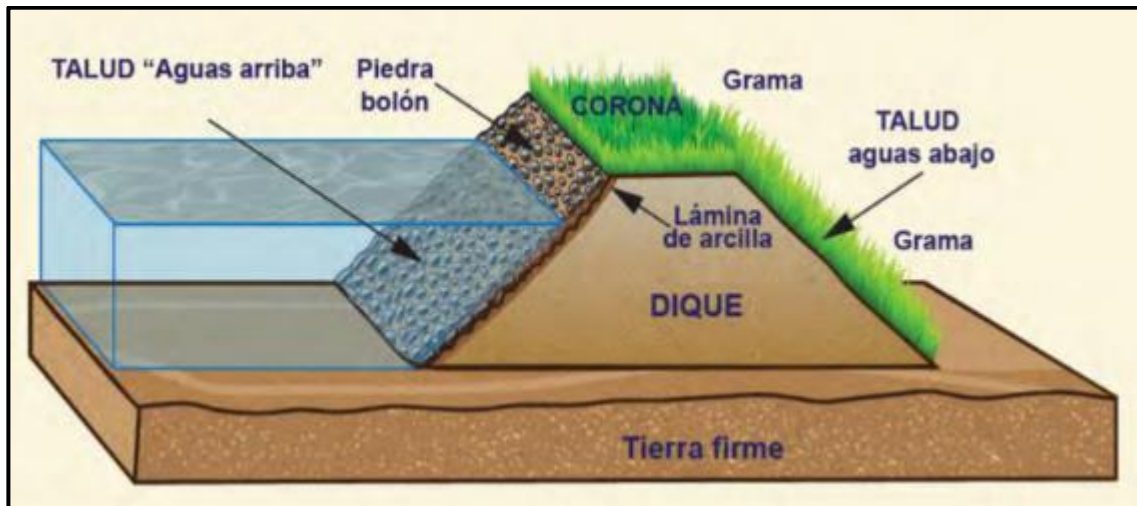
Amunas: Consiste en captar las aguas que se producen por el escurrimiento de las lluvias en las alturas, arriba de los 4.400 msnm, a través de acequias y llevarlas hasta zonas previamente identificadas donde hay rocas fisuradas o fracturadas de la montaña. Al ingresar a la roca, el agua se desplaza lentamente dentro de ella para aflorar, meses después, por los manantiales (ojos de agua o puquios) y arroyos que están entre 1.500 y 1.800 metros más abajo. Para que las amunas puedan funcionar es indispensable la existencia de la comunidad, pues constituye un factor fundamental para el trabajo, tanto en el aspecto físico como de organización de este proceso de siembra, cosecha, conducción e infiltración del agua de lluvia en la montaña, para recargar “humanamente” los acuíferos. [12]

2.2.3. Dique

Es una estructura que tiene de ubicación a lo largo de un curso de agua, esta tiene como fin el proteger de las inundaciones que puedan ocurrir. El material a utilizar puede ser de roca, suelo cohesivo compactado o concreto cumpliendo la estabilidad para prevenir los efectos del agua.

Estos diques se construyen en forma de trapecio invertido teniendo como elementos la corona, talud aguas arriba (lado húmedo) y talud aguas abajo (lado seco).

Figura 5: Partes de un dique



Fuente: Guía de selección de sitio y construcción RESERVORIOS

La importancia de los elementos depende del tipo de dique. En caso de tratarse de un dique de río se prioriza los elementos internos como la tubería debido a que está expuesto a un periodo de tiempo relativamente largo con altos niveles de agua, y en caso de un dique de mar la duración de carga es más corta con un alto grado de oleaje por lo tanto se prioriza los elementos externos como la altura de la corona y el revestimiento.

Estos elementos proporcionan y garantizan estabilidad en la corona a la vez en la estructura de tierra.

Elementos de un dique:

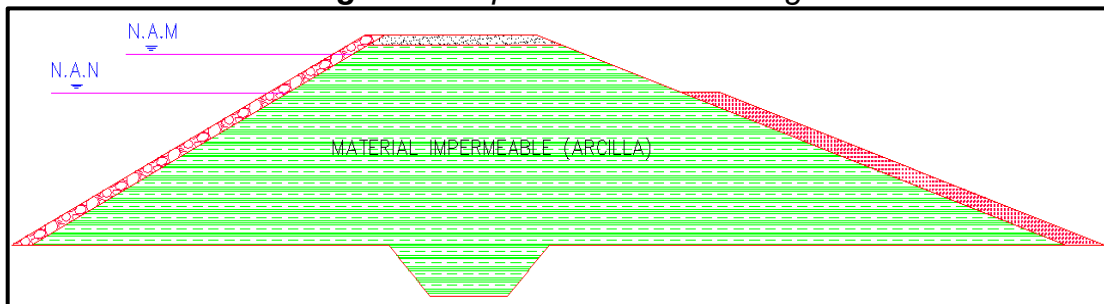
- a) **Dique:** Muro construido a base de tierra que se excava formando el vaso para almacenar el agua de lluvia soportando la presión del agua. El tipo de suelo sirve para el cálculo evitando así la tubificación en el dique.
- b) **Corona:** tiene la función de prevenir el desborde por lo tanto se debe tener en cuenta el factor de seguridad en la altura y la base.
- c) **Talud "Aguas arriba":** Es la parte interna de dique, la que se encuentra en contacto con el agua almacenada. Tiene la función de soportar la carga hidráulica dada por el nivel de agua constante.
- d) **Talud "Aguas Abajo":** Es la parte externa del dique. Tiene la función de proporcionar estabilidad a la estructura.

a) Clasificación de diques

Los diques hechos a base de material local se clasifican en tres grupos, solo depende del material del cual estén constituidos.

a) **Secciones homogéneas:** su constitución es de un solo tipo de material puede ser de arcilla, arena arcillosa, limo, arena, etc. También puede tener rocas en la cara húmeda y no necesariamente esta contribuirá en la estabilidad de la presa al igual este tipo tiene recubrimiento a base de capa vegetal la cual tiene como fin el proteger los taludes e la parte seca.

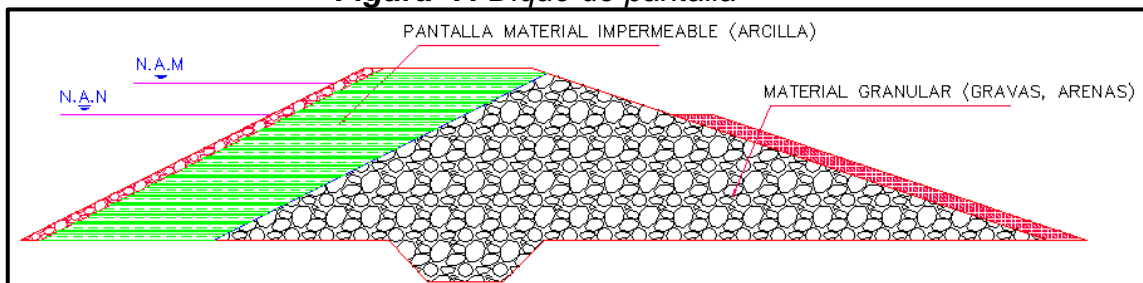
Figura 6: Dique de sección homogénea



b) **Secciones graduadas:** Estos se caracterizan porque están constituidos por varios materiales cada material con cantidades similares; a la vez estos se dividen en diques de pantalla y de núcleo, según el orden de los materiales:

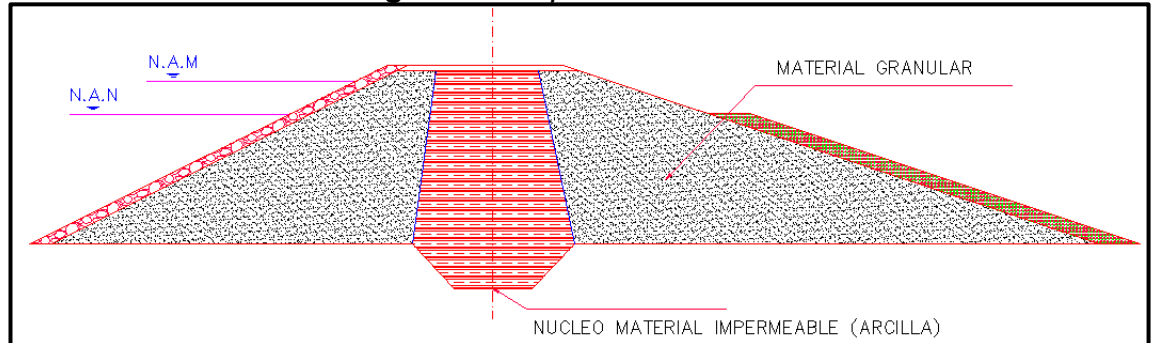
- **De pantalla:** Cuando los materiales están colocados en el lado húmedo tal como se muestra la figura:

Figura 7: Dique de pantalla



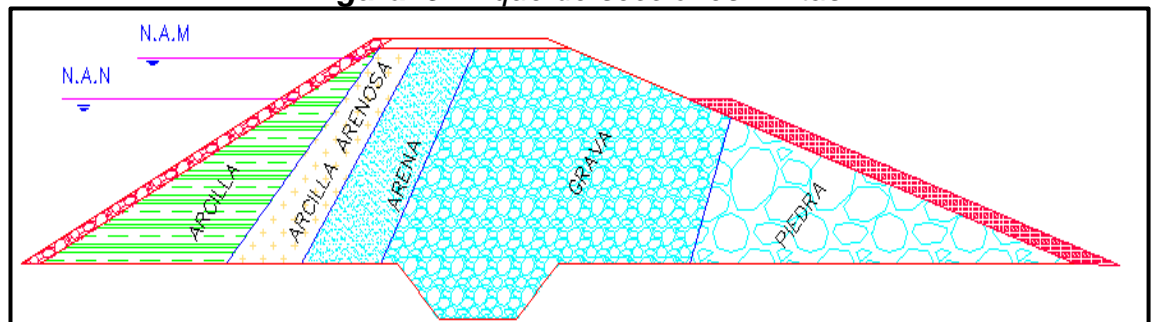
- **De núcleo:** Cuando los materiales están colocados en el centro del dique y están protegidos por materiales permeables tal como se muestra la figura:

Figura 8: Dique de núcleo



- c) Secciones Mixtas:** Estos están constituidos por dos tipos de materiales; impermeable y resistente teniendo capas de filtro entre uno y otro.

Figura 9: Dique de secciones mixtas



2.2.4. Criterios preliminares de diseño

Para el diseño preliminar de los diques se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Altura de dique:** Es determinado principalmente basándose en el estudio hidrológico, analizando el nivel de agua que puede almacenar la qocha cuando se produzca una crecida máxima. Tomando en cuenta también el borde libre, que es la distancia vertical medida desde la cota de la corona a la cota del nivel de aguas normales.

La altura del dique establecido en el diseño del proyecto de la qocha es de 2.80m.

- b) Ancho de la corona:** Mucho depende de la altura de la presa (H) (m) como se muestra en la siguiente:

Tabla 1: Ancho de corona en función de la altura de dique

Altura de la presa (H) (m)	Ancho de la corona (m)
$H \leq 15$	4
$15 < H \leq 30$	5
$H > 30$	> 5

Existiendo otros métodos como los que están en función del caudal de descarga; si el caudal de descarga es menor a $500 \text{ m}^3/\text{s}$, el ancho de corona será 4m. y si los caudales de descarga se encuentran 500 y $2000 \text{ m}^3/\text{s}$, se tomaran como ancho de corona 5m.

Por lo tanto, teniendo en cuenta el caudal de la qocha que es $0.38 \text{ m}^3/\text{s}$ deducimos que el ancho de corona es 3.50 m.

- c) Taludes laterales:** Se toman en cuenta la altura de dique, el tipo de material, tipo de cimiento y las fuerzas que actuaran sobre los taludes sin embargo el valor más predominante de la pendiente es el cálculo de la estabilidad, realizando la comprobación mediante un valor supuesto. El siguiente cuadro que se mostrara, está dado para presas homogéneas de suelos arcillosos sobre cimientos rígidos.

Tabla 2 : Pendientes de taludes en función de la altura de dique

Altura de la Presa (H) (m)	Pendiente de los Taludes	
	Lado Húmedo	Lado Seco
$H \leq 10$	1V:2H	1V:1.5H
$10 < H \leq 15$	1V:2H – 1V:2.5H	1V:1.5H – 1V:2H
$15 < H \leq 30$	1V:2.5H – 1V:3H	1V:2H – 1V:2.5H
$30 < H \leq 50$	1V:3H – 1V:3.5H	1V:2.5H – 1V:3H
$H > 50$	1V:4H – 1V:5H	1V:3.5H – 1V:4H

La siguiente tabla está basada en función del tipo de suelo:

Tabla 3: Pendientes de taludes en función del tipo de material del dique

Clasificación de suelos	Pendiente de los Taludes	
	Lado Húmedo	Lado Seco
GW, GP, SW, SP	No Adecuado	No Adecuado
GC, GM, SC, SM	1V:2.5H	1V:2H
CL, ML	1V:3H	1V:2.5H
CH, MH	1V:3.5H	1V:2.5H

d) Revestimiento de taludes: Se necesita proteger de la erosión y de las filtraciones de agua debido a los materiales que se utilizan. Se debe tener en cuenta estos factores para determinar el tipo de revestimiento:

- Fluctuaciones del nivel de embalse
- Material del dique
- Condiciones climáticas
- Importancia de la obra

En caso de revestimientos en lado húmedos suelen ser de:

- Enrocamiento
- Losas de hormigón
- Hormigón asfáltico

- Estabilización con cemento

El revestimiento en el lado seco existe solo dos tipos de revestimiento:

- Capas de grava y piedras
- Capa vegetal

2.3. Definición de términos

- **Cuenca:** Es un territorio en el que sus aguas llegan a un río mayor, un lago o un mar, se filtran o se evaporan. Una cuenca también es un valle o una zona hundida y rodeada de montañas.
- **Manantial:** Una fuente natural de agua que brota de la tierra o entre las rocas. Van ligados a la presencia de niveles impermeables en el subsuelo, las cuales impiden que el agua se siga infiltrando y la obligan a salir a la superficie.
- **Depresión:** Es un área o una zona que se caracteriza por poseer una altura menor que las regiones a su alrededor y en algunos casos por encontrarse bajo el nivel del mar. Puede estar por completo cubierta por agua o por el contrario, tratarse de una región seca (algunas veces incluso árida).
- **Acuífero:** Es una estructura subterránea que alberga agua. Llamados también reservorios de agua que se encuentran por debajo de la superficie terrestre.
- **Agua Superficial:** Es la proveniente de las precipitaciones, que no se infiltra ni regresa a la atmósfera por evaporación o la que proviene de manantiales o nacimientos que se originan de las aguas subterráneas.
- **Agua Subterránea:** Es el agua almacenada proveniente de ríos o lagos el cual desemboca a las capas de la tierra. esta es la que brota llegando a la superficie para formar una fuente.
- **Deforestación:** Es la destrucción de la cubierta vegetal de una zona, debido a la tala impulsada mediante la industria maderera.
- **Sobrepastoreo:** El sobrepastoreo se produce cuando las plantas están expuestas al pastoreo intensivo durante largos períodos, o sin períodos suficientes de recuperación. Puede ser causado por el ganado en las aplicaciones agrícolas mal gestionadas, o por sobrepoblaciones de animales salvajes nativos o no nativos.

