



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño estructural de presa de tierra Yakuqocha, Distrito de
Acocro, Ayacucho - 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Bustamante Albites, Jose Luis (orcid.org/0000-0001-8479-5645)

ASESORA:

Dra. Garcia Alvarez, Maria Ysabel (orcid.org/0000-0001-8529-878X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A mis hijas Jheyn y Keyt, a mi pareja Jhovana, a mis hermanos Ángel, Antonio, Karla a mis padres que están en el cielo que son mi apoyo incondicional, mi razón de vivir y mi motivación para seguir investigando durante esta etapa académica quienes con su cariño y amor me respaldan e impulsan para seguir adelante cumpliendo a cabalidad mis metas establecidas en la Universidad Cesar Vallejo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios todo poderoso por guiarme y protegerme en el cumplimiento de mis metas, a la Universidad Cesar Vallejo por darme la oportunidad de estudiar la carrera de ingeniería civil, a mis docentes de la escuela profesional de ingeniería civil por brindarnos las enseñanzas, la dedicación, su tiempo y las recomendaciones para la elaboración de la investigación, especialmente en la orientación metodológica y temática.

DECLARATORIA DE AUTENCIDAD DEL ASESOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Diseño Estructural de Presa de Tierra Yakuqocha, Distrito de Acocro, Ayacucho - 2023", cuyo autor es BUSTAMANTE ALBITES JOSE LUIS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 08 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ DNI: 21453567 ORCID: 0000-0001-8529-878X	Firmado electrónicamente por: MGARCIALV el 01- 08-2023 18:30:23

Código documento Trilce: TRI - 0580475



DECLARATORIA DE AUTENCIDAD DEL AUTOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, BUSTAMANTE ALBITES JOSE LUIS estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Diseño Estructural de Presa de Tierra Yakuqocha, Distrito de Acocro, Ayacucho - 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
BUSTAMANTE ALBITES JOSE LUIS : 40047423 ORCID: 0000-0001-8479-5845	Firmado electrónicamente por: JBUSTAMANTAL11 el 23-10-2023 12:01:53

Código documento Trilce: INV - 1235812



ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENCIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENCIDAD DEL AUTOR.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	12
3.2. Variable y operacionalización.....	13
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5. Procedimientos.....	16
3.6. Método de análisis de datos.....	16
3.7. Aspectos éticos.....	17
IV. RESULTADOS	18
V. DISCUSIÓN.....	41
VI. CONCLUSIONES.....	46
VII. RECOMENDACIONES.....	48
REFERENCIAS	50
ANEXOS	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Característica de cinco dimensiones	11
Tabla 3.2. Característica de una dimensión	12
Tabla 4.1.1. Ubicación del terreno donde se realizó la topografía.....	19
Tabla 4.2.1. Ubicación de la Qocha	20
Tabla 4.2.2. Exploraciones de campo	20
Tabla 4.2.3. Ensayos de densidad	21
Tabla 4.2.4. Ensayos de penetrómetro dinámico de punta cónica	21
Tabla 4.2.5. Ensayos estandar	21
Tabla 4.2.6. Ensayos de corte directo	21
Tabla 4.2.7. Ensayos químicos	21
Tabla 4.2.8. Profundidad de cimentación y capacidad portante	22
Tabla 4.3.1. Área de la microcuenca	22
Tabla 4.3.2. Perímetro de la microcuenca	22
Tabla 4.3.3. Longitud del cauce principal (L).....	22
Tabla 4.3.4. Coeficiente de compacidad o índice de gravelius	22
Tabla 4.3.5. Factor de forma (Ff).....	22
Tabla 4.3.6. Tiempo de concentración (Tc).....	23
Tabla 4.3.7. Registro hidrometeorológico	23
Tabla 4.3.8. Caudales medios mensuales	24
Tabla 4.3.9. Tiempo de concentración (Tc).....	24

Tabla 4.3.10. Caudales máximos de diseño	24
Tabla 4.4.1. Caudales máximos de diseño por el método racional	24
Tabla 4.5.1. Resultados del modelamiento de análisis de estabilidad	35
Tabla 4.5.2. Resultado de caudales de infiltración	35
Tabla 4.5.3. Datos de altitud – Volumen – Área del vaso	36
Tabla 4.5.4. Cálculo del predimensionamiento del dique	37
Tabla 4.5.5. Cálculo de las características del embalse	40
Tabla 5.1. Cuadro comparativo de predimensionamiento	42
Tabla 5.2. Cuadro comparativo de predimensionamiento	42
Tabla 5.3. Cálculo de las características del embalse	43
Tabla 5.4. Cuadro comparativo de las propiedades del suelo.....	43
Tabla 5.5. Cuadro comparativo de las propiedades del suelo	44
Tabla 5.6. Cuadro comparativo de factor de seguridad	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1.1. Ubicación del terreno donde se realizó la topografía.....	19
Figura 4.1.2. Ubicación del terreno de mecánica de suelos	20
Figura 4.3.8 Histograma	23
Figura 4.4.2. Dimensionamiento de la carga máxima del aliviadero	25
Figura 4.4.3. Calculo en vertederos	25
Figura 4.4.4. Diseño de vertedero lateral	26
Figura 4.4.5. Cálculo de la sección de transición	26
Figura 4.4.6. Dimensionamiento de la transición del aliviadero	27
Figura 4.4.7. Dimensionamiento del canal del aliviadero	27
Figura 4.4.8. Dimensionamiento del resalto hidráulico.....	28
Figura 4.4.9. Diseño del recorrido de una rápida	28
Figura 4.4.10. Diseño frontal del aliviadero	29
Figura 4.4.11. Diseño de la sección del aliviadero	29
Figura 4.4.12. Diseño longitudinal de la poza de disipación	30
Figura 4.4.13. Diseño del tanque de amortiguación	30
Figura 4.5.1. Embalse lleno aguas arriba - estático	31
Figura 4.5.2. Embalse lleno aguas abajo - estático	31
Figura 4.5.3. Embalse lleno aguas arriba – dinámico.....	32
Figura 4.5.4. Embalse lleno aguas abajo - dinámico.....	32
Figura 4.5.5. Discretización de elementos finitos	33

Figura 4.5.6. Presión total de agua	33
Figura 4.5.7. Altura total de dique líneas equipotenciales	34
Figura 4.5.8. Permeabilidad de dique líneas de flujo.....	34
Figura 4.5.9. Gradiente hidráulico total.....	35

RESUMEN

Este trabajo de investigación tiene como objetivo determinar la influencia del acondicionamiento de la presa de tierra en el diseño estructural, la línea de investigación es obras hidráulicas y saneamiento, la metodología que se utilizó en la investigación es de tipo básica, el diseño es no experimental, el nivel es explicativo, tiene el enfoque cuantitativo, la población está considerado por la microcuenca Yakuqocha y la muestra es la presa Yakuqocha, la presente investigación se obtuvo como resultado que el acondicionamiento de la presa de tierra influye significativamente en el diseño estructural en el predimensionamiento y el factor de seguridad. Se realizó el estudio topográfico fundamental para ubicar el eje del dique de la presa y el obtener la geomorfología de la microcuenca, se desarrolló el estudio hidrológico para obtener la oferta hídrica y caudal máximo proveniente de las precipitaciones pluviales y se efectuó el estudio de mecánica de suelos que determino en el laboratorio la capacidad portante del suelo, datos que son fundamentales para determinar el diseño del predimensionamiento de las obras hidráulicas y ponerlo en construcción y operación a fin de poder almacenar el agua en época de precipitación pluvial aprovechando todo el año principalmente en época de estiaje.

Palabras clave: Diseño estructural, diseño hidrológico, diseño hidráulico, presa de tierra, predimensionamiento.

ABSTRACT

This This research work aims to determine the influence of the conditioning of the earthen dam on the structural design, the line of research is hydraulic works and sanitation, the methodology used in the research is basic, the design is non-experimental. , the level is explanatory, it has a quantitative approach, the population is considered by the Yakuqocha micro-basin and the sample is the Yakuqocha dam, the present investigation was obtained as a result that the conditioning of the earthen dam significantly influences the structural design in the pre-dimensioning and safety factor. The fundamental topographic study was carried out to locate the axis of the dam dam and to obtain the geomorphology of the micro-basin, the hydrological study was developed to obtain the water supply and maximum flow from rainfall and the mechanical study of soils that I determine in the laboratory the bearing capacity of the soil, data that are essential to determine the design of the pre-dimensioning of the hydraulic works and put it into construction and operation in order to be able to store the water in the rainy season, taking advantage of the whole year mainly in dry season.

Keywords: Structural design, hydrological design, hydraulic design, earthen dam, pre-dimensioning.

I. INTRODUCCIÓN

La geomorfología de una microcuenca desempeña una característica importante en la investigación y conducta del agua, tales como las lluvias, evaporación, infiltración, flujo terrestre; el agua ha sido y seguirá siendo un elemento indispensable para el consumo humano y la productividad del suelo y los cultivos mediante las obras de hidráulicas y su aprovechamiento mediante obras de irrigación hace posible el desarrollo socioeconómico y ambiental en una sociedad.

Para investigar una microcuenca hidrológica se utilizan técnicas cualitativos y cuantitativos esenciales para definir medidas que representen características particulares de la microcuenca Yakuqocha, logrando datos importantes acerca de los procesos hidrológicos, es fundamental realizar el diagnostico de las características geológicas, edafológicas, geomorfológicas, socioeconómicos, estudio de la climatología, de la temperatura, evapotranspiración, precipitación para obtener información y determinar la demanda del agua que viene de las precipitaciones pluviales, estas precipitaciones vienen de las situaciones climáticas y características geográficas del lugar de estudio, el agua es un elemento escaso y regularmente necesita la implementación de obras hidráulicas como las presas, embalses o represas para su utilización.

Las variaciones hidrológicas en los últimos años en el distrito de Acocro han ocasionado escases hídrica, en este sentido los cambios hidrológicos en las precipitaciones afectaron el agua en los principales ríos, esta problemática ambiental exige que se tenga que planificar y ejecutar obras hidráulicas para el almacenamiento del recurso hídrico y que se aproveche satisfaciendo la demanda de agua en todo el año en forma adecuada y proporcional.

La causa de la escasez del agua es por la falta de este elemento hídrico en la época seca, en mayo a octubre no se cuenta con las precipitaciones pluviales, la falta de obras hidráulicas no permite el almacenamiento y aprovechamiento del agua, por lo cual el agua recorre en las superficies terrestre y subterráneo creando manantiales, riachuelos y ríos que no son aprovechados para el abastecimiento de las personas y para el riego en la agricultura.

En la ciudad de Acocro no cuentan con obras hidráulicas por lo tanto no tienen el agua potable y saneamiento, así como canales de riego para la agricultura y ganadería, este distrito se incrementa el subdesarrollo, no aprovechan los

recursos hídricos, como consecuencia la población viene migrando hacia la capital para buscar otras alternativas económicas. Las obras hidráulicas surgen como una solución para poder aprovechar este elemento en el tiempo de las lluvias especialmente de noviembre a abril para usarla en el tiempo de sequía en los meses de mayo a octubre cuando escasea este recurso hídrico vital, de esta manera las presas y represas permiten satisfacer dicha demanda.

El trabajo de investigación aporta con nuevos conocimientos tecnológicos de geo informática logrando obtener de forma computarizada por medio de sistemas de información geográfica. Por lo cual es fundamental el diagnóstico y la planificación, diseño, construcción de obras hidráulicas para su predimensionamiento es fundamental conocer el ciclo hidrológico de la microcuenca y determinar el caudal de diseño; mediante la construcción de obras hidráulicas, las poblaciones tendrían agua potable, agua para riego logrando una mayor producción y productividad agrícola, logrando la seguridad alimentaria, incremento económico, generación de fuentes de trabajo, garantizando la permanencia de la población con los servicios básicos que brinda el recurso hídrico. Un proyecto está determinado por su diseño hidráulico para poder diseñar la infraestructura del proyecto, para el desarrollo del diseño de obras hidráulicas, el caudal máximo es una herramienta principal para poder diseñar el predimensionamiento de las estructuras hidráulicas y que está asociada a la geomorfología de la microcuenca, la demanda del agua y característica del suelo y las lluvias.

por lo tanto, el problema general fue ¿En qué medida repercute el acondicionamiento de la presa de tierra en el diseño estructural? y los problemas específicos son ¿En qué medida repercute el empuje de suelos en el predimensionamiento de la presa de tierra?, ¿En qué medida repercute el empuje de suelos en la estabilidad al volteo de la presa de tierra?, ¿En qué medida repercute el empuje de suelos en la estabilidad al deslizamiento de la presa de tierra?, ¿En qué medida repercute el empuje de suelos en la capacidad admisible del terreno de la presa de tierra?, ¿En qué medida repercute el empuje de suelos en la verificación de la resistencia de la presa de tierra?

El objetivo general es Analizar el impacto del acondicionamiento de la presa de tierra en el diseño estructural y los objetivos específicos fueron Analizar el

impacto del empuje de suelos en el predimensionamiento de la presa de tierra, Analizar el impacto del empuje de suelos en la estabilidad al volteo de la presa de tierra, Analizar el impacto del empuje de suelos en la estabilidad al deslizamiento de la presa de tierra, Analizar el impacto del empuje de suelos en la capacidad admisible del terreno de la presa de tierra y Analizar el impacto del empuje de suelos en la verificación de la resistencia de la presa de tierra.

Por lo tanto, la hipótesis general fue la siguiente; El acondicionamiento de la presa de tierra impacta considerablemente en el diseño estructural y las hipótesis específicas fueron los siguientes El acondicionamiento del empuje del suelo impacta significativamente en el predimensionamiento de la presa de tierra, El acondicionamiento del empuje del suelo impacta considerablemente en la estabilidad al volteo de la presa de tierra, El acondicionamiento del empuje del suelo impacta considerablemente en la estabilidad al deslizamiento de la presa de tierra, El acondicionamiento del empuje del suelo impacta considerablemente en la capacidad admisible del terreno de la presa de tierra y El acondicionamiento del empuje del suelo impacta considerablemente en la verificación de la resistencia de la presa de tierra.

II. MARCO TEÓRICO

Entre los estudios internacionales, Guillén (2019) quien en su investigación desarrollado en el sector Cordova del país de Argentina, determinó métodos de optimización para el diseño hidrológico e hidráulico de medidas estructurales y no estructurales en su investigación, usando imágenes de las variables de la zona a gran precisión, donde evaluó las incertidumbres asociadas con la extrapolación de curvas en relación con la altura de la superficie libre y el flujo del proceso del río en el diseño hidrológico y se demuestra la importancia de la medición del flujo con una tasa de recurrencia de correlación más alta de 10 años, ya que diseñó caudales con tiempos de retorno de hasta 50 a 100 años que pueden estimarse con una incertidumbre inferior al 10% y el 20% en el diseño hidráulico y diseño hidrológico, los caudales en las estructuras de drenaje de presas se cuantifican y caracterizan hidrodinámicamente.

En investigación realizadas a nivel internacional, se encontró a Parra (2021), quien, en su investigación desarrollado en el distrito metropolitano de Quito del país de Ecuador, determinó el diseño hidráulico de presas para controlar el caudal en la quebrada de “La Comuna”, preparó un estudio hidrológico de la microcuenca , determinó las condiciones climáticas de la cuenca y calculó el caudal máximo de diseño, determinando las características geomorfológicas y características topográficas y también se ha tomado la profundidad del lecho rocoso mediante pruebas de campo adecuadas y realizó los levantamientos topográficos de la presa a detalle para obtener cotas y perfiles de cauces para obtener el área de estudio, la última vez que ocurrió un desastre natural similar se completó en 1995, por lo que se consideró un tiempo de retorno de 25 años para el diseño del caudal máximo y se esperan grandes eventos en el caso más extremo, utilizando el software ArcGIS para obtener los parámetros geomórficos de la presa del valle y para calcular el área de la cuenca y la elipse.

Entre los estudios internacionales, Bazzano (2019) quien en su investigación desarrollado en la provincia de Tucuman, del país de Argentina, estimó la precipitación futura para derivar procesos de proyecto para el diseño de ingeniería y la planificación urbana y rural, modificó la frecuencia prescrita, derivar dicha precipitación en el tiempo dependiendo de la disponibilidad de

información, sacar conclusiones utilizando el modelo DIT para determinar la precipitación de diseño, para iteraciones limitadas calibradas en los parámetros de sus versiones original y simplificada, respectivamente, y para determinar la máxima precipitación diaria posible, profundizó el análisis de rutina agregando el método estadístico propuesto por Hershfield basado en la probabilidad de respuesta un modelo de análisis de secuencia de función de distribución sintética y la aplicación final del modelo de pronóstico a lugares sin registros de lluvia, se regionalizaron las variables y parámetros necesarios.

Entre los estudios internacionales, Gutiérrez (2020) quien, en su investigación desarrollado en la macrozonas norte y centro de Chile, evaluó la vulnerabilidad potencial que enfrentan varias instalaciones de relaves a la luz de la expansión de los registros de precipitación y la determinación de los flujos de diseño de relaves, investigó la variación de la serie de precipitación diaria máxima anual de datos meteorológicos disponibles durante 30 años. registros, identificó las variaciones en el diseño de los relaves identificados afectados por la naturaleza no estacional y en la dispersión de la información meteorológica y concluyó que usando la misma relación lluvia-escorrentía, la lluvia se asoció con diferentes escenarios en el diseño de flujo especificado en comparación con el diseño lluvia Mantenga aproximadamente la misma diferencia porcentual. Sin embargo, la lluvia proyectada no es suficiente como medida de riesgo, porque la existencia de proporcionalidad no significa que se deba conocer la magnitud del riesgo. Influenciado por el carácter geomórfico de la cuenca y la distribución temporal de las lluvias (mapa de lluvia), este último factor es el que determina principalmente el caudal y el diseño.

Entre los estudios internacionales, Lozano (2019) quien, en su investigación desarrollado en la localidad de la Mesa del país de Colombia, analizó teniendo en cuenta las condiciones de la microcuenca de la Quebrada, también analizó la oferta de agua de la microcuenca El Tigres mediante un diagnóstico hidrológico, luego de lo cual calculó la demanda de agua de la zona y concluyó el balance mensual de los caudales, con esta información de la microcuenca obtuvo dos períodos de escasez de agua, enero - febrero y junio - septiembre de acuerdo con las visitas realizadas sobre el área de estudio, además menciona

que las actividades de gestión de los recursos hídricos no se gestionan adecuadamente los recursos hídricos lo cual tienen dificultades y aumenta la problemática.

