



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Análisis y propuesta técnica del filtro dren, que compone el filtro
del relleno del cuerpo de la presa proyectada Ancascocha**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Ortiz Alvarado, Rovin Jamil (ORCID: 0000-0002-9284-9655)

ASESOR:

Dr. Herrera Viloche, Alex Arquímedes (ORCID: 0000-0001-9560-6846)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

TRUJILLO - PERÚ
2020

Dedicatoria

A Dios todo poderoso, que me acompaña en mis objetivos, a mis padres Flor Alvarado Tuesta y Julio Ortiz Chancahuana, que me enseñaron los principios y valores, a mis hermanos que me motivan a seguir adelante: Royer, Deyson, Matilde, Doyli y Ceyli.

Ortiz Alvarado, Rovin Jamil

Agradecimiento

Al Director y a los docentes de la escuela profesional de Ingeniería Civil, de esta prestigiosa “Universidad Cesar Vallejo”, quienes me enseñaron durante el proceso de estudios y la elaboración de la presente investigación.

Ortiz Alvarado, Rovin Jamil

Índice de Contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de Tablas	vi
Índice de gráficos y figuras.....	viii
Resumen	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	7
III. METODOLOGÍA.....	21
3.1 Tipo y diseño de investigación:	21
3.2 Variables y operacionalización.....	21
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	21
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.5 Procedimientos.....	22
3.6 Método de análisis de datos.....	22
3.7 Aspectos éticos.....	23
IV. RESULTADOS	23
V. DISCUSIÓN	38

VI. CONCLUSIONES	40
VII. RECOMENDACIONES	41
REFERENCIAS	43
ANEXOS.....	47

Índice de Tablas

Tabla 1. Granulometría de Sherard	7
Tabla 2. Ubicación del Proyecto.....	8
Tabla 3. Ubicación de la Presa.....	8
Tabla 4.- Vías de Acceso a la Presa Ancascocha	8
Tabla 5. Áreas bajo riego y demandas: resumen.....	9
Tabla 6. Cálculo Volumen - Agregados para Presa.....	12
Tabla 7. Parámetros Geotécnicos Empleados	13
Tabla 8. Límites para la Prevención de segregación D_{10}^F y D_{90}^F	19
Tabla 9. Criterio USBR (2000).....	20
Tabla 10: Comparativo de documentación indagada sobre información de los principales materiales del relleno del cuerpo de la presa.	23
Tabla 11. Análisis granulométrico del material en bruto, de la cantera chanchairo.	30
Tabla 12. Curva Granulométrica, referente a la tabla 11	30
Tabla 13. Análisis granulométrico del material selecto, de la cantera chanchairo con propósitos de utilizar en el filtro 2C	31
Tabla 14. Curva Granulométrica referente a la tabla 13	31
Tabla 15. Granulometría de Sherard.....	33
Tabla 16. Curva Granulométrica de Sherard	33
Tabla 17. Análisis Granulométrico por Tamizado - UNI - Material Areno Gravoso 2C y 3C.....	34
Tabla 18. Curva Granulometría Material Areno Gravoso Analizado en la UNI	35
Tabla 19. Comparativo de ensayos	35

Tabla 20. Granulometría General Basado en Sherard para el filtro Dren 2C

Recomendado por esta Investigación 39

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Corte Transversal del relleno del cuerpo de Presa proyectada, en la imagen se aprecia el filtro codificado como 2C.	2
Figura 2. Descripción y características de los materiales de la Presa Ancascocha proyectada.	3
Figura 3. Vista de la zona de estudio, margen izquierda: terreno fracturado de color oscuro; margen derecha: terreno consolidado de color blanco; fondo vista de los pilotes ya ejecutados y zona de cimentación.....	10
Figura 4. Vista ubicación de extracción de muestras	12
Figura 5. Criterio Gráfico de Terzaghi para Determinar un Filtro	18
Figura 6. Detalle del corte transversal del cuerpo de la presa, donde se zonifica los diversos materiales a utilizar.	24
Figura 7. Descripción en resumen de los tipos de materiales a utilizar en el relleno del cuerpo de la presa.	25
Figura 8. Composición de material fracturado en el estribo izquierdo y parte de la base de la presa.	26
Figura 9: Cantera Chanchairo: Vista del tipo de material, conformado por aluviones, constituida por gravas, arenas y pocos limos, con bloques homogéneos a variables.....	27
Figura 10. Composición del relleno del cuerpo de la presa.....	32
Figura 11.- Análisis granulométrico material aluvial - UNI	48
Figura 12. Vista panorámica de la ubicación de la presa Ancascocha	49
Figura 13. Vista concentrada de la zona donde se deberá realizar el relleno del cuerpo de la presa, se puede observar que actualmente se encuentra a nivel de	

cimentación, la misma que se realizó una consolidación con 93 pilotes de 12 metros de profundidad.	49
Figura 14. Otra vista Panorámica realizado con Drone, en la imagen se aprecia el aliviadero de demasías, movimiento de tierras y consolidación de cimentación de la presa proyectada, vaso de la presa zonificado en más de 6 partes por el tipo de tratamiento y la presa antigua.	50
Figura 15. Identificación de los causales de la problemática del relleno del cuerpo de la presa, en especial del tipo de filtro que conforma el relleno del cuerpo de presa.	50
Figura 16. Verificación Geohidrológica en la zona destinada para el relleno del cuerpo de la presa y la construcción del filtro dren horizontal y vertical.	51
Figura 17. Verificación geológica del posible material a utilizar para el filtro dren 2C.	51
Figura 18. Análisis granulométrico por tamizado de materiales areno gravoso extraído de la cantera chanchairo.	52
Figura 19. Filtración del estribo izquierdo de la presa proyectada en época de estiaje.	53
Figura 20. Filtración del estribo Izquierdo de la presa en épocas de lluvia.	53

Resumen

La presente Investigación “Análisis y propuesta técnica del filtro dren, que compone el filtro para el relleno del cuerpo de la presa proyectada Ancascocha: se realizó considerando la problemática, identificado mediante discrepancias referente a los usos granulométricos de los materiales de relleno para filtro dren del cuerpo de la presa Ancascocha. Llegando a la magnitud de la resolución de contrato, realizado por el contratista a la entidad, por la no absolución de la de consultas, principalmente referente al filtro dren “2C”.

Se considera como objetivo general, realizar una evaluación del filtro dren “2C” del cuerpo de la presa Proyectada Ancascocha, y proponer la solución técnica del diseño del filtro que debe llevar. La investigación es de tipo cuantitativa, describiendo la metodología a utilizar. La problemática se identifica por la discrepancia existencial en el tipo de diseño del filtro “2C” y sus especificaciones. El propósito del estudio es atender e identificar los principales factores que afectan directamente la ejecución normal del relleno del cuerpo de la presa, ya que el filtro dren, constituye el núcleo del relleno del cuerpo de la presa, y proponer la mejor alternativa recomendable. Se realizó una descripción general del sitio de estudio y sus principales características de la presa proyectada. Se identificó y evaluó la cantera chanchairo para suministro de material aluvial y filtro dren. Se siguió un mecanismo de análisis granulométrico para filtros de grandes presas con parámetros dotados de años de investigaciones como: Karl Terzaghi, Sherard y Dunnigan, Flores y Gaytán, además de las recomendaciones de Forster y Fell. Consolidándose con las recomendaciones de ICOLD 1994. Concluyéndose que el material aluvial 3C para el relleno del cuerpo de la presa es el mismo de acuerdo a lo planteado en las especificaciones técnicas, reforzándose en el control de calidad; y el “filtro dren 2C”, deberá estar dentro del criterio de Terzaghi, cumpliendo que la granulometría para el filtro dren 2C planteado por esta investigación, cumple lo siguiente: Material Arena gravoso con poca presencia de finos, 2” tamaño Máximo con un porcentaje de arena entre 30% a 50% y finos menores al 3%.

Palabras claves: Filtro dren, gradación, material aluvial, relleno del cuerpo de presa.

Abstract

This Research “Analysis and technical proposal of the drain filter, which makes up the filter for filling the body of the projected Ancascocha dam: was carried out considering the problem, identified by discrepancies related to the granulometric uses of the filling materials for the drain filter. body of the Ancascocha dam. Coming to the magnitude of the contract resolution, carried out by the contractor to the entity, for the non-acquittal of the consultation of inquiries, mainly referring to the drain filter “2C”.

The general objective is to carry out an evaluation of the drain filter "2C" of the body of the Ancascocha Projected dam, and to propose the technical solution of the filter design that should be carried out. The research is quantitative, describing the methodology to be used. The problem is identified by the existential discrepancy in the type of design of the "2C" filter and its specifications. The purpose of the study is to address and identify the main factors that directly work the normal execution of the dam body fill, since the filter drains, constitutes the core of the dam body fill, and propose the best recommended alternative. A general description of the study site and its main characteristics of the projected dam was made. The chanchairo quarry was identified and evaluated to supply alluvial material and drain filter. A granulometric analysis mechanism was followed for large dam filters with parameters endowed with years of research such as: Karl Terzaghi, Sherard and Dunnigan, Flores and Gaytán, in addition to the recommendations of Forster and Fell. Consolidating with the recommendations of ICOLD 1994. Concluding that the 3C alluvial material for filling the body of the dam is the same according to what is stated in the technical specifications, reinforcing in the quality control; and the "2C drain filter" must be within the Terzaghi criteria, fulfilling that the granulomere for the 2C drain filter proposed by this investigation, meets the following: Heavy sand material with little presence of fines, 2 "Maximum size with a percentage sand between 30% to 50% and fines less than 3%.

Keywords: Drain filter, gradation, alluvial material, dam body fill.

I. INTRODUCCIÓN

En el siglo XIX los agricultores privados del valle de Yauca (provincia de Caravelí del departamento de Arequipa), los que se dedicaban al cultivo de olivo, construyeron en la laguna Ancascocha, una presa de mampostería con calicanto a una altura de 3.0 m, el fin de la misma fue almacenar y regular las descargas de la laguna Ancascocha, para mejorar el riego de sus cultivos permanentes (olivos) establecidos en el valle Yauca en épocas de estiaje.

En 1945 esta misma presa fue sobre-elevada hasta alcanzar una altura de 7.50 m, en esta etapa se utilizaron los mismos materiales de los primeros 3 metros (calicanto). El propósito fue incrementar la disponibilidad de agua para el riego del valle de Yauca.

En 1976, el Ministerio de Agricultura, mediante el Programa Nacional de Pequeñas y Medianas Irrigaciones, planteó la construcción de un nuevo embalse, con el propósito de Irrigar el área agrícola de Coracora y Chumpi y afianzar el riego de Chaviña y Yauca. El proyecto propuesto incluía una nueva presa cuya capacidad de almacenamiento mediante cálculo sería de 86.21 MMC, de acuerdo al nivel del túnel de descarga ya construido, el volumen útil del embalse sería 68.49 MMC. La obra conexas incluía: Ataguía, Túnel de descarga, Aliviadero de excedencias, un dique secundario y la estructura de distribución, así como la construcción de un canal de unos 50 km de longitud para el riego de las tierras potencialmente regables en los distritos de Coracora y Chumpi.

El 12 de enero de 1984 se dio inicio a la construcción de la presa; el 07 de junio de 1986, cuando se había realizado parte de las inyecciones en la cimentación del cuerpo de presa, al sobre elevarse 9,00 m el nivel del agua, surgieron filtraciones en el flanco izquierdo (de la ataguía hacia aguas abajo), 300 m de longitud, 80 l/s. Al elevarse 0,57 m más el nivel del agua, las filtraciones aumentaron a 128 l/s, en los días siguientes estas filtraciones se elevaron hasta 1229 l/s. En base a perforaciones posteriores se estimó que, debido a la alta permeabilidad del estribo izquierdo, con embalse lleno, las filtraciones serían del orden de 4 m³/s, anulando la efectividad del embalse. Por las razones expuestas se suspendió la ejecución de

la obra, cuando ya se había concluido gran parte de las obras conexas de la presa, manteniéndose así hasta el 2017.

El 20 de octubre del 2017, se firma el contrato de ejecución de obra con los términos y metas actualizadas mediante expediente técnico denominado: Ampliación de la Presa Ancascocha y Afianzamiento del valle del Yauca. Con un plazo de ejecución de 1017 días calendarios, iniciando la ejecución el 23 de diciembre del 2017. El proyecto ha tenido 2 paralizaciones por constantes lluvias torrenciales, en los periodos de enero, febrero y marzo; en el 2018 y 2019. Rescindiéndose el contrato el 27 de junio del 2019.

La resolución del contrato se da por parte del contratista, debido a las constantes consultas realizadas a la supervisión y entidad, referente a las deficiencias del expediente técnico y/o vicios ocultos, los cuales no fueron absueltos por la entidad. Dentro de las consultas realizadas, se resaltó la consulta referente al relleno del cuerpo de la presa, componente principal del proyecto, que en las descripciones, planos y especificaciones técnicas del proyecto no salvaguardan las condiciones necesarias, que garantice la vida útil del proyecto. La consulta elevada a la entidad, se refirió básicamente en ¿qué tipo de material se deberá utilizar para el filtro dren?, tanto vertical como horizontal, ubicado en el núcleo de la presa, denominado con el código "2C", ya que la caracterización y gradación indicado en los planos y especificaciones técnicas es igual al relleno (laterales de la presa) con material aluvial 3C (3" de tamaño máximo, 35% a 55% de arena y finos menores al 5%).

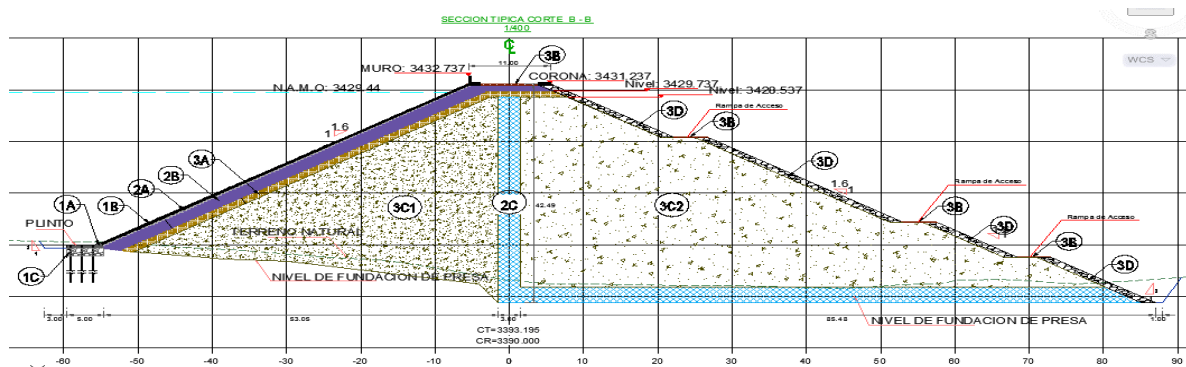


Figura 1. Corte Transversal del relleno del cuerpo de Presa proyectada, en la imagen se aprecia el filtro codificado como 2C.

