



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Análisis evaluación de la construcción de Presa De Tierra -
Huancabamba”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Vilchez Allcca, Rommel (ORCID: 0000-0002-6257-7273)

ASESOR:

Mg. Choque Flores, Leopoldo (ORCID: 0000-0003-0914-7159)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño De Obras Hidráulicas

LIMA – PERÚ

2021

AGRADECIMIENTO

La ayuda que has brindado ha sido sumamente importante, estuviste a mi lado inclusive en los momentos y situaciones más tormentosas, siempre ayudándome. No fue sencillo culminar con éxito este proyecto, sin embargo, siempre fuiste muy motivadora y esperanzadora, me decías que lo lograría perfectamente.

Me ayudaste hasta donde te era posible, incluso más que eso.

Muchas gracias, amor.

DEDICATORIA

Posiblemente en este momento no entiendas mis palabras, pero para cuando seas capaz, quiero que te des cuenta de lo que significas para mí. Eres la razón por la cual me levanto cada día, esforzándome en el presente y en el mañana; eres mi principal motivación.

Como en todos mis logros, en este has estado presente.

Muchas gracias hija Ariane Jhulieth

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	12
1.1 Problema	12
1.1.2 Problema general	12
1.1.2 Problema específico	13
1.2 Objetivos	13
1.2.1 Objetivo General	13
1.2.2 Objetivos específicos.....	13
1.2.3 Justificación e importancia de estudio.....	14
1.3 Desarrollo del contenido del trabajo.....	14
1.3.1 Generalidades del proyecto.....	14
1.3.1.1 Ubicación.....	14
II. MARCO TEÓRICO.....	16
2.1 Antecedentes	16
Generalidades	16
2.2 Internacionales	16
2.3 Nacionales	18
2.4 Base teórica.....	19

2.4.1 Geotécnica.....	19
2.4.1.1 Características geotécnicas.....	19
2.4.1 Estudio geotécnico	21
2.4.3 Exploración de calicatas	22
2.4.4 Análisis de permeabilidad.....	23
2.4.5 Límites de Atterberg	23
2.4.6 Presa	24
2.4.7 Presa de material suelto (tierra).....	24
III. METODOLOGÍA.....	26
3.1 Lugar de realización del trabajo profesional	26
3.2 Período de realización del trabajo profesional	26
3.3 Condición laboral en el trabajo profesional	26
3.3.1 Función	26
3.3.2 Contrato	27
3.4 Labores realizadas en el campo profesional.....	33
3.4.1 Descripción general.....	33
3.4.3 Procesamiento de datos	34
3.5 Normatividad.....	34
3.6 Metodología utilizada en la elaboración del proyecto	34
IV. RESULTADOS	35
4.1 Descripción de las etapas de la obra	35

4.1.1 Verificación del terreno de cimentación.....	35
Terreno de cimentación en obra.....	35
4.1.2 Terreno de cimentación según expediente	40
4.1.3 Expediente técnico: resultados de ensayos ejecutados (extractos)	43
4.2 Análisis preliminar	47
4.3 Análisis de lo observado en campo y del expediente.....	47
4.4 Verificación del material del relleno, de las canteras y del sistema de impermeabilización del cuerpo.....	50
4.5 Análisis y evaluación en la construcción del aliviadero	52
Primer cálculo.....	53
Segundo cálculo.....	56
Considerando los niveles de la ingeniería del proyecto.....	60
Considerando los niveles del informe de hidrología	61
Considerando los niveles de los planos.....	61
4.6 Resultados finales.....	62
V. CONCLUSIONES.....	64
VI. RECOMENDACIONES.....	66
VII. REFERENCIA.....	67
VIII. DECLARACION JURADA	71
IX. ANEXOS.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Investigaciones de campo realizadas durante el avance de los trabajos en el área en estudio	41
Tabla 2. Resumen de resultados por calicata	41
Tabla 3. Índice de plasticidad (pasante malla N°40)	42
Tabla 4. Clasificación de suelo y cálculo de estado	43
Tabla 5. Resultados obtenidos del cálculo de la permeabilidad.....	44
Tabla 6. Resultados del cálculo de la permeabilidad en caja Uchuyhuancani.	44
Tabla 7. Primer cálculo de niveles característicos.....	53
Tabla 8. Niveles característicos de la presa.....	60
Tabla 9. Volumen de almacenamiento de la presa	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa vial del Distrito José María Arguedas	15
Figura 2. Vista satelital de la laguna Uchuyhuancani. Localización del proyecto .	15
Figura 3. Curva Granulométrica de un suelo de grano grueso.....	20
Figura 4. Partes que conforman una presa de tierra	25
Figura 5. Planteamiento del dique.....	35
Figura 6. Vista satelital de la laguna Uchuyhuancani y sus filtraciones.....	36
Figura 7. Vista de la zona de excavación	37
Figura 8. Vista de la estratificación.....	37
Figura 9 Vista de la zona del vaso	38
Figura 10. Vista de una excavación en la zona de la cerrada	39
Figura 11. Vista de una excavación del nivel freático.....	39
Figura 12. Conformación del terreno excavado.....	40
Figura 13. Expediente técnico, donde se observa la sección típica del dique.....	45
Figura 14. Zona de tratamiento de impermeabilización del terreno de cimentación.	46
Figura 15. Parte no fue considerada su impermeabilización	48
Figura 16. Vista del terraplén natural	49
Figura 17. Vista del recorrido	49
Figura 18. Dique de la presa	50

Figura 19. Detalle del sistema de impermeabilización de la cara del dique.	50
Figura 20. Cantera explotada para el relleno del dique	52
Figura 21. Cálculo de vertederos por el software HCANALES	54
Figura 22. Cálculo del tirante normal secciones trapezoidal, rectangular y triangular	55
Figura 23. Cálculos para una transición de entrada alabeada en flujo subcrítico.	56
Figura 24. Segundo cálculo de vertederos	57
Figura 25. Segundo cálculo del tirante normal secciones trapezoidal, rectangular y triangular	58
Figura 26. Segundo cálculos para una transición de entrada alabeada en flujo subcrítico	59

RESUMEN

El presente estudio busca evaluar el estado situacional del terreno de cimentación de la presa Uchuyhuancani, mediante un dique represa Uchuyhuancani de tipo material suelto sándwich de Geotextiles Colchones Reno aguas arriba enrocadas aguas abajo. La metodología es cuantitativa de tipo aplicada y descriptiva, de diseño no experimental; debido a que busca resolver el problema del anterior diseño de un muro de concreto armado, atendiendo a las deficiencias de los estudios básicos y las consideraciones de impermeabilización, fueron ejecutados estudios de tomografía eléctrica y diamantina a una altura mínima de dos veces la altura del cuerpo (4.00mt.), considerando tres calicatas mínimas para determinar la permeabilidad y así mismo la impermeabilización del sector no incluido que son 87mt, de acuerdo a criterios técnicos de seguridad y diseño, y por modificación del barraje se realizaron correcciones a los volúmenes de embalsamiento. Concluye: coeficientes de permeabilidad de medios a alta, capa de apoyo directo de los geosintéticos de un espesor mínimo de 15cm, sistema de evacuación o de drenaje al exterior, debido a las canteras cercanas al proyecto se recomienda usar un dique de enrocados, para determinar las pérdidas por filtración es adecuado realizar ensayos insitu de permeabilidad del tipo Lefranc.

Palabras claves: cimentación, evaluación, presa de tierra, terreno.

ABSTRACT

The present study seeks to evaluate the situational state of the foundation ground of the Uchuyhuancani dam, by means of a Uchuyhuancani dam type of loose material sandwich of Geotextiles Colchones Reno upstream rocky downstream. The methodology is quantitative of an applicative and descriptive type, of non-experimental design; Due to the fact that it seeks to solve the problem of the previous design of a reinforced concrete wall, taking into account the deficiencies of the basic studies and the waterproofing considerations, electrical and diamond tomography studies were carried out at a minimum height of twice the height of the body. (4.00mt.), Considering three minimum pits to determine the permeability and also the waterproofing of the sector not included, which are 87mt, according to technical safety and design criteria, and by modification of the bar, corrections were made to the impoundment volumes . It concludes: medium to high permeability coefficients, direct support layer of the geosynthetics with a minimum thickness of 15 cm, evacuation or drainage system to the outside, due to the quarries near the project it is recommended to use a rock dam, to determine For filtration losses, it is appropriate to carry out Lefranc type on-site permeability tests.

Keywords: foundation, evaluation, earth dam, terrain.

I. INTRODUCCIÓN

La demanda de agua se ha incrementado en los últimos años y las represas aparecen como una herramienta económicamente viable para poder almacenar el agua en el invierno para usarla en el verano cuando escasea. De esta manera las represas permiten satisfacer dicha demanda, frente a la imposibilidad de poder realizarlo mediante una obra de toma con el caudal firme de un curso de agua.

El objetivo de este trabajo es disponer de una referencia técnica que asegure la responsabilidad en el ejercicio profesional en la representación del proyecto, en esta etapa se expondrá de una presa de tierra.

Este trabajo está dedicado a la evaluación y análisis del dimensionamiento del volumen útil de agua a disponer en el embalse en función de la topografía del sitio elegido, de la oferta de agua a disponible y de la demanda de agua a satisfacer. Mediante la evaluación de este balance hídrico.

El siguiente capítulo está dedicado a la evaluación y análisis del diseño de las obras necesarias desde el punto de vista de su seguridad, solamente en los aspectos hídricos e hidrológicos y también incluyen la evaluación del aliviadero, y su dimensionamiento como vertedero – canal.

El siguiente capítulo incluye el análisis de la etapa del proceso constructivo y las recomendaciones básicas que se deben tener en la ejecución de la obra.

1.1 Problema

1.1.2 Problema general

Los planos y especificaciones técnicas del expediente técnico, referidos a las obras del dique de la represa de Uchuyhuancani no cuentan con la información suficiente y detalles necesarios para garantizar la calidad de las obras del dique; por lo tanto, es necesario hacer una evaluación, referidos básicamente a la permeabilidad del terreno y sus consecuencias con las pérdidas por infiltración, calidad y ubicación de canteras para los materiales de relleno del cuerpo de la presa y detalles del sistema de la cara de impermeabilización talud aguas arriba del dique.

Se realizó una calicata durante la excavación del terreno en obra para llegar a los niveles de cimentación recomendados en el dique de la represa de Uchuyhuancani, se ha encontrado con un terreno que cuenta con coeficientes de permeabilidad incompatibles con los considerados en los diseños del sistema de impermeabilización del dique del expediente técnico, considerándose entonces como VICIO OCULTO, pues solo se puede afirmar y corroborar al llegar a los niveles de cimentación indicados en los planos esto a falta de investigaciones geotecnicas a través perforaciones diamantinas en la etapa del expediente técnico.

1.1.2 Problema específico

Según los análisis del coeficiente de permeabilidad el tipo de terreno observado en campo, son considerados de medias a altas, por lo cual las perdidas por filtraciones del terreno de cimentación serán importantes, esto al elevar el tirante del agua, comprometiendo así la estanqueidad del vaso esto siempre que no se cuente con un caudal suficiente, permanente de ingreso a la laguna para cubrir las pérdidas esperados en su funcionalidad.

A esto se suma que en una parte del vaso – cerrado no se ha considerado la impermeabilización (al final del dique), pues esta zona es susceptible de filtraciones importantes, incluso mayores a los del terreno de cimentación, pues es una zona de rellenos naturales de depósitos morrenicos con recorridos de líneas de corrientes de agua relativamente cortas en donde se tendría gradientes hidráulicos altos y por ende filtraciones importantes.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Evaluar el estado situacional del terreno de cimentación de la presa Uchuyhuancani

1.2.2 Objetivos específicos

- Verificación preliminar del terreno de cimentación y los planos, específicamente lo relacionado a los sistemas de impermeabilización de la cerrada de la represa

- Verificar de información del material de relleno del dique de la presa y las canteras seleccionadas en el expediente y verificar la información del tratamiento de la impermeabilización de la pantalla con sistema de Geocopuestos
- Evaluación del aliviadero, y dimensionamiento como vertedero - canal

1.2.3 Justificación e importancia de estudio

El presente trabajo de suficiencia profesional adquiere relevancia técnica y económica, en el sentido de permitir corregir los cálculos y la mecánica de los suelos por medio del trabajo de campo, dónde se pretendía realizar un muro de contención de concreto, el cual no era viable por el tipo de terreno morrena. De acuerdo, a tales comprobaciones del informe técnico realizado con anterioridad se logró establecer las condiciones por medio del empleo del software Hcanales, con los estudios básicos para la construcción y el análisis de permeabilidad para el rediseño de la presa de tierra, considerando las filtraciones, el tirante de agua, la estanqueidad del vaso, el caudal, el sistema de drenaje y el tipo de material.

Por medio de los cuales, se mantuvo las normativas técnicas establecidas en el Perú para la construcción de edificaciones hidráulicas, y de la misma forma evitar el gasto pérdidas por infiltración, calidad y ubicación de canteras; lo cual ocasionaría más gastos operativos reduciendo la vida útil de la obra.

1.3 Desarrollo del contenido del trabajo

1.3.1 Generalidades del proyecto

1.3.1.1 Ubicación

El distrito de José María Arguedas pertenece a la provincia de Andahuaylas, Región de Apurímac, es uno de los veinte distritos que conforman la provincia, creado en el 2014 por la Ley 30295, limita con los distritos San Jerónimo, Pacucha y Turpo, con una extensión de 196km².

El distrito limita:

Norte: Distrito San Jerónimo

Este: Distrito Pacucha

Sur: Distrito Turpo

Oeste: Distrito San Jerónimo



Figura 1. Mapa vial del Distrito José María Arguedas

Fuente. Ministerio de Transporte y Comunicaciones



Figura 2. Vista satelital de la laguna Uchuyhuancani. Localización del proyecto

II. MARCO TEÓRICO

El siguiente apartado estuvo destinado para la consulta de trabajos, artículos, y textos que sirvan como fundamento teórico para el desarrollo del trabajo, en el mismo se analizarán investigaciones académicas sobre la evaluación geológica y geotécnica en la construcción de presas de tierra a nivel internacional y nacional, así como las teorías y constructos para dar consistencia al cuerpo del estudio.

2.1 Antecedentes

Generalidades

Proyecto llevado a cabo por la Municipalidad Distrital José María Arguedas “Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable, alcantarillado e instalación de planta de tratamiento de aguas residuales en la localidad de Huancabamba del distrito de José María Arguedas-Andahuaylas-Apurímac, 2017”, el cual tuvo como propósito el suministro de agua potable y el saneamiento básico con los mayores beneficiarios del centro poblado de Huancabamba, y con ello disminuir las enfermedades gastro intestinales, parasitarias, diarreicas y la desnutrición crónica infantil. (Municipalidad distrital, 2017)

2.2 Internacionales

En Ecuador Ortiz y Portilla (2014) realizan un estudio con el de “definir el procedimiento para el cálculo de la estabilidad de los taludes de las presas de tierra del Proyecto PACALORI, para los tres estados de carga, considerando la acción sísmica”. Adoptan como metodología para la estabilidad de las presas la misma aplicada en la presa Chojampe 2 ejecutado por el Programa de Manejo del Agua y del Suelo “PROMAS”, para el diseño definitivo utilizaron los siguientes datos: “geometría de la presa, geometría del dentellón, altura de agua embalsada, coeficiente de permeabilidad, parámetros físicos y de resistencia a cortante de suelos, coeficiente pseudoestático horizontal y condiciones de drenaje” (p.48). Llegando a la conclusión del procedimiento definido para el cálculo de la estabilidad de la estructura hidráulica con acción sísmica fue necesario determinar el coeficiente pseudoestático horizontal; en correspondencia a la actividad sísmica de la zona se concluyó utilizar un retorno de 475 años de acuerdo a la Norma

Ecuatoriana de la Construcción, de la misma forma consideran aceptable usar emplear una modelación para la presa de aceleración máxima esperada en roca de 0.30g, haciendo que el coeficiente sísmico se encuentre en la normalidad de rango seguro [0.1 – 0.2] indicado por varios organismos internacionales.

En Colombia Cordero (2017) realiza un estudio con el fin de “realizar estudio del comportamiento del factor de seguridad ante diferentes condiciones de drenaje y cimentación en la presa durante las etapas de final de construcción y operación, sin tener en cuenta la anisotropía del material”; en la obtención de los factores de seguridad utiliza los métodos de equilibrio límite de Fellenius, Bishop, Janbu, Morgenster-Price y Spencer para los rangos de grados de saturación de 100% a 80%. Empleo la curva característica, para establecer los parámetros de resistencia empleo los ensayos de corte directo y triaxial, siendo la propiedad para estos tipos de suelo: la succión, para la caracterización realizaron ensayos granulométricos por: límites de consistencia, índice de plasticidad, específicamente para los ensayos de consolidación y corte directo y triaxial fueron empelados para obtener los parámetro de la resistencia del suelo (final construcción y exploración), las dimensiones geométricas se establecieron de acuerdo a las condiciones Cuba y a obras con la misma tipología en Colombia con los ajustes debido por los métodos de Fredlund y Vanapalli un 7.5% por cada disminución del 10% en el grado de saturación (cimentación deformable), y para el incremento fue de 13.12% (cimentación indeformable); indica además que el tipo de drenaje incrementa los factores de seguridad siendo el más significativo el colchón de drenaje; finalmente detalla una relación proporcional inversa entre las propiedades resistentes de la cimentación con la profundidad de la superficie de falla.

2.3 Nacionales

En Puno Quisocala (2012) realiza una Evaluación geológica y geotécnica para la construcción de la Presa de tierra en la Laguna Palccaccota, como objetivo fija Determinar las características geológicas y geotécnicas para la construcción de la presa de tierra en la laguna mencionada, la metodología empleada se detalla así: análisis de la zona por calicatas, ensayo de penetración dinámica del tipo ligero (DPL), permeabilidad in situ por medio de pozos de sondeo de infiltración de agua, mapeos geológicos locales y regionales (afloramientos rocosos, materiales

cuaternarios, estructura geológica), ubicación de canteras, levantamiento topográfico, toma de muestras para evaluación geotécnica e hidrológica. Luego de la aplicación en el campo de trabajo indica que la exploración del terreno de debe realizar por los ensayos S.P.T y sondajes eléctricos verticales, calcular el coeficiente de permeabilidad por el método de Lugeon, debido a la medición en cinco niveles de presión, así también recomienda un mezcla de canteras 75% material de cantera del cerro Palccaccota de composición SM-Sc, con 25% de material CL de la cantera de arcilla para los diques logrando una mayor eficiencia en el almacenamiento de agua.