En investigaciones realizadas a nivel nacional, se encontró a Mondragon (2019), quien, en su investigación desarrollado en la provincia de Piura, Región Piura, elaboró el estudio hidrológico de la subcuenca Hipiliko en las provincias de Las Loma y Piura para la prevención de desastres, diagnosticó la situación actual de la subcuenca Chipiliko, definió el territorio de las subcuencas, describió la subcuenca. - la cuenca como sistema hidrológico, analizando las mediciones meteorológicas e hidrológicas proporcionadas por el SENAMHI, que describen la peligrosidad de la subcuenca Chipiliko, se concluyó que el lugar de la microcuenca es de 1170 km² y que la subcuenca Chipiliko pertenece a la subcuenca hidrológica del sistema del río Chipiliko, comparó los datos de precipitación mensual de dos aparatos hidrometeorológicas, para identificar los principales problemas de la zona como caudales, precipitaciones, inundaciones, erosión, erosión de taludes y daños a estructuras hidráulicas.

En investigaciones realizadas a nivel nacional, se encontró a Yong (2019), quien en su investigación desarrollado en la provincia de Piura, Región Piura, elaboró el estudio hidrológico de la cuenca Saman, el cual permitió mejorar los diseños de las infraestructuras de la cuenca, lo que concluyó que la temperatura superficial del mar para el Niño 2015-2016 fue similar e incluso mayor a la obtenida en los eventos de 1982 y 1997 sin embargo debido a fuertes vientos alisios fortalecidos por el anticiclón del pacifico, no se presentaron precipitaciones en la magnitud que se había previsto, derivando esto en un Fenómeno El Niño de magnitud fuerte mas no extraordinaria, respecto a la caracterización de la cuenca Saman determino el área de 810.71 km² y perímetro de 175.01 km, por lo que se puede clasificar como una cuenca mediana.

En investigaciones realizadas a nivel nacional, se encontró a Lopez (2021), quien en su investigación desarrollado en el distrito Salaverry, Trujillo, La Libertad, evaluó un diseño hidráulico para controlar el flujo de inundación y la retención de sedimentos de la Bahía Rinconada, realizar estudios topográficos, estudios

hidrológicos, estudios mecánicos de suelos en el área de estudio, sacar conclusiones sobre Rinconada Creek, estimar el caudal máximo se realiza con el software HEC_HMS para obtener un hidrograma de flujo fluido, retorno en el periodo de cincuenta años, cien años, 140 años y 200 años, se obtienen valores diferentes para cada una de las tres ramas. En la investigación de mecánica de suelos, realizo pruebas como análisis de tamaño de partícula, límite de consistencia, contenido de humedad y gravedad específica, también realizó sobre las muestras más representativas depositadas en conos de chorro y canales, el programa o software de Iber permite ver el comportamiento de las presas o represas que regulan el transporte. partículas sólidas dentro del chorro - un cono, demostrando que el diseño de la represa es efectivo y cumple con las metas planteadas de dotar de agua potable a la ciudad de Trujillo.

En investigaciones realizadas a nivel nacional, se encontró a Orellana (2021), quien, en su investigación desarrollado en la ciudad de Piura, busco evaluar los modelos hidrológicos e hidráulicos de la cuenca del río Piura para analizar inundaciones urbanas y proponer medidas de reducción de daños, analizar el pico de lluvia de 24 horas, estudiar los datos recolectados por la estación de datos de Pisco, desarrollar un modelo usando HEC geo HMS Modelado geoespacial de cuencas hidrográficas. y modelado hidrológico HEC HMS, determinó nivel de agua y caudal máximo estimado en el modelo hidrológico utilizando herramientas de modelado hidrológico para determinar la hidrodinámica de caudal en la zona urbana, concluyó Piura Los fenómenos hidrológicos extremos que ocurren en la cuenca del río muestran un grado alto. variabilidad, principalmente en la contribución anual de la precipitación y del caudal. El análisis de precipitación utiliza primero los datos de observación, pero solo se utiliza el programa para completar los datos que faltan, han determinado que la precipitación observada a la fecha dada está en buena concordancia con lo provisto por el programa, la posible crecida máxima en el tiempo de retorno de cien años del río Piura se estima en 5477 m³/s, y lo establece en su propuesta. que las estructuras de almacenamiento de agua de Piura en la cuenca del río, como presas y embalses, se utilizan para limitar las inundaciones y tendrán un impacto

positivo en el desarrollo futuro de la ciudad de Piura a largo plazo.

En investigaciones realizadas a nivel nacional, se encontró a Bustamante (2021), quien en su investigación desarrollado en la provincia de Poroy, Región Cusco, busco evaluar la incidencia de la adición del cuerpo de tierra en el cálculo de cargas de la presa de contrafuerte donde realizó los cálculos del predimensionamiento de la presa de concreto, también calculó la estabilidad de la presa de concreto y la cargas de la presa de concreto donde concluye el nuevo predimensionamiento con las características de la presa, realizando los comparativos con otras investigaciones, analizando y describiendo los datos, el análisis del relleno del suelo, el factor de seguridad y la comparación de la verificación de la capacidad admisible con otras investigaciones.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 TIPO DE INVESTIGACION

Para Frascati (2015), la investigación básica incluye trabajos experimentales o teóricos, cuyo propósito u objetivo principal es obtener nuevos conocimientos sobre la base de fenómenos y hechos observables, sin la intención de asignarles una aplicación o aplicación específica (p. 47).

3.1.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de este proyecto es del tipo no experimental, Hernández (2016), definido como un estudio hecho sin operar intencionalmente las características, es decir, es un estudio en el que no cambias deliberadamente las características independientes para ver su resultado sobre otras variables, lo que haces en un estudio no experimental es calcular acontecimientos y características que ocurren en el medio natural para analizarlos (p. 174).

3.1.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Hernández (2016) considera este nivel explicativo, que describe una investigación altamente estructurada que tiene como objetivo identificar cualquier tipo de eventos y fenómenos o causas, establecer relaciones causales entre conceptos, variables, hechos o fenómenos en un contexto específico, y crear una comprensión del fenómeno y el problema que plantean. están estudiando (p. 37)

3.1.4 ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

Mejía (2018) definiendo el método cuantitativo utilizando el ingreso de información para el ensayo de la investigación con mediciones numéricas y el estudio estadístico para determinar modelos de procedimiento y experimentar supuestos, el método cuantitativo se lleva a cabo en investigación mediante el procesamiento de información conseguidos en campo y desarrollados en laboratorio para modelar factores de seguridad. según normativa peruana (p. 47)

3.2 Variable y operacionalización

Las variables ensayadas: diseño estructural, viene a ser la independiente; y presa de tierra, viene a ser la dependiente.

- Definición conceptual: Variable 1: diseño estructural, en el diseño de pequeñas presas se tiene en cuenta el enfoque del proyecto, los factores ecológicos, ambientales y estructurales, los estudios hidrológicos de inundación, la clasificación de características de los suelos, características hidráulicas, la selección de tipos de presas, la clasificación por uso, la clasificación de cimientos y materiales de construcción, la clasificación de acuerdo a los materiales (Martínez, 2007) (p. 18)
- Definición operacional: En el diseño final de cada tramo se han desarrollado los estudios hidrológicos, topográficos y geotécnicos realizados con anterioridad, que involucran principalmente estos datos de los recursos hidráulicos, materiales naturales de construcción, también las cimentaciones de presas y obras portantes, con el fin de reducir los riesgos geológicos que se pueden producir durante En la fase de construcción, el diseño se basa en la geometría obtenida de la verificación hidráulica previamente medida, ya que suelen utilizar laboratorios especializados para la producción de modelos físicos a escala reducida, así como para el diseño y cálculo de estructuras duraderas (Espinoza, 2010) (p. 52)

TABLA 3.1: Característica de cinco dimensiones:

VARIABLE	DEFINICIÓN CONTEXTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO /UTM	ESCALA
VI: DISEÑO ESTRUCTURAL	En el diseño de pequeñas presas se tiene en cuenta el enfoque del proyecto, los factores ecológicos, ambientales y estructurales, los estudios hidrológicos de inundación, la clasificación de características de los suelos, características hidráulicas, la selección de tipos de presas, la clasificación por uso, la clasificación de cimientos y materiales de construcción, la clasificación de acuerdo a los materiales (Martínez, 2007) (p. 18)	En el diseño final de cada tramo se han desarrollado los estudios hidrológicos, topográficos y geotécnicos realizados con anterioridad, que involucran principalmente estos datos de los recursos hidráulicos, materiales naturales de construcción, también las cimentaciones de presas y obras portantes, con el fin de reducir los riesgos geológicos que se pueden producir durante En la fase de construcción, el diseño se basa en la geometría obtenida de la verificación hidráulica previamente medida, ya que en la etapa de ejecución del proyecto se suelen utilizar laboratorios especializados para la producción de modelos físicos a escala reducida, así como para el diseño y cálculo de estructuras duraderas (Espinoza, 2010) (p. 52)	D1: Predimensionamiento	1.1: Altura de presa 1.2: Peso específico del relleno 1.3: Resistencia a la compresión del relleno	Ensayos de Laboratorio	Razón
			D2: Estabilidad al Volteo.	2.1: Momentos Actuantes 2.2: Momentos Resistentes		
			D3: Deslizamiento	3.1: Fuerzas Actuantes 3.2: Fuerzas Resistentes		
			D4: Capacidad admisible del terreno	4.1: Peso de la Estructura		
			D5: Verificación de la Resistencia	5.1: Momento Ultimo		
	https://es.scribd.com/doc/136062923/diseño-de-pequeñas-presas-bureau-of-reclamation	https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/6083/ingenieriapresasescollera.pdf				

Fuente: Elaboración propia - 2023

- Definición conceptual: Variable 2: Presa de tierra, el cuerpo de una presa de tierra o represa de tierra consta de materiales naturales (suelo), grava, arena, limo y arcilla fundamentalmente, listos en la sección transversal de la estructura para proporcionar funciones de estabilidad y retención de agua ante la influencia de la fuerza que ejerce el agua al dique de la presa (Espinoza, 2010) (p. 101)
- Definición operacional: Contra el agua retenida de la presa de tierra, se inyectará líquido en su cuerpo (la parte trapezoidal de la pendiente plana, que varía según el material principal), que irá ocupando los vacíos que el diseño permite conservar a pesar del sellado, los procedimientos de los materiales utilizados para realizar la obra, dejando un cuerpo más o menos permeable, la configuración material debe estar diseñada para dar cuenta de esta intrusión y se deben tomar precauciones para que el agua que circula no supere el caudal, imposibilitando la justificación constructiva de tales obras (Espinoza, 2010) (p. 101)

TABLA 3.2: Característica de una dimensión:

VD: PRESA DE TIERRA	El cuerpo de una presa de tierra o represa de tierra consta de materiales naturales (suelo), grava, arena, limo y arcilla fundamentalmente, listos en la sección transversal de la estructura para proporcionar funciones de estabilidad y retención de agua ante la influencia de la fuerza que ejerce el agua al dique de la presa (Espinoza, 2010) (p. 101)	Contra el agua retenida de la presa de tierra, se inyectará líquido en su cuerpo (la parte trapezoidal de la pendiente plana, que varía según el material principal), que irá ocupando los vacíos que el diseño permite conservar a pesar del sellado, los procedimientos de los materiales utilizados para realizar la obra, dejando un cuerpo más o menos permeable, la configuración material debe estar diseñada para dar cuenta de esta intrusión y se deben tomar precauciones para que el agua que circula en el cuerpo de la presa no supere el caudal, imposibilitando la justificación constructiva de tales obras (Espinoza, 2010) (p. 101)	D1: Empuje de suelos	1.1: Muestra de Suelo	Ensayos de Laboratorio	Razón
				1.2: Angulo de fricción interna		
				1.3 Cohesión		
				1.4. Peso Especifico		
https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos-digitales/6083/ingenieriapresasescollera.pdf	https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos-digitales/6083/ingenieriapresasescollera.pdf					

Fuente: Elaboración propia - 2023

3.3 La población, muestra, muestreo, unidad de análisis

3.3.1 La población:

La microcuenca de la laguna Yakuqocha, es el conjunto de datos que se realizó la investigación.

3.3.2 Muestra:

Laguna Yakuqocha.

El muestreo, es la acción de elegir entre una muestra probabilística y una no probabilística.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas son fichas de investigación con instrumentos GPS diferencial, estaciones meteorológicas y las muestras de suelos mediante calicatas, imágenes satelitales, cartas geológicas, cámaras digitales, GPS navegador, wincha, ensayos de laboratorio mediante la técnica de excavación de calicatas con ensayos en laboratorio, uso de procesamiento de datos mediante laptop, memoria USB e impresora.

3.5 Procedimiento

Trabajo previo de campo
Reconocimiento del terreno
identificación de campo
Levantamiento topográfico
Excavación de Calicatas
Trabajos de gabinete
Ensayo de resultados de análisis granulométricos
Ensayo de Proctor Estandar
Trabajo de gabinete con programas informáticos.
Elaboración de planos y mapas del área de estudio
Predimensionamiento
Cálculo de peso propio y peso del terreno
Cálculo de empuje de tierras
Cálculo de empuje hidráulico
Dimensionamiento de pantalla
Cálculo de estabilidad por deslizamiento
Verificación de estabilidad por volteo
Cálculo de Pantalla
Diseño de la zapata
Cálculo contrafuerte

3.6 Metodología de análisis de datos

Con la información primaria de la topografía, geodesia, datos de los satélites, Arcgis CIVIL 3D se elaboró los parámetros morfológicos de la microcuenca y con los datos obtenidos en laboratorio se determinó los resultados de las propiedades del suelo, para poder realizar el modelamiento hidrológico y el modelamiento estructural con el SLIDE V.5 y el diseño de manera analítica para el diseño de presas.

3.7 Aspectos éticos

El actual trabajo de exploración es de mi autoría propia y por mi análisis propia de adquirir los conocimientos en el estudio hidrológico, topografía, parámetros morfológicos de la microcuenca, los datos de las propiedades del suelo, modelamiento estructural con el SLIDE V.5, por lo que declaro que no es copia y me adhiero a cualquier sanción administrativa por medio del programa informático de anti plagio y doy fe que es una investigación original.

IV. RESULTADOS

4.1 ESTUDIOS DE TOPOGRAFIA

4.1.1 Ubicación.

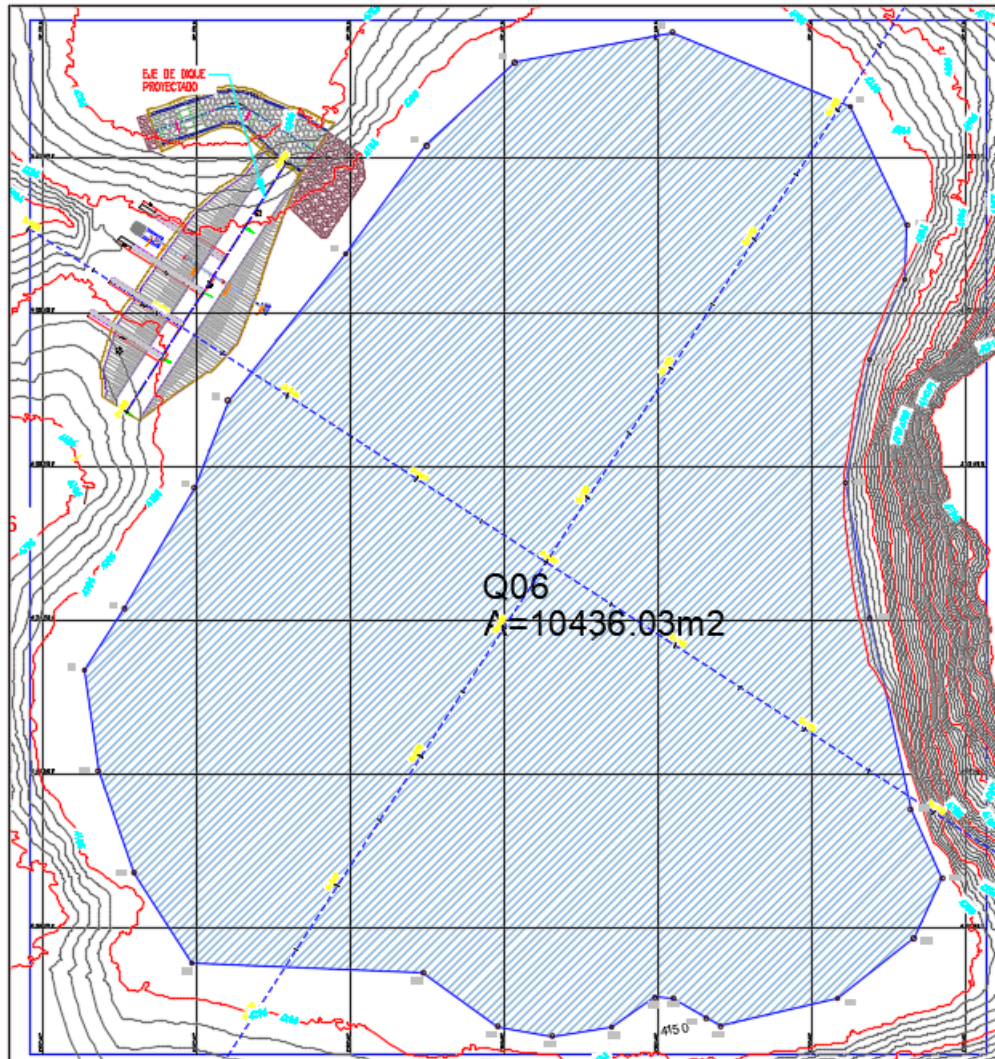


FIGURA 4.1.1: Ubicación del terreno donde se realizó la topografía.

Fuente: Elaboración propia - 2023

TABLA 4.1.1: Ubicación del terreno donde se realizó la topografía.

