



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## **FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Diseño hidráulico con propuesta innovativa para el control de sedimentos del canal Ccochaq-Huayllay tramo II en Vinchos, Ayacucho 2022

#### **TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

#### **AUTORES:**

Barrera Condori, José Manuel ( [ORCID: 0000-0002-1095-8293](https://orcid.org/0000-0002-1095-8293))

Huancahuari Muñoz, Ellery Carlo ( [ORCID: 0000-0002-9185-4380](https://orcid.org/0000-0002-9185-4380))

#### **ASESOR:**

Mg. Villegas Granados, Luis Mariano ( [ORCID: 0000-0001-5401-2566](https://orcid.org/0000-0001-5401-2566))

#### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de obras hidráulicas y saneamiento

CALLAO – PERÚ

2022

## **DEDICATORIA**

A nuestro divino creador, por estar con nosotros y nunca desampararnos en todo este intervalo de tiempo, dotarnos de mucha sabiduría y ser el padre celestial que siempre nos guio, protegió y sobre todo inyectarnos esa dosis de ánimo y perseverancia en los momentos que más necesitábamos de ello.

A nuestras queridas familias, quienes nos dieron el empuje, de manera literal la energía para no desfallecer en este largo camino y de esta manera poder lograr el tan anhelado grado de ingeniero civil.

## **AGRADECIMIENTO**

A esta casa de estudios superiores, a su escuela de ingeniería por habernos abierto las puertas de su prestigiosa y respetable institución para poder culminar esta última etapa de toda carrera profesional.

De igual manera hacemos llegar un agradecimiento al asesor de nuestra tesis, porque en todo momento nos brindó su apoyo de manera desinteresada, volcando toda su experiencia y amplios conocimientos en favor del correcto desarrollo de la presente tesis.

Del mismo modo, hacemos llegar una muestra de gratitud a todo nuestro círculo social y personal, quienes siempre estuvieron prestos a nosotros para poder contribuir con un granito de arena en el desarrollo de la tesis

## Índice de contenidos

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	19
3.2. Variables y operacionalización.....	20
3.3. Población, muestra y muestreo.....	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.5. Procedimientos.....	22
3.6. Método de análisis de datos.....	23
3.7. Aspectos éticos.....	23
IV. RESULTADOS.....	25
4.1. Estudio Topográfico.....	25
4.2. Estudio de suelos.....	25
4.3. Estudio hidrológico.....	29
4.4. Diseño hidráulico del canal.....	31
4.5. En lo referente al presupuesto de la obra.....	34
V. DISCUSIÓN.....	35
VI. CONCLUSIONES.....	37
VII. RECOMENDACIONES.....	38
VIII. PROPUESTA.....	39
8.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	41
8.3. CARACTERIZACIÓN DE LA PROPUESTA.....	49
8.4. RESULTADO.....	54

REFERENCIAS.....	55
ANEXOS.....	60

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Tipo de material y las velocidades permitidas .....	12
<b>Tabla 2:</b> Resistencia en relación a la profundidad .....	13
<b>Tabla 3:</b> Velocidades permisibles para diferentes tipos de revestimiento.....	13
<b>Tabla 4:</b> Velocidades permisibles en los canales de riego .....	14
<b>Tabla 5:</b> Valores permisibles para la tensión de corte y velocidades.....	14
<b>Tabla 6:</b> Perdidas en los canales según el Q trasladado .....	15
<b>Tabla 7:</b> Valores de rugosidad “n” de Manning .....	17
<b>Tabla 8:</b> Operacionalización de Variables .....	21
<b>Tabla 9:</b> Ubicación de Calicatas realizadas .....	26
<b>Tabla 10:</b> Calendario agrícola.....	31

## Índice de figuras

<b>Figura 1:</b> Relaciones geométricas de las secciones transversales más frecuentes .....	11
<b>Figura 2:</b> Secciones de los canales en terrenos empinados, Pérez (2016).....	17
<b>Figura 3:</b> Valor ponderado del $K_c$ para los cultivos locales .....	30
<b>Figura 4:</b> Diseño hidráulico del canal Ccochaq Huayllay, con H-canales.....	32
<b>Figura 5:</b> Variación de la relación de reducción de sedimentos a la altura de la bocatoma para diferentes pendientes del canal, caudal = 100 l/min.	50
<b>Figura 6:</b> Variación de la relación de reducción de sedimentos a la altura de la bocatoma para diferentes pendientes del canal, caudal = 300 l/min.	51
<b>Figura 7:</b> Variación del coeficiente de reducción de sedimentos con la altura del vertedero para diferentes pendientes del canal, caudal = 500 l/min.	52
<b>Figura 8:</b> Variación del coeficiente de reducción de sedimentos con el caudal para diferentes pendientes del canal, $H = 0,5 B$ .....	52
<b>Figura 9:</b> Variación del coeficiente de reducción de sedimentos con el caudal para diferentes pendientes del canal, $H = B$ .....	53
<b>Figura 10:</b> Variación del coeficiente de reducción de sedimentos con el caudal para diferentes pendientes del canal, $H = 1,5 B$ .....	53

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo realizar el diseño hidráulico del canal, para incrementar la oferta de agua y poder elevar el rendimiento productivo por hectárea y así generar mayores ingresos a las familias dedicadas a la agricultura, esto se complementa con una propuesta para un adecuado manejo de los sedimentos y poder prolongar la vida útil del canal. Nuestra investigación es de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, el nivel fue descriptivo – explicativo, con diseño no experimental.

En la parte de resultados se logró determinar el caudal de diseño basándose en datos meteorológicos, determinando las dimensiones reales del canal, según los caudales aforados. La tabulación de datos, se ejecutó mediante un análisis descriptivo donde se muestran dos variables, la población y la muestra, usando herramientas tecnológicas como el AutoCAD Civil 3D, AutoCAD, H-Canales, Excel y otros; logrando realizar el diseño hidráulico de 6,150.00 metros de canal de regadío.

Se concluye que es viable la construcción del Canal, debido a que el diseño como la tipología del suelo lo hacen posible, con un presupuesto de 4,338,046.63 soles, pudiendo irrigar entre 842 a 872 Has, con una eficiencia de 40%.

**Palabras Claves:** Diseño hidráulico, Levantamiento Topográfico, Caudal de diseño, Balance Hídrico.

## ABSTRACT

The objective of this research was to carry out the hydraulic design of the canal, to increase the supply of water and to be able to raise the productive yield per hectare and thus generate higher incomes for families dedicated to agriculture, this is complemented with a proposal for adequate management. of sediments and to prolong the useful life of the channel. Our research is of an applied type, with a quantitative approach, the level was descriptive - explanatory, with a non-experimental design.

In the results part, it was possible to determine the design flow based on meteorological data, determining the real dimensions of the channel, according to the measured flows. The data tabulation was carried out through a descriptive analysis where two variables are shown, the population and the sample, using technological tools such as AutoCAD Civil 3D, AutoCAD, H-Channels, Excel and others; achieving the hydraulic design of 6,150.00 meters of irrigation channel.

It is concluded that the construction of the Canal is viable, because the design and the typology of the soil make it possible, with a budget of 4,338,046.63 soles, being able to irrigate between 842 to 872 hectares, with an efficiency of 40%.

**Keywords:** Hydraulic Design, Topographical Survey, Design Flow, Water Balance.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, no se considera la optimización del recurso hídrico durante su ciclo de uso en los diferentes procesos productivos, por ello, se deben de realizar diferentes investigaciones que ayuden a mejorar las actividades hídricas. Calero y Calero (2018) en la revista Yanacha explica que el desarrollo de estudios o investigaciones deben de centrarse en desarrollar modelos claros, accionables y flexibles que calculen un factor hidráulico de una determinada sección para el diseño de una determinada estructura. Es preciso mencionar que no existen modelos analíticos capaces de diseñar canales, relacionando para ello de manera directa las características geométricas con un determinado submúltiplo de sección del canal. Otros autores conocedores del tema proponen metodologías basadas en un enfoque analítico o muchas veces en enfoques gráficos, los mismos que no son de buena eficiencia y exactitud por las escalas de las cuales hacen uso, generando indeterminaciones mayores al 25%, lo que tiene por objetivo optimizar el modelamiento hidráulico que contribuya a un mejor aprovechamiento del agua.

Vásconez (2017) en su investigación nos refiere que se suscitan factores que agudizan la problemática y la calidad del recurso, todo esto se da en el marco de la globalización que ocurre en todo el mundo, ocasionada en demasía por el desarrollo industrial, la actividad minera, desarrollo de la agricultura, las redes urbanas de desagüe cuyas descargas van directamente a las vertientes, quebradas o ríos, que generan una mayor gama de contaminantes químicos que afectan las fuentes de agua. Es una realidad mundial que millones de seres humanos no tienen pase o por lo general beben agua contaminada incrementando las enfermedades de la población, causando perjuicio al ecosistema y la eliminación de las diversas especies de fauna que existen en el mundo. Siendo para ello un punto de quiebre la dispareja distribución de presupuesto, donde se aprecia que los países de primer mundo utilizan el 50% del agua biodisponible. Con niveles de vida especiales, propiciando de una u otra manera el mayor consumo de bienes y servicios que permita satisfacer sus requerimientos, con productos que necesitan mayor demanda de agua en su producción tales como la carne o la agricultura, que en relación con las zonas

rurales o comunidades pobres que carecen de accesibilidad a este preciado recurso como es el agua, viéndose obligados a transportar agua desde zonas muy alejadas encareciendo el valor comercial del agua en comparación al ámbito urbano,

En el ámbito nacional, Vásquez (2021) menciona que nuestro País, es una de las naciones de mayor desarrollo de la agricultura, donde dicho aumento de la comunidad agrícola no es compartido, por sierra, costa y selva del país, pues solo la región costa presenta un incremento notable y esto se basa o radica ya que en los últimos años en dichas zonas se han desarrollado mega proyectos de irrigación, por el contrario en las zonas de la selva y sierra, denotan un bajo desarrollo agrícola, esto a pesar de que en esta parte del país existen mayor número de áreas verdes y productos de mayor de demanda comercial tales como papa, maíz, ocas, ollucos, yucas, etc., para lo cual la ausencia de obras hidráulicas, condiciona el avance económico de las comunidades dedicada a la agricultura.

El problema local, se desarrolla en la comunidad de Ccoñani, donde los pobladores construyeron un canal rústico, el cual presenta deficiencias en varios aspectos como fisuras, los problemas que atraviesan los productores dedicados al cultivo de papa, maíz, arveja, haba, cebada, trigo, alfalfa y pastos asociados, etc., el cuál es el bajo rendimiento y producción de sus cultivos, indicando como causa directa el escaso suministro hídrico, esto debido a que a lo largo del trayecto del canal rustico se produce una baja eficiencia de conducción. Con esa premisa, se plantea la formulación del problema, ¿Cómo optimizar el recurso hídrico del canal Ccochaq Huayllay mediante un diseño hidráulico Vinchos, Ayacucho, 2022?

**La justificación de la investigación** busca proporcionar información acerca del diseño hidráulico del canal Ccochaq-Huayllay para optimizar el recurso hídrico. En los concerniente a nuestra **justificación teórica** podemos afirmar que pretendemos analizar de manera minuciosa la variable dependiente de nuestra investigación, interactuando a los factores hidráulicos en el desarrollo de un correcto diseño, propiciando un mejor aprovechamiento del recurso hídrico.

Como **justificación metodológica**, el presente proyecto se genera a partir de la necesidad de poner en práctica el diseño hidráulico del canal para optimizar el recurso hídrico. En la investigación se harán uso de otros estudios que aplican métodos similares, los cuales serán incorporados en lo que concierne a la parte analítica, en la parte de equipamientos y evaluaciones.

La **justificación social**, según Fernández (2020), nos manifiesta que toda investigación debe ser trascendente para la humanidad, con el claro ánimo que sea importante para ella, que noten que es una alternativa de solución a un determinado problema, que haga esfuerzos en favor de mejorar los estándares de vida de la población; para Cordero (2018) el concepto de justificación social, está estrechamente ligada con dos aristas muy importantes, una la relevancia que pueda alcanzar la investigación en la órbita de todo lo social y otra en que si realmente esta refleja un remedio a las dificultades que pasa la humanidad, como en problemática educativa, los cuales son vinculados con temas investigativos, debido a que, el entorno propio donde se lleva a cabo el análisis y toma de conocimiento de realidades sociales que de una u otra forma justifican la realización de una determinada investigación o estudio. En referencia a lo manifestado en el párrafo precedente, nuestra investigación se centra en brindar una alternativa de solución para el tema de optimización del recurso hídrico en las comunidades, es decir, a más de 300 familias de Pucará, Ccoñani, Pampamarca, Chocllahuaycco, Ccollota, Casacancha, Ccahueñayocc, Accomarca, Sunturhuasi, Palmadera, Chaupihuasi y entre otros contiguos a las comunidades mencionadas incrementando la producción, productividad y propiciando la mejora del nivel de vida de la población de esta parte del país.

Los objetivos de la investigación, se plantean de la siguiente manera: Como objetivo general, radica en que al final de la investigación debemos de realizar el diseño hidráulico del canal Ccochaq-Huayllay tramo II para la optimización de uso del recurso hídrico en Vinchos, Ayacucho 2022. En lo concerniente a nuestros objetivos específicos nos hemos planteado los siguientes: Analizar el diagnóstico situacional del canal Ccochaq Huayllay en Vinchos, Ayacucho, 2022, Realizar los estudios básicos en el diseño hidráulico del canal Ccochaq Huayllay en Vinchos, Ayacucho, 2022, Determinar los valores correctos de las dimensiones que nos ayuden a realizar diseño hidráulico del canal Ccochaq

Huayllay en Vinchos, Ayacucho, 2022 y Elaborar el presupuesto del diseño hidráulico del canal Ccochaq-Huayllay tramo II para la optimización de uso del recurso hídrico en Vinchos, Ayacucho 2022 y Plantear una propuesta innovativa para el control de sedimentos del canal Ccochaq-Huayllay tramo II en Vinchos, Ayacucho 2022.

Como hipótesis de la investigación, el diseño hidráulico del canal Ccochaq Huayllay optimizará el recurso hídrico del distrito de Vinchos, Ayacucho. Con esto, se potenciará el rendimiento de los principales cultivos que prosperan en las zonas de influencia de nuestro proyecto, motivando a que la población beneficiaria opte por incrementar las áreas de cultivo, generando así una expansión de la frontera agrícola de la Región Ayacucho.

## II. MARCO TEÓRICO

### Internacional

Carrasco (2019) en su investigación realizada que lleva por título “Estudio y caracterización hidráulica del óvalo 21 al óvalo 22 del canal de riego Ambato-Huachi-Pelileo, Cantón Ceballos, provincia de Tungurahua”, donde su principal objetivo fue el de poder caracterizar la conducta hidráulica que va desde los puntos del óvalo 21 al 22, del canal antes mencionado, para lo cual aplica una metodología enmarcada en el aspecto descriptivo, correlacional, explicativo y sobre todo experimental. Entre los resultados señala que haciendo uso de una correlación numérica apoyado en con el programa Hec – Ras, indican un comportamiento subcrítico del flujo, esto basado en el valor numérico que se obtuvo para el numero de Froude es menor a uno, siendo este 0.53, lo cual nos da como respuesta que se trata de un fluido de tipo subcrítico, cumpliendo de esta forma un aspecto primordial para el diseño de canales hidráulicos a cielo abierto. Como conclusión afirma que aplicando una modelación hidráulica en el software Hec-Ras, se logró observar registro de mayor velocidad a partir de las coordenadas 0+100 y 1+200 (alcanzando velocidades de 1.17 m/s), mientras que los registros de baja velocidad se evidenciaron a partir de las abscisas 1+300 – 1+700, el mismo efecto se evidencio entre los puntos 2+200 y 2+660 (velocidades de 0.89 m/s).

González (2018) mediante su investigación denominada “Aspectos hidráulicos en el diseño de una plataforma de gestión y monitoreo de canales hidráulicos, para ser aplicados en la junta del rio Aconcagua”, cuyo motivo fue la de precisar con exactitud los más importantes aspectos hidráulicos que se deben de incluir al momento de diseñar y configurar una aplicación digital que nos ayude a realizar una correcta gestión y seguimiento de canales hidráulicos; las mismas que deberían estar enmarcadas tanto en los recursos como son la infraestructura. Para ello se aplicó un método con enfoque cualitativo, del tipo aplicada y a un nivel explicativo. Entre los resultados, se concluyó que la frecuencia es un parámetro importante al momento de realizar las lecturas de los valores de escurrimiento, la misma que es realizada con la ayuda de sensores. Como resultado obtuvo que un elemento esencial es la frecuencia en la lectura

de la altura de escurrimiento realizada por los señores, que en dicho caso se mantuvo dentro de la frecuencia real con la que normalmente se registran los caudales, si los valores muestran una variación esto será un indicativo para que las zonas de ubicación de los sensores, serán modificadas. Finalmente se llega a la conclusión que, durante la duración del periodo de flujo, es factible medir la mayor separación que debería existir entre los puntos de lectura, no siendo este un valor que sobrepase a los quince (15) minutos para cada lectura de caudal, favoreciendo ello en determinar una mejor exactitud al momento de la apreciación de sucesos que ocurren en el canal, asimismo coadyuvar en la decisión referente a donde se deben colocar los sensores de registro.

Moya y Alexander (2018) desarrolló una estructura hidráulica sobre el canal río negro, ubicado en la ciudad de Bogotá, la finalidad principal de su trabajo fue la de poder conocer los aforos y determinar la cantidad de agua que debe discurrir por unidad de tiempo, permitiendo el desbordamiento de la estructura hidráulica, con el objeto de conocer la probabilidad de que ocurra una inundación que afecte a las zonas de injerencia del canal, para tal finalidad optar por aplicar una metodología de carácter cualitativo, tipo aplicada y nivel explicativo. Entre sus resultados, señala que en la zona de estudio se registran velocidades mínimas cercanas a 1 m/s y como velocidades máximas de 2 m/s, los taludes del canal en la cara derecha de flujo presentan valores angulares de 34,8" y 33,7°, mientras que en la margen izquierda la base del canal hidráulico tiene una longitud de 3 a 16 metros lineales. Concluye que las zonas de gran influencia se establecieron a través del software AutoCAD mediante planimetrías y curvas de nivel de la zona, consideran las poblaciones ubicadas cerca al canal, por ejemplo, el barrio entre ríos, la castellana, río negro, la patria y otras construcciones, como la institución educativa militar que generan escorrentía con dirección al canal, generando un área de aproximadamente 346 mil m<sup>2</sup>.

Marín (2017) ejecuto una investigación, la cual se basaba en la construcción de un prototipo hidráulico que sirva para determinar y establecer los diferentes tipos de flujo que se dan en canales tipo abiertos, que brindaran información importante para el laboratorio de mecánica de fluido en la facultad de ingeniería, que aplica una metodología mixta. Se aplico una metodología tipo cualitativa y otra del tipo cuantitativa, logrando como resultado la denotación lógica que

presenta una desviación en ambos tipos de flujo, para el mayor caudal de 17.23 litros/segundo y para el menor 14.83 litros. Determino que el prototipo elaborado e instalado mostro respuesta confiables y por ende cumplió satisfactoriamente su funcionalidad.

En cuanto a la revista internacional de Ingeniería agrícola y biosistemas, Mendoza y Aguilar (2018) presentó un procedimiento que permitió experimentar la tasa de velocidad de corte, teniendo como base teórica, como un referente para la distribución de la velocidad en la zona externa de flujo turbulento, considerando una metodología experimental de un conducto o canalón que presenta una pendiente modificable, de sección rectangular. Dentro de los resultados alcanzados, se logró establecer un modelo que aplica la ley logarítmica, logrando un óptimo ajuste con rigor estadístico, teniendo en cuenta la tasa de velocidad de cortadura estimada a partir de los datos conocidos durante los ensayos experimentales, después de ello se puede afirmar que el procedimiento mostrado arroja una mínima vacilación en el cálculo de la tasa de velocidad de cizalla (corte).

## **Nacional**

Chuquipa (2020) realizo el diseño de un canal denominado Monterrico, para irrigar tierras de cultivo en el pueblo de Tolopampa, distrito de El Parco, provincia de Bagua, en la región amazónica. El método utilizado es no experimental y, además, es descriptivo en tanto describe las propiedades hidráulicas, cualidades y propiedades del objeto de investigación, también esta enmarcada en una investigación aplicada y mixta, propicia para la integración y discusión de los datos cualitativos como cuantitativos. Como resultado, se determinó que la tasa de agua necesaria fue de 132.20 litros/s, para regar 139.25 hectáreas de terreno en la localidad de Tolo Pampa y el diseño del Canal que lleva por nombre Monterrico permite encausar y conducir un caudal de 132.20 litros/s, asegurando así el recurso hídrico para regar las 139.25 hectáreas. La toma de agua para el mencionado canal parte de la quebrada Tañuspe, la misma que es idónea para su aplicación en labores agrícolas como pecuarias, para el caso de consumo humano directo esta previamente debe ser tratada de manera fisicoquímicamente.

Torres (2017) mediante su investigación denominada “Diseño hidráulico y modelado de cinco kilómetros de canal y obras de arte – Proyecto Carpintero; con el programa HEC-RAS”. La investigación aplico dos tipos de metodologías tanto no experimental como descriptiva, logrando como fruto final de la investigación que el referido canal diseñado, no debería presentar problemas referidos a sedimentaciones, de otro lado se usara concreto simple de  $175 \text{ Kg/cm}^2$  de resistencia, no debiendo darse problemas de desprendimiento de la capa de revestimiento debido a que el máximo valor de velocidad que se alcanzaría sería de  $2.19 \text{ m/seg}$ , siendo este valor menor al parámetro de velocidad máxima ( $3.00 \text{ m/seg}$ ) en la cual si existiría la posibilidad de levantarse el revestimiento. Concluyó que al final de ejecutar el modelado del flujo en el canal carpintero, se visualiza que no se presentan problemas en todo el recorrido, lo mismo que le dio base técnica para poder afirmar que el software HEC-RAS, es adecuado para comprobar y observar el tránsito del flujo dentro del canal.

Santiesteban (2019) elaboró el predimensionamiento hidráulico del canal L-02 Huabal, donde la metodología fue de enfoque cuantitativa, tipo aplicada y nivel explicativo. Como resultado alcanzo a desarrollar un diseño geométrico, con un radio mínimo de  $4\text{m}$  y un  $Q= 0.42 \text{ m}^3/\text{seg}$  de escorrentía; de igual forma, la ANA, refiere que para un caudal de  $0.50 \text{ m}^3/\text{seg}$ , el radio mínimo debe ser  $5 \text{ m}$ ; también concluyó que el diseño esperado tomó en cuenta los datos recolectados a través de estudios topográficos, de suelos e hidrológicos, los cuales se describen de manera detallada.

González (2020) detalló el modelo hidráulico virreinal aplicado en los barrios ubicados en el centro histórico de la capital del Perú (Lima), para lograr el abastecimiento de agua mediante la tipificación de los componentes arquitectónicos. La metodología empleada fue de enfoque cualitativo y diseño teórico fundamentada; el resultado determino que los pozos de agua que se construyeron en casonas con el fin de asegurar la reserva de líquido y a rango hidrodinámico identificaron distintas arquitecturas que permiten el flujo del agua en la ciudad como acueductos, canales, tuberías y alcantarillas. Una conclusión fue que la arqueología facilita conocer un modelo hidráulico que sirvió, para

brindar una solución al inconveniente del abastecimiento de agua, en ese entonces.

## **LOCAL**

Bellido (2020) a través de su trabajo de investigación denominada “Opciones de diseño hidráulico del canal local, que favorezca la reactivación del riego tipo tecnificado, en el ámbito de la comunidad de Chirilla - Ayacucho 2020”, estableció la relación del diseño hidráulico de un canal para permitir la reactivación del riego tecnificado en la localidad, para lo cual se empleó una metodología de diseño no experimental, tipo correlacional y nivel descriptiva correlacional. Entre los resultados, se obtuvo que el canal de sección rectangular permite la reactivación del riego tecnificado que a su vez facilita que el reservorio contenga agua, para poder ser utilizado fácilmente suministrando agua al sistema de riego tecnificado que se encuentra inoperativa a consecuencia de que el canal construida de forma precaria no contribuye al propósito de dotar la suficiente cantidad del líquido elemento al reservorio, concluyendo que este diseño y posterior construcción del mencionado canal influye de forma significativa en la funcionalidad del riego tecnificado.

Machaca y Chambilla (2021) desarrollo una investigación que lleva por título “Propuesta de diseño hidráulico para un canal de irrigación en distrito del Colca – Víctor fajardo – Ayacucho, 2021”, logró el diseño hidráulico y estructural para la posterior construcción del canal llamado San José (por la zona en que se ubicaría). Se opto por aplicar la metodología de diseño no experimental, tipo correlacional y nivel descriptiva. Como resultado se pudo conocer que el peso admisible del suelo de cimentación de la Bocatoma Huillcamayo y obras de arte son de 2 y 2.50 Kg/cm. Concluyeron que la tubería permite cimentar en los primeros 2.50 km de recorrido, estando esta sobre rocas tipo sedimento – volcánicos; integradas principalmente por trazas de areniscas y agregados cementados cubiertos por material tipo coluvial de reducida potencia cercana a 1.0 m y en los consecutivos 2.7 km restantes, se presenta el mismo tipo de material con la diferencia de que presentan una compacidad relativamente suelta, siendo su potencia por encima de 2.0 m.

Bendezú (2018) desarrollo una investigación titulada “Evaluación de fenómenos hidráulicos y diseño en dos dimensiones con el programa IBER, en un canal de inclinación variable” cuyo objetivo fue evaluar os fenómenos hidráulicos y análisis bidimensional con el programa IBER, se optó por usar el método de diseño no experimental, tipo correlacional y nivel descriptiva. Como resultado y conclusión menciona que para verificar los fenómenos hidráulicos se debe medir velocidades y tirantes en forma bidimensional y comparar con el modelamiento realizado con el software IBER, así comparar valores para finalmente tener las conclusiones y recomendaciones.

En cuanto al diseño hidráulico de canales de irrigación, para un determinado proyecto de irrigación es de sumaráxima importancia tener en cuenta la base de la tipología del suelo, cultivo para el fin del canal, las condiciones climáticas, la metodología de riego y más. Se tiene en cuenta la relación suelo, agua y circunstancias hidráulicas. En los siguientes párrafos se considera lo siguiente:

Gallardo (2018), señala los canales hidráulicos son vías abiertas por donde circula el líquido elemento por efecto de la gravedad, sin presión alguna, ya que la atmosfera está en contacto con el espacio libre. Así mismo, estos pueden distinguirse en conductos abiertos, como ya se mencionó y conductos debidamente cerrados, que transportan agua a un nivel semilleno como es el caso de túneles y otros conductos totalmente cerrados como por ejemplo las tuberías.

Asimismo, existen determinados factores, como por ejemplo la tipología del material del cuerpo del canal, valor de la rugosidad, tasa de velocidad máxima y mínima, inclinación del canal, taludes, etc. La fórmula que mayormente se usa es la del ingeniero Manning y su notación es como se muestra:

$$Q_a = \frac{1}{n} A R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

En la cual:

$Q_a$ = Caudal expresado en  $m^3/s$

$n$ = Rugosidad

A= Área expresado en m<sup>2</sup>

R= Radio hidráulico = Conocido como sección húmeda

**Figura 1:**

*Relaciones geométricas de las secciones transversales más frecuentes*

Sección	Área hidráulica (A)	Perímetro mojado (P)	Radio hidráulico (R)	Espejo de agua (T)
 Rectangular	$by$	$b + 2y$	$\frac{by}{b + 2y}$	$b$
 Trapezoidal	$(b + zy)y$	$b + 2y\sqrt{1 + z^2}$	$\frac{(b + zy)y}{b + 2y\sqrt{1 + z^2}}$	$b + 2zy$
 Triangular	$zy^2$	$2y\sqrt{1 + z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1 + z^2}}$	$2zy$
 Circular	$\frac{(\theta - \text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta})\frac{D}{4}$	$(\text{sen}\frac{\theta}{2})D$ ó $2\sqrt{y(D - y)}$
 Parabólica	$\frac{2}{3}Ty$	$T + \frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T^2y}{3T + 8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$

*Nota.* Adaptado del Manual de obras hidráulicas, por G.P. Campomanes, 2018

Gallardo (2018), señala que previo a un diseño hidráulico, es necesario considerar información básica e inicial para el desarrollo del mismo: capacidad portante, dibujo topográfico, topografía, petrografía y geotécnica; fotografía espacial (aplicación google maps), planos topográficos y catastrales, estudios de tipología de suelos y prospección topográfica (1/500, 1/1000, 1/2000).

Para el diseño de un canal abierto las consideraciones:

- El desarrollo del diseño de un sistema de conducción hidráulico, generalmente son ocasionados por el valor de caudal, que se desea transportar y la pendiente con la que se cuenta, para esta oscile dentro de los parámetros, conocido como el valor de rugosidad que está estrechamente ligado al tipo de revestimiento que se determine usar.

- La unidad mojada se determina en base a la velocidad alcanzada en el canal, que varía de 0.7 a 2 m/s, con la finalidad de impedir sedimentación y la erosión.
- El diseño ideal de una determinada sección desde el punto de vista hidráulico, es la que nos facilite transportar un caudal máximo con un tamaño mínimo de superficie mojada

Y en cuanto a la rasante, las consideraciones mínimas son:

- El trazo de la rasante de fondo permite realizarse en la base del perfil longitudinal. Cuando hace referencia de los puntos de captación que comprenden el canal de riego

Gallardo (2018) en cuanto a lo que concierne a las velocidades admisibles, será la velocidad más baja la que no sedimente y tampoco permita el desarrollo de musgos y especies vegetales acuáticas, así mismo, considerar que la tasa de velocidad de flujo no será más baja a la velocidad de sedimentación de materiales suspendidos durante el transporte del agua.

**Tabla 1:**

*Tipo de material y las velocidades permitidas*

<b>Tipo de material</b>	<b>Ve en m/s</b>
Limo	0.15 a 0.30
Arena	0.20 a 0.60
Grava	0.60 a 1.20
Suelos arcillosos	0.70 a 1.20
Arcilla	1.0 a 2.0
Rocas sedimentarias	2.5 a 4.5
Rocas cristalinas	20.0 a 25.0

**Nota.** La tabla muestra el tipo de material y las velocidades permitidas de un canal, adaptado del Manual de obras hidráulicas, por G.P. Campomanes, 2018.

**Tabla 2:***Resistencia en relación a la profundidad*

	Resistencia	Profundidad (m)				
	kg/cm <sup>2</sup>	0.5	1	3	5	10
<b>Hormigon</b>	50	9.6	10.6	12.3	13	14
	75	11.2	12.4	14.3	15.2	16
	100	12.7	13.8	16	17	18
	150	14	15.6	18	19.1	21
	200	15.6	17.3	20	21.2	23

*Nota.* La tabla muestra la relación entre la resistencia y la profundidad Adaptado del Manual de obras hidráulicas, por G.P. Campomanes, 2018.

**Tabla 3:***Velocidades permisibles para diferentes tipos de revestimiento*

<b>Tipología del estrato</b>	<b>Tirante (y) expresado en (m)</b>		
	<b>0.5</b>	<b>1</b>	<b>5</b>
Roca (ya sea sedimentaria/ígneas)	1.7-6.3	2.1-7.7	3-11
Canal de madera	26-29	28-32	3.4-38
Recubrimiento usando concreto	96-15.6	10.6-17.3	1.3-21.2
Revestimiento de mampostería aplicando piedra	4.3-7.4	5-8.7	6.7-11.6

*Nota.* La tabla muestra las velocidades permisibles en diferentes revestimientos. Adaptado del Manual de obras hidráulicas, por G.P. Campomanes, 2018.

**Tabla 4:***Velocidades permisibles en los canales de riego*

Tipo de material	V <sub>n.e</sub>
Canales arenosos	0.30
Arcilla arenosa	0.40
Materiales aglomerados	2.00
Muro de piedra	2.50
Canales con roca compacta	4.00
Canales de concreto	4.50

*Nota.* La tabla muestra las velocidades permisibles en diferentes tipos de canales. Adaptado del Manual de obras hidráulicas, por G.P. Campomanes, 2018.

**Tabla 5:***Valores permisibles para la tensión de corte y velocidades*

Tipo material	KS en (m <sup>1/2</sup> s)	Agua clara		Agua con limo	
		V(m/s)	τ(kg/m <sup>2</sup> )	V(m/s)	τ(kg/m <sup>2</sup> )
Arena fina	50	0.16	0.13	0.76	0.37
Greda arenosa	50	0.53	0.18	0.76	0.37
Greda limosa	50	0.61	0.23	0.91	0.54
Limo aluvial	50	0.61	0.23	1.07	0.73
Greda común firme	50	0.76	0.37	1.07	0.73
Arcilla dura	50	1.14	1.27	1.52	2.24
Limo aluvial	50	1.14	1.27	1.52	2.24
Grava fina	50	0.76	0.37	1.52	1.56

*Nota.* La tabla muestra los valores permisibles para la tensión de corte y velocidades. Adaptado del Manual de obras hidráulicas, por G.P. Campomanes, 2018.