En la misma región Nina (2017) realiza una evaluación geotécnica para la construcción de la presa Huanzo, la cual tuvo como propósito evaluar las características geotécnicas del área de emplazamiento y material de préstamo para la presa de tierra-Huanzo, con la finalidad de elaborar el estudio para el proceso constructivo. Adoptando una metodología cuantitativa de tipo descriptiva con el empleo de técnicas como trabajos realizados en gabinete, de laboratorio y campo. Para : realizar un mapeo geológico, prospección geofísica, excavación a cielo abierto, perforaciones diamantinas, ensayo de permeabilidad tipo Lefranc, ensayos de laboratorio: granulométricos corte directo, permeabilidad y ensayo triaxial, elaboración de planos, evaluación de estabilidad de taludes, análisis de filtración; los cuales lograron establecer parámetros geotécnicos favorables para la construcción de la presa Huanzo; asimismo recomienda emplear programas de ingeniera Rocscience, líneas sísmicas MASW, controles geotécnicos con inclinómetros, hito de control topográfico y piezómetros, y un control estricto de la compactación por capas.

En Lima Aduato y Cheong (2018) realizan un estudio geotécnico para el diseño de la cimentación de un reservorio de cabecera de 20.000m³ en el sector 330 Villa María del Triunfo, para lo cual evaluaron la incidencia del estudio geotécnico para el diseño de la cimentación de un reservorio de cabecera de 20,000 m³ en el sector mencionado, como metodología adoptaron un modelo mixto de tipo aplicativo de nivel descriptivo, siguiente el siguiente procedimiento: Extracción de las muestras a través de calicatas , Análisis granulométrico, Método de clasificación de suelos (SUCS) 42, Análisis geológico, geomorfológico y sísmico, Prueba de corte directo,

Prueba de proctor estándar y Análisis químico del suelo: De acuerdo a los pasos previstos obtuvieron en el estudio geotécnico; el ancho, longitud profundidad, ángulo de fricción, cohesión y tipo de cemento en el diseño de cimentación; para el estudio geológico resultó: depósito aluvial Pleistoceno, con acumulaciones aluviales, desérticas del cuaternario antiguo, litología: bloques de naturales intrusiva y volcánica, grava, arenas de diversa granulometría, de matriz limo arcillosa. La prueba Proctor indicó una humedad óptima, y el análisis químico determinó que el cemento tipo portland I es el indicado para el diseño de la cimentación

2.4 Base teórica

2.4.1 Geotécnica

Disciplina práctica de la rama de la ingeniería que estudia con aplicaciones tecnológicas y métodos los tipos de materiales geológicos de los terrenos, con la asignación del término roca o suelo (Adauto y Cheong, 2018)

2.4.1.1 Características geotécnicas

El estudio de las cualidades y propiedades de los materiales geológicos que componen el suelo o terreno para fines de construcción, juegan un papel de suma importancia, debido a que de estos depende la durabilidad y factibilidad del proyecto: carreteras, edificios, diques y presas (Nina, 2017), para lo proyectos donde el uso de los suelos o terrenos son indispensable material de ingeniería es necesario conocer las estructuras y cuerpos de apoyo de los materiales (Romana, 2011) desde el aspecto geotécnico (Nina, 2017), entre los cuales están:

Granulometría: El suelo está compuesto por diferentes materiales de acuerdo a la forma de su partícula y su tamaño, pueden ser semejantes, diferentes, y de proporciones diferenciables: rocas o particulares no visible en microscopios ópticos; determinar e identificar el tamaño, peso, proporción de los materiales que componen el suelo objeto de estudio proporciona la granulometría (Nina, 2017). Las mallas y sus aberturas (mm) permiten diferenciar los agregados gruesos de los finos, siendo los primeros gravas y los segundos arena, existiendo uno según la ASTM D 1140 como material fino limos y arcillas con un porcentaje de <math> < 200 </math>. (Nina,

2017). En el trabajo de laboratorio se realiza una curva granulométrica la cual muestra gráficamente los tamaños de las partículas que forman la muestra de suelo, construida sobre un plano rectangular con eje x igual la abertura del tamiz a escala logarítmica, y eje y porcentaje de las muestras en cada una de los tamices. (Das, 2012; Nina, 2017)

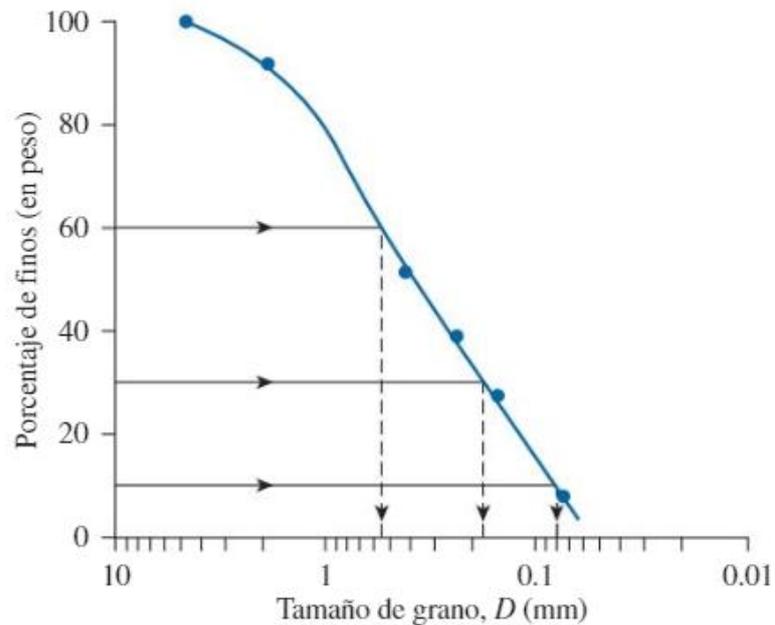


Figura 3. Curva Granulométrica de un suelo de grano grueso.

Fuente: Das (2012).

Graduación: característica analizada por la curva granulométrica, se considera un suelo de buena graduación aquel que posee gran variedad de diámetros en sus partículas, lo cual hace que la curva sea continua y suave, cuando la curva modela una función lineal sin pendiente, se considera el suelo como uniforme con tamaños semejantes entre sí, estos suelo son ligeros y menos resistentes (Nina, 2017), cuando la curva presenta salto, indeterminaciones, o tramos horizontales (constantes) indica que falta o abunda cierto patrón de tamaños por tanto es un suelo de mala graduación.(Nina, 2017, Desena, 2003)

Forma: de las partículas, pueden ir desde laminares hasta angulares, de acuerdo a esta tipología presentan cualidades mecánicas: granos de forma angular y grueso presentan mayor resistencia al desplazamiento que unos de dimensiones parecida,

pero de forma redondeada, cuando los suelos son de partículas finas, la forma presenta importancia para los procesos de construcción. (Nina, 2017)

Plasticidad: variaciones de la consistencia de los suelos (finos) con efectos de la humedad. (Nina, 2017)

Estructura: estructura es vista con la aglomeración a aglutinamiento de las partículas, por la acción de los coloides y sustancias cementantes. Existen tres tipos: 1) granular: se agrupan en granos pequeños semi esféricos, siendo particular de la arena, limo y arcilla. 2) laminares: de acumulación horizontal una tras otra formando una lámina. Y 3) prismáticas: con aspecto de pilar o columna separado por fisuras verticales definidas pero diminutas. (Nina, 2017)

Limite líquido (LI): cuando al agregar agua suficiente para que un suelo fino se convierta en líquido, y al evaporarse el agua logra una resistencia hasta llegar a un material plástico, el porcentaje del peso del suelo seco en ese momento es el LI. (Nina, 2017)

Limite plástico (LP): continuando el proceso anterior, si se continúa evaporando el agua, hasta que deje de comportarse como material plástico y se vuelve quebradizo; el contenido de agua se llama limite plástico. Y la diferencia entre el LI y el LP se llama Índice de plasticidad (IP).

Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS): en este sistema se asocia a un grupo de suelo de acuerdo a sus características mecánicas, granulometría, graduación y plasticidad, siendo seis los tipos principales. 1) Suelos gruesos: gravas (G) y arenas (S) al pasar por el tamiz N°4 es del primero si más del 50% es retenido, y para el segundo, si más del 50% no es retenido. 2) Suelos finos: limo inorgánico (M), arcilla inorgánica (C) y limos y arcillas orgánicas (O), que a su vez se dividen en dos grupos por el LI=50%, si este es menor a 50% se asigna la letra L (low) y si es mayor a 50% la letra H (high)

2.4.1 Estudio geotécnico

El estudio preliminar del terreno, permite obtener información geotécnica y geológica necesaria para el estudio de factibilidad de una obra o proyecto; estos

logran analizar los riesgos, los objetivos principales los expresa Adatao y Cheong (2018): determinar y evaluar restrictivos en la geotécnica del suelo donde se llevará el proyecto, así como identificar y describir los parámetros de riesgos geotécnicos, para en posterior etapa, de diseño medidas y condiciones para el control y superación de dichas amenazas en la construcción de la obra o proyecto. (p.14)

El estudio de las propiedades mecánicas de los suelos de los diferentes bancos de materiales cercanos a la zona destinada para la obra, hace posible la identificación de suelos problemáticos:

“Expansivos: de comportamiento cíclico de expansión y contracción al incrementar y reducir su contenido de agua, respectivamente.

Colapsables: suelos no saturados que experimentan, cuando están sujetos a saturación, un reacomodo de sus partículas y un decremento repentino en su volumen, con o sin aplicación de cargas externas.

Dispersivos: suelos en que el estado fisicoquímico de su fracción arcillosa es tal que, en presencia del agua relativamente pura, las partículas individuales de arcilla se defloculan y se rechazan entre sí.

Licuales. El término licuación se utiliza para describir una gran variedad de fenómenos que se relacionan con el cambio del estado sólido al líquido en suelos granulares saturados.

De alta compresibilidad. Los suelos de alta compresibilidad son aquellos susceptibles a experimentar grandes deformaciones, al someterseles a cargas mayores a las que tienen, debidas a su peso propio”. (Flores, 2017, p.6)

2.4.3 Exploración de calicatas

En el trabajo de campo, se seleccionan muestras estratégicas para decidir los tipos de suelos presenten, y escoger los adecuados para el tipo de proyecto a realizar, así como cuando deben ser tomadas dichas muestras (Adatao y Cheong, 2018).

Las tomas de muestras se diferenciar por: 1) Muestras en bolsas: se realizan con una pala, barrena entre otros materiales convenientes. Se coloca la muestra en bolsas tratando de que esta se encuentre inalterada. 2) Muestras para contenido de humedad: son almacenadas en recipientes sellados para evitar pedidas por la

evaporación, su finalidad es determinar la humedad natural del suelo en cuestión. Y 3) Muestras inalteradas: La muestra inalterada es una porción de suelo que se corta, se separa y se empaqueta con la menor alteración. Estas se utilizan para determinar la densidad, para calcular la resistencia del suelo, y para análisis químicos. (Adauto y Cheong, 2018; Bertram, 2015)

2.4.4 Análisis de permeabilidad

Son ensayos con fines geotécnicos sobre la permeabilidad del suelo o terreno, el cual se realiza por excavaciones, pozos y sondeos; en el cual se busca determinar la facultad del suelo “con la que el agua pasa por medio de los poros” lo que hace importante diferenciar para proyectos de construcción a nivel operativo: excavaciones a cielo abierto en arena bajo agua o la velocidad de consolidación de un estrato de arcilla bajo el peso de un terraplén (Angelone, Garabay y Cauhapé, 2006, p.3)

2.4.5 Límites de Atterberg

Los suelos según su naturaleza pueden ser clasificados cuando de acuerdo al estado que sus propiedades le den: “sólido, semi-sólido, plástico, semi-líquido” (Nina, 2017); debido al contenido de humedad o agua que ocasionan el cambio de estado; el método usado para determinar los límites se conoce como el método de límites de Atterberg, donde se diferencian dos límites:

“Límite líquido (LL) Humedad de un suelo remoldeado, límite entre los estados líquido y plástico, expresado en porcentaje.

Límite plástico (LP) Humedad de un suelo remoldeado, límite entre los estados plástico y semi-sólido, expresado en porcentaje.” (Nina, 2017, p.16)

El índice de plasticidad (IP) como la diferencia entre estos dos plásticos. (Nina, 2017, p.16)

$$IP = LL - LP$$

2.4.6 Presa

Entiéndase por presa en la ingeniería civil a toda manera de retener el agua, con fines de almacenamiento y distribución regulada, las mismas poseen los siguientes elementos generales:

“Embalse: capacidad volumétrica de la presa.

Vaso: espacio físico para embalsar el agua.

Boquilla: lugar estratégico para ubicar la estructura de cierre.

Cortina: estructura con la característica de soportar y mantener el “empuje hidrostático del agua y evitar las filtraciones”.

Caras, Taludes o Paramentos: superficies inclinadas o verticales, las cuales limitan el cuerpo de la Presa, la cara denominada “aguas arriba” es la que está en contacto con el agua, y la otra cara es denominada “aguas abajo”.

Estribos: soportes anclados a la estructura de la Presa y al terreno en sus partes laterales.

Corona: sector superior horizontal de la estructura de la Presa.

Base: superficie inferior sobre la cual transmite el peso de la Presa hacia el terreno.

Vertedero de Demasías: funcionan como desvíos del agua excedente o de avenidas de zonas que no cuentan como almacenamiento.

Obras de Toma: estructura que extrae el agua con fines definidos (generación de energía eléctrica)

Descarga de Fondo: sistema de descarga de agua mínima para no perjudicar la fauna “aguas abajo”. Ayuda en algo a la descarga de sedimentos” (Bragannini, 2013, citado por Pérez y Vasconcellos, 2017, p.28)

2.4.7 Presa de material suelto (tierra)

Son aquellas presas de tipología presa de tierra caracterizadas porque el mayor volumen del cuerpo de suelos arcillosos, limos o arenas arcillosas, mayor permeabilidad. Por lo cual necesitan de materiales para evitar la permeabilidad, lo que las hace normalmente de grandes dimensiones, con taludes muy extendidos, y que por ende requieren grandes volúmenes de material para su construcción. (Pérez, 2009)

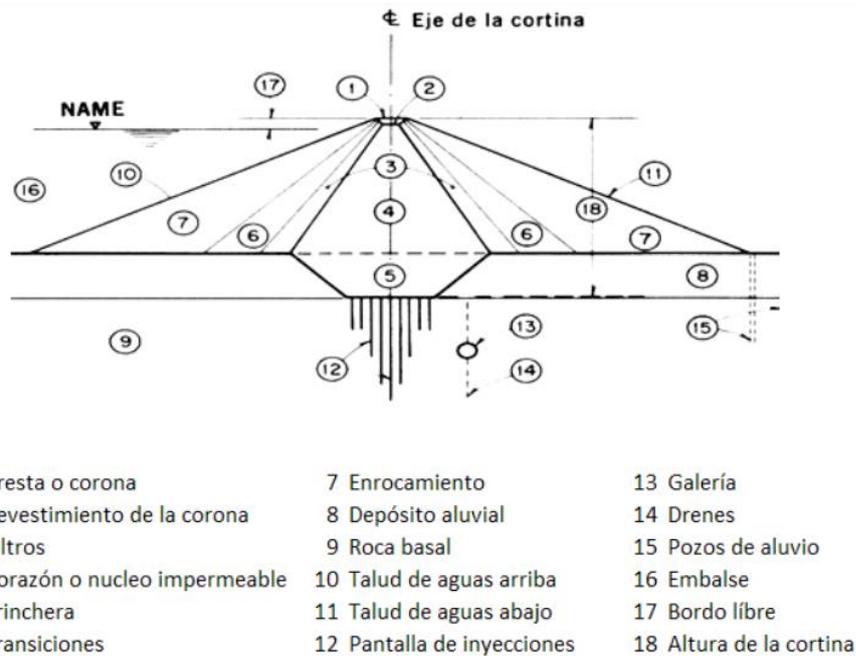


Figura 4. Partes que conforman una presa de tierra

Fuente: Pérez (2009)

Señala Cordero (2017) que las secciones de una presa de tierra pueden ser tres: homogénea, graduada y mixta: 1) "Sección homogénea: constituidas por un solo tipo de material y por otros materiales que no contribuyan a la estabilidad de la presa como el enrocamiento en el talud aguas arriba y la protección de la corona". 2) Sección graduada: constituid por distintos materiales en un orden determinado y con espesor definido. Pueden ser de pantalla o de núcleo, influencia de la ubicación del material impermeable (arcilla). Y 3) Sección mixta: estas constan de "dos materiales: uno impermeable y otro resistente, con capas de filtro entre uno y otro. Pueden ser también de pantalla y de núcleo, tierra, piedra y enrocamiento". (Cordero, 2017, pp. 16-17)

El Autor precitado indica que para la construcción de este tipo de presa se debe considerar los siguientes aspectos: altura, inclinación de los taludes agua arriba y agua abajo, ancho de la corona, ancho de la base y drenaje. (pp.17-18)

III. METODOLOGÍA

3.1 Lugar de realización del trabajo profesional

Localidad: Huancabamba

Distrito: José María Arguedas

Provincia: Andahuaylas

Región: Apurímac

3.2 Período de realización del trabajo profesional

Inicio: 1 de septiembre 2020

Fin: 31 diciembre 2020

Duración: cuatro meses

3.3 Condición laboral en el trabajo profesional

Condición laboral: Contrato laboral

Posición: Coordinador de obra

3.3.1 Función

- Representar e informar a la municipalidad en la administración técnica
- Inspeccionar y acompañar en el trabajo de ejecución de la obra.
- Revisar y evaluar: informes técnicos, planillas, precios.
- Supervisar la ejecución de presupuestos.
- Control y seguimiento de las fechas y costos de obra.
- Control, operación y mantenimiento de la obra.
- Resolver problemas operativos en el proyecto.
- Coordinación con los ejecutores de obra.
- Coordinar con ministerio de vivienda, construcción y saneamiento: actas de visita y monitoreo.