PUNTO	NORTE (N)	ESTE (E)	ELEVACION	LATITUD (S)	LONGITUD (W)	QOCHA
UTM_Z18S	WGS84	WGS85	(EGM-08)	WGS-84	WGS-84	
FC-4	8529254.25	597546.958	4199.8698	S13° 18' 8.378"	W74° 5' 57.819"	QOCHA 6
FC-5	8529224.35	597523.778	4199.8813	S13° 18' 9.354"	W74° 5' 58.586"	QOCHA 6
FC-6	8529214.26	597500.182	4199.7889	S13° 18' 9.685"	W74° 5' 59.369"	QOCHA 6

Fuente: Elaboración propia - 2023

4.2 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

TABLA 4.2.1: Ubicación de la Qocha

QOCHA	PROGRESIVA	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)	DISTRITO
QOCHA 6	0+000.00	607891.809	8519219.424	4,185.30	Acocro
QOCHA 6	0+038.50	607870.938	8519187.073	4,185.30	Acocro

Fuente: Elaboración propia – 2023



FIGURA 4.1.2: Ubicación del terreno de mecánica de suelos

Fuente: Elaboración propia – 2023

TABLA 4.2.2: Exploraciones de campo

N°	EXPLORACIÓN	DESCRIPCIÓN	ESTRATO/ MUESTRA	PROFUNDIDAD	ESPESOR	SUELO
11	C-11	QOCHA 06	E1/M1	0.00 - 0.40	0.40	COBERTURA ORGANICA
			E2/M2	0.40 a 1.40	1.00	Arena limosa con grava
			E3/M3	1.40 - 2.00	A MAS	ANDESITA
12	C-12	QOCHA 06	E1/M1	0.00 a 0.40	0.40	CUBIERTA ORGANICA
			E2/M2	0.40 - 1.50	1.10	Grava limosa con arena
			E3/M3	1.50 - 2.00	A MAS	ANDESITA

Fuente: Elaboración propia - 2023

TABLA 4.2.3: Ensayos de densidad

LUGAR	UBICACIÓN	DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (g/cm ³)
C-30	QOCHA 06	2.50"	-----	-----

Fuente: Elaboración propia - 2023

TABLA 4.2.4: Ensayos de penetrómetro dinámico de punta cónica (DPL)

ENSAYO	UBICACIÓN	Correlación fricción promedio (suelos arenosos)	Compacidad promedio	Correlación fricción mínima (suelos arenosos)	Nspt
DPL - 06	QOCHA 06	31.8	Media	21.30	16.00

Fuente: Elaboración propia - 2023

TABLA 4.2.5: Ensayos estandar

UBICACIÓN	Profundidad (m)	% Grava	% Arena	% Finos	LL %	LP %	IP %	W (%)	ASTHO	SUCS
QOCHA 06	2	24.48	39.3	36.2	37.8	26.3	11.48	23.4	A-6	SM
QOCHA 06	2	MAZISO ROCOSO								
QOCHA 06	2	46.78	31.6	21.6	37.7	32.3	5.36	19.7	A-1b	GM
QOCHA 06	2	MAZISO ROCOSO								

Fuente: Elaboración propia - 2023

La muestra C-30 de acuerdo al nombre del grupo (ASTM 2000 D-2487 corresponde a una grava limosa con arena

TABLA 4.2.6: Ensayos de corte directo

LUGAR	UBICACIÓN	C (kg/cm ²)	Q (°)
C-30	QOCHA 06	1.96	29.10%
C	Cohesión		
Q	Angulo de Fricción		

Fuente: Elaboración propia - 2023

TABLA 4.2.7: Ensayos químicos

MUESTRA	ELEMENTOS							
	pH		Cloruros (partes por millón-ppm)		Sulfatos (partes por millón -ppm)		Sales Solubles Totales (partes por millón - ppm)	
C-12	6.55	Neutro	492.8	No perjudicial	106.3	Despreciable	488.7	No perjudicial

Fuente: Elaboración propia - 2023

TABLA 4.2.8: Profundidad de cimentación y capacidad portante

LUGAR	UBICACIÓN	PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN (m)	Qadm (kg/cm2)	ASENTAMIENTO (cm)	NIVEL FREÁTICO
ACOCRO	QOCHA 06	1	6.987	-----	SI

Fuente: Elaboración propia - 2023

4.3 ESTUDIO HIDROLOGICO

TABLA 4.3.1: Área de la microcuenca

COD.	Nombre de Qochas	Área de la Microcuenca	
		(ha)	(Km2)
6	Qocho 6	42.203	0.422

Fuente: Elaboración propia - 2023

TABLA 4.3.2: Perímetro de la microcuenca

COD.	Nombre de Qochas	Perímetro	
		(m)	(Km)
6	Qocho 6	2612.913	2.613

Fuente: Elaboración propia - 2023

TABLA 4.3.3: Longitud del cauce principal (L)

COD.	Nombre de Qochas	Longitud del cauce principal		Altitud (msnm)		Pendiente (m/m)
		(m)	(Km)	Máxima	Mínima	
6	Qocho 6	781.82	0.782	4573	4483	0.115

Fuente: Elaboración propia - 2023

TABLA 4.3.4: Coeficiente de compacidad o índice de gravelius (Kc)

COD.	Nombre de Qochas	Área de la Microcuenca		Perímetro		$K_c = \frac{P}{2 * \sqrt{\pi A}}$
		(ha)	(Km2)	(m)	(km)	
6	Qocho 6	42.203	0.422	2612.913	2.613	1.135

Fuente: Elaboración propia - 2023

TABLA 4.3.5: Factor de forma (Ff)

COD.	Nombre de Qochas	Área de la Microcuenca		Longitud de Cauce		$F_f \frac{A}{L^2}$
		(ha)	(Km2)	(m)	(km)	
6	Qocho 6	42.203	0.422	781.817	0.782	0.690

Fuente: Elaboración propia - 2023

TABLA 4.3.6: Tiempo de concentración (Tc)

COD.	Nombre de Qochas	Tiempo de Concentración (horas)					
		Kirpich	Californiana	Giandotti	Témez	Bransby Williams	Promedio
6	Qocha 6	0.126	0.126	0.497	0.376	0.200	0.437

Fuente: Elaboración propia - 2023

TABLA 4.3.7: Registro hidrometeorológico

REGISTRO HIDROMETEOROLOGICO GENERADO															
Precipitación Mensual Acumulada (mm)															
MICROCUENCA QOCHA 6															
ESTACION:	QOCHA 6				LAT:	13°23'35.48"	S	Departamento :	Ayacucho						
					LONG:	74° 0'11.57"	W	Provincia :	Huamanga						
					ALT:	4,483 msnm		Distrito :	Acocro						
ITEM	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	MEDIA
Nº DATOS		55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
MEDIA		210.79	202.02	180.84	64.24	27.84	16.95	11.42	23.32	44.81	59.22	79.48	130.75	1051.69	87.64
DESV. STD		51.45	54.98	40.67	30.01	25.47	23.39	10.03	27.25	24.45	25.59	33.25	45.38	146.79	12.23
C.V.		0.24	0.27	0.22	0.47	0.91	1.38	0.88	1.17	0.55	0.43	0.42	0.35	0.14	0.14
P. MAXIMA		336.12	350.64	273.17	187.06	150.40	153.71	32.47	175.42	114.23	169.32	148.39	290.37	1428.78	119.07
P. MINIMA		91.94	102.60	92.79	9.06	0.67	0.00	0.00	0.00	4.83	12.94	9.59	33.31	754.79	62.90

Fuente: Elaboración propia – 2023

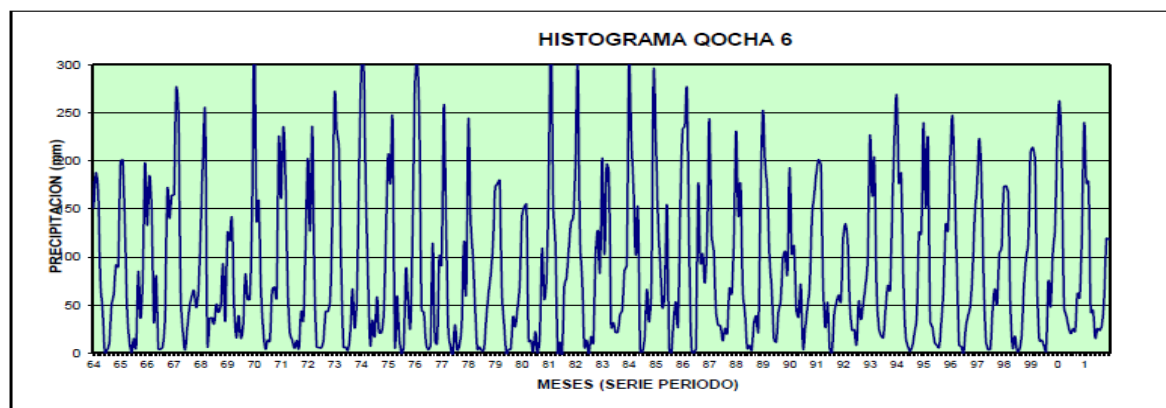


FIGURA 4.3.8: Histograma

Fuente: Elaboración propia - 2023

TABLA 4.3.8: Caudales medios mensuales

DATOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	MEDIA	
MICROCUENCA QOCHA 6															
N.º días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31		365	
N.º datos	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55			
Q. PROMEDIO	m ³ /s	0.0622	0.0586	0.0514	0.0082	0.0035	0.0020	0.0016	0.0028	0.0044	0.0060	0.0107	0.0279	0.239	0.0200
Desviación Estándar	m ³ /s	0.0209	0.0235	0.0182	0.0071	0.0038	0.0034	0.0021	0.0046	0.0031	0.0067	0.0079	0.0160	0.117	0.0098
C.V.	%	0.3365	0.4006	0.3537	0.8638	1.0935	1.6966	1.3619	1.6200	0.7036	1.1145	0.7342	0.5723	10.851	0.9043
Q. MINIMO	m ³ /s	0.0167	0.0124	0.0131	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0012	0.043	0.0036
Q. MAXIMO	m ³ /s	0.1092	0.1214	0.0914	0.0425	0.0230	0.0110	0.0086	0.0160	0.0137	0.0435	0.0302	0.0888	0.599	0.0499
Q. 75%	m ³ /s	0.04810	0.04276	0.03912	0.00343	0.00092	0.00000	0.00013	0.00000	0.00232	0.00149	0.00542	0.01715	0.16085	0.01340
Oferta total	m ³ /mes	128,824	103,453	104,785	8,901	2,461	0	341	0	6,016	3,990	14,061	45,946		418,779

Fuente: Elaboración propia - 2023

TABLA 4.3.9: Tiempo de concentración (Tc)

Nº	QOCHA	Área Esp. Agua (m2)	Alt. Dique	Vol. Almac. Del Vaso (m3)	Oferta Hídrica (m3)	Conclusión Técnica
1	QOCHA 6	11,228.99	2.45	16,199.34	311,706.78	SI CUMPLE

Fuente: Elaboración propia - 2023

TABLA 4.3.10: Caudales máximos de diseño

Nº	Qocha	Área Micro. (ha)	Long. Cauce (m)	Pendiente (m/m)	S (%)	T. C. (hr)	T. C. (min)	C	Intensidad (mm/hr)	Qmáx (m3/s)
1	Qocha 6	42.20	781.82	0.115	11.5	0.436	26.16	0.45	27.56	1.454

Fuente: Elaboración propia - 2023

4.4 DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL

TABLA 4.4.1: Caudales máximos de diseño por el método racional

Nº	Qocha	Área (has)	Características del Cause (msnm)	Pendiente (m/m)	T. C. (horas)	C	Intensidad mm/hr	Qmáx. (m3/s)
			Long. (m)					
1	qocha 6	42.20	781.82	0.115	0.436	0.45	27.56	1.596

Fuente: Elaboración propia - 2023

Cálculos en vertederos

Vetedero rectangular
Vertedero triangular
Vertedero trapezoidal

Datos del vertedero:

Longitud de cresta (L): m

Caudal (Q): m³/s

Número de contracciones (n):

Coefficiente de descarga (Cd):

Tipo:

Cresta aguda

Perfil Creager

Cresta ancha

Calcular:

Caudal (Q)

Carga (h)

Cresta aguda

Cd = 1.84

Resultados:

Carga (h): m

Ecuación:

$$Q = C_d (L - 0.1nh) h^{3/2}$$

donde:

Q = caudal que fluye por el vertedero, m³/s

L = longitud de cresta del vertedero, m

h = carga sobre el vertedero, m

n = número de contracciones (0, 1 ó 2)

C_d = coeficiente de descarga

Calcular

Limpiar Pantalla

Imprimir

Menú Principal

Calculadora

FIGURA 4.4.2: Dimensionamiento de la carga máxima del aliviadero

Fuente: Elaboración propia - 2023

Cálculos en vertederos

Vetedero rectangular
Vertedero triangular
Vertedero trapezoidal

Datos del vertedero:

Longitud de cresta (L): m

Caudal (Q): m³/s

Número de contracciones (n):

Coefficiente de descarga (Cd):

Tipo:

Cresta aguda

Perfil Creager

Cresta ancha

Calcular:

Caudal (Q)

Carga (h)

Perfil Creager

Cd = 2

Resultados:

Carga (h): m

Ecuación:

$$Q = C_d (L - 0.1nh) h^{3/2}$$

donde:

Q = caudal que fluye por el vertedero, m³/s

L = longitud de cresta del vertedero, m

h = carga sobre el vertedero, m

n = número de contracciones (0, 1 ó 2)