- **Infiltración:** Es el proceso por el cual el agua en la superficie de la tierra entra en el suelo.
- **Acequias:** Zanja o canal pequeño que conduce agua básicamente para necesidades de riego.
- **Riachuelos:** Curso de agua de caudal mínimo pero que fluye con continuidad.
- **Pastizales:** Se llama pastizal a la superficie que se encuentra cubierto por pasto el cual crece de manera natural sin alguna intervención.
- **Bofedales:** Estas se forman en zonas de mayor altitud de 3800 m. donde se almacena las aguas de las precipitaciones pluviales, deshielo y afloramientos superficiales de aguas subterráneas.
- **Sequia:** Es el tiempo seco de larga duración donde el agua que se encuentra disponible está por debajo de los parámetros habituales y como consecuencia no satisface las necesidades del ser vivo.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

El diseño de la captación superficial influye en la optimización del recurso hídrico en la comunidad de Millpo, Ayacucho.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- a) El almacenamiento de agua influye en la optimización del recurso hídrico en la comunidad de Millpo, Ayacucho.
- b) La estructura hidráulica influye en la optimización del recurso hídrico en la comunidad de Millpo, Ayacucho.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de la variable

Variable Independiente (X): DISEÑO DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL.

Estructura que tiene el fin de regular el caudal de las aguas superficiales que se encuentran circulando o en reposo sobre la superficie de la tierra, las cuales forman los ríos, lagos, lagunas, humedales, etc, sean naturales o artificiales.

Teniendo como características:

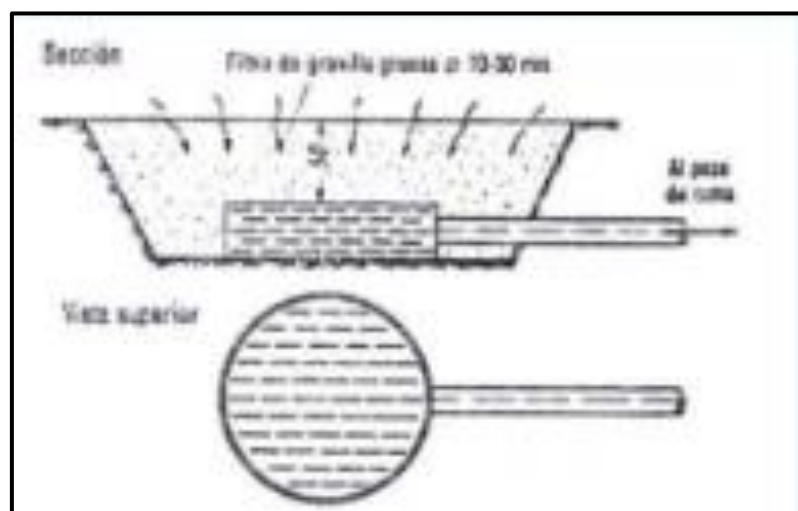
- El caudal para el cual fue diseñado debe ser mayor que el caudal del río.
- Debe estar lo más cercano posible la estructura de aprovechamiento.

Se cuenta con algunas formas de captación en ríos:

1) **Captaciones de fondo:** Consideraciones a tomar:

- Estabilidad del lecho
- Una navegación existente
- Nivel mínimo en verano

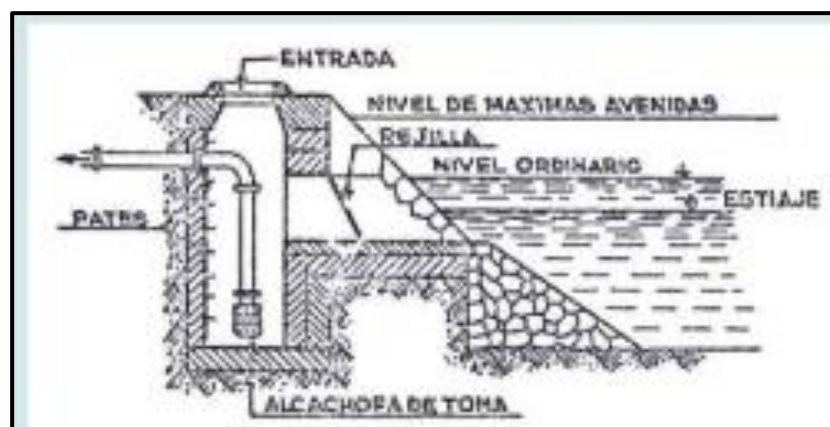
Figura 10: Toma fluvial de fondo



2) **Captaciones de orilla**

Estas captaciones se utilizan en ríos de fondo inestable, no es tan influenciada por niveles mínimos ni estabilidad de fondo.

Figura 11: Toma directa sencilla de un río normal.



3) Captaciones en canal derivado

Se deriva un canal del río para señalar las instalaciones que serán aprovechadas en los puntos que se encuentren más alejados.

4) Captación flotante o móvil

Esta captación se utiliza en caso la fuente de agua superficial tiene variaciones de nivel.

5) Muelle de toma

Solo se aplica en caso de ríos con variaciones substanciales del nivel de agua y se pueda a provechar los muelles, puentes, etc.

6) Pozos subálveos

Se consigue debido a la filtración natural por debajo del suelo teniendo en cuenta que la calidad de agua sea la mejor.

Variable Dependiente (Y): OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO.

En términos generales tiene como significado la capacidad de realizar algo de una manera más eficiente utilizando la menor cantidad de recursos.

2.5.2. Definición operacional de la variable

Variable Independiente (X): DISEÑO DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL

Es un sistema de captación superficial mediante el diseño de un dique y sus componentes para el aprovechamiento de las aguas de lluvias y así lograr un mayor desarrollo agrícola.

Variable Dependiente (Y): OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO.

Referido principalmente al mejoramiento de la eficiencia de las estructuras existentes que dan lugar a la captación del principal recurso básico (el agua) el cual será captado de la lluvia y así poder darle un uso adecuado en el sector agrícola.

2.5.3. Operacionalización de la variable

VARIABLES		
Variable Independiente	DIMENSIONES	INDICADORES
"X": DISEÑO DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL	D1: ALMACENAMIENTO DE AGUA	I1: Qocha I2: Zanja de Infiltración
	D2: ESTRUCTURA HIDRÁULICA	I1: Dique I2: Toma de Descarga I3: Aliviadero
	DIMENSIONES	INDICADORES
	D1: INSUFICIENCIA DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS	I1: Inseguridad Hídrica I2: Pérdida de Producción Agrícola I3: Incremento de Pobreza Rural
	D2: ESTUDIOS BÁSICOS	I1: Estudio Topográfico I2: Estudio Hidrológico I3: Estudio de Suelos
"Y": OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO	D3: DEMANDA HIDRÁULICA	I1: Cambio Climático I2: Tipo de Suelo I3: Gestión de Agua

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1. Método de Investigación

El método general de investigación fue el científico, lo cual constituirá un aporte a la comunidad campesina de Millpo, por lo tanto, significativo el utilizar como muestra la comunidad Millpo para la selección de información, Se está comparando la cantidad de almacenamiento del recurso hídrico sin estructura de captación superficial y con la existencia de la estructura llamada dique en la comunidad Millpo, distrito de Vinchos, Provincia Huamanga, Departamento Ayacucho.

3.2. Tipo de Investigación

El tipo de investigación fue aplicado. Debido a que se utilizara el conocimiento que fue adquirido en la etapa de aprendizaje implementando y sistematizando la aplicación en la investigación.

3.3. Nivel de Investigación

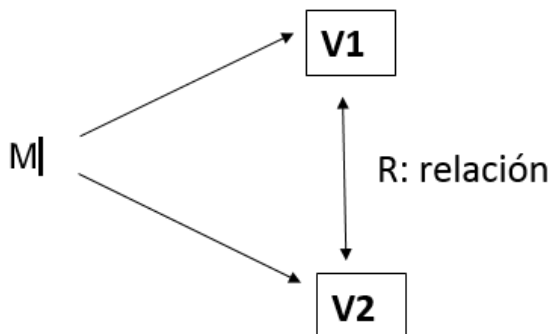
El nivel de investigación fue descriptivo y explicativo:

3.3.1. Descriptivo: Consta en describir mediante la observación el comportamiento y la realidad de la situación que se está abordando, planteando lo más relevante del hecho.

3.3.2. Explicativo: Busca analizar las causas que dieron origen a la situación estudiada analizando por qué y para que, para dar como resultado las conclusiones y confirmar la hipótesis propuesta.

3.4. Diseño de Investigación

El diseño de la investigación fue no experimental y transversal.



M: Muestra

V1: Variable Independiente: Diseño de Captación Superficial

V2: Variable Dependiente: Optimización del Recurso Hídrico

R: Prueba

3.5. Población y Muestra

Población

La población estuvo constituida por los diversos tipos de presas de tierra que existen en la cabecera de cuenca ubicadas en los “cuellos de botella” de las gochas formadas por la geología de la comunidad de Millpo.

Muestra

El tipo de muestreo es no aleatorio o dirigido, por lo tanto, la investigación estuvo basada solo en el dique de tierra hecha a base de material rocoso y material arcilloso los cuales serán obtenidos de canteras cercanas la cual se encuentra ubicada en la cabecera de cuenca de la comunidad de Millpo a una elevación de 4325.02 msnm entre las coordenadas UTM: Este 554496.79 Norte 8519755.59 siendo la longitud del dique de 30.00 ml. y la altura de 2.80 ml.

3.6. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Tabla 4: Técnicas e instrumentos de datos

TECNICA	INSTRUMENTO
Estudio Hidrológico	Características geomorfológicas, físicas
Estudio de suelos	Clasificación taxonómica
Estudio de Topografía	Reconocimiento del terreno, Levantamiento topográfico
Evaluación de talud de dique	Modelamiento con Software Slide

Fuente: Propia

3.7. Procesamiento de la Información

Estudio hidrológico

Ubicación geográfica

La investigación se encuentra ubicada en la cabecera de cuenca de la comunidad de Millpo a una elevación de 4325.02 msnm entre las coordenadas UTM: Este 554496.79 Norte 8519755.59 siendo la longitud.

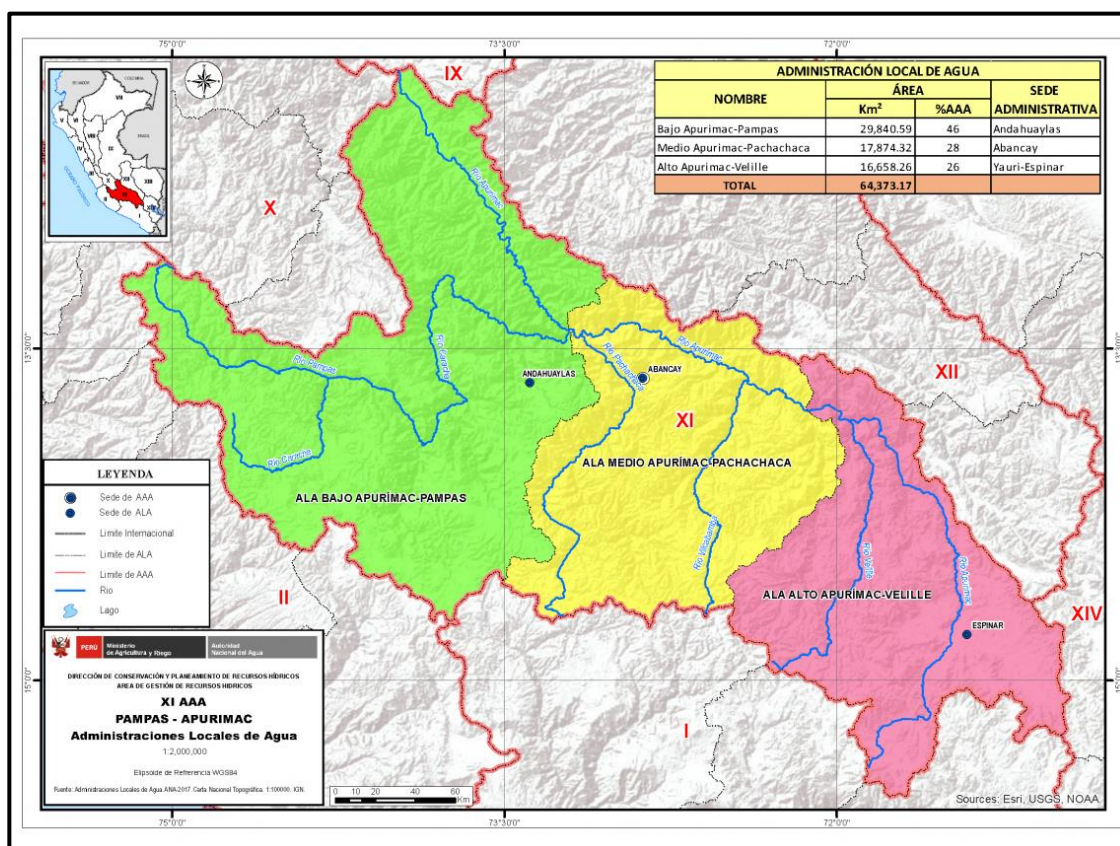
Ubicación política

- Región : Ayacucho
- Provincia : Huamanga.
- Distrito : Vinchos.

Ubicación Hidrográfica

- Cuenca : Rio Pampas
- Subcuenca : Paras

Figura 12: Ubicación de Cuenca Rio Pampas



Principales actividades económicas

Como principales actividades económicas que aportan un incremento del PBI regional son minería, manufactura, la agricultura.

- Agricultura: Los principales cultivos que se desarrollan en esta zona de proyecto son el maíz, papa, cebada, trigo y habas.
- Minería: según la INEI en el año 2007 hubo un incremento sustantivo de esta actividad como resultado de la explotación de la plata.

Situación actual

Características generales

Actualmente la qocha existente no abastece lo suficiente debido a que el aprovechamiento del recurso hídrico abastecido por las lluvias es captado mediante la infiltración del subsuelo; por lo tanto el subsuelo estaría actuando como una estructura natural a la cual le hace falta una estructura para el aprovechamiento útil y necesario de la comunidad y zonas agrícolas.

Los parámetros geomorfológicos de la sub cuenca que involucran la qocha ubicada en el sector de Millpo se detalla en el siguiente cuadro:

Estudio agrologico

Tabla 5: Vida Ecológica

LUGAR INTERVENCIÓN	SIMBOL O ZONAS DE VIDA	DESCRIPC ION ZONAS DE VIDA	TEMP PRO M MIN.	TEMP PRO M MAX.	TEMP PROMEDI O ANUAL	PRECIP PROMEDI O ANUAL	PROVINCI A HUMEDA D	PRECIP PROMEDI O MAXIMA ANUAL	PRECIP PROMEDI O MINIMA ANUAL	PISO ALTITUDIN AL	REGION LATITUDIN AL
Islacocha	Dmh-SaS	páramo muy húmedo - Subalpino o Subtropical	3	6	4.5	750	Perhúmedo	1000	500	Subalpino	Subtropical

Las especies más comunes en la vegetación natural son, arbusto semileñoso, resinoso, de sistema radicular profundo, muy poco exigente en suelos y plantas arbustivas semileñosas de raíces profundas, adaptable a suelos de laderas, entre las cultivadas tenemos a la papa, avena, pastos, cebada, haba, etc., sin riego.

a) Clima

En la estepa – Montano y bosque húmedo (e-M), se distribuye generalmente entre los 3000 y 4000 m.s.n.m. La temperatura promedio mensual para la zona de estudio, varía entre 9,7 °C (Julio) a 12,6 °C (noviembre), siendo el promedio anual de 10,39 °C.

La Cuenca del área de influencia es de bajas precipitaciones, las lluvias se concentran en los meses de verano desde diciembre hasta el mes de marzo con rangos de baja intensidad que excepcionalmente exceden los 280 mm de total mensual como fue el caso del mes de diciembre del 2015 en que se alcanzó los 280.60 mm por mes.