MUNICIPALIDAD DISTRITAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS “Año De La Universalización De La Salud”



Desarrollo Urbano y Rural.

De existir observaciones, LA ENTIDAD debe comunicar las mismas a EL CONTRATADO, indicando claramente el sentido de estas, otorgándole un plazo de diez (10) días para subsanar, EL CONTRATADO no cumpliera a cabalidad con la subsanación, LA ENTIDAD puede resolver el contrato, sin perjuicio de aplicar las penalidades que correspondan, desde el vencimiento del plazo para subsanar.

Este procedimiento no resulta aplicable cuando la consultoría manifiestamente no cumpla con las características y condiciones ofrecidas, en cuyo caso LA ENTIDAD no otorga la conformidad, según corresponda, debiendo considerarse como no ejecutada la prestación, aplicándose las penalidades respectivas.

CLÁUSULA DECIMA: RESPONSABILIDAD POR VICIOS OCULTOS

La conformidad del servicio por parte de LA ENTIDAD no enerva su derecho a reclamar posteriormente por defectos o vicios ocultos, conforme a lo dispuesto por los artículos 40 de la Ley de Contrataciones del Estado y 146 de su Reglamento.

CLÁUSULA DECIMA PRIMERA: PENALIDADES

Si EL CONTRATADO incurre en retraso injustificado en la ejecución de las prestaciones objeto del contrato, LA ENTIDAD le aplica automáticamente una penalidad por mora por cada día de atraso, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$= \text{Penalidad Diaria} \quad \frac{0,10 \times \text{Monto}}{F \times \text{Plazo en días}}$$

Donde:

F = 0.40 para plazos menores o iguales a sesenta (60) días.

Tanto el monto como el plazo se refieren, según corresponda, al contrato vigente o ítem que debió ejecutarse o en caso que estos involucrarán obligaciones de ejecución periódica, a la prestación parcial que fuera materia de retraso.

Se considera justificado el retraso, cuando EL CONTRATADO acredite, de modo objetivamente sustentado, que el mayor tiempo transcurrido no le resulta imputable. Esta calificación del retraso como justificado no da lugar al pago de gastos generales de ningún tipo.

Este tipo de penalidad puede alcanzar a un monto máximo equivalente al diez por ciento (10%) del monto del contrato vigente, o de ser el caso, del ítem que debió ejecutarse.



MUNICIPALIDAD DISTRITAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS "Año De La Universalización De La Salud"



Cuando se llegue a cubrir el monto máximo de la penalidad por mora o el monto máximo para otras penalidades, de ser el caso, LA ENTIDAD puede resolver el contrato por incumplimiento.

CLÁUSULA DÉCIMA SEGUNDA: RESOLUCIÓN DEL CONTRATO

Cualquiera de las partes puede resolver el contrato, amparándose a las normas vigentes.

CLÁUSULA DÉCIMA TERCERA: RESPONSABILIDAD DE LAS PARTES

Cuando se resuelva el contrato por causas imputables a algunas de las partes, se debe resarcir los daños y perjuicios ocasionados, a través de la indemnización correspondiente. Ello no obsta la aplicación de las sanciones administrativas, penales y pecuniarias a que dicho incumplimiento diere lugar, en el caso que éstas correspondan.

Lo señalado precedentemente no exime a ninguna de las partes del cumplimiento de las demás obligaciones previstas en el presente contrato.

CLÁUSULA DÉCIMO CUARTA: ANTICORRUPCIÓN

EL CONTRATADO declara y garantiza no haber, directa o indirectamente, o tratándose de una persona jurídica a través de sus socios, integrantes de los órganos de administración, apoderados, representantes legales, funcionarios, asesores o personas vinculadas, ofrecido, negociado o efectuado, cualquier pago o, en general, cualquier beneficio o incentivo ilegal en relación al contrato.

Asimismo, EL CONTRATADO se obliga a conducirse en todo momento, durante la ejecución del contrato, con honestidad, probidad, veracidad e integridad y de no cometer actos ilegales o de corrupción, directa o indirectamente o a través de sus socios, accionistas, participacionistas, integrantes de los órganos de administración, apoderados, representantes legales, funcionarios, asesores y personas vinculadas.

Además, EL CONTRATADO se compromete a comunicar a las autoridades competentes, de manera directa y oportuna, cualquier acto o conducta ilícita o corrupta de la que tuviera conocimiento; y adoptar medidas técnicas, organizativas y/o de personal apropiadas para evitar los referidos actos o prácticas.

CLÁUSULA DÉCIMO QUINTA: MARCO LEGAL DEL CONTRATO

El presente contrato se rige por el artículo 1764° del Código Civil.

Supletoriamente se aplicará la Ley de Contrataciones del Estado y su Reglamento, y demás normativa especial que resulte aplicable, y demás normas de derecho privado.





**MUNICIPALIDAD DISTRITAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS “Año
De La Universalización De La Salud”**



CLÁUSULA DÉCIMO SEPTIMO: DOMICILIO PARA EFECTOS DE LA EJECUCIÓN CONTRACTUAL

Las partes declaran el siguiente domicilio para efecto de las notificaciones que se realicen durante la ejecución del presente contrato:

- **DOMICILIO DE LA ENTIDAD:** JR. 08 DE MAYO N°. 552 (PLAZA DE ARMAS HUANCABAMBA 2DO PISO), del Distrito de José María Arguedas, Provincia de Andahuaylas – Apurímac.
- **DOMICILIO DEL CONTRATADO:** Av. Perú S/N, del Distrito y Provincia de Andahuaylas, Departamento de Apurímac.

La variación del domicilio aquí declarado de alguna de las partes debe ser comunicada a la otra parte, formalmente y por escrito, con una anticipación no menor de quince (15) días calendario.

De acuerdo con las normativas vigentes, y las disposiciones del presente contrato, las partes lo firman por triplicado en señal de conformidad, en el Distrito de José María Arguedas, Provincia de Andahuaylas, Departamento de Apurímac a los 01 de setiembre del 2020.



Victor Mejia Huacaca
Alcalde
"LA ENTIDAD"

[Signature]
"EL CONTRATADO"



3.4 Labores realizadas en el campo profesional

3.4.1 Descripción general

-El proyecto inicial indicaba la construcción de un muro de contención de concreto armado de 80ml. Pero al evaluarse en campo se verifico que se estaba proponiendo su construcción en un terreno no estable, el suelo a cimentar era del tipo morrena, además se observaba que existía alta permeabilidad.

- Se realizó el cambio de tecnología y el proyectista propuso la construcción de una presa de tierra para lo cual se propuso la construcción de un dique cuya longitud era de 224.50ml, con una altura de 4.00m, sección promedio de 28.00 m, ancho de corona de 5.00ml, el material de relleno del cuerpo era un material de préstamo con un contenido de arcilla 60%, con el apoyo del software HCANALES para los cálculos correspondientes.

- El proyecto de presa modificado no contaba con los estudios básicos para la construcción de la estructura, debido a ello se realizó tres calicatas a nivel de la sub rasante a construir los blanket, observando que la permeabilidad es alta.

- Se evaluó que el diseño del embalse no era suficiente para la población a servir, se debía verificar que el volumen recaudado sea mayor que el volumen de perdida por (filtraciones). Debido a ello se realiza las observaciones y propuestas de mejoramiento del proyecto.

3.4.2 Procedimientos en la recolección de información

- Verificación del terreno de cimentación
- Terreno de cimentación en obra
- Terreno de cimentación según expedientes
- Análisis del expediente técnico (ensayos ejecutados)
- Análisis preliminar
- Contraste del trabajo de campo con el expediente técnico
- Verificación del material del relleno
- Análisis y evaluación en la construcción del aliviadero por medio del software HCANALES

3.4.3 Procesamiento de datos

Luego de la toma de los datos para los ensayos en el trabajo de campo, con los cálculos correspondientes de estos fueron organizados y transcritos en el programa Excel. De acuerdo a la mecánica de los suelos, índice de plasticidad, clasificación de los suelos, cálculo de permeabilidad, niveles característicos de la presa, y volumen de almacenamiento de la presa fueron presentados en tablas; con el fin de realizar los cálculos correspondientes en el software HCANALES para el diseño de la estructura hidráulica en: cálculos del vertedero, secciones (trapezoidales, rectangulares y triangulares), así como la transacción de entrada alabeada en flujo subcrítico, los cálculos realizados a través del software se presentan en dos momentos, los cuales sirvieron para determinar los parámetros de evaluación para la construcción de la presa de tierra.

3.5 Normatividad

- ANA: La Autoridad Nacional del Agua
- MIVCS- Vivienda: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento
- INGEMET: El instituto Geológico, Minero y Metalúrgico.

3.6 Metodología utilizada en la elaboración del proyecto

- SUCS: Manual de Ensayos de Materiales: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (DS N° 011-2006-VIVIENDA)
- Normas y Reglamentos de seguridad de Represas en el Perú-RJ 272-2018-ANA
- Decreto Supremo N° 30-2019 - VIVIENDA (06/11/2019)

IV. RESULTADOS

4.1 Descripción de las etapas de la obra

4.1.1 Verificación del terreno de cimentación

Terreno de cimentación en obra

El dique de la represa presenta la siguiente configuración, según el expediente técnico:

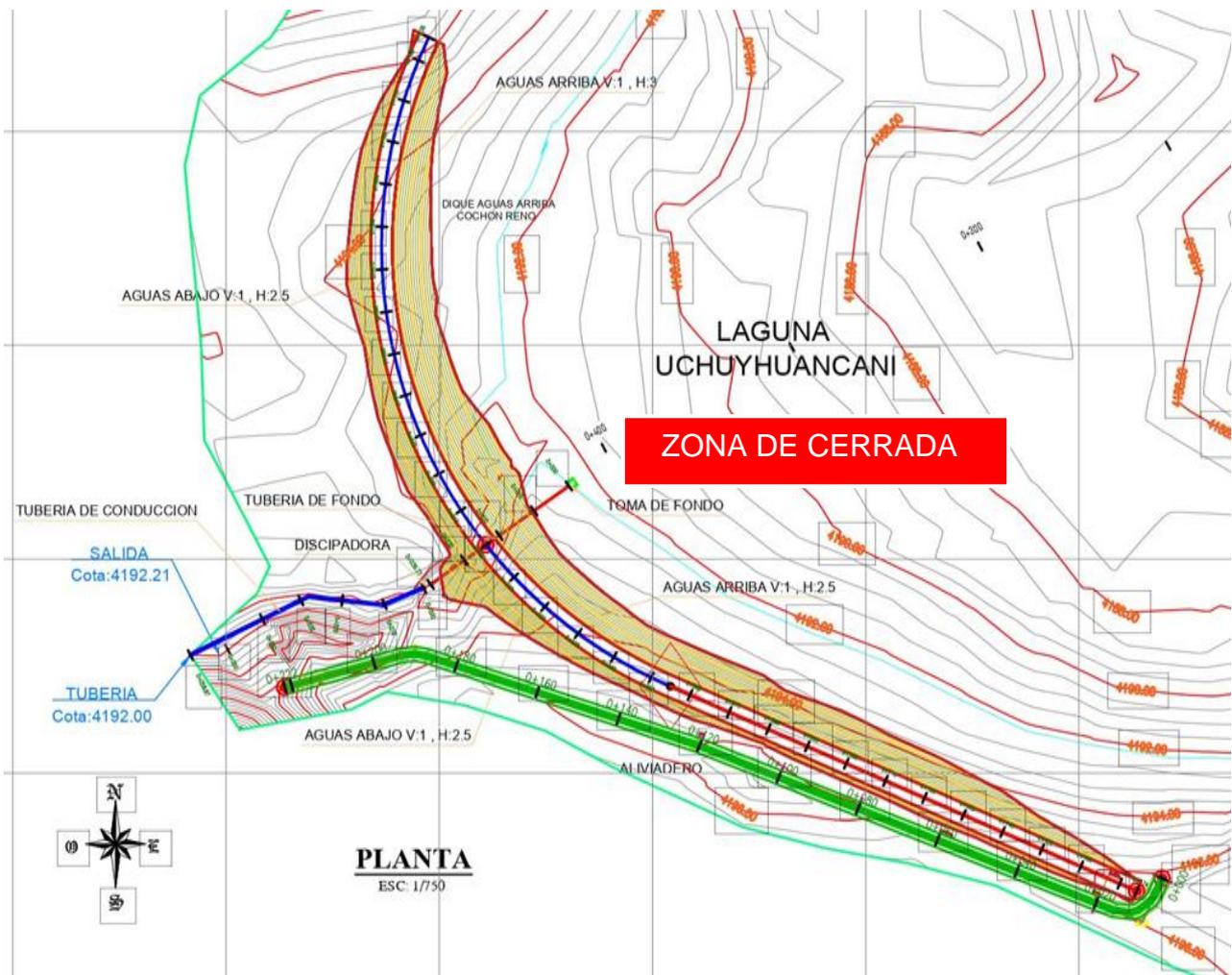


Figura 5. Planteamiento del dique

Fuente: Expediente Técnico del Adicional y Deductivo Vinculante N° 07

–La zona de estudio, se encuentra ubicado sobre valles glaciares, el origen de la laguna Uchuyhuancani es debido, básicamente, al represamiento del agua por la acción del retiro de los glaciales, así como por los depósitos morrenicos dejados por los glaciares. Razón por la cual es probable la existencia de filtraciones en las partes bajas, pues estos terrenos en algunas ocasiones presentan estratos permeables.



Figura 6. Vista satelital de la laguna Uchuyhuancani y sus filtraciones

Fuente: Google maps.

Así como las filtraciones existentes ladera abajo cuyo origen definitivamente es por las lagunas superiores existentes.

–Específicamente la cerrada de la represa esta cimentada sobre los depósitos morrenicos como son Gravas arenosas y Arenas Gravasos con finos, tal como se evidencia en los cortes realizados para llegar al nivel de cimentación indicada en los planos.



Figura 7. Vista de la zona de excavación

Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo

Vista de la zona de excavación en la cerrada del dique, se observan depósitos morrenicos, suelos granulares con fino.



Figura 8. Vista de la estratificación

Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo

Vista de la estratificación de las morrenas, se observa estratos arenosos permeables, depósitos fluvio glaciales.

–Parte del vaso, mas no la cerrada, están sobre depósitos ígneos, que por su naturaleza presentan baja permeabilidad, debido básicamente por la permeabilidad, debido básicamente por la permeabilidad secundaria de los macizos rocosos.

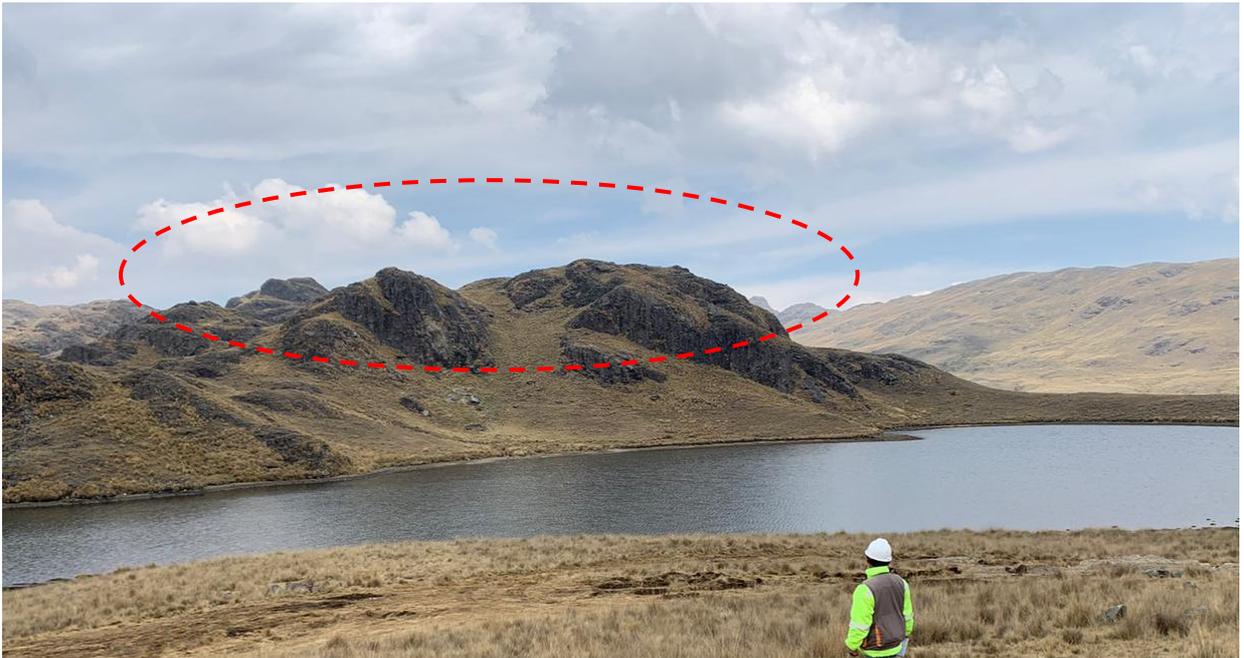


Figura 9 Vista de la zona del vaso

Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo

Vista de la zona del vaso, parte de este sobre depósitos ígneos y parte sobre depósitos morrenicos.

–Se ha observado en la zona de la cerrada la presencia de nivel freático alto, lo cual indica que la zona de la cerrada actúa como un acuífero libre.



Figura 10. Vista de una excavación en la zona de la cerrada

Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo

Vista de una excavación en la zona de la cerrada, se observa la presencia de nivel freático casi superficial.