Existen factores que perjudican la filtración de agua, como la capacidad de absorción del suelo, el calado de agua en el canal, la temperatura, años de antigüedad del canal y el valor numérico del caudal, en el siguiente cuadro se muestra las pérdidas de caudal por kilómetro.

**Tabla 6:**

*Perdidas en los canales según el Q trasladado*

<b>Q (m3/s)</b>	<b>% de pérdida de Q/km</b>
0.03-0.1	6-12
0.1-0.2	12-9
0.2-0.3	9-6
0.5-1	4-6
1-1.5	4.5-3
1.5-2	3-2.5
2-3	2.5-1.8
3-10	1.1-0.6
10-20	0.6-0.5
20-50	0.5-0.2
50-100	0.2-0.15
100-200	0.15-0.05
200-300	0.05-0.02

*Nota.* La tabla muestra el caudal y las pérdidas del mismo. Adaptado del Manual de obras hidráulicas, por G.P. Campomanes, 2018.

Para el cálculo de la filtración en canales revestidos se pueden usar las siguientes formulas:

- Formula de T. Ingham

$$Pe = 0.0025\sqrt{d}(b + 2 * m * d)$$

- Formula de Echeverry

$$Pe = 0.0064 * C_e * \sqrt{d}(b + 1.33d(\sqrt{1 + m^2}))$$

- Formula de Pavlovski

$$Pe = 1000 * K * (b + 2 * d(1 + m))$$

Sabiendo que:

$P_e$ = pérdidas expresadas en  $m^3/s.km$

$C_e$ = coeficiente de permeabilidad

$d$ = Calado (y) dado en m

$b$ = Ancho solera

$m$ = Tan del  $\alpha$  de talud con vertical

Pérez (2016), para el diseño de canales con fuerte pendiente se toma los siguientes criterios: Para el cálculo del caudal y del tirante, previo a ello se calcula el caudal extra de la mezcla de agua con aire, con el propósito de arreglar el tirante de la sección con los factores, para determinar la integración de oxígeno en canales de elevada pendiente, aplicando la relación numérica de Douma:

$$C = \frac{\sqrt{0.2 * F - 1}}{10}$$

Donde “C” significa la concentración de aire y “F” representa al # de froude. Para calcular nuestra tirante, nos apoyamos en:

$$C = \frac{(1 - 1.3(c - 0.25)^2)}{1 - c}$$

“C” debe ser menor de 0.75 y el gasto de la mezcla agua y aire, lo calculamos así:

$$Q_s = \frac{0.5 * \sigma * v^3 \sqrt{2\pi}}{2g}$$

Para corrientes en chorro con fuerte rugosidad, se utiliza para crear un estado más estable e ideal, cuando la velocidad del agua puede romper el revestimiento o formar un tren de olas. Se coloca en un trayecto de una pila rápida de soleras laterales, en una disposición tipo “Z” o patrón disperso, cuya finalidad es incrementar el valor de rugosidad del tramo para reducir la tasa de velocidad del flujo, Gallardo (2018).

**Para lo cual:**

Qs= Gasto máximo de la mezcla

$\bar{\sigma}$ =  $3 \times 10^{-3}$  – paredes lisas

$\bar{\sigma}$ =  $3.5 \times 10^{-3}$  – paredes rugosas

V= máxima velocidad (m/s), cumpliendo:

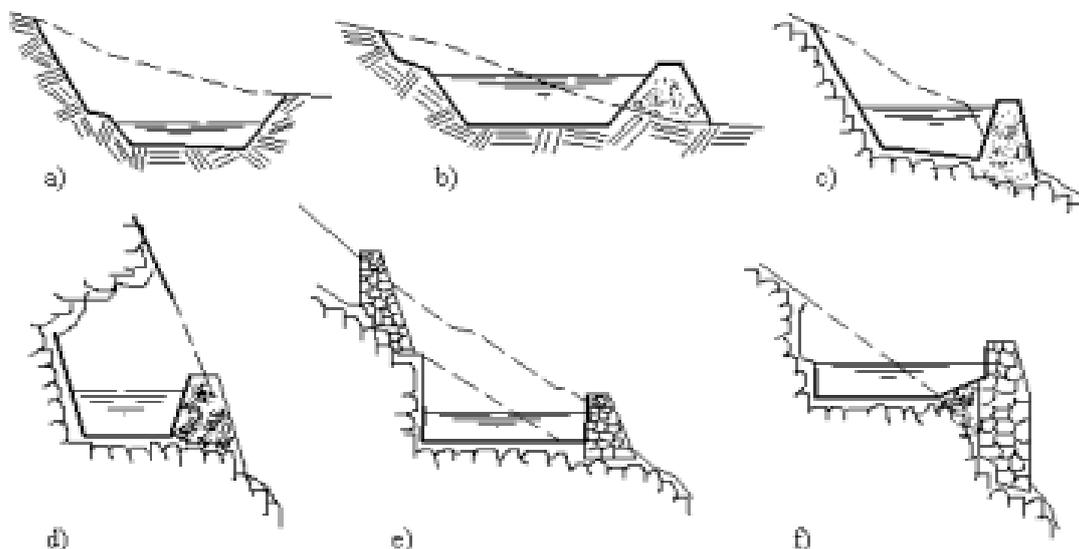
v/u= 1.1 para paredes lisas

v/u= 1.3 para paredes rugosas

U= velocidad media

**Figura 2:**

*Secciones de los canales en terrenos empinados, Pérez (2016)*



Nota. Tomado del libro de diseño de canales abiertos, por P.G. Armijos, 2018.

Las estructuras hidráulicas de conducción de agua, proyectados con revestimiento, el valor de rugosidad se ve influenciado por el tipo de material que se emplea, que por lo común suele ser concreto, geomembrana, tubería PVC o HDP metálica, siempre y cuando laboremos a presión barométrica.

**Tabla 7:**

*Valores de rugosidad “n” de Manning*

<b>n</b>	<b>Superficie</b>
0.010	Muy lisa, vidrio, plástico y cobre
0.011	Concreto muy liso
0.013	Madera suave, metal, concreto frotachado
0.017	Canal de tierra en buenas condiciones
0.020	Canal natural, libre de vegetación
0.025	Canal natural, con presencia de vegetación y piedras esparcidas al fondo
0.035	Canales naturales con abundante vegetación
0.040	Arroyos de montaña con mucha piedra

Nota. La tabla muestra los valores de rugosidad de Manning. Adaptado del Manual de obras hidráulicas, por G.P. Campomanes, 2016.

Gallardo (2018) en el revestimiento de canales, estos deben cumplir con requisitos tales como proporcionar barreras impermeables para el paso de la humedad, reducir las pérdidas de agua y permitir que los beneficios del riego se extiendan a tierras cultivables más grandes, protegiendo las tierras contiguas, de los perjuicios generados por las filtraciones, prescindiendo de esta manera de obras de drenaje de elevado presupuesto, cuidando de que este no se afecte por la erosión facilitada al alcanzar velocidades más rápidas, reduciendo el factor de rugosidad permite aumentar la velocidad, evitando el ablandamiento del terreno debido a la humedad, protegiendo así las laderas de deslizamientos de tierra, por lo tanto protegiendo taludes de deslizamientos y cumpliendo con lo antes mencionado, reducirá considerablemente los gastos de mantenimiento.

Los tipos de revestimiento son los siguientes en cuanto a las mezclas con cemento, las cuales son fundidas en el sitio prefabricadas como hormigón, mortero, mampostería, ladrillo y ferrocemento y mezclas asfálticas en membrana enterrada y concreto asfáltico, según Gallardo (2018).

En cuanto a la optimización del recurso hídrico, la gestión de recursos hídricos debe desarrollarse de forma eficiente, eficaz y sostenible, en especial en lugares con déficit hídrico, asimismo las técnicas de optimización integran una herramienta de gran importancia en el método de toma de decisión para alcanzar una asignación del agua, entre los diferentes usuarios, según Molinos et al. (2016).

Unas condiciones adicionales mencionan Santiago y Silva (2019), afirmando que los perfiles de la profundidad del agua para condiciones de flujo permanente y gradualmente variado se obtienen resolviendo las relaciones matemáticas de preservación de energía y conservación de volumen, conocida como la ecuación de continuidad, a lo largo del canal.

### III. **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación**

Optamos por utilizar la de tipo aplicada, dado que emplearemos definiciones teóricas, que sirvan de sustento técnico de nuestras variables en estudio. De acuerdo con Ñaupás et al. (2018) los estudios de carácter aplicado, reflejan el producto de estudios conocidos como básicos, los mismos que están encaminados en brindar una solución a la problemática de la sociedad civil.

##### **Enfoque de la investigación**

Es cuantitativa, debido a que se encuentra vinculada con indicadores matemáticos, que integra alternativas grupales con el propósito de alcanzar información relevante para el estudio, donde cada parte tiene un proceso adecuado que permite alcanzar una continuidad, analizando y vinculando procesos realizando un análisis matemático idóneo, donde se obtiene las respectivas conclusiones vinculadas a las hipótesis, por tal motivo la metodología cuantitativa favorece a la validación de objeciones establecidas en la primera parte de nuestro estudio, según Hernández y Mendoza (2018).

##### **Nivel de la investigación**

El nivel es descriptivo – explicativo, ya que los resultados se sustentarán detalladamente el propósito de la investigación. Según Hernández y Mendoza (2018) sostienen que son explicativos debido a que se fundamenta las particularidades y propiedades de las variables de estudio.

##### **Diseño de la investigación**

El diseño es de carácter no experimental, debido a que no es factible poder manipular las variables. Por lo tanto, Hernández y Mendoza (2018)

sustenta que los diseños de tipo no experimentales se desarrollan sin necesidad de modificar de manera intencionada las variables, asimismo observa los fenómenos para desarrollar su análisis correspondiente.

### **3.2. Variables y operacionalización**

#### **Variable independiente**

Diseño hidráulico del canal

#### **Variable dependiente**

Optimización del recurso hídrico

**Título: DISEÑO HIDRÁULICO DEL CANAL CCOCHAQ-HUAYLLAY TRAMO II PARA LA OPTIMIZACIÓN DE USO DEL RECURSO HÍDRICO EN VINCHOS, AYACUCHO 2022.**

**Autor: Ellery C Huancahuari Muñoz y José Manuel Barrera Condori**

**Tabla 8:**

*Operacionalización de Variables*

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>V.I: Diseño hidráulico del canal</b>	Un diseño hidráulico de un canal, abarca su revestimiento y la decisión de las propiedades hidráulicas como la tasa de flujo (velocidad) por unidad de tiempo, tirante que permiten fijar el régimen de la escorrentía de agua en el canal. Debiendo tomar en cuenta ciertos factores, tales como: tipología del material del cuerpo del canal, valor numérico de rugosidad, velocidad tanto máxima como mínima permitida, inclinación del canal y taludes, etc. (Jiménez S., 2016).	Los canales adicionalmente tienen ciertas particularidades que deben ser tomadas en cuenta para comprender el movimiento dinámico del fluido que albergan. Una de estas particularidades es el borde libre, que se conceptualiza como el valor de la distancia o altura que va desde el ras de la superficie del líquido (usualmente agua) hasta la parte alta o superior del canal, según Castellanos (2017).	Variabilidad	Diagnostico situacional
			Estudios básicos	Estudio hidrológico Estudio topográfico Estudio de mecánica de suelo Caudal de diseño Geometría de canal Velocidades Inseguridad hídrica
<b>V.D: Optimización de recurso hídrico</b>	La administración integral de recursos hídricos se debe entender como un proceso que facilita el desarrollo y la administración, relacionado el agua, la tierra y los recursos relacionados para elevar y maximizar el resultado económico y la asistencia social de una forma manera equiparada sin perjudicar la preservación de ecosistemas imprescindibles. (Martínez y Villarejo, 2018)	El propósito de la optimización del uso del agua, es reforzar la capacidad de aprovechamiento del agua en una determinada zona geográfica, especialmente en épocas de escasez del recurso hídrico. El aprovechamiento del mismo es aplicado en temas agropecuarios, los cuales tienen un efecto directo en el desarrollo económico de una determinada Región. Para conseguir una verdadera optimización de mejor relevancia es imprescindible la edificación de todo una batería de infraestructura hidráulica como por ejemplo represas, canales de regadío, etc. (Gamarra, Manuel; Hidalgo, Miguel; López, Mario; Medina, César, 2017)	Insuficiencia de estructuras hidráulicas	Pérdida de producción Incremento de pobreza Cambio climático
			Demanda hidráulica	Tipo de Suelo Gestión de agua

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

La población, consta del total de las unidades a estudiar con características y factores intrínsecos, para lo cual dichas unidades pueden ser objetos, personas y otros, según Ñaupas et al. (2018). De acuerdo con Arias (2021) la muestra es la delimitación de la población. Considerando la premisa, la población es la totalidad del canal Ccochaq-Huayllay y la muestra es el tramo II del mismo canal en Vinchos, Ayacucho.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

En nuestro trabajo aplicaremos la técnica de la observación. De acuerdo con Ñaupas et al. (2018) este tipo de técnica, es la que liga de manera directa al objeto investigado con el responsable de la investigación. Sólo está compuesta por diversos instrumentos de observación.

- Análisis de la zona en estudio.
- Topografía (levantamiento).
- Realización de EMS de las muestras a extraer de la zona en estudio
- Compilación de data hidrológica.
- Aplicar instrumentos tecnológicos (softwares) AutoCAD, Civil3D, otros.

### **3.5. Procedimientos**

La investigación tuvo como punto de partida, la demarcación de la cuenca, estimación de los parámetros geomorfológicos y estudios hidráulicos, considerando la variabilidad, estudios básicos y parámetros hidráulicos; se efectuó un estimativo respecto a los beneficios potenciales que podría aportar el canal, al optimizar el recurso hídrico para la comunidad, evaluando las probables deficiencias en la estructura hidráulica y la misma demanda hídrica. Se procedió a efectuar el estudio a través de un levantamiento topográfico para obtener cotas y calicatas. Una vez alcanzado los resultados del aforo, de la topografía y del estudio de suelos, se procedió a efectuar el diseño hidráulico del canal, así como un

estudio orientado a construir una propuesta destinada a optimizar la reducción de sedimentos lo que alargaría la vida útil del canal hidráulico.

### **3.6. Método de análisis de datos**

De acuerdo a Hernández-Sampieri et al. (2014), la recolección de la información y su posterior análisis, es la parte medular de la investigación fáctica. En ese sentido, se tratan de datos que van permitiendo comprender el fenómeno estudiado en su real dimensión. En ese contexto, la información conseguida de las calicatas fue procesada en los laboratorios de suelos, así como los datos topográficos (estación total), GPS, se utilizaron herramientas digitales como el AutoCAD Civil 3D, AutoCAD Clásico, H-Canales, Excel y Word, todos ellos con el propósito, no sólo de contribuir al diseño del canal hidráulico propuesto, sino a realizar una evaluación de costos y el desarrollo de una propuesta complementaria destinada a reducir el impacto de los sedimentos en el canal y de esta forma, alargar su vida útil.

### **3.7. Aspectos éticos**

Hernández y Mendoza (2018) señala que la principal finalidad de un determinado estudio de la ética, es la moral. El investigador debe estar habido para posesionarse con la autenticidad de los resultados sin modificar información alguna; se cuenta con la representación de un profesional competente para supervisar el estudio investigativo. En ese contexto, los investigadores plantearon y desarrollaron la presente investigación acorde con los principios de respeto de las personas, es decir, durante todo el proceso de la misma, se fue muy escrupuloso con el respeto de todas aquellas personas involucradas, enfatizándose a los pobladores de las comunidades que serían beneficiadas con la ejecución del proyecto en aras de la mejora de su calidad de vida. El principio de beneficencia se sustentó sobre los beneficios aportativos de este trabajo en aras de las poblaciones involucradas, así como el incremento de la frontera agrícola en el país.

El principio de justicia se sustenta en la atención que demandan aquellos sectores sociales que se verían beneficiados con la construcción del canal hidráulico propuesto, lo que refleja un adecuado reparto de la inversión pública en aras del desarrollo de los sectores productivos del país que se encuentran seriamente postergados.

El principio de no maleficencia se destaca en que el proyecto planteado tiene una naturaleza aportativa y coherente con la búsqueda de soluciones en pro de los problemas que afronta la sociedad y no n contra de ella.

Por último, se adhiere al principio de autonomía, en la medida que se trata de una investigación enteramente de iniciativa de sus autores, sin ningún nexo o interés subalterno que pueda tener distorsionar o mal influenciar sus propósitos.

Una vez considerado las obligaciones de los investigadores, se lleva a cabo el propósito ético de la investigación, el cual es fomentar la integridad científica cumpliendo los estándares máximos del método científico con honestidad y responsabilidad, con ello garantizar el preciso conocimiento científico, el bienestar de los involucrados y los derechos de los mismos.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1. Estudio Topográfico**

Se realizó el respectivo levantamiento topográfico, logrando ubicar los BMS verticales de control (Ver anexo 01), para nuestro caso fueron 26 puntos, para lo cual se tuvo el apoyo de un equipo topográfico tipo estación total, por intermedio del mismo se pudo determinar las cotas de los puntos BM en toda el área dentro del ámbito del estudio.

Empleando el mencionado equipo topográfico y los valores de latitud y longitud del BM1, fue factible efectuar la prospección planimétrica, en todo el largo del canal Ccochaq-Huayllay tramo II, la misma que asciende a 6,150.00 m.

De igual manera se muestran los elementos de curvas de todo el trayecto del canal con sus concernientes PI (Ver anexo 02) y en los planos adjuntados se podrán observar estas coordenadas de cada PI.

Del mismo modo se pudo realizar, mediante la Estación Total la prospección altimétrica, pudiendo obtener el Perfil longitudinal del trayecto que sigue el canal Ccochaq-Huayllay tramo II y sus correspondientes secciones transversales a partir del eje del canal (Ver anexo 03 al anexo 08).

### **4.2. Estudio de suelos**

Se realizó la extracción de muestras del suelo para lo cual fue necesario realizar 17 calicatas, de una profundidad de 1.50 m, realizadas en lugares estratégicos, lo cual nos ha permitido obtener muestras del tipo de suelo, que fueron sometidos a pruebas de laboratorio, con los resultados obtenidos pudimos percibir las particularidades propias de los suelos y de esta manera poder decidir la cimentación que se debe de emplear en la etapa de ejecución del referido proyecto.

**Tabla 9:***Ubicación de Calicatas realizadas*

CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	N° DE MUESTRAS	PROGRESIVA
C-1	1.50	1	km 6+000
C-2	1.50	1	Km 6+400
C-3	1.50	1	Km 6+800
C-4	1.50	1	Km 7+200
C-5	1.00	1	Km 7+600
C-6	1.50	1	Km 8+000
C-7	1.50	1	Km 8+400
C-8	1.50	1	Km 8+800
C-9	1.50	1	Km 9+200
C-10	1.50	1	Km 9+600
C-11	1.50	1	km 10+000
C-12	1.50	1	Km 10+400
C-13	1.50	1	Km 10+800
C-14	1.50	1	Km 11+200
C-15	1.50	1	Km 11+600
C-16	1.50	1	Km 12+000
C-17	1.50	1	Km 12+400

De las muestras obtenidas, producto de las excavaciones, se mandaron a realizar análisis de laboratorio, con el claro objetivo de poder tomar conocimiento de las particularidades físicas que muestra el suelo, por ejemplo, la distribución granulométrica, humedad, % de humedad de cambio de consistencia, clasificación de suelos (SUCS) y así determinar la sección vertical que muestre el espesor y orden de ubicación de cada estrato (Ver anexo N° 09 al N° 25).

- **Progresiva 6+000 (C-I)**

De 0.20 – 1.50 m de profundidad, se visualiza un estrato de grava mal graduada con arcilla y arena, el SUCS, lo cataloga como un suelo GP-GC, con una H° natural igual a 26.7%.

- **Progresiva 6+400 (C-II)**

De 0.20 – 1.50 m de profundidad, se visualiza un estrato de grava bien graduada con arcilla y arena, el SUCS lo cataloga como un suelo GW-GC, con una H° natural de 26.7%.

- **Progresiva 6+800 (C-III)**

A una profundidad de 0.20 – 1.50 m, se evidencia un estrato de grava mal graduada con arcilla y arena, el SUCS lo clasifica como un suelo GW-GC, con un porcentaje de H° de 26.7.

- **Progresiva 7+200 (C-IV)**

De 0.20 – 1.50 m de profundidad, se evidencia un estrato de grava arcilla con arena, el SUCS lo clasifica como un suelo GC, con H° de 26.7%.

- **Progresiva 7+600 (C-V)**

De 0.20 – 1.50 m de profundidad, se observó un estrato de grava arcilla con arena, el sistema SUCS lo define como suelo tipo GC, con una humedad natural de 26.7%.

- **Progresiva 8+000 (C-VI)**

De 0.20 – 1.50 m de profundidad, se aprecia un estrato de grava mal graduada con arcilla y arena, el sistema SUCS lo cataloga como un suelo GP-GC, con una humedad natural de 26.7%.

- **Progresiva 8+400 (C-VII)**

Desde 0.20 a 1.50 m de hondura, se visualiza un estrato de grava limosa con presencia de arena, el sistema SUCS lo determina como un suelo GM, con una H° natural de 26.7%.

- **Progresiva 8+800 (C-VIII)**

De 0.20 – 1.50 m de profundidad, se aprecia un estrato de grava arcillosa con arena, el sistema SUCS lo clasifica como un suelo GC, con un valor de H° natural de 26.7%.

- **Progresiva 9+200 (C-IX)**

De 0.20 – 1.50 m de profundidad, se contempla un estrato conformado de arena arcillosa, el SUCS lo clasifica como un suelo SC, con un valor numérico 26.7% de humedad.

- **Progresiva 9+600 (C-X)**

De 0.20 – 1.50 m de profundidad, el estrato está compuesto de grava mal graduada con arcilla y arena, el sistema SUCS lo determina con las siglas GP-GC, con un valor numérico para la humedad de 26.7, expresado en %.

- **Progresiva 10+000 (C-XI)**

De 0.20 – 1.50 m de profundidad, se determinó que el lecho esta conformado de grava mal graduada con arcilla y arena, según el SUCS lo clasifica como un terreno GP-GC, con una H° natural de 26.7%.

- **Progresiva 10+400 (C-XII)**

De 0.20 – 1.50 m de profundidad, el lecho observado es de grava bien graduada con arena, basándose en el SUCS seria clasificado como un suelo GW, con una humedad de 26.7 por ciento.

- **Progresiva 10+800 (C-XIII)**

De 0.20 – 1.50 m de profundidad, se concluye que la capa del estrato es de material tipo grava mal graduada con limo y arena, si se toma como referencia el SUCS, este suelo clasifica como GP-GM, con una H°= 26.7%.

- **Progresiva 11+200 (C-XIV)**

De 0.20 – 1.50 m de profundidad, se puede afirmar que el estrato observado está conformado de arena limoso con grava, el SUCS lo tipifica como un suelo SM, con H° cercana a 26.7%.

- **Progresiva 11+600 (C-XV)**

De 0.20 – 1.50 m de profundidad, se observó un estrato de grava arcillosa con arena, el sistema SUCS lo clasifica como un suelo GC, con una humedad natural de 26.7%.

- **Progresiva 12+000 (C-XVI)**

De 0.20 – 1.50 m de profundidad, el lecho es de arena arcillosa con un % de grava, el SUCS lo clasifica como un suelo tipo SC, con una humedad natural de 26.7%.

- **Progresiva 12+400 (C-XVII)**

De 0.20 – 1.50 m de profundidad, luego del análisis se puede afirmar que es un estrato compuesto de grava arcillosa con arena, según el SUCS lo cataloga como un suelo GC, con % de humedad alrededor de 26.7%.

#### **4.3. Estudio hidrológico**

Según lo trabajado y la información recabada en campo, se llegó a determinar el número de Has, debidamente aprovechadas oscila de manera anual, estando en un rango de 842.00 y 872.00 Has, en temporada chica y grande respectivamente. La cantidad de Has precisadas cuentan con la respectiva autorización lícita de parte de la Autoridad Local del Agua (ALA), para el uso y/o aprovechamiento del líquido elemento.

Los cultivos de mayor área sembrada son: papa, maíz, arveja, haba, cebada, trigo, alfalfa y pastos asociados, etc.

Para la determinación del valor numérico de la demanda de agua, resulta de utilidad conocer el coeficiente de cultivo, determinando el valor de kc, teniendo basándose en fases de crecimiento y desarrolla propio de cada cultivo. Se opto por emplear el método sugerido por la FAO. A continuación, mostramos los valores de Kc ponderado.

**Figura 3:**

*Valor ponderado del Kc para los cultivos locales*

CULTIVO PRINCIPAL	AREA (Has)	MESES												CULTIVO ROTAC.	AREA (Has)
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
Cebada	130.00	0.60	0.70	0.80	0.95	0.35	0.75	1.00	1.00	0.45	0.38	0.40	0.45	Maiz	130
Maiz	130.00	0.80	0.80	1.15	1.15	0.70		0.35	0.50	0.85	1.05	0.45	0.40	Arveja	130
Papa	170.00	1.10	1.10	0.85		0.40	0.45	1.00	1.00	0.85		0.40	0.45	Papa	160
Alfalfar	100.00	0.40	0.45	0.45	0.45	0.65	0.70	0.85	0.95	0.95	0.95	0.85	0.35		100
Pasto	70.00	0.60	0.85	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	0.95	0.95	0.95	0.85		70
Haba	70.00	0.80	0.60			0.50	0.75	0.80	0.80	0.60	0.60	0.75	0.80	Haba	59 870641
Hortalizas	70.00	1.15	0.80	0.70	0.60	1.15	1.15	1.15	0.80	0.70	0.60	1.15	1.15	Hortalizas	65
Leguminosas	70.00	0.60	0.75	0.80	0.80	0.06		0.45	0.65	1.05	1.05	0.50		Haba	65
Frutales	62.00	0.90	0.90	0.90	0.95	1.05	1.05	1.05	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90		62
<b>Kc ponderado</b>	<b>872.00</b>	<b>0.79</b>	<b>0.79</b>	<b>0.84</b>	<b>0.87</b>	<b>0.61</b>	<b>0.77</b>	<b>0.84</b>	<b>0.86</b>	<b>0.80</b>	<b>0.80</b>	<b>0.64</b>	<b>0.59</b>		<b>842</b>

Nota: Tomado del manual agrícola de la FAO 2018.

Para el cálculo de la evapotranspiración debemos tener en cuenta que la totalidad de Has a regar, están situadas a altura promedio cerca de 3,625.00 msnm, por lo que para fines de cálculo de la ficha de cultivo, se calculara haciendo uso del método de Hargreaves, conociendo el valor de la evapotranspiración potencial, que se ve influenciada por la temperatura determinada, mediante la relación numérica regional, apta para el ámbito de ubicación del proyecto; factor mensual de latitud; factor de altitud y corrección de H° relativa. Logrando obtener el cuadro donde se muestra los valores de evapotranspiración potencial, concernientes a las zonas de cultivo (Ver anexo 10).

Ahora en lo referente a la determinación cuantitativa de la demanda de agua, dicho análisis se realizó considerando las plantaciones que en la zona prosperan, el lunario de cultivo y factores meteorológicos; el primero de ellos es propio de cada cultivo, basándose en los días apropiados tanto para sembrar como cultivo, ya sea una temporada grande o por el contrario una campaña chica.

**Tabla 10:***Calendario agrícola*

CULTIVO PRINCIPAL	AREA (Has)	CALENDARIO AGRICOLA												CULTIVO ROTAC.	AREA (Has)
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Cebada	130	B	B	B	B	R	R	R	R	R	B	B	B	Maíz	130
Maíz	130	B	B	B	B	B		R	R	R	R	R	B	Arveja	130
Papa	170	B	B	B		R	R	R	R	R		B	B	Papa	160
Alfalfar	100	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B		100
Pasto	70	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B		70
Haba	70	B	B			R	R	R	R	R	B	B	B	Haba	60
Hortalizas	70	B	B	B	R	R	R	R	R	R	B	B	B	Hortalizas	65
Leguminosas	70	B	B	B	B	B		R	R	R	R	R		Haba	65
Frutales	62	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B		62
<b>Total</b>	<b>872</b>														<b>842</b>

(\*) B: Campaña grande, R: Campaña chica

Nota: Elaboración propia

La ficha de cultivo está conformada por cultivos típicos de la zona como por ejemplo la Cebada, Maíz, Papa, Alfalfar, Pasto, Haba, Hortalizas, Leguminosas, Frutales, es por eso que para cada sector de riego se elabora una ficha de cultivo para todo el proyecto cuya finalidad radica en conocer la demanda total de agua (Ver anexo 11). Del cual se desprende que la cantidad demandada del líquido elemento asciende a 552.00 lt/seg, para irrigar 842.00 y 872 tan en campaña chica como grande; respectivamente, alcanzando una eficiencia de riego de 40%.

Por lo tanto, nuestro caudal de diseño sería 552.00 lt/seg o 0.552 m<sup>3</sup>/seg.

#### 4.4. Diseño hidráulico del canal

Con respecto al diseño hidráulico, se utilizó el programa digital de H-CANALES, determinando una sección de canal donde se máxima la eficiencia, para lo cual se tiene como datos numéricos, el Q de diseño (0.552 m<sup>3</sup>/s), la inclinación del nivel del canal (S= 0.0015 m/m), rugosidad de Manning (n= 0.018) y el talud de la sección (Z= 0.75).

A continuación, se presenta el predimensionamiento del canal trapezoidal

**Figura 4:**

*Diseño hidráulico del canal Ccochaq Huayllay, con H-canales*

Lugar:	VINCHOS AYACUCHO	Proyecto:	HAQ - HUAYLLAY TRAMO II
Tramo:	6+000 - 12+150	Revestimiento:	

<b>Datos:</b>	
Caudal (Q):	0.552 m <sup>3</sup> /s
Ancho de solera (b):	0.75 m
Talud (Z):	0.75
Rugosidad (n):	0.018
Pendiente (S):	0.0015 m/m

<b>Resultados:</b>			
Tirante normal (y):	0.5170 m	Perímetro (p):	2.0426 m
Area hidráulica (A):	0.5883 m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R):	0.2880 m
Espejo de agua (T):	1.5255 m	Velocidad (v):	0.9384 m/s
Número de Froude (F):	0.4825	Energía específica (E):	0.5619 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico		

Calcular	Limpiar Pantalla	Imprimir	Menú Principal	Calculadora
----------	------------------	----------	----------------	-------------

Retorna al Menú principal

10:45 p. m. 26/06/2022

Nota: Tomado del software H canales

Los resultados que nos arroja el programa H canales, fueron corroborados de manera matemática, mediante los siguientes cálculos:

**Cálculo del tirante normal (yn)**

Por ecuación de Manning:

$$Q = \frac{A * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

$$A = (b + Z * y) * y$$

$$P = b + 2 * y * \sqrt{1 + Z^2}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{(b + Z * Y) * Y}{b + 2 * y * \sqrt{1 + Z^2}}$$

$$T = b + 2 * z * y$$

**Mezclando las ecuaciones se tiene:**

$$Q = \frac{[(b+Z*Y)Y]^{\frac{5}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{(b+2*y*\sqrt{1+Z^2})^{\frac{2}{3}} * n}$$

$$0.552 = \frac{[(0.75+0.75*Y)Y]^{\frac{5}{3}} * 0.0015^{\frac{1}{2}}}{(0.75+2*y*\sqrt{1+0.75^2})^{\frac{2}{3}} * 0.018}$$

$$Y_n = y = 0.517 \text{ m}$$

**Cálculo del área hidráulica**

$$A = (b + Z * y) * y$$

$$A = (0.75 + 0.75 * 0.517) * 0.517$$

$$A = 0.5882 \text{ m}^2$$

**Cálculo del espejo de agua (t)**

$$T = b + 2 * Z * y$$

$$T = 0.75 + 2 * 0.75 * 0.517$$

$$T = 1.5255$$

**Cálculo del perímetro mojado (p)**

$$P = b + 2 * y * \sqrt{1 + Z^2}$$

$$P = 0.75 + 2 * 0.517 * \sqrt{1 + 0.75^2}$$

$$P = 2.0425 \text{ m}$$

**Cálculo del radio hidráulico (r)**

$$R = A/P$$

$$R = 0.5882/2.0425$$

$$R = 0.288 \text{ m}$$

### **Cálculo de la velocidad media (v)**

$$v = Q/A$$

$$v = 0.552/0.5882$$

$$v = 0.9385 \text{ m/s}$$

### **Cálculo de la energía específica (e)**

$$E = y + \alpha * \frac{v^2}{2 * g}; \alpha = 1.0$$

$$E = 0.517 + 1.0 * \frac{0.9385^2}{2 * 9.81}$$

$$E = 0.5619 \text{ m} * \text{kgf/kgf}$$

### **Cálculo del número de froude (f)**

$$F = \frac{V}{\sqrt{\frac{g * A}{T}}}$$

$$F = \frac{0.9385}{\sqrt{\frac{9.81 * 0.5882}{1.5255}}}$$

$$F = 0.4826 \text{ (Fluido subcrítico)}$$

## **4.5. En lo referente al presupuesto de la obra**

Se logro determinar el costo total necesario para la ejecución de la obra  
(Ver anexo 12).