El tipo climático, factores geomorfológicos, hidrológicos y edáficos que dominan esta formación, han creado un medio ambiente bastante favorable para la agricultura andina al punto de que en dicha formación está ubicada una de las mayores áreas agrícolas de toda la cuenca alta.

b) Relieve y suelos

El relieve topográfico es dominante el micro ondulado, micro accidentado y muy micro accidentado con pendientes entre 10 a 25%, con áreas topográficas de colina baja, alta. Los suelos son con moderada profundidad, superficiales y muy superficiales, de textura predominante arcilloso, seguido por franco arcillo arenoso, con potencial de tierras aptas para cultivos andinos, forestación, reforestación con especies nativas y protección.

c) Vegetación

Siendo la vegetación cultivable básicamente integrada por papa, cebada, habas, pastos. La agricultura al secano alrededor de Huamanga queda reducido a 5 meses del año (Diciembre– Abril), suplementándose el resto del año, térmicamente favorable, con la práctica de riego debido a la discontinuidad de las lluvias, también existen arbustos del género polylepis, chocho, retama, y especies exóticas como eucalipto y pino en pequeños espacios.

d) Uso Actual y Potencial de la Tierra.

El uso agrícola y pecuario es la principal actividad en esta zona de vida. En la zona alta y media, un poco más secas se lleva a cabo una actividad agropecuaria con ganado vacuno, en forma extensiva. En la parte baja, aparece los sembríos de papa y forrajes como los pastos naturales.

Organización de beneficiarios

Los beneficiarios mediante el proyecto de investigación será un total de 95 familias comuneras con un área 6'630,340.0 has de tierras.

Geología – geomorfología

Las áreas occidentales de la zona en estudio están constituidas principalmente por rocas sedimentarias, mientras que en la central están conformadas por rocas ígneas intrusivas y extrusivas.

Los yacimientos de minerales metálicos se encuentran en lugares y zonas próximas a intrusiones ígneas ácidas, principalmente en la parte alta, en donde la asociación mineralógica representativa es plomo, zinc, cobre, plata y oro, entre

otros de menor proporción; en los alrededores se registra yacimientos mineros de explotación artesanal paralizada.

Las cimas de montañas y colinas fuertemente disectadas, constituyen áreas de alta vulnerabilidad, donde los suelos con alto grado de meteorización, sufren procesos erosivos importantes como derrumbes y deslizamientos que van modificando el paisaje en forma permanente.

En el área de estudio ocurren procesos geodinámicos con diferente intensidad, de acuerdo a la resistencia física de las unidades litológicas, siendo los de mayor importancia la erosión en cárcavas en laderas de colinas y montañas, que se inician en las cimas de montañas, erosión de riberas que afectan los taludes en los principales ríos y huaycos estacionales y escorrentía superficial en la base de las laderas. Todos estos procesos constituyen factores de gran dinámica que van modificando el paisaje actual de la región.

Hidrología de la Zona

El relieve de la cuenca es muy accidentado, quebradas bien pronunciadas y pendientes altas las que dan nacimiento a vertientes de los ríos principales, las cuales se caracterizan por ser poco estables, erosionan sus cauces, producto de sus altas pendientes, esto es característico de cuencas de cabecera.

Sobre los 3600 m.s.n.m., el terreno no presenta muchas colinas ni altas pendientes, pero son terrenos que presentan una ondulación alta y continua. Mientras que por debajo de los 3600 m.s.n.m., existen colinas altamente escarpadas, con numerosas quebradas y ríos son profundos formando ocasionalmente pequeños valles y planos, en los cuales generalmente se encuentran los terrenos cultivables de los pobladores.

Drenaje

Las áreas que presentan problemas de drenaje son pequeñas, ubicadas especialmente en áreas planas y hondonadas de la qocha; estas acumulaciones de agua son utilizadas por los comuneros para suministrar de agua a sus animales principalmente.

Estudios básicos de ingeniería

Hidrología

Hidrología de la cuenca del río Pampas

El Perú cuenta con tres vertientes las cuales son: el Pacífico, Atlántico y el Titicaca debido a la presencia de la cordillera de los Andes que atraviesa el territorio nacional. El río Pampa se encuentra dentro de la vertiente del Pacífico la cual cuenta con una extensión de 278,482 km² el cual representa el 22% de la extensión territorial del país. Esta vertiente se encuentra conformada por 53 ríos principales que se dirigen del Este a Oeste con una longitud de 2,560 km y un ancho de 110 km entre los 4000 y 6700 msnm, teniendo como origen el curso del agua para así descender por su vertiente hasta llegar a la desembocadura del océano pacífico.

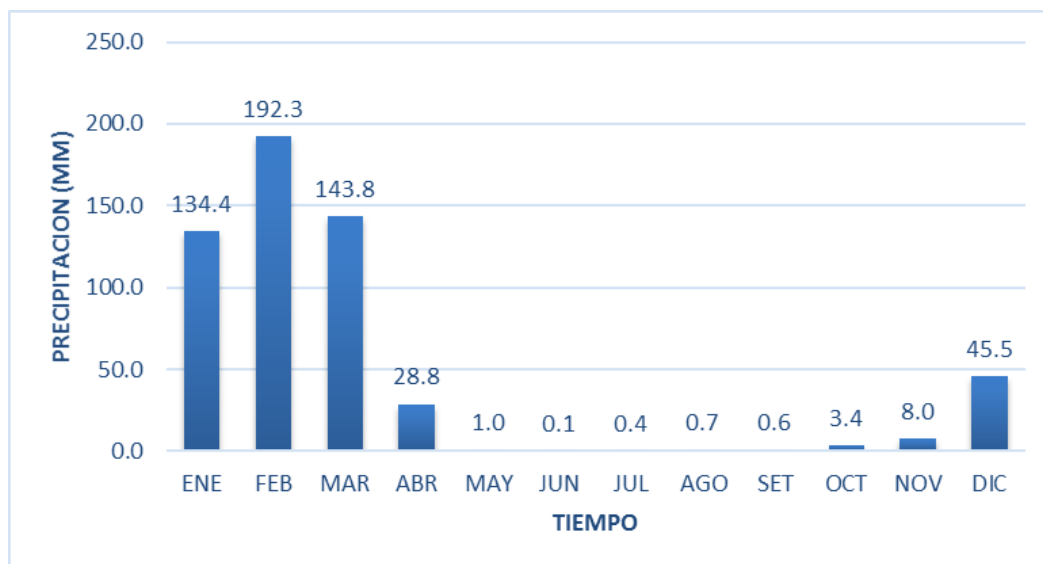
Vertiente	Cuencas	Superficie		Población	Agua
		Km ²	%		
Pacífico	62	278,482.40	0.22	0.70	0.02
Atlántico	84	957,822.50	0.75	0.26	0.98
Titicaca	13	48,910.50	0.04	0.04	0.00
		1'285,215.4	1	1	1

Información hidrometeorológica

a) Precipitación

Según la información dada por el Ministerio de Agricultura las características estacionales del clima en la subcuenca Paras, muestra principalmente la variación del régimen de la precipitación -promedio multimensual de la precipitación total mensual correspondiente al periodo 1985 – 2014 de cada una de las estaciones meteorológicas, asimismo se aprecia la uniformidad de variación de la precipitación. El comportamiento estacional de la precipitación de las estaciones estudiadas, de acuerdo a los periodos de lluvia, invierno y meses de transición, se detallan a continuación:

- El período de lluvias de mayor magnitud comienza a partir del mes de diciembre y se prolonga hasta marzo.



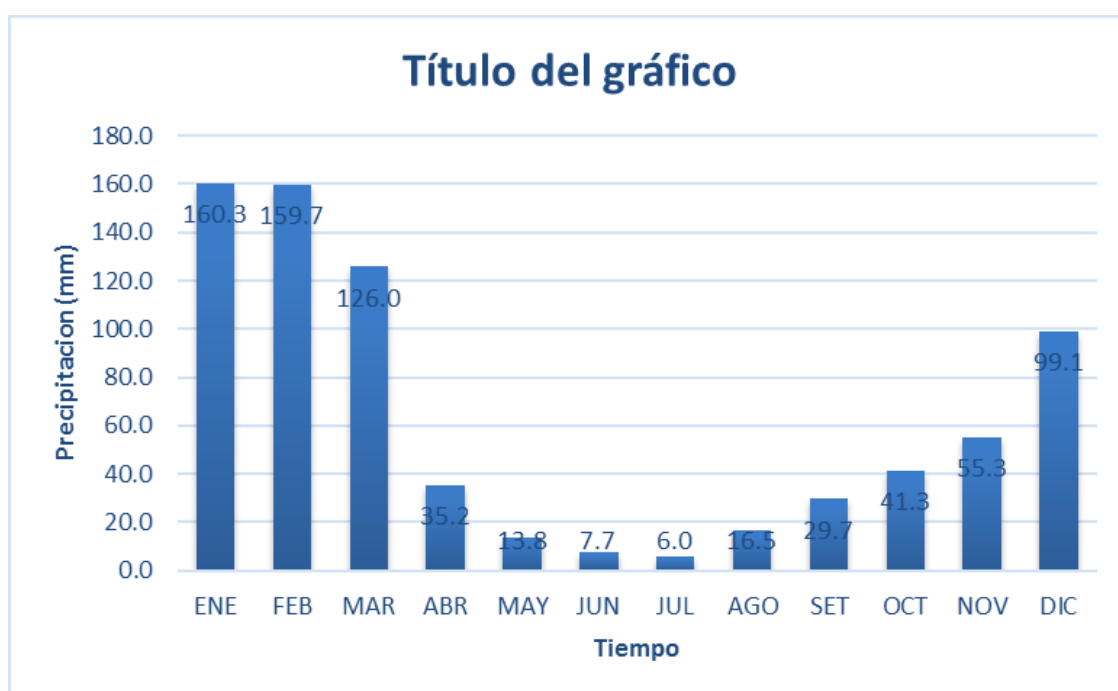
Fuente: Ministerio de Agricultura

Tabla 8: Precipitación promedio multimensual Vilcashuaman (1966-2014)

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL HISTORICA (mm)

Estación: Vilcashuaman

ÃÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
MEDIA	160.3	159.7	126.0	35.2	13.8	7.7	6.0	16.5	29.7	41.3	55.3	99.1	754.8
DESV STD	71.5	75.8	53.0	24.0	20.7	16.0	10.4	23.1	26.9	28.3	43.9	55.8	196.9
MAXIMA	346.4	329.7	231.9	78.8	120.9	85.8	55.0	104.8	125.2	143.0	220.4	260.1	1147.6
MINIMA	24.0	41.2	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4	369.9



Fuente: Ministerio de Agricultura

b) Temperatura

Según la información dada por el Ministerio de Agricultura los registros de temperatura adquirida del SENAMHI. La longitud de registro de temperaturas es menor a 10 años. Se manifiestan de tres niveles, como temperatura máxima, temperatura media y temperatura mínima, que en adelante se detalla cada una de ellas. Como se aprecia la distribución mensual es similar para todas las estaciones en estudio.

Tabla 9: Temperatura (°C) – Estación Huancapi

<i>Estación Huancapi Temperatura (°C)</i>												
Temperatura	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temp. Máx. (°C)	16.5	16.6	17.2	18.9	19.9	18.9	18.4	17.9	19.4	18.8	19.2	18.1
Temp. Mín. (°C)	3.0	3.6	0.5	-0.8	-3.6	-5.6	-5.8	-2.8	-2.9	0.2	1.9	3.0
Temp. Méd. (°C)	9.8	10.1	8.9	9.1	8.2	6.7	6.3	7.6	8.3	9.5	10.6	10.6

Fuente: Ministerio de Agricultura

Tabla 10: Temperatura (°C) – Estación Chilcayoc.

Temperatura	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temp. Máx. (°C)	20.9	22.2	20.2	20.4	20.8	21.0	20.8	23.0	22.8	24.6	25.2	25.6
Temp. Mín. (°C)	6.0	5.6	5.2	3.2	2.8	0.8	7.2	0.6	4.1	4.1	5.8	5.4
Temp. Méd. (°C)	13.5	13.9	12.7	11.8	11.8	10.9	14.0	11.8	13.5	14.4	15.5	15.5

Fuente: Ministerio de Agricultura

c) Análisis de Consistencia

Se realizó el análisis gráfico de los histogramas de precipitación total anual y mensual de cada una de las estaciones meteorológicas identificadas en la subcuenca Vinchos, encontrándose picos representativos en los registros históricos en las estaciones que se describen a continuación:

- En la Estación Huancapi se ha identificado un pico en el mes de febrero con un valor de 484.2 mm.
- En la Estación Chuschi se ha identificado un pico en el mes de diciembre con un valor de 334.2 mm.
- En la Estación Vilcashuaman se ha identificado un pico en el mes de enero con un valor de 346.4 mm.

Información meteorológica

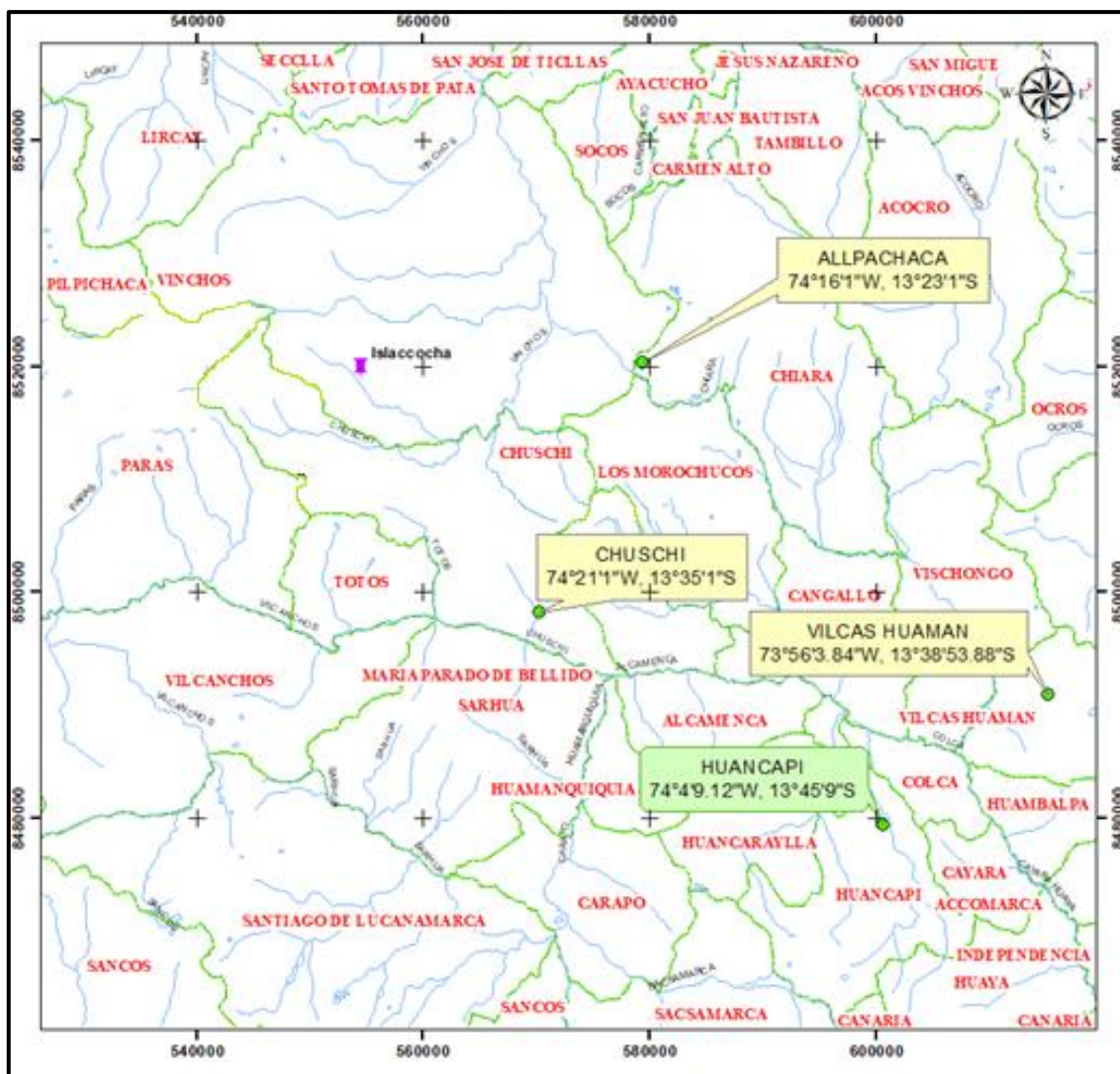
La información meteorológica empleada corresponde a los registros de la red de estaciones meteorológicas y pluviométricas a cargo del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) otorgada por el Ministerio de la Agricultura, que registran los siguientes parámetros meteorológicos: Precipitación diaria (mm), Precipitación Máxima en 24 horas Temperatura máxima, Temperatura Mínima.