Fuente: Prider (2017)

DESCRIPCION DE MATERIALES

ZONA	DESCRIPCION	FUNCION	ESPECIFICACIONES TECNICAS
1A	 PLINTO	PANTALLA IMPERMEABLE	CONCRETO f'c=280kg/cm2
1B	 LOSA DE CONCRETO	PANTALLA IMPERMEABLE	CONCRETO f'c=280kg/cm2
1C	 BASE DE PLINTO	TRATAMIENTO CIMENTACION PLINTO	CONCRETO f'c=210kg/cm2
2A	 SOLADO DE LOSA DE CONCRETO	BASE PARA LA ARMADURA DE LOSA	CONCRETO f'c=100kg/cm2
2B	 FILTRO SEMI-PERMEABLE	SOPORTE DE LOSA	MATERIAL ARENOSO CON FINOS
3A	 TRANSICION	MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	MATERIAL ARENO GRAVOSO (FINOS < 5%)
3B	 AFIRMADO	SUB - BASE GRANULAR	MATERIAL CON CLASIFICACION AASHTO A-1-a ó A-1-b
3C	 MATERIAL ALUVIAL	RELLENO DE CUERPO DE PRESA	MATERIAL GRANULAR (FINOS < 5%)
2C	 MATERIAL ALUVIAL	FILTRO DREN	MATERIAL GRANULAR (FINOS < 5%)
3D	 RIP RAP	ENROCADO DE PROTECCION	ENROCADO ACOMODADO DIAMETRO MAXIMO 400 mm

Figura 2. Descripción y características de los materiales de la Presa Ancascocha proyectada.

Fuente: Prider (2017)

Si bien es cierto que el Perú es considerado el octavo país con mayores recursos hídricos del mundo (ANA,2015), en la zona costera de nuestro país, además de los senderos secos de la sierra, son regiones cuyo proceso y sostenimiento hídrico, depende principalmente de ríos de flujo muy irregular. En tal sentido existe la necesidad de embalsar las aguas mediante infraestructuras hidráulicas (Represas). Las represas son consideradas estructuras de gran impacto que depende fundamentalmente de las condiciones registradas en el sector de climatología, hidrología y geomorfología. En otras palabras, se podría definir presa como: Muro de piedra o de otros materiales, que tienen como fin el almacenamiento y/o uso adecuado del recurso hídrico. Para que se cumpla el término presa, deberá estar ubicado en el cauce de un río, arroyo o canal; se deberá construir con materiales diversos (suelos, piedras, hormigón, acero, y otros materiales de origen industrial); debe tener un emplazamiento de forma transversal al eje del cauce (distinguir margen derecha y margen izquierda de la construcción); y ser capaz de detener el encubrimiento del agua por el cauce para derivarla, ya sea fuera del mismo (usos de abastecimiento, riego o producción de energía) o bien para disminuir la intensidad de caudales aguas abajo para mitigar efectos de inundación (control de crecidas) (Espinosa,2010 pág. 6).

EL diseño y ejecución de este tipo de estructuras no puede ser imperceptibles, más bien se debe calcular el pro y el contra de su impacto económico, social y ambiental. Por lo tanto, una presa construida deberá garantizar seguridad y calidad de servicio a un mínimo en relación a su periodo de diseño.

(Arbulú R, 2015) Nos dice que es tan interesante tener alguna idea del número de presas que se han construido en el mundo, como las causas de falla de algunas de ellas. La comisión Internacional de Grandes Presas publicó su “Legons Tirées des Accidents de Barrages”, en donde aparece la relación de fallas en grandes presas desde 1830, considerando “presa grande” a aquella cuya cortina tiene una altura mayor de 15m. hasta 1965, fecha última de registro, se había presentado 466 accidentes y fallas, y 289 presas habían sufrido fallas parciales o totales en la cortina o en las obras auxiliares.

Por una parte, la prevención de una o más fallas de la presa, se refiere indiscutiblemente en un correcto estudio del terreno, materiales utilizar que deberá cumplir con los requisitos mínimos indispensables de calidad internacional y todos los factores englobados en el tipo de clima, el fenómeno del niño, la alteración del ecosistema, máximas avenidas, entre otros, los cuales puedan alterar la vida útil de la presa. Se ha evidenciado que en los meses de enero, febrero y marzo (temporada de fuertes lluvias). Que de tener una filtración de 80 l/s en el flanco izquierdo de la presa Ancascocha proyectada, después de haberse ejecutado todos los pilotes de la plataforma que recibirá todo el peso del material que conformará el relleno del cuerpo de la presa, en época de estiaje. Aumentó significativamente la filtración en temporada de lluvias a un valor incalculable (8m³/s aproximadamente), observándose la dispersión del fracturamiento geológico que existe en la margen izquierda de la presa Ancascocha Proyectada.

Es por ello que preocupado por garantizar: durabilidad y calidad del proyecto hidráulico, durante el proceso de ejecución de la obra Ancascocha, antes de la resolución de contrato, se verificó en los planos y en las especificaciones técnicas, todos los detalles y controles de calidad que se debió realizar y evaluar, para la ejecución correcta de la misma, identificándose discrepancias por la igualdad de características técnicas y físicas en 2 tipos de materiales señalados en los planos

que le conciernen al filtro dren 2C y relleno con material aluvial 3C, en lo cual determina que los rellenos estarán formados por Material Areno Gravoso con finos, que cumplan con la granulometría de Sherard, de 3" de tamaño máximo, con un porcentaje de arena entre 35% y 55% y con menos del 5% de finos. No encontrando diferencia alguna entre estos dos tipos de materiales antes mencionados.

Ante esto surge como interrogantes, si se continúa con la ejecución del proyecto respetando lo que indica los planos y especificaciones técnicas, sabiendo que no se garantizará la calidad del relleno del cuerpo de la presa por las características que se presentan y poca información aprobada, que garantice calidad durante la vida útil de proyecto, sabiendo que puede ocasionar daños exorbitantes aguas abajo si el proyecto falla. En específico: ¿Qué factores influyen que los conceptos y controles de calidad indicados en los documentos aprobados, sean frágiles o no, para garantizar calidad y resistencia durante la vida útil del proyecto? ¿Qué medidas técnicas pueden implementarse para garantizar y reducir el margen de riesgo de una posible falla estructural en la presa Ancascocha? ¿Qué garantiza que el filtro dren codificado como 2C, tenga el mejor comportamiento durante la vida útil de la Presa Ancascocha?

De la problemática descrita líneas arriba, se plantea la siguiente hipótesis: "si se realiza un Análisis y Propuesta Técnica del filtro dren que compone el relleno del cuerpo de la presa Ancascocha, denominado "2C", entonces se dispondrá de un mejor criterio para la diseño y construcción del filtro dren, garantizando estabilidad y durabilidad."

El objetivo general es: Realizar un Análisis y Propuesta técnica del filtro dren "2C", que compone el relleno del cuerpo de la presa Ancascocha. Ubicado en la provincia de Parinacochas Ayacucho Sur.

Por lo que los objetivos específicos son: Identificar los principales factores que determinan la no viabilidad del relleno del cuerpo de la presa; Evaluar las potenciales consecuencias si los factores circunscritos en el expediente del proyecto aprobado persisten, correspondiente al diseño del filtro dren 2C; Determinar la propuesta técnica correspondiente a los usos granulométricos para el material 2C, denominado filtro dren; Recomendar uso granulométrico para el

material aluvial 3C que conforman los laterales del cuerpo de la presa; Indicar las recomendaciones necesarias para mantener el mejor control de calidad, antes y en el proceso de ejecución del filtro dren; Realizar menciones generales del mejor procerco constructivo para el relleno del cuerpo de presa, como recomendación.

Se justifica esta investigación técnica, porque es necesaria y convincente, para que el filtro dren del cuerpo de la presa, garantice en conjunto: estabilidad, durabilidad y beneficio para la población aguas abajo. Así mismo, se precisa la ausencia de, recursos y fuentes bibliográficas, los diseños de parte de las represas en el Perú, no cumplen con garantizar capacidad y seguridad. Estudios como la presente investigación, aportará con conocimiento para considerar en el diseño de filtros de cuerpo de presa, en cuanto a deposición de usos granulométricos y controles de calidad. Consideraciones como las que se determinarán en la investigación podría garantizar y prolongar el tiempo de vida útil de las presas que se construyan con material granular y conseguir beneficios múltiples que estas generen.

Los alcances para el desarrollo de esta investigación presentan lo siguiente: la identificación de las causas que determinan que el diseño del filtro dren y relleno del cuerpo de la presa Ancascocha, no garantiza seguridad y por lo tanto la no viabilidad para la construcción de la misma; la evaluación y planteamiento de medidas técnicas que garanticen la buena utilización de los materiales y el planteamiento de transporte y controles de calidad a utilizar.

II. MARCO TEÓRICO

Teniendo conocimiento sobre los antecedentes relacionado a la línea del tiempo de los hechos ocurridos en la ejecución de la presa Ancascocha, es importante precisar conceptos de reconocimiento, como soporte al planteamiento técnico a proponer en la presente investigación:

Según (Prider,2017), la gradación de los materiales más importantes es en base a la granulometría de Sherard. que es un Filtro requerido para dar seguridad a las presas de material granular, particularmente para evitar la falla por tubificación (FLORES BARRONES, y otros, 2005).

Tabla 1. *Granulometría de Sherard*

Diámetro de las partículas (mm)	Números de las Mallas	Porcentaje que pasa en peso
38.1	1 1/2"	80-100
19.1	3/4"	65-90
4.76	Nº 4	40-65
2.38	Nº 8	30-50
0.42	Nº 40	10-25
0.074	Nº 200	0-5

Fuente: (PRIDER, 2017)

(Prider,2017) así mismo en su planteamiento técnico define que el filtro dren areno gravoso 2C, está formado por Material Areno Gravoso con finos, que cumplan con la granulometría de Sherard, de 3" de tamaño máximo, con un porcentaje de arena entre 35% y 55% y con menos de 5% de finos, que se obtendrán de aluviales procesados. Se ubicará bajo el Relleno de material aluvial, y se compactará en capas de 40 cm de espesor hasta alcanzar una densidad relativa mayor o igual al 90%. Además, que el Material Aluvial (3C) de los rellenos de la zona 3C1 y 3C2, estarán formados por Material Areno Gravoso con finos, que cumplan con la granulometría de Sherard, de 3" de tamaño máximo, con un porcentaje de arena entre 35% y 55% y con menos de 5% de finos, que se obtendrán de aluviales procesados. Se compactará en capas de 60 cm de espesor hasta alcanzar una densidad relativa mayor o igual al 90%

Es importante precisar que el presente proyecto se encuentra localizado entre las provincias de Parinacochas y Lucanas del departamento de Ayacucho.

Tabla 2. *Ubicación del Proyecto*

SISTEMAS	DATUM	COMPONENTES	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
Coordenadas geográficas	Horizontal WGS1984	Longitud oeste	74° 33' 55"	73° 40' 31"
		Latitud sur	15° 42' 33"	74° 33' 52"
Coordenadas UTM	Horizontal WGS 1984	Metros este	546,666	642,594
		Metros norte	8'236,0580	8'376,059
Altitud	Vertical NM	M.S.N.M	3389.25	3432.74

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3. *Ubicación de la Presa*

PUNTO	MARGEN	NORTE	ESTE
1	Margen Derecha	8347928.07	624551.378
2	Margen Izquierda	8347893.47	624753.205

Fuente: Elaboración Propia

La vía principal para llegar al proyecto es el tramo entre Trujillo – Lima – Coracora, la cual se indica a continuación:

Tabla 4.- *Vías de Acceso a la Presa Ancascocha*

Vías de Acceso	Distancias (Km)	Tiempo	Características de las vías
Trujillo - Lima	560	8h 45min	Carretera Panamericana Norte (Asfaltada)
Lima - Nazca	450	6h	Carretera Panamericana Sur (Asfaltada)
Nazca - Puquio	157	3h 30min	Carretera Penetración Asfaltada
Puquio – Chaviña	99	3h	Carretera Asfaltada
Chaviña – Presa Ancascocha	22	35min	Trocha Carrosable
Chaviña - Coracora	25	45 min	Carretera Asfaltada

Fuente: Elaboración Propia

(Prider, 2017) Considero una presa de 42.49 m de altura de tipología CFRD (Concrete Face Rockfill Dam), de relleno aluvial disponible en cantidades ilimitadas,

cuya cantera de préstamo está ubicada a 7km al fondo del embalse, el revestimiento de concreto armado al espaldón de la presa, aguas arriba. El revestimiento de concreto se apoya en la losa de concreto armado (“plinto”). El espesor del revestimiento de concreto disminuye gradualmente del máximo en la zona de plinto de 40cm a 30cm en la corona de la presa. El revestimiento de la losa de concreto cuenta con tapajuntas (“waterstop”) estas son flexibles por las posibles deformaciones que se dieran debido a las influencias sísmicas o asentamiento del relleno. En la cimentación del talud aguas abajo y a lo largo de toda la base de la corona se colocará un filtro de grava y arena (2C) así mismo, este filtro alcanzará la base de la corona proyectada (en sentido vertical).

La demanda hídrica que se calculó para el proyecto de uso poblacional para la provincia de Parinacochas es de 0.88 MMC

La demanda Agrícola para los 3 sectores de riego es como sigue:

Tabla 5. *Áreas bajo riego y demandas: resumen*

SECTOR	ÁREA (ha)	DEMANDAS (MMC)
Chaviña	1147.00	12.11
Coracora	4468.00	38.13
Yauca	1489.00	42.99
TOTAL	7104.00	93.24

Fuente: (Prider, 2017)

Respecto a la geomorfología, el sitio de la nueva presa (eje.) muestra una clara asimetría entre las laderas de los estribos, así se han medido inclinaciones del orden de 38° para el estribo derecho y 25° para el izquierdo, en cuanto a elevaciones también existe una notoria diferencia ya que el estribo izquierdo es más elevado que el derecho en el eje del valle, en tanto que el estribo derecho alcanza 75 m a la misma distancia del eje de la base plana del centro del valle en la cerrada de la presa, en cambio el fondo o base de la sección de cierre es plano y tiene un ancho de 60 m aproximadamente y de hasta 41 m en la elevación proyectada (3,432.24 msnm) de la corona de la presa, en ambos estribos están recubiertos por suelo Deluvial (Qh-dl), en cambio en la base la roca aflora en algunos puntos y asimismo se observan depósitos aluviales granulares gruesos y arenosos (Qh-al). (Prider,2017).



Figura 3. Vista de la zona de estudio, margen izquierda: terreno fracturado de color oscuro; margen derecha: terreno consolidado de color blanco; fondo vista de los pilotes ya ejecutados y zona de cimentación.

Fuente: Elaboración Propia

En la Presa Proyectada Ancascocha, por el lado Izquierdo hacia la base o pie de presa, con coordenadas N 8347949, E 624686 aflora agua (0.5 l/s) hacia aguas abajo y cerca al sondeo diamantino PPA-01 (Ver anexo N°4). Los resultados de los ensayos de permeabilidad realizadas en los sondeos diamantinos, muestran tramos que pueden considerarse como drenes de percolación de acuíferos fisurados donde la permeabilidad se refiere a rocas blandas muy descompuestas que por su aspecto se asemejan a horizontes sedimentarios arenosos de granos de rocas piroclásticas y de Andesita muy fracturada lo que incrementa su permeabilidad. Los resultados de las investigaciones geológicas, perforaciones y geofísicas han posibilitado reconocer el complejo modelo geológico que conforma el sitio de la Presa Proyectada Ancascocha; se puede indicar entonces que en esta zona han concurrido varios procesos geológicos tales como intensas fases de vulcanismo, efectos de procesos de glaciación dados en áreas aledañas, procesos de tectónica por la elevación de la cordillera y los eventos de geodinámica externa tales como por ejemplo los aluviones, sin embargo se puede indicar que lo que más ha influido son las intensas fases de vulcanismo que han tenido lugar en la región.