C_d = coeficiente de descarga

Calcular

Limpiar Pantalla

Imprimir

Menú Principal

Calculadora

FIGURA 4.4.3: Calculo en vertederos

Fuente: Elaboración propia - 2023

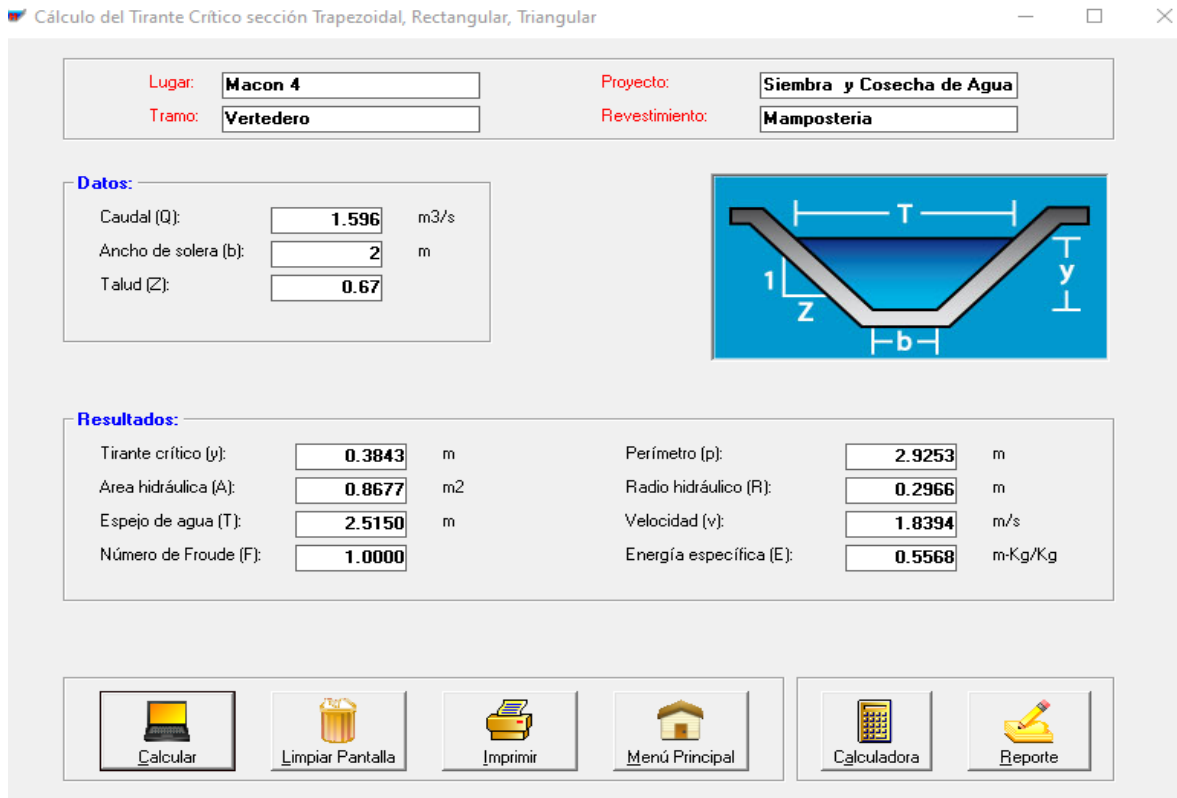


FIGURA 4.4.4: Diseño de vertedero lateral

Fuente: Elaboración propia - 2023

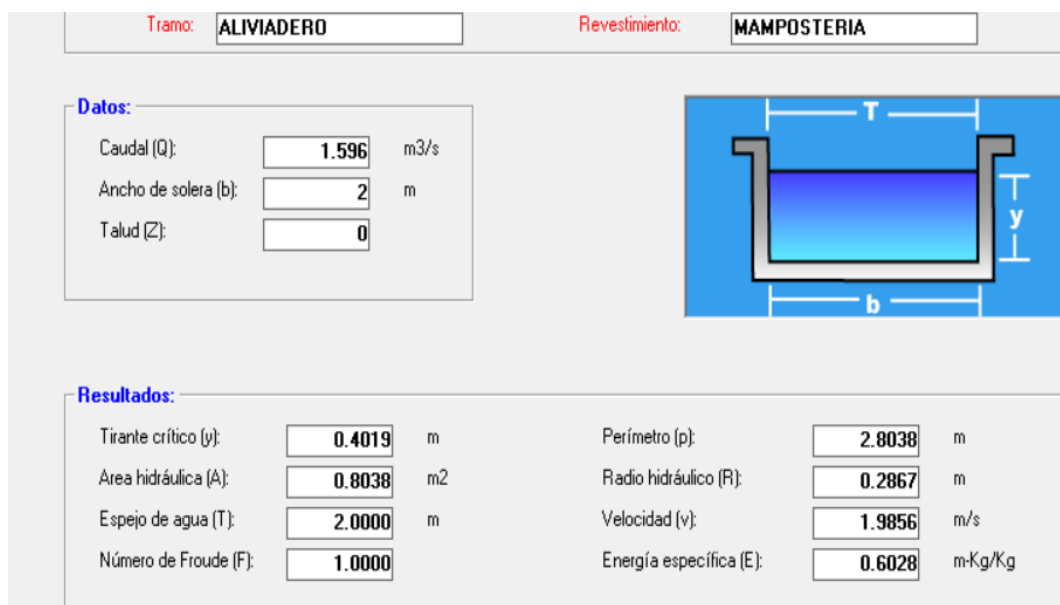


FIGURA 4.4.5: Cálculo de la sección de transición

Fuente: Elaboración propia - 2023

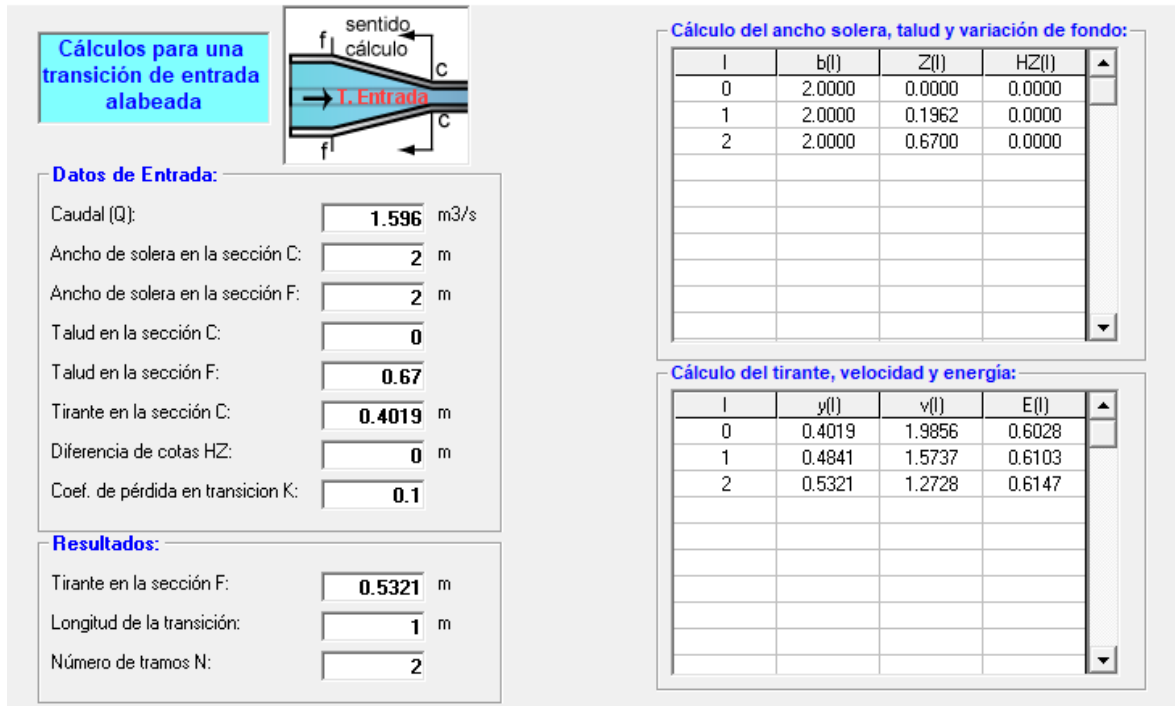


FIGURA 4.4.6: Dimensionamiento del canal del aliviadero

Fuente: Elaboración propia - 2023

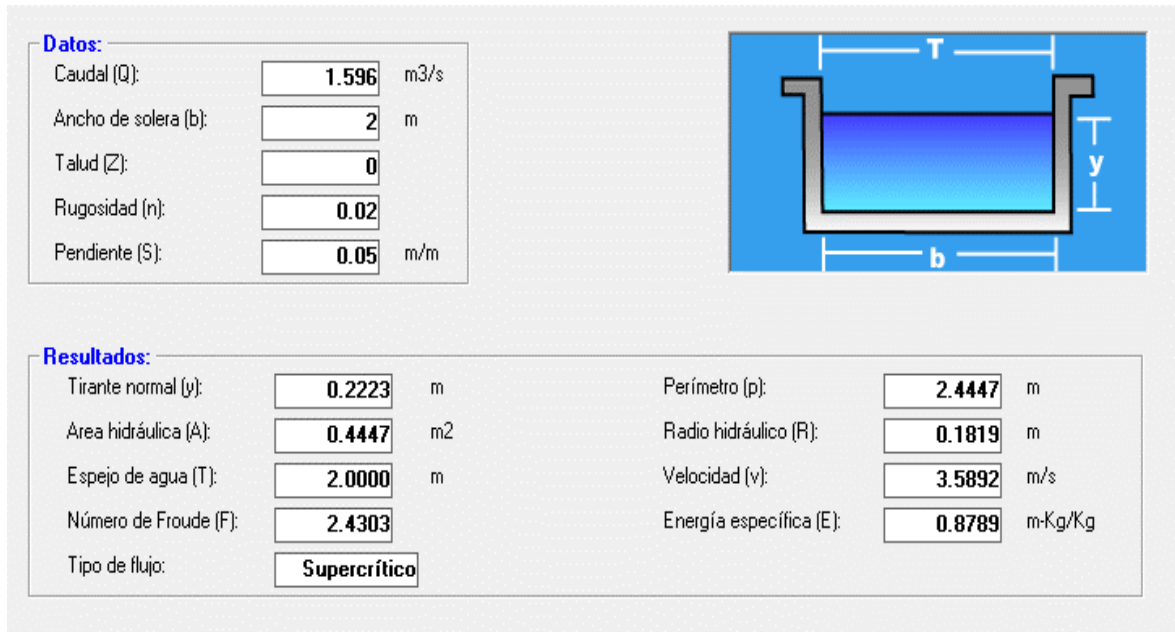


FIGURA 4.4.7: Dimensionamiento de la transición del aliviadero

Fuente: Elaboración propia - 2023

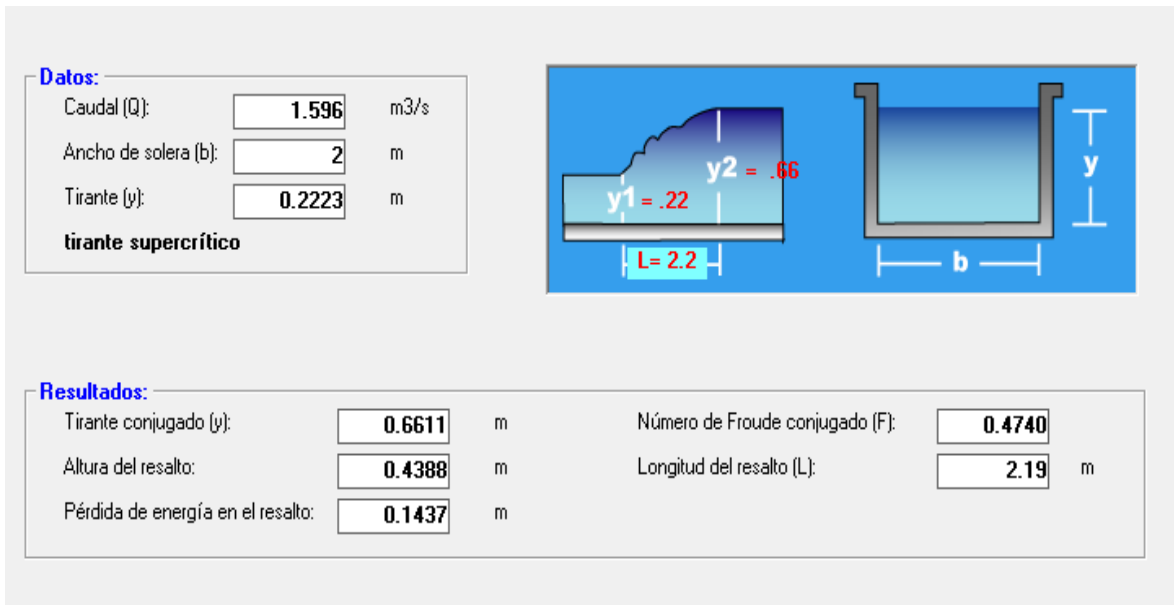


FIGURA 4.4.8: Dimensionamiento del resalto hidráulico

Fuente: Elaboración propia - 2023

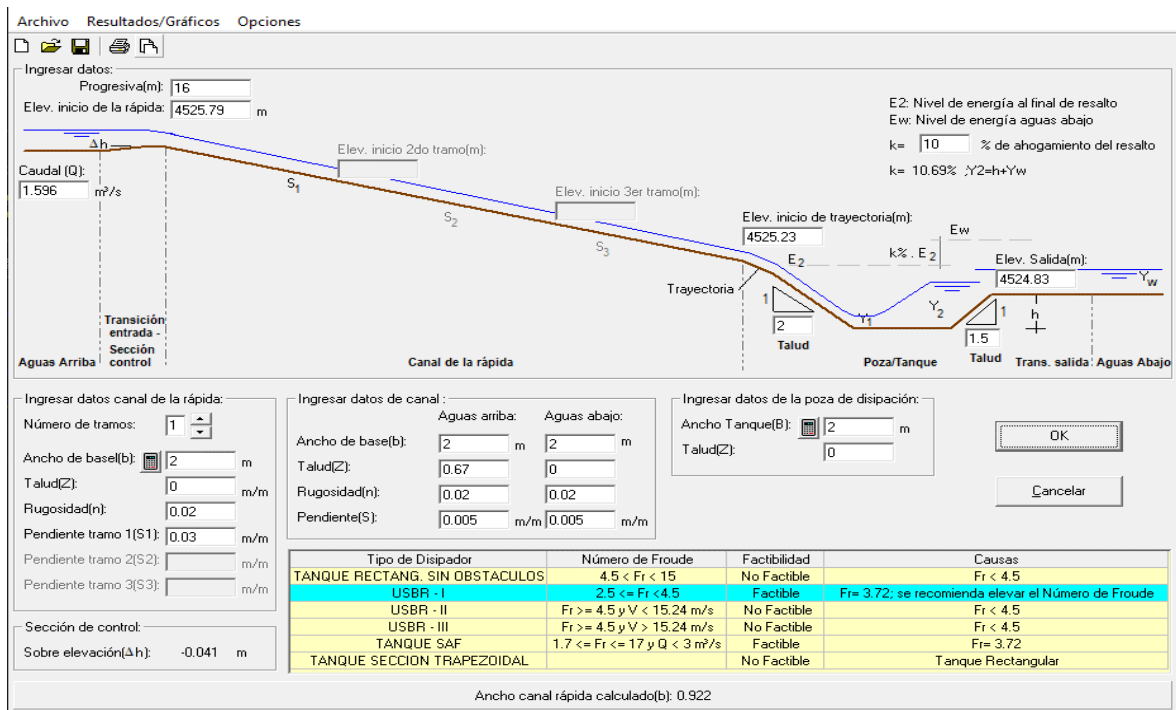


FIGURA 4.4.9: Diseño del recorrido de una rápida

Fuente: Elaboración propia - 2023

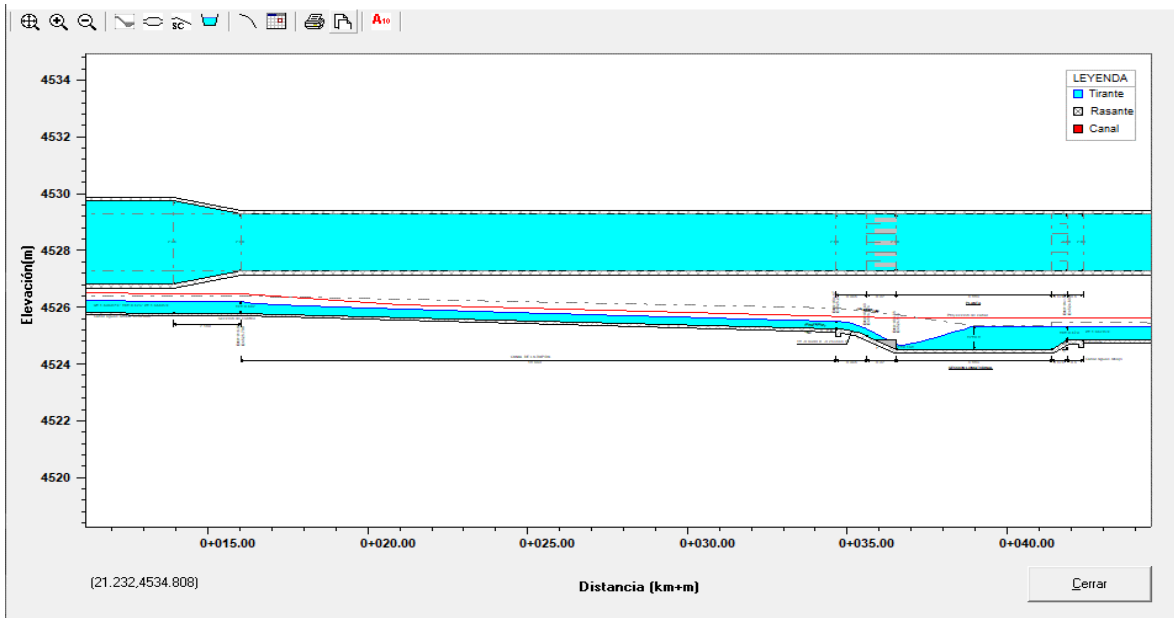


FIGURA 4.4.10: Diseño frontal del aliviadero

Fuente: Elaboración propia - 2023

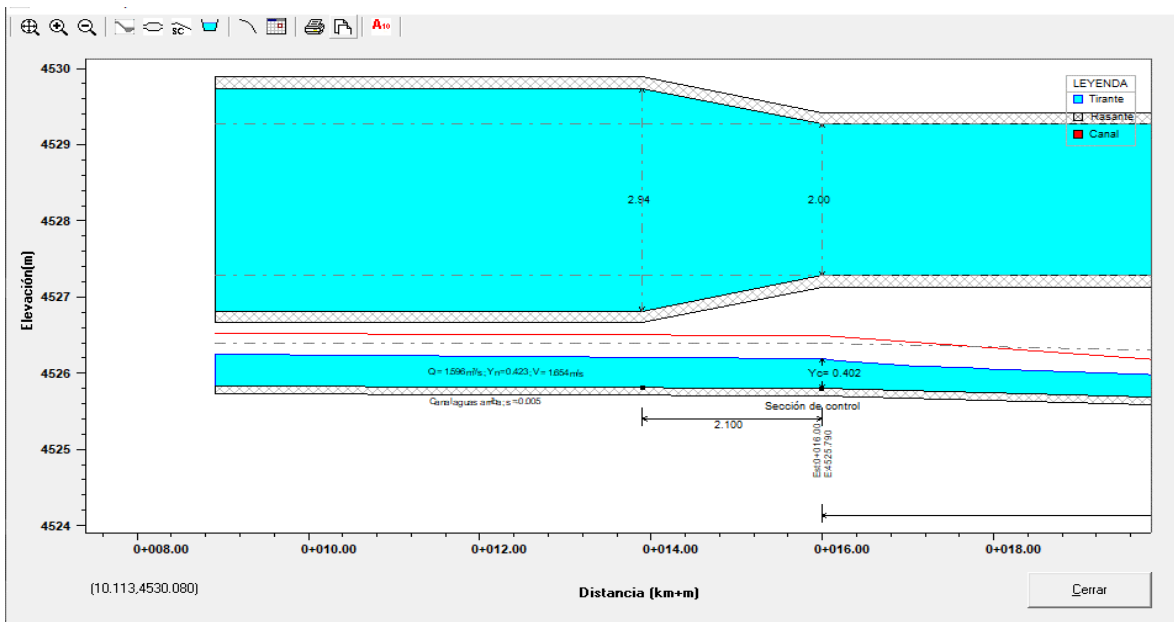


FIGURA 4.4.11: Diseño de la sección del aliviadero

Fuente: Elaboración propia - 2023

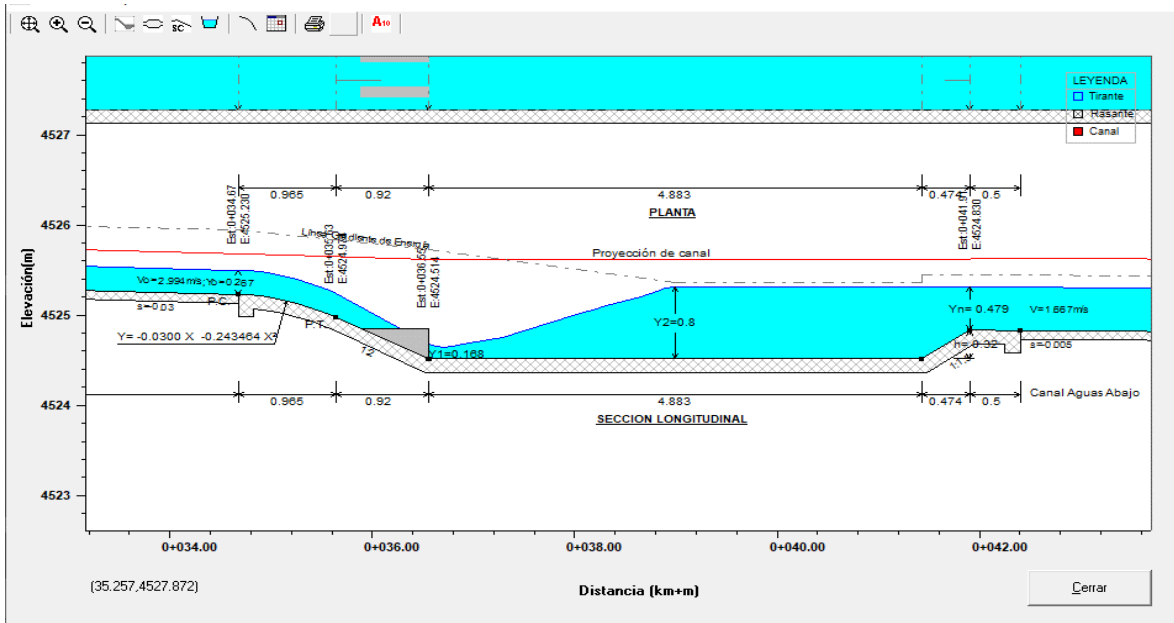


FIGURA 4.4.12: Diseño longitudinal de la poza de disipación

Fuente: Elaboración propia - 2023

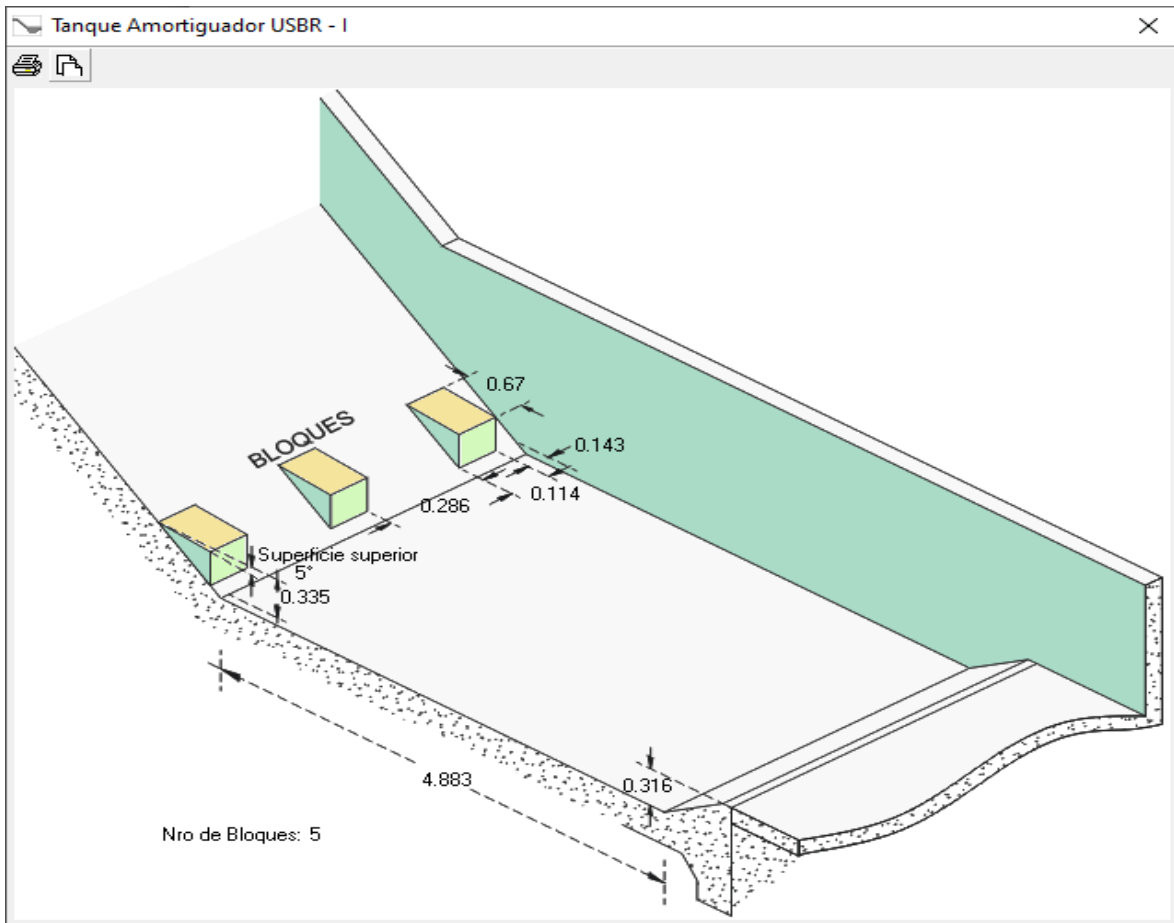


FIGURA 4.4.13: Diseño del tanque de amortiguación

Fuente: Elaboración propia - 2023

4.5 DISEÑO DEL DIQUE DE TIERRA

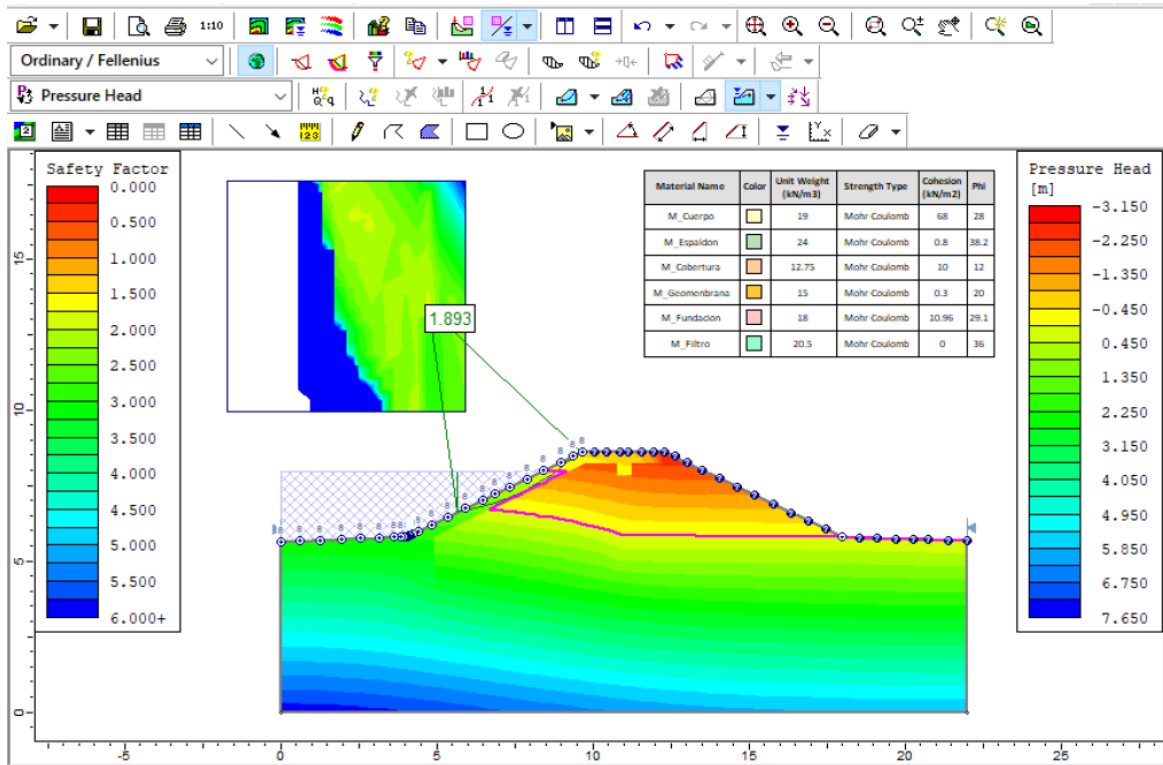


FIGURA 4.5.1: Embalse lleno aguas arriba - estático

Fuente: Elaboración propia - 2023

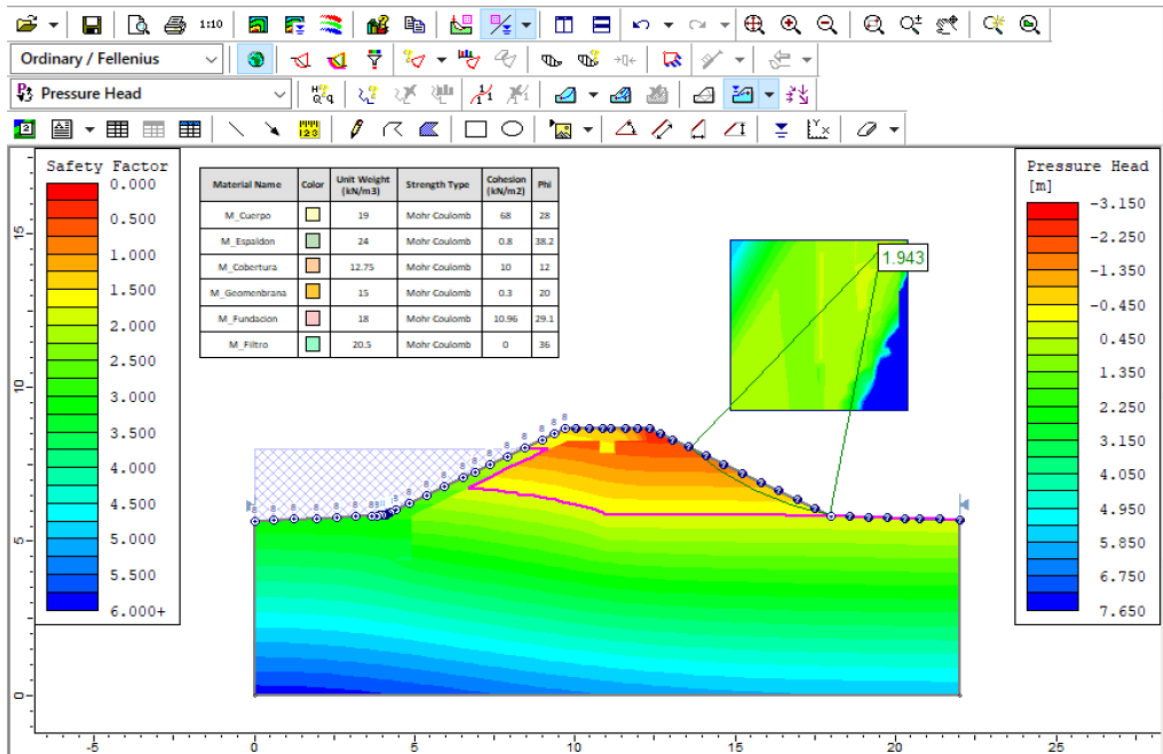


FIGURA 4.5.2: Embalse lleno aguas abajo - estático

Fuente: Elaboración propia - 2023

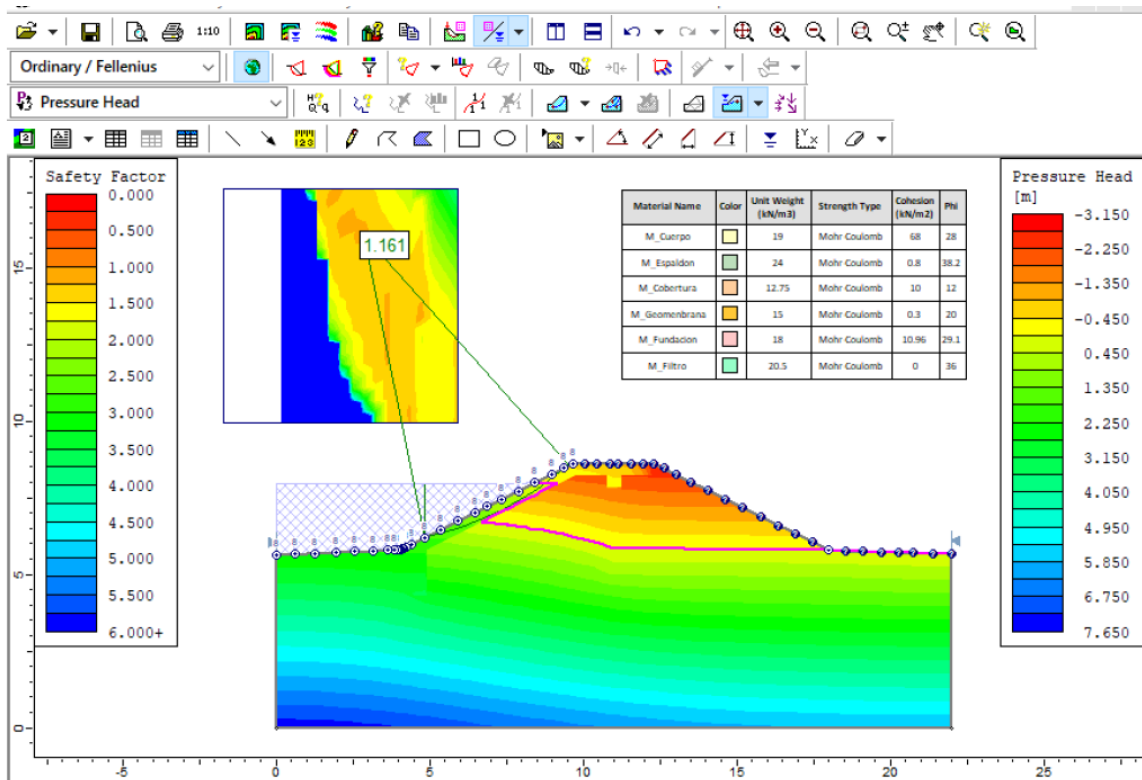


FIGURA 4.5.3: Embalse lleno aguas arriba – dinámico

Fuente: Elaboración propia - 2023

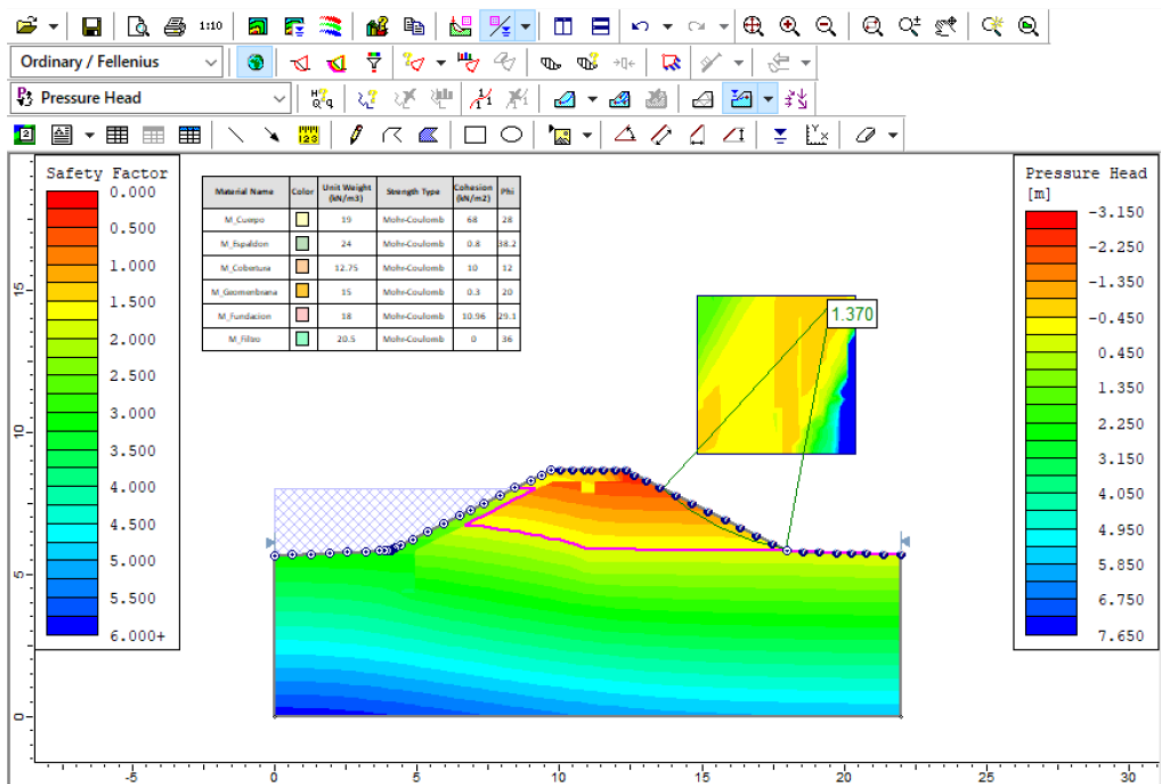


FIGURA 4.5.4: Embalse lleno aguas abajo - dinámico

Fuente: Elaboración propia - 2023

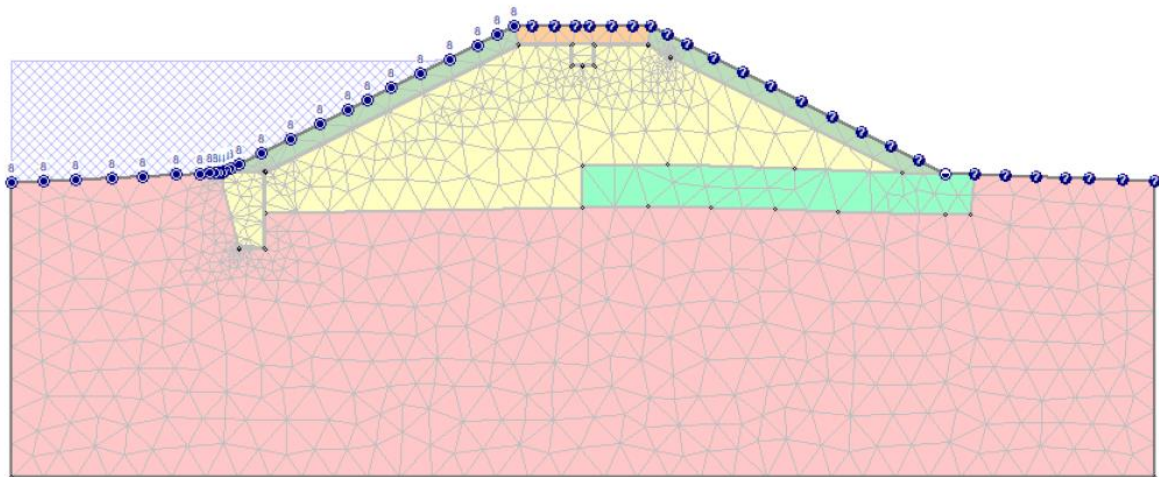


FIGURA 4.5.5: Discretización de elementos finitos

Fuente: Elaboración propia - 2023

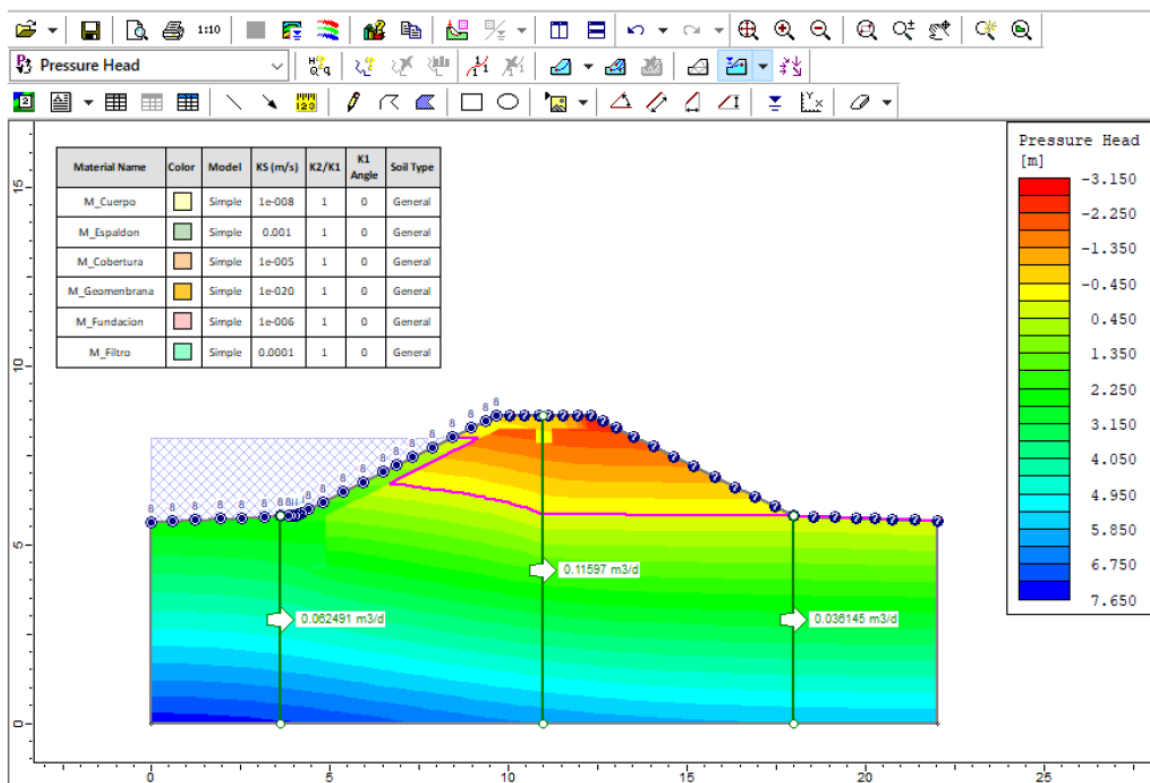


FIGURA 4.5.6: Presión total de agua

Fuente: Elaboración propia - 2023

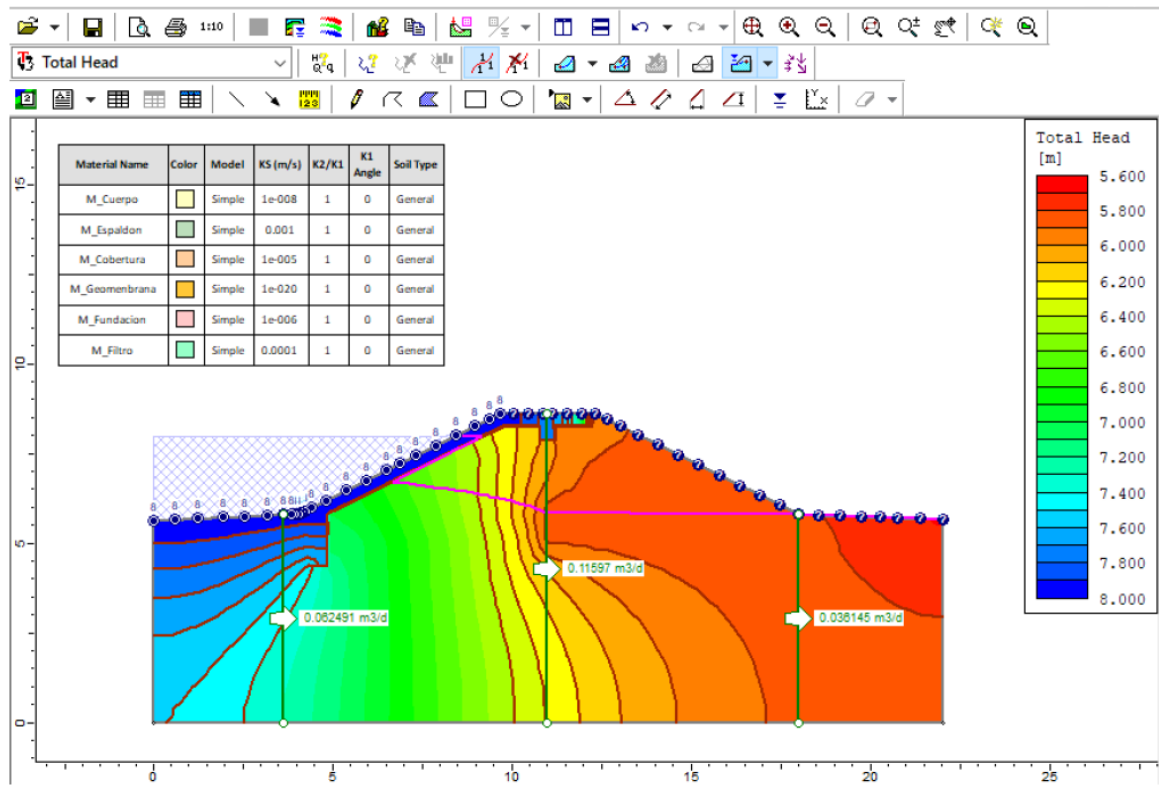


FIGURA 4.5.7: Altura total de dique líneas equipotenciales

Fuente: Elaboración propia - 2023

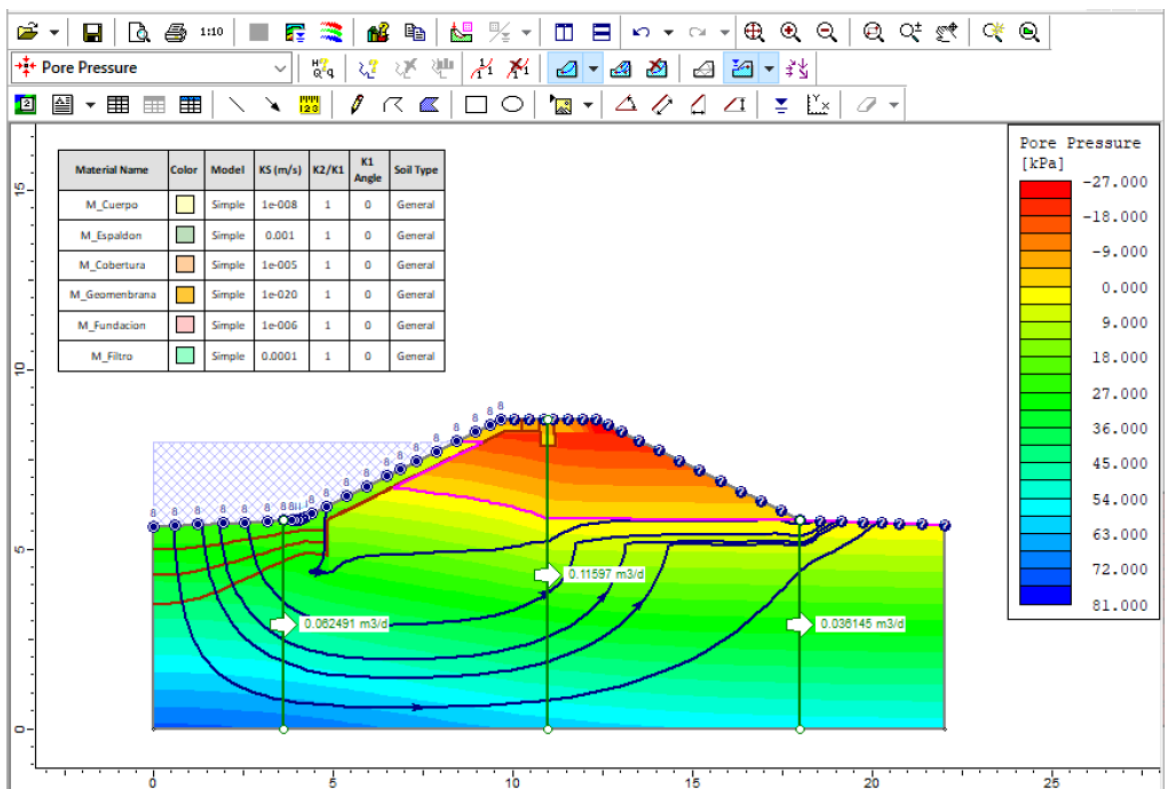


FIGURA 4.5.8: Permeabilidad de dique líneas de flujo

Fuente: Elaboración propia - 2023

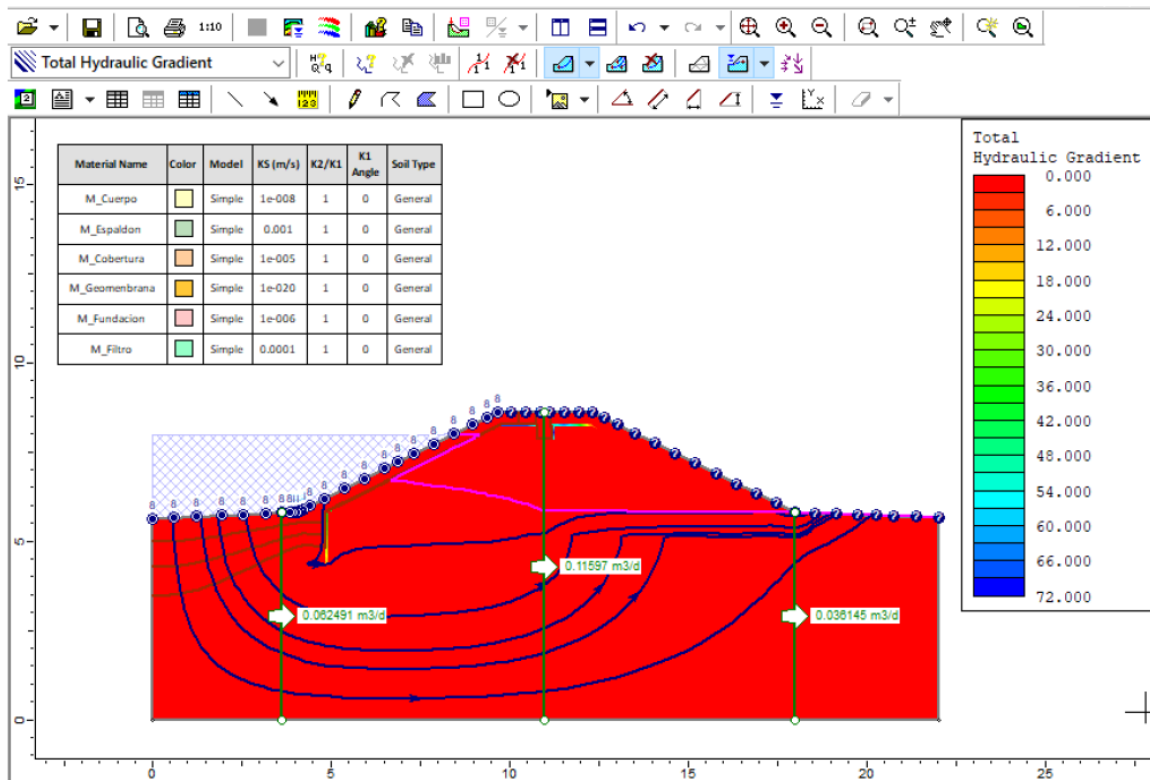


FIGURA 4.5.9: Gradiente hidráulico total

Fuente: Elaboración propia - 2023

TABLA 4.5.1: Resultados del modelamiento de análisis de estabilidad

QOCHA 6	ESTADO	F.S OBTENIDO	F.S MINIMO
	Embalse Lleno Aguas Arriba - Estático	1.893	1.4