Tabla 11: Información meteorológica

Nº	Estación	Localidad	Región	Latitud	Longitud	Altitud
1	Chuschi	Chuschi	Ayacucho	-13.5836	-74.3503	3160
2	Vilcashuaman	Vilcashuaman	Ayacucho	-13.6483	-73.9344	3656
3	Huancapi	Huancapi	Ayacucho	-13.7525	-74.0692	3120

Fuente: SENAMHI

Figura 13: Estaciones meteorológicas usadas en la investigación



3.8. Técnicas y Análisis de datos

Las técnicas y análisis de datos serán de tipo cuantitativo, ya que crea una base de datos las cuales serán procesados mediante un programa de software y office; Slide y Microsoft Excel respectivamente. Los cuáles serán de vital importancia debido a que permitirán organizar, describir y analizar los datos obtenidos.

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1. ESTUDIO HIDROLÓGICO

Para la información hidrológica se tomaron la información de los reportes históricos de los caudales máximos diarios, desde 1980 al 2014. Se tomaron en cuenta tres estaciones: Estación Chuschi, Estación Vilcashuaman y Estación Huancapi

4.1.1. Caudal de diseño (Q)

El cálculo del Análisis de Máximas Avenidas, tiene por finalidad; determinar los caudales máximos de diseños para diferentes periodos de retorno, estimaciones muy importantes para dimensionar las estructuras hidráulicas.

No disponiéndose de información sobre eventos extremos máximos (ya sea precipitación o caudales) en el ámbito de estudio, para este análisis de máximas avenidas se utilizó información de precipitación máxima en 24 horas, y luego de efectuar el análisis de frecuencias, y mediante el Método Racional, se determinará el caudal máximo de diseño para distintos periodos de retorno en los puntos de interés donde se ubicará la estructura hidráulica.

Para el análisis de máxima avenida, se utilizó información cartográfica de la cuenca, así como registros de precipitación máxima en 24 horas de las estaciones meteorológicas, correspondiente al periodo variable entre 1980 – 2014.

En realidad, este límite está dado por las características de las lluvias intensas en la zona y debe ser tal que la lluvia puntual se pueda considerar uniformemente distribuida en el área. La fórmula es:

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

Donde:

Q= Caudal (m³/s)

C= Coeficiente de escorrentía adimensional

I= Intensidad de la lluvia (mm/hora)

A= Área (has)

a) Secuencia de aplicación del Método Racional

1. Selección del periodo de retorno (Tr)

El tiempo promedio, en años, en que el valor del caudal pico de una creciente determinada es igualado o superado una vez cada “T” años, se le denomina Período de Retorno “T”. Si se supone que los eventos anuales son independientes, es posible calcular la probabilidad de falla para una vida útil de n años.

Para adoptar el período de retorno a utilizar en el diseño de una obra, es necesario considerar la relación existente entre la probabilidad de excedencia de un evento, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla admisible, dependiendo este último, de factores económicos, sociales, técnicos y otros.

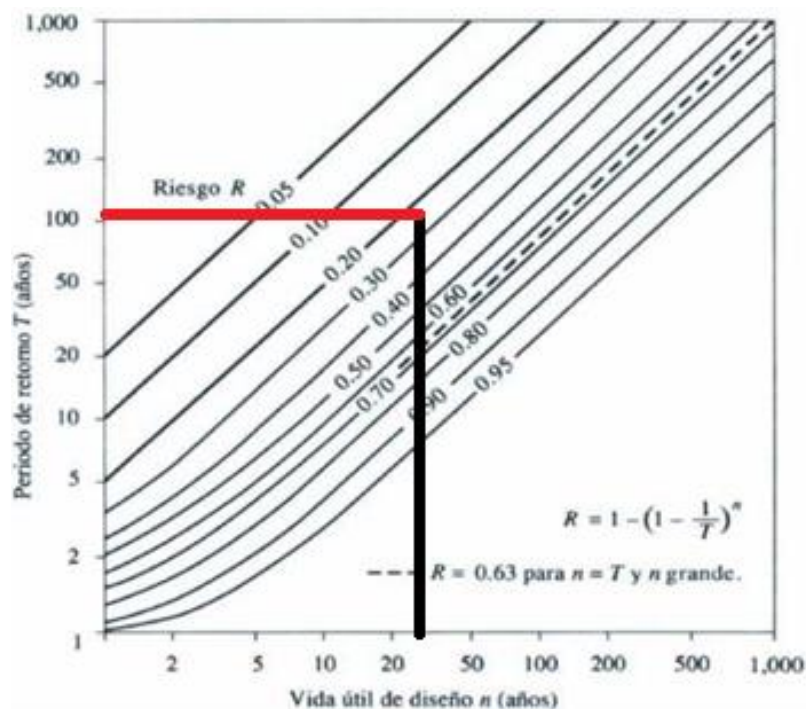
El criterio de riesgo es la fijación, a priori, del riesgo que se desea asumir por el caso de que la obra llegase a fallar dentro de su tiempo de vida útil, lo cual implica que no ocurra un evento de magnitud superior a la utilizada en el diseño durante el primer año, durante el segundo, y así sucesivamente para cada uno de los años de vida de la obra.

El riesgo de falla admisible en función del período de retorno y vida útil de la obra está dado por:

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

Si la obra tiene una vida útil de n años, la fórmula anterior permite calcular el período de retorno T , fijando el riesgo de falla admisible R , el cual es la probabilidad de ocurrencia del pico de la creciente estudiada, durante la vida útil de la obra.

Figura 14: Riesgo de excedencia del evento de diseño durante la vida útil



Reemplazando un riesgo de falla admisible R de 0.25 y la vida útil de 30 años.

$$T = \frac{1}{1 - (1 - 0.25)^{1/30}} = 104.78 \text{ años}$$

Se recomienda utilizar como máximo periodo de retorno; **100** años.

2. Determinación de Coeficiente de escorrentía (C)

El valor de C , depende de los factores topográficos, edafológicos, etc. En la investigación tomaremos el valor **0.4**.

3. Determinación de tiempo de concentración (Tc)

Desde la naciente hasta el punto de interés del dique.

Según Kirpich:

$$T_c = 0.00325 * \left(\frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \right)$$

Dónde:

T= tiempo de concentración (Horas)

L= longitud máxima a la salida (m.)

S= pendiente media del lecho (m/m.).

Según Temes:

$$T_c = 0.3 * \left(\frac{L}{1000} \right)^{0.76/S^{0.19}}$$

Donde:

T= tiempo de concentración (Horas)

L= longitud máxima a la salida (m.)

S= pendiente media del lecho (m/m.).

Según Bransby Williams:

$$T_c = 0.2433 * \left(\frac{L}{1000} \right) / A^{0.1 * S^{0.2}}$$

Donde:

T= tiempo de concentración (Horas)

L= longitud máxima a la salida (m)

A= Área de la recarga hídrica (ha)

S= pendiente media del lecho (m/m).

El valor tomado será el promedio de los tres métodos.

Tabla 12: Tiempo de concentración

Estructura	Área (Km ²)	Pendiente (m/m)	Tiempo de Concentración (horas)			
			Kirpich	Temes	Bransby Williams	Promedio
Islaccocha	9.55	0.068	0.110	0.29	0.16	0.187

Fuente: Elaboración Propia

4. Construcción de las curvas IDF

La construcción de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF), según diversos autores, plantean distintas formas o métodos para su construcción. Existen dos métodos; el primero, llamado de intensidad – período de retorno, relaciona estas dos variables para cada duración por separado, mediante alguna de las funciones de distribución de probabilidad usadas en hidrología.

Para la elaboración de las ecuaciones matemáticas y con el fin de representar la relación entre la intensidad, la duración y la frecuencia de las precipitaciones, se optó por la expresión:

$$I = \frac{K * T^m}{t^n}$$

Donde:

I = Intensidad de precipitación (mm/h)

T = Período de retorno (años)

t = Duración (min)

k, m, n = Parámetros a estimar a través de un análisis de regresión lineal múltiple.

Para obtener una expresión con la forma de un modelo de regresión lineal múltiple, se aplicaron logaritmos a la ecuación anterior, quedando de la siguiente manera:

$$\text{Log } I = \text{Log } K + m \text{ Log } T - n \text{ Log } D$$

O de otra forma:

$$Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2$$

Donde:

$$Y = \text{Log I } a_0 = \text{Log K}$$

$$X_1 = \text{Log T } a_1 = m$$

$$X_2 = \text{Log t } a_2 = -n$$

De esta forma, una vez calculados los coeficientes a_0 , a_1 y a_2 fue posible encontrar los valores de los parámetros k , m y n .

Proceso, distribución de probabilidades pluviométricas mediante Gumbel.

Tabla 13: Valores probabilísticos

Cálculo variables probabilísticas		
$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} =$	36.33	mm
$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} =$	16.33	mm
$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S =$	12.73	mm
$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha =$	28.98	mm

$$F_{(x)} = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$$

Tabla 14: Distribucion de probabilidades pluviométricas mediante Gumbel

N°	Año	Mes	Precipitación (mm)	
		Max. Precip.	xi	(xi - x)^2
1	1992	MAR	27.00	0.00
2	1993	ENE	24.30	6.92
3	1994	ABR	27.00	0.00
4	1995	MAR	29.80	8.23
5	1996	ENE	25.20	2.99
6	1997	ENE	28.40	2.16
7	1998	ENE	27.00	0.00
8	1999	FEB	22.60	18.75
9	2000	FEB	27.72	0.62
10	2001	MAR	30.42	12.18
11	2002	DIC	29.34	5.81
12	2003	ENE	23.30	13.18
13	2004	FEB	30.30	11.35
14	2005	DIC	30.60	13.47
15	2006	ENE	27.10	0.03
16	2007	ENE	25.20	2.99
17	2008	FEB	26.20	0.53
18	2009	JUL	21.80	26.32
19	2010	FEB	28.40	2.16
19		Suma	511.68	127.72

Periodo Retorno	Variable Reducida	Precip. (mm)	Prob. de ocurrencia	Corrección intervalo fijo
Años	YT	XT'(mm)	F(xT)	XT (mm)
2	0.3665	26.4929	0.5000	29.9370
5	1.4999	28.8470	0.8000	32.5971
10	2.2504	30.4055	0.9000	34.3583
25	3.1985	32.3748	0.9600	36.5835
50	3.9019	33.8357	0.9800	38.2343
100	4.6001	35.2858	0.9900	39.8730
500	6.2136	38.6368	0.9980	43.6596

Intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma.

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm/hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	1.247	1.358	1.432	1.524	1.593	1.661	1.819
18 hr	1080	1.513	1.648	1.737	1.626	1.933	2.016	2.207
12 hr	720	1.996	2.173	2.291	2.439	2.549	2.658	2.911
8 hr	480	2.545	2.771	2.920	3.110	3.250	3.389	3.711
6 hr	360	3.044	3.314	3.493	3.719	3.887	4.054	4.439
5 hr	300	3.413	3.716	3.917	4.171	4.359	4.546	4.977
4 hr	240	3.892	4.238	4.467	4.756	4.970	5.183	5.676
3 hr	180	4.590	4.998	5.268	5.609	5.863	6.114	6.694
2 hr	120	5.838	6.356	6.700	7.134	7.456	7.775	8.514
1 hr	60	8.981	9.779	10.307	10.975	11.470	11.962	13.098

Parámetros encontrados:

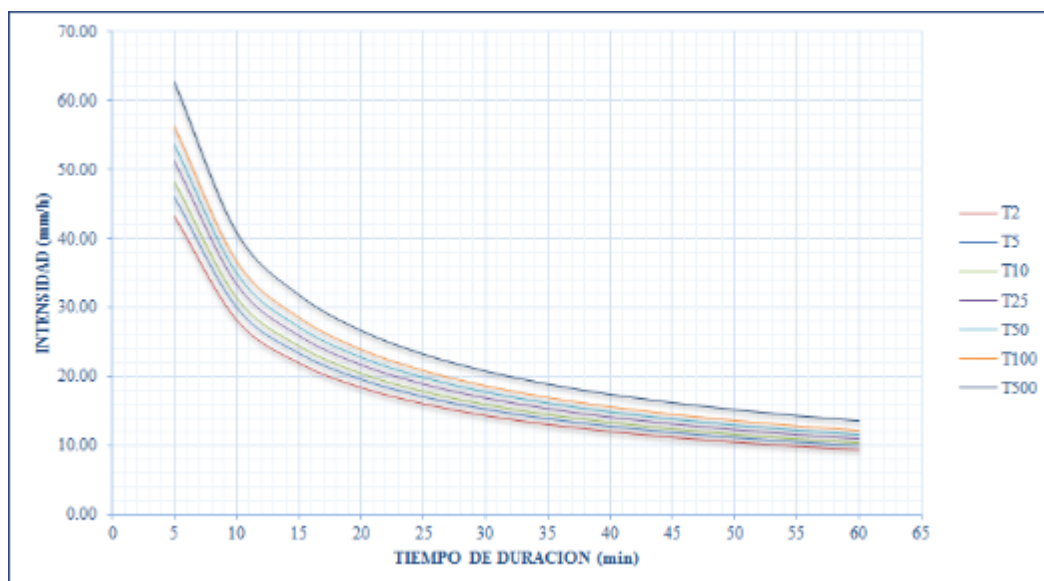
$$I = \frac{111.535 * T^{0.067}}{t^{0.619}}$$

Donde:
 I = intensidad de precipitación (mm/hr)
 T = Periodo de Retorno (años)
 t = Tiempo de duración de precipitación (min)

Tabla 15: Tabla de intensidades - Tiempo de duración

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Fre cuencia	Duración en minutos											
años	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	43.17	28.11	21.87	18.31	15.94	14.24	12.95	11.92	11.08	10.38	9.79	9.27
5	45.92	29.90	23.27	19.47	16.96	15.15	13.77	12.68	11.79	11.04	10.41	9.87
10	48.12	31.33	24.38	20.40	17.77	15.88	14.43	13.29	12.35	11.57	10.91	10.34
25	51.19	33.33	25.94	21.71	18.91	16.89	15.35	14.13	13.14	12.31	11.61	11.00
50	53.64	34.93	27.18	22.74	19.81	17.70	16.09	14.81	13.77	12.90	12.16	11.52
100	56.21	36.60	28.48	23.83	20.76	18.54	16.86	15.52	14.43	13.52	12.74	12.08
500	62.65	40.80	31.74	26.57	23.14	20.67	18.79	17.30	16.08	15.07	14.21	13.46

Figura 15: Curvas intensidad - duración -frecuencia (IDF)



Debido a que la subcuenca no cuenta con estaciones pluviométricas instaladas en su área se considera en los diseños el caudal máximo obtenido mediante el método racional para un periodo de retorno de 100 años, el periodo de retorno se ha calculado según la vida útil de la estructura y el porcentaje de riesgo a fallas.