Lo arriba reseñado explica cómo es que con las perforaciones se atraviesan formaciones de una relativa regular calidad, y así sucesivamente, lo que se interpreta como el reflejo de diferentes fases de vulcanismo que han generado

horizontes rocosos que están emplazados a manera de estratos en donde se intercalan fases de vulcanismo de fractura que son emanaciones de lavas con otras de fase efusiva piroclásticas, que generan estratos que con la alteración se parecen más a un suelo que a una roca. Los aspectos geológicos aquí descritos, sustentan la afirmación de que en el sitio previsto para emplazar la nueva Presa Proyectada Ancascocha, por lo que se deberá emplazar una presa de material flexible a gravedad y que en todo caso para analizar las posibilidades de emplazar allí este tipo de presa, será necesario que se continúe con los estudio geotécnicos a medida que se pueda realizar las excavaciones de las cimentaciones para poder reconocer y analizar in situ la geo mecánica de suelos, es decir que se tiene que efectuar más investigaciones geotécnicas mediante prospecciones geofísicas y de ensayos especiales in situ (Prider,2017).

Las presas de enrocado según (Istituto de la Construcción y Gerencia, 2015) Son aquellas donde el elemento impermeabilizante está colocado dentro del cuerpo de la presa y aquellas en las que dicho elemento impermeabilizante está apoyado sobre el talud de aguas arriba. El diseño de la presa Ancascocha es caracterizada por tener un relleno con material granular, siendo impermeabilizada en el talud aguas arriba con una losa de concreto. Las presas de enrocado con la membrana apoyada, sobre el talud de aguas arriba, ofrece una ventaja sobre cualquier tipo de presa en el cual la membrana está ubicado en el centro de la sección.

La cantera se encuentra a lo largo y ancho de la superficie de río chanchairo, exactamente hacia el estribo derecho del río aguas abajo. Este es accesible por carretera afirmada de aproximadamente 7 km, y está conformada por depósitos aluviales, estando constituida por arenas, gravas y pocos limos con bloques homogéneos a variables de formas redondeadas (canto rodado). Teniendo un espesor útil, mayor a 2.50m.

Tomando una posición conservadora, se ha efectuado el cálculo de la mitad de área de la cantera con volumen de material aluvial, cuyo resultado es:

Tabla 6. *Cálculo Volumen - Agregados para Presa*

Descripción	Lo que se especifica
Área	90,000.00 m ²
Espesor Útil	2.50m
Volumen Bruto	225,000.00 m ³
Eficiencia de Extracción	90%
Volumen Útil	202,500m ³
Tratamiento y Usos	Concreto para presa, Rellenos y obras conexas

Fuente: Elaboración propia

Para el contexto del presente análisis, se utilizaron los sucesivos parámetros, recogidos del estudio de geotecnia, haciendo énfasis a los resultados de laboratorio de las muestras extraídas de la cantera de relleno aluvial (CRA) y de los sondeos diamantinos PPA-09 y PPA-02 (anexo N°4), las cuales se encuentran distribuidas en toda la cimentación de la presa.

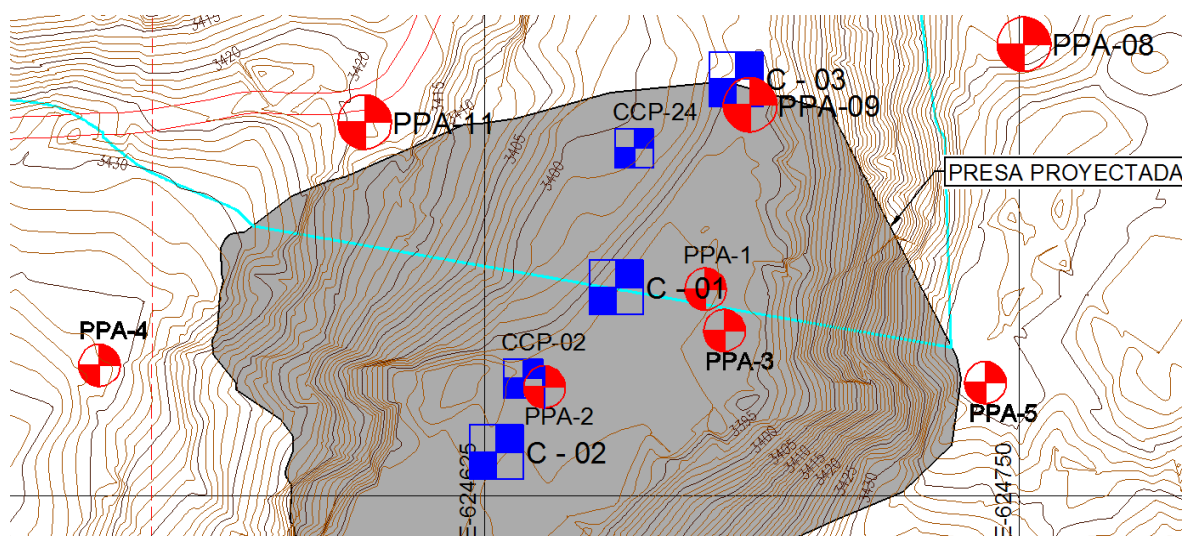


Figura 4. Vista ubicación de extracción de muestras

Fuente: Prider, 2017

Tabla 7. *Parámetros Geotécnicos Empleados*

Denominación	Peso Unitario (KN/m3)	Cohesión (kpa)	Angulo de Fricción (°)
Relleno Aluvial	20.20	0	39.20
Cama losa de Concreto	20.50	2	32.00
Transición	21.90	2	39.00
Filtro	25.79	0	35.00
Enrocado de Protección	22.46	0	41.00
Afirmado	25.29	0	34.10
Cimentación	20.59	3210.00	30.90

Fuente: Prider,2017

El diseño de una presa requiere del conjunto de muchos campos de la ingeniería, así como la hidráulica, hidrología, hidrogeología, Geología, Geotecnia, Mecánica de Suelos, Mecánica de Rocas, Teoría de la Elasticidad, Teoría de la plasticidad, Teoría del Concreto, Materiales, el apoyo operativo de las máquinas Computadoras y los softwares que se vienen desarrollando en la actualidad permiten que el diseño se perfeccione dando al proyectista mayor confianza en sus cálculos (Arbulú R, 2015).

De acuerdo a lo descrito correspondiente a la afluencia de muchos medios de la ingeniería para que el diseño de presas sea lo más sustentado posible. Esta investigación se basa en el estudio (análisis) geológico y geotécnico de los materiales que se compone el relleno de cuerpo de la presa Ancascocha (proyectada), en especial resaltando el filtro dren 2C, además de los aspectos geológicos y geotécnicos, canteras cercanas y disposiciones recomendables para la construcción de la presa, el buen manejo del transporte de los materiales y la compactación adecuada mediante densidad relativa comprobado por el decímetro nuclear.

Es importante que los estudios geológicos se realicen en toda el área de la presa, para ello tenemos como cita la información de los resultados obtenidos de la perforación diamantina por parte de Prider 2017, en las canteras, los estribos y el sub suelo de la presa; los estudios geotécnicos estudiaran las formaciones rocosas, fallas geológicas y buzamientos. Los estudios de mecánica de suelos comprenden

estudios geosísmicos, perforaciones diamantinas, calicatas y socavones para investigar las características principales de la cimentación y estribos. Durante las perforaciones se extraen muestras alteradas e inalteradas, para procesarlas en el laboratorio, realizando el análisis mecánico de zarandas, análisis granulométrico, límites de Atterberg, pruebas de permeabilidad, consolidación, corte triaxial, etc (Arbulú R, 2015).

En el caso del relleno del cuerpo de la presa Ancascocha ha sido diseñado de un material areno gravoso (material aluvial) con enrocado en el espaldón aguas abajo. No se consideró un núcleo con materiales arcillosos, en vez de ello se consideró construir un filtro dren con materiales de las mismas características de los rellenos laterales del cuerpo de la presa, por existencia de material fracturado en la cimentación y margen izquierda. Por lo que en esta investigación se estudiara las canteras con materiales areno gravoso. La cantera de los materiales que la presa necesita está ubicada a 7km del eje del cuerpo de la presa (cantera chanchairo).

El elemento clave de seguridad y el mejor funcionamiento de la presa Ancascocha es el diseño y construcción de los filtros graduados que deben instalarse en ellas. El no hacerlo implicaría un riesgo a fallas catastróficas, causando tremendas pérdidas económicas y sociales.

En ello recae la preocupación (como es posible que en el país se tiene que paralizar grandes proyectos que empujarían al desarrollo económico y social, si estas se construyeran dentro de los plazos establecidos), nadie quiere hacerse responsable; el contratista que solo quiere rentabilidad, invierte poco en tener un equipo de investigación y laboratorio en obra; la supervisión muchas veces se lava las manos pasando la consulta a la entidad; la entidad al ser de turno, y al no tener un equipo especializado para el diagnóstico y solución ante controversias contractuales que se les presenta, responsabiliza al proyectista. En fin, el panorama se convierte en un círculo vicioso de nunca acabar. Por ello esta investigación se esfuerza en aportar con un granito de arena para la celeridad o absolución de esta consulta basada en el filtro dren 2C de la presa Ancascocha.

En ese sentido fue importante conocer las características los filtros, en base a investigaciones realizadas por reconocidos ingenieros como Karl Terzaghi. Ya que

la función principal del filtro dren, es evacuar rápidamente las aguas de sus laterales en temporadas de lluvia y mantener en lo posible sus características físicas.

Karl Terzaghi, Ingeniero fundador de la mecánica de suelos moderna, fue el que propuso un criterio para el diseño de estos filtros (Terzagui, 1929), y por mucho tiempo, dicho criterio se utilizó para el análisis de las principales presas de México, (Marsal, y otros, 1975), en el mundo entero; este criterio está fundamentado en análisis granulométricos del material base que trata de protegerse, como también el material que constituye el filtro. No obstante, investigaciones posteriores indican que las recomendaciones originales de Terzaghi eran conservadoras y era importante complementarlas con recomendaciones relacionadas con la colocación, compactación y control de calidad durante la construcción de filtros (Bertram, 1940), (Casagrande, 1937), (Cedergen, 1989).

En fechas recientes (USBR, 2000; USACE, 2000; ICOLD, 1994) se han sugerido criterios complementarios al original de Terzagui, y se han generado algunos otros basados en pruebas directas de laboratorio (Sherard, y otros, 1989); (Flores, y otros, 2003). En este contexto, es importante revisar el estado de avance de la materia, su significado en la seguridad de las presas que se construyeron con criterios tradicionales y conocer las mejores recomendaciones a seguir para la determinación del diseño óptimo del filtro dren de la presa Ancascocha.

Tratándose de materiales Granulares, (arenas, gravas y limos), ya que la presa Ancascocha se diseñó con material aluvial (material granular de la cantera chanchairo), es importante determinar el grado de su compacidad relativa (grado de compactación), contenidos de finos y grado de cementación entre los granos, son factores que están directamente relacionados con la susceptibilidad de la tubificación (Flores Barrones, y otros, 2005). El material con lo que se compone la margen Izquierda de la presa es roca fracturada, el problema también puede ocurrir a través de estas fisuras; más aún cuando los esfuerzos hidráulicos a nivel de las fisuras resultan mayores a lo que tienen in situ, puede ocurrir lo que se conoce como fractura miento hidráulico, el cual, a su vez, induce a un incremento en los gradientes del flujo de agua y con ello a la tubificación. Materiales de respaldo aguas debajo del núcleo de la presa (Flores Barrones, y otros, 2005).

El filtro diseñado para el cuerpo de la presa Ancascocha se caracteriza por tener una trabajabilidad vertical y horizontal (de escurrimiento) con medidas de: Vertical (36.79m de altura x 3m de espesor); horizontal (79.90m de longitud x 3m de espesor) con un ancho promedio de 60m; distribuido el filtro horizontal en todo el terraplén de la cimentación, tomando aguas abajo del eje de la presa y el vertical ubicado en el núcleo de la presa. (Terzagui, 1929) planteó un criterio granulométrico que debe cumplir todo filtro, con el fin de cumplir adecuada y simultáneamente las siguientes condiciones:

- Que sea simultáneamente permeable, para que la salida del flujo de agua sea rápida y no se saturen o acumulen presiones que pongan en riesgo la estabilidad de la presa. (Terzagui, 1929) recomienda este criterio mediante la expresión siguiente:

$$D_{15}^F/D_{85}^S < 4 < D_{15}^F/D_{15}^S \quad (1)$$

Donde D_{15}^F es diámetro particular del material filtro que corresponde al 15% de la curva granulométrica, D_{15}^S y D_{85}^S son los diámetros del suelo base por proteger que corresponde al 15 y 85%, de la curva granulométrica. (Bertrán, 1940) analizó la confianza del criterio señalado por la ecuación número (1) y halló que dicha expresión está más del lado conservador, por lo que recomienda utilizar el valor de cinco, en vez de cuatro, que aparece en ella. Es necesariamente la ecuación número (1), con los valores de cuatro o cinco, que se ha venido utilizando desde entonces.

Fijándonos en la izquierda de la ecuación (1), reconocida como “relación de tubificación”, representa el requisito de retención y significa que las partículas del suelo del terreno natural que representa el fondo del talud de la margen izquierda y la base de la presa, por protegerse no pasarán a través del filtro si se cumple que:

$$D_{15}^F/D_{85}^S < 4 \quad (2)$$

Así mismo la parte derecha de la ecuación (1) representa al requerimiento hidráulico, lo que establece que el diámetro que caracteriza al filtro, D_{15}^F , debe ser mayor a los valores de cuatro y cinco veces el diámetro que se caracteriza el suelo que se desea proteger, con el objeto de admitir un flujo libre de agua y a la vez tener un control más eficiente de las fuerzas del flujo. Sabiendo que la permeabilidad es correspondiente al cuadrado de estos diámetros

característicos, la complacencia de esta relación de diámetros ($D_{15}^F/D_{15}^S < 4$) esto quiere decir que la permeabilidad del filtro debe ser de un orden de veinte veces la permeabilidad del suelo que está en la base de la presa. En la figura N° 5 determina el rango que debe quedar la granulometría de filtro dren, a fin de satisfacer los dos requisitos que marca el criterio de Terzaghi (Flores Barrones, y otros, 2005).

En el año de 1994, el Comité Internacional de Grandes Presas (ICOLD, 1994) da muchas recomendaciones que debe aplicarse, con el fin de satisfacer los requisitos indicados en el criterio de Terzagui. Estas indicaciones son idénticas a las propuestas por (Cedergren, 1973), después de 6 años de las recomendaciones de la ICOLD, él (USBR, 2000) publicaron su método para diseñar filtros en presas de tierra y enrocamiento. Para el caso de cortinas de tierra o bordos de bajo riesgo, o bien estructuras hidráulicas no muy importantes, él (USBR, 2000) recomienda aplicar el criterio de Terzaghi, tal como se indica en la ecuación (1), junto con las recomendaciones complementarias de la ICOLD; señala, además, los siguientes requerimientos (Flores Barrones, y otros, 2005):

1. Para evitar la segregación durante la ejecución del proceso constructivo de la presa (el manejo, transporte y colocación del material) la granulometría del filtro a utilizar debe ser homogénea de manera que se cumpla lo siguiente expresión:

$$2 < Cu \leq 8 \quad (3)$$

Donde $Cu = D_{60}^F/D_{10}^F$ = El coeficiente de uniformidad. Significa que la curva granulométrica del filtro no tiene que ser paralela o similar a la forma de la curva granulométrica del material que está en la base. El USBR nos dice también que la curva granulométrica del filtro no deberá tener espacios vacíos, cambios bruscos o discontinuidades en la curva, que indique la ausencia de ciertos tamaños de grano, es decir debe ser más homogéneo; esto puede demandar limitar el rango de los tamaños de grano en el filtro, de manera que se establezcan valores “máximos y mínimos”. Para el caso de las arenas cuyo $D_{90} < 20 \text{ mm}$, no se requiere de estos límites, pero para el caso de filtros más gruesos y con gravas se

sugiere que la relación D_{90}^F/D_{10}^F se mantenga en los límites dados por la tabla 8.