	Embalse Lleno Aguas Abajo - Estático	1.943	1.4
	Embalse Lleno Aguas Arriba - Dinámico	1.161	1.1
	Embalse Lleno Aguas Abajo - Dinámico	1.370	1.1

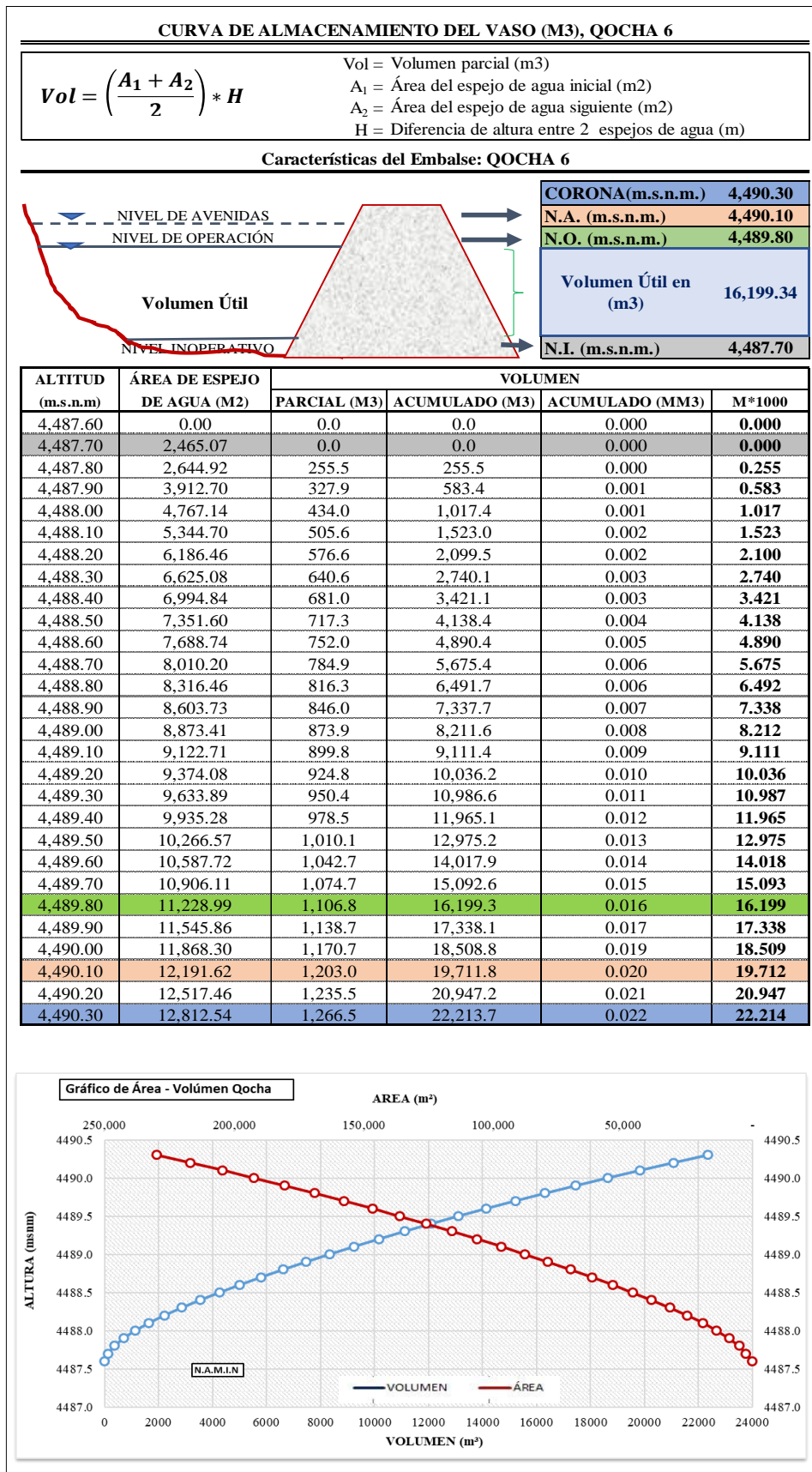
Fuente: Elaboración propia - 2023

TABLA 4.5.2: Resultado de caudales de infiltración

QOCHA 6	ESTADO	CAUDAL (m3/d)
	Aguas Arriba - Toma de fondos	0.062491
	Aguas Arriba - Cuerpo del Dique	0.115970
	Aguas Abajo - Salida de Dique (drenes)	0.036145

Fuente: Elaboración propia - 2023

TABLA 4.5.3: Datos de altitud – Volumen – Área del vaso



Fuente: Elaboración propia - 2023

TABLA 4.5.4: Cálculo del predimensionamiento del dique

Cálculo del predimensionamiento del dique - QOCHA 6			
De los datos que se obtuvieron (sección máxima del dique de la minipresa). Asumo que la roca se encuentra a 1 metro de la base.			
Línea de excavación máxima	:	4,487.05	m.s.n.m
Cota del terreno	:	4,487.85	m.s.n.m
Profundidad de cimentacion	:	d= 0.80 m	contar con suelo estable
N.O. (Nivel de Operación)	:	4,489.80	m.s.n.m
N.A. (Nivel de Avenidas)	:	4,490.10	m.s.n.m
FETCH	:	0.166	km
<u>ALTURA DE LA OLA POR VIENTO</u>			
a) Altura de ola por viento: Fórmula empírica "Manual on small earth dams FAO - ítem 6.9, p.53"			
$H_0 = 0.014 (F)^{1/2} \dots(m)$			
Donde : F: fetch en Km			
F	=	0.16600	km
H ₀	=	0.006	m
Dato: Este cálculo de predimensionamiento no se consideró la altura de ola por sismo.			
b) Altura de ola Creada por el Viento, Recomendaciones del USBR (1992)			
$H_0 = ((V)^{1.23} (F)^{1/2}) / 87.23 \dots(m)$			
Donde :			
V: Velocidad de Viento (m/2): 2.93 m/s	reporte en lugar de las qochas		
F : fetch en Km			
F	=	0.1660	km
H ₀	=	0.056	m
FACTOR DE SEGURIDAD (1.27*H₀)	=	0.071	m
<u>BORDE LIBRE</u>			
Borde libre mínimo, procedimiento combinado de Knapen:			
$Bl (min) = 0.75H_0 + (Vg)^2/2g$			
Donde: H ₀ : altura de la ola según stevenson			
Vg (m/s) : velocidad ola según Gaillard = 1.52 + 2 H ₀			
H ₀	=	0.071	
Vg	=	1.661	
Bl (min)	=	0.194	m
Borde Libre Asumido	=	0.20	m

Fuente: Elaboración propia - 2023

Se puede utilizar también 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

Por proceso constructivo del vertedero cuya altura se ha definido en 0.5 m. Se ha asumido que el borde libre (BL) sea de 0.2 m, por contar con un tirante de 0.3 m y un ancho base del vertedero de 6 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.

N.Corona =	N.A. + B.L.
N.Corona =	4,490.30 msnm

ALTURA DEL DIQUE:

H= cota de la corona – cota de Terreno
H= 4,490.30 - 4,487.85 = 2.45 m
H= 2.45 m

ANCHO DEL DENTELLÓN:

W = h – d
 Donde :

- w : ancho del fondo de la zanja del dentellón.
- h : carga hidráulica arriba de la superficie del terreno = NAME-Cota del terreno
- d : profundidad de la zanja del dentellón debajo de la superficie del terreno.

Cota del terreno	=	4,487.85	msnm
N.A. (Nivel de Avenidas)	=	4,490.10	msnm
h	=	2.25	m
d	=	1.00	m
w	=	h - d	m
w	=	1.25	m