En la cual se detalla en la Tabla 17, el caudal máximo de diseño para la estructura hidráulica mencionada (Aliviadero) en los puntos de interés.

Tabla 16: Caudal máximo de Diseño y Calculado

Qocha	Área (has)	Pendiente (m/m)	T.C. (horas)	C	Intensidad (mm/hr)	Qmax. Cal. (m3/s)	Qmax. Dis. (m3/s)
Islaccocha	9.55	0.068	0.187	0.4	34	0.38	0.418

Dando como resultado final el caudal máximo de diseño para la qocha Islaccocha 0.418 m3/s y el caudal máximo calculado 0.38 m3/s.

Características del dique

El dique de la qocha Islaccocha permite crear un embalse garantizando así la optimización del agua con el fin de uso de riego. A la vez esta permite definir el nivel de agua en el embalsamiento, útil y óptimo con fines de riego mediante la descarga.

Una vez alcanzada la máxima cota de coronación la cual es 4325.39 m.s.n.m. se tendrá el volumen de embalsamiento de 5,911.67 m3. A la vez se define el nivel de agua máximo operativo de embalsamiento el cual es 4324.89 m.s.n.m. (N.A.M.O.). teniendo así una longitud de 30.00 m. de dique.

DESCRIPCIÓN	DIQUE			ALIVIADERO m	DESCARGA		ÁREA DE EMBALSE (m2)	VOLUMEN DE EMBALSE (m3)
	LONGITUD m	CORONA m	ALTURA m		DIAMETRO mm	LONGITUD m		
Islaccocha	30.00	3.50	1.42	10	160	12	4,163.15	5,911.67

Descripción del área de recarga

Los parámetros geomorfológicos de la sub cuenca que involucran la qocha ubicada en el sector de Millpo se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla 17: *Parametros Geomorfológicos de la subcuenca*

Estructura	Área (Km ²)	Longitud del cauce (m)	Cota (msnm)		Desnivel (m)	Pendiente (m/m)	Tiempo de concentración (horas)			
			Máx.	Min.			Kirpich	Temes	Bransby Williams	Promedio
Islacocha	9.550	488	4353	4320	33	0.068	0.110	0.290	0.160	0.187

Analizando las condiciones hidrológicas se pudo prevenir que el llenado sea menos crítico y dependiendo del periodo del año, se deduce en un mes en caso de avenidas.

4.2. Topografía

La zona en la que se realizaron los estudios topográficos, presenta la siguiente configuración:

- **Eje del Dique:** zona de llana a ondulada ligera en las quebradas de las captaciones Chicllarazo y Apacheta, lugar donde drenan las aguas de la parte alta de toda la cuenca del rio Cachi y rio Chicllarazo.
- **Canteras de piedra y arcilla:** El lugar se sitúa en la parte alta circundante al vaso de la qocha, los terrenos con un terreno con pendiente pronunciada a ondulada suave.

La topografía de la zona de investigación fue proporcionada por el Ministerio de Agricultura. La topografía de la zona se utilizó para obtener la siguiente información: generación de las curvas de nivel, perfiles longitudinales, secciones transversales, etc.

Los planos realizados fueron los siguientes:

- Plano topográfico o de planta se observan las curvas de nivel a cada 1.0 m donde se ubican la qocha, el dique, el aliviadero y la toma de descarga. Ver plano PT-01
- Plano de perfil longitudinal de dique a escala 1:100: Ver plano PP-01.
- Plano de secciones transversales a escala 1:100. Las secciones se hicieron cada 5.0 m. en la sección del dique las cuales nos muestran la configuración de la estructura. Ver plano ST-01.

4.3. Estudios Geotécnicos

4.3.1. Clasificación del tipo de suelo

Información obtenida fue facilitada mediante el Ministerio de Agricultura obtenida por el ANA (Autoridad Nacional del Agua).

Cuadro N° V-1
CANTERAS DE MATERIAL IMPERMEABLE
CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

DESIGNACION DE AREA : CIMENTACION Y CANTERA IMPERMEABLE

EXCAVACION N°	MUESTRA N°	PROFUNDIDAD m	GRANULOMETRIA: % EN PESO QUE PASA LA MALLA N°				LIMITES DE CONSISTENCIA			CLASIFI. CACION SUCS				
			4	10	20	40	50	60	100		200	L L	L P	I P
CIMENTACION DIQUE LATERAL														
C-Cd3	1	0.00-0.55	-	-	100	99	-	98	97	93	46.3	31.6	14.7	ML
	2	0.55-1.90	-	100	99	98	-	97	95	90	54.6	38.5	16.1	MH
C-Cd4	1	0.00-0.70	-	100	99	98	-	97	95	90	48.3	33.6	14.7	ML
	2	0.70-2.10	-	100	99	98	-	98	96	92	54.5	35.2	16.3	MH
CANTERA A														
CQ-A1	1	1.00-2.00	-	-	100	99	98	-	95	91	75.0	41.2	33.8	MH
CQ-A2	1	0.00-1.30	-	-	100	99	98	-	96	93	44.4	30.1	14.3	ML
	2	1.30-3.00	-	-	100	99	98	-	96	93	61.3	41.8	19.5	MH
CQ-A7	1	0.00-2.00	-	-	100	99	98	-	97	95	45.0	30.8	14.2	ML
	2	0.20-3.00	-	94	93	92	91	89	87	84	45.8	30.9	14.9	ML
CQ-A8	1	0.50-3.00	98	97	96	95	94	92	91	89	72.0	47.3	24.7	MH
CQ-A9	1	1.70-3.00	100	99	98.5	98	97	-	92	84	25.2	14.9	10.3	CL
CQ-A10	1	0.90-3.00	84	82	80	77	76	-	72	69	34.6	20.6	14.2	CL
CANTERA B														
CQ-B1	1	0.20-3.00	98.7	98.1	98	97	96	-	93	90	43.7	25.6	16.9	CL-ML
CQ-B3	1	0.25-3.00	-	-	100	99	98	-	95	91	42.0	27.7	14.3	ML
CQ-B4	1	0.00-0.80	-	-	100	98	97	-	94	87	38.6	27.1	11.5	ML
CQ-B5	1	0.80-3.00	-	-	100	99	98	-	95	90	41.9	26.7	15.2	CL-ML
	2	0.30-1.30	-	-	100	99	98	-	95	90	41.0	27.3	12.7	ML
CANTERA R														
CQ-R1	1	0.00-1.20	100	99	97	94	-	92	89	84	43.7	32.5	11.2	ML
	2	1.20-3.00	100	100	99	98	-	96	93	87	66.5	43.5	23.0	MH
CQ-R2	1	0.30-2.10	100	100	99	98	-	95	93	90	61.3	38.6	23.7	MH
	2	2.10-3.00	100	100	99	96	-	94	91	88	66.1	47.2	18.9	MH
CQ-R3	1	0.30-3.00	100	100	99	98	-	96	93	89	46.0	32.0	14.0	ML

NOMENCLATURA: LL = Límite Líquido LP = Límite Plástico IP = Índice de Plasticidad

Concluyendo que el suelo de la cimentación de dique lateral según la clasificación SUCS es limo de alta plasticidad.

Cya CONSULTORES Y ASESORES ASOCIADOS

PROYECTO : DESARROLLO INTEGRAL DEL RIO CACHI

ESTRUCTURA : REPRESA DE CUCHO QUESERA Y DIQUE LATERAL

DESIGNACION DE AREA : CANTERA DE MATERIAL PERMEABLE Y AGREGADOS

Cuadro N° V-2

CANTERAS DE MATERIALES PERMEABLES

CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

EXCAVACION N°	MUESTRA N°	PROFUNDIDAD m	GRANULOMETRIA: PORCENTAJES QUE PASA LA MAILLA N°										CLASIF. SUCS				
			2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	4	10	20		40	50	60	100
CANTERA D																	
CQ-D2	1	0.00-1.80	100	77	62	56	50	47	43	40	31	20	8	5	2	1	GP
CQ-D3A	1	0.70-1.70	100	84	68	63	53	49	43	38	24	14	9	7	4	2	GW
CQ-D4	1	0.50-1.70	100	82	72	67	61	56	51	47	38	27	14	10	5	3	GP
CANTERA E																	
CQ-E1	1	0.20-2.00	100	68	55	51	45	41	36	33	24	13	7	5	3	2	GP
CQ-E2	1	0.10-1.20	100	72	65	60	51	46	40	36	27	14	5	3	2	1	GP
CQ-E3	1	0.70-2.00	100	67	60	52	45	40	36	33	27	18	8	4	2	1	GP
CANTERA DE JATURFAJRA																	
	1	0.20-2.00	100	90	66	58	45	39	32	28	21	15	9	5	3	2	GW



 Cya CONSULTORES Y ASESORES ASOCIADOS

 C.A.

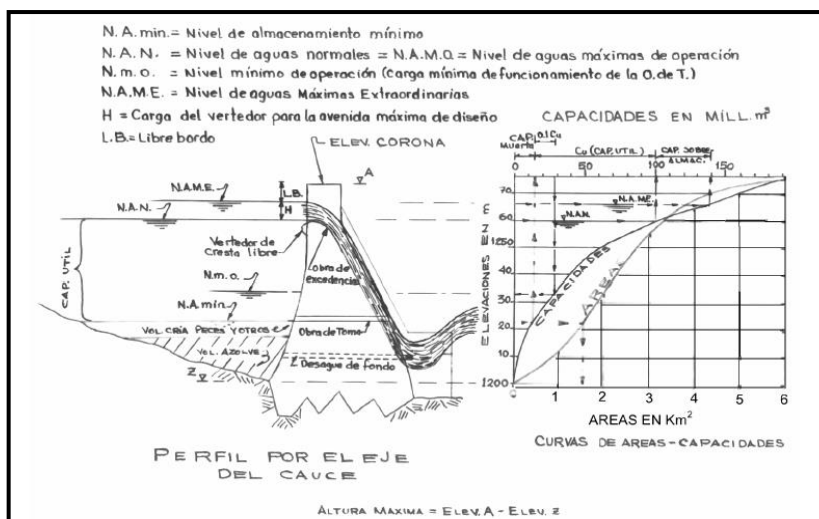


4.4. Criterios de diseño

El dique es un elemento principal dentro de la actividad en cual se mostrara los cálculos necesarios y pertinentes constituidos en el dique. Para esto nos basaremos de los factores de seguridad del dique de la Qocha considerando esfuerzos por cargas hidrostática, como por análisis sísmico. En esta ocasión se usará una herramienta valiosa que es el programa Slyde para la verificación de la filtración y para el análisis de la estabilidad del dique.

4.4.1. Niveles característicos

Figura 16: Niveles Característicos de la qocha

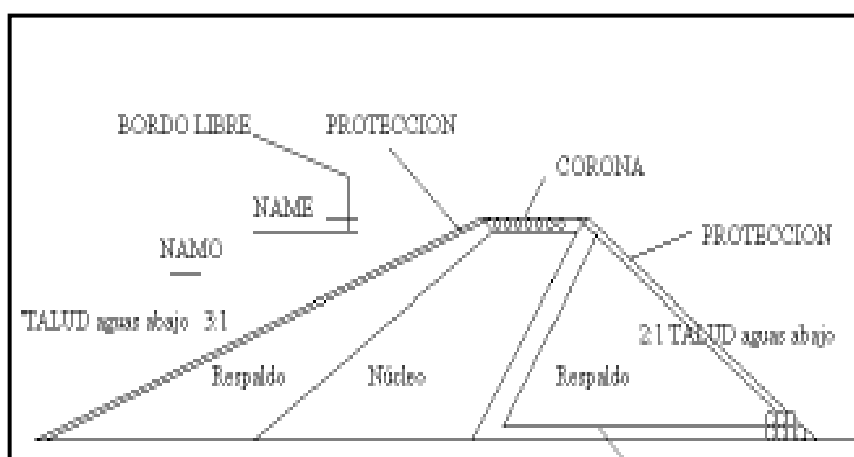
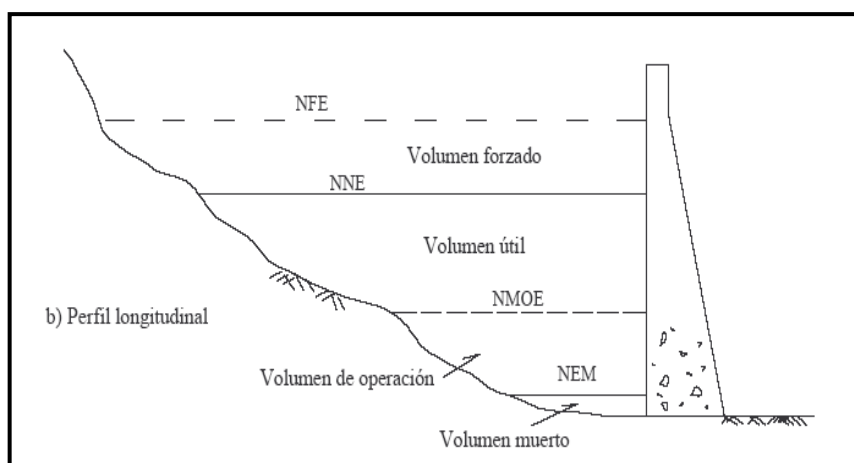
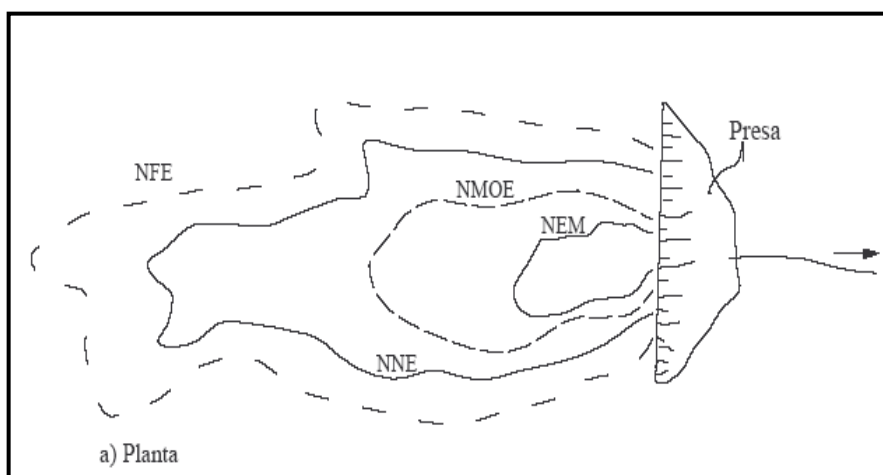


- **Nivel de embalse muerto (NME):** es el nivel mínimo de agua en el embalse. Delimita superiormente el volumen muerto del embalse el cuál debe exceder en capacidad al volumen de sedimentos calculado durante la vida útil con el fin de que el embalse los pueda contener. Su determinación es muy compleja, sobre todo si el embalse es de propósito múltiple (caso en que debe tenerse en cuenta la carga de agua sobre las turbinas, condiciones de navegación aguas arriba, altura de comando sobre las tierras de riego, etc.).
- **Nivel mínimo de operación del embalse (NMOE):** delimita superiormente el volumen generado por la altura mínima del agua necesaria para el correcto funcionamiento de toma de agua la que se sitúa por encima de NME.