2. Una de las formas de asegurar una adecuada permeabilidad en el filtro dren de la presa Ancascocha, debe cumplir que $D_{15}^F \geq 5D_{15}^S$, pero no obstante menor a 0.1mm. Así mismo, la cantidad de finos que pasa la malla 200 no debe exceder al 5%.
3. El grado de permeabilidad k de un determinado filtro debe ser como mínimo 25 veces la del material base. Para el caso de filtros de arenas homogéneas o relativamente bien graduados con gravas, el coeficiente de permeabilidad k se puede estimar mediante la ecuación 4.

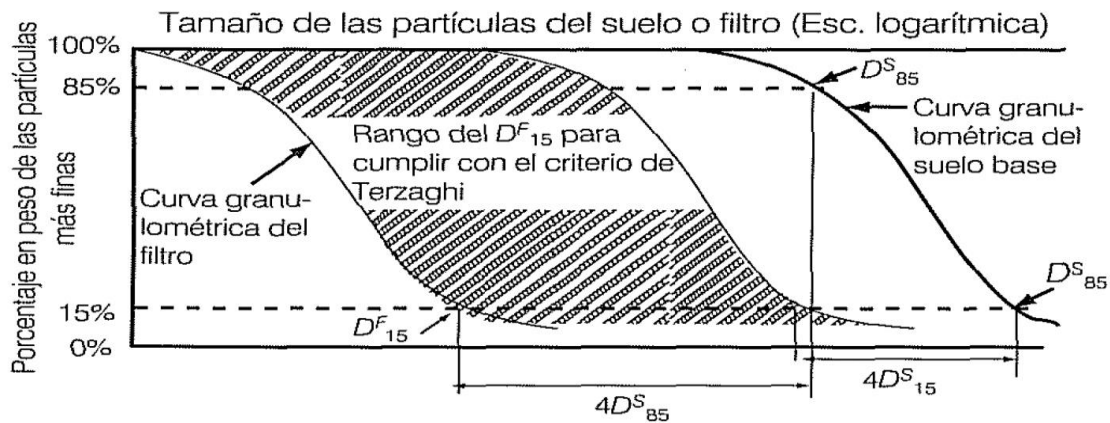


Figura 5. Criterio Gráfico de Terzaghi para Determinar un Filtro

Fuente: (FLORES, y otros, 2003)

Recomendaciones dadas por (ICOLD, 1994), Para cumplir con el criterio de Terzaghi:

- Se deberá evitar la segregación durante la ejecución de la obra (proceso, manejo, colocación, tendido y compactación del material granular que compone el filtro. Por lo que la granulometría debe ser homogénea, que, con el cuidado adecuado en campo, se evite la segregación al ser ubicada en el sitio, principalmente en la interfaz con los materiales contiguos.
- En lo posible se debe mantener la misma granulometría y se deberá cuidar y evitar rompimiento de granos o degradación, durante la ejecución del proyecto, en el carguío, transporte, colocación, compactado del material o

evitar la degradación con el tiempo debido a ciclos de heladas y deshielos, o flujo de agua. Es importante que las partículas de material filtro debe ser resistentes al desgaste y durables.

- No debe haber posibilidad de cementación como consecuencia de acciones físico – químicas o biológicas. El filtro debe permanecer sin cohesión, de manera que no exista la posibilidad de agrietamiento.
- El filtro debe tener suficiente volumen de descarga, de manera que el agua que entra al sistema del filtro sea desalojada rápidamente y con seguridad, con poca pérdida de carga.

Así mismo se puede estimar el coeficiente de permeabilidad k mediante la siguiente expresión empírica:

$$k = 0.35(D_{15}^F)^2 \quad (4)$$

Donde D_{15}^F está en milímetros y k , en centímetros sobre segundos.

Tratándose de la presa Ancascocha que es de gran riesgo, el (USB, 2000) hace varias recomendaciones que se sintetizan en la tabla 9.

Tabla 8. Límites para la Prevención de segregación D_{10}^F y D_{90}^F

D_{10}^F mínimo (mm)	D_{90}^F máximo (mm)	D_{90}^F/D_{10}^F
< 0.5	20	40
0.5 – 1.0	25	25
1.0 – 2.0	30	15
2.0 – 5.0	40	8
5.0 - 10	50	5
10 - 50	60	2

Fuente: (USB, 2000)

Tabla 9. Criterio USBR (2000)

Categoría del suelo base	Porcentaje de finos en el suelo base mayor de 0.074 mm	Descripción del suelo base	Criterio de filtro ⁽¹⁾
1	>85	Arcillas y limos	$D_{15}^F \leq 9D_{85}^B$ ⁽²⁾
2	40 - 85	Arenas, limos, arcillas y arenas arcillosas y/o limosas	$D_{15}^F \leq 0.7 \text{ mm}$
3	15 - 39	Arenas y gravas limosas y arcillosas	$D_{15}^F \leq 0.7 \text{ mm} + \frac{40-A}{40-15} (4D_{85}^B - 0.7 \text{ mm})$ ^(3y4)
4	<15	Arenas y gravas	$D_{15}^F \leq 4D_{85}^B$ ⁽⁵⁾

Fuente: (USBR, 2000)

D_{15}^F = diámetro del material del filtro correspondiente al 15% en peso de la curva granulométrica.

D_{85}^B = diámetro del material del suelo por proteger, correspondiente al 85% en peso de la curva granulométrica.

(USBR, 2000) Presenta estas importantes notas:

1. Los filtros deben tener un tamaño máximo de partículas de 2" (50mm) y un máximo de 5% que pasa la malla núm. 200 (0.074 mm), después de compacto, con un índice de plasticidad (IP) igual a cero. El IP se determina del material que pasa la malla núm. 40 (0.425 mm), de acuerdo con la norma USBR 5360, del Manual de suelos. Para asegurar suficiente permeabilidad, los filtros deben tener un $D_{15}^F > 5D_{15}^B$, pero no menor de 0.1 mm.
2. Cuando $9D_{85}^B$ es menor que 0.2mm, utilizar 0.7 mm
3. A= porcentaje que pasa la malla núm. 200 (0.075 mm) después de cualquier degradación.
4. Cuando $4D_{85}^B$ es menor que 0.7mm, utilizar 0.7 mm
5. En la categoría 4, D_{85}^B puede determinarse a partir de la curva granulométrica original del suelo base, sin hacer la corrección por la existencia de partículas mayores a 4.75 mm, siempre y cuando el suelo base no contenga una granulometría discontinua con intervalos ausentes de material interno.

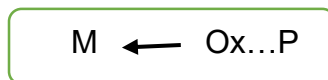
III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación:

Esta investigación presenta una dirección cuantitativa, basada en la recolección de datos para comprobar la hipótesis, sustentado en una medición numérica y en el análisis comparativo.

El tipo de investigación es: Aplicada en modalidad Propositiva, puesto que, se está buscando realizar una evaluación sobre las características del filtro dren 2C, y proponer en base a la investigación un diseño óptimo.

El diseño de la investigación es: Descriptivo simple, comparativo con propuesta



Dónde: “M” es la muestra de estudio, “Ox” es la información a recoger sobre Diseño del filtro dren 2C y “P” es la propuesta técnica para marcar diferencia y seguridad en el filtro dren 2C.

3.2 Variables y operacionalización

La variable: Análisis y Propuesta Técnica del Filtro Dren, que Compone el Filtro del Relleno del Cuerpo de la Presa Proyectada Ancascocha (ver anexo N° 1).

3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población: En la presente investigación se determinará por medio de las variables y dimensiones, los cuales servirán para poder determinar la muestra indicada y llevar a cabo el objeto planteado en la investigación, en consecuencia, se puede indicar que la población de la presente tesis es: “Presa Ancascocha” en la provincia de Parinacochas – Ayacucho.

Muestra: en la presente investigación definimos como muestra al relleno del cuerpo de la presa Ancascocha”

Unidad de Análisis: La unidad de análisis de la presente investigación incluirá variables que se han ido trabajando a lo largo de la tesis. Entonces la unidad de análisis es: filtro dren 2C, ubicado en el núcleo del relleno del cuerpo de la presa.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Técnicas: La recopilación de la información fue mediante la observación sistemática; dado que, por medio de fuentes con instrumentos válidos, se obtendrán los resultados correspondientes; estos resultados servirán para la confirmación o contrastación de la hipótesis planteada en la investigación.

Instrumentos de recolección de datos: los instrumentos de medición para la presente investigación serán las siguientes:

Fichas de recolección de datos: Fichas que permitan anexar datos con respecto al desarrollo de los puntos que se trataran en los ensayos.

Fichas de ensayos de laboratorio: Caracterización de los agregados, siguiendo los parámetros de las principales normas vigentes.

3.5 Procedimientos.

La secuencia que se llevó a cabo para los ensayos granulométricos se plasman en el capítulo de resultados, el cual consiste en una serie de etapas donde se detallara la finalidad de cada proceso hasta llegar al resultado.

3.6 Método de análisis de datos

Para que el vigente tema tenga un desarrollo de resultados y redacción de datos ordenados se opta por usar el siguiente procedimiento de estudio:

Recopilación de información: En esta parte se realiza la recolección de toda la información de campo, bibliografía, laboratorio u observación directa necesario para el avance y desarrollo de la investigación.

Trabajos en campo: Esta etapa comprenderá la parte de los trabajos in Situ o Campo, como son la recolección de muestras para laboratorio

3.7 Aspectos éticos

Para que la presente investigación tenga un valor óptimo y confiable, se fundamenta la información obtenida de manera global, de la mano con la base moral, tales como el respeto y la honestidad.

IV. RESULTADOS

Dentro del desarrollo de la presente investigación, se realizó un comparativo estratégico para verificar la igualdad o diferencia de propiedades y/o características técnicas de los principales materiales a instalarse en el relleno del cuerpo de la presa. Se realiza la comparación de las especificaciones técnicas, los planos, la memoria descriptiva y el presupuesto. Este comparativo nos da una visión amplia de la similitud de características entre el material aluvial 3C que compone los rellenos laterales de la presa y el Material 2C, considerado como filtro dren.

Tabla 10: *Comparativo de documentación indagada sobre información de los principales materiales del relleno del cuerpo de la presa.*

Materiales	Especificaciones Técnicas	Planos 100-10-03	Memoria Descriptiva	Presupuesto
Filtro dren areno gravoso 2C	Formados por Material Areno Gravoso con finos, que cumplan con la granulometría de Sherard, de 3" de tamaño máximo, con un porcentaje de arena entre 35% y 55% y con menos de 5% de finos	Material areno gravoso de tamaño máximo 3" y con finos menores al 5%.	Material granular (finos < 5%)	Material granular
Material aluvial 3C1 y 3C2	Los rellenos de la zona 3C, estarán formados por Material Areno Gravoso con finos, que cumplan con la granulometría de Sherard, de 3" de tamaño máximo, con un porcentaje de arena entre 35% y 55% y con menos de 5% de finos.	Material areno gravoso de tamaño máximo 3" y con finos menores al 5%.	Material granular (finos < 5%)	Material granular

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo descrito líneas arriba, se constata que las características físicas de los materiales son iguales, no se resalta ninguna diferencia, careciendo de información complementaria para explicar y dar conformidad de la relevancia de esta igualdad y que repercuta garantías para la ejecución de las mimas. Convirtiéndose en la consulta principal que no fue absuelta por la entidad, y trajo como consecuencia la resolución del contrato.

En la memoria descriptiva presenta dos cuadros de información técnica de las diferentes características de los materiales que componen el relleno del cuerpo de la presa proyectada Ancascocha, (Figura 6 y 7).

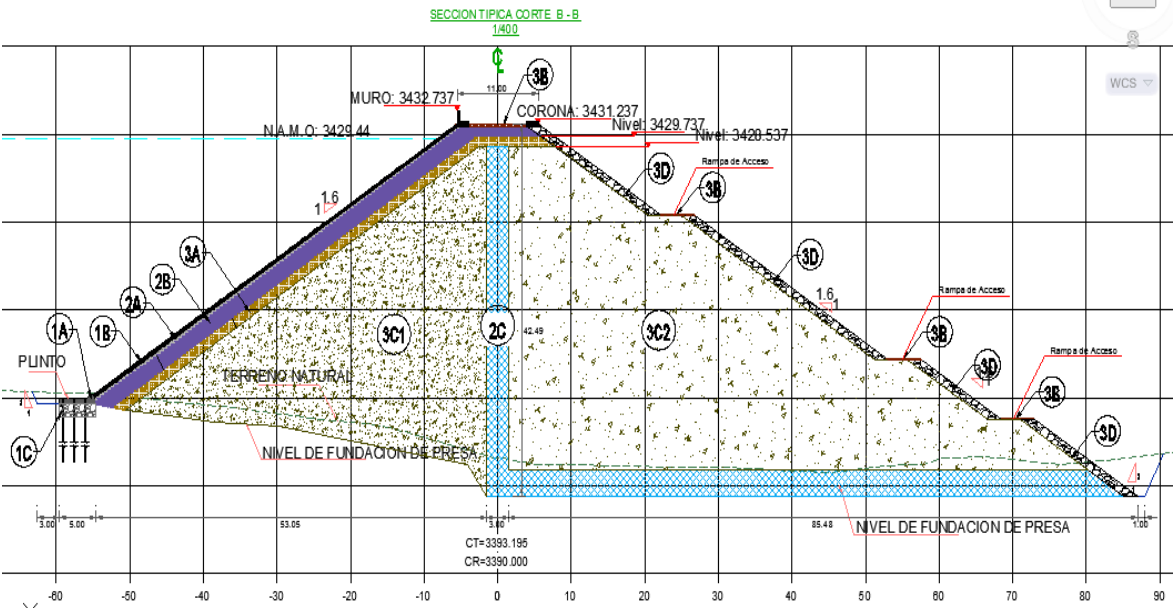


Figura 6. Detalle del corte transversal del cuerpo de la presa, donde se zonifica los diversos materiales a utilizar.

Fuente: Prider, 2017

DESCRIPCION DE MATERIALES				
ZONA	DESCRIPCION	FUNCION	ESPECIFICACIONES TECNICAS	
1A	 PLINTO	PANTALLA IMPERMEABLE	CONCRETO f' c=280kg/cm2	
1B	 LOSA DE CONCRETO	PANTALLA IMPERMEABLE	CONCRETO f' c=280kg/cm2	
1C	 BASE DE PLINTO	TRATAMIENTO CIMENTACION PLINTO	CONCRETO f' c=210kg/cm2	
2A	 SOLADO DE LOSA DE CONCRETO	BASE PARA LA ARMADURA DE LOSA	CONCRETO f' c=100kg/cm2	
2B	 FILTRO SEMI-PERMEABLE	SOPORTE DE LOSA	MATERIAL ARENOSO CON FINOS	
3A	 TRANSICION	MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	MATERIAL ARENO GRAVOSO (FINOS < 5%)	
3B	 AFIRMADO	SUB - BASE GRANULAR	MATERIAL CON CLASIFICACION AASHTO A-1-a ó A-1-b	
3C	 MATERIAL ALUVIAL	RELLENO DE CUERPO DE PRESA	MATERIAL GRANULAR (FINOS < 5%)	
2C	 MATERIAL ALUVIAL	FILTRO DREN	MATERIAL GRANULAR (FINOS < 5%)	
3D	 RIP RAP	ENROCADO DE PROTECCION	ENROCADO ACOMODADO DIAMETRO MAXIMO 400 mm	

Figura 7. Descripción en resumen de los tipos de materiales a utilizar en el relleno del cuerpo de la presa.