–En la inspección de campo se ha aperturado calicatas observándose que el agua ha llenado rápidamente la calicata lo que indica, indirectamente, que el suelo tiene una permeabilidad mediante a alta importancia

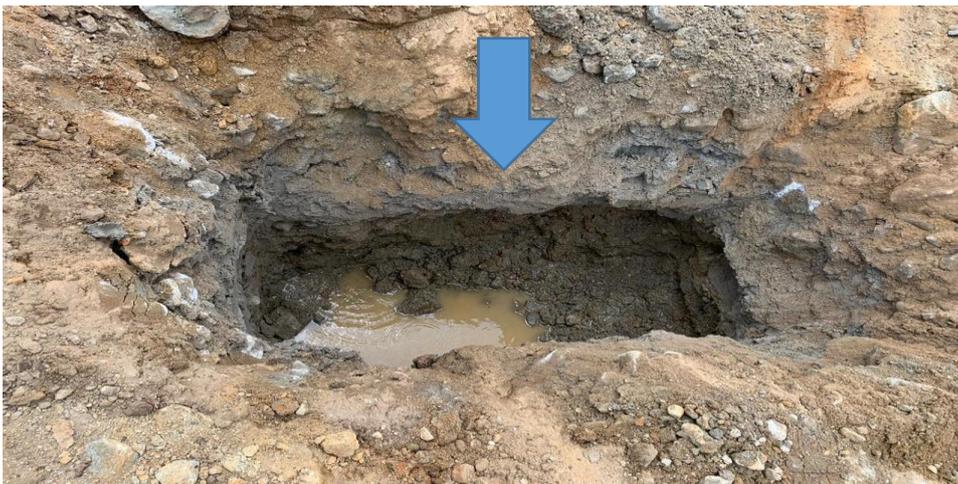


Figura 11. Vista de una excavación del nivel freático

Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo

Vista de una excavación donde se observa el rápido recuperación del nivel freático, lo que indica directamente la permeabilidad media a alta del terreno.



Figura 12. Conformación del terreno excavado

Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo

En vista se observa el terreno excavado conformado por Gravas Limosas con arenas de permeabilidad media.

4.1.2 Terreno de cimentación según expediente

–El estudio de Geología y Geotecnia del expediente, no cuenta con los componentes necesarios para proyectar una obra de riesgo como es una represa de materiales sueltos, existiendo contradicciones entre los resultados presentados en el estudio y los asumidos en los cálculos para el diseño.

En la página 32 numeral 2.3 de las exploraciones geotécnicas se hace el resumen de las exploraciones realizadas para el expediente técnico; donde se aprecia, que, en esa etapa de estudio definitivo, no se hizo ensayos geofísicos mucho menos ensayos de perforación diamantina con ensayos ínsito de permeabilidades. La obra por ser de importancia no puede dejar de contar con ensayos adecuados que

caractericen adecuadamente a los materiales existentes y a usarse en la obra y estos sean plasmados adecuadamente en los diseños de las estructuras.

Tabla 1. Investigaciones de campo realizadas durante el avance de los trabajos en el área en estudio

CANTIDAD DE ENSAYOS								
	MECANICA DE SUELOS				GEOFISICA			
Estructura	Calicatas	Densidad metodo cono de arena	Densidad metodo de balon D=0.30 m	Densidad metodo reemplazo de agua D=0.60m	Granulometria Global	Retraccion Sismica	MASW 1D/2D	Tomografia electrica
Presa Uchuyhuancani	4	4	2	4	4	0	0	0

Fuente: Expediente técnico, recorte donde se observa que no se hizo ensayos geofísicos mucho menos de perforación.

En la página 42 del estudio geológico y geotecnia se indica que se hizo 04 calicatas a cielo abierto, se presenta el sumen de los ensayos (se menciona que no existe los reportes de los ensayos que justifiquen los resultados de este resumen).

Tabla 2. Resumen de resultados por calicata

CALICATA	C-1	C-2	C-3	C-4
Profundidad	3.50	3.00	3.2	3.60
Coordenadas	E682557 N8464262	E682557 N8464262	E682574 N8464251	E682603 N8464227
Lim. Liquido	NSP%	NSP%	NSP%	NSP%
Lim. Plastico	NSP%	NSP%	NSP%	NSP%
Indice plastico	NSP%	NSP%	NSP%	NSP%
Humedad natural	8.32%	11.40%	9.87%	10.48%
Densidad Maxima	2.23 gr/cm ³	2.26 gr/cm ³	2.14 gr/cm ³	2.18 gr/cm ³
densidad Natural	1.68 gr/cm ³	1.57 gr/cm ³	1.46 gr/cm ³	1.46 gr/cm ³
Densidad Minima	1.65 gr/cm ³	1.53 gr/cm ³	1.40 gr/cm ³	1.41 gr/cm ³
Pasa N°200	11.73%	16.78%	12.77%	8.04%
Angulo de friccion	26.93°	26.41°	26.72°	17.50°
Cohesion	0.0	0.0	0.0	0.0
Nivel friatico	2.40	1.80	2.40	2.50
Tipo de Suelo (SUCS)	GW-GM	SM	GM	SW-SM
Tipo de Suelo (AASTHO)	A-1-a	A-1-b	A-1-a	A-1-a

Porcentaje de Grava	41.49%	31.23%	45.49%	36.24%
Porcentaje de Arena	46.78%	52.01%	41.745	55.72%
Porcentaje de finos	11.73%	16.76%	12.77%	8.04%
Composicion	Grava arena , limo	Arena, Limo	Grava arena. Limo	Arena, limo
matriz	Limosa	Limosa	Limosa	Limosa

Fuente: Expediente técnico

De las cuatro calicatas realizadas a cielo abierto, se evidencia para el nivel freático para las calicatas 1, 3 y 4 que van desde 2.40 a 2.50, mientras que la C-2 es de 1.80, así mismo para la composición se encuentra que la mayor composición es de arena con 41.745% hasta 55.72%, seguido de grava desde 31.23% hasta 45.49%, determinando para las calicatas 1 y 3 que su composición es Grava arena y limo; y para la calicata 2 y 4 Arena y limo, a su vez determinando que el matriz de las cuatro calicatas son Limosa.

Tabla 3. Índice de plasticidad (pasante malla N°40)

Muestra	plasticidad en funcion al LL	LL %	Indice de Compresibilidad Cc = 0.009(LL-10)	Clasificación de compresibilidad	LP %	Plasticidad en Funcion al IP	Clasificación del Suelo en Funcion al IP	IP%	W(%)
C-01	No plastico	NP	-	Baja	NP	No plastico	Casi exentos de arcilla	NP	7.4
C-02	No plastico	NP	-	Baja	NP	No plastico	Casi exentos de arcilla	NP	6.9
C-03	No plastico	NP	-	Baja	NP	No plastico	Casi exentos de arcilla	NP	9.5
C-04	No plastico	NP	-	Baja	NP	No plastico	Casi exentos de arcilla	NP	7.8

Fuente: elaborado propia del Coordinador de Obra

De acuerdo a los valores de IP se muestra como no plástico tanto para Limite Liquido como para Límite plástico, además de en un rango de W (%) 4 – 15 que señala una plasticidad baja, con la descripción de suelo Limoso casi exento de arcilla, indicando la baja propiedad del suelo de ser deformado en volumen, sin rebote elástico y sin fragmentar.

Tabla 4. Clasificación de suelo y cálculo de estado

MUESTRA	CLASIFICACION DE SUELOS				CALCULO DE ESTADO		
	Clasificación AASTHO	Clasificación del suelo en función al Índice de Grupo	Clasificación SUCS	Nombre del Grupo (astm D-2487)	γ_{ap} (Ton/m ³)	γ_d (Ton/m ³)	Permeabilidad K (cm/s) pared Flexible
C-01	A-1-a (0)	Muy bueno	GW-GM	Grava bien Graduada con Limo y arena	2.10	1.98	2.22E-04
C-02	A-1-b (0)	Muy bueno	SM	Arena Limosa con Grava	1.85	1.72	1.09E-04
C-03	A-1-a (0)	Muy bueno	GM	Grava Limosa con arena	1.93	1.66	1.83E-03
C-04	A-1-a (0)	Muy bueno	SW-SM	Arena, Limo	-	-	-

Fuente: Elaborado propia del Coordinador de Obra Leyenda: γ_d : Peso específico de un suelo seco. γ_{ap} : Peso específico de un suelo

En la tabla 4 se muestra la clasificación del suelo por cada calicata y el análisis de la permeabilidad, evidenciando para la C-02 un suelo según SUCS de tipo SM “Arena de limo inorgánicos”, con una permeabilidad de 1.09×10^{-4} , siendo el más bajo de todas las muestras, siendo de un k pobre, en comparación con las otras C-01 y C-03 que presentan un buen coeficiente de permeabilidad.

4.1.3 Expediente técnico: resultados de ensayos ejecutados (extractos)

Se puede notar que el terreno de cimentación está conformado básicamente por suelos granulares, las densidades aparentes del suelo varían entre 1.40 a 1.65 kg/cm³ y las densidades secas entre 1.32 a 1.55 gr/cm³, los cuales indican que la compacidad del terreno es baja, siendo esta una propiedad importante en la permeabilidad de los suelos, así como en la capacidad portante (valores bajos indican suelos más permeables).

Los suelos del terreno de cimentación, según los ensayos de Límites de Atterberg, son prácticamente No plásticos y por ende No cohesivos, el porcentaje de finos está en el orden de 8 a 17%, estos porcentajes condicionan la permeabilidad del terreno (porcentaje de finos menores hacen que los suelos sean más permeables).

En los cuadros se indica resultados de ensayos de permeabilidad en pared flexible cuyos valores arrojan entre $1.83E$ a $2.22E-03$ cm/seg, lo que indica directamente que el terreno es permeable (no se adjuntan los reportes de los ensayos de permeabilidad en pared flexible, los cuales serían importantes para afirmar estos resultados), si estas permeables serían las correctas, como una primera aproximación se podría afirmar que se tendría fuertes pérdidas por infiltración en el terreno de cimentación.

Según el capítulo de ingeniería del proyecto, se indica que se hizo ensayos de permeabilidad a 0.55 de profundidad con respecto a la superficie, en la zona de la cerrada, siendo los resultados los siguientes:

Tabla 5. Resultados obtenidos del cálculo de la permeabilidad

I	Ki (cm/s)	Grado de Permeabilidad
1	1.989×10^{-3}	Media
2	4.916×10^{-3}	Alta
3	4.701×10^{-3}	Alta

Fuente: elaborado por el coordinador de obra.

Tabla 6. Resultados del cálculo de la permeabilidad en caja Uchuyhuancani.

I	ΔT (seg)	hi (cm)	Hi = 55-hi	Ki (cm/s)	Grados de Permeabilidad
1	0.0	13.5	41.5	-	-
2	610	22.4	32.6	6.72×10^{-3}	Alta
3	1030	24.7	30.3	2.96×10^{-3}	Media

Fuente: Recorte del expediente técnico

En las tablas 5 y 6 se observan los resultados de ensayos de campo ejecutados, los cuales muestran resultados sobre el análisis de la permeabilidad, que indican altas permeabilidades en la zona del proyecto.

Seguidamente, en el informe técnico, muestran los planos de la sección típica, que tiene la siguiente configuración del sistema de impermeabilización, corona de presa 4906.2 m.s.n.m:

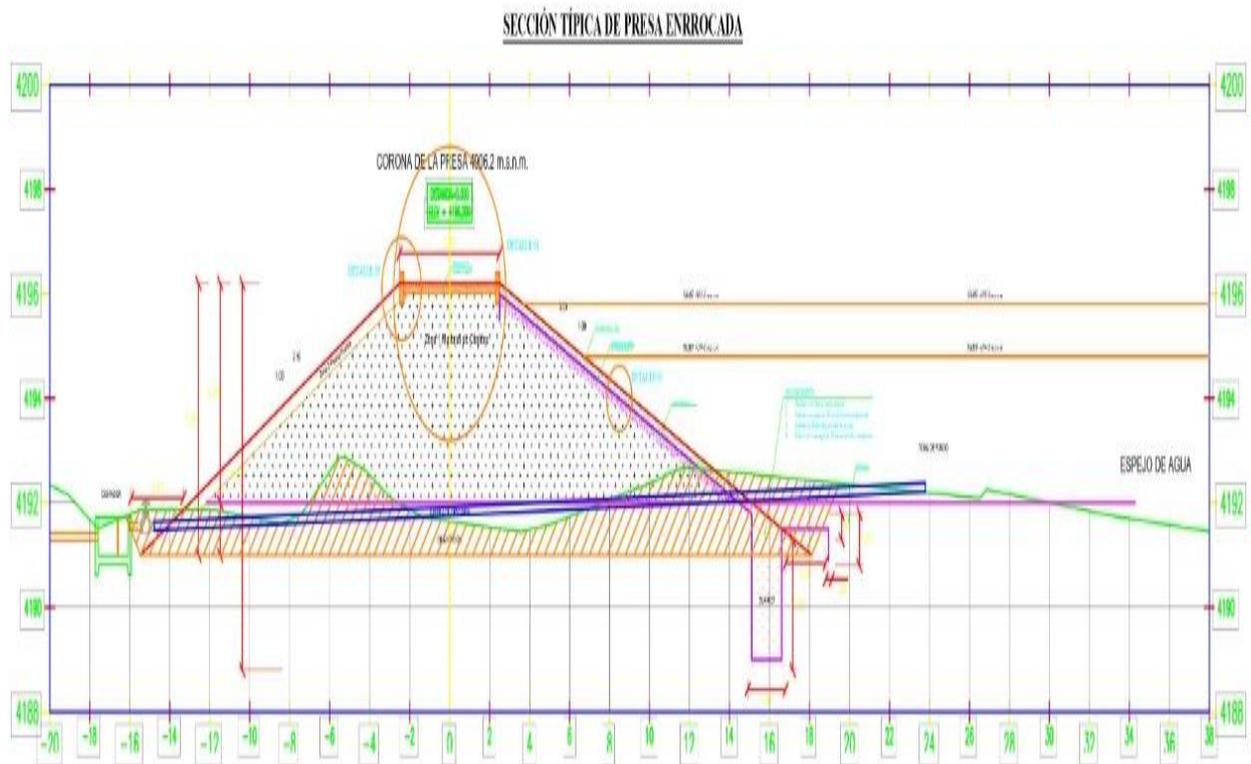


Figura 13. Expediente técnico, donde se observa la sección típica del dique.

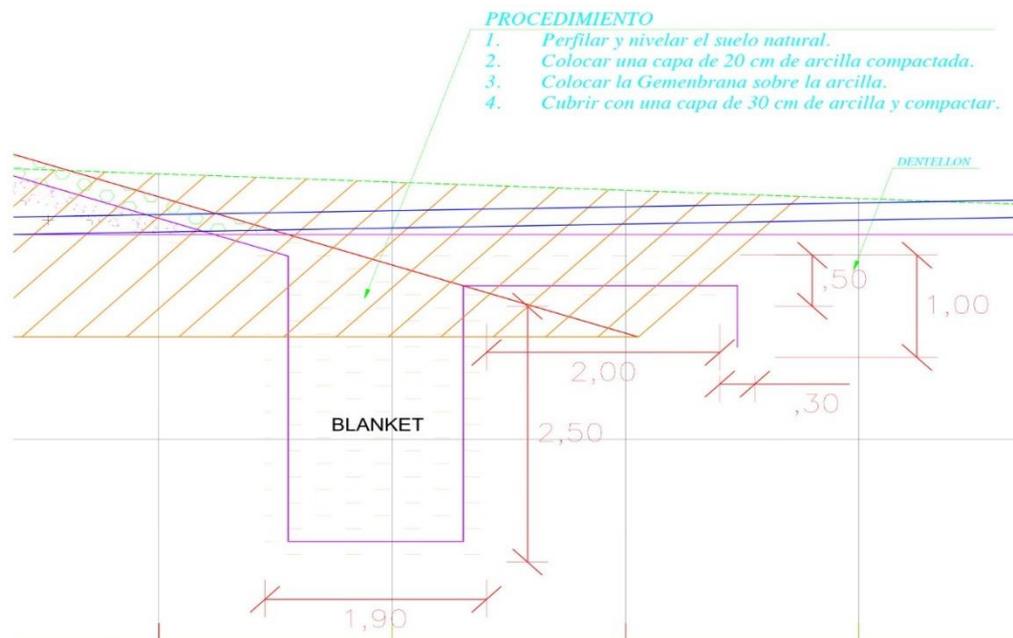


Figura 14. Zona de tratamiento de impermeabilización del terreno de cimentación.

Fuente: Expediente técnico

Considerando los procedimientos: 1) perfilar y nivelar el suelo natural, 2) colocar una capa de 20cm de arcilla compactada, 3) colocar la geomembrana sobre la arcilla, y 4) cubrir con una capa de 30 cm y compactar. Los cálculos que justifican la altura del dentellón (2.5m) y el largo del blanquet (2m), según el expediente técnico, están basados en el uso de permeabilidad del orden de $K=10^{-6}$ cm/seg (página 138 numeral 3.3.2.5.1).

En la página 76 se indica que la permeabilidad del terreno de cimentación es de $K=10^{-5}$ cm/seg a $K=10^{-8}$ cm/seg, indica además que con esos datos se procedió a realizar la simulación de las filtraciones. Lo que demuestra que existe incongruencia en los estudios básicos y los diseños del expediente.

–Se hizo un análisis de pérdidas por filtración preliminar, con los datos del expediente técnico, siendo el resultado lo siguiente:

Según expediente

$$k = 1,99E-03$$

$$k = 4,92E-03$$

$$k = 4,70E-03$$

$$k = 6,72 E-03$$

$$k = 2,96E-03$$

$$\text{Promedio } k = 0,00426 \text{ cm/seg}$$

4.2 Análisis preliminar

$$\text{Gradiente Hidráulico promedio } i = 0.5$$

$$\text{Velocidad } V = ki = 0,00213$$

$$\text{Caudal } Q \text{ (longitud } 174\text{m, altura inf } 7,5\text{m)} 0,0278 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$27,8 \text{ lt/seg}$$

$$876014,3 \text{ m}^3/\text{año}$$

Por ende, la pérdida por filtración anual sería de aproximadamente 870,000.00m³, el cual corresponde a un caudal por infiltración en el terreno de cimentación del dique de la presa de 27.8lt/seg, valor muy diferente al indicado en el expediente técnico. Si es que la laguna no tiene un caudal base permanente de ingreso en todo el año, está pérdida por filtración no será aceptable.