- **Nivel normal del agua (NNE):** delimita superiormente al volumen útil del embalse, que es el que se aprovecha y gasta en función de diferentes propósitos: energía, irrigación, suministro de agua, etc. Para su ubicación se tienen en cuenta los siguientes aspectos: aportes de la cuenca, demanda de agua, pérdidas por infiltración y evaporación.
- **Nivel forzado de agua (NFE):** se presenta temporalmente durante la creciente de los ríos dando lugar al volumen forzado del embalse, el cual puede ser usado en algunos casos, pero por lo general es evacuado rápidamente por medio del vertedor de demasías o rebosadero o aliviadero.
- **Namo (NAMO):** Nivel de Aguas Máximas Ordinarias. La operación de la presa se lleva a cabo entre el NAMINO (Nivel de Aguas Mínimas de Operación) y el NAMO, que es el máximo nivel con que se puede operar la presa para satisfacer las demandas; cuando el vertedor de excedencias no es controlado por compuertas, el NAMO coincide con su cresta o punto más alto del vertedor.
- **Name (NAME):** Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias, es el nivel más alto que debe alcanzar el agua en el vaso bajo cualquier condición. El volumen que queda entre ese nivel y el NAMO, llamado super-almacenamiento, sirve para controlar las avenidas que se presentan cuando el nivel del vaso está cercano al NAMO.

$$\text{Vol. total de embalse} = \text{Vol. muerto} + \text{Vol. operación} + \text{Vol. útil} + \text{Vol. forzado}$$

Figura 17: Niveles Característicos



4.4.2. Diseño de presas de tierra

Consideraciones generales

Fuerzas que actúan sobre la cortina.

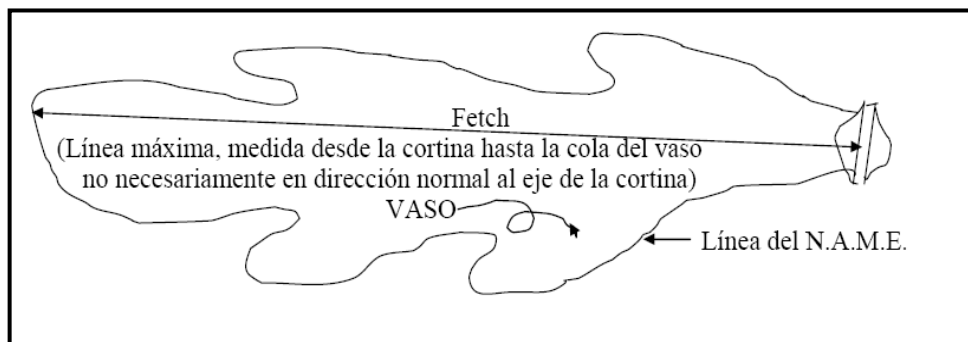
- El peso propio de la cortina.
- La relación del terreno.
- La posición del agua.
 - Interna (sub-presión).
 - Externa (presión hidrostática).
- Presión de azolves.
- Presión del hielo.
- Sismos.
 - En el agua.
 - En la estructura
- Presión del viento
- Presión de las olas

No todas las fuerzas intervienen en los cálculos, unas se desprecian por tener efecto mínimo y otras porque en nuestro medio no los hay, como la presión del hielo.

4.4.3. FETCH

El proceso de oleaje es de carácter intermitente y se produce a alturas de impacto variable sobre el paramento de aguas arriba. El peligro radica en que el dique de materiales sueltos podría sobrepasarla y verter sobre ella. Los empujes dinámicos son de poca intensidad como para tenerlos en cuenta.

Figura 18: Fetch



4.5. Cálculo hidráulico y estructural

DISEÑO DE DIQUE

De los cálculos obtenidos (sección máxima de la presa)

Línea de excavación máxima	:	4322.59	m.s.n.m
Cota del terreno	:	4323.97	m.s.n.m
Profundidad de Dentellòn	:	d= 1.0 m	
NAMO	:	4324.69	m.s.n.m
NAME	:	4324.89	m.s.n.m
FETCH	:	0.094474	km

ALTURA DE LA OLA POR VIENTO

Altura de ola por viento: Formula empírica de STEVENSON

$$H_0 = 0.76 + 0.34(F)^{1/2} - 0.26(F)^{1/4} \dots(m)$$

Donde:

F: fetch en Km

$$F = 0.094474 \text{ km}$$

$$H_0 = 0.76 + 0.34(1.52)^{1/2} - 0.26(1.52)^{1/4}$$

H ₀	=	0.72	M
----------------	---	------	---

BORDE LIBRE

Borde libre mínimo, procedimiento combinado de Knapen:

$$Bl (\text{min}) = 0.75H_0 + (Vg)^2/2g$$

Donde:

H₀ : altura de la ola según Stevenson

Vg (m/s) : velocidad ola según Gaillard = 1.52 + 2 H₀

$$H_0 = 0.72$$

$$Vg = 2.9607178$$

Bl (min)	=	0.98705053
----------	---	------------

También podemos emplear la siguiente tabla:

Fetch (km)	Borde libre	
	Normal (m)	Mínimo (m)
< 1.6	1.2	0.9
1.6	1.5	1.2
4.0	1.8	1.5
8.0	2.4	1.8
16.0	3.0	2.1

Entonces concluimos y asumimos como BI mínimo = 0.5 m, además por contar con vertedero de qocha para nuestro caso particular asumimos 0.5 m.

NIVEL DE LA CORONA DEL DIQUE:

Es el nivel en la cortina al cual queda el coronamiento de la presa, el que nunca debe ser rebasado por el agua.

$$\begin{aligned} \text{N.Corona} &= \text{N.A.M.E.} + \text{BI} \\ \text{N.Corona} &= 4325.39 \quad \text{msnm} \end{aligned}$$

ALTURA DEL DIQUE: (H)

H= cota de la corona – cota de excavación máxima

$$H = 4325.39 - 4322.59 = 2.80 \quad \text{mts}$$

H=	2.80	mts
----	------	-----

ANCHO DEL DENTELLON (W)

$$W = h - d$$

Donde:

w : ancho del fondo de la zanja del dentellón.

h : carga hidráulica arriba de la superficie del terreno (NAME-Cota de Terreno)

d : profundidad de la zanja del dentellón debajo de la superficie del terreno

$$h = 0.92 \quad \text{m}$$

$$d = 1 \quad \text{m}$$

w	=	-0.08	m
---	---	-------	---

Para un estrato por debajo de la superficie de terreno del dique se recomienda un ancho mayor de -0.32 mts. Por condiciones de estabilidad y proceso constructivo se considerará un ancho de 2.50 m.

ANCHO DE CORONA:

z : altura de la presa arriba del punto más bajo (pies)

$$z = 2.80 \quad 9.18624 \quad \text{pies}$$

Ac = Z/5 + 10 (pies)

$$\text{Ac} = 11.837248 \quad \text{pies}$$

$$\text{Ac} = 3.61 \quad \text{mts}$$

$$\text{Ac} = 11.837248 \text{ ft} = 3.61 \text{ m} \geq 13 \text{ ft... No cumple}$$

Por lo tanto usamos un ancho de corona mínimo Ac = 4.0 mts .

*En nuestro caso particular usaremos mayor a 3.50 m debido a que no hay esfuerzo considerable.

TALUDES RECOMENDADOS

El proceso de oleaje es de carácter intermitente y se produce a alturas de impacto variable.

- a) Taludes recomendados para las presas de tierra homogéneas sobre cimientos estables.

Altura (m.)	Talud Aguas Arriba	Talud Aguas Abajo
5	2.00 H: 1 V	1.50 H: 1V
5 a 10	2.50 H: 1 V	2.00 H: 1V
12 a 15	2.75 H: 1 V	2.50 H: 1V
20 a 30	3.00 H: 1V	2,50 H: 1V

- b) Taludes que se recomienda para las presas pequeñas de tierra de sección compuesta en cimientos estables.

Caso	Tipo	Propósito	Sujetas a desembalse rápidos (15 cm a más)	Clasificación del material exterior	Clasificación del material del núcleo	Talud de aguas arriba	Talud de aguas abajo
A	Compuesta con el núcleo mínimo	Cualquiera	No crítico	No es crítico relleno de roca GW, GP, SW (gravoso) o SP (gravoso).	No es crítico GC, GM, SC, SM, CL, ML, CH o MH	2: 1	2:1
B	Compuesta con el núcleo máximo	Regulación o almacenamiento	No	No es crítico relleno de roca GW, GP, SW (gravoso) o SP (gravoso).	GC, GM, SC, SM, CL, ML, CH, MH	2: 1 2 ¼: 1 2 ½: 1 2 ¾: 1 3: 1	2:1 2 ¼: 1 2 ½: 1 3:1
C	Compuesta con el núcleo máximo	Almacenamiento	Si	No es crítico relleno de roca GW, GP, SW (gravoso) o SP (gravoso).	GC, GM, SC, SM, CL, ML, CH, MH	2 ½: 1 2 ¾: 1 3: 1 3 ½: 1	2:1 2 ¼: 1 2 ½: 1 3:1

CONCLUSIÓN:

Como la presa presenta una altura menor de 5.0 m., concluimos que:

Talud Aguas Arriba:

H	V
2	1

Talud Aguas Abajo:

H	V
2	1

PROTECCION DE TALUD AGUAS ARRIBA

El talud aguas arriba debe ser protegido por la acción destructora del oleaje.

a) Enrocado volcado o colocado a mano RIP_RAP

Es barato solo para distancias de acarreo < 50Km.

CRITERIO DE DISEÑO PARA ENROCADOS VOLCADOS		
MAXIMA ALTURA DE LA OLA m	TAMAÑO PROMEDIO MINIMO DE LAS ROCAS cm	ESPESOR DEL ENROCADO VOLCADO cm
0 - 0,60	25	30
0,60 - 1,20	30	45
1,20 - 1,80	40	60
1,80 - 2,40	45	75
2,40 - 3,00	55	90

USACE, 2004

ESPESOR MINIMO DE LA CAPA BASE	
ALTURA DE LA OLA m	ESPESOR MINIMO cm
0 - 1,20	15
1,20 - 2,40	25
2,40 - 3,00	30

El USACE indica que el D 85 de la capa no debe ser inferior a 5 cm y debe estar constituido por una mezcla de fragmento de roca o canto rodado con tamaño que oscilen entre 30 y 50 cm.

CONCLUSIÓN:

Como las alturas de las olas son menores a 1.5 por lo tanto:

TAMAÑO MINIMODE ROCAS	50 cm
ESPESOR MINIMO DE LA CAPA BASE	30 cm

DIMENSIONAMIENTO DE TOMA DE DESCARGA

DESCARGA MAXIMA Y MINIMA

Utilizando la fórmula para tubos cortos con descarga libre:

$$Q = C_d * A * (2gH)^{1/2}$$

Datos:

A =	0.018 m ²	Tubería de 6 pulg
Hmax.=	0.92 m,	para la descarga máxima (ALTURA DE DIQUE)
Hmin=	0.3 m,	para la descarga mínima
Cd =	0.6	
g =	9.81	

Aplicando la ecuación mencionada con los datos mencionados tenemos:

$$\begin{aligned} Q_{\max} &= 0.047 \text{ m}^3/\text{s} \\ Q_{\min} &= 0.027 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\max} &= 46.50 \text{ lt/seg} \\ Q_{\min} &= 26.55 \text{ lt/seg} \end{aligned}$$

DESCARGA DE FONDO

A) Calculando el diámetro de salida

$$D = \left[\frac{4 * Q}{C * \pi * \sqrt{2} * g * h} \right]^{0.5}$$

$$\begin{aligned} Q &= 0.047 \text{ m}^3/\text{s} \\ C &= 0.59 \\ g &= 9.81 \text{ m/s}^2 \\ h &= 0.92 \text{ mca} \end{aligned}$$

$$D = 0.1537 \text{ m} \quad 153.69 \text{ mm} \quad \text{tubería de 6"}$$

B) Verificando la velocidad de salida

$$Q = V * A$$

Datos:

$$\begin{aligned} Q &= 0.047 \text{ m}^3/\text{s} \\ D &= 0.1537 \text{ m} \\ D &= 0.15 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

V = 2.51 m/s FALSO

Velocidad recomendada: 3m/s

Velocidad máxima permisible en tubería PVC 5.0 m/s.

C) Calculando la altura de carga con la velocidad recomendada

$$h = \left[\frac{4 * Q}{C * \pi * D^2 * \sqrt{2 * g}} \right]^2$$

Q= 0.047 m3/s

C= 0.59

D= 0.15 m

g= 9.81 m/s2

h= 0.92 m/s

D) Diámetro de la toma

El diámetro de la toma de la presa será:

D= 0.15 m

D= 6.05 pulgadas
Pulgadas

D= 6.00 ASUMIDO

Análisis de Estabilidad y filtración de los diques con Slide

Slide analiza la estabilidad en superficies de deslizamientos usando métodos de equilibrio límite con rodajas verticales. Analiza superficies de deslizamiento individuales o los métodos pueden ser aplicados a buscar y localizar la superficie de deslizamiento crítico para un talud dado.

Los métodos de análisis que utiliza el programa son Bishop, Janbu, Spencer, y otros métodos de análisis. Para el análisis del dique se empleará el método de Bishop.

En las siguientes tablas se detallan los parámetros geotécnicos de los ensayos de suelo realizados en el campo:

Tabla 18: Características de la sección del dique

Qocha	Dique		
	Longitud (m)	A. Corona (m)	H. Dique (m)
Islaccocha	35.00	3.50	1.40

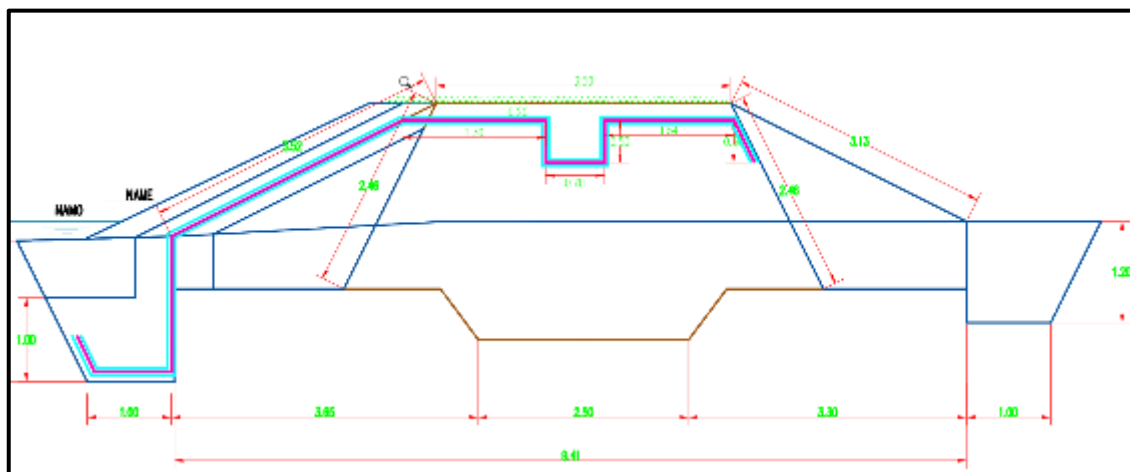
Sección del dique

Se propone una sección a base del material del lugar para el cuerpo del dique teniendo una inclinación aguas arriba y aguas debajo de 2H: 1V.