## V. DISCUSIÓN

El autor Torres en el año 2017, mediante su investigación denominada “Diseño hidráulico y modelado de cinco kilómetros de canal y obras de arte – Proyecto Carpintero; con el programa HEC-RAS”, afirma que en canal diseñado y modelado por su persona, en la etapa de construcción usara concreto simple de  $175 \text{ Kg/cm}^2$  de  $F'c$ , no existiendo problemas referente al desprendimiento de la capa de revestimiento debido a que el máximo valor de velocidad que se alcanzaría sería de 2.19 m/seg, siendo este valor menor al parámetro de velocidad máxima (2.5 - 3.00 m/seg) en la cual si existiría la posibilidad de levantarse el revestimiento. Nuestro estudio en la parte concerniente al diseño hidráulico, obtuvo con el software H-Canales y de manera matemática, una tasa de velocidad de 0.9385 metros por cada unidad de tiempo (seg), habiendo posibilidad nula de desprendimiento del revestimiento. Esto es coincidente y coherente con lo afirmado por Torres, ya que ambas velocidades; están por debajo del valor máximo para la velocidad (entre 2.5 y 3 m/seg) para evitar la probabilidad de que el revestimiento se levante; según la recomendación de la U.S. BUREAU OF RECLAMATION.

Bellido (2020) a través de su trabajo de investigación denominada “Opciones de diseño hidráulico del canal local, que favorezca la reactivación del riego tipo tecnificado, en el ámbito de la comunidad de Chirilla - Ayacucho 2020”, estableció la relación directa del diseño hidráulico de un canal en favorecer la reactivación del riego tecnificado en la localidad, para lo cual se empleó una metodología de diseño no experimental, tipo correlacional y nivel descriptiva correlacional. Entre los resultados, se obtuvo que el canal de sección rectangular permite la reactivación del riego tecnificado que a su vez facilita que el reservorio contenga agua. Luego del desarrollo de nuestra investigación aterrizamos en el resultado de que nuestro canal trapezoidal, propiciara la expansión de frontera agrícola ya que optimizara el aprovechamiento del agua, permitiendo trasladar un caudal de 552 litros por segundo, logrando una eficiencia de riego del 40%. Esto coincide con lo vertido por Bellido, ya que ambos resultados concluyen en que, por intermedio del modelamiento de obras hidráulicas, se facilita el ahorro de agua, siendo una forma de ello, la aplicación de sistemas de riego tecnificado en las labores culturales del campo.

Una vez culminado nuestro estudio de suelos, logramos recabar datos que nos dan pie a poder afirmar que según el Sistema Unificado de Clasificación de suelos que el canal Ccochaq Huayllay, presenta diferentes tipos de suelos como: GP-GC (grava mal graduada con contenido de arcilla y arena) el cual predomina ya que se encuentra en la mayoría de puntos, por otra parte, se observa suelo GC (grava con arcilla y contenido de arena). Según el INGEMMET, en el año 2019, elaboro un Mapa de Peligros en la Ciudad de Vinchos, donde logro identificar que los suelos pertenecientes al tramo II de nuestro canal, efectivamente muestra suelos gravosos con diferentes porcentajes de material arenoso y arcilloso, lo cual es una particularidad de la zona enmarcada dentro del ámbito de nuestra investigación.

## VI. CONCLUSIONES

- 1) Con respecto al primer objetivo de analizar el diagnóstico situacional del canal Ccochaq Huayllay en Vinchos, Ayacucho, 2022, a través del estudio hidrológico se determinó que la demanda del proyecto es de 552 litros/seg, para poder regar entre 842 a 872 Has, con una eficiencia de riego de 40%.
- 2) En cuanto al segundo objetivo específico centrado en la realización de los estudios básicos del diseño hidráulico, este se basa en un diseño de sección tipo trapezoidal, de acuerdo a la tipología del suelo, el cual, durante el trayecto de canal que va desde la progresiva Km. 6+000 al Km. 12+150, es en su mayoría grava arcillosa con porcentajes de arena, de baja plasticidad. El cálculo del terreno determina que el rango de cambio de pendiente es de -0.15%.
- 3) Con respecto al tercer objetivo específico de determinar los valores correctos de las dimensiones del proyecto, con la finalidad de tener las dimensiones geométricas del canal a nivel constructivo, se procedió a realizar el redondeo respectivo, quedando con las siguientes medidas interiores: base menor de 0.75 m, base mayor de 1.95 m y una altura de 0.80 m (ver diseño hidráulico y estructural del canal). En cuanto al presupuesto planteado para la ejecución de la obra asciende a un monto de S./ 4,338,046.63 (Cuatro millones trescientos treinta y ocho mil cuarenta y seis con sesenta y tres céntimos).
- 4) Por último, con respecto al objetivo de la propuesta innovativa del control de sedimentos, se ha podido establecer, que el valor de la descarga (500 l/min) es adecuado para proporcionar una relación de reducción de sedimentos considerable para todas las alturas del vertedero.

## VII. RECOMENDACIONES

- 1) Basados en los resultados alcanzados del diseño estructural del nuestro canal Trapezoidal, podemos afirmar que no será necesario el uso de refuerzo estructural. Sin embargo, se recomienda considerar acero en una disposición longitudinal y transversal; en zonas críticas donde existan zonas blandas y/o empuje por inestabilidad de talud y/o supresión por presencia de H° y/o canal con tapa que estará sometido a cargas externas, etc por todo ello se recomienda solo en estos casos considerar refuerzo de acero.
- 2) Se recomienda para futuras investigaciones desarrollar programas que nos permitan realizar el monitoreo de las especies de flora y fauna, agua, suelos con respecto al canal Ccochaq Huayllay.
- 3) Se recomienda consolidar estudios para la realización del proyecto propuesto. Su bajo costo evaluado, (S./ 4,338,046.63) es mínimo comparado con los beneficios a ser alcanzados. Por ello, también se recomienda trabajar en un plan de reconversión de cultivos apoyados en programas gubernamentales como sierra exportadora y considerar la inclusión de cultivos que tengan un valor mínimo de Kc.
- 4) Por último, se recomienda tomar en consideración la propuesta innovativa a fin de reducir el impacto de los sedimentos en la estructura del canal Ccochaq Huayllay en Vinchos, en su Tramo II, pues en ello radica su vida útil a largo plazo.

## VIII. PROPUESTA

### 8.1. INTRODUCCIÓN

Muchos proyectos de ingeniería hidráulica se refieren al control de la sedimentación. En algunos proyectos de ingeniería de gran envergadura, como la construcción de un canal de navegación de muchos kilómetros en un estuario poco profundo, el control exhaustivo de la sedimentación es extremadamente costoso.

El acoplamiento talud-canal y el almacenamiento de sedimentos en el canal pueden ser factores importantes que influyen en la entrega de sedimentos a través de las cuencas. Los presupuestos de sedimentos ofrecen un medio adecuado para evaluar el papel de estos factores cuantificando los distintos componentes del sistema de transferencia de sedimentos de la cuenca

Cuando una playa de sedimentos cubierta por piedras o una capa de blindaje se expone a las olas que rompen, la turbulencia generada por las olas que rompen puede causar la movilización y la eliminación del sedimento debajo de las piedras. La sedimentación en presas, ríos, estuarios y regiones costeras tiene importantes influencias ambientales y económicas. Diversos investigadores han estudiado el transporte y el control de los sedimentos en los canales abiertos. Zhu et al. (2019) presentaron un modelo de control óptimo de la sedimentación.

El modelo contiene la determinación de la ubicación y programación óptimas del dragado para minimizar el coste total y para obtener un canal en el que las profundidades del agua no sean inferiores a los valores especificados. Las ecuaciones de gobierno del sistema que se utilizaron en el modelo son:

$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + \vec{v} \cdot \nabla v + f(k \cdot \vec{v}) = -g \cdot \nabla z + A \cdot \nabla \vec{v} - C_D \frac{\vec{v}}{h}$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \nabla(\vec{v} \cdot h) = 0$$

$$\frac{\partial h \cdot S}{\partial t} + \nabla(\vec{v} h \cdot S) = \zeta \nabla(h \nabla S) + \alpha w (S' - S)$$

Donde:

$v$  = Velocidad promediada en profundidad en la ecuación continua

$k$  = Constante empírica

$h$  = Profundidad del agua en las ecuaciones de gobierno continuas

$S$  = Tasa de mezcla de la masa de sedimentos en las ecuaciones de gobierno continuas

$S'$  = Capacidad de transporte de sedimentos del flujo de agua

$t$  = Intervalo de tiempo

$C_D$  = Coeficiente de arrastre

$\zeta$  = Coeficiente de difusión del sedimento

$w$  = Velocidad de caída de la partícula de sedimento

$\alpha$  = Coeficiente empírico.

Barkdoll y Ettema (2019) determinaron los límites hasta los que se pueden utilizar los álabes sumergidos para evitar la ingestión excesiva de sedimentos en las desviaciones laterales del flujo de los canales aluviales, mediante experimentos de laboratorio en canal. Los experimentos mostraron que un esquema de paletas sumergidas colocadas a la entrada del desvío sólo admite una tasa insignificante de entrada de sedimentos en el desvío cuando la relación entre la descarga unitaria en el desvío y la del canal principal es inferior a aproximadamente 0,2. Más allá de este valor, la eficacia de los álabes disminuye.

Nino (2020) desarrolló una teoría simple para explicar la variación observada aguas abajo del tamaño medio de los sedimentos en los ríos

chilenos, basándose en un concepto de transporte de sedimentos en equilibrio por tramos. La teoría hace uso de una ecuación de transporte de carga del lecho, vinculada con una ecuación de resistencia para estimar el diámetro medio del sedimento en función de la pendiente del canal con el número de Reynolds del flujo y la concentración de carga del lecho como parámetros. Las fórmulas utilizadas en esta propuesta son las de Meyer-Peter, Müller, Ackers y White:

$$\frac{q_s}{\sqrt{gRd_s^3}} = 8(\tau_* - \tau_{*c})^{\frac{3}{2}}$$

Densidad específica de inmersión,

$q_s$  = Velocidad de transporte de la carga del lecho

$R$  = Sedimento densidad específica de inmersión

$d_s$  = Tamaño del sedimento,

$\tau_*$  = Tensión de cizallamiento adimensional del lecho,

$\tau_{*c}$  = Umbral valor adimensional del esfuerzo cortante del lecho

$g$  = Aceleración de la gravedad.

El modelo resultante fue validado contra datos de campo correspondientes a 150 ríos de Chile Central, cubriendo pendientes en el rango de 0,04 a 8,61% con un tamaño medio de sedimento en el rango de 0,3 a 250 mm.

## 8.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La erosión, la deposición y el transporte de sedimentos por el agua surgen en una variedad de situaciones con implicaciones de ingeniería. La erosión debe ser considerada en el diseño de canales estables o en el diseño de la socavación local alrededor de los pilares de los puentes. La resuspensión de sedimentos del fondo posiblemente contaminados tiene consecuencias para la calidad del agua. La deposición suele ser indeseable, ya que puede dificultar el funcionamiento, o acortar la vida útil,

de las estructuras hidráulicas o de los canales de navegación. Las trampas de sedimentos se diseñan específicamente para promover la deposición de material en suspensión con el fin de minimizar su impacto aguas abajo, por ejemplo, en las obras de entrada de agua de refrigeración, o en las plantas de tratamiento de agua. Existe una amplia bibliografía sobre los enfoques de los problemas relacionados con el transporte de sedimentos; lo que sigue sólo puede introducir los conceptos básicos de forma resumida.

Está orientado principalmente a las aplicaciones en flujos uniformes y estables en un canal con lecho de arena; los problemas que implican la no uniformidad del flujo, la inestabilidad y los lechos de grava, sólo se mencionan brevemente y los procesos costeros se tratan en la sección de ingeniería costera. Los sedimentos cohesivos, para los que las fuerzas de atracción físico-químicas pueden conducir a la agregación de partículas, no se consideran en absoluto. Las fracciones más finas (arcillas y limos) que son susceptibles de agregación se encuentran más en las regiones de estuarios y plataformas costeras que en los arroyos (Velasco, 2020).

### **Las características de los sedimentos**

Densidad, tamaño y forma

La forma exacta de una partícula de sedimento no es esférica, por lo que no es posible una especificación compacta de su geometría o tamaño.

Dos medidas prácticas del tamaño del grano son:

- (i) el diámetro de sedimentación o aerodinámico - el diámetro de la esfera del mismo material con la misma velocidad de caída,  $w_s$ , en las mismas condiciones, y
- (ii) el diámetro del tamiz - la longitud de un lado de la abertura del tamiz cuadrado a través del cual la partícula acaba de pasar.

Dado que la determinación del tamaño se realiza con mayor frecuencia con tamices, los datos disponibles sobre el tamaño de los sedimentos suelen referirse al diámetro del tamiz, que se toma como la media geométrica de las mallas adyacentes del tamiz, es decir, el tamaño de la

malla a través de la cual ha pasado la partícula, y el tamaño de la malla en la que se retiene la partícula. El diámetro de sedimentación se relaciona empíricamente con el diámetro del tamiz mediante un factor de forma, S.F., que aumenta de 0 a 1 a medida que la partícula se vuelve más esférica (para la arena bien desgastada, S.F. 0,7).

#### Distribución de tamaños

Las muestras de sedimentos naturales obtenidas en todo el largo del canal Ccochaq-Huayllay tramo II, la misma que asciende a 6,150.00 m., los cuales presentaron una gama de diámetros de grano. Un diámetro característico,  $d_a$ , puede definirse en términos del porcentaje,  $a$ , en peso, de la muestra que es menor que  $d_a$ . Así, para una muestra con  $d_{84} = 0,35$  mm, el 84% en peso de la muestra tiene un diámetro inferior a 0,35 mm. El tamaño medio se denomina  $d_{50}$ .

#### **Velocidad de caída (o asentamiento)**

La velocidad terminal de una partícula que cae sola a través de un fluido estancado de extensión infinita se denomina velocidad de caída o sedimentación,  $w_s$ . La curva de arrastre estándar para una partícula esférica proporciona una relación entre  $d$  y  $w$ .

#### **Ángulo de reposo**

El ángulo de reposo de una partícula de sedimento es importante para describir el inicio de su movimiento y, por tanto, la erosión del sedimento en una superficie inclinada, como la orilla de un arroyo. Se define como el ángulo,  $q$ , en el que la partícula está justo en equilibrio con respecto al deslizamiento debido a las fuerzas gravitatorias.

#### **Transporte de sedimentos**

Se distinguen tres modos de transporte de sedimentos: carga de lavado, carga suspendida y carga de lecho. La carga de lavado se refiere al material suspendido muy fino, por ejemplo, el limo, que, debido a sus velocidades de caída muy pequeñas, interactúa poco con el lecho. No se considerará más, ya que está determinada por las condiciones de

suministro aguas arriba y no por los parámetros hidráulicos locales. La carga en suspensión se refiere al material que es transportado aguas abajo principalmente en suspensión lejos del lecho, pero que debido a la sedimentación y a la mezcla turbulenta sigue interactuando significativamente con el lecho. Por último, la carga del lecho se refiere al material que permanece generalmente cerca del lecho en la región de la carga del lecho, siendo transportado principalmente a través de la rodadura o en saltos cortos (denominado saltación). La importancia relativa de los dos modos de transporte de sedimentos puede deducirse aproximadamente de la relación entre la velocidad de sedimentación y la velocidad de cizallamiento,  $w_s/u^*$ . Para  $w_s/u^* < 0,5$ , el transporte de carga suspendida es probablemente dominante, mientras que para  $w_s/u^* > 1,5$ , el transporte de carga del lecho es probablemente dominante.

### **Medición del transporte de sedimentos**

Además de las dificultades para describir y predecir con exactitud el transporte de sedimentos, las mediciones de la carga total, especialmente sobre el terreno, están asociadas a una gran incertidumbre.

Los canales aluviales naturales pueden mostrar un alto grado de no uniformidad espacial y temporal, que no se considera específicamente en los modelos "promediados" discutidos anteriormente.

Los métodos estándar de medición de la carga suspendida en los arroyos incluyen el uso de muestreadores de integración de profundidad que recogen una muestra continua a medida que se bajan a una velocidad constante (dependiendo de la velocidad de la corriente) en la corriente, y el uso de muestreadores de integración de puntos que incorporan un mecanismo de válvula para restringir el muestreo, si se desea, a puntos o intervalos seleccionados en la columna de agua. Este tipo de muestreo supone que el muestreador está alineado con una dirección de flujo dominante, y que la velocidad en la entrada del muestreador es igual a la velocidad de la corriente.

En las proximidades de un lecho cubierto de dunas, estas condiciones no pueden cumplirse. El tamaño finito de los muestreadores de carga suspendida implica que no pueden medir la descarga de carga del lecho, que por lo tanto debe ser medida con un muestreador diferente o estimada con un modelo de carga del lecho.

El estudio de Cheng y Chiew (2018) presentó una derivación teórica para una nueva formulación de probabilidad de recogida para el transporte de sedimentos. Se supuso que las partículas de arena estaban sometidas a un flujo hidráulicamente rugoso. La ecuación derivada se compara bien con los datos experimentales encontrados en la literatura publicada. Utilizando la relación propuesta, el criterio de Shields para la definición de la condición de umbral para el transporte de sedimentos es equivalente al 0,6% de la probabilidad de recogida.

Nakato y Ogden (2018) presentaron los resultados de cinco estudios de modelos físicos hidráulicos de tomas de agua de ribera situadas a lo largo del tramo del río Misuri entre Sioux City, Iowa, y St. Se utilizaron modelos a escala de Froude de lecho móvil y sin distorsión para determinar la eficacia de las modificaciones estructurales en las proximidades de la toma para limitar la afluencia de sedimentos del lecho. Las soluciones desarrolladas en cada caso incluían una serie de paletas sumergidas de giro del flujo situadas en el lado del río de la toma. Un muro de barrera de sedimentos entre las aspas y la toma aumenta la componente de velocidad de la corriente, lo que aumenta la eficacia de las aspas de giro del flujo para mantener una zanja de socavación profunda. Las soluciones eficaces determinadas mediante modelos físicos hidráulicos se verificaron a escala de prototipo, como lo demuestran los años de funcionamiento sin problemas en los lugares donde se han instalado las medidas de control de sedimentos recomendadas. Los resultados presentados proporcionaron directrices de diseño para el control de los sedimentos del lecho en las estructuras de toma de agua en ríos de lecho arenoso.

Aunque, en principio, un modelo matemático unidimensional (1D) basado en el transporte sin equilibrio de sedimentos es racional, su aplicación a

los canales hidráulicos como el propuesto en esta tesis, requiere la determinación empírica de un coeficiente clave en la ecuación básica de transporte, y que se conoce como coeficiente de ajuste. También requiere, como todos los modelos ID, un reparto empírico y bastante arbitrario de la socavación o deposición total calculada al perímetro mojado (Torres-Sánchez, 2017).

Nino (2020), en su trabajo de investigación que incluyó varias pruebas, la ecuación de transporte de sedimentos se escribió para un tubo de corriente vertical de anchura infinitesimal para el que se ha determinado racionalmente el coeficiente de ajuste. A continuación, se aplicó un procedimiento de integración lateral para obtener los valores globales de dicho coeficiente para toda la sección transversal y la distribución de la deposición/erosión en el perímetro mojado. De este modo, se determina la forma de la sección transversal junto con la cantidad de deposición/erosión. Los resultados obtenidos con este modelo se comparan favorablemente con los de los cálculos bidimensionales (2D) integrados en la profundidad y los ensayos de modelos físicos, ambos realizados para el barrio de la presa del Proyecto de las Tres Gargantas.

El problema de optimización se resolvió mediante el método del gradiente conjugado, y el gradiente de la función de costes se calculó resolviendo el problema adjunto. Se realizó un estudio de simulación utilizando un modelo numérico 2D para demostrar el método. Barkdoll y Ettema (2019) presentaron los resultados de los experimentos de laboratorio realizados para determinar los límites en los que las aspas sumergidas pueden ser utilizadas para prevenir la ingestión excesiva de sedimentos en los desvíos laterales del flujo de los canales aluviales. Los experimentos mostraron que un esquema de paletas sumergidas colocadas a la entrada del desvío sólo admite una tasa insignificante de entrada de sedimentos en el desvío cuando la relación entre la descarga unitaria en el desvío y la descarga unitaria en el canal principal,  $q_r$ , es inferior a aproximadamente 0,2. Más allá de este valor, la eficacia de las aletas disminuye. El rendimiento del control de sedimentos de los álabes puede mejorarse de varias maneras. Una de ellas es el uso de un muro de

descremado junto con las aletas. La pared y los álabes son eficaces para valores de  $qr$  de hasta aproximadamente 0,3. Otra mejora consiste en ensanchar la entrada del desvío de forma que, en la entrada, el  $qr$  no supere el 0,3 aproximadamente.

Otras posibles mejoras (modificación de la forma de la aleta, uniformidad de la distribución del flujo en el desvío y aumento de la velocidad del flujo en el desvío) no resultaron eficaces. Los resultados están respaldados por las observaciones del comportamiento del flujo y del lecho de sedimentos en un desvío a escala de canal. García-Angulo (2014) presentó los resultados de una investigación experimental sobre la remoción por succión de sedimentos de entre bloques de armadura/piedras colocadas en un lecho suelto. Se investigó el proceso de succión. Se encontró que los vórtices que se forman en los agujeros entre los bloques de armadura son la clave del proceso. El sedimento arrastrado a estos vórtices es arrastrado al cuerpo principal del flujo por estos mismos vórtices (la succión elimina el sedimento de entre los bloques de la armadura). Se determinó la condición crítica para el inicio de la succión. Se encontró que el inicio de la succión es gobernado por dos parámetros: (1) el parámetro Shields (basado en el tamaño del sedimento); y (2) la relación entre el tamaño del sedimento y el tamaño de la piedra,  $d/D$ .

La estabilidad de los lechos de sedimentos depositados al azar fue examinada por McEwan y Heald (2019) utilizando un modelo de partículas discretas en el que los granos individuales están representados por esferas. Los resultados indicaron que el esfuerzo de cizallamiento umbral para los lechos planos que consisten en granos de tamaño uniforme sin cohesión no puede ser descrito adecuadamente por un parámetro de un solo valor; más bien, está mejor representado por una distribución de valores. Físicamente, este resultado se deriva de la heterogeneidad localizada en la disposición de los granos superficiales. Para los lechos de tamaño uniforme, existe una similitud geométrica tal que las distribuciones del esfuerzo de cizallamiento crítico escalan directamente con el tamaño del grano. Un parámetro de Shields de 0,06 se utiliza comúnmente para definir "condiciones de umbral", y se encontró que esto

corresponde a un punto en las distribuciones donde aproximadamente el 1,4% en peso de la superficie es móvil.

Nino (2020) desarrolló una teoría sencilla para explicar la variación observada aguas abajo del tamaño medio de los sedimentos en los ríos chilenos, basada en un concepto de transporte de sedimentos en equilibrio por tramos. La teoría hace uso de una ecuación de transporte de la carga del lecho vinculada a una ecuación de resistencia para estimar el diámetro medio del sedimento en función de la pendiente del canal, con el número de Reynolds del flujo y la concentración de la carga del lecho como parámetros. Las fórmulas de Meyer-Peter y Müller y las de Ackers y White se utilizan alternativamente como ecuaciones de carga del lecho. Se utilizó una formulación del tipo Manning-Strickler como relación de resistencia.

El modelo resultante fue validado contra datos de campo correspondientes a 150 ríos de la Zona Andina y Amazonía (SENAMHI, 2021), cubriendo pendientes en el rango de 0,04 a 8,61%, con un tamaño medio de sedimento en el rango de 0,3 a 250 mm. A pesar de la simplicidad de la teoría y de las suposiciones un tanto atrevidas que se hacen en su derivación, la variación estimada del tamaño medio del sedimento con la pendiente del canal sigue la misma tendencia que los datos de campo. La mayor parte de la dispersión de estos datos cae dentro de los límites teóricos dados por el rango estimado de valores de los parámetros del modelo (García-Angulo, 2019). Los resultados experimentales sobre la eficiencia de remoción de sedimentos de los extractores de sedimentos tipo cámara de vórtice fueron reportados por McEwan y Heald (2001). Se identificó una configuración geométrica del extractor que es capaz de remover incluso el sedimento fino ( $0.055 < d < 0.22$  mm) del flujo con alta eficiencia. Para el análisis, los datos experimentales del presente estudio fueron compilados con los datos de otros laboratorios y del campo que fueron recogidos previamente por otros investigadores. Dado que las relaciones existentes no produjeron resultados satisfactorios, se desarrolló una nueva relación para

determinar la eficiencia de remoción de sedimentos de los extractores de sedimentos tipo cámara de vórtice.

### 8.3. CARACTERIZACIÓN DE LA PROPUESTA

En el presente trabajo, se realizaron ochenta recogidas de muestras en el canal hidráulico del canal Ccochaq-Huayllay tramo II a lo largo de sus 6,150.00 m. Cada prueba se repitió tres veces y se calculó el valor medio de la concentración de sedimentos. Los experimentos incluyeron el uso de un vertedero de cresta afilada en el último tercio del canal. Se utilizaron tres alturas de vertedero: la mitad de la anchura del canal (B), igual a la anchura y 1,5 veces la anchura del canal. También se utilizaron tres pendientes del lecho del canal: 0,015, 0,0225 y 0,03. En todos los experimentos, los valores de descarga se limitan entre 100 y 300 l/min. La concentración de sedimentos en suspensión se midió aguas arriba y aguas abajo del canal a través de cada experimento para calcular la relación de reducción de sedimentos (SRR%) de la siguiente manera:

$$SSR\% = \frac{S_{us} - S_{ds}}{S_{us}} * 100$$

donde:

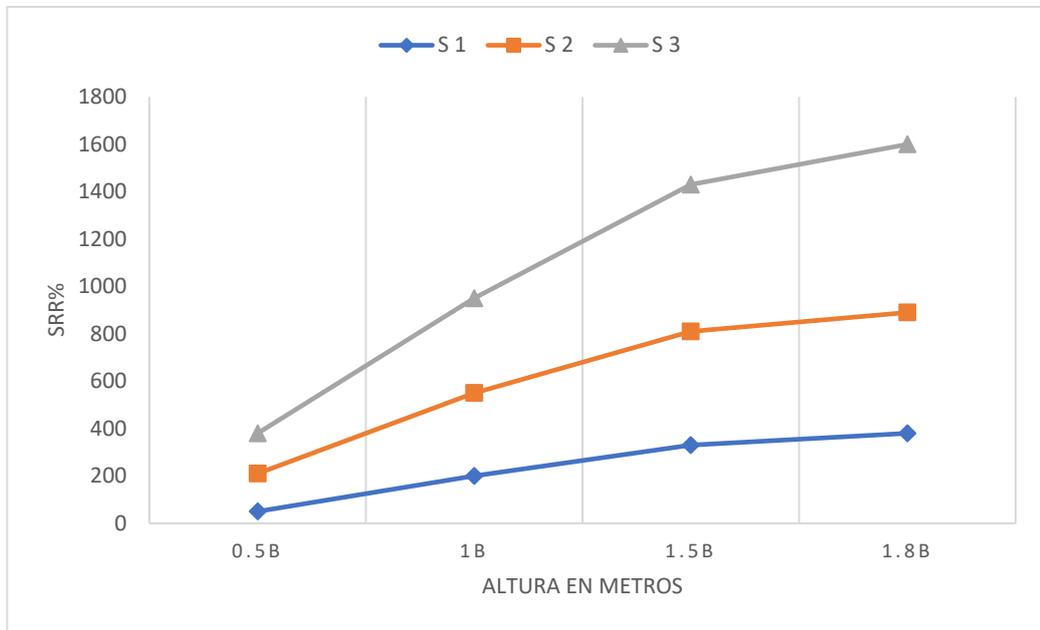
$S_{us}$  = Concentración de sedimentos suspendidos aguas arriba,

$S_{ds}$  = Concentración de sedimentos suspendidos

aguas abajo. El agua utilizada en la evaluación se tomó del canal Ccochaq-Huayllay tramo II

**Figura 5:**

*Variación de la relación de reducción de sedimentos a la altura de la bocatoma para diferentes pendientes del canal, caudal = 100 l/min.*



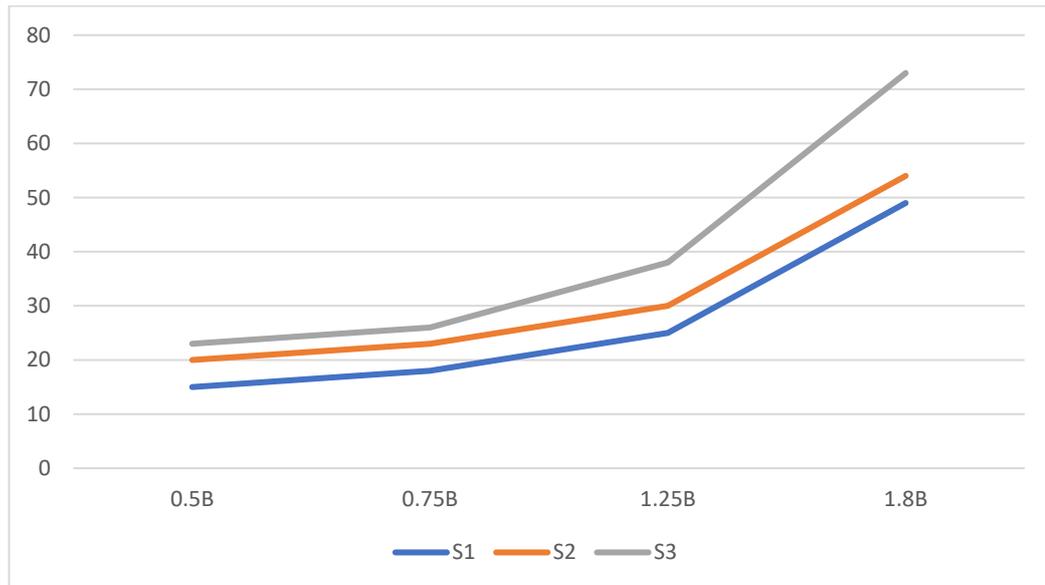
En esta investigación se estudian tres variables que son la altura de la bocatoma, la pendiente del lecho del canal y el caudal. Para estudiar su efecto en la eficacia del canal en el sedimento, se mide el índice de reducción de sedimentos (SRR%). Se observó que (SRR%) aumenta con el incremento de la altura de la bocatoma, pero disminuye mientras la pendiente del lecho del canal aumenta como se muestra en la Figura 2.

La figura muestra que (SRR%) alcanza aproximadamente (63%) en la pendiente del lecho del canal (0,015) y la altura del vertedero (1,5B) donde (B) es el ancho del canal. Los resultados coinciden con los principios de la hidráulica del flujo, que establecen que, al aumentar la pendiente del lecho del canal, la velocidad del flujo aumenta, lo que provoca la elevación de las partículas a través de la profundidad del agua y reduce la probabilidad de que los sedimentos queden atrapados. La figura muestra también que (SRR%) aumenta con el incremento de la altura del vertedero debido a la misma razón. Los resultados para otros valores de descarga revelaron las mismas relaciones mostradas en la Figura 1 para la

descarga (100 l/min) y estos resultados se ilustran en las Figuras 2 y 3 para un valor de descarga de 300 y 500 l/min, respectivamente.