4.3 Análisis de lo observado en campo y del expediente

Existen contradicciones entre los ensayos de permeabilidad (laboratorio y campo) ejecutados en la etapa del expediente técnico con los usados en los cálculos de filtraciones del terreno. Según la inspección de campo, la permeabilidad del terreno de cimentación no es compatible con los usados en los cálculos de filtraciones, por ende, las pérdidas por filtraciones del terreno de cimentación serán mayores a los indicados en el expediente técnico, pudiendo comprometer la estanqueidad del vaso.

Un aspecto importante para que los sistemas de embalse no aseguren la estanqueidad del agua es la pérdida excesiva por filtraciones, más aún en suelos morrenicos de la calidad observada en campo. Por lo tanto, es necesario hacer ensayos de permeabilidad del tipo Lefranc en perforaciones diamantinas de hasta altura de 10m por debajo del nivel de cimentación para obtener adecuadamente las permeabilidades del terreno dentro de la zona de filtración (03 perforaciones como mínimo). Las permeabilidades indicadas en el expediente técnico fueron hechas superficialmente no representando al terreno y los ensayos de permeabilidad del laboratorio por el método de pared flexible no cuentan con reportes y por ende no

existe evidencia para validarlos. Por tanto, no existe compatibilidad entre el expediente técnico con los observado en campo en lo referido a los coeficientes de permeabilidad del terreno, debiéndose a un vicio oculto, observado durante la ejecución de la excavación del terreno a nivel de cimentación.

A esto se suma que en una parte de la cerrada – vaso no se ha considerado la impermeabilización (al final del dique), pues esta zona es susceptible de filtraciones importantes incluso mayores a los del terreno de cimentación, pues es una zona de depósitos morrenicos que dan a una ladera de otra laguna, con un recorrido de corrientes de agua cortas ocasionados gradientes hidráulicos altos y por ende filtraciones importantes.

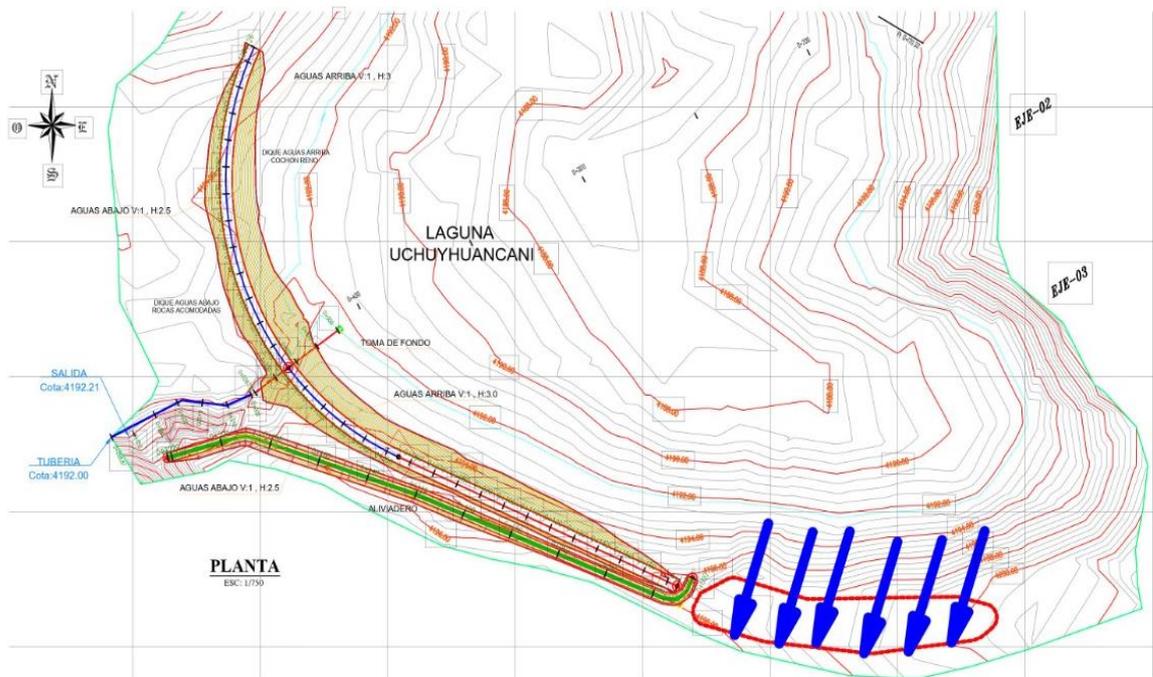


Figura 15. Parte no fue considerada su impermeabilización

Fuente: Expediente técnico

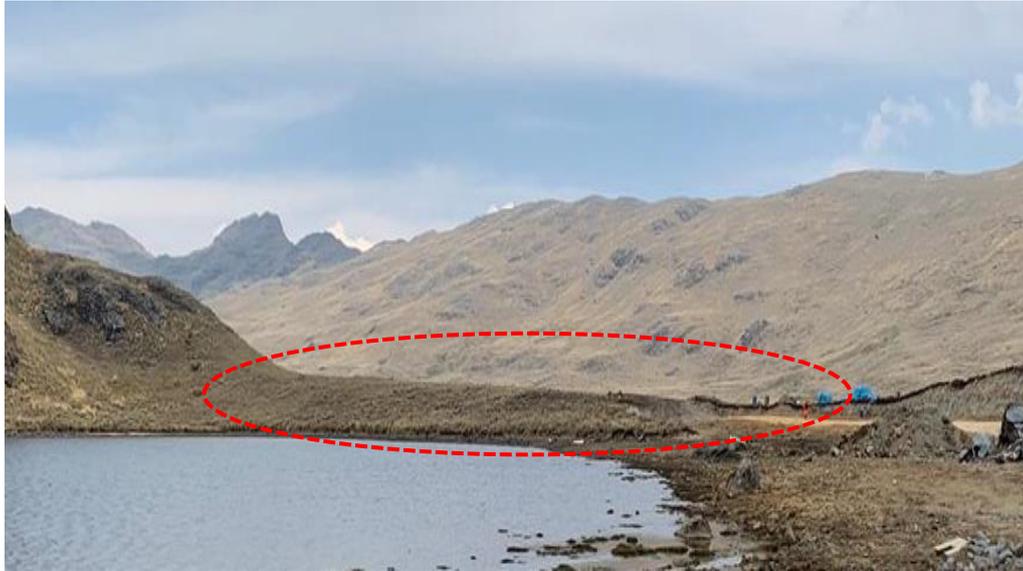


Figura 16. Vista del terraplén natural

Fuente: Elaboración propia, trabajo de campo

En vista se observa el terraplén natural de morrenas que definitivamente será una zona de filtración importante al elevar la carga hidráulica de la laguna.



Figura 17. Vista del recorrido

Fuente: Elaboración propia, trabajo de campo

En vista se observa el recorrido corto de las líneas de corriente y por ende gradientes hidráulicas altos y filtraciones importantes, es importante impermeabilizar esta zona.

4.4 Verificación del material del relleno, de las canteras y del sistema de impermeabilización del cuerpo

–El dique de la represa presenta la siguiente configuración, según el expediente técnico:

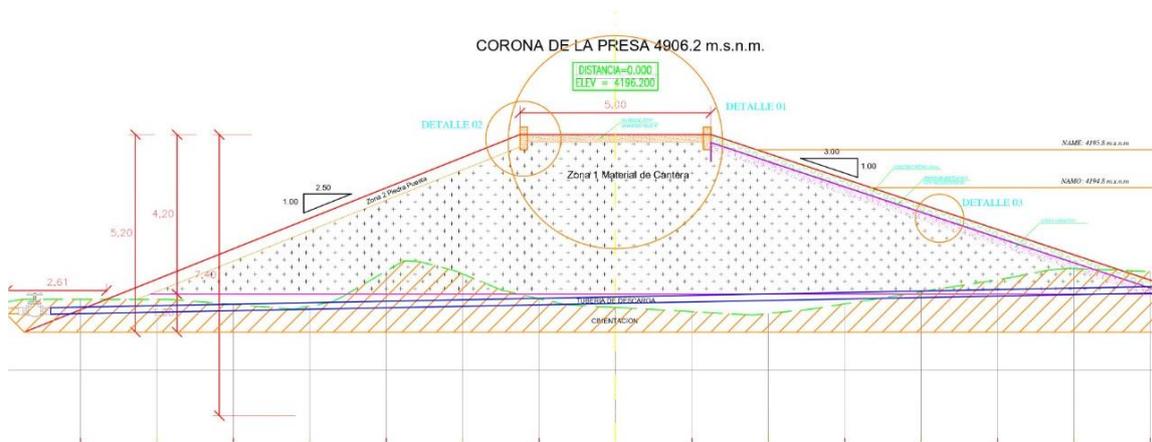


Figura 18. Dique de la presa

Fuente: Expediente técnico

–El sistema de impermeabilización del talud aguas arriba presenta la siguiente configuración, según el expediente técnico:



Figura 19. Detalle del sistema de impermeabilización de la cara del dique.

Fuente: Expediente técnico

–El estudio de geología y Geotecnia del expediente, no cuenta con un capítulo de canteras, no menciona las canteras a usar para el relleno de los materiales indicados en el dique de la presa, más aún no presenta los ensayos que los caracterizan como son la clasificación, abrasión, durabilidad, dispersión, resistencia, compactación, entre otros. Por lo tanto, no existe compatibilidad entre los materiales de relleno a usarse en la obra con las distancias de transporte y los costos unitarios considerados de estos materiales.

–La tipología del dique es de relleno homogéneo con cara impermeable conformado por geo compuestos con geomembranas de PVC protegido con gaviones tipo colchón reno. El medio de protección contra las filtraciones por el cuerpo del dique son los geo compuestos y por ende el relleno del dique solo cumple la función de estabilizar el dique ante cargas estáticas y dinámicas, mas no de impermeabilización, en ese caso podría usarse cualquier material granular que presente propiedades de resistencia y durabilidad adecuadas, recomendándose en todo caso un relleno tipo enrocado, pues es el que menor riesgo presenta ante situaciones no deseadas, por su alta permeabilidad.

–Para los materiales del cuerpo de relleno en obra se ha identificado dos canteras, una en proceso de exploración, el cual se clasifica como Arena Arcillosas con Grava en el sistema SUCS, presenta mucha grava 34.8%, mucha arena 36.5% y de pequeña a mucha cantidad de finos 28.7%, tiene un Límite Líquido de 26.8% y un índice plástico de 8.3%, presenta un Optimo Contenido de Humedad de OCH =9.7% y una Máxima Densidad Seca de MDS =2.054 g/cm³. Esta cantera posiblemente tenga una permeabilidad media. Estas características hacen que pueda usarse para el relleno del cuerpo del dique.



Figura 20. Cantera explotada para el relleno del dique

Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo

En la vista se observa la cantera actualmente explotada para el relleno del dique.

4.5 Análisis y evaluación en la construcción del aliviadero

Para la construcción del aliviadero se realiza el trazo correspondiente, tal como lo indica los planos del EXPEDIENTE TECNICO DEL ADICIONAL Y DEDUCTIVO VINCULANTE N° 07, y se encuentra que este está ubicado muy próximo al talud aguas abajo del cuerpo de la presa, lo cual indica un grave riesgo para la estabilidad de la presa (por ser esta una presa de tierra) por los desbordamientos que podrían ocurrir o filtraciones por no dar un adecuado mantenimiento a las juntas de esta estructura, cabe mencionar que en los planos del expediente técnico mencionado no se tiene ningún detalle del tratamiento que se realizara en las juntas tanto parciales y totales del canal del aliviadero lo cual es necesario contar para su adecuado proceso constructivo, asimismo, se extrae un párrafo de lo manifestado en la ingeniería del proyecto del expediente técnico del adicional con deductivo vinculante N°07 (pág. 159), que manifiesta:

Por ser un dique de tierra susceptible a erosiones, el vertedor de demasías se aleja lo máximo posible del dique. Con frecuencia se prestan depresiones en la topografía del vaso para este dispositivo. Lo más práctico es diseñarlo como canal.

Se le diseña para el gasto máximo indicado anteriormente. El lecho del canal se debe revestir con piedras secas hasta tal distancia del embalse que una posible erosión causada por una creciente no se protege hasta el vaso. El vertedor de demasías requiere un continuo y cuidadoso mantenimiento.

Motivo por lo cual se propone la reubicación del recorrido del canal del aliviadero de demasías y se solicita a la supervisión plantear el tratamiento de las juntas del canal del aliviadero.

Se realizó también verificación de los diseños hidráulicos de esta estructura, encontrando algunas inconsistencias entre lo calculado y plasmado en los planos, de acuerdo al cálculo realizado en el informe hidrológico para un periodo de retorno de 1000 años se tiene calculado un caudal de 3.6m³/s, y en la ingeniería del proyecto se hace mención a un caudal de máximas avenidas de 4m³/s.

Primer cálculo

El cálculo para la verificación se realizará considerando un caudal de máximas avenidas según el informe de hidrología, el cual es de 4m³/s y tomando los niveles representativos de la presa que considera en el estudio hidrológico:

NAME-NAMO= 0.65m (Carga sobre el vertedero)

Tabla 7. Primer cálculo de niveles característicos

NIVELES CARACTERISTICOS					
SEGUN NIVEL	INGENIERIA DEL PROYECTO	INFORME DE HIDROLOGIA	PLANOS PP-01	PLANO TF-01	PLANO VE-01
CORONA	4196.20 msnm	4193.00 msnm	4196.20 msnm		4196.20 msnm
NAME	4195.89 msnm	4192.65 msnm	4195.80 msnm		4195.80 msnm
NAMO	4195.20 msnm	4192.00 msnm	4194.80 msnm		4194.80 msnm
NAMIN	4193.20 msnm	4186.00 msnm		4192.21 msnm	

En el software HCANALES fue calculado el vertedero rectangular con el tipo de perfil de Creager.

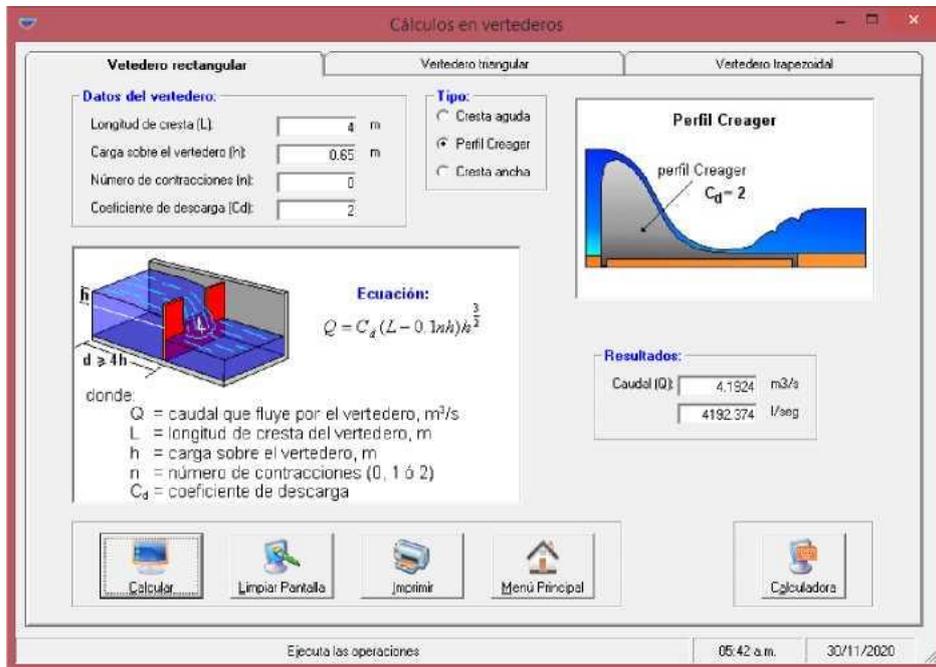


Figura 21. Cálculo de vertederos por el software HCANALES

Fuente: Software HCANALES

Obteniendo los siguientes resultados obteniendo los siguientes resultados:

Longitud de vertedero = 4.00 m.

Ancho de canal del aliviadero $b=1\text{m}$

$BL= 0.35\text{m}$ (35% de la altura del canal)

Caudal (Q)= $4,1924 \text{ m}^3/\text{s}$

= $4192,374 \text{ l/seg}$

Posteriormente fueron introducidos en el software HCANALES para calcular el tirante normal de secciones, con el caudal (Q) = $4\text{m}^3/\text{s}$, ancho de solera (b)= 1m , rugosidad (n)= 0.014 y pendiente (S)= 0.0395m/m , tal como se muestra en la siguiente figura.