Tabla 19: Parámetros Geotécnicos

Parámetros del terraplén del embalse			
Parámetros	Peso específico γ aparente (kN/m ³)	Cohesión C (KN/m ²)	Angulo de Fricción Φ °
Espaldón: Enrocado	18	0	32
Núcleo: Material Lastre	18.633	49.033	25
Capa de Protección: Grava bien Graduadas con pocos Finos	23.45	30	40
Estrato rocoso	20	-	-
Geomembrana	20	0	37
Geotextil	20	0	34

Figura 19: Sección del dique

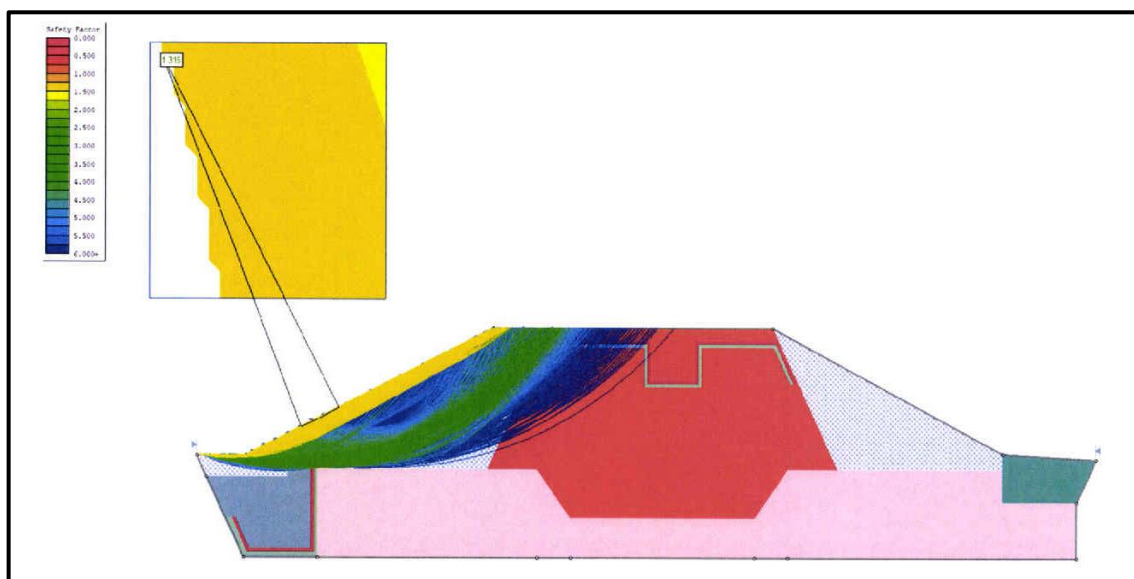


1. Simulación N° 1 (Aguas Arriba)

La estabilidad en el dique con talud 2H:1V aguas arriba de material enrocado, demás se impermeabilizará el talud aguas arriba con geomembrana, hasta la pantalla que se encuentra al pie del talud aguas arriba, y utilizaremos los parámetros geotécnicos de resistencia.

Simulación sin carga, las superficies de deslizamiento son de colores codificados de acuerdo al factor de seguridad y que factores de seguridad variaran de acuerdo a método Bishop.

Figura 20: Análisis de estabilidad de talud (FS:1.315)

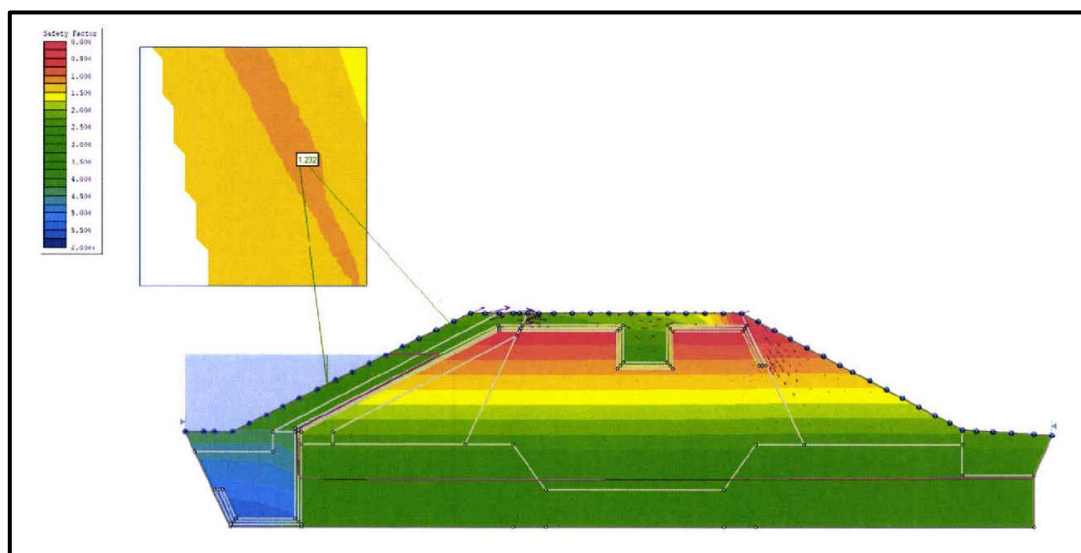


De la simulación N° 1 se tiene un factor de seguridad de FS:1.315. y la superficie de ruptura inicia desde la cresta hasta el pie de talud aguas abajo.

Se puede decir que los resultados son muy precisos en comparación con el Método Ordinario. La principal restricción del Método Bishop Simplificado, es que solamente considera el Análisis para las Superficies Circulares.

Simulación con carga, se le agrega una carga hasta en nivel de aguas máximas ordinarias como se puede ver en la siguiente figura:

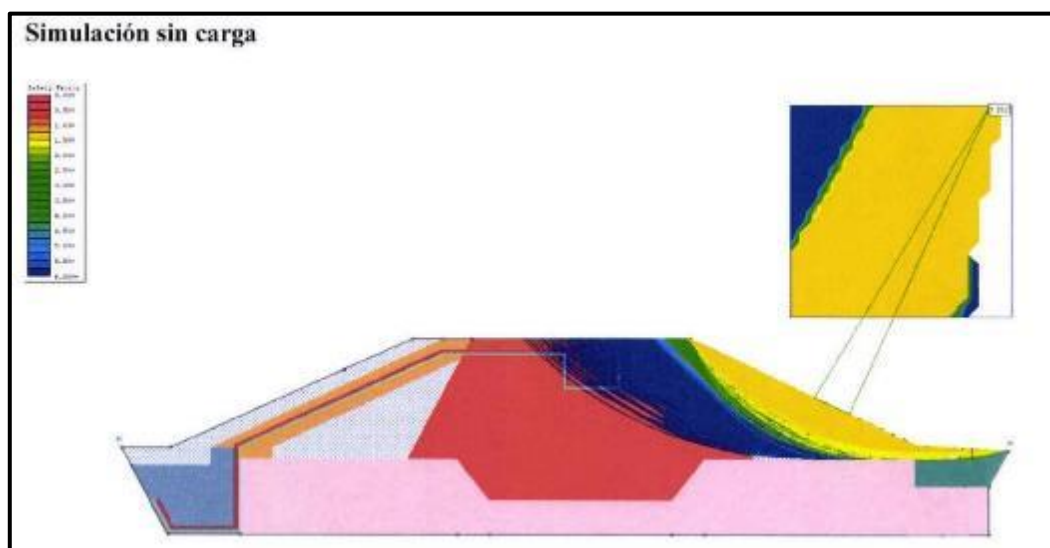
Figura 21: Análisis de estabilidad de talud (FS:1.232)



2. Simulación N° 2 (Aguas Abajo)

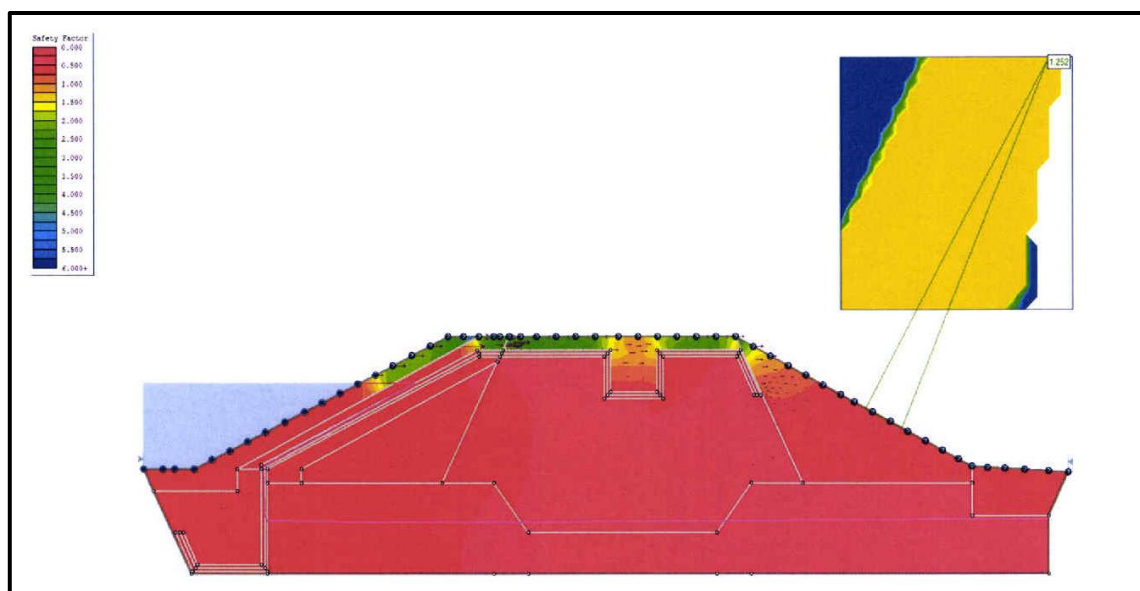
Para el análisis de estabilidad se consideró el material enrocado en el espaldón para aguas arriba y aguas debajo de talud 2H:1V con parámetros geotécnicos de resistencia.

Figura 22: Analisis de estabilidad de talud (FS:1.252)



Simulación con carga, en el análisis de estabilidad se consideró el análisis de flujo para obtener las presiones de agua en el suelo. El análisis es realizado en el talud aguas abajo ya que el talud aguas arriba está sometido a la carga de agua de la cocha que actúa como una retención de movimiento cinético.

Figura 23: Análisis de estabilidad (FS: 1.252)



3. Análisis del flujo:

Presa con talud Aguas Arriba impermeabilizado con GEOMEMBRANA.

El revestimiento con Geomembrana en el talud aguas arriba del Dique y en el vaso del embalse, permite disminuir las filtraciones otorgando una mejor línea de defensa frente a las mismas y por ende ayudando a la estabilidad de los taludes. El bajo caudal de filtración del dique origina bajas masas anuales de filtración.

El flujo de filtraciones para la carga máxima tiene su ingreso en el piso de la presa aguas arriba de la misma, transitando por la fundación debajo de la cimentación de la presa y en forma paralela al dren horizontal para luego subir hasta alcanzar el dren de salida.