Por condiciones de estabilidad del terreno y por proceso constructivo se considerará un ancho de w: **2.00** m, en la base del dentellón.

ANCHO DE CORONA:

Ancho de corona: **Fórmula empírica "Manual on small earth dams FAO - ítem 6.11, p.54"**

$C_w = 0.4 H + 1 \dots(m)$

Donde:

- Cw : ancho de la corona en m
- H : altura máxima del dique en m

Cw	=	2.00	m
-----------	----------	-------------	----------

Se tomará un ancho **Cw** de: **2.50 m** por medida de seguridad, ya que se puede dar el caso de que el material de cantera seleccionado en campo no tenga una granulometría estandar.

TALUDES RECOMENDADOS

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

TALUDES RECOMENDADOS PARA PRESAS SEGÚN EL UNITED STATES BUREAU OF RECLAMATION (USBR).

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 3: 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 ¼: 1 2 ½: 1 3: 1 3 ½: 1	2:1 2 ¼: 1 2 ½: 1 3:1

CONCLUSIÓN:

Como el dique de la minipresa presenta una altura menor de 5.0 m, adoptamos un ancho de cresta mayor a 2.0 m por lo que se tomó **2.5 m** y con taludes menos inclinados para reducir la erosión, por lo que:

Talud Aguas Arriba:

H	V
2	1

Talud Aguas Abajo:

H	V
2	1

Fuente: Elaboración propia - 2023

TABLA 4.5.5: Cálculo de las características del embalse

CARACTERISTICAS DEL EMBALSE			
N°	DESCRIPCIÓN	DATOS	UNIDAD
1	EMBALSE		
	NIVEL DE AVENIDAS (N.A.)	4,185.10	m.s.n.m
	NIVEL DE OPERACIÓN (N.O.)	4,184.80	m.s.n.m
	VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	16,199.34	m ³
2	DIQUE DE TIERRA CON MATERIAL DE PRESTAMO		
	NIVEL DE CORONA	4,185.30	m.s.n.m
	ALTURA MAXIMA DEL DIQUE (desde el cauce)	2.45	m
	LONGITUD MAXIMA DEL DIQUE	38.50	m
	ANCHO DE CORONA	2.50	m
	TALUD AGUAS ARRIBA (V/H)	01:02	
	TALUD AGUAS ABAJO (V/H)	01:02	
3	ALIVIADERO: DESCARGA LIBRE		
	NIVEL DE VERTEDERO	4,184.80	m.s.n.m
	LONGITUD DE CANAL DE VERTEDERO	23	m
	CAUDAL MAXIMO	1.453	m ³ /seg
4	OBRA DE TOMA		
	DIAMETRO DE LA TUBERIA DE DESCARGA	160	mm
	LONGITUD DE LA TUBERIA DE DESCARGA	17	m

Fuente: Elaboración propia - 2023

V. DISCUSIÓN

El siguiente trabajo de exploración se ha propuesto como primer objetivo específico, demostrar el empuje de suelos en las medidas del predimensionamiento de la presa de tierra.

Tabla 5.1. Cuadro comparativo de predimensionamiento de la investigación propia y la tesis Bustamante (2021)

Dimensiones	Investigación propia	Tesis Bustamante
Altura dique (m)	2.45	16.2
ancho de dentellón (m)	2.5	9.0
borde libre (m)	0.2	0.5

Fuente: Elaboración propia - 2023

De la tabla 5.1, se puede analizar los resultados de predimensionamiento con las medidas del borde libre de 0.20 m, una altura del dique de 2.45 m y el ancho de dentellón de 2.5 m, en comparación de la tesis de Bustamante que obtuvo en su predimensionamiento de borde libre de 0.50m, altura de dique de 16.20 m y el ancho de 9 m.