**Figura 6:**

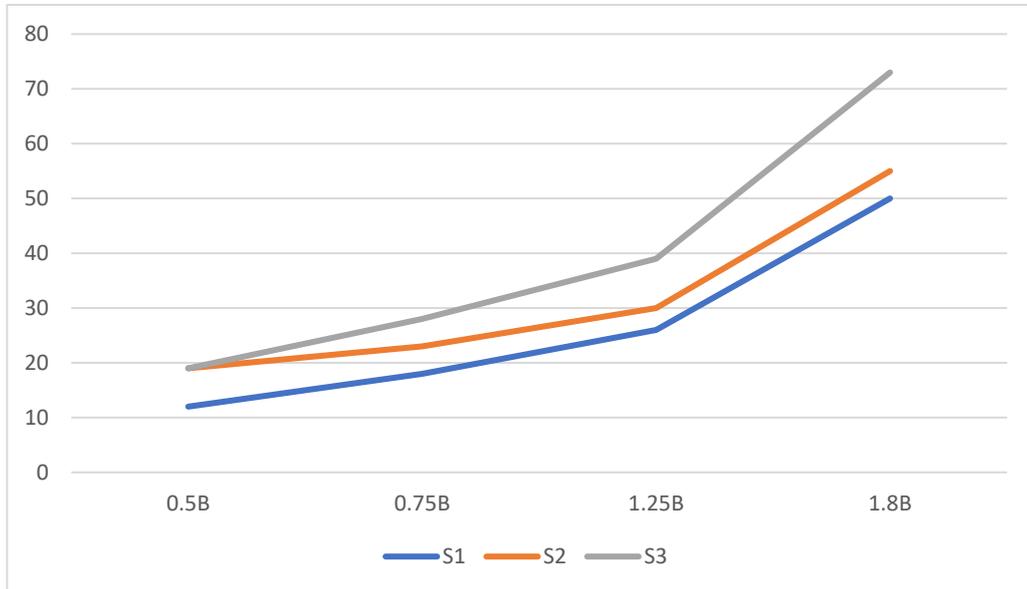
Variación de la relación de reducción de sedimentos a la altura de la bocatoma para diferentes pendientes del canal, caudal = 300 l/min.



Las Figuras 4, 5 y 6 muestran la variación de (SRR%) con la descarga para tres pendientes del lecho del canal y alturas d la bocatoma. Se observa que cuando el caudal es superior a (100 l/min), los valores más altos de (SRR%) se obtienen para las tres pendientes y a la altura del vertedero (1,5B) como se muestra en la Figura 5. Las figuras también muestran que las diferencias entre los valores de (SRR%) para las descargas (100 l/min) y (300 l/min) no son significativas, luego la de (500 l/min) es la descarga adecuada para proporcionar un (SRR%) aceptable.

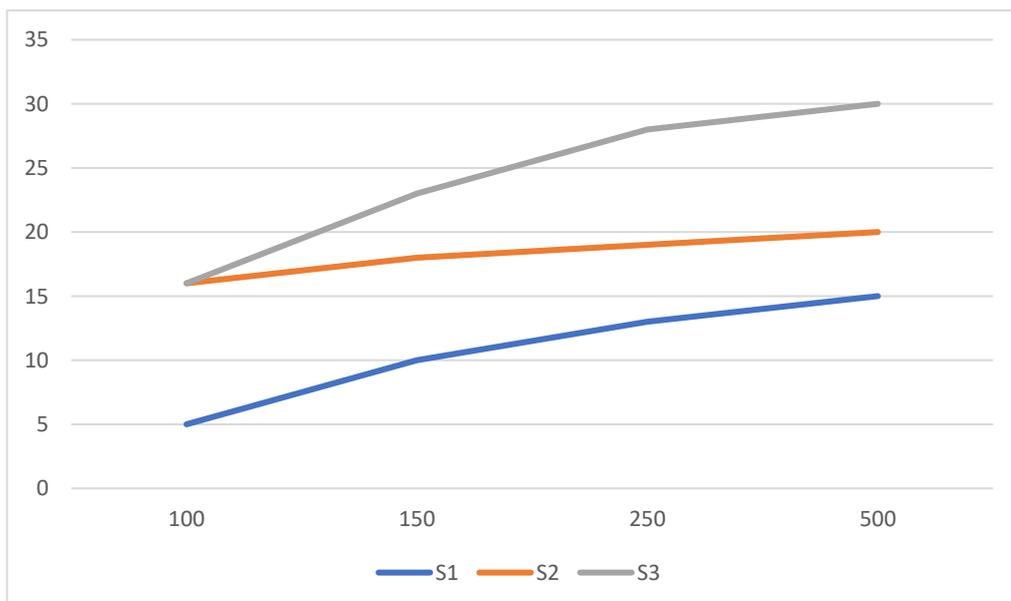
**Figura 7:**

*Variación del coeficiente de reducción de sedimentos con la altura del vertedero para diferentes pendientes del canal, caudal = 500 l/min.*



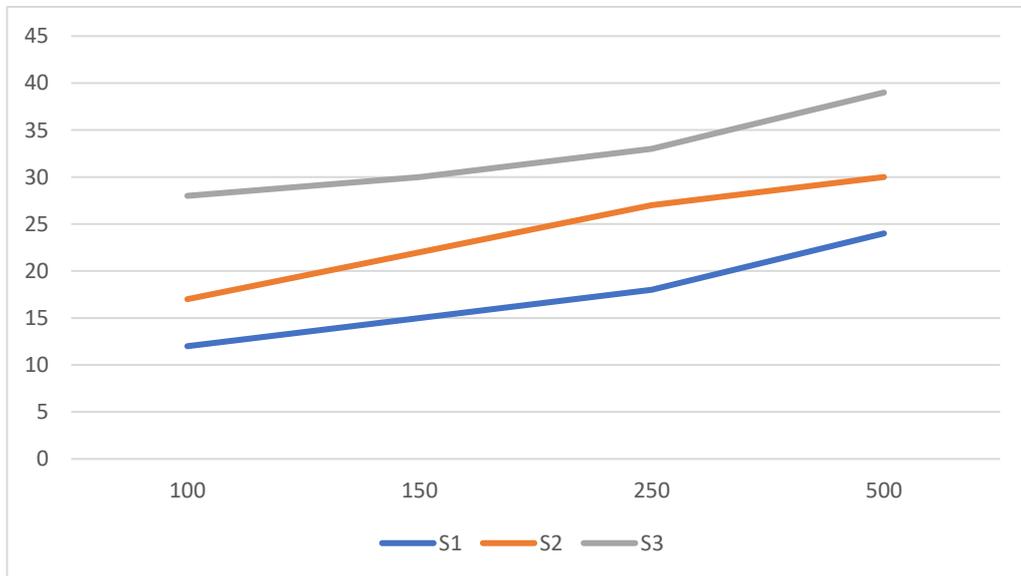
**Figura 8:**

*Variación del coeficiente de reducción de sedimentos con el caudal para diferentes pendientes del canal,  $H = 0,5 B$ .*



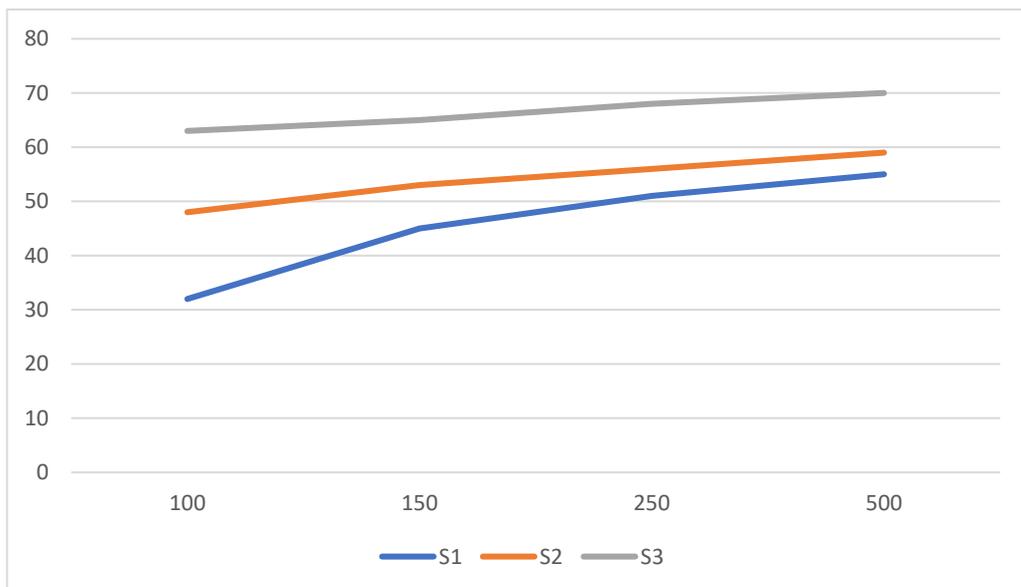
**Figura 9:**

*Variación del coeficiente de reducción de sedimentos con el caudal para diferentes pendientes del canal,  $H = B$ .*



**Figura 10:**

*Variación del coeficiente de reducción de sedimentos con el caudal para diferentes pendientes del canal,  $H = 1,5 B$ .*



Esto puede atribuirse a que el movimiento inicial de una partícula de sedimento se produce cuando la relación entre la fuerza hidrodinámica y la fuerza del peso sumergido que actúa.

Los materiales floculantes cambian continuamente de una manera que depende tanto del sedimento como de las características del flujo.

#### **8.4. RESULTADO**

En esta investigación se estudiaron tres variables: la altura del vertedero, la pendiente del lecho del canal y el caudal. El estudio de su efecto sobre la eficacia de la eliminación de los sedimentos conduce a las siguientes conclusiones

1. El ratio de reducción de sedimentos aumenta con el incremento de la altura del vertedero y alcanza aproximadamente el (63%) con una pendiente del lecho del canal de (0,015) y una altura del vertedero de  $1,5B$  (donde  $B$  es la anchura del canal).
2. Cuando el caudal es superior a (100 l/min), los valores más altos de la relación de reducción de sedimentos se obtienen para las tres pendientes utilizadas y a una altura de presa de  $1,5B$ .
3. El valor de la descarga (500 l/min) es adecuado para proporcionar una relación de reducción de sedimentos considerable para todas las alturas del vertedero.

## REFERENCIAS

- Arias Gonzáles, José Luis. 2021. Diseño y Metodología de la Investigación. Lima : Enfoques Consulting EIRL, 2021.
- Barkdoll, B. y Ettema, R. (2019). Sediment Control at Lateral Diversions: Limits and Enhancements to Vane Use. Hydraulic Eng. ASCE, 125(8), 862–870.
- Bellido Moreno, Glicerio . 2020. Alternativas de diseño hidráulico de un canal para la reactivación del riego tecnificado en la comunidad de Chirilla Ayacucho 2020. Lima: s.n., 2020. Pregrado.
- Bendezú Prado, Jaime Leonardo. 2018. Evaluación de fenómenos hidráulicos y modelamiento bidimensional con Iber en canal de pendiente variable. Ayacucho: s.n., 2018. Pregrado.
- Calero Proaño, Laura de Jesús y Calero Amores, Marcial Sebastián. 2018. Modelación del factor hidráulico de sección para diseñar canales regulares. 2018.
- Carrasco Carrasco, Xavier Alejandro. 2019. Estudio y caracterización hidráulica del óvalo 21 al óvalo 22 del canal de riego Ambato-Huachi-Pelileo, Cantón Ceballos, provincia de Tungurahua. Ambato: s.n., 2019. Pregrado.
- Cheng, N. y Chiew, Y. (1998). Pickup Probability for Sediment Entrainment. Hydraulic Eng. ASCE, 124(2), 232–235.
- Chuquipa Aguilar, Ely Roxana. 2020. Diseño del canal de irrigación Monterrico km 0+000 al km 3+800, caserío Tolopampa-el Parco-Bagua-Amazonas. 2018. Chiclayo: s.n., 2020. Pregrado.
- Fernández Bedoya, Víctor Hugo. 2020. Tipos de justificación en la investigación científica. Lima: s.n., 2020.
- Gallardo Armijos, Pablo. 2018. Diseño de canales abiertos. Alicante: Editorial Área de Innovación y Desarrollo,S.L., 2018.

- Gamarra, Manuel; Hidalgo, Miguel; Lopez, Mario; Medina, César. 2017. Optimización del uso del recurso hídrico del Río Pisco y el desarrollo de la región Ica. Lima : s.n., 2017.
- García-Angulo, K. (2019). Análisis del transporte de sedimentos en suspensión en los ríos Ucayali, Marañón y en la confluencia del Amazonas, Loreto, Perú 2014 [Universidad Nacional de la Amazonía peruana]. [https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/4067/Karen\\_Tesis\\_Título\\_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/4067/Karen_Tesis_Título_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- González Cárdenas, Igancio Esteban. 2018. Aspectos hidráulicos en el diseño de una plataforma de gestión y monitoreo de canales de regadío-aplicación al caso de la junta de vigilancia primera sección del río Aconcagua. Santiago de Chile: s.n., 2018. Pregrado.
- Gonzalez Espino, David. 2020. Modelo hidráulico virreinal utilizado en el centro histórico de Lima para abastecimiento de agua. Lima : s.n., 2020.
- Hermes E. Castellanos, Carlos A. Collazos, Javier C. Farfan, Farid Meléndez Pertuz. 2017. Diseño y Construcción de un Canal Hidráulico de Pendiente Variable. Bogotá: s.n., 2017.
- Hernandez Sampieri, Roberto y Mendoza Torres, Christian Paulina. 2018. Metodología de la Investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Mexico : McGraw-Hill Interamericana Editores, 2018.
- Jimenez S. 2016. Hidráulico fácil. Consideraciones para el diseño hidráulico de canales. [En línea] 2016. <https://www.hidraulicafacil.com/2016/02/DisenioCanal.html#:~:text=El%20dise%C3%B1o%20de%20un%20canal%20comprende%20su%20revestimiento%20y%20la,de%20agua%20en%20el%20canal..>
- Machaca Ortiz, Jin Lu y Chambilla Aguilar, Julio Cesar. 2021. Propuesta para el diseño de construcción del canal de irrigación San José distrito de Colca provincia Víctor Fajardo, región Ayacucho, 2021. Trujillo : s.n., 2021. Pregrado.

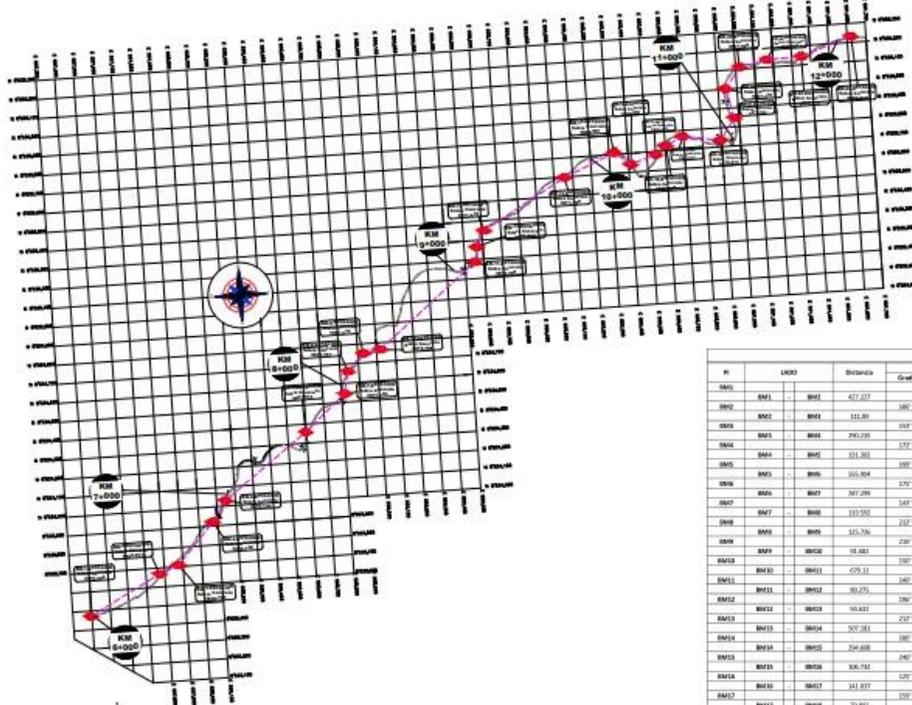
- Manuel Gamarra, Miguel Hidalgo, Mario Lopez, César Medina. 2017. Optimización del uso recurso hídrico del río Pisco y el desarrollo de la región Ica. Lima : s.n., 2017.
- Marín Enamorado, Estuardo René. 2017. Construcción de un modelo hidráulico para la simulación de tipos de flujo en canales abiertos para el laboratorio de mecánica de fluidos e hidráulica de la facultad de ingeniería, USAC. Guatemala: s.n., 2017.
- Martínez Valdés, Yaset y Villalejo García, Víctor Michel. 2018. La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos. La Habana: s.n., 2018.
- McEwan, I. y Heald, J. (2019). Discrete Particle Modeling of Entrainment from Flat Uniformly Sized Sediment Beds. *Hydraulic Eng. ASCE*, 127(7), 588–597.
- Mendoza González, Ángel y Aguilar Chávez, Ariosto. 2018. Determinación de la velocidad de corte en un flujo de canal abierto de baja pendiente. Morelos: s.n., 2018.
- Molinos Senante, María; Hernández Sancho, Francesc; Mocholí Arce, Manuel; y Sala Garrido, Ramón. 2016. Optimización de la gestión de recursos hídricos en cuencas deficitarias. 2016.
- Moya Rico, Rodrigo y Alexander Alvarez, William. 2018. Modelación hidráulica de un canal urbano en la ciudad de Bogotá, caso de estudio: canal Río Negro. Bogotá: s.n., 2018. Pregrado.
- Nakato, T. y Ogden, F. (1998). Sediment Control at Water Intakes along Sand-Bed Rivers. *Hydr. Eng. ASCE*, 124(6), 589–599.
- Nino, Y. (2020). Simple Model for Downstream Variation of Median Sediment Size in Chilean Rivers. *ASCE*, 128(10), 934–941.
- Ñaupas Paitán, Humberto, y otros. 2018. Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis. Bogota : s.n., 2018.

- Perez Campomanes, Giovene. 2018. Manual de obras hidraulicas. Lima: s.n., 2018.
- Santiago Collazo, Félix y Silva Araya, Walter. 2019. Modelo Hidráulico para Redes de Canales con Estructuras Hidráulicas. Puerto Rico: s.n., 2019.
- Santisteban Chapoñan, Edwin Joel. 2019. Diseño hidráulico del canal L-02 Huabal, en el distrito de Mórrope, Lambayeque – 2018. Chiclayo: s.n., 2019. Pregrado.
- SENAMHI. (2021). Retos y desafíos en la gestión de sedimentos en cuencas andino-amazónicas.  
[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2733961/Retos y desafíos en la gestión de sedimentos en cuencas Andino Amazónicas.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2733961/Retos_y_desafios_en_la_gestion_de_sedimentos_en_cuencas_Andino_Amazonicas.pdf)
- Torres Sanchez, Jeimy Maylin. 2017. Diseño Hidráulico y Modelamiento en HEC-RAS del Canal de Concreto y de Obras de Arte del Proyecto Carpintero – Tramo Km 0+000 al Km 5+000. Lima: s.n., 2017. Pregrado.
- Torres-Sánchez, J. (2017). Diseño hidráulico y modelamiento en HEC\_RAS del canal de concreto y de obras de arte del Proyecto Carpintero – Tramo Km 0+000 al Km 5+000 [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].  
[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/623042/Torres\\_SJ.pdf;jsessionid=329FA1C0AFEAD1BE958A1657AC3CD37A?sequence=5](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/623042/Torres_SJ.pdf;jsessionid=329FA1C0AFEAD1BE958A1657AC3CD37A?sequence=5)
- Tulio Cordero. 2018. Investigación social. La justificación. Caracas: s.n., 2018.
- Universidad César Vallejo. 2020. Código de Ética en Investigación. 2020.
- Vásconez González, Marco Antonio. 2017. Evaluación y optimización eficiente del recurso hídrico y su ciclo dentro de un centro hospitalario, caso de estudio hospital "Luz Elena Arismendi" parroquia Guamaní, Quito. Quito: s.n., 2017. Pregrado.
- Vásquez Díaz, Liberando. 2021. Diseño del canal de riego trancamayo Chico, centro poblado Cabracancho – Chota – Cajamarca. Chiclayo: s.n., 2021.

Velasco, M. (2002). Investigación hidráulica y sedimentológica del tramo urbano del río Piura [Universidad de Piura]. [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1170/ICI\\_084.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1170/ICI_084.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## **ANEXOS**

# ANEXO 01: Plano de BMS



PLANO DE BMS Y PUNTOS DE CONTROL TOPOGRAFICO (KM: 6+000 A KM: 12+400)  
ESCALA: 1/12.500

LEYENDA	
	ALINEAMIENTO
	PUNTO DE CONTROL TOPOGRAFICO
	ESTRUCTURA DE CANAL
	PENDIENTE
	ESTACIONAMIENTO
	ELEVACION
	ORIENTACION

PI	LADO	Distancia	ANGULO			AZIMUT			PROYECCIONES			COORDENADAS				
			Dist	Min	Seg	Dist	Min	Seg	Dist	Dist	Dist	Elev	NORTE	EAST		
BM01	BM01	422.327	180	52	48	186.952	0	52	52	0	1.001	279.875	137.044	52293.111	83241.096	
BM02	BM02	111.89	103	7	27	155.118	0	87	27	13	18.888	1.571	325.738	38.132	52273.284	83266.34
BM03	BM03	390.216	103	7	27	155.118	0	87	52	58	52.512	0.742	186.393	114.909	52287.024	83297.521
BM04	BM04	111.361	172	18	37	175.170	0	54	48	53	24.090	0.988	74.784	137.352	52281.179	83291.421
BM05	BM05	101.964	180	0	0	180.000	0	54	48	53	18.207	0.987	148.858	139.549	52284.502	83285.173
BM06	BM06	297.295	170	52	17	176.561	0	52	48	53	48.688	0.888	218.918	116.008	52288.982	83288.421
BM07	BM07	147	18	17	143.177	0	87	38	58	48.688	0.888	218.918	116.008	52288.982	83288.421	
BM08	BM08	133.261	180	0	0	180.000	0	12	58	57	12.847	0.225	35.736	116.352	52284.024	83286.347
BM09	BM09	145.736	180	0	0	180.000	0	48	38	48	44.054	0.785	88.881	88.11	52289.167	83279.807
BM10	BM10	18.481	180	0	0	180.000	0	82	18	17	81.530	1.328	92.831	52.827	52283.138	83275.784
BM11	BM11	279.11	180	0	0	180.000	0	52	28	58	52.438	0.898	118.817	62.124	52252.118	83212.118
BM12	BM12	80.271	180	0	0	180.000	0	12	38	48	12.527	0.282	35.411	78.042	52248.278	83208.76
BM13	BM13	10.843	180	0	0	180.000	0	28	8	8	28.117	0.383	44.881	84.807	52248.278	83208.76
BM14	BM14	507.381	234	48	37	252.987	0	52	48	28	18.007	1.083	142.710	147.361	52262.421	83248.211
BM15	BM15	180	52	34	188.821	0	52	48	38	47	47.659	1.181	217.230	112.908	52258.008	83258.608
BM16	BM16	254.668	282	28	24	248.472	0	52	48	38	47.659	1.181	217.230	112.908	52258.008	83258.608
BM17	BM17	88.742	120	0	0	120.000	1	108	8	8	128.814	2.227	88.881	88.881	52253.081	83262.514
BM18	BM18	141.817	102	48	17	153.862	0	78	12	38	78.207	1.278	135.813	88.752	52241.114	83260.512
BM19	BM19	73.881	102	48	17	153.862	0	52	8	38	52.041	0.905	55.835	50.652	52248.114	83262.514
BM20	BM20	135.84	180	0	0	180.000	0	68	7	8	68.117	1.137	88.871	42.47	52248.114	83262.514
BM21	BM21	212.41	180	0	0	180.000	1	88	52	7	88.587	1.738	139.832	55.711	52248.114	83262.514
BM22	BM22	117.261	180	0	0	180.000	0	32	48	48	32.090	0.523	80.485	112.049	52251.512	83264.781
BM23	BM23	219.284	282	28	24	248.472	0	12	12	18	12.117	0.211	36.881	116.889	52258.008	83262.514
BM24	BM24	117.579	180	0	0	180.000	0	82	11	28	82.187	0.648	85.188	139.802	52258.008	83262.514
BM25	BM25	145.381	210	28	17	221.498	0	78	48	17	78.080	1.181	145.381	28.07	52251.111	83261.751
BM26	BM26	133.261	180	0	0	180.000	0	88	18	7	88.197	1.182	145.381	28.07	52251.111	83261.751
BM27	BM27	219.284	180	0	0	180.000	0	78	52	38	78.887	1.182	145.381	28.07	52251.111	83261.751
BM28	BM28	261.281	180	0	0	180.000	0	78	52	38	78.887	1.182	145.381	28.07	52251.111	83261.751

<b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>CURSO TITULACION UCV</b>		PLANO: <b>PLANO DE PLANTA Y PERFIL</b> <b>(KM: 6+000 A KM: 12+400)</b>	
	PROYECTO DE INVESTIGACION: <b>"DISEÑO HIDRAULICO DEL CANAL CCOCHAQ HUAYLLAY TRAMO 6+000 - 12+400"</b>			
INTEGRANTES: <b>JOSE MANUEL BARRERA CONDORI</b> <b>ELLERY CARLO HUANCHAUARI MUÑOZ</b>		DATUM: PER: 81 SISTEMA DE PROYECCION: UTM 78	REGION: AYACUCHO PROVINCIA: HUAMANGA DISTRITO: INCAHUASI	ESCALA: 1:1000 FECHA: JUNIO 2022

**ANEXO 02: Tabla de elementos de curva**

PI Nº	RADIO	$\beta$ ANGULO DE DEFLEXION	L.C LONG. DE CURVA	C CUERDA LARGA	S.T SUB- TANGENTE	R RADIO DE CURVA	F FLECHA	E EXTERNAL	P.C	P.I	P.T	P.I ESTE	P.I NORTE	SENTIDO
PI-1	20	16°33'31"	5.780"	5.76	2.91	20	0.208	0.211	6+011.949	6+014.859	6+017.729	557429.53	8533479.72	8
PI-2	60	2°23'18"	2.501"	2.501	1.251	60	0.013	0.013	6+030.027	6+031.278	6+032.528	557445.91	8533481.34	1
PI-3	20	7°52'22"	2.748"	2.746	1.376	20	0.047	0.047	6+047.550	6+048.926	6+050.298	557463.38	8533483.82	1
PI-4	60	3°09'18"	3.304"	3.304	1.652	60	0.023	0.023	6+063.940	6+065.593	6+067.244	557479.43	8533488.34	1
PI-5	10	2°10'05"	0.378"	0.378	0.189	10	0.002	0.002	6+178.261	6+178.450	6+178.639	557584.76	8533528.86	1
PI-6	10	5°15'48"	0.919"	0.918	0.46	10	0.011	0.011	6+185.975	6+186.435	6+186.894	557592.1	8533532.01	1
PI-7	10	0°26'27"	0.077"	0.077	0.038	10	0	0	6+190.966	6+191.004	6+191.043	557596.11	8533534.19	1
PI-8	20	0°45'11"	0.263"	0.263	0.131	20	0	0	6+220.862	6+220.994	6+221.125	557622.35	8533548.7	8
PI-9	20	7°32'41"	2.634"	2.632	1.319	20	0.043	0.043	6+229.030	6+230.348	6+231.663	557630.6	8533553.12	8
PI-10	20	5°34'18"	1.945"	1.944	0.973	20	0.024	0.024	6+233.401	6+234.374	6+235.346	557634.37	8533554.54	8
PI-11	20	1°03'57"	0.372"	0.372	0.186	20	0.001	0.001	6+238.640	6+238.826	6+239.012	557638.67	8533555.7	8
PI-12	10	3°56'56"	0.689"	0.689	0.345	10	0.006	0.006	6+245.987	6+246.332	6+246.677	557645.95	8533557.52	1
PI-13	10	10°15'59"	1.792"	1.789	0.898	10	0.04	0.04	6+251.281	6+252.179	6+253.073	557651.52	8533559.32	1
PI-14	10	5°38'56"	0.986"	0.986	0.493	10	0.012	0.012	6+255.780	6+256.273	6+256.766	557655.13	8533561.26	1
PI-15	20	2°53'38"	1.010"	1.01	0.505	20	0.006	0.006	6+345.283	6+345.789	6+346.294	557729.45	8533611.15	1
PI-16	10	9°11'31"	1.604"	1.603	0.804	10	0.032	0.032	6+351.177	6+351.981	6+352.782	557734.41	8533614.86	1
PI-17	20	2°17'47"	0.802"	0.802	0.401	20	0.004	0.004	6+358.036	6+358.437	6+358.838	557738.9	8533619.5	1
PI-18	20	0°41'13"	0.240"	0.24	0.12	20	0	0	6+365.922	6+366.042	6+366.162	557743.96	8533625.18	8
PI-19	20	2°01'50"	0.709"	0.709	0.354	20	0.003	0.003	6+395.552	6+395.906	6+396.260	557764.11	8533647.22	1
PI-20	20	6°28'22"	2.259"	2.258	1.131	20	0.032	0.032	6+399.757	6+400.888	6+402.017	557767.34	8533651.01	8

PI-21	20	3°48'48"	1.331"	1.331	0.666	20	0.011	0.011	6+406.086	6+406.751	6+407.417	557771.62	8533655.02	8
PI-22	10	8°00'30"	1.398"	1.397	0.7	10	0.024	0.024	6+412.144	6+412.844	6+413.542	557776.34	8533658.88	8
PI-23	30	1°27'49"	0.766"	0.766	0.383	30	0.002	0.002	6+418.952	6+419.335	6+419.718	557781.89	8533662.26	8
PI-24	20	1°13'10"	0.426"	0.426	0.213	20	0.001	0.001	6+431.689	6+431.901	6+432.114	557792.79	8533668.51	1
PI-25	20	5°04'06"	1.769"	1.769	0.885	20	0.02	0.02	6+438.041	6+438.926	6+439.810	557798.8	8533672.13	1
PI-26	10	2°57'15"	0.516"	0.516	0.258	10	0.003	0.003	6+444.536	6+444.794	6+445.052	557803.54	8533675.6	1
PI-27	200	0°01'14"	0.072"	0.072	0.036	200	0	0	6+449.890	6+449.925	6+449.961	557807.53	8533678.83	8
PI-28	200	0°06'30"	0.378"	0.378	0.189	200	0	0	6+532.142	6+532.331	6+532.520	557871.51	8533730.76	1
PI-29	200	0°02'28"	0.143"	0.143	0.072	200	0	0	6+594.637	6+594.709	6+594.781	557919.87	8533770.16	1
PI-30	200	0°12'43"	0.740"	0.74	0.37	200	0	0	6+599.553	6+599.923	6+600.293	557923.91	8533773.46	8
PI-31	100	1°45'39"	3.073"	3.073	1.537	100	0.012	0.012	6+605.977	6+607.514	6+609.050	557929.81	8533778.23	1
PI-32	20	5°04'02"	1.769"	1.768	0.885	20	0.02	0.02	6+613.115	6+614.000	6+614.883	557934.72	8533782.47	1
PI-33	20	3°33'52"	1.244"	1.244	0.622	20	0.01	0.01	6+616.872	6+617.494	6+618.116	557937.16	8533784.98	1
PI-34	20	0°13'32"	0.079"	0.079	0.039	20	0	0	6+621.457	6+621.497	6+621.536	557939.76	8533788.02	8
PI-35	60	0°39'22"	0.687"	0.687	0.344	60	0.001	0.001	6+662.060	6+662.403	6+662.747	557966.51	8533818.97	1
PI-36	40	0°56'08"	0.653"	0.653	0.327	40	0.001	0.001	6+667.872	6+668.199	6+668.525	557970.25	8533823.39	8
PI-37	20	7°59'17"	2.788"	2.786	1.396	20	0.049	0.049	6+670.878	6+672.274	6+673.666	557972.93	8533826.47	1
PI-38	20	6°09'26"	2.149"	2.148	1.076	20	0.029	0.029	6+675.286	6+676.362	6+677.436	557975.16	8533829.89	1
PI-39	120	0°45'12"	1.578"	1.578	0.789	120	0.003	0.003	6+682.395	6+683.184	6+683.972	557978.26	8533835.97	1
PI-40	20	3°47'52"	1.326"	1.325	0.663	20	0.011	0.011	6+691.691	6+692.354	6+693.017	557982.31	8533844.2	8
PI-41	10	6°29'44"	1.134"	1.133	0.567	10	0.016	0.016	6+699.355	6+699.923	6+700.489	557986.1	8533850.76	8
PI-42	40	1°29'12"	1.038"	1.038	0.519	40	0.003	0.003	6+704.312	6+704.831	6+705.350	557989.02	8533854.7	8
PI-43	30	1°15'29"	0.659"	0.659	0.329	30	0.002	0.002	6+756.135	6+756.464	6+756.794	558020.8	8533895.39	8
PI-44	20	8°18'39"	2.901"	2.898	1.453	20	0.053	0.053	6+761.025	6+762.478	6+763.926	558024.6	8533900.05	8
PI-45	20	1°23'13"	0.484"	0.484	0.242	20	0.001	0.001	6+768.252	6+768.494	6+768.736	558029.05	8533904.11	1
PI-46	20	2°08'53"	0.750"	0.75	0.375	20	0.004	0.004	6+771.963	6+772.338	6+772.713	558031.82	8533906.78	8
PI-47	120	0°34'54"	1.218"	1.218	0.609	120	0.002	0.002	6+803.389	6+803.998	6+804.607	558055.47	8533927.83	1