Figura 24: Análisis de presión

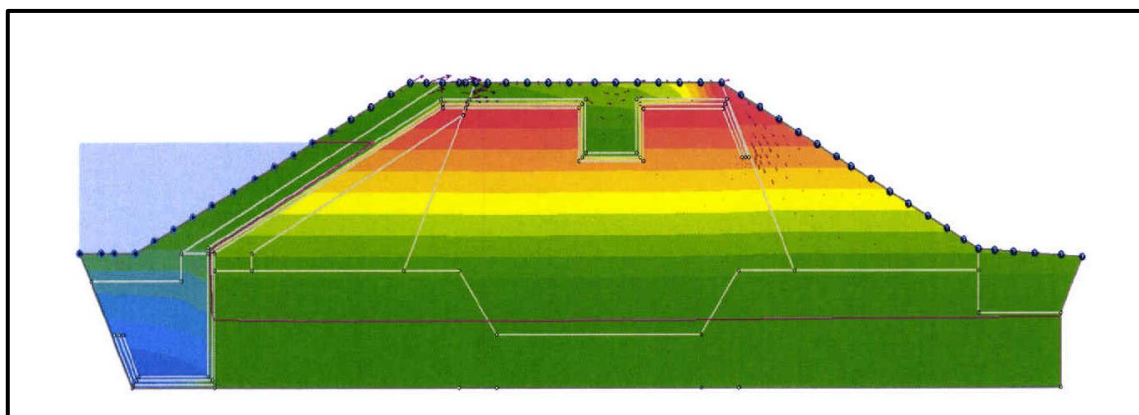


Figura 25: Análisis de presión total

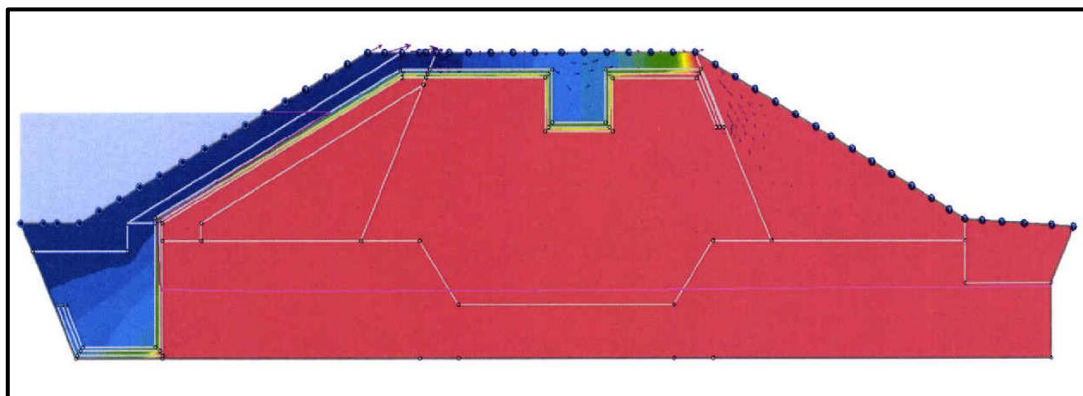


Figura 26: Análisis de presión de poros

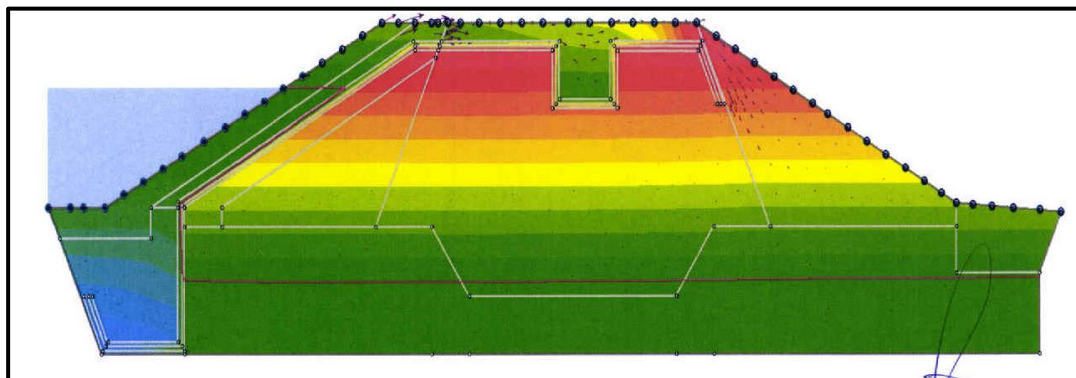


Figura 27: Velocidad de descarga horizontal

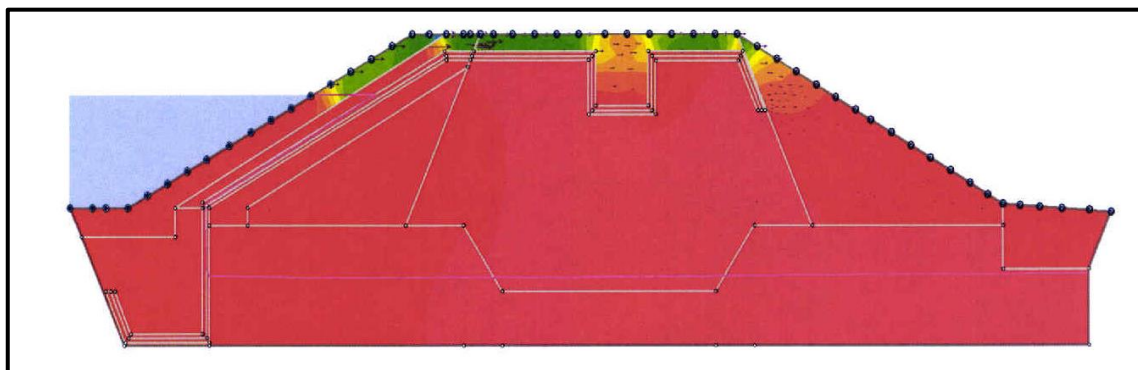


Figura 28: Velocidad de descarga vertical

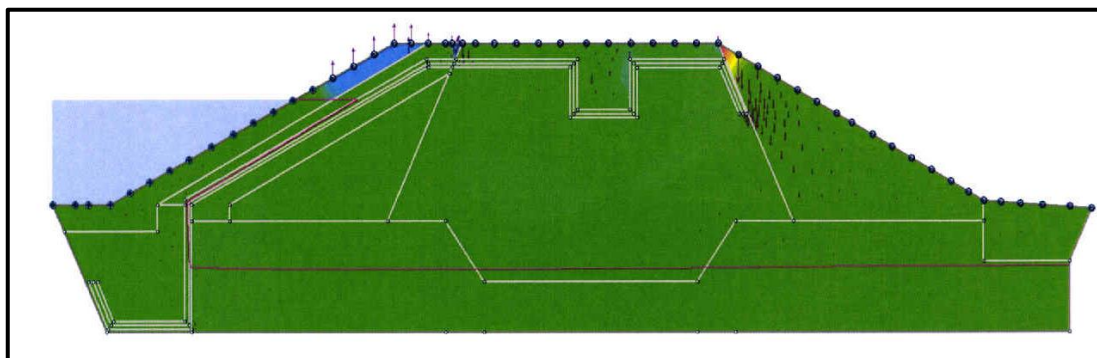
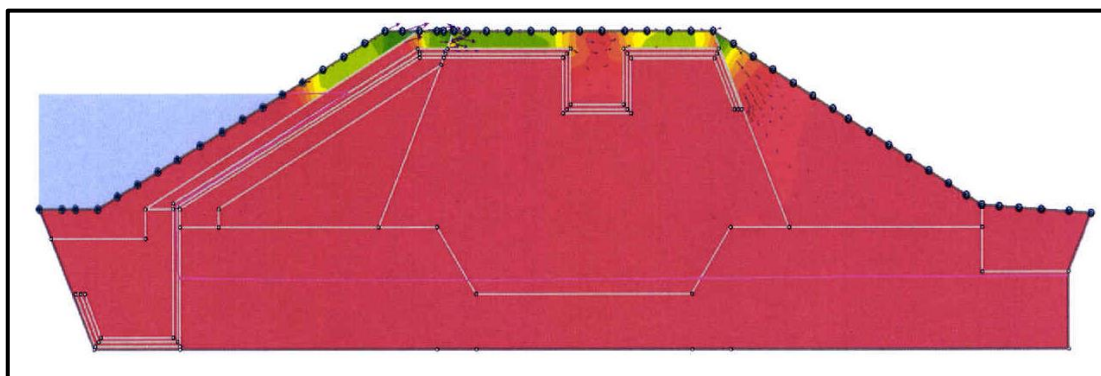


Figura 29: Velocidad de la descarga total



CAPITULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Dada las conclusiones de Lligüi y Ñauta (2014), la presente tesis concordó con el proceso que sigue para dar con la precisión en tener un buen comportamiento estructural desde el desbroce del terreno hasta la compactación. Con respecto a la humedad óptima, la densidad seca y el nivel de plasticidad difieren con la tesis debido a que se trata de distintos lugares de investigación por lo tanto se concluyó que es de vital importancia la permeabilidad baja el cual evita el agrietamiento y el sifonamiento mecánico de igual modo coinciden en estas características.

Según las conclusiones de Ahedo y Sánchez (2003), concuerda con la presente tesis de investigación; se necesitan un buen diseño que pueda garantizar un buena estabilidad y seguridad antes cualquier tipo de falla, de igual modo se debe tener en cuenta las propiedades mecánicas de los materiales que la conformaran.

Debemos tener en cuenta también la información geotécnica que nos proporciona el lugar estudiado para así analizar los factores mecánicos que lo puedan afectar lo cual se realiza mediante los ensayos de campo y laboratorio.

De acuerdo a las conclusiones realizadas de Ortiz y Portilla (2014), no acepto sus conclusiones debido a que el periodo de retorno que utiliza es demasiado alto y compara su investigación con una norma extranjera lo cual implicaría que no está basada en las normas peruanas. Con respecto a los taludes que utiliza no están basada de igual modo a las normas peruanas.

CONCLUSIONES

1. El diseño de la captación superficial consto de un dique hecha a base de material arcilloso y rocoso y sus componentes de acuerdo a las siguientes medidas: 30.00 ml de longitud máxima del dique, 3.50 ml de ancho de corona, 2.80 ml altura total, talud aguas arriba y talud aguas abajo (V/H) 1:2, 1.0 ml de profundidad de cimentación, 1:0.75 talud de dentellón.

Este diseño se encuentra compuesto por el lado húmedo de material propio zarandeado con un espesor de 20 cm y enrocado con piedra de diámetro 12" a 20".

La toma de descarga estuvo compuesta de una caja de toma y un dissipador cuenta con una longitud de 15.00 ml. Con el diámetro de tubería de 6.0 pulg. El aliviadero estuvo compuesto por un canal aliviadero con una base de 2.50 ml y de altura 0.50 ml., una poza dissipadora de altura 1.00 ml. Hecha a base de mampostería de piedra al igual que la base, una sección de enrocado a 0.40 ml. de la poza dissipadora con una base de 2.90 ml. y una altura de 0.60 ml. a la vez un canal de tierra con una pared de altura 0.40 ml.; con una longitud total del aliviadero de 10.00 ml.

2. Para el almacenamiento de agua se tomo en cuenta el clima del lugar el cual varia entre 9,7° C en el mes de julio, 12,6°C en el mes de noviembre, los factores geomorfológicos, hidrológicos y edáficos que resaltan en el lugar de intervención. De igual manera se estudió la vegetación el cual vino a ser la papa, cebada, habas, pastos; el uso actual y el potencial que se le atribuye a la tierra como es la agricultura y el pecuario.

Se hallo la precipitación, la temperatura siendo este menor a 10 años, se realizó el análisis de consistencia; para posteriormente dar al caudal de diseño mediante el Método Racional seleccionando el periodo de retorno de 100 años, el coeficiente de escorrentia de 0.4, el tiempo de concentración con un valor promedio de 0.187, tomando como caudal máximo el de diseño de 0.418 m³/s

Teniendo como resultado el volumen de embalse 5,911.67 m³ para un total de 95 familias comuneras siendo un área total de 6'630,340.00 has de tierras de cultivo.

La cantidad de agua almacenada en la qocha será de 5'911.67 m³ el cual será beneficio para 9.55 has de áreas de cultivo.

3. Según los datos del dique se obtuvo como resultados de los modelos matemáticos analizados y cada similitud que fue estudiado con carga y sin carga en el modelamiento de la estructura hidráulica obtengo un factor de seguridad de 1.232 lo cual significa que la estructura está destinada a soportar la carga del agua acumulada en la qocha.

RECOMENDACIONES

1. Analizar una buena selección de materiales a usar en el dique cumpliendo el rol de una buena impermeabilización. A la vez esten a disposición de la mano de obra como son canteras cercanas.
2. Es importante tomar en cuenta los detalles del lugar a estudiar como la topografía, hidrología, etc todo lo que esté relacionado y pueda ser tomado en cuenta para el estudio. Realizar un buen análisis de las fórmulas y la interpretación de los resultados para que pueda abastecer a la comunidad establecida que es 9.55 has de cultivo.
Para un mejor análisis detallado del presente estudio hidrológico, cuando se realice su actualización se recomienda realizar campañas de aforo en épocas de estiaje en los puntos de interés, con fines de validar los cálculos. Si fuera posible sería necesario de la obtención de fotos satelitales de varias bandas con el fin de calibrar los parámetros que algunos métodos de generación de caudales requieran.
3. El manejo del programa Slide es muy importante para este tipo de estudios debido a que nos ayudara a analizar la estabilidad de la estructura por eso es de vital importancia saber introducir lo datos correctamente para corroborar que el diseño esta correctamente escogido y analizado.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- **Bibliográficas**

- [1] E. A. Lligüi Ortega y P. E. Ñauta Ñauta, «ANALISIS GEOTÉCNICO-ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE DIQUES CONSTRUIDOS CON MATERIALES ARCILLOSOS Y GRAVOSOS EN EL PROYECTO CONTROL DE INUNDACIONES DEL RIO CAÑAR,» CUENCA, ECUADOR, 2014.
- [2] A. Ahedo Desena y E. Sanchez Jacinto , «Estabilidad de Taludes en Presas de Tierra y Enrocamiento,» Mexico , 2003.
- [3] W. Ortiz Quizhpi y E. Portilla Flores, «Estudio de Estabilidad de los taludes de las presas del proyecto Pacalori, teniendo en cuenta la accion sismica",» Cuenca, 2014.
- [4] J. Gil Ruiz y J. Orozco Collazos , «Diseño de la Rehabilitacion del dique del rio Cauca entre el Km 18+925 a Km 19+025 empleando cuatro materiales disponibles en la ciudad de Cali,» Santiago de Cali , 2016.
- [5] A. Chalan Chavez y K. Guevara Paredes, «Evaluacion y Analisis de la estabilidad de la presa Garrapon del centro poblado Garrapon-Ascope-La Libertad,» Trujillo , 2014.
- [6] M. Perez Preciado, «Estudio Hidraulico y de Estabilidad de una presa de materiales sueltos sobre el rio Callazas en la region de Tacna,» Lima , 2018.
- [7] L. Espinoza Ruiz y J. Torres Sandoval, «Diseño Hidraulico y Estructural de Diques para el encauzamiento del rio Viru entre Zaraque y Tomabal, provincia de Viru-departamento de la Libertad,» Trujillo , 2015.
- [8] . F. Valer Barazorda, «Construcción de qochas rusticas “técnica ancestral para la siembra y cosecha de agua”».
- [9] Minagri, «Minagri,» [En línea]. Available: <https://www.minagri.gob.pe/portal/49-sector-agrario/recurso-forestal/355-reforestacion>. [Último acceso: 22 Julio 2019].
- [10] «Corporacion de Manejo Forestal Sustentable (Comafors),» 22 Julio 2019. [En línea]. Available: <http://www.comafors.org/productos-y-servicios/revegetacion>.
- [11] «Ecosistemadcc,» 22 Julio 2019. [En línea]. Available: <http://ecosistemadcc.weebly.com/bofedal.html>.
- [12] Leisa, «Las amunas. Siembra y cosecha del agua,» *Leisa*, vol. 28, nº 1.

- [13] H. M. L. ALBERTO, «ESTUDIO DE ALTERNATIVAS. PARA EL USO SUSTENTABLE DEL AGUA DE LLUVIA,» MEXICO, 2010.
- [14] V. Te Chow , D. R. Maidment y L. W. Mays, Hidrologia Aplicada, 1987.
- [15] J. Gil Ruiz y J. A. Orozco Collazos , «Diseño de la Rehabilitacion del dique del rio Cauca entre el Km 18+925 a Km 19+025 empleando cuatro materiales disponibles en la ciudad de Cali,» Santiago de Cali, 2016.
- [16] M. Molinos Senante, F. Hernandez Sancho, M. Mocholi Arce y R. Sala Garrido, «Optimizacion de la gestion de recursos hidricos en cuencas deficitarias,» Valencia, Departamento de Economia Aplicada y Departamento de Matematicas para la Economia y la Empresa, pp. 4-5.

ANEXOS

- Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: OPTIMIZACION DEL RECURSO HIDRICO MEDIANTE EL DISEÑO DE CAPTACION SUPERFICIAL EN LA COMUNIDAD DE MILLPO, AYACUCHO

PROBLEMÁTICA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
PROBLEMA GENERAL: ¿Cómo influye el diseño de captación superficial para la optimización del recurso hídrico en la comunidad de Millpo, Ayacucho?	OBJETIVO GENERAL: Diseñar la captación superficial para la optimización del recurso hídrico en la comunidad de Millpo, Ayacucho	HIPOTESIS GENERAL: El diseño de la captación superficial influye en la optimización del recurso hídrico en la comunidad de Millpo, Ayacucho	Variable Independiente: DISEÑO DE CAPTACION SUPERFICIAL	D1: ALMACENAMIENTO O DE AGUA	I1: Qocha I2: Zanja de Infiltración
				D2: ESTRUCTURA HIDRAULICA	I1: Dique I2: Toma de descarga I3: Aliviadero
PROBLEMAS ESPECIFICOS: ¿De que manera influye el almacenamiento de agua en la optimización del recurso hídrico en la comunidad de Millpo, Ayacucho	OBJETIVOS ESPECIFICOS: Determinar el almacenamiento de agua en la optimización del recurso hídrico en la comunidad de Millpo, Ayacucho	HIPOTESIS ESPECIFICOS: El almacenamiento de agua influye en la optimización del recurso hídrico en la comunidad de Millpo, Ayacucho	Variable Dependiente: OPTIMIZACION DE RECURSO HIDRICO	D1: INSUFICIENCIA DE ESTRUCTURAS HIDRAULICAS	I1: Inseguridad Hidrica I2: Perdida de Produccion Agricola I3: Incremento de Pobreza Rural
				D2: ESTUDIOS BASICOS	I1: Estudio Topografico I2: Estudio Hidrologico I3: Estudio de Suelos
				D3: DEMANDA HIDRICA	I1: Cambio Climatico I2: Tipo de Suelo I3: Gestion de Agua

- Operacionalización de Variables

VARIABLES		
Variable Independiente	DIMENSIONES	INDICADORES
"X": DISEÑO DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL	D1: ALMACENAMIENTO DE AGUA	I1: Qocha I2: Zanja de Infiltración
	D2: ESTRUCTURA HIDRÁULICA	I1: Dique I2: Toma de Descarga I3: Aliviadero
	DIMENSIONES	INDICADORES
	D1: INSUFICIENCIA DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS	I1: Inseguridad Hídrica I2: Pérdida de Producción Agrícola I3: Incremento de Pobreza Rural
"Y": OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO	D2: ESTUDIOS BÁSICOS	I1: Estudio Topográfico I2: Estudio Hidrológico I3: Estudio de Suelos
	D3: DEMANDA HIDRÁULICA	I1: Cambio Climático I2: Tipo de Suelo I3: Gestión de Agua