Tabla 5.2. Cuadro comparativo de predimensionamiento de la investigación propia y la tesis Vilchez (2021)

Dimensiones	Investigación propia	Tesis Vilchez
Altura dique (m)	2.45	4.00
ancho de dentellón (m)	2.5	5.00
borde libre (m)	0.2	0.35

Fuente: Elaboración propia - 2023

De la tabla 5.2, se puede analizar los resultados de predimensionamiento con las medidas del borde libre de 0.20 m, una altura del dique de 2.45 m y el ancho de dentellón de 2.5 m, en comparación de la tesis de Vilchez que obtuvo en su predimensionamiento de borde libre de 0.35m, altura de dique de 4.00 m y el ancho de corona o dentellón de 5 m.

TABLA 5.3. Cálculo de las características del embalse

CARACTERISTICAS DEL EMBALSE			
N°	DESCRIPCIÓN	DATOS	UNIDAD
1	EMBALSE		
	NIVEL DE AVENIDAS (N.A.)	4,185.10	m.s.n.m
	NIVEL DE OPERACIÓN (N.O.)	4,184.80	m.s.n.m
	VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	16,199.34	m ³
2	DIQUE DE TIERRA CON MATERIAL DE PRESTAMO		
	NIVEL DE CORONA	4,185.30	m.s.n.m
	ALTURA MAXIMA DEL DIQUE (desde el cauce)	2.45	m
	LONGITUD MAXIMA DEL DIQUE	38.50	m
	ANCHO DE CORONA	2.50	m
	TALUD AGUAS ARRIBA (V/H)	01:02	
	TALUD AGUAS ABAJO (V/H)	01:02	
3	ALIVIADERO: DESCARGA LIBRE		
	NIVEL DE VERTEDERO	4,184.80	m.s.n.m
	LONGITUD DE CANAL DE VERTEDERO	23	m
	CAUDAL MAXIMO	1.453	m ³ /seg
4	OBRA DE TOMA		
	DIAMETRO DE LA TUBERIA DE DESCARGA	160	mm
	LONGITUD DE LA TUBERIA DE DESCARGA	17	m

Fuente: Elaboración propia - 2023

Se puede comparar los resultados de la investigación propia con los resultados de las tesis de Bustamante (2021) y Vilches (2021)

Tabla 5.4. Cuadro comparativo de las propiedades del suelo de la investigación propia y la tesis Bustamante (2021)

Propiedades del suelo	Investigación propia	Tesis Bustamante
Cohesión (kg/cm ²)	1.96	0.22
Angulo de fricción (%)	29.1	30
Capacidad Portante (kg/cm ²)	6.987	4

Fuente: Elaboración propia - 2023

De la Tabla 5.4, se puede analizar los resultados de la exploración obteniendo datos de las propiedades del suelo ángulo de fricción del suelo de 29.10%, Cohesión de 1.96 kg/cm² y la capacidad portante de 6.987 kg/cm² en comparación de la tesis de Bustamante - 2021 que obtuvo un ángulo de fricción de relleno de 30, cohesión de 0.22 kg/cm² y la capacidad portante del terreno de 4.00 kg/cm².

Tabla 5.5. Cuadro comparativo de las propiedades del suelo de la investigación propia y la tesis Vilchez (2021)

Propiedades del suelo	Investigación propia	Tesis Vilchez
Cohesión (kg/cm ²)	1.96	0.00
Angulo de fricción (%)	29.1	26.93
Capacidad Portante (kg/cm ²)	6.987	0.00

Fuente: Elaboración propia - 2023

De la Tabla 5.5, se puede analizar los resultados de la exploración obteniendo datos de las propiedades del suelo ángulo de fricción del suelo de 29.10%, Cohesión de 1.96 kg/cm² y la capacidad portante de 6.987 kg/cm² en comparación de la tesis de Vilchez - 2021 que obtuvo un ángulo de fricción de relleno de 26.93, cohesión de 0.00 kg/cm² y la capacidad portante del terreno de 0.00 kg/cm².

Tabla 5.6. Cuadro comparativo de factor de seguridad de la investigación propia y la tesis Bustamante (2021)

Factor de seguridad	Investigación propia	Tesis Bustamante
Deslizamiento	1.943	3.25
Volteo	1.893	2.74

Fuente: Elaboración propia - 2023

El siguiente trabajo de exploración se ha propuesto como segundo objetivo específico, demostrar el empuje de suelos en los cálculos de estabilidad al volteo de la presa de tierra Yakuqocha con un talud aguas abajo de 2H: 1V.

El siguiente trabajo de exploración se ha propuesto como tercer objetivo específico, demostrar el empuje de suelos en los cálculos de estabilidad al deslizamiento de la presa de tierra Yakuqocha con un talud aguas abajo de 2H: 1V.

El siguiente trabajo de exploración se ha propuesto cuarto objetivo específico, demostrar el empuje de suelos en los cálculos de capacidad admisible de la presa de tierra Yakuqocha con un factor de seguridad de aguas arriba de 1.161 dinámico, por lo que supera el factor de seguridad de 1.40 por lo que es aceptable la

estabilidad del dique y con un factor de seguridad de aguas abajo de 1.370 dinámico, por lo que supera el factor de seguridad de 1.10 por lo que es aceptable la estabilidad del dique de acuerdo a la norma alemana DIN 4084.

El siguiente trabajo de exploración se ha propuesto como quinto objetivo específico, demostrar el empuje de suelos en los cálculos de resistencia de la presa de tierra Yakuqocha con un factor de seguridad de aguas arriba de 1.893 estático, por lo que supera el factor de seguridad de 1.40 por lo que es aceptable la estabilidad del dique y con un factor de seguridad de aguas abajo de 1.943 estático, por lo que supera el factor de seguridad de 1.10 por lo que es aceptable la estabilidad del dique de acuerdo a la norma alemana DIN 4084.

La diferencia de datos muestra que son dos tipos de presas, la investigación propia es de una presa de tierra donde se utilizó el programa informático SLIDE V.5. y la tesis de Bustamante realizó el estudio a una presa de concreto donde utilizó el programa informático SAP 2000.

VI. CONCLUSIONES

- Se demostró que el empuje de suelos influyó en el predimensionamiento de la presa de tierra Yakuqocha con un borde libre de 0.20 m, una altura del dique de 2.45 m y el ancho de dentellón de 2.5 m.
- Se demostró que el empuje de suelos influyó en los efectos de la estabilidad al volteo de la presa de tierra Yakuqocha con un talud aguas abajo de 2H: 1V.
- Se demostró que el empuje de suelos influyó en los efectos en la carga al deslizamiento de la presa de tierra Yakuqocha con un talud aguas arriba de 2H: 1V.
- Se demostró que el empuje de suelos influyó en los efectos en la estabilidad a la capacidad admisible de la presa de tierra Yakuqocha con un factor de seguridad de aguas arriba de 1.161 dinámico, por lo que supera el factor de seguridad de 1.40 por lo que es aceptable la estabilidad del dique y con un factor de seguridad de aguas abajo de 1.370 dinámico, por lo que supera el factor de seguridad de 1.10 por lo que es aceptable la estabilidad del dique de acuerdo a la norma alemana DIN 4084.
- Se demostró que el empuje de suelos influyó en la comprobación de la firmeza de la presa de tierra Yakuqocha con un factor de seguridad de aguas arriba de 1.893 estático, por lo que supera el factor de seguridad de 1.40 por lo que es aceptable la estabilidad del dique y con un factor de seguridad de aguas abajo de 1.943 estático, por lo que supera el factor de seguridad de 1.10 por lo que es aceptable la estabilidad del dique de acuerdo a la norma alemana DIN 4084.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar los estudios de topografía, mecánica de suelos, hidrología para determinar en el predimensionamiento de la presa de tierra Yakuqocha obteniendo las medidas, utilizando parámetros según el UNITED STATES BUREAU OF RECLAMATION (USBR) pendientes de taludes para presas homogéneas típicas.
- Se recomienda realizar el modelamiento estructural con el SLIDE V.5. y la comprobación de manera analítica para el diseño de presas para establecer la fuerza al volteo de la presa de tierra Yakuqocha.
- Se recomienda realizar el modelamiento estructural con el SLIDE V.5. y la comprobación de manera analítica para el diseño de presas para determinar en la estabilidad al deslizamiento de la presa de tierra.
- Se recomienda realizar el modelamiento estructural con el SLIDE V.5. y la comprobación de manera analítica para determinar en la estabilidad a la capacidad admisible de la presa de tierra Yakuqocha.
- Se recomienda realizar el modelamiento estructural con el SLIDE V.5. y la comprobación de manera analítica para determinar el control de la firmeza de la presa de tierra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GUILLÉN, Nicolas. 2019. Optimización del diseño hidrológico e hidráulico utilizando LSPIV. Argentina : s.n., 2019.
- PARRA, Luis. 2022. Diseño Hidráulico de presas de gaviones para control de aluviones en la quebrada la Comuna del DMQ. Ecuador : s.n., 2022.
- Bazzano, 2019. Tesis doctoral “Predicción de lluvias máximas para diseño hidrológico” en Argentina
- Gutiérrez, 2019. Tesis “Estudio de la Vulnerabilidad en el diseño hidráulico de algunos relaves considerando un enfoque hidrológico no estacionario análisis en las macrozonas norte y centro de Chile” en Chile.
- Ospina, 2019. Tesis “Análisis hidrológico para el abastecimiento de agua de la población de la cuenca de la quebrada el tigre, inspección de San Joaquin, municipio de la Mesa” en Colombia.
- Mondragón, 2019. Tesis “Estudio hidrológico de la subcuenca Chipillico, para prevención de desastre en el distrito de las Lomas, provincia y departamento de Piura”
- Yong, 2019. Tesis “Estudio hidrológico de la cuenca Samán con base en el fenómeno El Niño 2015-2016”
- Diaz, 2019. Tesis “Modelamiento hidrológico e hidráulico del rio San Ramón para el diseño del puente Evitamiento, provincia de Satipo, Junin”
- Hurtado, 2019. Tesis “Análisis hidrológico y estimación del balance hídrico para la presa de relaves Pataz – La Libertad - 2019”
- Orellana, 2021. Tesis “Modelamiento Hidrológico e Hidráulico para el Análisis de Inundaciones en la ciudad de Piura utilizando HEC HMS y HEC RAS”
- Bustamante, 2021. “Mejoramiento del diseño estructural de la presa de contrafuerte con relleno de tierra Chuspiyoc, Poroy, Cusco - 2021”
- Aliaga, S. 1983. Tratamiento de datos hidrometeorológicos, Lima, Perú.
- Aliaga, S. 1985. Hidrología estadística. Lima, Perú.
- Aparicio, F. 1997. Fundamentos de hidrología de superficie. Editorial Limusa. México.
- Aranda, F. 1987. Procesos del ciclo hidrológico. Universidad Autónoma san

Luis de Potosí. México.

- Chereque, W. 1989. Hidrología para estudiantes de ingeniería civil. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
- Chow, V; Maidment, D; Mays, L. 1994. Hidrología Aplicada. Editorial McGraw-Hill. Santafé de Bogotá, Colombia.
- Comisión de las Comunidades Europeas. 1993. Plan director binacional de protección, prevención de inundaciones y aprovechamiento de recursos del lago Titicaca, río Desaguadero, lago Poopó y lago Salar de Coipasa (Sistema TDPS).
- Dal Ré, R. 2003. Pequeños embalses de uso agrícola. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, España.
- De Pierola J; Aliaga V. 1993. Análisis de consistencia de series hidrometeorológicas. Lima, Perú.
- INRENA. 2007. Estudio de priorización y selección de alternativas de embalse en la cuenca del río Azufre, Combamayo – Cajamarca, Volumen I y II. Intendencia de Recursos Hídricos. Oficina de Proyectos de Afianzamiento Hídrico. Lima, Perú.
- Mejía, A. 1991. Métodos estadísticos en hidrología. UNALM. Lima, Perú.
- Mejía, A. 2001. Hidrología Aplicada. UNA La Molina, CIP-FIA, Lima, Perú.
- Monsalve, G. 1999. Hidrología en la ingeniería. Segunda Edición. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Alfaomega. Colombia.
- Organización Meteorológica Mundial – OMM. 1994. Guía de prácticas hidrológicas N° 168. Quinta edición.
- Obando, W. 1996. Informe final: Actualización y complementación de los aspectos climatológicos, hidrológicos y sedimentológicos de los embalses Ccaracocha y Choclococha. Proyecto Especial Tambo Ccaracocha. Ica, Perú.
- Villón, M. 2002. Hidrología estadística. Escuela de Ingeniería Agrícola, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Segunda Edición. Editorial Villón. Lima, Perú.
- Villón, M. 2002. Hidrología. Escuela de Ingeniería Agrícola. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Segunda Edición. Editorial Villón. Lima, Perú.
- Vílchez, 2021, Tesis “Análisis evaluación de la construcción de Presa de

Tierra - Huancabamba”

- Tafur, 2021, Tesis “Análisis de rotura de presa para la evaluación del comportamiento e impacto del flujo de descarga, presa Cacray, Huaral – 2021”
- Bustamante, 2017, Tesis “OPTIMIZACIÓN ESTRUCTURAL DE UNA PRESA A GRAVEDAD CON ELEMENTOS FINITOS”
- Perez, 2018 Tesis “ESTUDIO HIDRÁULICO Y DE ESTABILIDAD DE UNA PRESA DE MATERIALES SUELTOS SOBRE EL RÍO CALLAZAS EN LA REGIÓN DE TACNA”
- Flores, 2018, Tesis “DISEÑO HIDRÁULICO DE UNA PRESA DE ENROCADO CON PANTALLA DE CONCRETO PARA REDUCIR EL DÉFICIT HÍDRICO DE LA C.H. SAN GABÁN II EN ÉPOCA DE ESTIAJE”
- Narváez, 2018, Tesis “INFLUENCIA DEL TALUD Y MATERIAL EN LA ESTABILIDAD DE PRESA DE TIERRA RIO PATARACA-SANTIAGO DE CHUCO PARA DIFERENTES ESTADOS DE OPERACIÓN APLICANDO ANALISIS PSEUDO-ESTATICO”
- Pérez, 2017, Tesis “Evaluación de Tres Alternativas de Proyecto de Presa para el Embalse Palo Redondo”
- López, 2022, Tesis “Análisis de estabilidad del talud por metodología 3D y propuesta de estabilización del talud en Quebrada Jilari, Cuyocuyo, Puno, 2022”
- Valarezo, 2014, Tesis “CRITERIOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIPO DE PRESA A CONSTRUIR EN JAMA Y COAQUE”
- Briones, 2008, Tesis “ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DE LA PRESA DE TIERRA LIMON DEL PROYECTO OLMOS CON PANTALLA DE CONCRETO VERSUS NUCLEO DE MATERIAL ARCILLOSO”
- Baldeón 2016, Tesis “MODELAMIENTO HIDROLOGICO DE LA SUB CUENCA DEL RIO ACHAMAYO”
- Diaz 2021, Tesis “SIMULACIÓN ESTÁTICA DEL COMPORTAMIENTO ESFUERZO – DEFORMACIÓN DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA PRESA DE TIERRA APLICANDO EL MÉTODO DE DIFERENCIAS FINITAS”

ANEXOS

MATRIZ OPERACIONAL

VARIABLE 1: DISEÑO ESTRUCTURAL

VARIABLE	DEFINICIÓN CONTEXTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO /UTM	ESCALA
VI: DISEÑO ESTRUCTURAL	<p>En el diseño de pequeñas presas se tiene en cuenta el enfoque del proyecto, los factores ecológicos, ambientales y estructurales, los estudios hidrológicos de inundación, la clasificación de características de los suelos, características hidráulicas, la selección de tipos de presas, la clasificación por uso, la clasificación de cimientos y materiales de construcción, la clasificación de acuerdo a los materiales (Martínez, 2007) (p. 18)</p> <p>https://es.scribd.com/doc/136062923/diseno-de-pequenas-presas-bureau-of-reclamation</p>	<p>En el diseño final de cada tramo se han desarrollado los estudios hidrológicos, topográficos y geotécnicos realizados con anterioridad, que involucran principalmente estos datos de los recursos hidráulicos, materiales naturales de construcción, también las cimentaciones de presas y obras portantes, con el fin de reducir los riesgos geológicos que se pueden producir durante En la fase de construcción, el diseño se basa en la geometría obtenida de la verificación hidráulica previamente medida, ya que en la etapa de ejecución del proyecto se suelen utilizar laboratorios especializados para la producción de modelos físicos a escala reducida, así como para el diseño y cálculo de estructuras duraderas (Espinoza, 2010) (p. 52)</p> <p>https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/6083/ingenieriapresasescollera.pdf</p>	D1: Predimensionamiento	1.1: Altura de presa 1.2: Peso específico del relleno 1.3: Resistencia a la compresión del relleno	Ensayos de Laboratorio	Razón
			D2: Estabilidad al Volteo.	2.1: Momentos Actuantes 2.2: Momentos Resistentes		
			D3: Deslizamiento	3.1: Fuerzas Actuantes 3.2: Fuerzas Resistentes		
			D4: Capacidad admisible del terreno	4.1: Peso de la Estructura		
			D5: Verificación de la Resistencia	5.1: Momento Ultimo		

VARIABLE 2: PRESA DE TIERRA

VARIABLE	DEFINICIÓN CONTEXTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO /UTM	ESCALA
VD: PRESA DE TIERRA	<p>El cuerpo de una presa de tierra o represa de tierra consta de materiales naturales (suelo), grava, arena, limo y arcilla fundamentalmente, listos en la sección transversal de la estructura para proporcionar funciones de estabilidad y retención de agua ante la influencia de la fuerza que ejerce el agua al dique de la presa (Espinoza, 2010) (p. 101)</p>	<p>Contra el agua retenida de la presa de tierra, se inyectará líquido en su cuerpo (la parte trapezoidal de la pendiente plana, que varía según el material principal), que irá ocupando los vacíos que el diseño permite conservar a pesar del sellado, los procedimientos de los materiales utilizados para realizar la obra, dejando un cuerpo más o menos permeable, la configuración material debe estar diseñada para dar cuenta de esta intrusión y se deben tomar precauciones para que el agua que circula en el cuerpo de la presa no supere el caudal, imposibilitando la justificación constructiva de tales obras (Espinoza, 2010) (p. 101)</p>	D1: Empuje de suelos	1.1: Muestra de Suelo	Ensayos de Laboratorio	Razón
				1.2: Angulo de fricción interna		
				1.3 Cohesión		
	<p>https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/6083/ingenieriapresasescollera.pdf</p>	<p>https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/6083/ingenieriapresasescollera.pdf</p>		1.4. Peso Específico		