Fuente: Prider, 2017

Material base de la presa Ancascocha

Los resultados de las investigaciones geológicas, perforaciones y geofísicas, de parte de Prider 2017, nos han posibilitado reconocer el complejo modelo geológico que conforma el sitio de la Presa Proyectoada Ancascocha; se puede indicar entonces que en esta zona han concurrido varios procesos geológicos tales como intensas fases de vulcanismo, efectos de procesos de glaciación dados en áreas aledañas, procesos de tectónica por la elevación de la cordillera y los eventos de geodinámica externa tales como por ejemplo los aluviones, sin embargo se puede indicar que, lo que más ha influido, son las intensas fases de vulcanismo, que han tenido lugar en la región. Se han generado horizontes rocosos que están emplazados a manera de estratos en donde se intercalan fases de vulcanismo de fractura que son emanaciones de lavas con otras de fase efusiva piroclásticas, que generan estratos que con la alteración se parecen más a un suelo que a una roca.



Figura 8. Composición de material fracturado en el estribo izquierdo y parte de la base de la presa.

Fuente: elaboración propia

Material lateral natural que compone el talud del estribo izquierdo.

El suelo del talud izquierdo de la presa se caracteriza principalmente por ser muy heterogéneo (gravas, arenas, limos y arcilla); su cohesión va de media a firme y tiene una densidad relativa de entre 65% a 85%.

Si bien es cierto los suelos del estribo izquierdo, tienen la capacidad portante necesaria, el talón de Aquiles del estribo, es la permeabilidad, por su fracturamiento interno, arrastra aguas subterráneas y filtran en toda la longitud de la base de la presa, los máximos caudales se registran en los periodos de invierno (enero, febrero y marzo). Las filtraciones no solo vienen de la sub presión del cuenco amortiguador, sino de la infiltración de todo el cerro a lo largo de la margen izquierda.

Materiales en la cantera chanchairo

La cantera se encuentra a lo largo y ancho de la superficie de río chanchairo, exactamente hacia el estribo derecho del río aguas abajo. Está conformada por depósitos aluviales, estando constituida por arenas, gravas y pocos limos con

bloques homogéneos a variables de formas redondeadas (canto rodado). Teniendo un espesor útil, mayor a 2.50m.



Figura 9: Cantera Chanchairo: Vista del tipo de material, conformado por aluviones, constituida por gravas, arenas y pocos limos, con bloques homogéneos a variables.

Fuente: elaboración propia

Laboratorio

El laboratorio que se llegó a utilizar, para el análisis de muestras del material granular de la cantera chanchairo, en la presente investigación, se realizó en el laboratorio instalado en el campamento Ancascocha, ya que contó con las condiciones necesarias para los ensayos granulométricos, teniendo espacio, equipos y herramientas.

De los ensayos granulométricos realizamos en el laboratorio del campamento Ancascocha, lo comparamos con el análisis granulométrico realizado por la universidad de ingeniería de lima (UNI). Ya que con estos ensayos se puede determinar la gradación del material bruto zonificado en el rio chanchairo (Cantera). El análisis granulométrico se realizó conforme y cumpliendo al ASTM D6913 (Métodos de prueba estándar para la distribución del tamaño de partícula (gradación) de los suelos mediante análisis por tamizado.

- ✓ Equipos utilizados para el análisis granulométrico fueron:
- Juegos de Tamices ASTM
- Balanza

- Horno eléctrico
- Cepillo
- Cuarteador
- Recipiente grande de aluminio
- Recipiente mediano de aluminio
- Cucharas
- ✓ Consideraciones

Al realizar el análisis granulométrico del material granular, es importante mencionar los parámetros sujetos al diámetro de las partículas a tener en consideración:

- Gravas: partículas cuyo tamaño debe ser mayor que 4.76mm.
- Arenas: Partículas menor a 4.76mm y mayor que 0.074mm.
- Finos: partículas menores de 0.074mm y mayores que 0.002mm.

✓ Método utilizado

Utilizamos el Método Mecánico para el análisis granulométrico. Con este método se realiza análisis granulométrico empleando tamices para la separación en tamaños de las partículas del suelo.

✓ Procedimiento

- Se extrae en dos costales el material seleccionado, zonificado, y representativo de la cantera chanchairo.
- Sobre una superficie limpia en laboratorio, se vierte el material y se realiza el cuarteo respectivo.
- Pesamos el material y luego procedemos a secar en el horno eléctrico por un periodo de 24 horas, secamos la muestra a una temperatura de 110 °C, ya que lo que queríamos es tener un buen análisis granulométrico, era necesario que el material a analizar este seco.
- Luego pesamos el material seco obtenido: para nuestro objetivo, utilizamos 20447.00 gramos, en un primer análisis y 14141.00 gramos, en un segundo análisis.
- Seleccionamos tamaños adecuados de tamices de acuerdo al ASTM D6913 para proporcionar los resultados dentro de los parámetros estimados.
- Encajamos los tamices en orden de abertura decreciente desde la tapa hasta el fondo y colocamos la muestra sobre el tamiz superior.

- Agitamos los tamices manualmente por un periodo suficiente hasta obtener y verificar que las partículas hayan pasado las mallas necesarias de acuerdo a su tamaño.
- Luego pasamos a pesar la masa retenida en cada tamiz y calculamos el porcentaje que pasa y los porcentajes totales retenidos.

✓ Resultado del ensayo

- Resultados del análisis número 01. (Ver Tabla N° 11 y 12)

Utilizamos 20447 gramos de material extraídos de la cantera chanchairo, zona no seleccionada.

Del análisis realizado tenemos como resultado: 60% de grava; 21.7.0% de arena; 1.6% de finos y 16.7% de bolonería mayor a 3". De estos resultados denominamos material areno gravoso disponible en la cantera chanchairo.

- Resultados del análisis número 02. (Ver Tabla N° 13 y 14)

Utilizamos 14141 gramos de material extraídos de la cantera chanchairo, zona seleccionada y zonificada

Del análisis realizado tenemos como resultado: 70.7% de grava de tamaños máximos hasta 3"; 27.2% de arena y 2.1% de finos. Este análisis es del material que se encuentra acopiado en el rio chanchairo.

Una de las preocupaciones que se generó en la obra Ancascocha es la disponibilidad de materiales con los volúmenes suficientes para la construcción del filtro y el relleno del cuerpo de presa. Verificamos un área proporcional a la mitad del área de la cantera chanchairo y zonificamos estratégicamente el material más homogéneo posible de acuerdo a términos y requerimientos, y se realizó calicatas de comprobación, donde verificamos el espesor útil, el área mínima necesaria, dándonos como resultado lo siguiente:

Espesor Útil: 2.50m

Área Mínima: 90,000m²

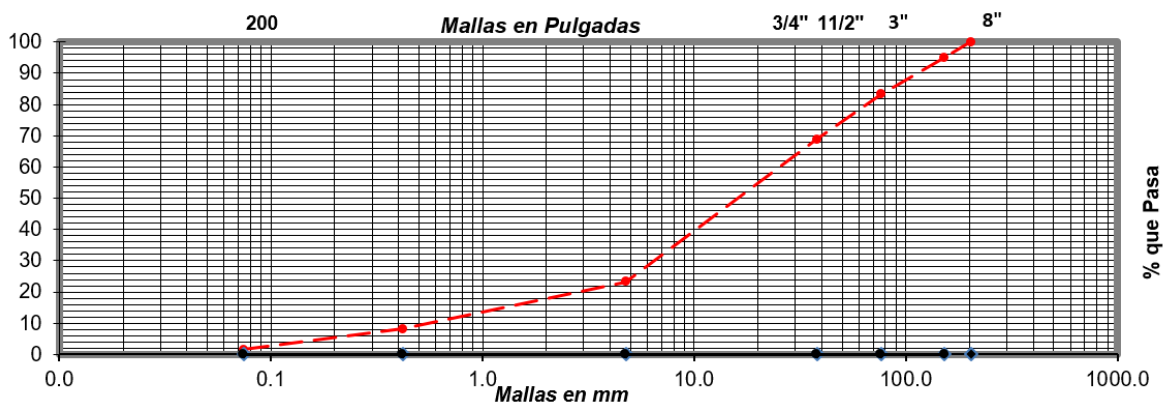
Volumen Útil: 225000 m³

Tabla 11. *Análisis granulométrico del material en bruto, de la cantera chanchairo.*

Tamaño Malla (pulg)	Tamaño Malla (mm)	Peso individual retenido	Peso acumulado retenido	Porcentaje individual retenido	Porcentaje acumulado retenido	Porcentaje acumulado pasando
8"	203.200	0.0				100.0
6"	152.400	860.0	860.0	4.2	4.2	95.8
4"	101.600	1589.0	2449.0	7.8	12.0	88.0
3"	76.200	9730.0	3422.0	4.8	16.7	83.3
2"	50.800	2689.0	6111.0	13.2	29.9	70.1
1 1/2"	38.100	262.0	6373.0	1.3	31.2	68.8
1"	25.400	1235.0	7608.0	6.0	37.2	62.8
3/4"	19.050	2140.0	9748.0	10.5	47.7	52.3
1/2"	12.700	1598.0	11346.0	7.8	55.5	44.5
3/8"	9.525	1734.0	13080.0	8.5	64	36.0
Nº4	4.750	2600.0	15680.0	12.7	76.7	23.3
10	2.000	1250.0	16930.0	6.1	82.8	17.2
20	0.834	986.0	17916.0	4.8	87.6	12.4
40	0.834	859.0	18775.0	4.2	91.8	8.2
100	0.150	764.0	19539.0	3.7	95.6	4.4
200	0.074	584.0	20123.0	2.9	98.4	1.6
Plato		324.0	20447.0	1.6	100	0.0

Fuente: elaboración Propia

Tabla 12. *Curva Granulométrica, referente a la tabla 11*



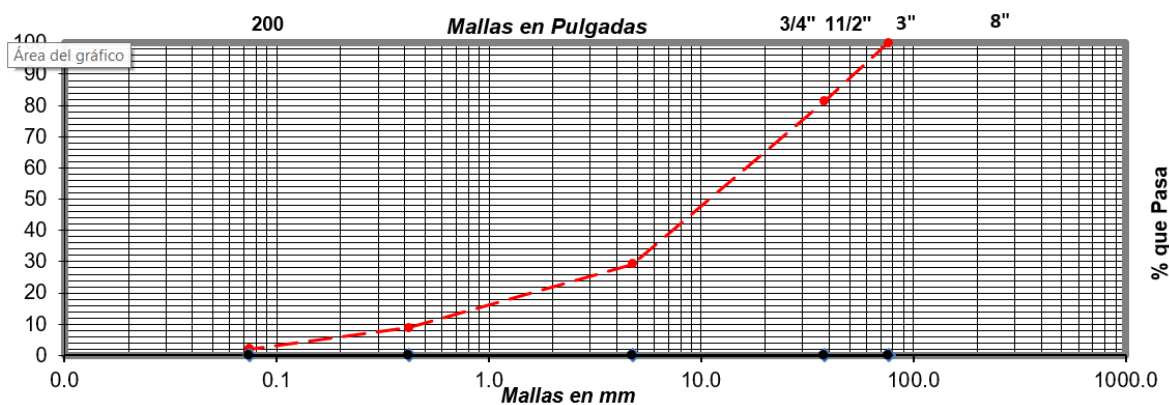
Fuente: elaboración Propia

Tabla 13. Análisis granulométrico del material selecto, de la cantera chanchairo con propósitos de utilizar en el filtro 2C

Tamaño Malla (pulg)	Tamaño Malla (mm)	Peso individual retenido	Peso acumulado retenido	Porcentaje individual retenido	Porcentaje acumulado retenido	Porcentaje acumulado pasando
3"	76.200	198.0	198.0	1.4	1.4	100.0
2"	50.800	1680.0	1878.0	11.9	13.3	86.7
1 1/2"	38.100	763.0	2641.0	5.4	18.7	81.3
1"	25.400	2506.0	5147.0	17.7	36.4	63.6
3/4"	19.050	1084.0	6231.0	7.7	44.1	55.9
1/2"	12.700	2062.0	8293.0	14.6	58.6	41.4
3/8"	9.525	1145.0	9438.0	8.1	66.7	33.3
Nº4	4.750	565.0	10003.0	4.0	70.7	29.3
10	2.000	1226.0	11229.0	8.7	79.4	20.6
20	0.834	1050.0	12279.0	7.4	86.8	13.2
40	0.834	612.0	12891.0	4.3	91.2	8.8
100	0.150	633.0	13524.0	4.5	95.6	4.4
200	0.074	315.0	13839.0	2.2	97.9	2.1
Plato		302.0	14141.0	2.1	100	0.0

Fuente: elaboración Propia

Tabla 14. Curva Granulométrica referente a la tabla 13



Fuente: Elaboración Propia

Usos granulométricos a utilizar para los materiales 2C Y 3C

Se verifico según el análisis que el tipo de Presa, es de materiales sueltos, conformado por un cuerpo de relleno homogéneo con cara de concreto. Así mismo en la parte posterior de la losa de concreto del revestimiento están previstos bordillos de concreto poroso de 0.3m (concreto extruado), con el propósito de garantizar una construcción más eficaz de la presa.

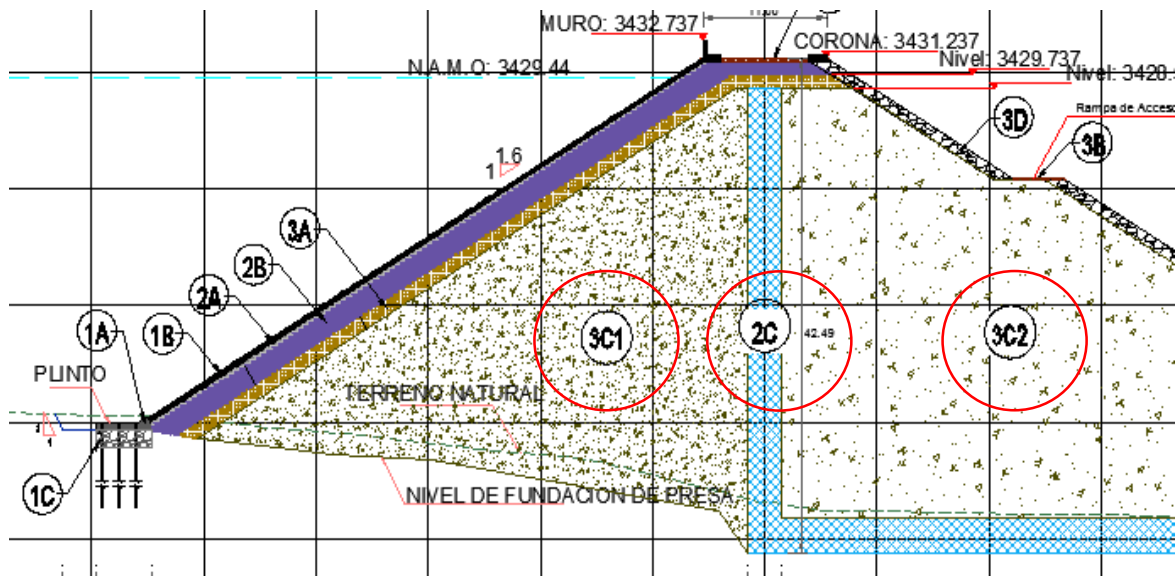


Figura 10. Composición del relleno del cuerpo de la presa

Fuente: Prider 2017

Para el Material 3C. Según el criterio de diseño de la presa Ancascocha, este ha sido concebido como una presa de relleno homogéneo con materiales aluviales. Según (Espinoza, 2010) indica que en algunas presas se ha recurrido al empleo de gravas, cuyas partículas por su forma redondeada esta menos sujetas a fracturamiento bajo carga. La comprensibilidad de una grava es siempre inferior a la de una escollera de roca dura que tenga una densidad relativa y granulometría comparables.