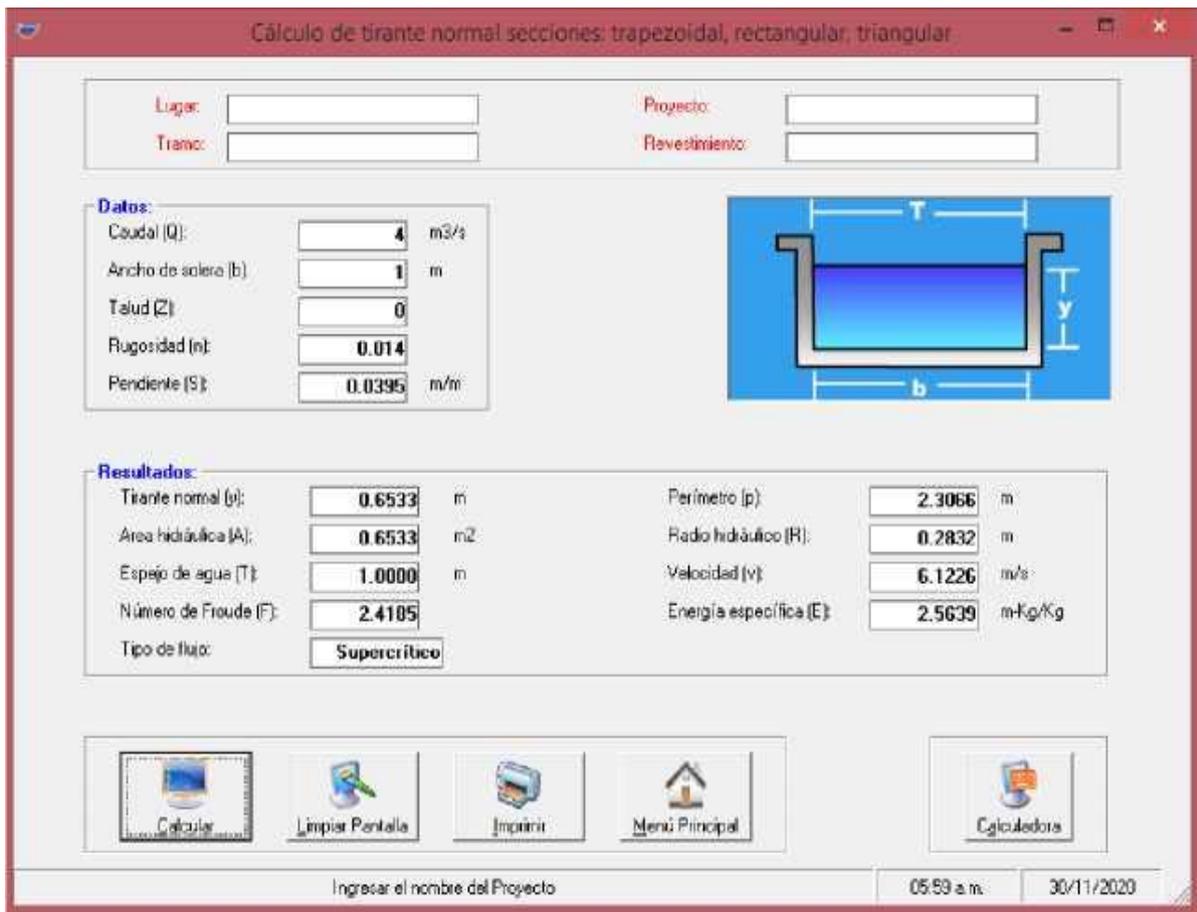


Figura 22. Cálculo del tirante normal secciones trapezoidal, rectangular y triangular

Fuente: Software HCANALES

En el cual se muestran los resultados del tirante normal $(y) = 0.6533\text{m}$, área hidráulica $(A) = 0.6533\text{m}^2$, Espejo de agua $(T) = 1\text{m}$, número de Froude $(F) = 2.4105$, perímetro $(p) = 2.3066\text{m}$, radio hidráulico $(R) = 0.2832\text{m}$, velocidad $(v) = 6.1226\text{m/s}$, energía específica $(E) = 2.5639\text{ m-Kg/Kg}$, con un tipo de flujo súper crítico.

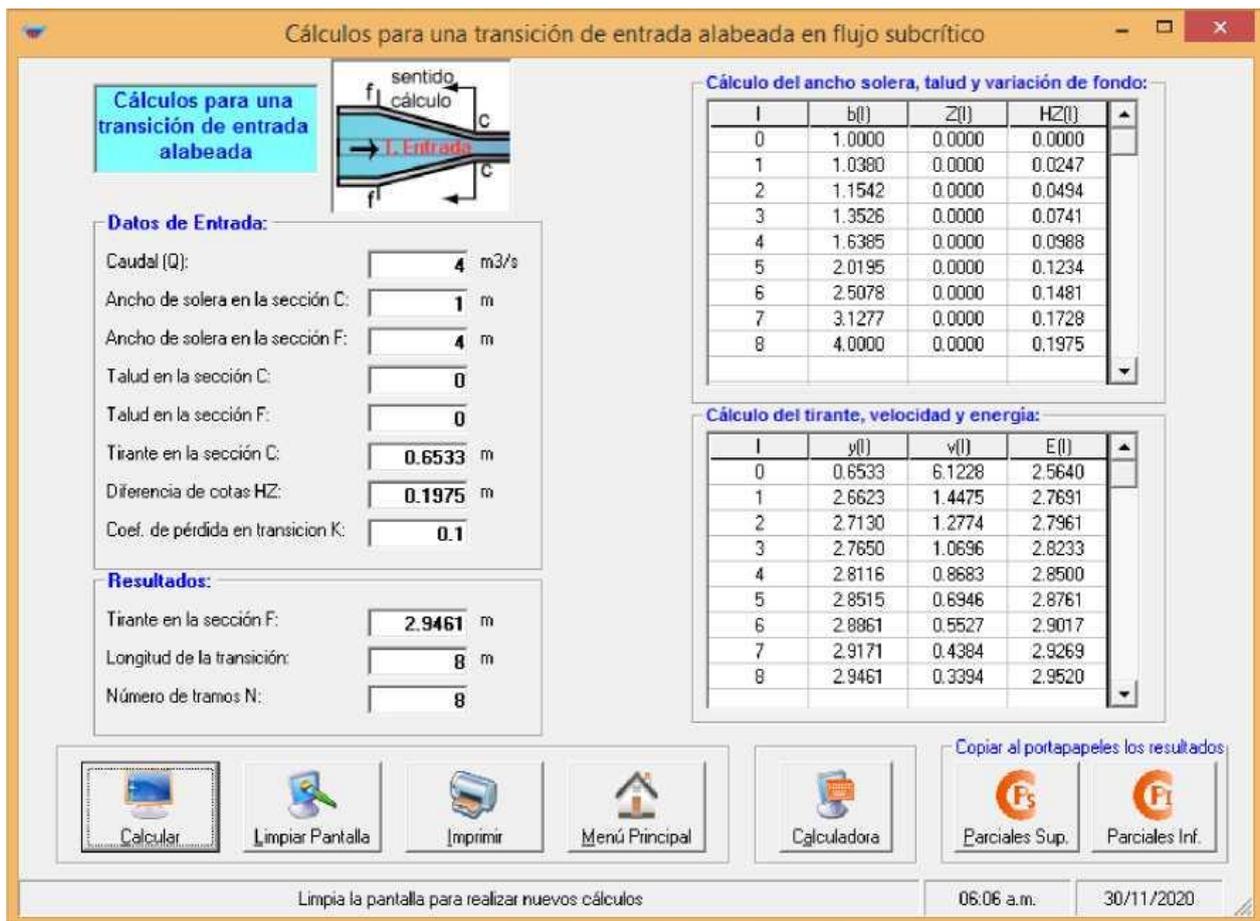


Figura 23. Cálculos para una transición de entrada alabeada en flujo subcrítico

Fuente: Software HCANALES

Debido al tipo de flujo, se calcula por medio del software, en que se muestra como resultado el tirante en la sección F de 2.9461m, longitud de transición = 8m y número de tramos N igual a 8, en la parte izquierda de la figura 21 se muestra los cálculos ancho solera, talud y variaciones de fondo, y los cálculos del tirante, velocidad y energía.

Segundo cálculo

El cálculo para la verificación se realizará considerando un caudal de máximas avenidas según la ingeniería del proyecto, el cual es de 3.6m³/s y tomando los niveles representativos de la presa que considera en el estudio hidrológico:

Para el segundo cálculo se toma en cuenta la carga del vertedero y la longitud diferentes:

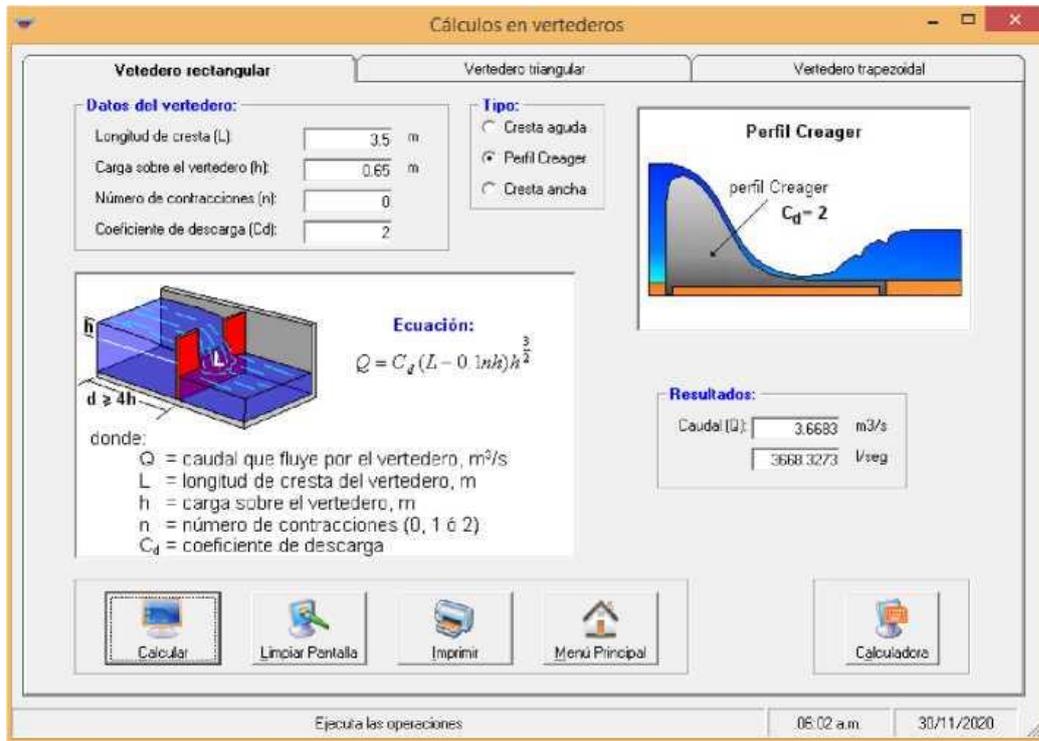


Figura 24. Segundo cálculo de vertederos

Fuente: Software HCANALES

NAME-NAMO= 0.65m (Carga sobre el vertedero)

Longitud de vertedero = 3.5m

Ancho de canal del aliviadero b=1m

BL= 0.40m (40% de la altura del canal)

Caudal (Q)= 3.6683m³/s

= 3668.3273l/seg

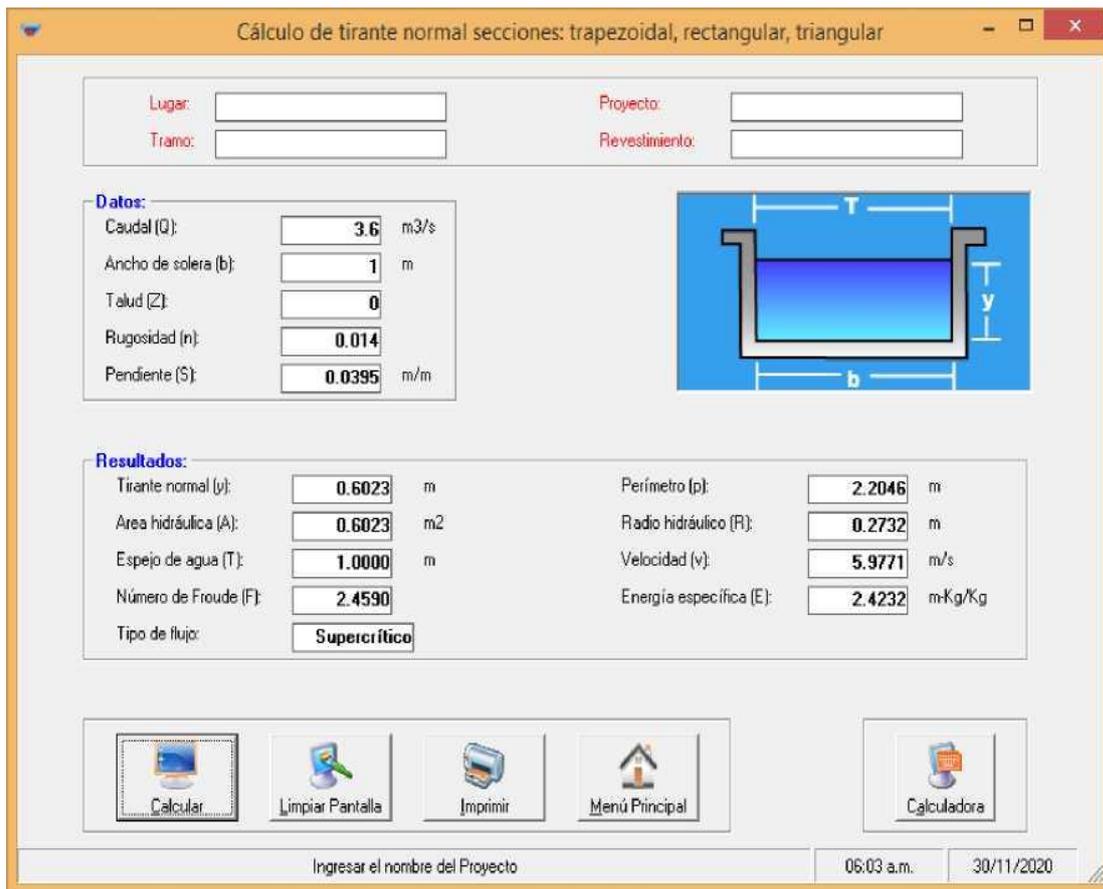


Figura 25. Segundo cálculo del tirante normal secciones trapezoidal, rectangular y triangular

Fuente: Software HCANALES

Considerando el valor del caudal, el ancho de solera, la rugosidad y la pendiente, se obtienen los segundos resultados para:

Tirante normal (y)= 0.6023m, área hidráulica (A)=0.6023m², Espejo de agua (T)=1m, número de Froude (F)=2.4590, perímetro (p)=2.2046m, radio hidráulico (R)=0.2732m, velocidad (v)=5.9771m/s, energía específica (E)= 2.4232 m-Kg/Kg, con un tipo de flujo súper crítico.

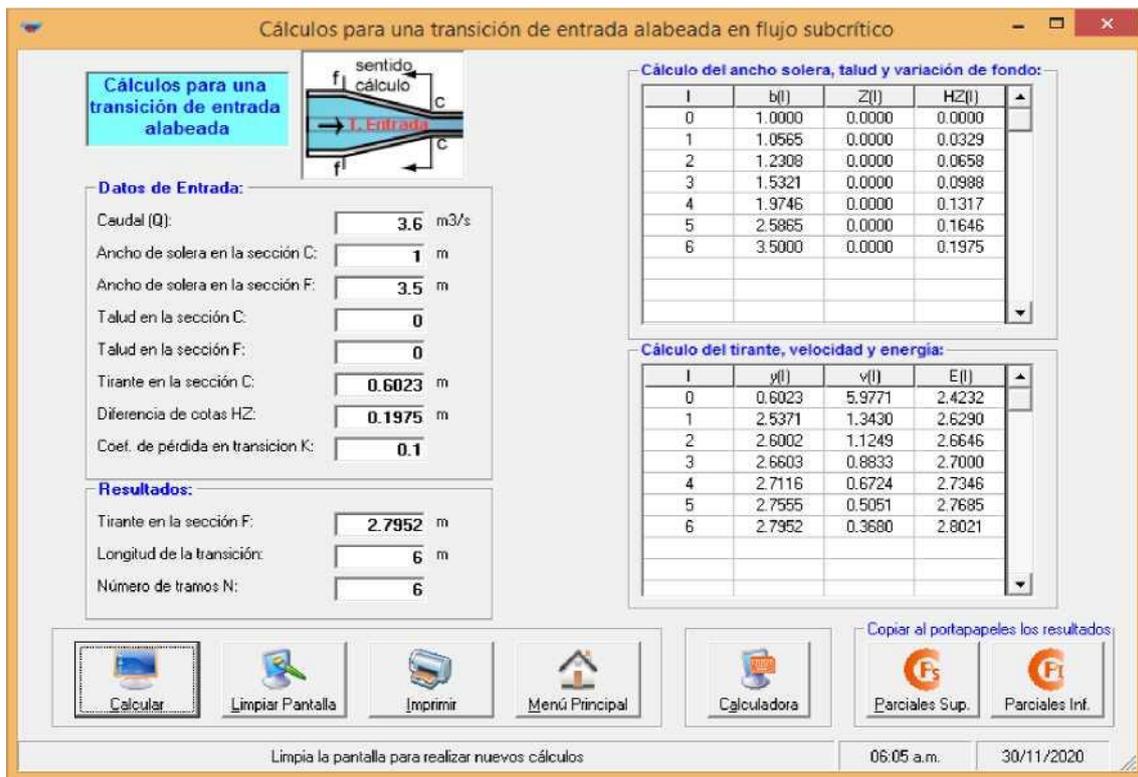


Figura 26. Segundos cálculos para una transición de entrada alabeada en flujo subcrítico

Fuente: Software HCANALES

Para el segundo cálculo de la una transición de entrada alabeada en flujo subcrítico, se obtuvo para el tirante en la sección F de 2.79521m, longitud de transición = 6m y número de tramos N igual a 6, en la parte izquierda de la figura 24 se muestra los cálculos ancho solera, talud y variaciones de fondo, y los cálculos del tirante, velocidad y energía.

Según los cálculos realizados, ninguno de ellos está plasmado en los planos del expediente técnico del adicional con deductivo N°07, se requiere a la brevedad indicar con cuál de los caudales de máximas avenidas trabajar y así corregir los planos correspondientes para su ejecución.

Asimismo, se solicita definir claramente los niveles característicos de la presa (NAMIN, NAMO, NAME) ya que existen demasiadas incongruencias en lo manifestado en el EXPEDIENTE TÉCNICO DEL ADICIONAL Y DEDUCTIVO VINCULANTE N° 07, tal como se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla 8. Niveles característicos de la presa

NIVELES CARACTERISTICOS					
^\\.,,SEGUN	INGENIERI A DEL	INFORME DE	PLANOS PP-01	PLANO TF-01	PLANO VE- 01
CORONA	4196.20	4193.00	4196.20		4196.20
NAME	4195.89	4192.65	4195.80		4195.80
NAMO	4195.20	4192.00	4194.80		4194.80
NAMIN	4193.20	4186.00		4192.21	

Los datos mostrados en la tabla 8, indican la repercusión en el volumen de almacenamiento de la presa, para verificar esto se utilizará el siguiente cuadro, el cual fue elaborado en base a la topografía del área de embalse de la presa.