PI-48	120	1°37'29"	3.403"	3.402	1.701	120	0.012	0.012	6+809.853	6+811.554	6+813.255	558061.06	8533932.91	8
PI-49	20	8°56'07"	3.119"	3.116	1.563	20	0.061	0.061	6+818.319	6+819.882	6+821.438	558067.38	8533938.33	8
PI-50	20	7°15'25"	2.533"	2.531	1.268	20	0.04	0.04	6+824.830	6+826.098	6+827.363	558072.67	8533941.6	8
PI-51	100	1°18'24"	2.281"	2.281	1.14	100	0.007	0.007	6+830.666	6+831.807	6+832.947	558077.87	8533943.97	8
PI-52	20	3°46'12"	1.316"	1.316	0.658	20	0.011	0.011	6+851.659	6+852.318	6+852.975	558096.74	8533952.02	1
PI-53	40	2°27'03"	1.711"	1.711	0.856	40	0.009	0.009	6+857.908	6+858.764	6+859.620	558102.49	8533954.94	8
PI-54	40	0°25'55"	0.301"	0.301	0.151	40	0	0	6+861.857	6+862.008	6+862.159	558105.44	8533956.28	8
PI-55	5	19°32'29"	1.705"	1.697	0.861	5	0.073	0.074	6+865.745	6+866.606	6+867.450	558109.64	8533958.16	1
PI-56	20	3°09'10"	1.100"	1.1	0.55	20	0.008	0.008	6+872.105	6+872.656	6+873.206	558114.03	8533962.34	1
PI-57	60	0°41'34"	0.726"	0.726	0.363	60	0.001	0.001	6+877.811	6+878.173	6+878.536	558117.82	8533966.35	1
PI-58	20	7°45'20"	2.707"	2.705	1.356	20	0.046	0.046	6+881.028	6+882.384	6+883.735	558120.67	8533969.45	1
PI-59	5	19°35'43"	1.710"	1.702	0.863	5	0.073	0.074	6+884.863	6+885.727	6+886.573	558122.58	8533972.2	1
PI-60	20	5°40'37"	1.982"	1.981	0.992	20	0.025	0.025	6+890.545	6+891.536	6+892.526	558124.11	8533977.82	1
PI-61	200	0°29'46"	1.732"	1.732	0.866	200	0.002	0.002	6+900.326	6+901.192	6+902.057	558125.71	8533987.35	1
PI-62	5	9°34'21"	0.835"	0.834	0.419	5	0.017	0.017	6+929.515	6+929.933	6+930.350	558130.24	8534015.73	8
PI-63	10	8°15'54"	1.442"	1.441	0.723	10	0.026	0.026	6+936.540	6+937.263	6+937.983	558132.59	8534022.68	8
PI-64	100	0°06'26"	0.187"	0.187	0.094	100	0	0	6+942.587	6+942.681	6+942.774	558135.04	8534027.51	8
PI-65	10	10°06'13"	1.763"	1.761	0.884	10	0.039	0.039	6+945.418	6+946.302	6+947.181	558136.68	8534030.74	8
PI-66	40	1°09'23"	0.807"	0.807	0.404	40	0.002	0.002	6+949.618	6+950.021	6+950.425	558138.93	8534033.7	1
PI-67	100	0°46'08"	1.342"	1.342	0.671	100	0.002	0.002	6+972.217	6+972.888	6+973.559	558152.36	8534052.21	8
PI-68	5	15°56'12"	1.391"	1.386	0.7	5	0.048	0.049	6+975.218	6+975.918	6+976.609	558154.17	8534054.64	8
PI-69	60	2°01'28"	2.120"	2.12	1.06	60	0.009	0.009	6+980.024	6+981.085	6+982.144	558158.29	8534057.78	1
PI-70	60	1°00'37"	1.058"	1.058	0.529	60	0.002	0.002	6+989.873	6+990.402	6+990.931	558165.49	8534063.69	8
PI-71	20	4°11'32"	1.463"	1.463	0.732	20	0.013	0.013	6+992.772	6+993.504	6+994.235	558167.92	8534065.62	1
PI-72	10	3°32'25"	0.618"	0.618	0.309	10	0.005	0.005	6+996.244	6+996.553	6+996.862	558170.17	8534067.68	1
PI-73	10	4°09'49"	0.727"	0.727	0.363	10	0.007	0.007	6+998.139	6+998.502	6+998.865	558171.52	8534069.08	1
PI-74	10	5°51'17"	1.022"	1.021	0.511	10	0.013	0.013	7+032.675	7+033.186	7+033.696	558193.7	8534095.75	1

PI-75	60	1°13'59"	1.291"	1.291	0.646	60	0.003	0.003	7+036.487	7+037.133	7+037.779	558195.9	8534099.02	1
PI-76	40	0°50'22"	0.586"	0.586	0.293	40	0.001	0.001	7+039.230	7+039.523	7+039.816	558197.19	8534101.04	1
PI-77	20	4°58'44"	1.738"	1.737	0.87	20	0.019	0.019	7+076.157	7+077.026	7+077.894	558216.97	8534132.9	1
PI-78	10	11°34'28"	2.020"	2.017	1.014	10	0.051	0.051	7+079.467	7+080.481	7+081.488	558218.53	8534135.98	1
PI-79	10	8°12'37"	1.433"	1.432	0.718	10	0.026	0.026	7+081.776	7+082.493	7+083.209	558219.06	8534137.93	1
PI-80	10	4°46'44"	0.834"	0.834	0.417	10	0.009	0.009	7+085.103	7+085.520	7+085.937	558219.44	8534140.94	1
PI-81	100	1°16'05"	2.213"	2.213	1.107	100	0.006	0.006	7+104.328	7+105.434	7+106.541	558220.23	8534160.84	1
PI-82	10	5°52'38"	1.026"	1.025	0.513	10	0.013	0.013	7+107.731	7+108.245	7+108.757	558220.28	8534163.65	8
PI-83	10	0°43'55"	0.128"	0.128	0.064	10	0	0	7+109.424	7+109.488	7+109.552	558220.43	8534164.88	1
PI-84	10	6°23'24"	1.115"	1.115	0.558	10	0.016	0.016	7+110.904	7+111.462	7+112.019	558220.64	8534166.84	8
PI-85	20	0°44'31"	0.259"	0.259	0.13	20	0	0	7+113.413	7+113.542	7+113.672	558221.09	8534168.88	1
PI-86	20	2°57'22"	1.032"	1.032	0.516	20	0.007	0.007	7+115.038	7+115.554	7+116.070	558221.5	8534170.85	8
PI-87	10	3°02'58"	0.532"	0.532	0.266	10	0.004	0.004	7+128.880	7+129.146	7+129.412	558224.97	8534183.99	8
PI-88	10	5°04'31"	0.886"	0.886	0.443	10	0.01	0.01	7+130.914	7+131.357	7+131.800	558225.65	8534186.09	8
PI-89	10	0°18'44"	0.054"	0.054	0.027	10	0	0	7+133.030	7+133.057	7+133.084	558226.31	8534187.66	1
PI-90	30	0°28'32"	0.249"	0.249	0.125	30	0	0	7+135.196	7+135.321	7+135.445	558227.18	8534189.75	1
PI-91	20	4°54'48"	1.715"	1.715	0.858	20	0.018	0.018	7+136.233	7+137.091	7+137.948	558227.84	8534191.39	8
PI-92	20	0°15'10"	0.088"	0.088	0.044	20	0	0	7+149.102	7+149.146	7+149.191	558233.32	8534202.13	8
PI-93	20	7°49'22"	2.731"	2.729	1.367	20	0.047	0.047	7+151.446	7+152.814	7+154.177	558235	8534205.39	8
PI-94	10	9°22'46"	1.637"	1.635	0.82	10	0.033	0.034	7+154.326	7+155.146	7+155.963	558236.34	8534207.3	8
PI-95	20	0°22'56"	0.133"	0.133	0.067	20	0	0	7+157.846	7+157.912	7+157.979	558238.28	8534209.28	8
PI-96	20	3°09'28"	1.102"	1.102	0.551	20	0.008	0.008	7+160.552	7+161.104	7+161.655	558240.53	8534211.54	8
PI-97	20	0°59'55"	0.349"	0.349	0.174	20	0.001	0.001	7+168.933	7+169.107	7+169.282	558246.48	8534216.9	8
PI-98	20	3°39'58"	1.280"	1.279	0.64	20	0.01	0.01	7+171.384	7+172.024	7+172.664	558248.68	8534218.81	8
PI-99	10	6°28'56"	1.131"	1.131	0.566	10	0.016	0.016	7+174.020	7+174.586	7+175.151	558250.72	8534220.36	8
PI-100	20	2°32'55"	0.890"	0.89	0.445	20	0.005	0.005	7+177.115	7+177.560	7+178.005	558253.28	8534221.89	8
PI-101	40	3°17'19"	2.296"	2.296	1.148	40	0.016	0.016	7+179.056	7+180.204	7+181.352	558255.6	8534223.14	8

PI-102	10	13°48'54"	2.411"	2.405	1.211	10	0.073	0.073	7+192.509	7+193.721	7+194.920	558267.85	8534228.86	8
PI-103	20	4°05'35"	1.429"	1.428	0.715	20	0.013	0.013	7+198.992	7+199.706	7+200.421	558273.74	8534230.02	8
PI-104	10	2°13'36"	0.389"	0.389	0.194	10	0.002	0.002	7+208.740	7+208.934	7+209.129	558282.9	8534231.16	1
PI-105	5	22°04'41"	1.927"	1.915	0.975	5	0.093	0.094	7+213.949	7+214.925	7+215.876	558288.81	8534232.13	8
PI-106	100	1°09'16"	2.015"	2.015	1.008	100	0.005	0.005	7+219.877	7+220.884	7+221.892	558294.64	8534230.81	1
PI-107	60	1°03'08"	1.102"	1.102	0.551	60	0.003	0.003	7+230.285	7+230.836	7+231.387	558304.39	8534228.81	8
PI-108	20	5°14'51"	1.832"	1.831	0.916	20	0.021	0.021	7+245.896	7+246.812	7+247.727	558319.98	8534225.31	8
PI-109	5	47°34'50"	4.152"	4.034	2.204	5	0.425	0.464	7+274.823	7+277.027	7+278.975	558348.73	8534216.02	1
PI-110	10	23°33'12"	4.111"	4.082	2.085	10	0.21	0.215	7+289.492	7+291.577	7+293.603	558361.6	8534223.36	1
PI-111	20	16°32'39"	5.775"	5.755	2.908	20	0.208	0.21	7+349.261	7+352.168	7+355.036	558397.9	8534271.94	8
PI-112	20	20°01'01"	6.987"	6.952	3.53	20	0.304	0.309	7+381.932	7+385.462	7+388.919	558424.63	8534291.86	8
PI-113	30	18°18'26"	9.586"	9.545	4.834	30	0.382	0.387	7+415.072	7+419.907	7+424.658	558457.69	8534301.76	8
PI-114	20	32°26'25"	11.324"	11.173	5.818	20	0.796	0.829	7+455.695	7+461.513	7+467.019	558499.36	8534300.58	8
PI-115	20	9°50'12"	3.434"	3.429	1.721	20	0.074	0.074	7+496.637	7+498.358	7+500.070	558530.14	8534279.76	1
PI-116	10	28°46'33"	5.022"	4.97	2.565	10	0.314	0.324	7+520.838	7+523.403	7+525.860	558552.99	8534269.47	1
PI-117	10	65°57'54"	11.513"	10.888	6.49	10	1.612	1.921	7+543.844	7+550.334	7+555.357	558579.94	8534271.61	1
PI-118	20	11°00'52"	3.845"	3.839	1.928	20	0.092	0.093	7+571.987	7+573.915	7+575.832	558588.3	8534295.23	1
PI-119	40	13°31'51"	9.446"	9.424	4.745	40	0.279	0.28	7+600.769	7+605.514	7+610.215	558592.96	8534326.49	8
PI-120	40	10°43'12"	7.484"	7.473	3.753	40	0.175	0.176	7+634.943	7+638.696	7+642.427	558605.42	8534357.29	8
PI-121	30	13°37'22"	7.133"	7.116	3.583	30	0.212	0.213	7+737.822	7+741.405	7+744.954	558660.97	8534443.71	8
PI-122	30	16°45'24"	8.774"	8.743	4.418	30	0.32	0.324	7+783.024	7+787.442	7+791.798	558694.3	8534475.51	8
PI-123	30	20°17'51"	10.628"	10.572	5.37	30	0.469	0.477	7+831.182	7+836.552	7+841.810	558738.16	8534497.75	8
PI-124	30	2°35'48"	1.360"	1.36	0.68	30	0.008	0.008	7+884.632	7+885.312	7+885.991	558786.71	8534503.36	1
PI-125	10	81°23'12"	14.205"	13.04	8.599	10	2.418	3.189	7+897.374	7+905.974	7+911.579	558807.11	8534506.66	8
PI-126	20	30°41'06"	10.711"	10.584	5.487	20	0.713	0.739	7+984.188	7+989.675	7+994.899	558806.24	8534593.35	1
PI-127	20	17°20'29"	6.053"	6.03	3.05	20	0.229	0.231	8+052.923	8+055.973	8+058.976	558839.63	8534650.93	8
PI-128	10	21°56'40"	3.830"	3.807	1.939	10	0.183	0.186	8+121.555	8+123.494	8+125.385	558889.41	8534696.62	1

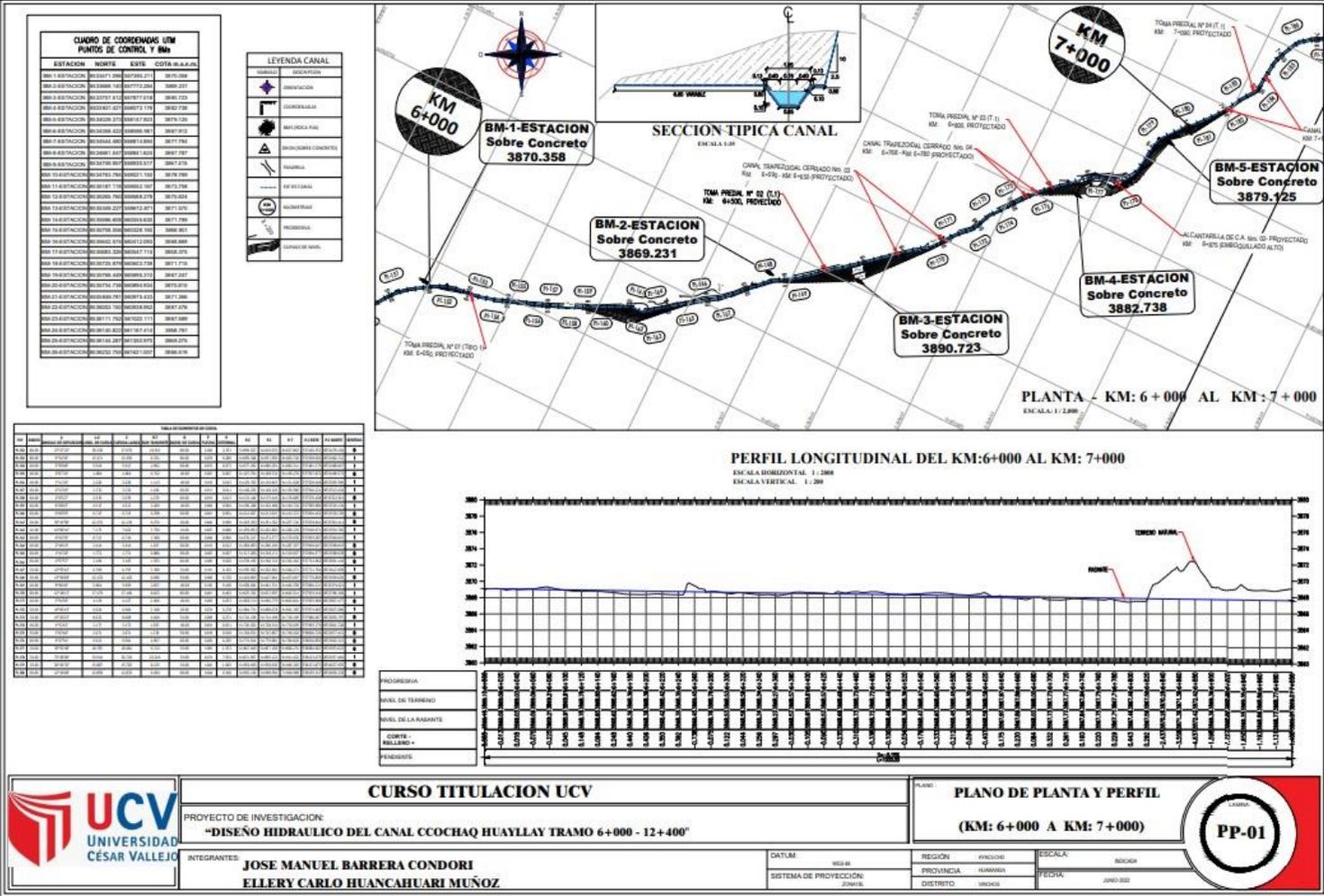
PI-129	10	27°47'58"	4.852"	4.804	2.475	10	0.293	0.302	8+139.876	8+142.351	8+144.728	558897.55	8534713.68	8
PI-130	30	8°31'05"	4.460"	4.456	2.234	30	0.083	0.083	8+157.340	8+159.574	8+161.800	558911.44	8534724.03	8
PI-131	40	12°39'03"	8.832"	8.814	4.434	40	0.244	0.245	8+197.199	8+201.633	8+206.031	558948.52	8534743.89	8
PI-132	10	14°09'46"	2.472"	2.466	1.242	10	0.076	0.077	8+243.485	8+244.727	8+245.957	558990.07	8534755.44	1
PI-133	20	31°16'14"	10.916"	10.781	5.597	20	0.74	0.769	8+254.942	8+260.540	8+265.858	559003.82	8534763.27	1
PI-134	10	47°48'41"	8.345"	8.105	4.433	10	0.858	0.938	8+273.284	8+277.717	8+281.629	559012.3	8534778.54	8
PI-135	10	8°56'02"	1.559"	1.558	0.781	10	0.03	0.03	8+311.329	8+312.111	8+312.889	559001.06	8534811.59	8
PI-136	10	22°33'02"	3.936"	3.91	1.994	10	0.193	0.197	8+331.160	8+333.153	8+335.095	558997.47	8534832.33	1
PI-137	10	44°31'52"	7.772"	7.578	4.094	10	0.746	0.806	8+358.180	8+362.275	8+365.953	559003.89	8534860.79	8
PI-138	10	21°08'13"	3.689"	3.668	1.866	10	0.17	0.173	8+396.910	8+398.775	8+400.599	559034.94	8534880.76	8
PI-139	70	20°55'33"	25.566"	25.424	12.927	70	1.164	1.184	8+419.119	8+432.046	8+444.685	559067.54	8534887.61	8
PI-140	10	88°52'44"	15.512"	14.003	9.806	10	2.86	4.006	8+476.271	8+486.077	8+491.784	559121.17	8534879.03	1
PI-141	20	11°47'07"	4.114"	4.107	2.064	20	0.106	0.106	8+514.546	8+516.611	8+518.660	559127.39	8534913.11	8
PI-142	20	4°44'01"	1.652"	1.652	0.827	20	0.017	0.017	8+525.682	8+526.508	8+527.334	559131.12	8534922.29	8
PI-143	40	22°11'21"	15.491"	15.394	7.844	40	0.748	0.762	8+549.033	8+556.877	8+564.524	559144.85	8534949.38	1
PI-144	40	16°04'37"	11.224"	11.187	5.649	40	0.393	0.397	8+569.250	8+574.899	8+580.474	559146.33	8534967.54	8
PI-145	40	12°28'27"	8.709"	8.691	4.372	40	0.237	0.238	8+586.954	8+591.325	8+595.662	559152.2	8534982.96	1
PI-146	35	16°22'37"	10.004"	9.97	5.036	35	0.357	0.361	8+611.795	8+616.832	8+621.799	559156.73	8535008.09	8
PI-147	40	12°46'51"	8.923"	8.904	4.48	40	0.249	0.25	8+629.552	8+634.032	8+638.475	559164.56	8535023.49	1
PI-148	25	28°18'46"	12.354"	12.228	6.306	25	0.759	0.783	8+641.685	8+647.991	8+654.039	559167.94	8535037.07	8
PI-149	40	22°01'04"	15.371"	15.277	7.782	40	0.736	0.75	8+666.820	8+674.601	8+682.191	559186.18	8535056.8	1
PI-150	40	12°50'08"	8.961"	8.942	4.499	40	0.251	0.252	8+692.592	8+697.091	8+701.553	559194.29	8535077.98	8
PI-151	40	17°51'46"	12.471"	12.42	6.286	40	0.485	0.491	8+716.182	8+722.469	8+728.653	559208.43	8535099.1	8
PI-152	20	21°46'39"	7.602"	7.556	3.847	20	0.36	0.367	8+736.106	8+739.953	8+743.708	559222.22	8535110.01	1
PI-153	40	18°00'05"	12.567"	12.516	6.336	40	0.493	0.499	8+746.694	8+753.030	8+759.261	559228.79	8535121.42	8
PI-154	40	11°08'54"	7.783"	7.771	3.904	40	0.189	0.19	8+776.035	8+779.938	8+783.817	559248.82	8535139.54	8
PI-155	40	18°30'16"	12.918"	12.862	6.516	40	0.52	0.527	8+801.634	8+808.150	8+814.553	559273.04	8535154.07	8

<b>PI-156</b>	50	13°16'23"	11.583"	11.557	5.818	50	0.335	0.337	8+839.735	8+845.553	8+851.318	559309.67	8535162.16	8
<b>PI-157</b>	40	3°07'21"	2.180"	2.18	1.09	40	0.015	0.015	8+879.362	8+880.452	8+881.542	559344.62	8535161.67	8
<b>PI-158</b>	40	4°42'32"	3.287"	3.286	1.645	40	0.034	0.034	8+926.969	8+928.614	8+930.257	559392.67	8535158.36	8
<b>PI-159</b>	40	11°03'06"	7.716"	7.704	3.87	40	0.186	0.187	8+936.400	8+940.269	8+944.115	559404.19	8535156.61	8
<b>PI-160</b>	55	64°07'27"	61.555"	58.392	34.451	55	8.389	9.899	8+991.282	9+025.732	9+052.836	559484.68	8535127.8	1
<b>PI-161</b>	20	77°03'55"	26.901"	24.918	15.927	20	4.355	5.567	9+134.053	9+149.980	9+160.954	559578.65	8535219.92	8
<b>PI-162</b>	15	79°51'11"	20.905"	19.254	12.554	15	3.497	4.56	9+180.614	9+193.167	9+201.519	559553.5	8535260.97	1
<b>PI-163</b>	40	25°34'30"	17.855"	17.707	9.079	40	0.992	1.017	9+206.558	9+215.637	9+224.413	559573.43	8535278.69	1
<b>PI-164</b>	50	46°24'03"	40.492"	39.395	21.43	50	4.043	4.399	9+278.580	9+300.010	9+319.072	559606.22	8535356.76	8
<b>PI-165</b>	100	1°21'56"	2.383"	2.383	1.192	100	0.007	0.007	9+395.357	9+396.548	9+397.740	559698.67	8535391.91	1
<b>PI-166</b>	100	9°08'34"	15.957"	15.94	7.996	100	0.318	0.319	9+459.013	9+467.008	9+474.970	559763.92	8535418.51	8
<b>PI-167</b>	40	30°25'06"	21.236"	20.987	10.875	40	1.401	1.452	9+492.260	9+503.135	9+513.496	559799.15	8535426.67	1
<b>PI-168</b>	40	26°51'49"	18.754"	18.583	9.553	40	1.094	1.125	9+540.350	9+549.903	9+559.105	559833.47	8535459.19	8
<b>PI-169</b>	20	37°33'59"	13.113"	12.88	6.802	20	1.065	1.125	9+569.958	9+576.760	9+583.072	559859.55	8535466.96	1
<b>PI-170</b>	20	26°51'07"	9.373"	9.288	4.774	20	0.547	0.562	9+602.305	9+607.079	9+611.678	559877.59	8535491.94	8
<b>PI-171</b>	40	20°30'37"	14.319"	14.243	7.237	40	0.639	0.649	9+619.628	9+626.865	9+633.947	559895.32	8535501.09	1
<b>PI-172</b>	40	22°38'34"	15.808"	15.705	8.008	40	0.778	0.794	9+698.296	9+706.304	9+714.104	559948.77	8535560.07	8
<b>PI-173</b>	60	9°35'38"	10.047"	10.035	5.035	60	0.21	0.211	9+785.778	9+790.813	9+795.825	560025.44	8535596.11	8
<b>PI-174</b>	40	18°03'00"	12.601"	12.549	6.353	40	0.495	0.501	9+839.156	9+845.510	9+851.758	560078.15	8535610.81	1
<b>PI-175</b>	60	12°20'12"	12.919"	12.894	6.485	60	0.347	0.349	9+878.195	9+884.679	9+891.114	560110.85	8535632.56	1
<b>PI-176</b>	40	22°32'36"	15.738"	15.637	7.972	40	0.772	0.787	9+921.436	9+929.409	9+937.175	560141.97	8535664.76	8
<b>PI-177</b>	50	22°08'59"	19.329"	19.209	9.787	50	0.931	0.949	9+976.410	9+986.197	9+995.740	560194.27	8535687.41	8
<b>PI-178</b>	40	19°03'57"	13.311"	13.249	6.717	40	0.552	0.56	10+026.472	10+033.189	10+039.782	560241.5	8535688.46	1
<b>PI-179</b>	40	8°49'05"	6.156"	6.15	3.084	40	0.118	0.119	10+070.324	10+073.408	10+076.480	560279.32	8535702.49	8
<b>PI-180</b>	40	59°22'42"	41.454"	39.624	22.806	40	5.251	6.044	10+116.079	10+138.884	10+157.533	560343.49	8535715.57	8
<b>PI-181</b>	20	22°10'09"	7.738"	7.69	3.918	20	0.373	0.38	10+201.250	10+205.168	10+208.988	560390.76	8535663.34	1
<b>PI-182</b>	20	42°15'16"	14.750"	14.418	7.728	20	1.344	1.441	10+216.505	10+224.233	10+231.254	560408.03	8535655.03	8

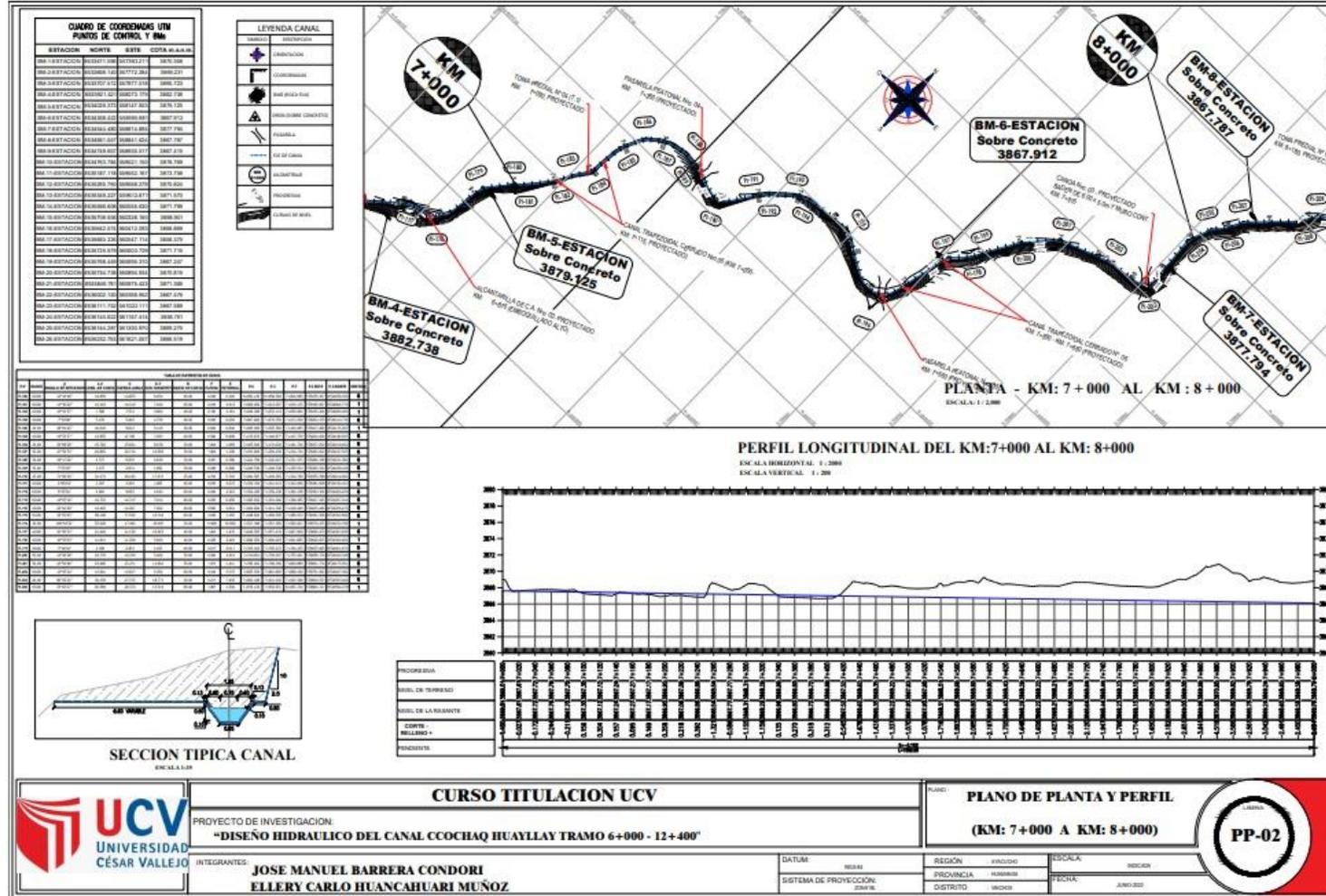
<b>PI-183</b>	20	5°06'45"	1.785"	1.784	0.893	20	0.02	0.02	10+269.356	10+270.249	10+271.141	560425.57	8535611.73	1
<b>PI-184</b>	40	11°45'57"	8.214"	8.2	4.122	40	0.211	0.212	10+313.109	10+317.231	10+321.323	560447.03	8535569.93	8
<b>PI-185</b>	10	43°05'41"	7.521"	7.345	3.949	10	0.699	0.751	10+371.095	10+375.043	10+378.616	560462.39	8535514.17	1
<b>PI-186</b>	10	70°45'25"	12.349"	11.58	7.101	10	1.847	2.265	10+382.209	10+389.310	10+394.558	560474.88	8535506.52	1
<b>PI-187</b>	10	46°17'00"	8.078"	7.86	4.274	10	0.805	0.875	10+399.367	10+403.641	10+407.445	560487.41	8535516.76	1
<b>PI-188</b>	30	23°29'16"	12.298"	12.212	6.237	30	0.628	0.641	10+449.974	10+456.210	10+462.272	560491.53	8535569.64	8
<b>PI-189</b>	20	42°32'55"	14.852"	14.513	7.787	20	1.363	1.463	10+471.172	10+478.959	10+486.024	560502.28	8535589.89	8
<b>PI-190</b>	10	63°08'15"	11.020"	10.47	6.145	10	1.48	1.737	10+486.404	10+492.548	10+497.423	560498.67	8535603.74	1
<b>PI-191</b>	40	26°04'02"	18.198"	18.042	9.259	40	1.03	1.058	10+540.848	10+550.107	10+559.046	560542.75	8535642.69	1
<b>PI-192</b>	40	26°09'32"	18.262"	18.104	9.293	40	1.038	1.065	10+597.749	10+607.043	10+616.012	560564.64	8535695.6	8
<b>PI-193</b>	20	14°30'56"	5.067"	5.053	2.547	20	0.16	0.162	10+636.276	10+638.823	10+641.343	560588.73	8535716.82	1
<b>PI-194</b>	50	15°53'55"	13.874"	13.83	6.982	50	0.48	0.485	10+657.339	10+664.321	10+671.213	560603.04	8535737.95	8
<b>PI-195</b>	30	48°36'35"	25.452"	24.696	13.549	30	2.659	2.918	10+691.552	10+705.101	10+717.004	560634.36	8535764.22	8
<b>PI-196</b>	10	21°06'56"	3.685"	3.665	1.864	10	0.169	0.172	10+719.285	10+721.149	10+722.970	560651.85	8535761.57	1
<b>PI-197</b>	30	36°19'45"	19.022"	18.705	9.843	30	1.495	1.573	10+757.275	10+767.118	10+776.297	560696.77	8535771.52	8
<b>PI-198</b>	40	36°19'41"	25.362"	24.939	13.123	40	1.993	2.098	10+815.764	10+828.887	10+841.125	560753.88	8535746.29	1
<b>PI-199</b>	15	79°24'39"	20.790"	19.165	12.456	15	3.46	4.497	10+849.513	10+861.969	10+870.303	560787.04	8535753.64	8
<b>PI-200</b>	25	48°47'16"	21.288"	20.65	11.337	25	2.232	2.451	10+871.387	10+882.725	10+892.675	560796.8	8535730.75	1
<b>PI-201</b>	20	107°45'06"	37.612"	32.31	27.402	20	8.209	13.925	10+941.966	10+969.368	10+979.578	560880.46	8535703.36	1
<b>PI-202</b>	5	100°04'54"	8.734"	7.665	5.967	5	1.789	2.785	10+987.102	10+993.069	10+995.836	560880.73	8535744.25	8
<b>PI-203</b>	30	35°25'50"	18.551"	18.257	9.583	30	1.423	1.493	11+025.785	11+035.368	11+044.336	560925.47	8535735.99	8
<b>PI-204</b>	15	100°14'19"	26.242"	23.021	17.952	15	5.382	8.394	11+057.109	11+075.061	11+083.351	560953.53	8535707.05	1
<b>PI-205</b>	60	30°56'52"	32.409"	32.016	16.61	60	2.175	2.257	11+093.365	11+109.975	11+125.773	560979.51	8535743.27	1
<b>PI-206</b>	40	19°25'04"	13.556"	13.491	6.844	40	0.573	0.581	11+146.811	11+153.655	11+160.367	560983.16	8535787.62	8
<b>PI-207</b>	40	4°52'41"	3.406"	3.405	1.704	40	0.036	0.036	11+185.135	11+186.839	11+188.540	560974.69	8535819.84	1
<b>PI-208</b>	40	6°41'30"	4.672"	4.669	2.338	40	0.068	0.068	11+255.439	11+257.778	11+260.111	560950.91	8535886.67	8
<b>PI-209</b>	40	3°56'19"	2.750"	2.749	1.375	40	0.024	0.024	11+294.513	11+295.888	11+297.262	560942.4	8535923.83	8