Tanto el material 3C1 y el Material 3C2 que son prácticamente el material de relleno del cuerpo de la presa deberán cumplir los criterios indicados en los planos y especificaciones técnicas. El cual indica que es un material aluvial (Disponible de selección en la cantera chanchairo), puede ser usado identificando zonas uniformes y zonificando para la extracción, realizando controles de calidad (granulometría) cada 10,000m³.

Para el material 2C. Sabiendo que la granulometría de la propuesta por las especificaciones técnicas coincide con lo especificado del material 3C. Por lo que tomando como referencia los criterios actuales para el diseño de filtros de grandes presas, se debe marcar diferencia con respecto a la calidad estratigráfico del material. Para lo cual realizamos la siguiente composición:

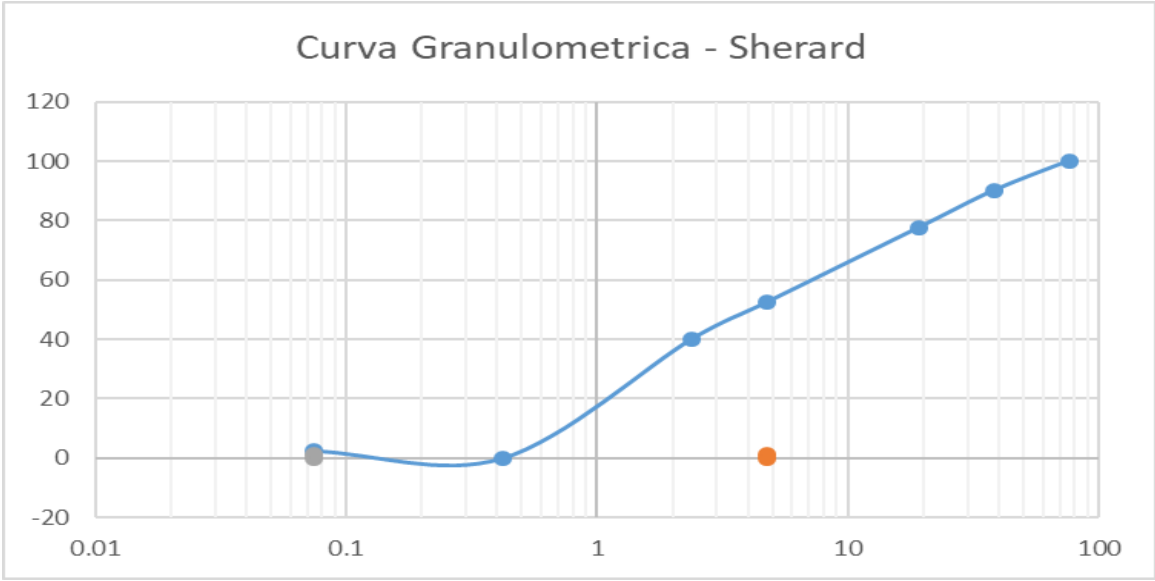
Se realizó un comparativo de los términos granulométricos entre la granulometría de Sherard y la granulometría de una muestra extraída de la cantera chanchairo, verificamos que existe similitud de gradación entre las dos partes.

Tabla 15. *Granulometría de Sherard*

Diámetro de las partículas (mm)	Números de las Mallas	Porcentaje que pasa en peso
38.1	1 1/2"	80-100
19.1	3/4"	65-90
4.76	Nº 4	40-65
2.38	Nº 8	30-50
0.42	Nº 40	10-25
0.074	Nº 200	0-5

Fuente: Prider, 2017

Tabla 16. *Curva Granulométrica de Sherard*



Fuente: Prider, 2017

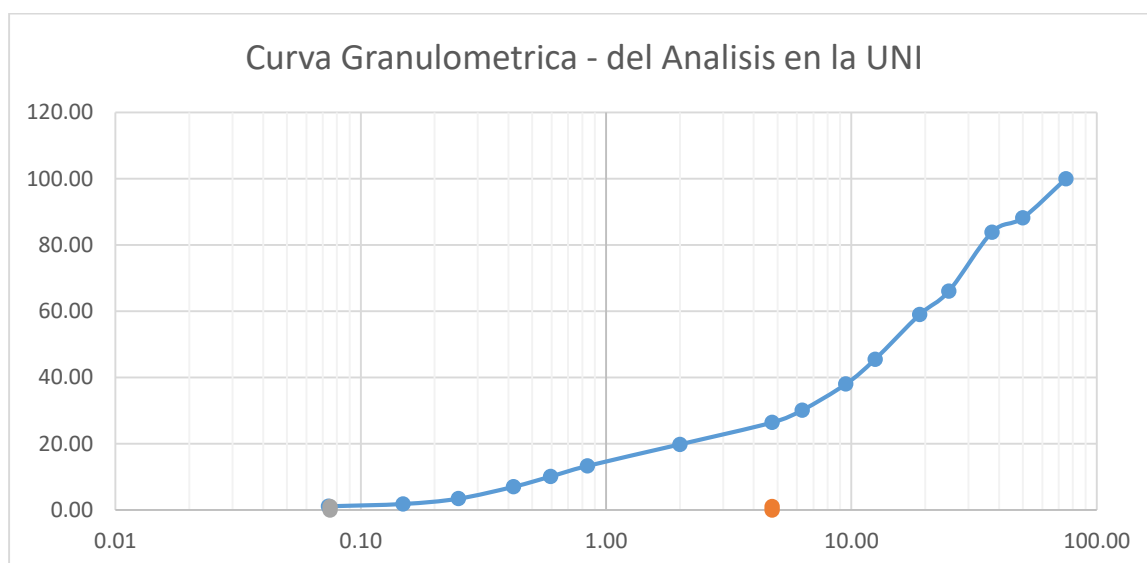
Lo que se especifica: Material Areno Gravoso con finos, de 1 1/2" de tamaño máximo, con un porcentaje de arena entre 35% y 55% y con menos de 5% de Finos.

Tabla 17. *Análisis Granulométrico por Tamizado - UNI - Material Areno Gravoso 2C y 3C.*

TAMIZ	ABERTURA (mm)	% PARCIAL RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.00			100.00
2"	50.00	11.80	11.80	88.20
1 1/2"	37.50	4.30	16.10	83.90
1"	25.00	17.80	33.90	66.10
3/4"	19.00	7.10	41.00	59.00
1/2"	12.50	13.50	54.50	45.50
3/8"	9.50	7.50	62.00	38.00
1/4"	6.30	7.90	69.90	30.10
Nº 4	4.75	3.70	73.60	26.40
Nº 10	2.00	6.60	80.20	19.80
Nº 20	0.84	6.50	86.70	13.30
Nº 30	0.60	3.20	89.90	10.10
Nº 40	0.42	3.10	93.00	7.00
Nº 60	0.25	3.60	96.60	3.40
Nº 100	0.15	1.60	98.20	1.80
Nº 200	0.07	0.70	98.90	1.10
FONDO		1.10	100.00	

Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería

Tabla 18. Curva Granulométría Material Areno Gravoso Analizado en la UNI



Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería

Se establece que la cantera chanchairo contiene Material Areno gravoso con finos, de 3" de tamaño máximo con un porcentaje de arena de 25.3% y con finos menores al 2%.

Tabla 19. Comparativo de ensayos

Análisis de Laboratorio N° 01	Análisis de Laboratorio N° 02	Granulometría de Sherard	Ensayo Realizado en la Uní
60% grava; 21.7% arena; 1.6% de Finos y 16.7% de bolonería > a 3".	70.7% de grava, siendo el tamaño máximo 3"; 27.2% de arena; 2.1% de finos	1 1/2" de Tamaño Máximo; de 35% a 55% de arena; y finos < 5%	72.7% de grava, siendo 3" de Tamaño Máximo; 25.3% de arena; finos < 2%

Control de Calidad

(QUINA, 2015) Indica que la densidad relativa es una propiedad índice de los suelos y se emplea normalmente en gravas y arenas, es decir, en suelos que contiene casi exclusivamente partículas mayores a 0.074mm (malla #200).

Una manera de indicar la densidad relativa es mediante el grado de compacidad de un suelo (grado de compactación). El uso de la densidad relativa es importante para

la mecánica de control de los materiales que se proponen como relleno y filtro del cuerpo de la presa Ancascocha. ¿Cómo se obtiene la densidad relativa? se obtiene de los parámetros como lo son: Densidad mínima, que es el suelo aun suelto; Densidad Máxima (Suelo compactado) y la densidad en situ, de estos, los ensayos de los dos primeros, se realizan en laboratorio de mecánica de suelos y el ultimo se realiza en el terreno y/o obra.

El ensayo de densidad relativa es aplicable a suelos que contengan hasta un 12% de partículas finas y de un tamaño máximo nominal de 80mm. Por lo tanto, las granulometrías propuestas en el presente estudio están dentro de los parámetros del ensayo de densidad relativa.

El decímetro nuclear es un equipamiento necesario para determinar la densidad relativa, el objetivo del decímetro nuclear es determinar la humedad, la densidad seca, mediante métodos nucleares, mas no recurriendo a métodos de intervención física. Este método nos permite determinar ágilmente y con precisión los resultados de las principales características del material (densidad seca y húmeda) de los materiales granulares en el campo. La densidad se determina mediante la transmisión, directa o retro dispersada, de los rayos gamma, midiendo el número de fotones emitidos por una fuente de Cesio-137. Los detectores ubicados en la base del medidor detectan los rayos gamma y un microprocesador convierte los conteos en una medida de densidad. La utilización de estos instrumentos nucleares para la determinación de densidades y humedades ha sido aprobada por ASTM (American Society of Testing and Materials).

(Cabanillas, 2015) nos indica que el decímetro tiene dos modos de operación: el modo de transmisión directa (la varilla con la fuente perforado el material) y el modo de retro dispersión (la varilla se encuentra próxima a la fuente, pero no perforado el material) (CABANILLAS, 2015).

Para evitar la contaminación exceso de fino, el USBR (2000) recomienda: a) que la zona de filtros se mantenga por encima de las otras zonas que rodean al filtro y colocar el material de manera que el agua superficial se mantenga alejada de la zona del filtro; b) controlar el tráfico de vehículos, de manera que durante su cruce o paso por la zona de filtros, las llantas no depositen finos indeseables para el correcto funcionamiento de los filtros. c) verificar que la durabilidad de los materiales

sea tal, que durante el proceso de colocación y compactación que se rompan las partículas del material de filtro.

Para satisfacer la exigencia de finos en el filtro después de la compactación se mantenga menor al 5%, es muy necesario que la zona de almacenamiento del material granular, el contenido de finos no deberá ser mayor de 2 a 3%.

En lo que se refiere a compactación, esta debe ser suficiente para evitar problemas de licuación, produciendo resistencia al esfuerzo cortante, ya que es necesaria para asegurar la estabilidad de la estructura; para obtener estos resultados, el valor mínimo de la densidad relativa debe ser no menor al 70%. Sin embargo, la compactación no debe excederse ya que ello puede llevar a disminuir los valores de la permeabilidad; en este sentido, se recomienda efectuar periódicamente pruebas de campo y/o de laboratorio que permitan verificar que la permeabilidad del filtro en el sitio cumple con las especificaciones del proyecto.

La parte más importante que debe cuidarse durante el proceso constructivo de un filtro, es el adecuado control de la segregación, ocurre cuando el material para filtro se deposita a volteo en la zona de trabajo, especialmente cuando se deposita desde una altura considerable. Para tener un buen control de la segregación, el USBR (2000) recomienda: especificar en el plan de estudios del proyecto que la granulometría sea uniforme, respetando los tamaños máximos acotados en la curva granulométrica; especificar los procedimientos a utilizar en la construcción, evitando así descuidos y así mismo evitar la segregación; mejorar los mecanismos de transporte y colocación como fajas transportadoras, cubículos de distribución de material, colocación manual entre otros, ayudando así con la prevención de la segregación; verificar la altura de disposición de cada capa, para tener una compactación más uniforme y medible.

V. DISCUSIÓN

Se verificó discrepancia de los usos granulométricos en las: especificaciones técnicas, planos, presupuesto y memoria descriptiva, de los materiales codificados como 2C y 3C, no marcando diferencia alguna en sus características, y además no encontrar mayor información que garantice la eficiencia en la construcción del relleno del cuerpo de la presa.

No se encontró procedimientos y/o controles de calidad de: acopio, transporte y compactación de los materiales que conformaran el relleno del cuerpo de la presa, no se ha evidenciado mayor información más allá de la mención a la densidad relativa en las especificaciones.

Siendo competencia del presente estudio, aportar con la investigación y desarrollo de factores que nos lleven a terminar la mejor alternativa de diseño de filtro dren, para la presa Ancascocha de tipología CFRD, por consiguiente, aportar con conocimiento para el diseño de filtros de cuerpo de presa, en cuanto a deposición de usos granulométricos y controles de calidad. Con mayores consideraciones se podría prolongar el tiempo de vida útil de las represas y con ello los beneficios que estas generan

En tal sentido induce a indicar que el material que contiene la cantera chanchairo es óptimo como un material aluvial, fortaleciendo la recomendación respecto al material 3C.

Para determinar la granulometría óptima del filtro dren 2C, Se deben seguir los criterios actuales para el diseño de filtros, complementado la estratigrafía existente de la cantera chanchairo. El criterio deberá cumplir lo siguiente: que sea simultáneamente permeable de modo que de salida rápida al flujo de agua y garantizando así la no acumulación de presiones de agua que pongan en riesgo la estabilidad de la presa Ancascocha. Es por ello que (Terzagui, 1929) establece que el diámetro que caracteriza al material granular (filtro) corresponde al 15% de la curva granulométrica.

El (USBR, 2000) indica que la curva granulométrica del filtro no debe tener discontinuidades o espacios vacíos, así como cambios bruscos en la curva granulométrica, que plasme la ausencia de ciertos tamaños de grano; esto puede necesitar limitar el rango de los tamaños de grano en el filtro, de manera que se establezcan valores máximos y mínimos.

Para asegurar una adecuada permeabilidad en el filtro, las porosidades o conductos deberán ser como mínimo 0.1mm. Asimismo, el contenido de finos que pasa la malla N° 200 no deberá ser mayor al 5%. Y los tamaños máximos de las partículas no deberá exceder las 2" (50mm) de diámetro.

Habiéndose realizado el análisis de los materiales en situ, (ver Tablas N° 11, 13, y 17) que corrobora una gradación uniforme, siempre y cuando se realice una adecuada zonificación, copio, zarandeo y lavado del material.

Siguiendo las recomendaciones antes señaladas se exhorta utilizar la siguiente granulometría para el filtro dren 2C de la presa Ancascocha:

Tabla 20. *Granulometría General Basado en Sherard para el filtro Dren 2C Recomendado por esta Investigación*

Diámetro de las partículas (mm)	Números de las Mallas	Porcentaje que pasa en peso
38.1	1 1/2"	80-100
19.1	3/4"	60-85
4.76	N° 4	35-60
2.38	N° 8	25-45
0.42	N° 40	08-20
0.074	N° 200	0-3

Fuente: Elaboración Propia

La granulometría para el filtro dren 2C recomendado por esta investigación cumple lo siguiente: Material Areno gravoso con poca presencia de finos, 2" tamaño Máximo con un porcentaje de arena entre 30% a 50% y finos menores al 3%.

El ejecutor de la obra deberá de realizar un control exhaustivo para garantizar que granulometría sea lo más uniforme posible, para el mejor control de la gradación se recomienda zarandear el material aluvial.