Tabla 9. Volumen de almacenamiento de la presa

COTA msnm	AREA DE ESPEJO		VOLUMEN (m3)		VOLUMEN
	m2	Ha	PARCIAL	ACUMULADO	ACUMULADO
4186	33.76	0.003	0.000	0.000	0.000
4187	2816.43	0.282	1425.095	1425.095	0.001
4188	12376.20	1.238	7596.315	9021.410	0.009
4189	23811.62	2.381	18093.910	27115.320	0.027
4190	34599.12	3.460	29205.370	56320.690	0.056
4191	43809.87	4.381	39204.495	95525.185	0.096
4192	54752.75	5.475	49281.310	144806.495	0.145
4192.214	57373.92	5.737	11997.554	156804.049	0.157
4193	67001.21	6.700	48879.426	205683.475	0.206
4193.2	67963.00	6.796	13496.421	219179.896	0.219
4194	71810.15	7.181	55909.260	275089.156	0.275
4194.8	76154.42	7.615	59185.829	334274.985	0.334
4195	77240.49	7.724	15339.491	349614.476	0.350
4195.2	78295.23	7.830	15553.571	365168.047	0.365
4196	82514.17	8.251	64323.760	429491.807	0.429

En la tabla 9 se muestra los resultados a considerar para el volumen de almacenamiento con quince resultados que tomaron en cuenta la cota, el área de espejo (m² y Ha), el volumen en m³ (parcial y acumulado) y el volumen acumulado. Teniendo en cuenta los resultados en la tabla 8 y 9, se procede al cálculo de los niveles de ingeniería del proyecto y los niveles del informe de hidrología.

Considerando los niveles de la ingeniería del proyecto

Volumen de almacenamiento= Volumen acumulado entre el NAMIN y el NAMO

Volumen acumulado NAMO (4195.20msnm) - Volumen acumulado NAMIN (4193.20msnm) = 365,168.047-219,179.896 =145,988.151 m³

Altura de presa= cota CORONA - NAMIN = 4196.20 - 4193.20=3m

Borde libre = cota CORONA - NAME = 4196.20 - 4195.89= 0.31m

Considerando los niveles del informe de hidrología

Volumen de almacenamiento= Volumen acumulado entre el NAMIN y el NAMO

Volumen acumulado NAMO (4192.00msnm) - Volumen acumulado NAMIN (4186.00msnm) = 144,806.495 - 0.00 =144,806.495 m³

Altura de presa= cota CORONA - NAMIN = 4193 - 4186.00=7m

Borde libre = cota CORONA - NAME = 4193 - 4192.65= 0.35m

Este último cálculo es descartado, ya que la lámina de agua permanente en la laguna está ubicada en la cota 4192.21msnm y la cota de fondeo de la laguna es 4186.00 (esta no puede ser considerado como el NAMIN), esto según la topografía del área de trabajo.

Considerando los niveles de los planos

Volumen de almacenamiento = Volumen acumulado entre el NAMIN y el NAMO

Volumen acumulado NAMO (4194.80msnm) - Volumen acumulado NAMIN (4192.21msnm) = 334,274.985 - 156,804.049 =177,470.936 m³

Altura de presa = cota CORONA - NAMIN = 4196.20- 4192.21=3.99m

Borde libre = cota CORONA - NAME = 4196.20 - 4195.80= 0.40m

En todos los casos presentados el volumen de almacenamiento está por debajo de la demanda calculada en el informe de hidrología el cual se presenta a continuación:

a) Caudal medio diario (Qm. d)

Cantidad de agua requerida por un habitante en un día cualquiera del año de consumo promedio. Para el abastecimiento de agua potable. El caudal máximo de diseño hidráulico para un canal entubado que va abastecer a una población o comunidad. Se obtiene de la expresión siguiente:

$$Q \text{ m.d} = P_f * D_e / 86,400 \text{ en l/s}$$

Dónde: Q m.d = Gasto medio diario, en l/s

P_f = Población futura a abastecer

D_e = Dotación específica en l/hab./día

P_f = 9720 habitantes para un período de retorno de 20 años.

$$D_e = 120 \text{ l/hab./día}$$

$$Q \text{ m.d} = 9720 \text{ hab.} * 120 \text{ l/hab./día} / 86,400$$

$$Q \text{ m.d} = 13.5 \text{ l/s (Oky)}$$

$$Q \text{ m.d} = 13.5 \text{ l/s} / 1000$$

$$Q \text{ m.d} = 0.0135 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 0.0135 \text{ m}^3/\text{s} * 31,549,440.37$$

$$= 425,917.445 \text{ m}^3$$

$$= 0.425917445 \text{ MMC}$$

$$* 0.426 \text{ MMC (Oky)}$$

4.6 Resultados finales

Los aportes realizados al proceso de la construcción de la presa, están basados en el empleo de dos pruebas esenciales para determinar y garantizar la vida útil de la obra y minimizar los riesgos que se puedan ocasionar por las filtraciones naturales.

Realizado el análisis de la evaluación del expediente técnico y la evaluación en campo para la construcción del cuerpo de la presa y la construcción del aliviadero se recomienda realizar estos estudios básicos.

- **La tomografía de suelos**
- **El ensayo LEFRANC**

V. CONCLUSIONES

Primera: Los planos y especificaciones técnicas del expediente técnico, referidos a las obras del dique de la represa de Uchuyhuancani no cuentan con la información suficiente y detalles necesarios para proceder con la ejecución de las obras del dique.

Mejorar los sistemas de impermeabilización básicamente a la permeabilidad del terreno y sus consecuencias con las pérdidas por infiltración, calidad y ubicación de canteras para los materiales de relleno del cuerpo de la represa y detalles del sistema de la cara de impermeabilización talud aguas arriba del dique.

Segunda: Los coeficientes de permeabilidad según el tipo de terreno observado en campo, son considerados de medias a altas, por lo cual las pérdidas por infiltración del terreno de cimentación serán importantes, esto al elevar el tirante del agua, comprometiendo así la estanqueidad del vaso esto siempre que no se cuente con un caudal suficiente permanente de ingreso a la laguna para cubrir las pérdidas esperadas en su funcionamiento.

A esto se suma que en una parte del vaso - cerrada no se ha considerado la impermeabilización (al final del dique), pues esta zona es susceptible de filtraciones importantes incluso mayores a los del terreno de cimentación, pues es una zona de rellenos naturales de depósitos morrenicos con recorridos de líneas de corrientes de agua relativamente cortas en donde se tendría gradientes hidráulicos altos y por ende filtraciones importantes.

Tercera: Para poder determinar adecuadamente las pérdidas por filtración tanto en el terreno de cimentación como en la zona de la cerrada - vaso, es necesario hacer ensayos insitu de permeabilidad del tipo Lefranc ensayos que deben hacerse en perforaciones diamantinas que tengan por lo menos alturas de 10m por debajo del nivel de cimentación, esto con la finalidad de poder obtener adecuadamente los resultados reales a la permeabilidad.

Cuarta: Por la existencia de canteras cercanas al proyecto se recomienda usar un dique de enrocados, por la mayor seguridad que este sistema ofrece ante cualquier

peligro, la cara impermeable talud aguas arriba puede ser con un sistema de geocompuestos.

Quinta: Para el sistema de impermeabilización del dique talud aguas arriba, se recomienda que la capa de apoyo directo de los geosintéticos sea de un espesor mínimo de 15cm (espesor mínimo usado para asegurar la estabilidad de la capa) y este conformado de una mezcla de Grava sub redondeada pasante la malla de 1" (25mm) y retenida en la malla N° 4 (4.75mm) estabilizada con cemento en una dosificación aproximada de 2.0% (dosificación final definida en laboratorio) esto es con la finalidad de darle cierta cohesión para evitar deslizamientos de la capa, pero en general esta capa debe ser un material permeable o en su defecto usar un geosintético del tipo geored.

Todo el sistema debe tener un sistema de evacuación o de drenaje al exterior o al mismo terreno de fundación, esto con la finalidad de evitar la acumulación del agua y aire dentro del sistema de impermeabilización y la posibilidad de hinchamiento de la base de la geomembrana.

Como resumen finalmente se recomienda:

- Una cara de gavión colchón reno u enrocado adecuadamente colocado o Geotextil no tejido de 400 gr/m² o cambiarlo por geo celdas de menor espesor para evitar punzonamiento al geo textil y geo membranas.
- Geomembrana de PVC de 2mm
- Geotextil de 200 gr/m²
- Grava cemento de 15cm de espesor o geo drenes
- Material tipo 2B (material granular de apoyo)

VI. RECOMENDACIONES

Los aportes realizados al proyecto son para implementar y mejorar el diseño de la presa de tierra y garantizar su ejecución en el proceso constructivo, empleando programas especializados de hidrología, programas de diseños de canales y estudios básicos para el diseño de la cimentación de la presa, garantizando la vida útil de la obra y minimizar los riesgos que se puedan ocasionar por las filtraciones naturales. Estudios básicos a realizar:

El empleo de la tomografía eléctrica de suelos.

La Tomografía eléctrica es un método de resistividad multielectrónico, basado en la modelización 2-D de la resistividad del terreno mediante el empleo de técnicas numéricas (elementos finitos o diferencias finitas).

El objetivo de este método se basa en obtener una sección 2-D de resistividades reales del subsuelo, modelo a partir del cual podremos determinar la presencia o no de filtraciones de agua en profundidad, mediante la localización de áreas en donde tengamos una disminución anómala del valor de la resistividad del terreno. Para ello será preciso el empleo de un programa de inversión, con el que transformamos las resistividades aparentes obtenidas de la campaña de campo, a valores de resistividad real.

Ensayo LEFRANC

El ensayo LEFRANC, se realiza en el interior de un sondeo, durante una pausa en el transcurso de su ejecución o una vez finalizado tiene por objeto determinar el coeficiente de permeabilidad k en el suelo permeable o semi permeables de tipo granular (aluviales, arena, limo), con velocidad de flujo lenta y situados bajo el nivel freático o en rocas muy fracturadas.

Este ensayo se podrá realizar midiendo los caudales (a régimen permanente) o midiendo los niveles (a régimen variable).

VII. REFERENCIA

Adauto, M., & Cheong, J. ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN DE UN RESERVORIO DE CABECERA DE 20.000 M³ EN EL SECTOR 330 VILLA MARÍA DEL TRIUNFO - LIMA [Para obtener el Título de Ingeniero Civil, Universidad San Martín de Porres]. 2018. <http://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/4812>

Angelone, S., Garabay, M., & Cauhapé, M. Geología y Geotecnia: Permeabilidad de suelos. Universidad Nacional de Rosario. 200. <https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiaygeotecnia/Permeabilidad%20en%20Suelos.pdf>

Autoridad Nacional de Agua. Reglamento de seguridad de presas públicas de embalse de agua (Resolución de Jefatura N° 272-2018-ANA) [Informe Técnico]. Autoridad Nacional del Agua. 2018. <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/aprueban-el-reglamento-de-seguridad-de-presas-publicas-de-e-resolucion-jefatural-no-272-2018-ana-1697404-1>

Bertram, G. Ensayos de suelos fundamentales para la construcción. International Road Federation. 2015. <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ty-zvU9gAJ:https://www.cuevadelcivil.com/2017/05/ensayos-de-suelos-fundamentales-para-la.html+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=ve>

Bureau of Reclamation. Diseño de Pequeñas Presas. 1987

Chávez, G.. Modelamiento 3D de datos de tomografía de resistividad eléctrica (TRE) con arreglo tipo "L". Tesis de Maestría. Instituto de Geofísica UNAM. 2011

Cordero, L. Análisis de filtraciones y estabilidad de taludes en presas de tierra para suelos parcialmente saturados [Trabajo de diploma presentado en opción al Título de Ingeniero Civil, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas]. 2017. <https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/8668/Trabajo%20de%20Diploma%20Lismary%20Cordero%20Mejias.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Das, B. Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones (7ma ed.). Cengage Learning. 2012.

https://issuu.com/gustavochochongalcivar/docs/fundamentos_de_ingenieria_de_ciment

Desena, A., & Sánchez, E. Estabilidad de Taludes en presas de tierra y Enrocamiento [Tesis Doctoral, Instituto Politécnico Nacional]. 2003.

https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/4828/1/319_ESTABILIDAD%20DE%20TALUDES%20EN%20PRESAS%20DE%20TIERRA%20Y%20ENROCAMIENTO.pdf

Flores, R. La geotecnia en la seguridad de presas y estructuras térreas de México. Academia de Ingeniería México. 2017.

https://www.ai.org.mx/sites/default/files/13_la_geociencia_en_la_seguridad_de_presas.pdf

García, P. et al. "Manual para el Diseño y la Construcción de Tajamares de Aguada". 2008.

González, J., & Roble, J. Ingeniería Geológica (1era ed.). Prentice Hall. 2002.

González, L., Ferrer, M., Ortuño, L., & Oteo, C. Ingeniería Geológica. Pearson Educación. 2004

Herrera, J., & Castilla, J. Utilización de técnicas de sondeos en estudios geotécnicos. Departamento de Explotación de Recursos Minerales y Obras. 2016

MTC E 107. Análisis Granulométrico de suelos por tamizado. Manual de Ensayos de Materiales. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2016

MTC E 123. Manual de Ensayos de Materiales: Corte Directo. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2016

Nina, M. EVALUACIÓN GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA HUANZO [PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE: INGENIERO GEÓLOGO, Universidad Nacional del Altiplano]. 2017.
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4731>

Ortiz, W., & Portilla, E. ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE LOS TALUDES DE LAS PRESAS DEL PROYECTO PACALORI, TENIENDO EN CUENTA LA ACCIÓN SÍSMICA [Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Civil, Universidad de Cuenca]. 2014. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/20906>.

Pérez, B. ANÁLISIS DE RIESGO Y CONFIABILIDAD EN PRESAS DE TIERRA: UN CASO EN EL ESTADO DE MÉXICO [Para obtener el Título de Ingeniero Civil, Universidad Autónoma del Estado de México]. 2009. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/64549>

Pérez, G., & Vasconcellos, G. Evaluación de Tres Alternativas de Proyecto de Presa para el Embalse Palo Redondo [Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. 2017. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/621839>

Quisocala, S. EVALUACION GEOLOGICA Y GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCION DE LA PRESA DE TIERRA EN LA LAGUNA PALCCACCOTA [PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE: INGENIERO GEÓLOGO, Universidad Nacional del Altiplano]. 2012 <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6996>.

Quispe, C. EVALUACIÓN GEOLÓGICA -GEOTÉCNICA PARA EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA AVENIDA JALLIHUAYA - PUNO [PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE: INGENIERO GEÓLOGO, Universidad Nacional del Altiplano]. 2016. <http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6628/EPG972-00972-01.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Romana, M. Foundations of gravity dams: Rock mechanics requirements. En Harmonising Rock Engineering and the Environment (pp. 1985-1990). 2011. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b11646-378>

Sandoval Erazo, W. Presas de Tierra y Enrocamiento. 2017. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34187.49442>.

SUCS. Manual de Ensayos de Materiales: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2016

Supo, J. Seminario de Investigación científica. BIOESTADISTICO. Lima. 2012.

VIII. DECLARACION JURADA

DECLARACION JURADA

Yo, bachiller. ROMMEL VILCHEZ ALLCCA, estudiante del programa de titulación de la escuela profesional de ingeniería civil, de la Universidad Cesar Vallejo, identificado con DNI N°70337112, con trabajo de suficiencia profesional titulada "ANÁLISIS EVALUACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE PRESA DE TIERRA - HUANCABAMBA"

Declaro bajo juramento que:

- 1) El trabajo de suficiencia profesional es de mi autoría.
- 2) He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultas. Por tanto, el trabajo de suficiencias profesional no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) El trabajo de suficiencia profesional no ha sido plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en el trabajo de suficiencia profesional se constituirán en aporte a la realidad investigada.

De identificarse fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Cesar Vallejo.

En señal de conformidad es verdadera firma el presente documento

Andahuaylas, enero de 2021



ROMMEL VILCHEZ ALLCCA
DNI N°70337112



HUILLA DIGITAL

C.c Archivo

IX. ANEXOS

Autorización por parte de la Municipalidad



MUNICIPALIDAD DISTRITAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"



José María Arguedas, 25 de enero de 2021.

CARTA N° 013 - 2021 - AL-VMH-MD/JMA

Señor:
Bach. Rommel Vilchez Allica

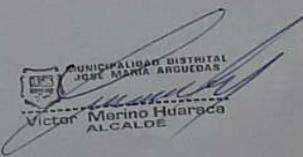
ASUNTO : AUTORIZO LA REALIZACION DE TRABAJO DE CAMPO DE LA INVESTIGACION DENOMINADA: "ANALISIS Y EVALUACION DE LA CONSTRUCCION DE PRESA DE TIERRA - HUANCABAMBA".

De mi mayor consideración:

Previo cordial saludo me dirijo a Ud., con la finalidad de autorizar la realización de trabajo de campo de la investigación denominada: "ANALISIS Y EVALUACION DE LA CONSTRUCCION DE PRESA DE TIERRA - HUANCABAMBA", para los fines correspondientes del investigador.

Sin otro al particular hago propicia la oportunidad para expresarle los sentimientos de mi especial consideración y estima personal.