<b>PI-210</b>	40	21°34'08"	15.058"	14.969	7.619	40	0.706	0.719	11+349.972	11+357.591	11+365.030	560932.78	8535984.78	1
<b>PI-211</b>	40	3°35'25"	2.506"	2.506	1.254	40	0.02	0.02	11+387.153	11+388.407	11+389.660	560939.55	8536015.03	8
<b>PI-212</b>	40	15°44'50"	10.994"	10.959	5.532	40	0.377	0.381	11+407.009	11+412.540	11+418.002	560946.28	8536038.2	8
<b>PI-213</b>	40	12°01'26"	8.394"	8.379	4.213	40	0.22	0.221	11+439.792	11+444.004	11+448.186	560962.96	8536064.96	8
<b>PI-214</b>	40	39°37'24"	27.662"	27.114	14.41	40	2.368	2.516	11+497.053	11+511.463	11+524.716	561009.82	8536113.54	8
<b>PI-215</b>	40	25°09'47"	17.567"	17.426	8.928	40	0.961	0.984	11+559.063	11+567.991	11+576.630	561067.14	8536119.97	8
<b>PI-216</b>	30	55°02'14"	28.817"	27.722	15.629	30	3.394	3.827	11+592.297	11+607.926	11+621.115	561105.23	8536107.04	1
<b>PI-217</b>	25	60°43'23"	26.495"	25.273	14.645	25	3.429	3.974	11+641.028	11+655.673	11+667.524	561145.69	8536136.74	8
<b>PI-218</b>	40	31°00'02"	21.642"	21.379	11.093	40	1.455	1.51	11+696.248	11+707.341	11+717.890	561195.27	8536114.21	1
<b>PI-219</b>	100	12°10'20"	21.245"	21.205	10.663	100	0.564	0.567	11+742.537	11+753.200	11+763.782	561241.37	8536119.51	8
<b>PI-220</b>	25	62°09'09"	27.119"	25.809	15.067	25	3.588	4.189	11+817.756	11+832.823	11+844.875	561320.69	8536111.72	1
<b>PI-221</b>	20	54°53'06"	19.158"	18.434	10.386	20	2.251	2.536	11+862.548	11+872.934	11+881.707	561344.47	8536147.69	8
<b>PI-222</b>	20	35°39'21"	12.446"	12.246	6.432	20	0.96	1.009	11+914.594	11+921.026	11+927.040	561394.15	8536149.13	1
<b>PI-223</b>	50	17°23'21"	15.175"	15.117	7.646	50	0.575	0.581	11+964.566	11+972.212	11+979.741	561435.2	8536180.41	8
<b>PI-224</b>	75	20°41'40"	27.089"	26.942	13.694	75	1.22	1.24	12+019.827	12+033.521	12+046.916	561492.95	8536201.34	8

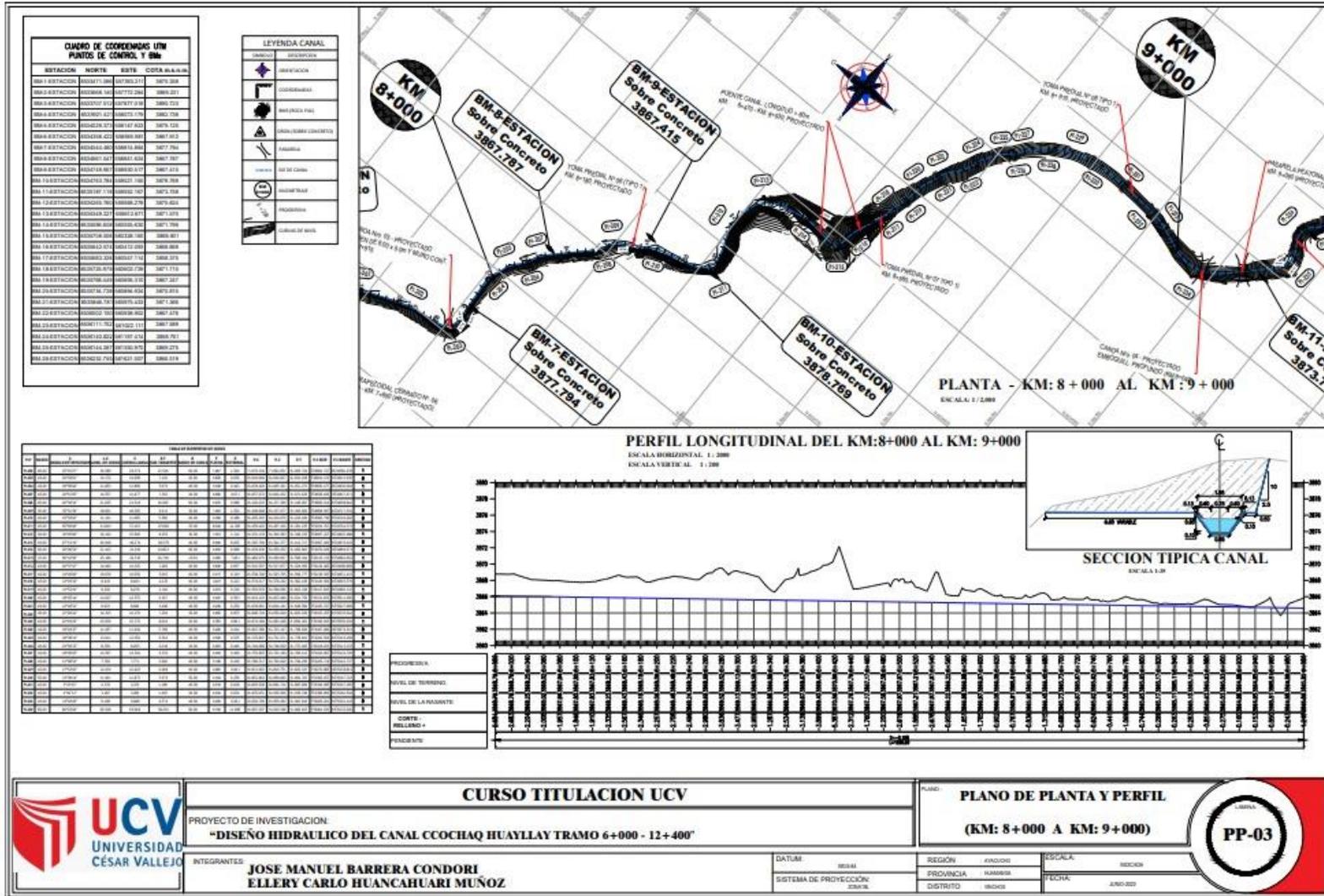
### ANEXO 03: Perfil longitudinal Km 6+000 – Km 7+000



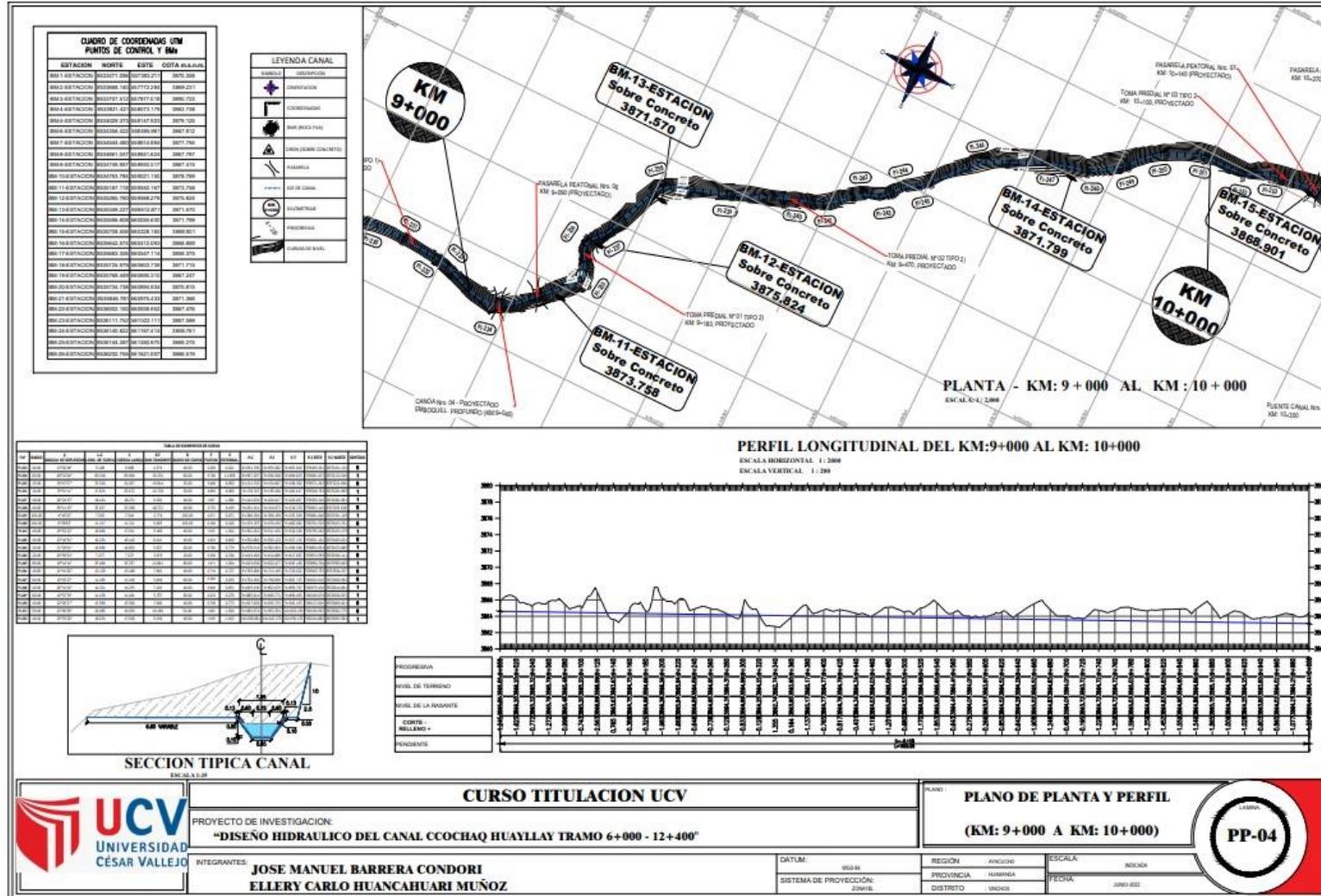
### ANEXO 04: Perfil longitudinal Km 7+000 – Km 8+000



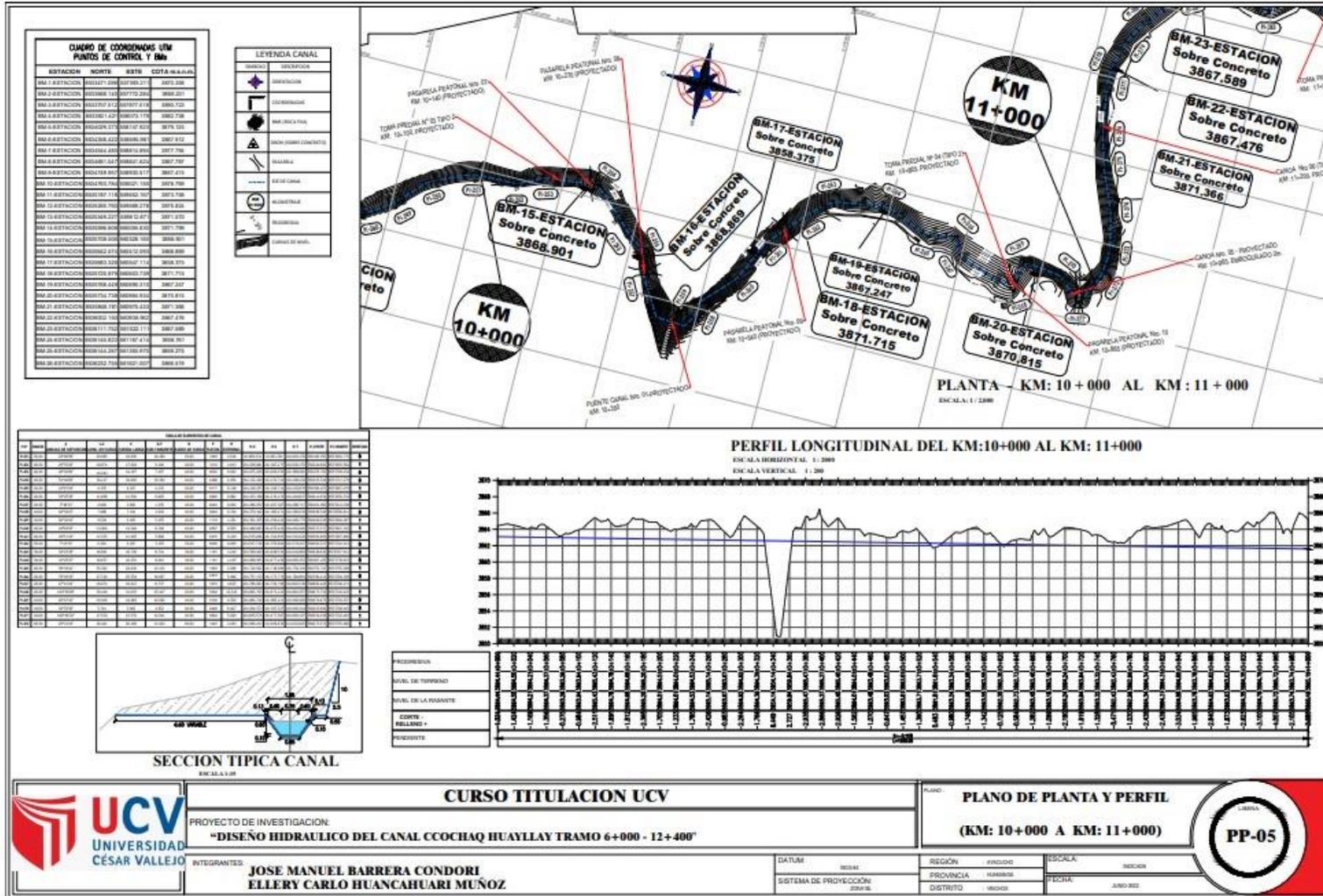
## ANEXO 05: Perfil longitudinal Km 8+000 – Km 9+000



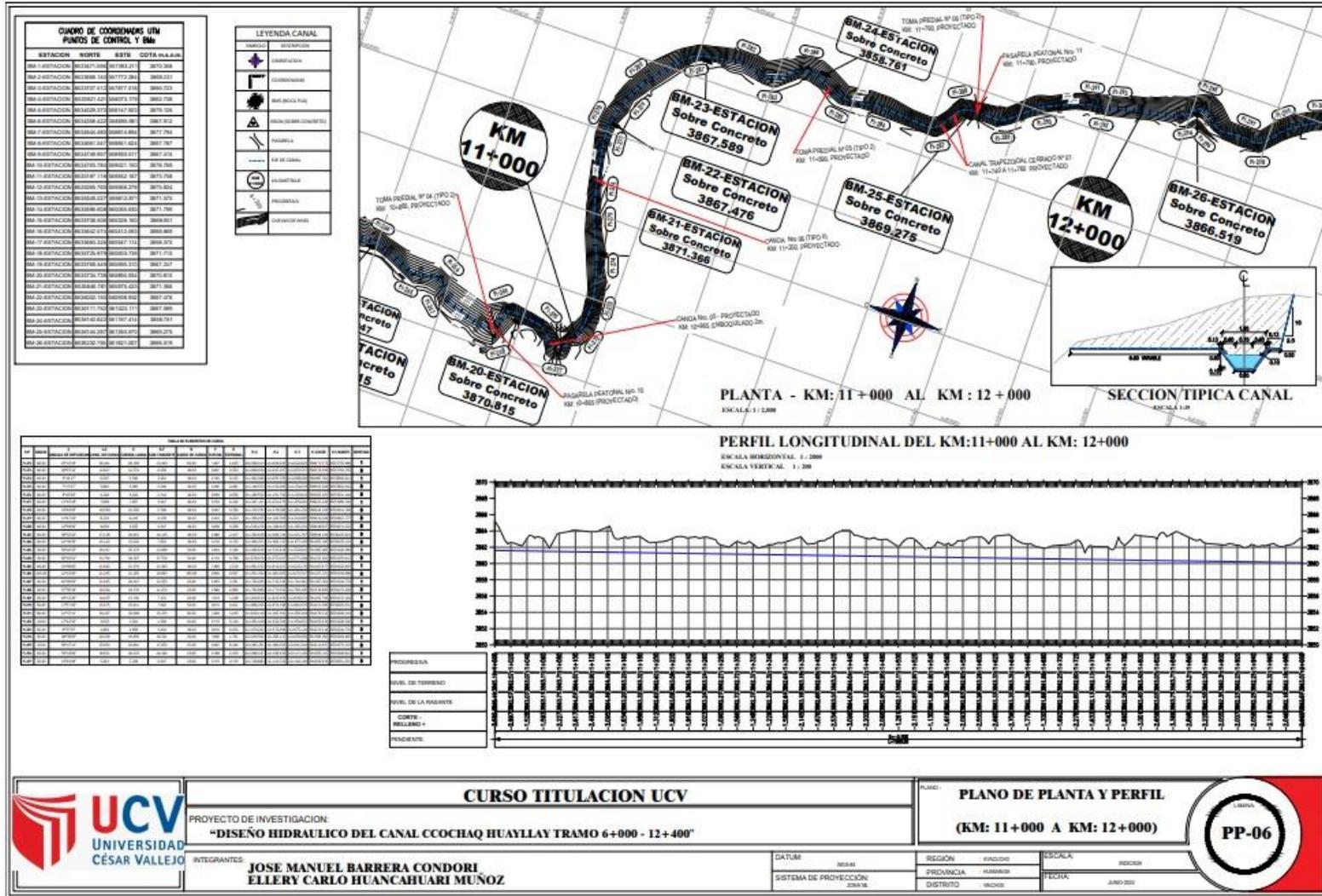
## ANEXO 06: Perfil longitudinal Km 9+000 – Km 10+000



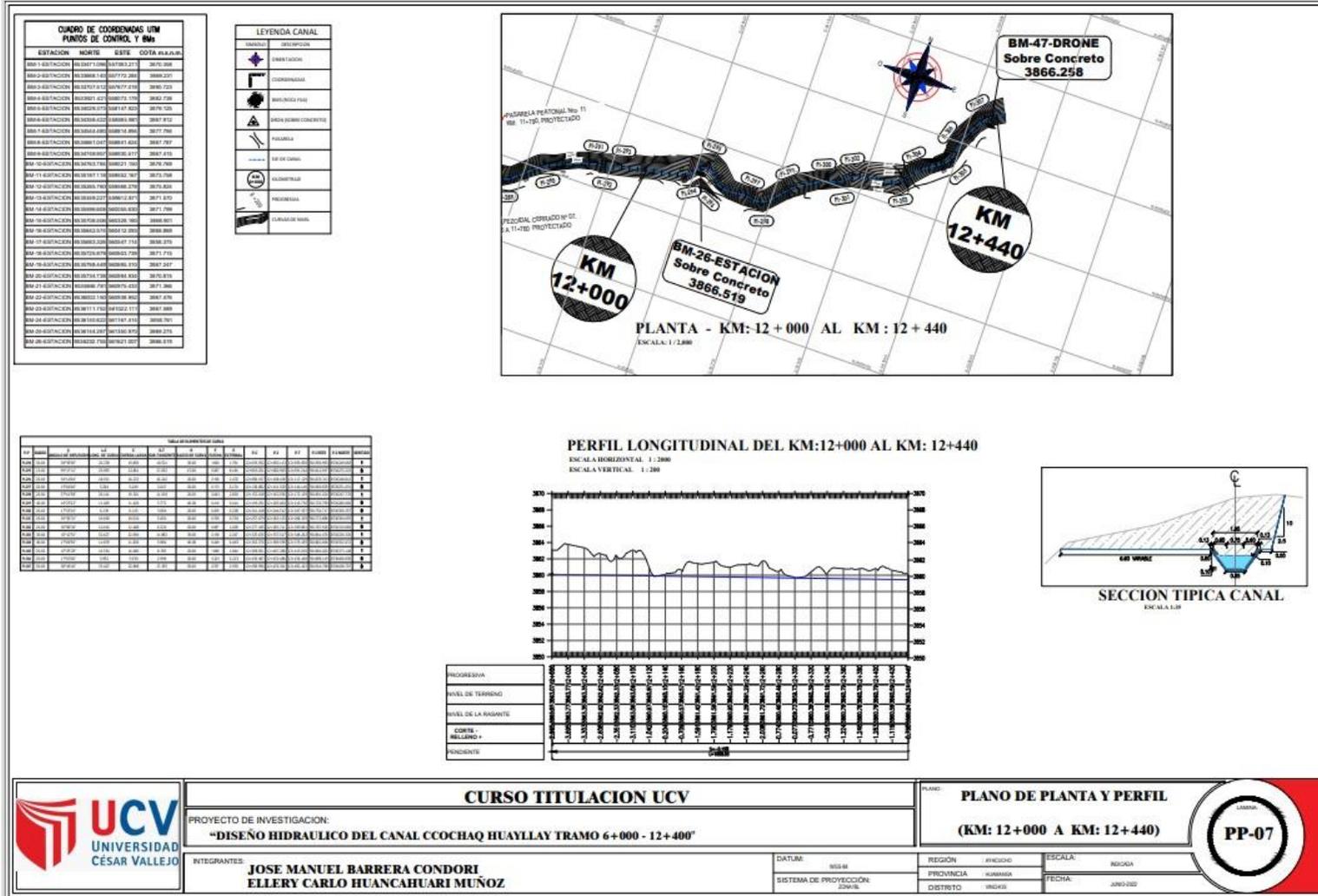
## ANEXO 07: Perfil longitudinal Km 10+000 – Km 11+000



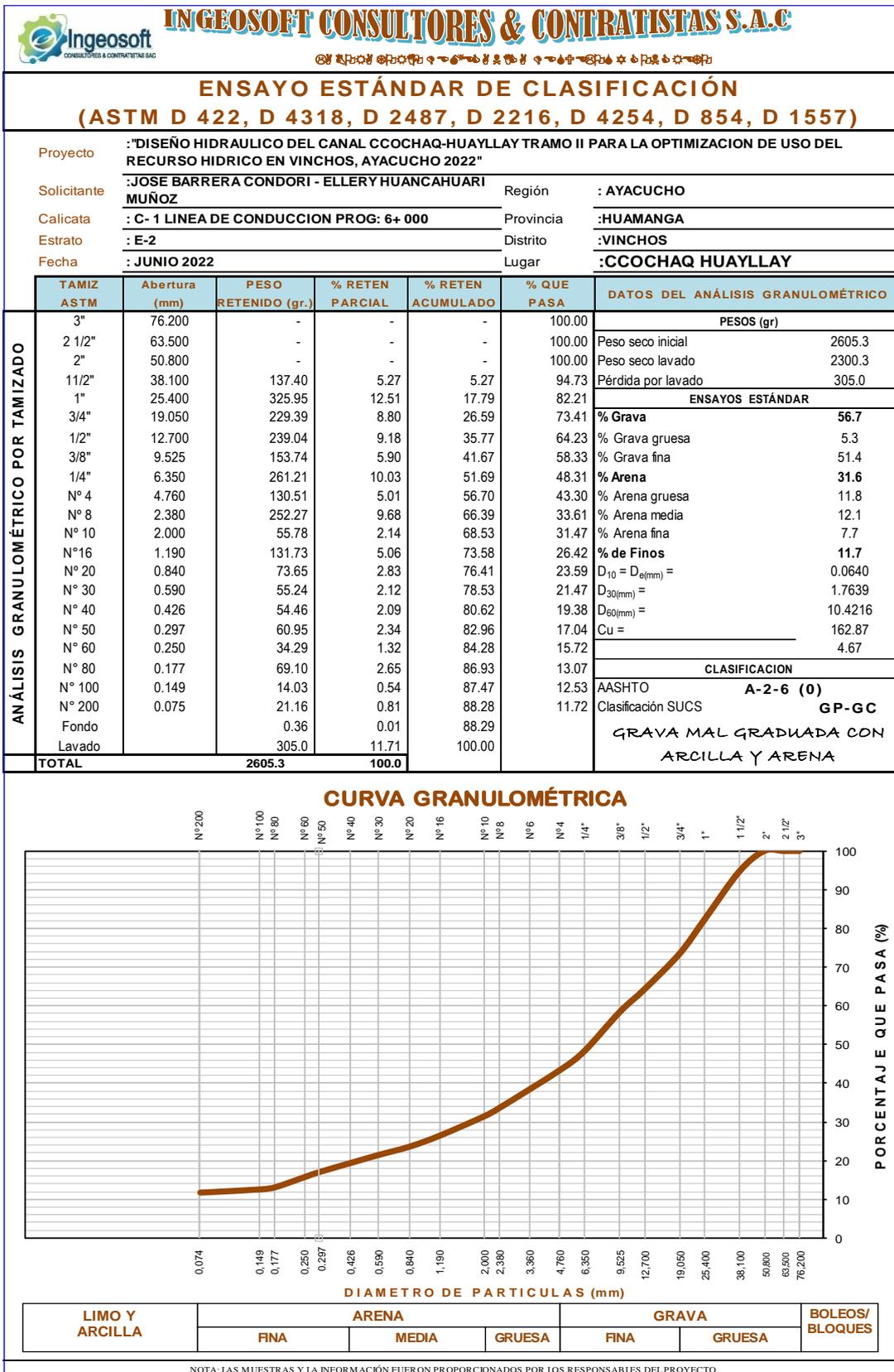
## ANEXO 08: Perfil longitudinal Km 11+000 – Km 12+000



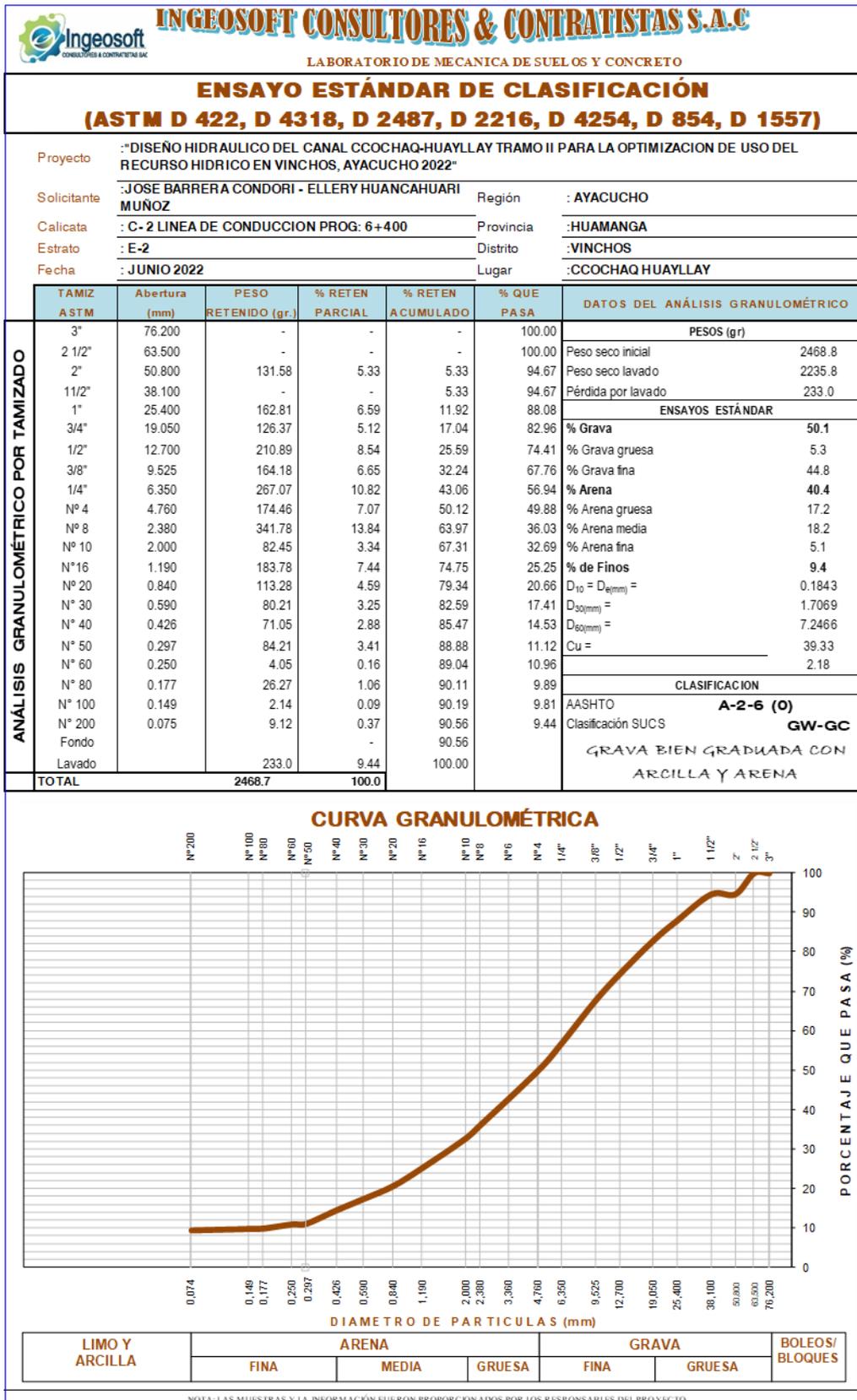
## ANEXO 09: Perfil longitudinal Km 12+000 – Km 12+440