VI. CONCLUSIONES

Según el análisis se comprueba la existencia de discrepancias de los usos granulométricos a utilizar en el relleno del cuerpo de la presa Ancascocha y filtro en el especial en los Materiales 2C y 3C. por la mínima información proporcionada en los documentos del consultor.

El resultado del análisis granulométrico en la presente investigación, para el filtro dren 2C “recomendado”, se conforma del siguiente criterio granulométrico, propone lo siguiente: “Material areno gravoso con finos, 2” de tamaño Máximo con un porcentaje de arena entre 30% a 50% y con finos menores al 3%.

El ejecutor de obra deberá de plasmar sustantivamente los procesos constructivos donde indique la gradación de los materiales a utilizar, se precise la curva granulometría, obteniendo, así como resultado un material homogéneo hasta terminar de construir la partida (filtro dren).

Para obtener un material de calidad, se recomienda que el zarandeo se realice con material lavado en el río Chanchairo, con este criterio habrá un mejor control de la gradación y por lo tanto se evitará en primer término la segregación en cantera.

De acuerdo al análisis, el criterio de Sherard y Dunnigan fueron los que primero clasificaron los filtros no erosionables, ellos realizaron pruebas de laboratorio, y sus resultados han determinado la base de la partida para todos los criterios posteriores a su fecha de publicación realizado en (1989).

El criterio de Terzaghi es el único que explica y toma en cuenta la permeabilidad de los filtros a través de su límite inferior. El otro método según el criterio de Forster y Fell es muy semejante al de Sherard y Dunnigan, al margen que los ensayos y pruebas sean diferentes.

Los filtros de las presas de material granular, deben diseñarse expresamente en función de las características del material que constituye el mayor volumen en la cantera Chanchairo; para ellos debe realizarse pruebas de laboratorio, para determinar las características de un filtro eficiente, el criterio propuesto en esta investigación.

Es indispensable tener un control estricto al momento del proceso constructivo, como instalar y compactar el material del filtro en la zona de trabajo, con el propósito de evitar segregación y la contaminación del material fino y, en ese sentido asegurarse que las especificaciones relacionadas con las granulometrías y las

propiedades de los materiales que forman el filtro se cumplan perfectamente y garanticen la función para el cual fue diseñado.

Los factores que determinaron la no viabilidad de la ejecución del relleno del cuerpo de la presa Ancascocha es la ausencia de criterios estrictos en base a investigaciones de filtros similares y la nula información de pruebas del laboratorio, señaladas en el estudio contractual a julio del 2019 de parte de Prider (Gobierno Regional Ayacucho).

Si los criterios indicados en las especificaciones técnicas hubieren persistido, representaría un riesgo sin precedentes, porque no hay información técnica que lo sustente: la estabilidad, funcionalidad y durabilidad del filtro dren y del relleno del cuerpo de la presa (con material aluvial o granular 3C).

El Criterio propuesto marca una diferencia con respecto al material 2C (filtro dren) y 3C (relleno laterales al filtro), así mismo indicamos que el material deberá ser controlado en todo el proceso de ejecución, desde la extracción del material hasta su disposición final.

VII. RECOMENDACIONES

Cumplir con el criterio propuesto para el filtro dren 2C (“Material areno gravoso con finos, 2” de tamaño Máximo con un porcentaje de arena entre 30% a 50% y con finos menores al 3%). Que será lavado en el río antes de zarandear y realizar controles de gradación (análisis granulométrico) cada 500m³ de material procesado.

El material denominado como 3C, sean de las mismas características físicas indicadas en las especificaciones y planos, pero se deberá seguir estrictamente los criterios indicados en esta investigación para el transporte, colocación y compactación.

Es de vital importancia que el ejecutor garantice la realización del ensayo y control de la densidad relativa con el decímetro nuclear, los ensayos en campo se realizarán cada 100m² o lo que apruebe la supervisión, ya que se deberá sustentar que la compactación sea lo más uniforme posible. Además, se sugiere que el espesor de capas del relleno del material granular para el filtro sea 40cm.

Como recomendación sugerimos utilizar el siguiente proceso constructivo:

- Extracción del material en la cantera chanchairo, considerando áreas en lo posible homogéneas de acuerdo a las calicatas realizadas en sitios estratégicos.
- Lavar el material granular para disminuir finos (limos y arcillas).
- Zarandear el material de tal manera que los tamaños máximos sean de 2", así mismo el técnico responsable deberá estar en constante verificación y paulatinamente sacara muestras para realizar análisis de comprobación en el laboratorio de obra:
- Acopiar el material zarandeado y seleccionado en zonas limpias alejado de contaminación colindante.
- Realizar el carguío del material con maniobras que no permitan en lo posible la segregación (el lampón de la excavadora no deberá soltar de gran altura), se recomienda que el operador deberá estar capacitado constantemente.
- Realizar el transporte respetando las velocidades máximas, permitidas en la vía de acceso a la cantera.
- Descargar el material en la zona aprobada por supervisión y extender manual o con maquinaria, hasta obtener una capa uniforme de espesor máxima de 40cm.
- Compactar con rodillo lizo vibratorio, con tantas vueltas como sea posible hasta alcanzar una densidad relativa del 90%.
- El encargado de control de calidad deberá llevar registros varios de los ensayos que se realizan en obra y archivarlo para sustentar la correcta ejecución de la misma.

REFERENCIAS

(PRIDER), Programa Regional de Irrigación y Desarrollo Rural Integrado. 2017.

Ampliacion de la Presa Ancascocha y Afianzamiento del Valle del Yauca (Ayacucho - Arequipa) Presa. Coracora - Parinacochas - Ayacucho : s.n., 2017.

ARBULÚ R, José. 2015. *Obras hidraulicas.* Lambayeque : s.n., 2015.

BERTRAM, G.E. 1940. *An Experimental investigation of protective filters. Harvard soils mechanics series. Num.7.* Harvard University : s.n., 1940.

CABANILLAS, Raul. 2015. SlideShare. [En línea] 2 de Febrero de 2015.

https://es.slideshare.net/Richard_C/densidad-decampomtododensmetronuclear1.

CASAGRANDE, A. 1967. *Notas del curso Engineering 262.* s.l. : Dictado en la Universidad de Harvard, 1967.

—, **1937.** Seepage through dams. Contribution to Soil Mechanics. Boston Society of Civil Engineers : s.n., 1937, págs. pp. 295 -335.

CEDERGEN, H. 1989. Seepage, drainage and flow nets. tercera Edicion. New York : John Wiley y Sos, Inc, 1989, págs. 151-200.

CEDERGREN, H. 1973. Seepage control in earth dams, Embankment Dam Engineering, Casagrande Volume. New York : John Wiley, 1973, págs. 21-45.

ESPINOSA, Manuel. 2010. *Ingenieria de Presa de Escollera.* Mendoza - Argentina : Facultad de Ingenieria de la Universidad Nacional de Cuyo, 2010.

FLORES BARRONES, Raul y GAYTAN COLIN, Ivan. 2005. *Ingenieria Hidraulica en Mexico.* [aut. libro] Raul Flores Barrones y Ivan Gaytan Colin. *Acances recientes en el diseño de filtros para de tierra y enrocamiento.* Mexico : instituto mexicano de tecnologia del agua, 2005, págs. 79-95.

FLORES, R. y GAYTÁN, I. 2003. Granular filter analysis review. Soil and Rock America 2003. s.l. : 12th Panamerican Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, 2003, págs. 1523-1528.

FORSTER, M.A. y FELL, R. 2001. Assensing embarkment dam filters tha do not satisfy desing criteria. J. geotech. geoenviron. eng. Sindey, Australia : vol.127, 2001, págs. 398-407.

FOSTER, M.A. y FELL, R. 2000. "Use of event trees to estimate the probability of failure of embankment dams by internal erosion and piping. París : Beijing International Comission on Large, 2000, Vol. Question 76. Vol., págs. 237-260.

GAYTAN, I. 2004. *Analisis Experimental de filtros en presas de tierra y enrocamiento* . DEPMI - UNAM, s.l. : 2004.

GEOTECNIA.ONLINE. 2017. Riesgos Geologicos. Falla por tubificacion. [En línea] 11 de DICIEMBRE de 2017. <https://www.youtube.com/watch?v=BjBCx4oL36I>.

ICOLD, (INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS). 1994. *Use of granular filters and drains in embankment dams*. París : Bulletin 95, 1994.

Istituto de la Construccion y Gerencia. 2015. *Hidraulica*. Lima : Fondo Editorial ICG, 2015. pág. 44.

MARSAL, R y RESENDIZ, d. 1975. *Presas de Tierra y Enrocamiento*. Mexico, D.F : Limusa, 1975.

OSCE, Organismo Superior de las Contrataciones del Estado. 2015. *Contratacion de Obras Publicas - Material para el Participante*. Sub Direccion de Desarrollo de Capacidades, Lima : 2015.

PECK, R. 1976. Failure of teton dam, ldaho falls, ldaho. Report to U.S. Dept. of Interior and State of ldaho on Failure of Teton Dam. s.l. : Publication # 162. Supt. Documents, U.S. Gout. Printing, 1976, págs. 219-.

Peru paraíso del agua. ANA, Autoridad Nacional del Agua. 2015. Lima : s.n., 2015.

PRIDER, Programa Regional de Irrigación y Desarrollo Rural. 2017. *Ampliación de la Presa Ancascocha y Afianzamiento del Valle del Yauca (Ayacucho - Arequipa)*

Especificaciones Técnicas. Coracora - Parinacochas - Ayacucho : s.n., 2017.

PRIDER, Programa Regional de Irrigación y desarrollo Rural Integrado. 2017.

Ampliación de la Presa Ancascocha y Afianzamiento del Valle del Yauca (Ayacucho - Arequipa) Diagnostico Presa. Coracora - Parinacochas - Ayacucho : s.n., 2017.

PRIDER, Programa Regional de Irrigación y Desarrollo Rural Integrado. 2017.

Ampliación de la Presa Ancascocha y Afianzamiento del Valle del Yauca (Ayacucho - Arequipa) Est. Basicos y Complementarios - Hidrología. Coracora - Parinacochas - Ayacucho : s.n., 2017.

PRIDER, Programa Regional de Irrigación y Desarrollo Rural Integrado. 2017.

Ampliación de la Presa Ancascocha y Afianzamiento del Valle del Yauca (Ayacucho - Arequipa) Estud. Basicos y Complementarios - Geología y Geotecnia. Coracora - Parinacochas - Ayacucho : s.n., 2017.

PRIDER, Programa Regional de Irrigación y Desarrollo Rural Integrado. 2017.

Ampliación de la Presa Ancascocha y Afianzamiento del Valle del Yauca (Ayacucho - Arequipa) Memoria Descriptiva. Coracora - Parinacochas - Ayacucho : s.n., 2017.

QUINA, Bryan. 2015. SlideShare. [En línea] 16 de Junio de 2015.

[https://es.slideshare.net/bryanm93/45989444-densidadrelativa.](https://es.slideshare.net/bryanm93/45989444-densidadrelativa)

Reglamento Nacional de Edificaciones. 2006. Diario el Peruano. *Decreto Supremo N 011-2006 - VIVIENDA.* Lima : Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2006.

SHERARD, J.L. y DUNNIGAN, L.P. 1989. Critical Filters for impervious soils. [ed.]

Journal of geotechnical engineering. s.l. : ASCE , 1989, Vol. Vol. 115 Num. 7, págs. 927-947.

SILVA, G. 2003. *Efectos de Salmuera y temperatura en la permeabilidad de suelos arcillosos.* s.l. : DEPFI, UNAM, 2003.

Terzagui, K. 1929. *Unpublished report on Bou-Hanifia dam, North Africa.* s.l. : Citado por Bertram (1940), 1929.

USBR, (United States Bureau of Reclamation). 2000. *Protective filters Design standards núm. 13. Embankment dams. Chap. 5.* Denver : s.n., 2000.

ANEXOS

Anexos 1. Título: “Análisis y propuesta técnica del filtro dren, que compone el filtro del relleno del cuerpo de la presa proyectada Ancascocha en Coracora – Parinacochas – Ayacucho”

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	INSTRUMENTO
Análisis y Propuesta Técnica del Filtro Dren, que compone el Filtro del Relleno del Cuerpo de la Presa Proyectada Ancascocha	Filtro dren areno gravoso 2C, está formado por Material Areno Gravoso con finos, que cumplan con la granulometría optima a fin de permitir la evacuacion rapida de las aguas subterranas	Propiedades Físicas del Material	Control de calidad	Razon	FICHA GRANULOMETRICA DEL MATERIAL
			Proceso constructivo		
			Granulometria		

Fuente: Elaboración Propia

Anexos 2. Ficha Granulométrica UNI material Aluvial, Cantera chanchairo

INFORME N° S19 - 214

SOLICITANTE : CONSORCIO ANCASCOCHA
 PROYECTO : AMPLIACIÓN DE LA PRESA ANCASCOCHA Y AFIANZAMIENTO DEL VALLE DE YAUCA
 (AYACUCHO Y AREQUIPA)
 UBICACIÓN : CHANCHAIRÓ - PARINACOCAS - LUCANAS - AYACUCHO
 FECHA : 18 DE MARZO 2019

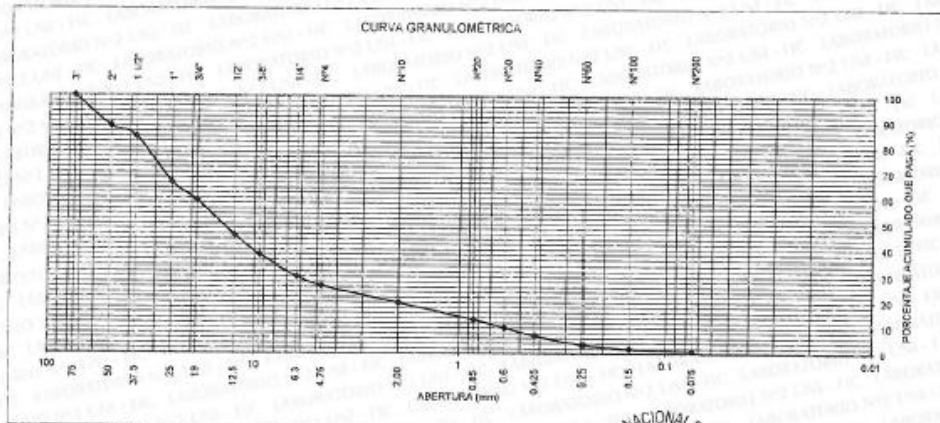
REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Cantera : Chanchairo

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

Tamiz	Abertura (mm)	(% Parcial Retenido	(% Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	75.000	-	-	100.0
2"	50.000	11.8	11.8	88.2
1 1/2"	37.500	4.3	16.1	83.9
1"	25.000	17.8	33.9	66.1
3/4"	19.000	7.1	41.0	59.0
1/2"	12.500	13.5	54.5	45.5
3/8"	9.500	7.5	62.0	38.0
1/4"	6.300	7.9	69.9	30.1
N°4	4.750	3.7	73.6	26.4
N°10	2.000	6.6	80.2	19.8
N°20	0.850	6.5	86.7	13.3
N°30	0.600	3.2	89.8	10.2
N°40	0.425	3.2	93.0	7.0
N°60	0.250	3.6	96.6	3.4
N°100	0.150	1.6	98.1	1.9
N°200	0.075	0.7	98.9	1.1
FONDO		1.1		

% Grava	73.6
% Arena	25.3
% Finos	1.1



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante
 Ejecutado por: Téc. D. Del Pita Ñ
 Revisado por: Ing. D. Basurto R. / B.R.



Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS
 Jefa (e) Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos
 Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842
 e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fic@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



Figura 11.- Análisis granulométrico material aluvial - UNI

Fuente: Consorcio Ancascocha

Anexo 3. Panel Fotografico



Figura 12. Vista panorámica de la ubicación de la presa Ancascocha

Fuente: Elaboración Propia



Figura 13. Vista concentrada de la zona donde se deberá realizar el relleno del cuerpo de la presa, se puede observar que actualmente se encuentra a nivel de cimentación, la misma que se realizó una consolidación con 93 pilotes de 12 metros de profundidad.

Fuente: Elaboración Propia



Figura 14. Otra vista Panorámica realizado con Drone, en la imagen se aprecia el aliviadero de demasías, movimiento de tierras y consolidación de cimentación de la presa proyectada, vaso de la presa zonificado en más de 6 partes por el tipo de tratamiento y la presa antigua.

Fuente: Elaboración Propia



Figura 15. Identificación de los causales de la problemática del relleno del cuerpo de la presa, en especial del tipo de filtro que conforma el relleno del cuerpo de presa.

Fuente: Elaboración Propia



Figura 16. Verificación Geohidrológica en la zona destinada para el relleno del cuerpo de la presa y la construcción del filtro dren horizontal y vertical.

Fuente: Elaboración Propia



Figura 17. Verificación geológica del posible material a utilizar para el filtro dren 2C

Fuente: elaboración propia



Figura 18. Análisis granulométrico por tamizado de materiales areno gravoso extraído de la cantera chanchairo.

Fuente: elaboración propia



Figura 19. Filtración del estribo izquierdo de la presa proyectada en época de estiaje.

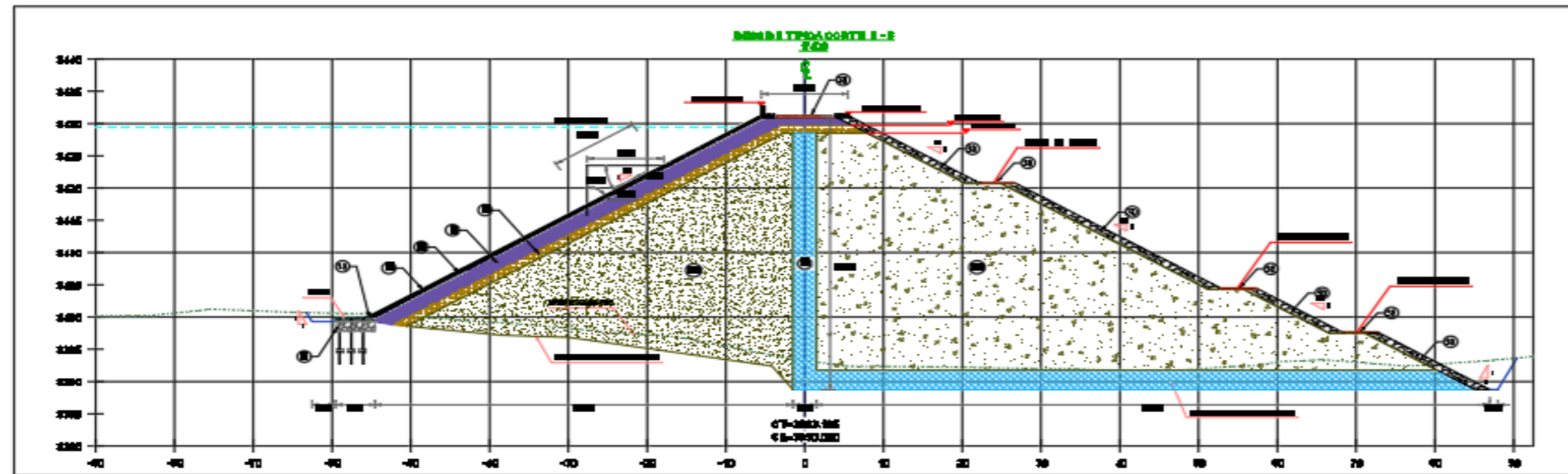
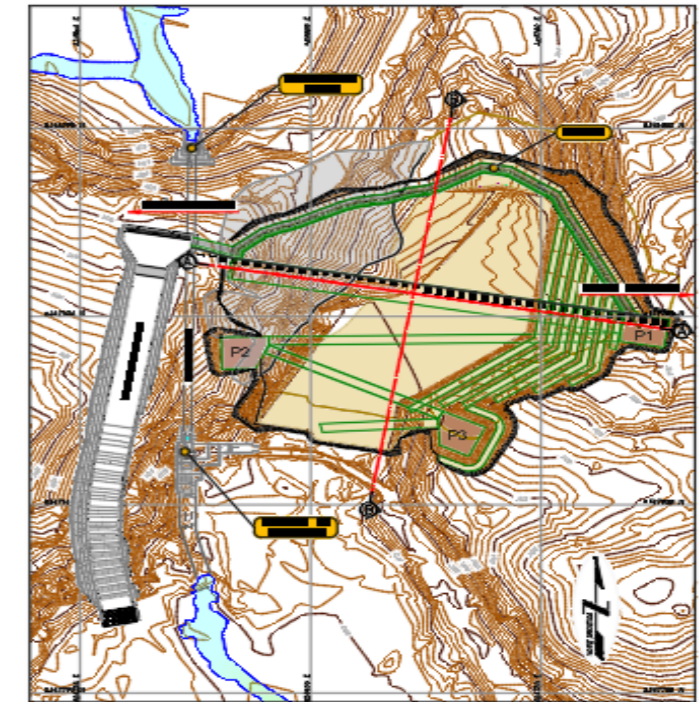
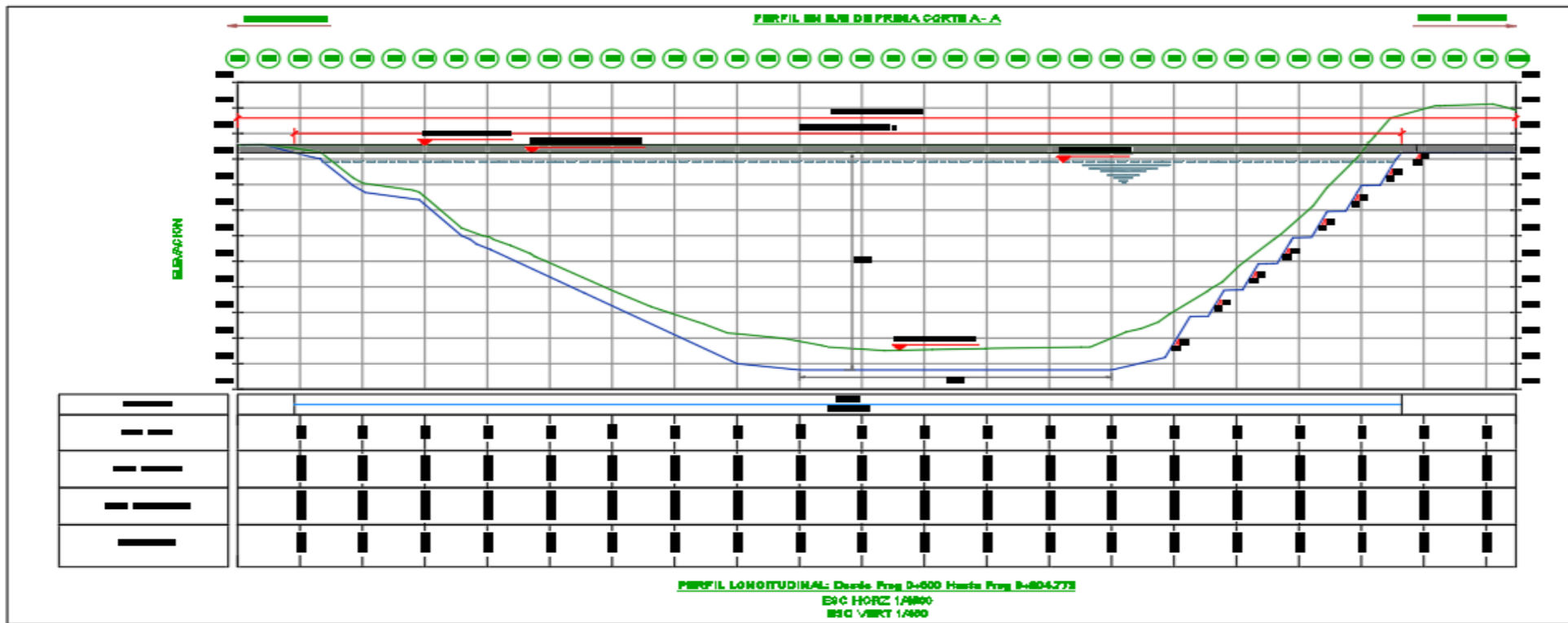
Fuente: elaboración propia



Figura 20. Filtración del estribo izquierdo de la presa en épocas de lluvia

Fuente: elaboración propia

Anexos 4.- Planos



DESCRIPCION DE MATERIALES

Material	Descripción	Características
1	Concreto	...
2	Grava	...
3
4
5
6
7
8
9
10

LEYENDA

	...
	...
	...

NOTA:
 1.- LA ESCALA GRAFICA MOSTRADA ES PARA EL FORMATO A-1, PARA AS CONSIDERAR EL DOBLE.
 2.- DIMENSIONES EN METROS Y NIVELES EN METROS, SALVO INDICADO.
 3.- USAR SOLO DIMENSIONES INDICADAS EN LOS PLANOS.
 4.- CUALQUIER MODIFICACION DE LOS DISCOS SE HARA DEACUERDO A LAS CONDICIONES DEL TERRENO Y CON LA APROBACION DE LA SUPERVISION.



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS, REEVALUACION DE LA FACTIBILIDAD, Y ELABORACION DEL EXPEDIENTE TECNICO DEL PROYECTO: "AMPLIACION DE LA PRESA ANCASCOCHA Y AFIANZAMIENTO DEL VALLE YAUCA (AYACUCHO - A REGUIPAI)"

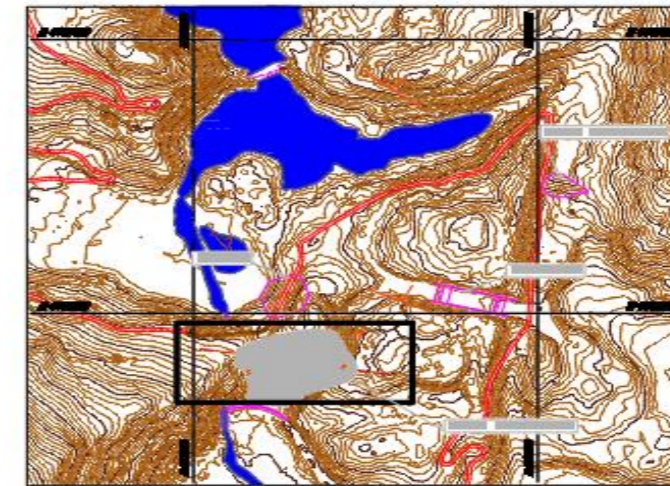
ESCALA INDICADA	PLANO N°: PERFIL EJE DE PRESA Y SECCION TIPO PRESA ANCASCOCHA	CODIGO: 100-10-03
-----------------	---	-------------------

Plano: 100-10-03, Perfil eje de presa y Sección tipo – Presa Ancascocha.

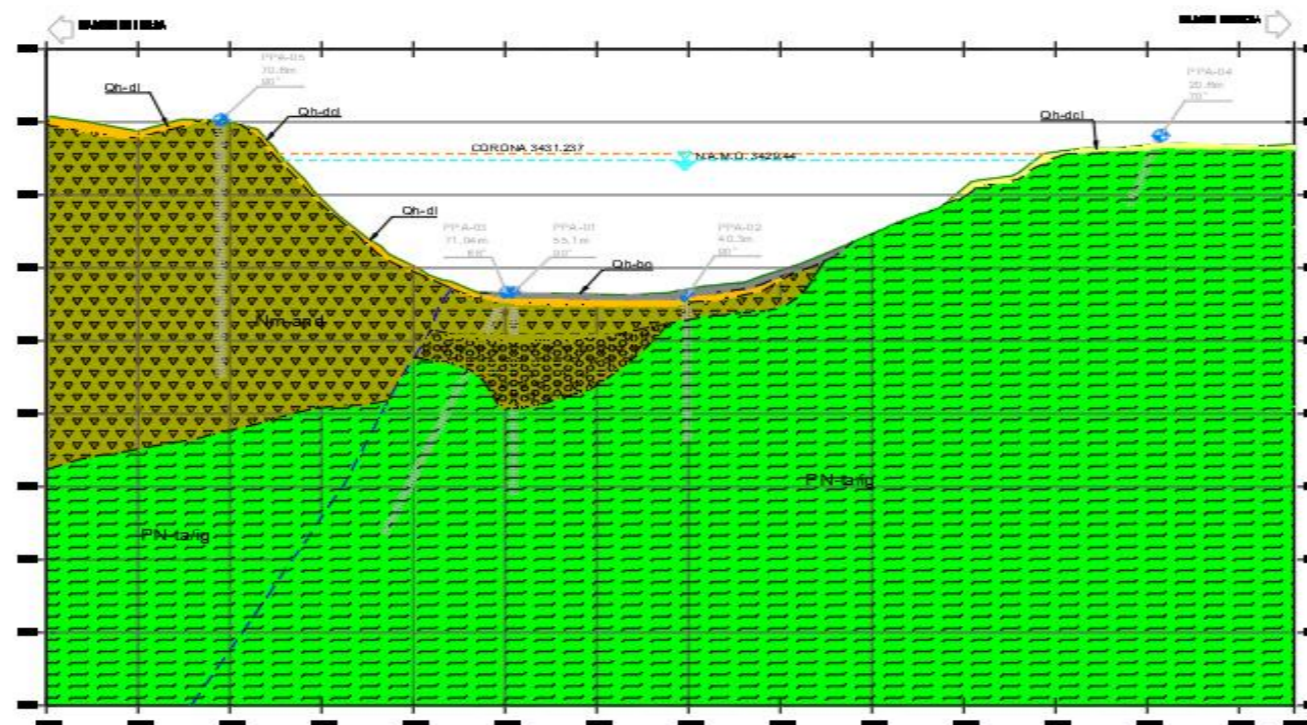
Fuente: elaboración propia, acondicionado de (Prider 2017)



PLANTA EJE DE PRESA
ESC: 1/750



PLANO CLAVE
ESC: 1/5000



PERFIL EJE DE PRESA
ESC: 1/750

DESCRIPCION LITOLOGICA

[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]
[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]
[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]
[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]
[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]

LEYENDA DEL PERFIL GEOLOGICO

[Symbol]	Suelo organico compuesto por arena arcillosa.
[Symbol]	Suelo compuesto por arena limosa con leve presencia de gravas.
[Symbol]	Suelo arenoso limoso.
[Symbol]	Aglomerado volcanico residual alterado a suelo.
[Symbol]	Roca volcanica andesita radurada de textura porfirica.
[Symbol]	Roca ignimbria de color gris salmon.

SIMBOLOGIA

[Symbol]	[Symbol]
[Symbol]	[Symbol]
[Symbol]	[Symbol]
[Symbol]	[Symbol]
[Symbol]	[Symbol]



 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		
Estudio de Alternativas, Reevaluación de la Factibilidad y Elaboración del Expediente Técnico del Proyecto: Ampliación de la Presa Ancascocha y Alineamiento del Valle Yauca (Ayacucho - Arequipa)		
ESCALA:	PLANO N°:	CÓDIGO:
INDICADA	GEOLOGIA PLANTA Y PERFIL GEOLOGICO EJE DE PRESA	50-10-04

Plano 50-10-04, Geología Planta y perfil geológico EJE DE PRESA, Prider, 2017.

Fuente: elaboración propia, acondicionado de (Prider 2017)