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES				
			VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
¿En qué medida repercute el acondicionamiento de la presa de tierra en el diseño estructural?	Analizar el impacto del acondicionamiento de la presa de tierra en el diseño estructural	El acondicionamiento de la presa de tierra impacta considerablemente en el diseño estructural	Presa de tierra	D1: Empuje de suelos	1.1: Muestra de Suelo	Calicata	
					1.2: Angulo de fricción interna	Ensayo de Corte Directo	
					1.3 Cohesión	Ensayo de peso Volumétrico	
					1.4. Peso Específico	Ensayo de peso Volumétrico	
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVO ESPECIFICO	OBJETIVO ESPECIFICO	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
1. ¿En qué medida repercute el empuje de suelos en el predimensionamiento de la presa de tierra?	1. Analizar el impacto del empuje de suelos en el predimensionamiento de la presa de tierra.	1. El acondicionamiento del empuje del suelo impacta significativamente en el predimensionamiento de la presa de tierra	Diseño estructural	D1: Predimensionamiento	1.1: Altura de presa	Método Analítico y programa informático (Slide, excel)	
2. ¿En qué medida repercute el empuje de suelos en la estabilidad al volteo de la presa de tierra?	2. Analizar el impacto del empuje de suelos en la estabilidad al volteo de la presa de tierra.	2. El acondicionamiento del empuje del suelo impacta considerablemente en la estabilidad al volteo de la presa de tierra			D2: Estabilidad al Volteo.	1.2: Peso específico del relleno	Método Analítico y programa informático (Slide, excel)
3. ¿En qué medida repercute el empuje de suelos en la estabilidad al deslizamiento de la presa de tierra?	3. Analizar el impacto del empuje de suelos en la estabilidad al deslizamiento de la presa de tierra.	3. El acondicionamiento del empuje del suelo impacta considerablemente en la estabilidad al deslizamiento de la presa de tierra				D3: Estabilidad al Deslizamiento	1.3: Resistencia a la compresión del relleno
4. ¿En qué medida repercute el empuje de suelos en la capacidad admisible del terreno de la presa de tierra?	4. Analizar el impacto del empuje de suelos en la capacidad admisible del terreno de la presa de tierra.	4. El acondicionamiento del empuje del suelo impacta considerablemente en la capacidad admisible del terreno de la presa de tierra		D4: Capacidad admisible del terreno			2.1: Momentos Actuantes
5. ¿En qué medida repercute el empuje de suelos en la verificación de la resistencia de la presa de tierra?	5. Analizar el impacto del empuje de suelos en la verificación de la resistencia de la presa de tierra.	5. El acondicionamiento del empuje del suelo impacta considerablemente en la verificación de la resistencia de la presa de tierra			D5: Verificación de la Resistencia	2.2: Momentos Resistentes	Método Analítico y programa informático (Slide, excel)
				3.1: Fuerzas Actuantes		Método Analítico y programa informático (Slide, excel)	
					3.2: Fuerzas Resistentes	Método Analítico y programa informático (Slide, excel)	
					4.1: Peso de la Estructura	Método Analítico y programa informático (Slide, excel)	
					5.1: Momento Ultimo	Método Analítico y programa informático (Slide, excel)	

ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS



PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO	*RECUPERACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE REGULACIÓN HÍDRICA : EN LAS MICROCUENCAS DE HUATATAS-ALAMEDA, PALLCAYAKU, YUCAES, PAMPARQUE, LARAMPATA, DE LA PROVINCIA DE HUAMANGA - AYACUCHO*
CALICATA	: C-11 / QOCHA 06
LOCALIZACION	: VARIOS / VARIOS / HUAMANGA / AYACUCHO / PERU
FECHA	: MAYO 2022
UBICACIÓN EXPLORAC.	: UTM WGS 84 Z18L ESTE : 807888 NORTE : 8519213
SOLICITANTE	: GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO
MÉTODO DE EXCAVACION	: MANUAL

COLUMNA ESTRATIGRAFICA		PROFUND. DE EXCAVACION	DESCRIPCION																			
C-11 / QOCHA 06		: 1.50 m																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Escala (m)</th> <th>Profundidad (m)</th> <th>Longitud Tramo (m)</th> <th>SÍMBOLO GRÁFICO</th> <th>Muestra Clasif. SUCS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.00</td> <td>0.40</td> <td>0.40</td> <td>[Symbol]</td> <td>M-1/E-1</td> </tr> <tr> <td>0.40</td> <td>1.40</td> <td>1.00</td> <td>[Symbol]</td> <td>M-2/E-2 SM A-B-1(O)</td> </tr> <tr> <td>1.40</td> <td>2.00</td> <td>0.60</td> <td>[Symbol]</td> <td>M-3/E-3 ANDESITA</td> </tr> </tbody> </table>	Escala (m)	Profundidad (m)	Longitud Tramo (m)	SÍMBOLO GRÁFICO	Muestra Clasif. SUCS	0.00	0.40	0.40	[Symbol]	M-1/E-1	0.40	1.40	1.00	[Symbol]	M-2/E-2 SM A-B-1(O)	1.40	2.00	0.60	[Symbol]	M-3/E-3 ANDESITA		<p>De 0.00 m a 0.4 m terreno de cobertura organica, color negruzco, conformado por arcilla de alta plasticidad, con presencia de raíces incipientes, material suelto y compresible, estrato a eliminarse, estrato no adecuado para el desplante de cimentación.</p> <p>De 0.4 m a 1.4 m, conformados por depositos Coluviales, terreno de color beige, conformados por ARENA LIMOSA CON GRAVA, se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un SM, en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-6 (1), presenta pequeña cantidad de Grava (24.48%), mucha cantidad de Arena (39.35%) y mucha cantidad de finos (36.17%); la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad media (Índice plástico de 11.48% lo que indica que la fracción fina es Arcillosa), y de compresibilidad media (Limite Liquido 37.8%, Limite Plástico 26.32%), húmedo con presencia visible de agua (humedad = 23.42%), el suelo es cohesivo, con una cementación nula, de compacidad media. Se infiere este material dentro de la zona de influencia de las nuevas cargas de la estructura a proyectar.</p> <p>DE 1.4 m a más, estan conformados por roca Andesita de origen ignea volcanica de color beige claro en superficie y gris en roca fresca, compacidad compacta, con grado de dureza duro, sin fracturas.</p>
Escala (m)	Profundidad (m)	Longitud Tramo (m)	SÍMBOLO GRÁFICO	Muestra Clasif. SUCS																		
0.00	0.40	0.40	[Symbol]	M-1/E-1																		
0.40	1.40	1.00	[Symbol]	M-2/E-2 SM A-B-1(O)																		
1.40	2.00	0.60	[Symbol]	M-3/E-3 ANDESITA																		
NIVEL FREÁTICO: Se encontró a la profundidad de 1.10m de excavación.																						






AKHISE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.C.
EDGAR SANCHEZ HUAMAN
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 168434
AREA DE SUELOS Y CONCRETO



AKHISE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.C.
WELNER ACHUPSE JANAMPA
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 206620
AREA DE SUELOS Y CONCRETO

1. MUESTRA					2. PERSONAL	
UBICACION: OCOCHA 06			CALICATA: C-11		OPERADOR: K.O.C.	
MATERIAL: E-2			PROFUNDIDAD: 1.50 m		ASISTENTE: W.A.J	
3. TAMIZADO						
N°	ASTM	ABERTURA (mm)	RETENIDO		PASANTE	
			PESO (g)	%	MATERIAL	SUELO
1	3"	76,200	0,0	0,00		
2	2 1/2"	63,500	0,0	0,00	100,00	
3	2"	50,800	113,3	4,45	95,55	
4	1 1/2"	38,100	27,9	1,10	94,45	
5	1"	25,400	97,5	3,83	90,62	
6	3/4"	19,050	40,9	1,61	89,01	
7	1/2"	12,700	104,1	4,09	84,92	
8	3/8"	9,525	47,9	1,88	83,04	
9	1/4"	6,350	104,5	4,11	78,94	
10	N°4	4,760	86,9	3,41	75,52	
11	N°8	2,380	275,1	10,81	64,71	
12	N°10	2,000	61,6	2,42	62,29	
13	N°16	1,190	200,9	7,89	54,40	
14	N°20	0,840	118,7	4,66	49,74	
15	N°30	0,590	79,9	3,14	46,60	
16	N°40	0,426	73,8	2,90	43,70	
17	N°60	0,297	77,3	3,04	40,66	
18	N°80	0,250	31,7	1,25	39,42	
19	N°80	0,177	48,3	1,90	37,52	
20	N°100	0,149	19,4	0,76	36,76	
21	N°200	0,075	14,9	0,59	36,17	
22	Fondo			0,00		
23	Lavado		920,7	36,17		
24	TOTAL		2545,2	100,0		

4. RESUMEN			
DESCRIPCIÓN	VALOR		
DATOS GENERALES			
Peso muestra seca	2,545 g		
Peso muestra seca y lavada	1,625 g		
Perdida por lavado	921 g		
ENSAYOS ESTANDAR			
% Grava	24,48%		
Grava Gruesa-Hasta (N°1 1/2)	5,55%		
Grava Fina-Hasta (N°4)	18,93%		
% Arena	39,35%		
Arena Gruesa-Hasta (N°10)	13,23%		
Arena Media-Hasta (N°40)	18,59%		
Arena Fina-Hasta (N°100)	7,53%		
% Finos	36,17%		

COEFICIENTES		METODO	
Uniformidad (Cu)	85,11	TIPO TAMIZADO	A
Curvatura (Cc)	0,11	PROCEDIMIENTO	Separacion Simple Secado al Horno
		TAMIZ DE SEPARACION/DESIGNADO	3/4"

LIMITES DE ATTERBERG		REGISTRO
Limite Liquido (LL):	37,80%	011
Limite Plastico (LP):	26,32%	
Indice Plastico (PI):	11,48%	

DESCRIPCION DEL SUELO	VALOR
DESCRIPCION DEL SUELO	Malo



1. MUESTRA

UBICACIÓN: QOCHA 06
MATERIAL: E-2

CALICATA: C-11

PROFUNDIDAD: 1.50 m

2. PERSONAL

OPERADOR: K.O.C.
ASISTENTE: W.A.J

3.-LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCIÓN	UN.	MUESTRAS		
RECIPIENTE	ID	T-554	T-558	T-550
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	(gr)	41.18	45.08	43.57
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	(gr)	36.89	39.86	38.55
PESO DEL RECIPIENTE	(gr)	25.16	26.04	25.62
PESO DEL AGUA	(gr)	4.30	5.22	5.02
PESO DEL SUELO SECO	(gr)	11.72	13.82	12.93
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	36.69	37.77	38.82
NUMERO DE GOLPES	Nº	34	25	19

4.-LIMITE PLASTICO

DESCRIPCIÓN	UN.	MUESTRAS	
RECIPIENTE	ID	T-560	T-556
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	(gr)	32.85	35.33
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	(gr)	30.62	33.24
PESO DEL RECIPIENTE	(gr)	22.19	25.26
PESO DEL AGUA	(gr)	2.23	2.09
PESO DEL SUELO SECO	(gr)	8.43	7.98
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	26.45	26.19

LIMITE LIQUIDO (%) 37.80%

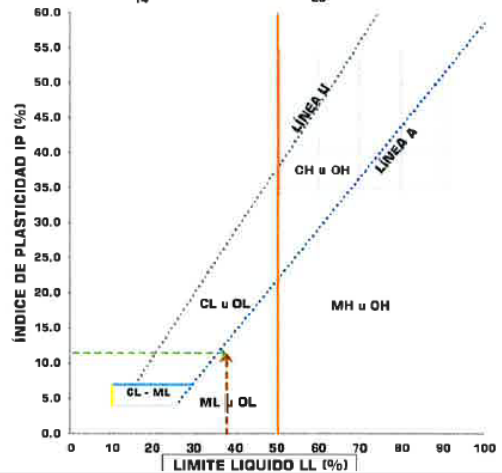
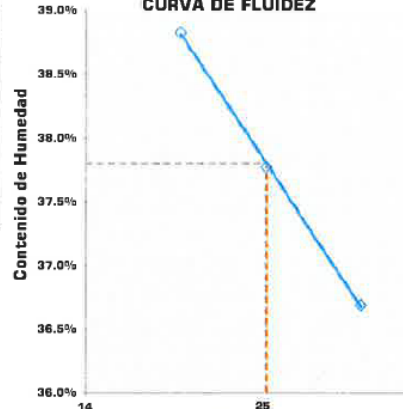
LIMITE PLÁSTICO (%) 26.32%

ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) 11.48%

5.- CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216, NTP 339.127)

DESCRIPCIÓN	UN.	MUESTRAS	
RECIPIENTE	Nº	29	30
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	gr	249.10	287.60
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	gr	207.08	238.25
PESO RECIPIENTE	gr	27.79	27.71
PESO AGUA EN LA MUESTRA	gr	42.02	49.35
PESO SECO DE LA MUESTRA	gr	179.29	210.54
HUMEDAD	%	23.40%	23.44%
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	23.42%	

log (Numero de Golpes)
CURVA DE FLUIDEZ



1. MUESTRA		2. PERSONAL				
UBICACIÓN: GOCHA 08		CALICATA: C-12	OPERADOR: K.O.C.			
MATERIAL: E-2		PROFUNDIDAD: 1.50 m	ASISTENTE: W.A.J			
3. TAMIZADO						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	
	N°	ASTM	ABERTURA (mm)	PESO (g)	%	MATERIAL SUJTO
	1	3"	76.200	0.0	0.00	100.00
	2	2 1/2"	63.500	918.2	26.49	73.51
	3	2"	50.800	0.0	0.00	73.51
	4	1 1/2"	38.100	159.5	4.60	68.91
	5	1"	25.400	47.5	1.37	67.54
	6	3/4"	19.050	66.3	1.91	65.63
	7	1/2"	12.700	115.3	3.33	62.30
	8	3/8"	9.525	71.3	2.08	60.25
	9	1/4"	6.350	142.6	4.11	56.13
	10	N°4	4.760	100.9	2.91	53.22
	11	N°8	2.380	300.6	8.67	44.55
	12	N°10	2.000	64.3	1.85	42.69
	13	N°16	1.190	224.6	6.48	36.22
	14	N°20	0.840	135.7	3.91	32.30
	15	N°30	0.590	86.7	2.56	29.74
	16	N°40	0.426	78.4	2.26	27.48
	17	N°50	0.297	88.0	2.54	24.94
	18	N°60	0.250	36.5	1.05	23.89
	19	N°80	0.177	53.2	1.53	22.35
	20	N°100	0.149	16.9	0.49	21.87
	21	N°200	0.075	9.8	0.28	21.58
	22	Fondo				0.00
23	Lavado		748.2	21.58		
24	TOTAL		3468.5	100.0		
4. RESUMEN						
DESCRIPCIÓN		VALOR				
DATOS GENERALES						
Peso muestra seca		3,467 g				
Peso muestra seca y lavada		2,718 g				
Pérdida por lavado		748 g				
ENSAYOS ESTANDAR						
% Grava		46.78%				
Grava Gruesa-Hasta (N°1 1/2)		31.09%				
Grava Fina-Hasta (N°4)		15.69%				
% Arena		31.64%				
Arena Gruesa-Hasta (N°10)		10.53%				
Arena Media-Hasta (N°40)		15.21%				
Arena Fina-Hasta (N°100)		5.90%				
% Finos		21.58%				
COEFICIENTES		METODO				
Uniformidad (Cu)	268.67	TIPO TAMIZADO	A			
Curvatura (Cc)	1.17	PROCEDIMIENTO	Separación Simple Secado al Horno			
		TAMIZ DE SEPARACION/DESIGNADO	3/4"			
LIMITES DE ATTERBERG						
DESCRIPCIÓN		REGISTRO				
Limite Líquido (LL):		37.69%				
Limite Plástico (LP):		32.33%				
Indice Plástico(IP):		5.36%				
		012				
DESCRIPCIÓN DEL SUELO			Bueno			



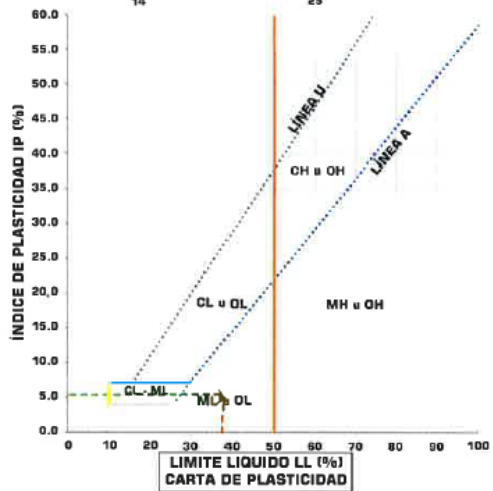
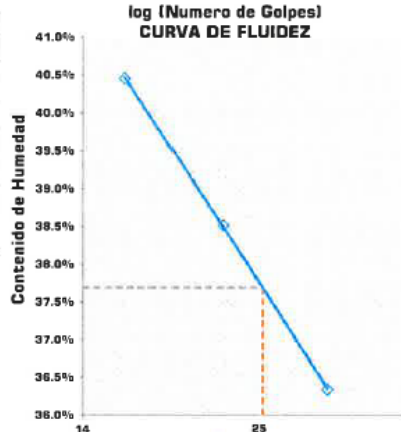
1. MUESTRA		2. PERSONAL	
UBICACIÓN: QOCHA 06		CALICATA: C-12	OPERADOR: K.O.C.
MATERIAL: E-2		PROFUNDIDAD: 1.50 m	ASISTENTE: W.A.J

3.-LIMITE LIQUIDO				
DESCRIPCIÓN	UN.	MUESTRAS		
RECIPIENTE	ID	T-538	T-543	T-547
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	(gr)	38.92	39.23	38.95
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	(gr)	33.44	33.93	33.42
PESO DEL RECIPIENTE	(gr)	18.36	20.17	19.75
PESO DEL AGUA	(gr)	5.48	5.30	5.53
PESO DEL SUELO SECO	(gr)	15.08	13.76	13.67
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	36.34	38.52	40.45
NUMERO DE GOLPES	N°	31	22	16

4.-LIMITE PLASTICO			
DESCRIPCIÓN	UN.	MUESTRAS	
RECIPIENTE	ID	T-516	T-523
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	(gr)	35.97	36.20
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	(gr)	33.50	33.70
PESO DEL RECIPIENTE	(gr)	25.66	26.16
PESO DEL AGUA	(gr)	2.47	2.50
PESO DEL SUELO SECO	(gr)	7.84	7.54
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	31.51	33.16

LIMITE LIQUIDO (%)	37.69%
LIMITE PLÁSTICO (%)	32.33%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	5.36%

5.- CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216, NTP 339.127)			
DESCRIPCIÓN	UN.	MUESTRAS	
RECIPIENTE	N°	31	32
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	gr	462.70	410.90
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	gr	390.78	347.50
PESO RECIPIENTE	gr	26.48	26.31
PESO AGUA EN LA MUESTRA	gr	71.92	63.40
PESO SECO DE LA MUESTRA	gr	364.30	321.19
HUMEDAD	%	19.70%	19.74%
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	19.72%	



TOPOGRAFIA