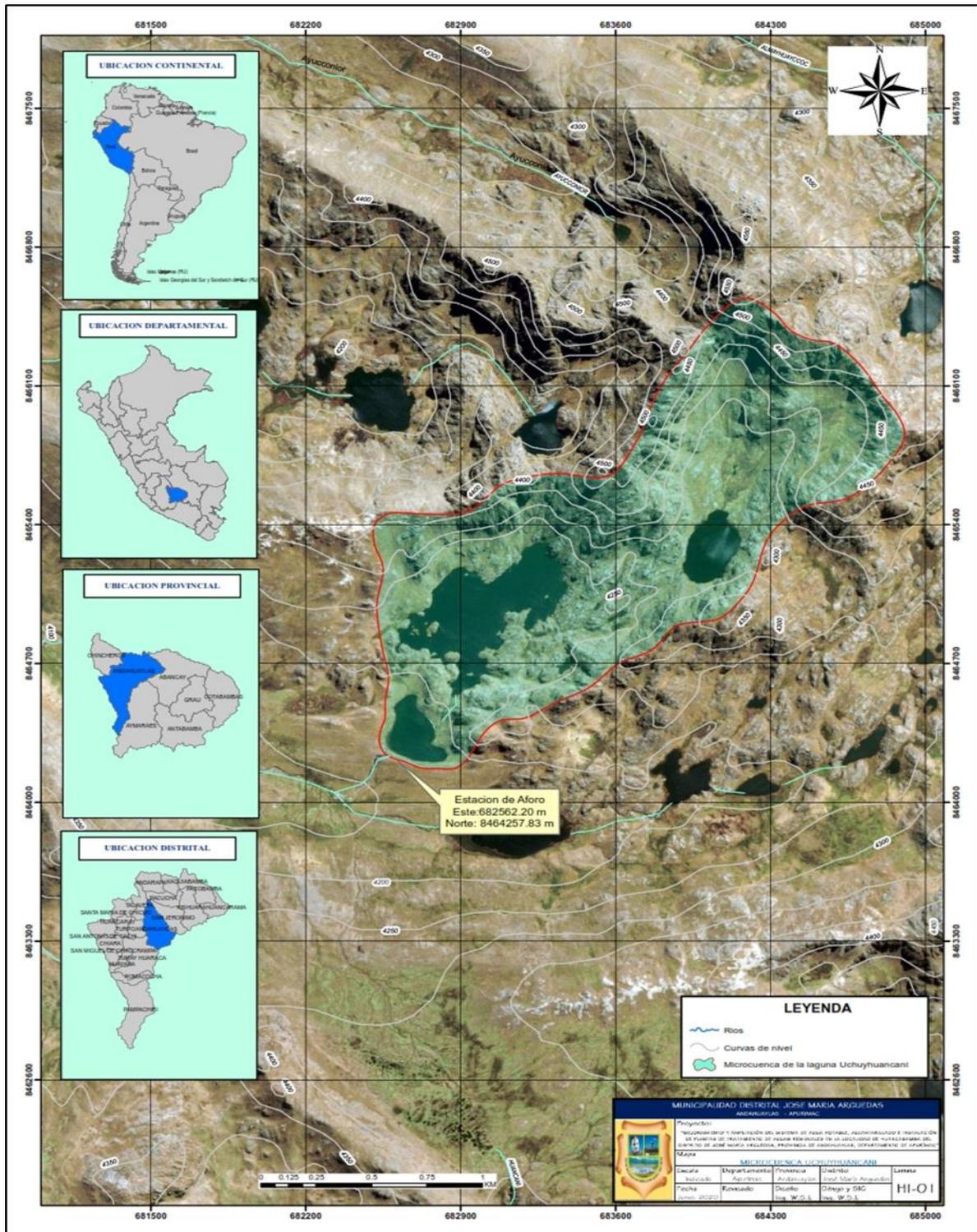
Atentamente;



MUNICIPALIDAD DISTRITAL
JOSÉ MARÍA ARGUEDAS
Victor Marino Huaraca
ALCALDE

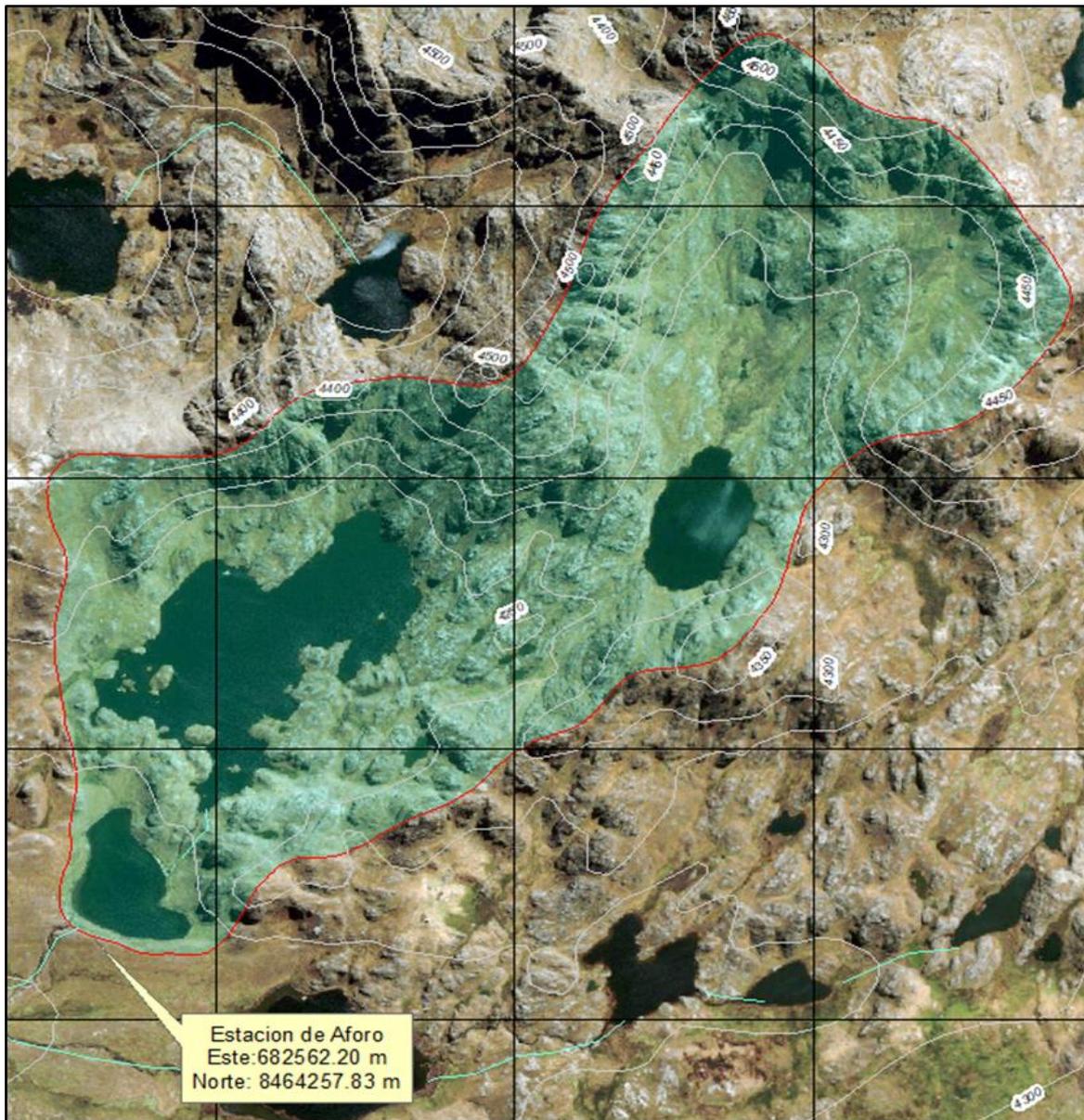
AV. Ica con Jr. 8 de Mayo Nro: 552 - Plaza de Armas de Huancabamba
Cel: +51 915054085
e-mail: muniarguedas72@gmail.com
web: www.muniarguedas.gob.pe

Figura N° 25: Ubicación del proyecto



Fuente: Elaboración Propia

FiguraNº26: Microcuenca de la laguna Uchuyhuancani



Cuadro N° 1: Análisis regional de la precipitación

Fuente: Elaboración propio



Figura 27. Imagen satelital de la laguna Uchuyhuancani



Figura 28. Imagen Satelital de la Localidad Huancabamba, beneficiaria del proyecto

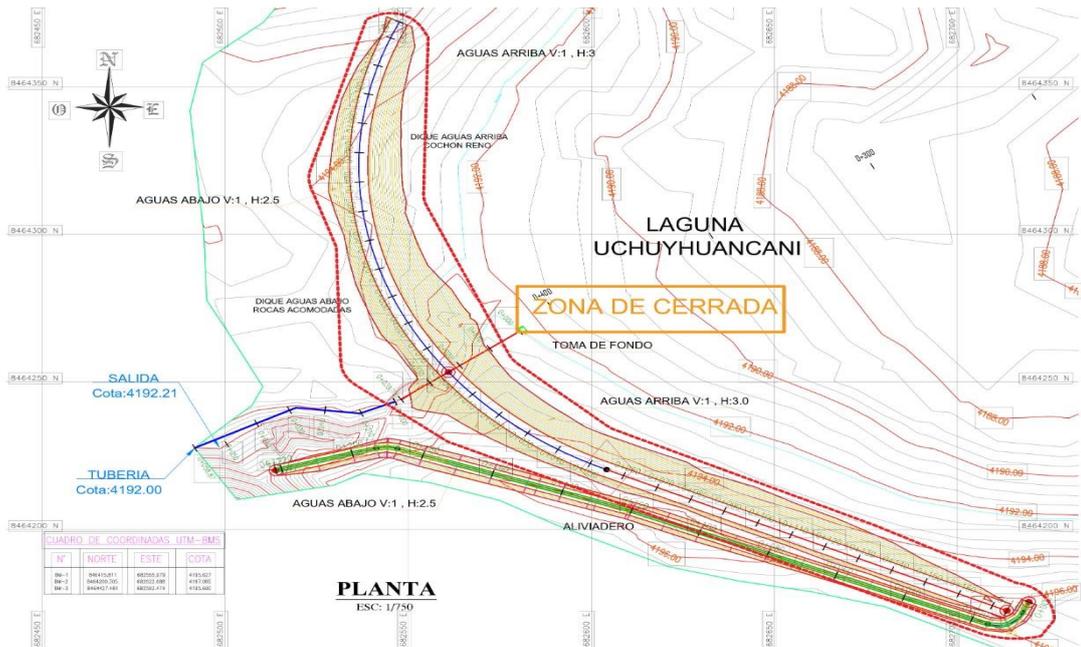


Figura 29. Del planteamiento del dique

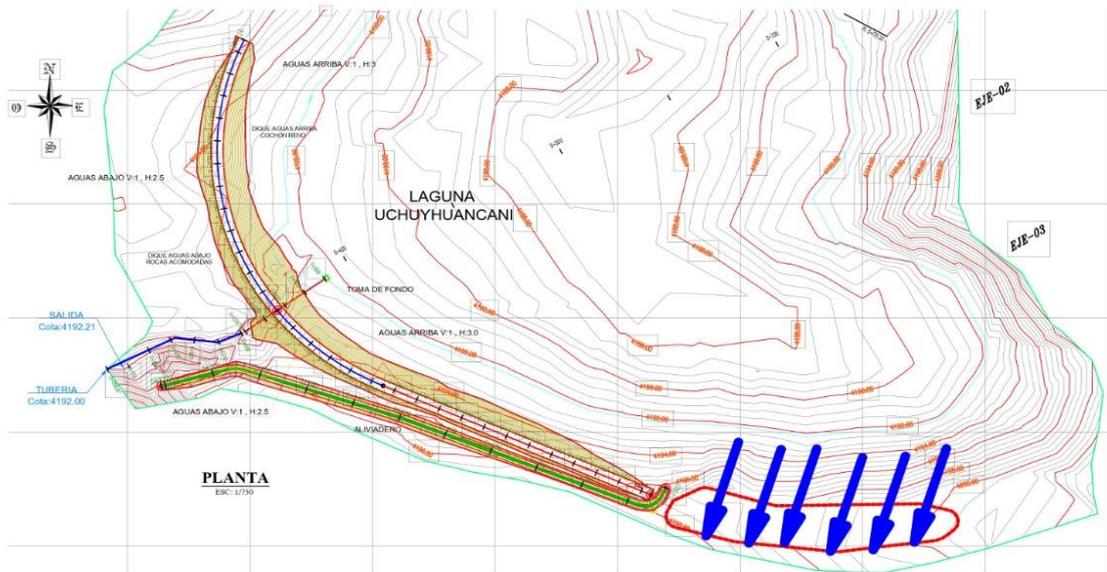


Figura 30. Figura del expediente técnico donde se observa que una parte del dique no fue considerado su impermeabilización



Figura 31. Vista Panorámica de la Laguna Uchuyhuancani



Figura 32. En vista se observa el terraplén natural de morrenos que definitivamente será una zona filtración importante al levantar la carga hidráulica de la laguna.



Figura 33. Vista satelital de la laguna de Uchuyhuancani, casi como las filtraciones existentes ladera abajo cuyo origen definitivamente es por las lagunas superiores existentes.



Figura 34. Vista de la zona de excavación en la cantera cerrada del dique, se observa depósitos morrenicos, suelos granulares con finos.



Figura 35. Vista de las estratificaciones de las morrenas, se observa estratos arenosos permeables, depósitos fluvio glaciales.



Figura 36. Vista de la zona del vaso, parte de esta sobre depósitos ígneos y parte sobre depósitos morrenicos.



Figura 37. Vista de una excavación en la zona de la cerrada, se observa la presencia de nivel freático casi superficial.

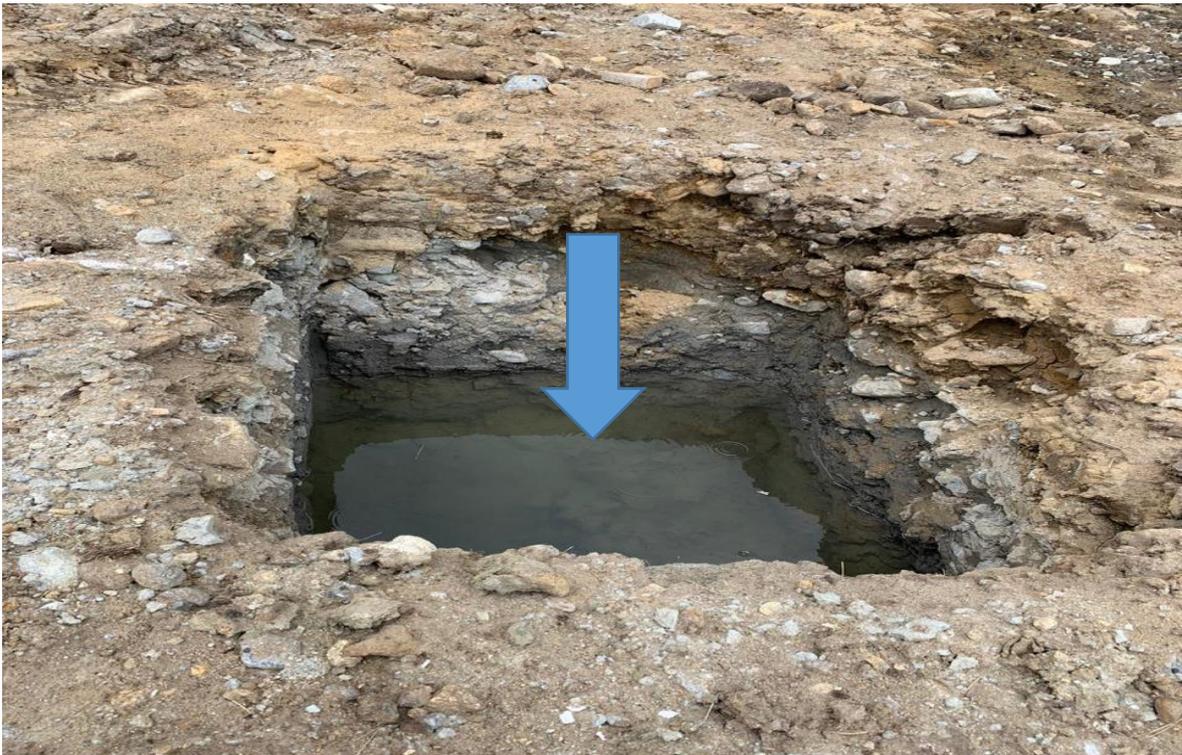


Figura 38. Vista de una excavacion donde se observa el rapido recuperamiento del nivel freatico, lo que indica directamente la permeabilidad media a alta del terreno.



Figura 39. En vista se observa el material zarandeado, se recomienda usar un tamaño máximo de hasta 4" y capas de hasta 30cm de alto.



Figura 40. En vista de observa material de préstamo de 4" y compactación por capas de hasta 30cm de alto.



Figura 41. En vista se observa el proceso constructivo de material de cantera (grava limosa con arena), son compactados grava y material de aguas arriba de la presa.



Figura 42. En vista se observa la verificación de la longitud de la corona y la compactación del dique.



Figura 43. En vista se observa los trabajos del proceso del corte y cimentación del dique de la presa.



Figura 44. En vista de observa el proceso de supervisión de los trabajos de excavación y monitoreo de los trabajos del corte.



Figura 45. En vista se observa la verificación de los trabajos y absolución del informe observado y levantamiento topográfico.



Figura 46. En vista se observa la visita del MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO sobre las dudas de filtraciones y proceso de cimentación del dique.



Figura 47. En vista se observa la recomendación y paralización de la obra en vista de los trabajos realizados sin la autorización por parte de UE y MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO.



Figura 48. En vista se observa la intervención de MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, sobre las consultas de parte del contratista y UE.



Figura 49. En vista se observa los trabajos de inicio y reubicación del aliviadero de la presa de captación.



Figura 50. En vista se observa la Verificación de los materiales de calidad de arena y zarandeo correspondiente como lo indicado en el expediente técnico.



Figura 51. En vista se observa la verificación del proceso constructivo del aliviadero y replanteo del parte del topógrafo del contratista según lo especificado en el expediente técnico.



Figura 52. En vista se observa la verificación y coordinaciones con el residente de obra, según lo indicado en el expediente técnico del aliviadero.



Figura 53. En vista se observa la verificación del proceso constructivo del aliviadero de 221.67 metros lineales.



Figura 54. En vista se observa la verificación y recomendaciones al contratista sobre los trabajos finales del aliviadero, observando sobre las juntas del aliviadero.