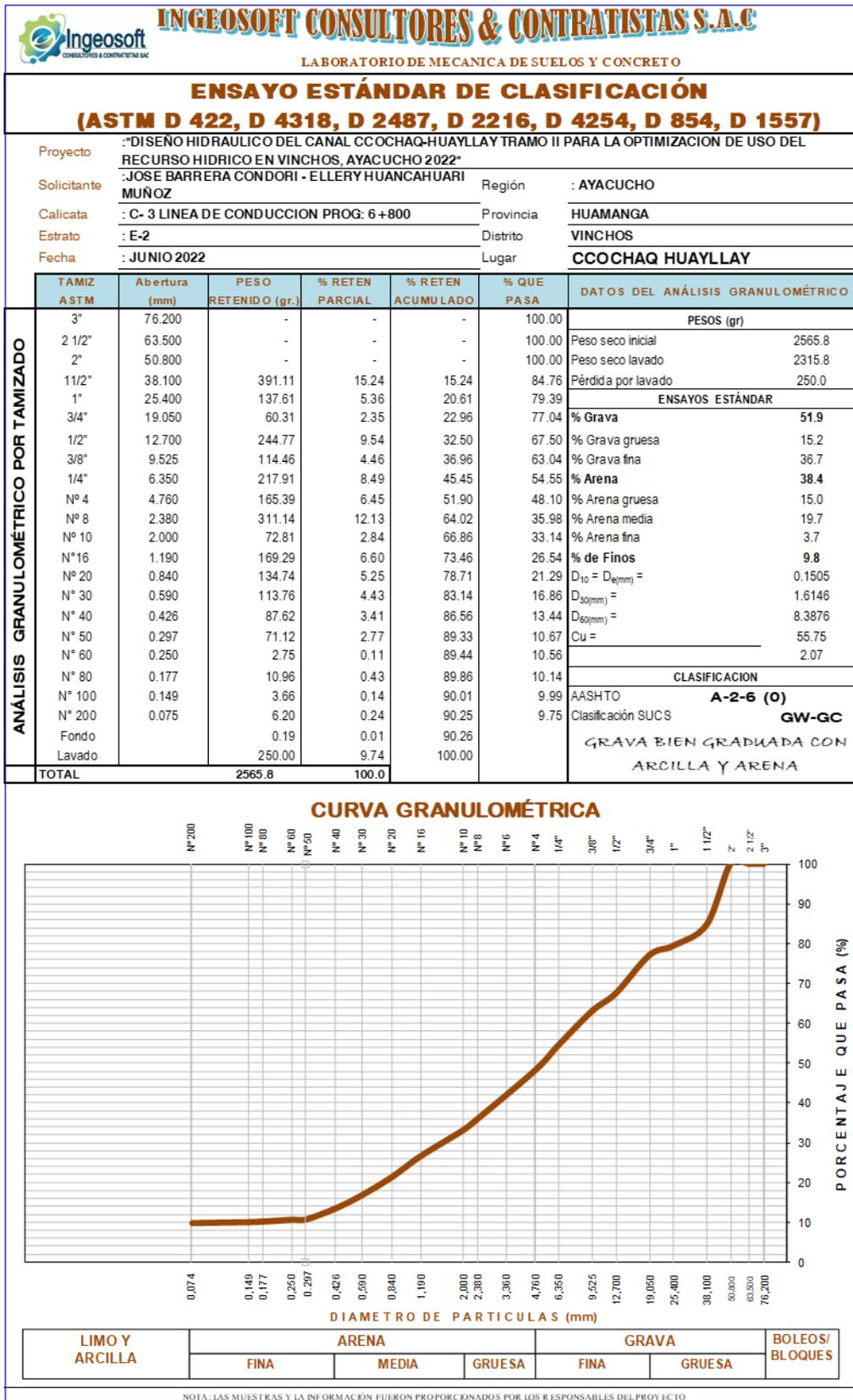
## ANEXO 10: Ensayo estándar de clasificación C-I



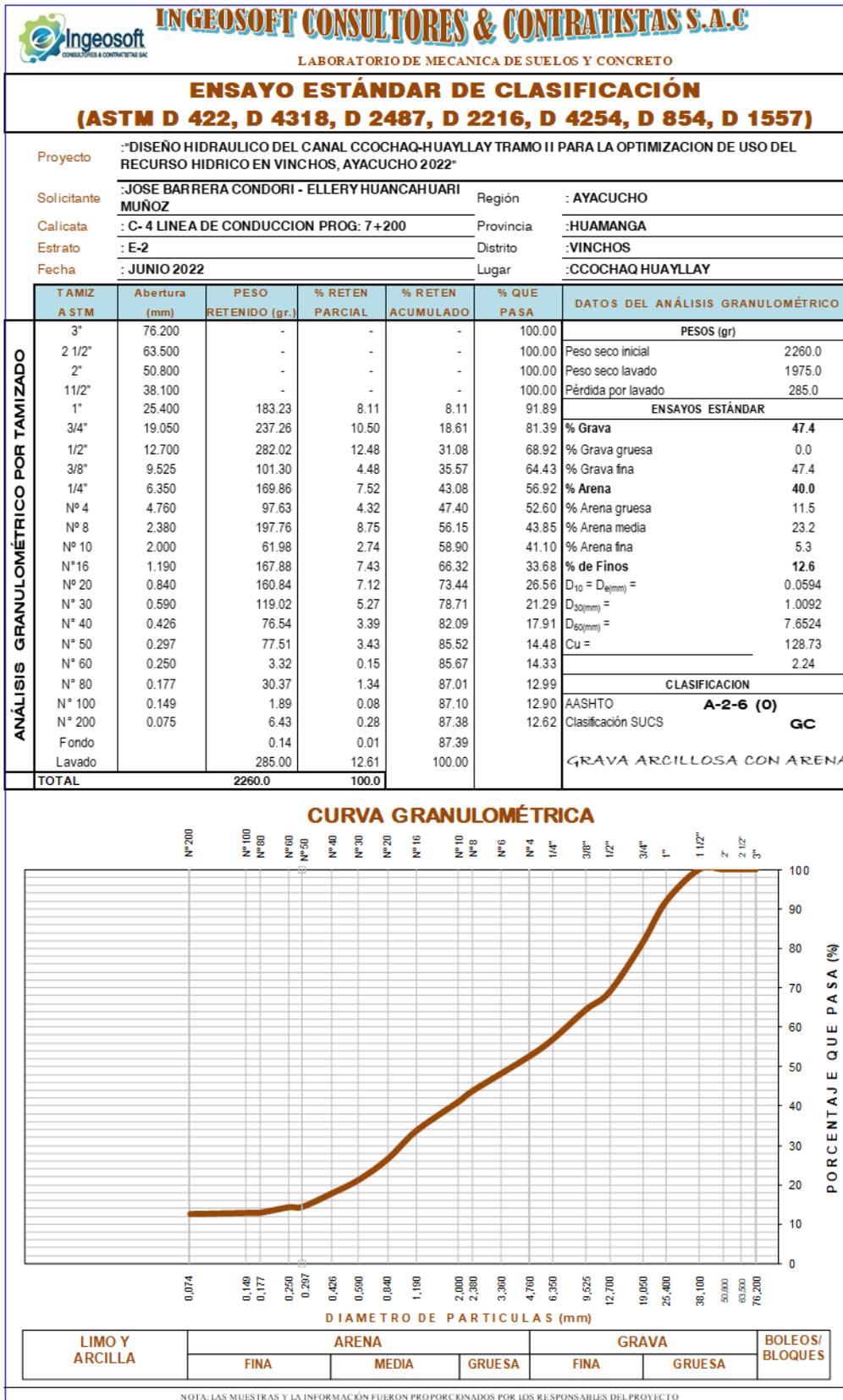
## ANEXO 11: Ensayo estándar de clasificación C-II



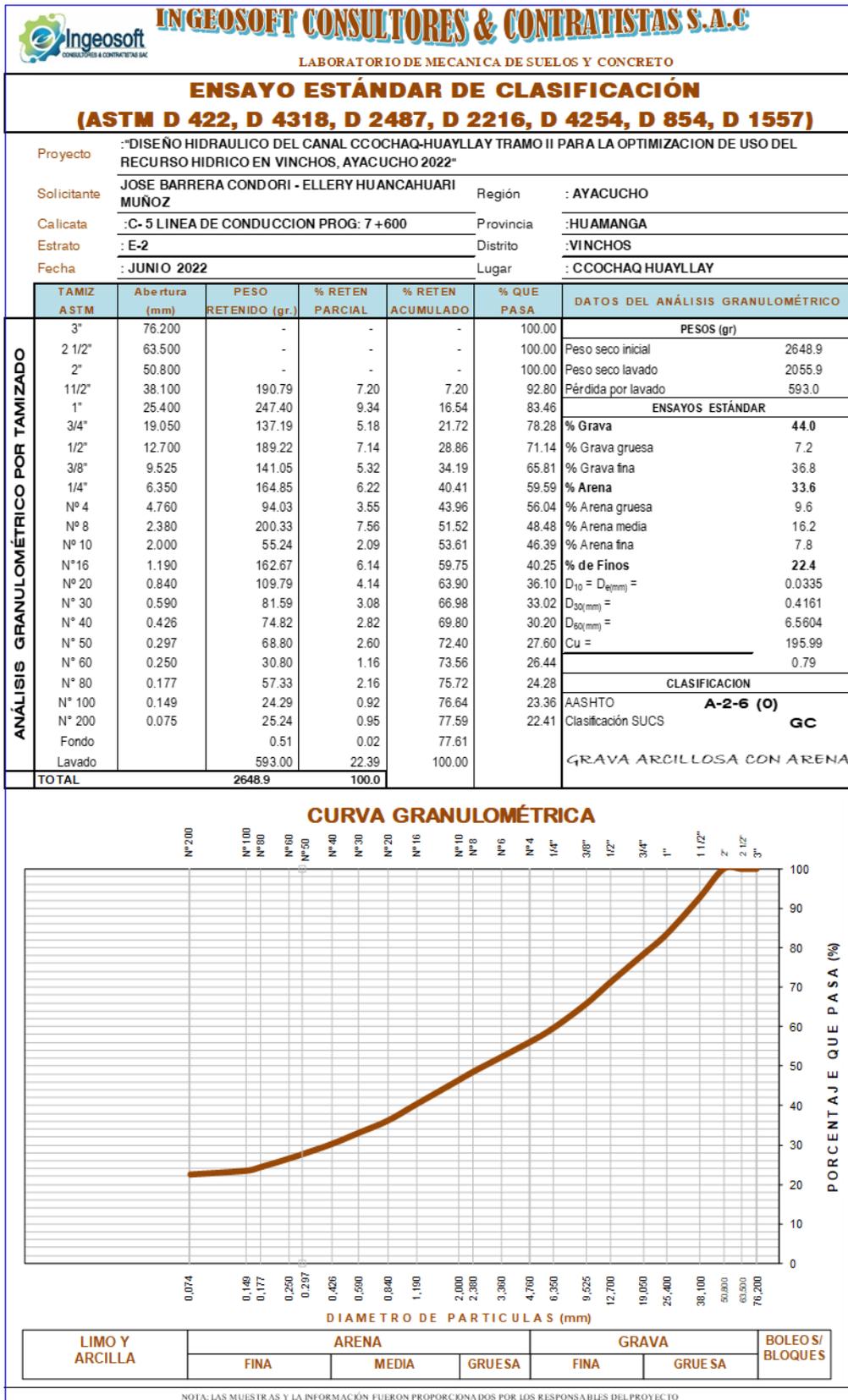
## ANEXO 12: Ensayo estándar de clasificación C-III



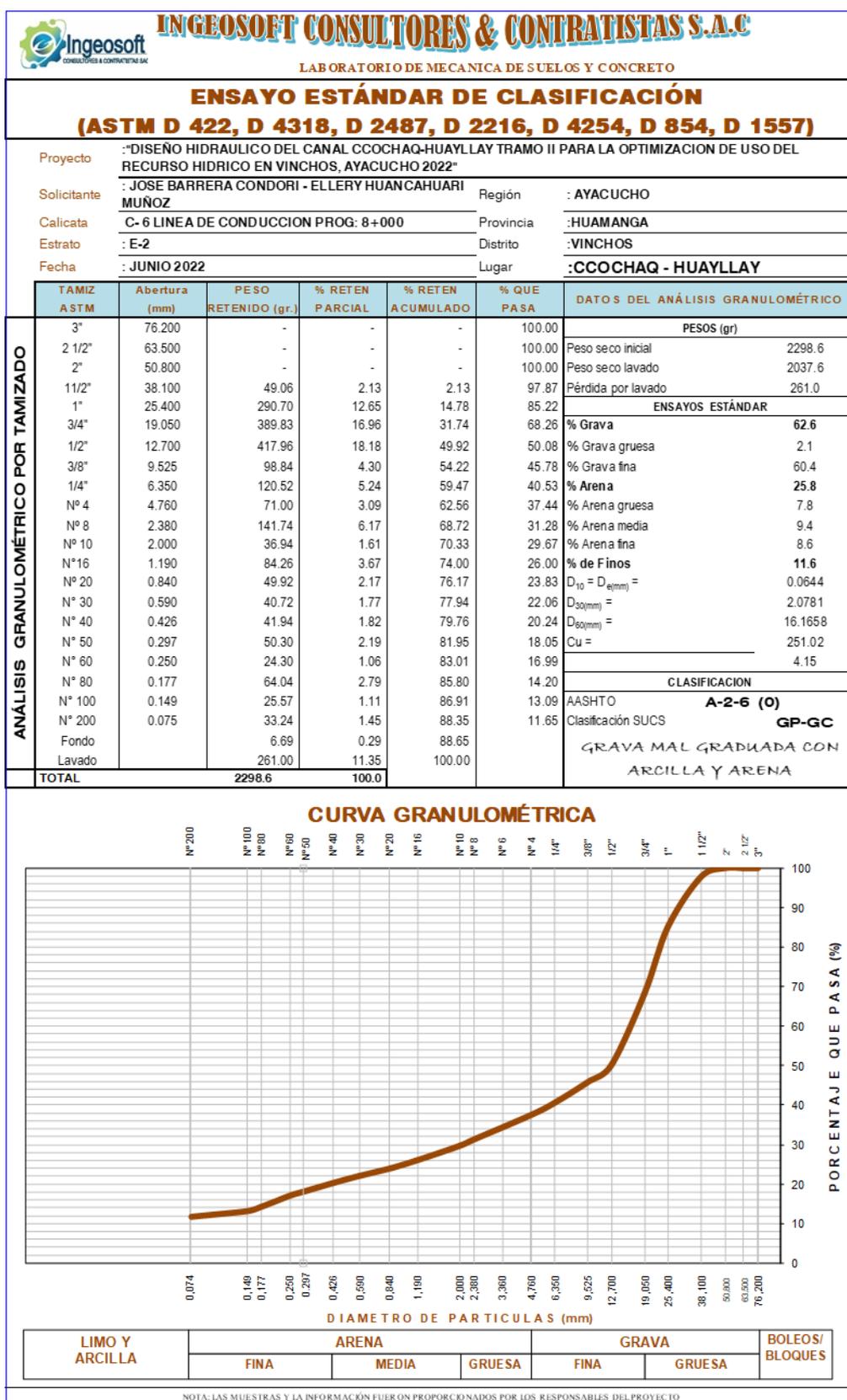
## ANEXO 13: Ensayo estándar de clasificación C-IV



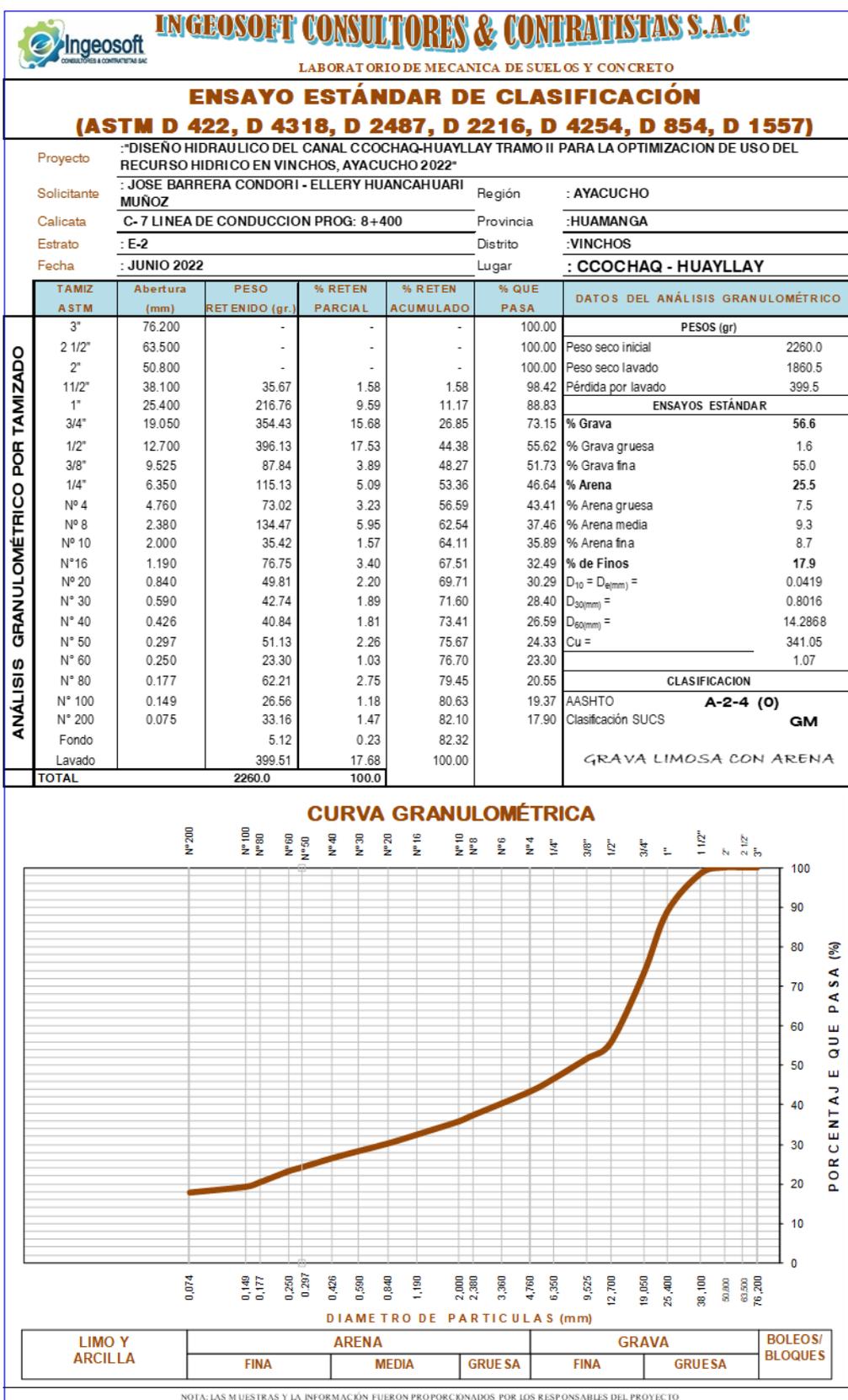
## ANEXO 14: Ensayo estándar de clasificación C-V



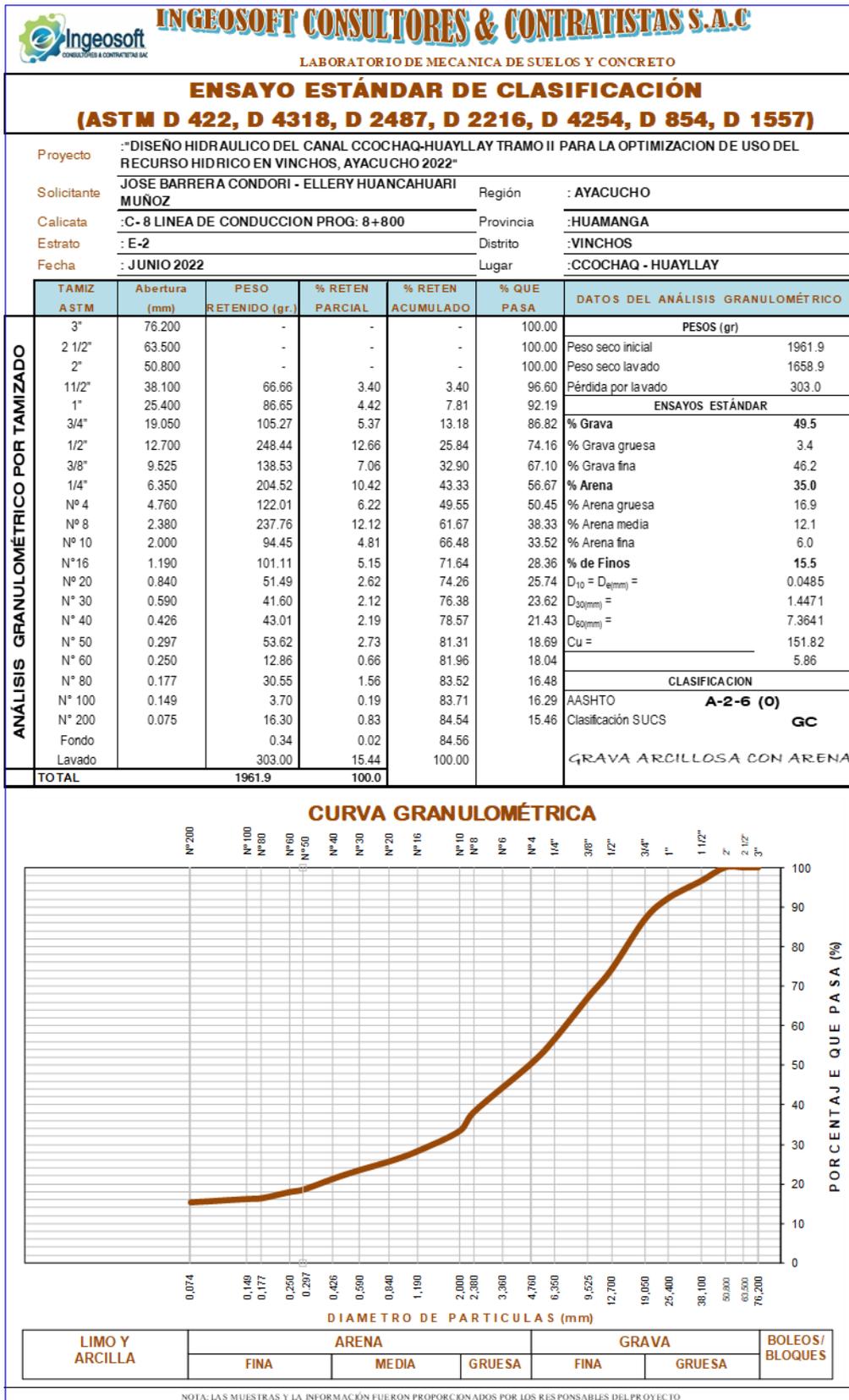
## Anexo 15: Ensayo estándar de clasificación C-VI



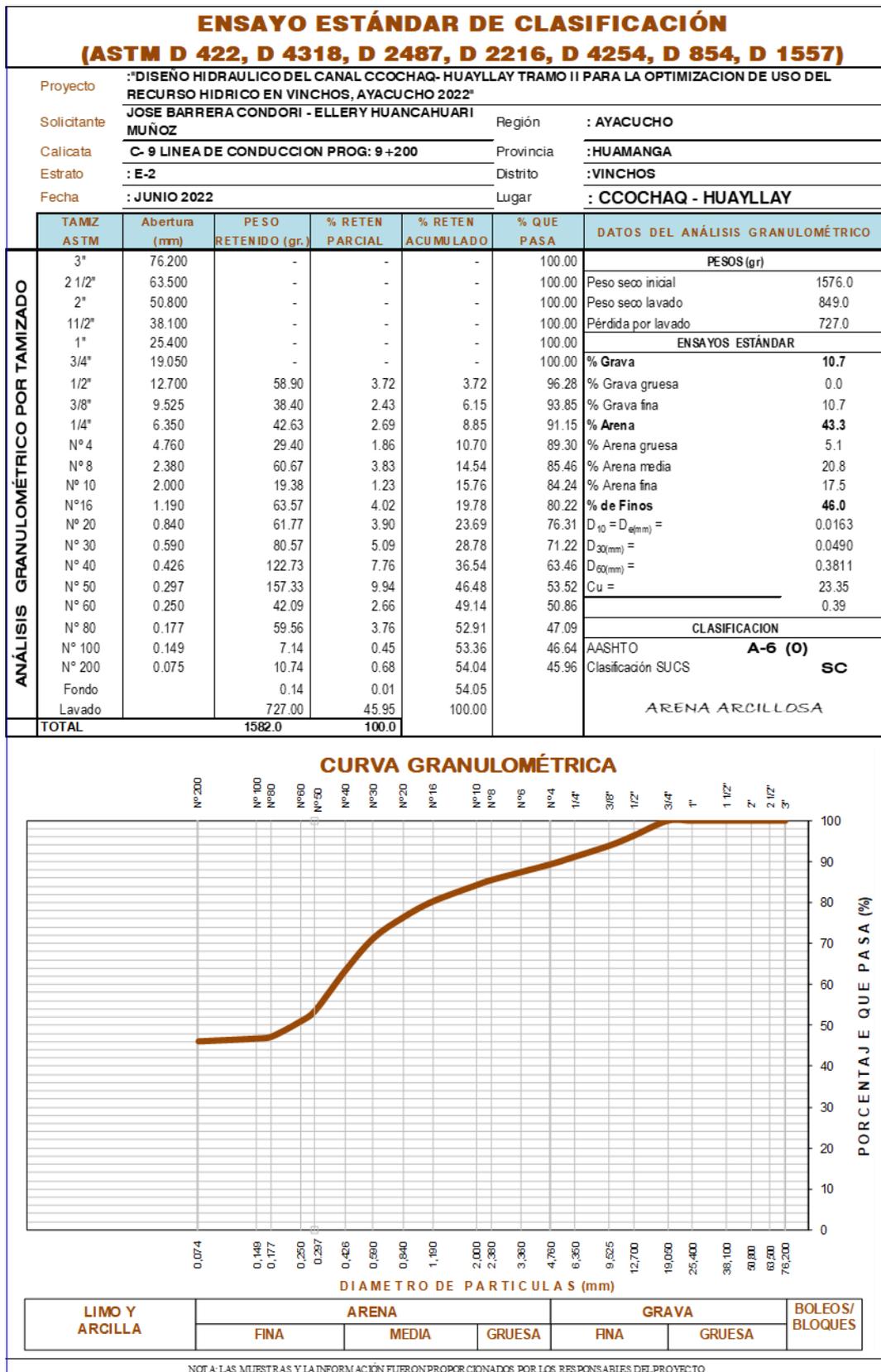
## ANEXO 16: Ensayo estándar de clasificación C-VII



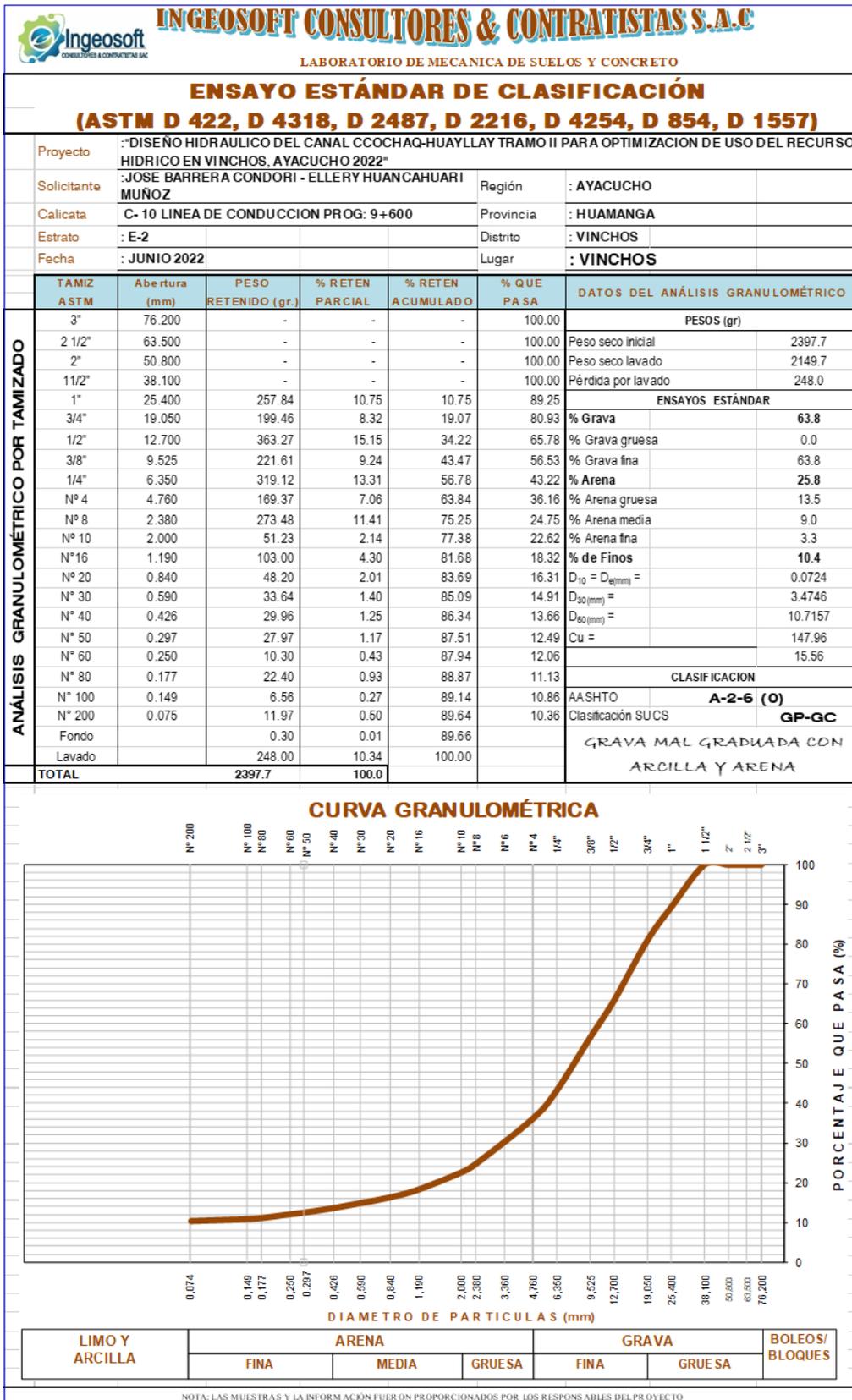
## ANEXO 17: Ensayo estándar de clasificación C-VIII



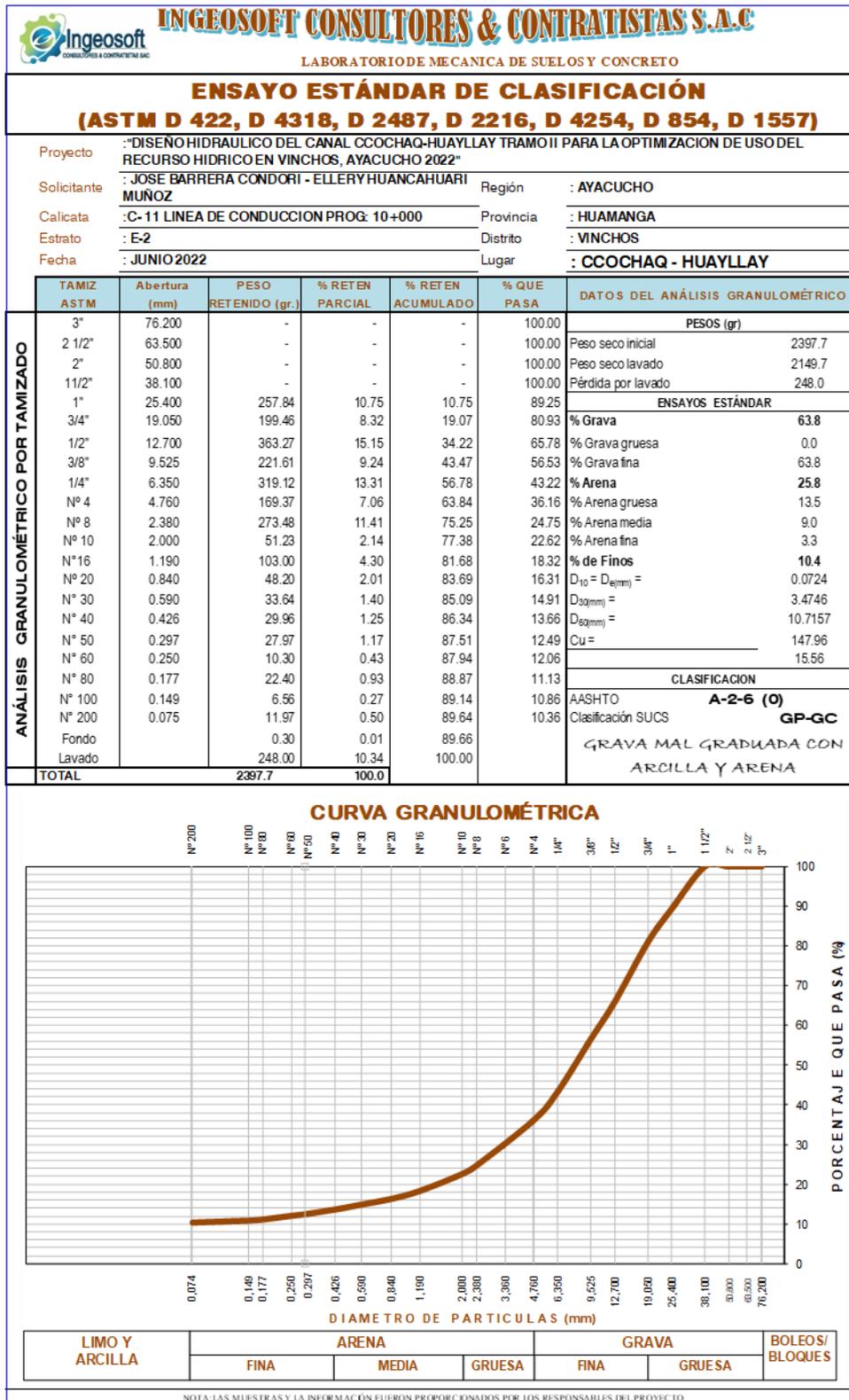
## ANEXO 18: Ensayo estándar de clasificación C-IX



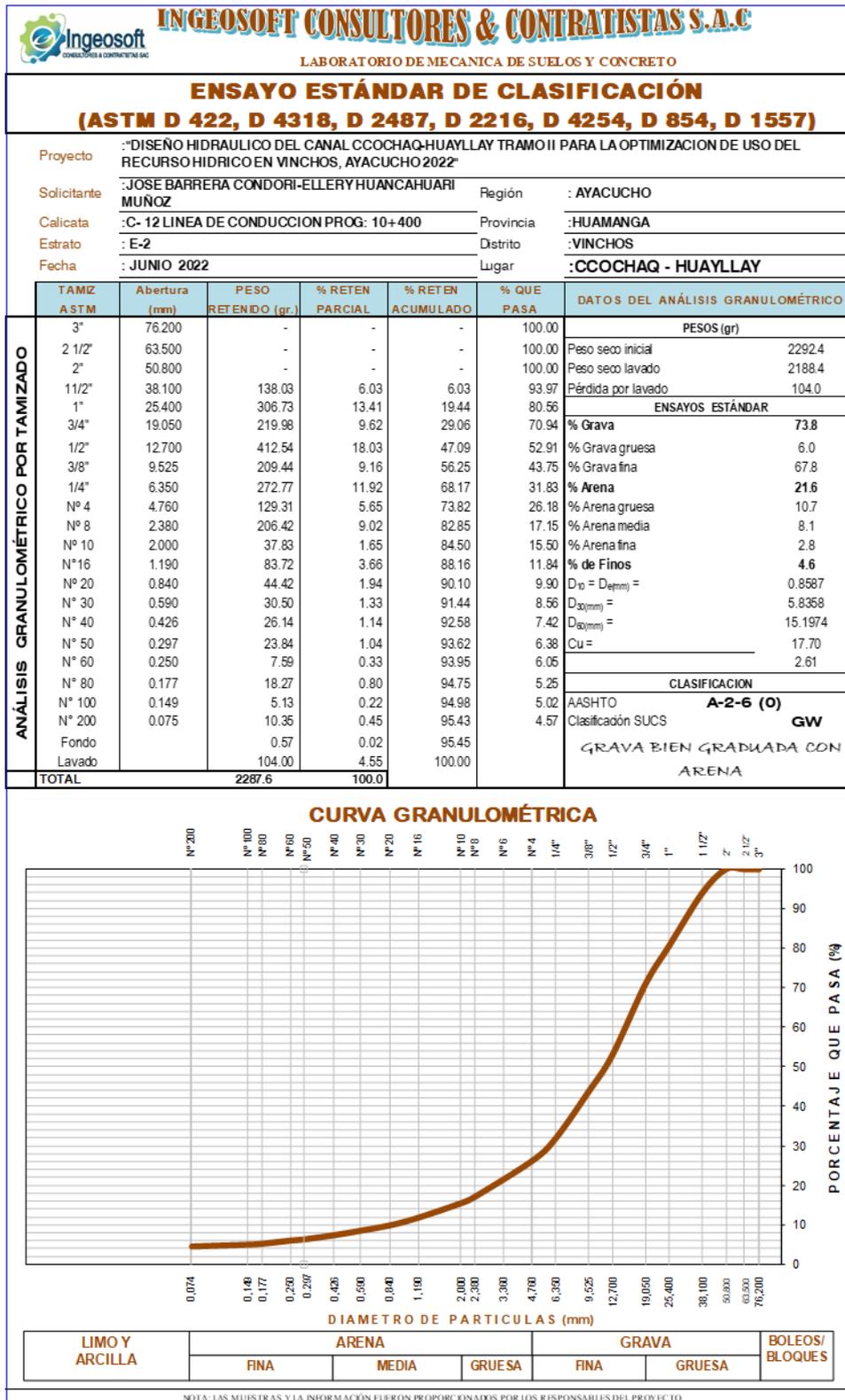
## ANEXO 19: Ensayo estándar de clasificación C-X



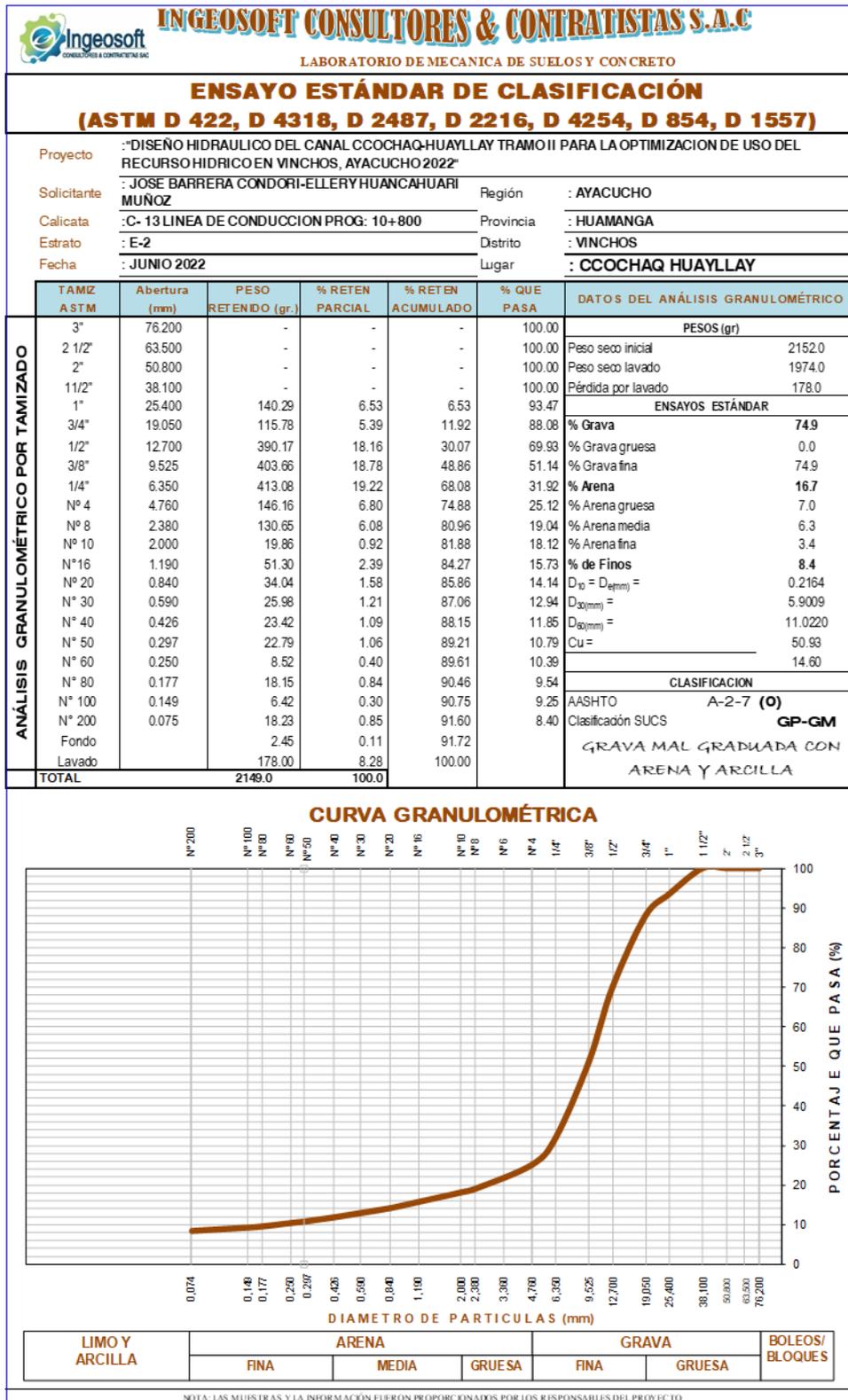
## ANEXO 20: Ensayo estándar de clasificación C-XI



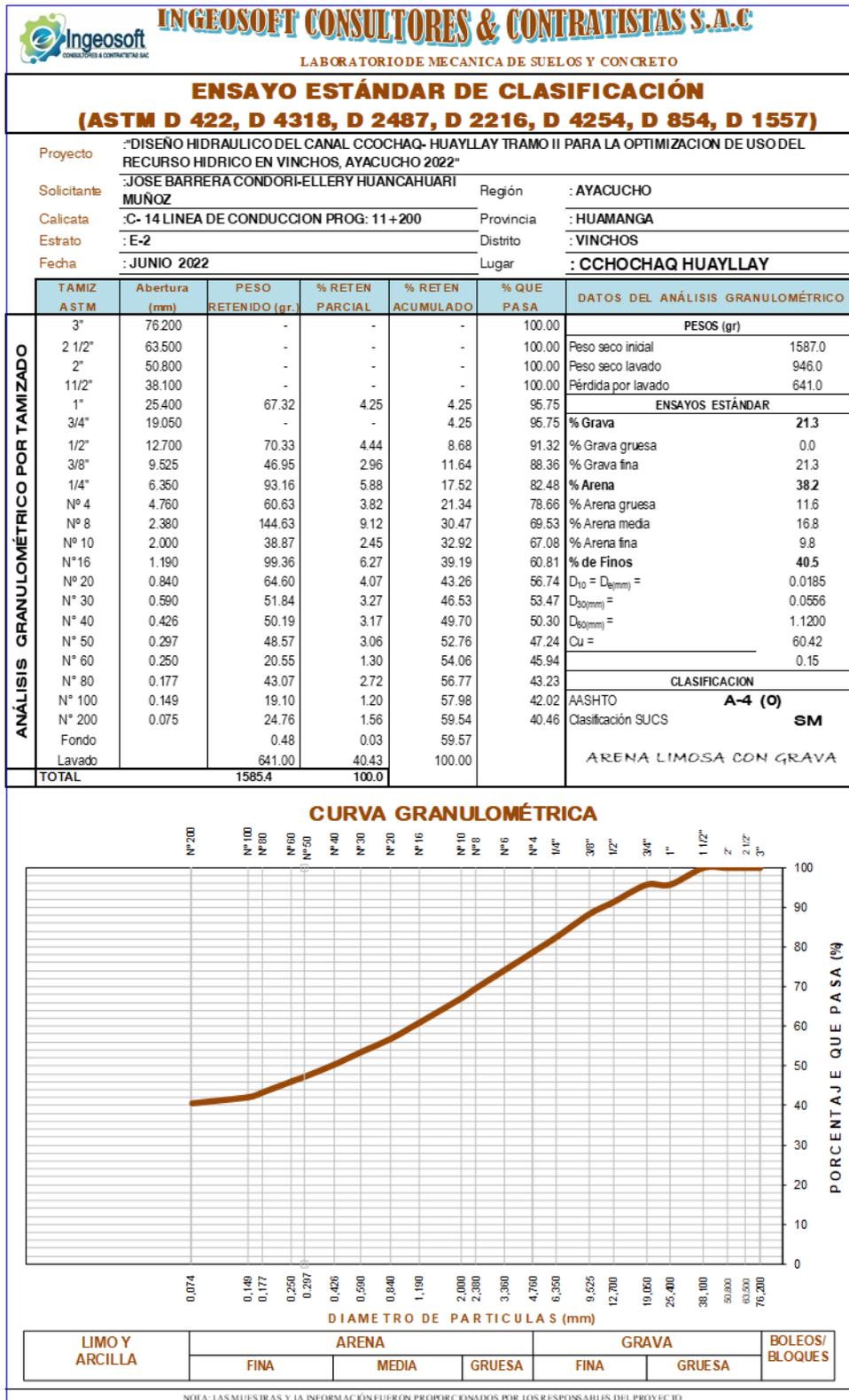
## ANEXO 21: Ensayo estándar de clasificación C-XII



## ANEXO 22: Ensayo estándar de clasificación C-XIII



## ANEXO 23: Ensayo estándar de clasificación C-XIV



## ANEXO 24: Ensayo estándar de clasificación C-XV

<b style="font-size: 1.2em;">INGEOSOFT CONSULTORES &amp; CONTRATISTAS S.A.C</b>								
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO								
<b>ENSAYO ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN</b> <b>(ASTM D 422, D 4318, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, D 1557)</b>								
Proyecto	: "DISEÑO HIDRAULICO DEL CANAL CCOCHAQ-HUAYLLAY TRAMO II PARA LA OPTIMIZACION DE USO DEL RECURSO HIDRICO EN VINCHOS, AYACUCHO 2022"							
Solicitante	: JOSE BARRERA CONDORI-ELLERY HUANCABUARI MUNOZ <span style="float: right;">Región : AYACUCHO</span>							
Calicata	: C-15 LINEA DE CONDUCCION PROG: 11+600 <span style="float: right;">Provincia : HUAMANGA</span>							
Estrato	: E-2 <span style="float: right;">Distrito : VINCHOS</span>							
Fecha	: JUNIO 2022 <span style="float: right;">Lugar : CCOCHAQ - HUAYLLAY</span>							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
	3"	76.200	-	-	-	100.00	PESOS (gr)	
	2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00	Peso seco inicial	2141.5
	2"	50.800	-	-	-	100.00	Peso seco lavado	1653.5
	1 1/2"	38.100	-	-	-	100.00	Pérdida por lavado	488.0
	1"	25.400	128.89	6.02	6.02	93.98	ENSAYOS ESTÁNDAR	
	3/4"	19.050	182.96	8.54	14.56	85.44	% Grava	52.9
	1/2"	12.700	322.20	15.05	29.61	70.39	% Grava gruesa	0.0
	3/8"	9.525	180.77	8.44	38.05	61.95	% Grava fina	52.9
	1/4"	6.350	215.58	10.07	48.12	51.88	% Arena	24.3
	Nº 4	4.760	102.36	4.78	52.90	47.10	% Arena gruesa	8.3
	Nº 8	2.380	144.14	6.73	59.63	40.37	% Arena media	10.7
	Nº 10	2.000	32.89	1.54	61.16	38.84	% Arena fina	5.4
	Nº 16	1.190	87.66	4.09	65.26	34.74	% de Finos	22.8
	Nº 20	0.840	58.60	2.74	67.99	32.01	D <sub>10</sub> = D <sub>g(mm)</sub> =	0.0329
	Nº 30	0.590	43.83	2.05	70.04	29.96	D <sub>30(mm)</sub> =	0.5947
	Nº 40	0.426	38.17	1.78	71.82	28.18	D <sub>40(mm)</sub> =	8.9096
	Nº 50	0.297	37.32	1.74	73.56	26.44	Cu =	271.17
	Nº 60	0.250	16.83	0.79	74.35	25.65		1.21
	Nº 80	0.177	37.91	1.77	76.12	23.88	CLASIFICACION	
Nº 100	0.149	6.47	0.30	76.42	23.58	AASHTO	<b>A-2-6 (0)</b>	
Nº 200	0.075	16.09	0.75	77.17	22.83	Clasificación SUCS	<b>GC</b>	
Fondo		0.85	0.04	77.21		GRAVA ARCILLOSA CON ARENA		
Lavado		488.00	22.79	100.00				
<b>TOTAL</b>		<b>2141.5</b>	<b>100.0</b>					

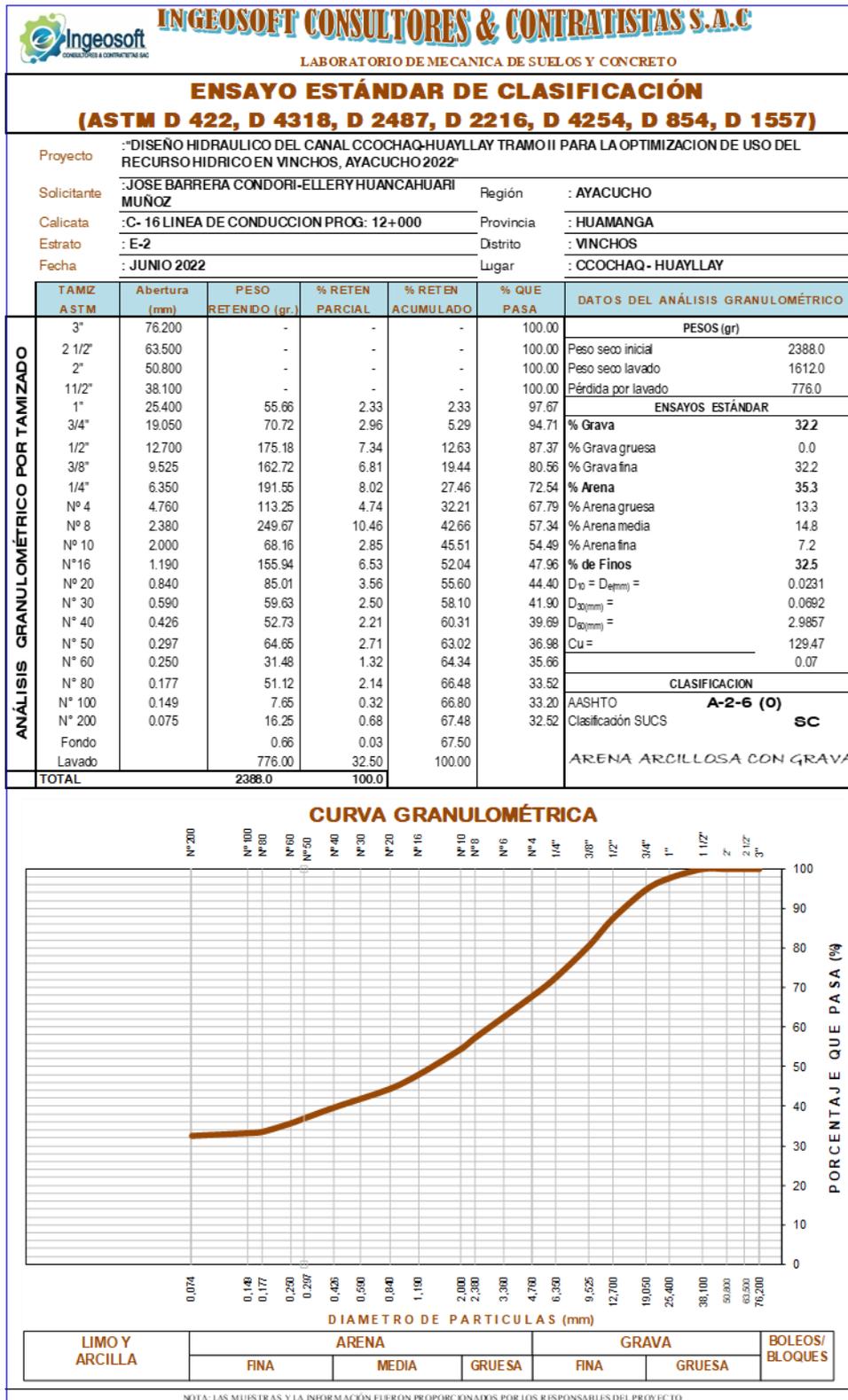
### CURVA GRANULOMÉTRICA

DIAMETRO DE PARTICULAS (mm)

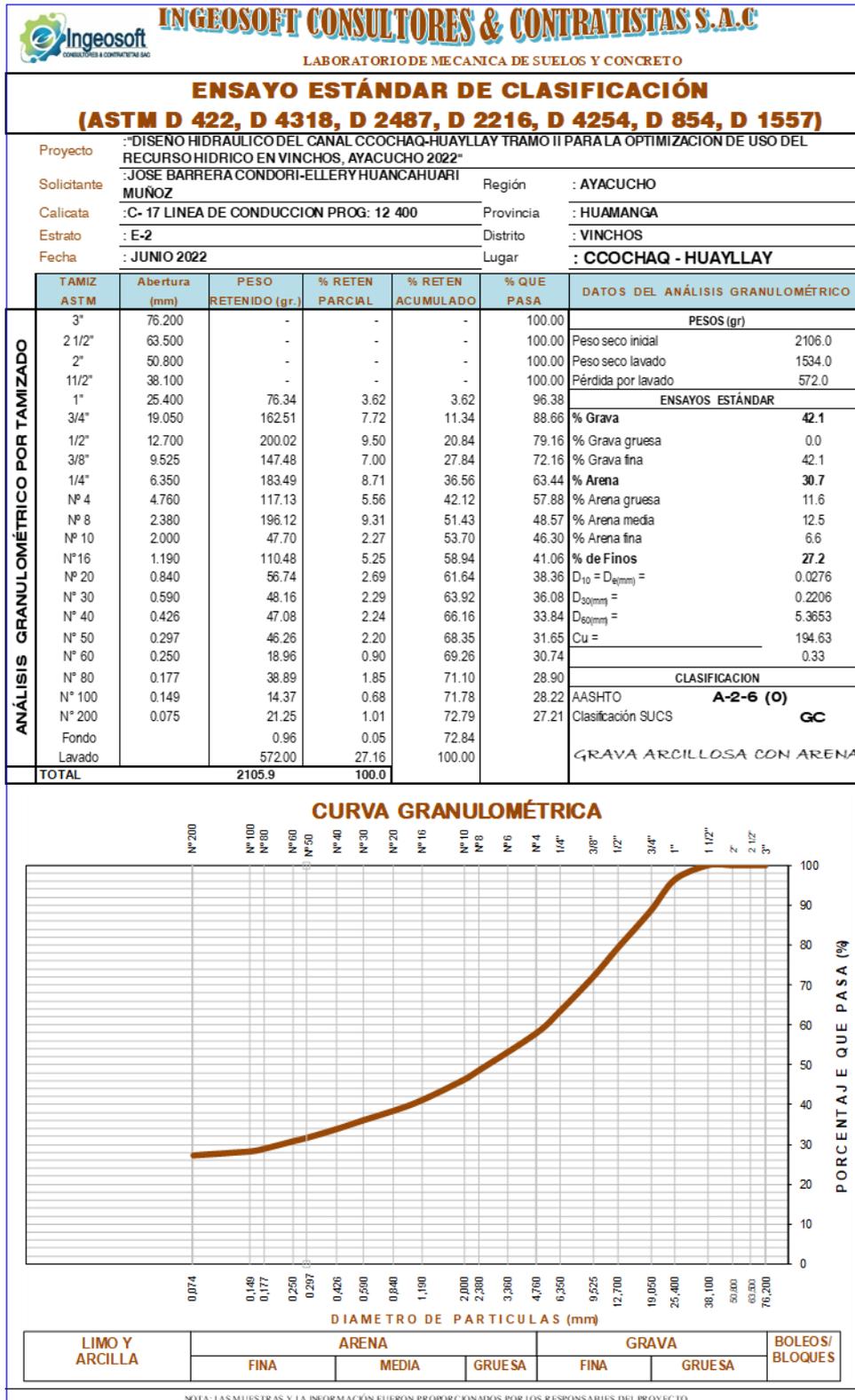
LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLEOS/ BLOQUES
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

NOTA: LAS MUESTRAS Y LA INFORMACIÓN FUERON PROPORCIONADOS POR LOS RESPONSABLES DEL PROYECTO

## ANEXO 25: Ensayo estándar de clasificación C-XVI



## ANEXO 26: Ensayo estándar de clasificación C-XVII



### ANEXO 27: Cuadro resumen de análisis de suelos

MUES-TRA	LUGAR	ESTR-ATO	%GRA-VA	%ARE-NA	%FIN-OS	D10 mm	D30 mm	D60 mm	Cu	Cc	LL %	W %	AAS-THO	SUS-C	NOMBRE DE GRUPO(ASTM)D-2477
C-01	Km 6+000	E-2	56.7	31.6	11.7	0.0640	1.7639	10.42 16	162.9	4.7	33.4 9	14.8	A-2-6 (0)	GP- GC	Grava mal graduada con arcilla y arena
C-02	Km 6+400	E-2	50.1	40.4	9.4	0.1843	1.7069	7.246 6	39.33	2.2	19. 3	14.2	A-2-6 (0)	GW- GC	Grava bien graduada con arcilla y arena
C-03	Km 6+800	E-2	51.9	38.4	9.8	0.1505	1.6146	8.387 6	55.75	2.01	33.4 9	18.6	A-2-6 (0)	GW- GC	Grava bien graduada con arcilla y arena
C-04	Km 7+200	E-2	47.4	40.0	12.6	0.0594	1.0092	7.652 4	128.7 3	2.2	33.4 9	0.0	A-2-6 (0)	GC	Grava arcilla con arena
C-05	Km 7+600	E-2	44.0	33.6	22.4	0.0335	0.4161	6.560 4	195.9 9	0.8	33.4 9	16.2	A-2-6 (0)	GC	Grava arcillosa con arena
C-06	Km 8+000	E-2	62.6	25.8	11.6	0.0644	2.0781	16.16 58	251.0 2	4.1	33.4 9	19.0	A-2-6 (0)	GP- GC	Grava mal graduada con arcilla y arena
C-07	Km 8+400	E-2	56.6	25.5	17.9	0.0419	0.8016	14.28 68	341.0 5	1.1	33.4 9	26.2	A-2-4 (0)	GM	Grava limosa con arena
C-08	Km 8+800	E-2	49.5	35.0	15.5	0.0485	1.4471	7.364 1	151.8 2	5.9	33.4 9	0.0	A-2-6 (0)	GC	Grava arcillosa con arena
C-9	Km 9+200	E-2	10.7	43.3	46.0	0.0163	0.0490	0.381 1	23.35	0.4	33.4 9	17.9	A-6 (0)	SC	Arena arcillosa
C-10	Km 9+600	E-2	63.8	25.8	10.4	0.0724	3.4746	10.71 57	147.9 6	15.6	33.4 9	18.0	A-2-6 (0)	GP- GC	Grava mal graduada con arcilla y arena
C-11	Km 10+000	E-2	63.8	25.8	10.4	0.0724	3.4746	10.71 57	147.9 6	15.6	33.4 9	18.0	A-2-6 (0)	GP- GC	Grava mal graduada con arcilla y arena
C-12	Km 10+400	E-2	73.8	21.6	4.6	0.8587	5.8358	15.19 74	17.70	2.6	33.4 9	15.1	A-2-6 (0)	GW	Grava bien graduada con arena
C-13	Km 10+800	E-2	74.9	16.7	8.4	0.2164	5.9009	11.02 20	50.93	14.6	33.4 9	27.7	A-2-7 (0)	GP- GM	Grava mal graduada con arena y arcilla
C-14	Km 11+200	E-2	21.3	38.2	40.5	0.0185	0.0556	1.120 0	60.42	0.1	33.4 9	31.1	A-4 (0)	SM	arena limosa con grava
C-15	Km 11+600	E-2	52.9	24.3	22.8	0.0329	0.5947	8.909 6	271.17	1.2	33.4 9	17.7	A-2-6 (0)	GC	Grava arcillosa con arena
C-16	Km 12+000	E-2	32.2	35.3	32.5	0.0231	0.0692	2.985 7	129.47	0.1	33.4 9	9.4	A-2-6 (0)	SC	Arena arcillosa con grava
C-17	Km 12+400	E-2	42.1	30.7	27.2	0.0276	0.2206	5.365 3	194.63	0.3	33.4 9	18.9	A-2-6 (0)	GC	Grava arcillosa con arena

## ANEXO 28: Evapotranspiración para la zona de cultivos

### EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL PARA LA ZONA DE CULTIVOS

\*Método de heagraves, en función de la humedad relativa y temperatura

Latitud 13                    13° 14' 15.67" S

Latitud                      13.238° S

PARAMETRO DE CALCULO	Unidad	MESES											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura media mensual	°C	11.65	11.22	11.24	11.12	10.92	10.40	10.05	10.81	11.40	11.98	12.14	11.92
TF - Temperatura media mensual	°F	52.97	52.19	52.23	52.01	51.65	50.73	50.15	51.45	52.53	53.56	53.86	53.45
HR - Humedad relativa	%	77.45	80.08	79.90	79.76	77.84	77.04	78.95	74.28	76.64	74.59	76.44	76.32
CH - Factor de corrección humedad		0.788	0.741	0.744	0.747	0.781	0.795	0.762	0.842	0.802	0.837	0.806	0.808
CE - Factor de corrección de altitud		1.073	1.073	1.073	1.073	1.073	1.073	1.073	1.073	1.073	1.073	1.073	1.073
MF - Factor mensual de evapotranspiración		2.606	2.308	2.344	1.976	1.759	1.563	1.675	1.916	2.154	2.485	2.548	2.682
Eto - Evapotranspiración potencial	mm	119.05	95.71	97.72	82.31	76.14	67.65	68.63	88.98	97.36	119.47	118.61	124.22
Altitud	E												
Factor de corrección por altitud	CE= 1.0+0.04 (E/2000)												
Temperatura media mensual	°C												
Temperatura °F	TF= 1.8*°C+32												
Factor de corrección humedad	CH=0.166*(100-HR) ^0.5; SI, HR>64% --> CH=1.0												
Factor mensual de evapotranspiración	MF --> Tabla N° 1												
Evapotranspiración potencial	Eto: TF * CH * MF * CE												

### ANEXO 29: Calculo de la demanda de agua total

#### CALCULO DE DEMANDA DE AGUA TOTAL (CON PROYECTO)

FACTORES	Camp. I	Camp. II	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>días/mes</b>			31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Cebada	130.00	130.00	0.60	0.70	0.80	0.95	0.35	0.75	1.00	1.00	0.45	0.38	0.40	0.45
Maíz	130.00	130.00	0.80	0.80	1.15	1.15	0.70		0.35	0.50	0.85	1.05	0.45	0.40
Papa	170.00	160.00	1.10	1.10	0.85		0.40	0.45	1.00	1.00	0.85		0.40	0.45
Alfalfar	100.00	100.00	0.40	0.45	0.45	0.45	0.65	0.70	0.85	0.95	0.95	0.95	0.85	0.35
Pasto	70.00	70.00	0.60	0.85	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	0.95	0.95	0.95	0.85
Haba	70.00	59.87	0.80	0.60			0.50	0.75	0.80	0.80	0.60	0.60	0.75	0.80
Hortalizas	70.00	65.00	1.15	0.80	0.70	0.60	1.15	1.15	1.15	0.80	0.70	0.60	1.15	1.15
Leguminosas	70.00	65.00	0.60	0.75	0.80	0.80	0.06		0.45	0.65	1.05	1.05	0.50	
Frutales	62.00	62.00	0.90	0.90	0.90	0.95	1.05	1.05	1.05	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Area cult./mes (Has)	872.00	842.00	872.00	872.00	802.00	627.00	846.87	646.87	841.87	841.87	841.87	697.00	867.00	802.00
Kc Ponderado			0.79	0.79	0.84	0.87	0.61	0.77	0.84	0.86	0.80	0.80	0.64	0.59
Eto (mm/dia)			3.84	3.42	3.15	2.74	2.46	2.26	2.21	2.87	3.25	3.85	3.95	4.01
Eto (mm/dia) o UC			3.02	2.72	2.66	2.39	1.49	1.74	1.87	2.46	2.59	3.07	2.51	2.37
Precip. Efectiva (mm/mes)			87.53	114.97	119.79	38.86	11.06	3.73	6.92	6.01	17.22	32.01	28.70	70.63
Dn (mm/mes)			6.03	-38.92	-37.27	32.74	35.07	48.33	51.04	70.25	60.49	63.19	46.72	2.76
Efic. Riego (%)			40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
Db (mm/mes)			15.08	-97.31	-93.18	81.85	87.66	120.82	127.60	175.62	151.23	157.98	116.81	6.89
Db (m3/Ha)			150.80	-973.12	-931.78	818.54	876.64	1208.22	1275.98	1756.18	1512.30	1579.82	1168.10	68.90
N° horas de regadio			24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
Db (m3)			131501.48	-848563.19	-747287.17	513222.77	742397.55	781559.98	1074209.59	1478476.80	1273163.19	1101135.65	1012739.07	55260.15
Db (mmc)			0.13	-0.85	-0.75	0.51	0.74	0.78	1.07	1.48	1.27	1.10	1.01	0.06
Db (l/s)			49.10	-350.76	-279.01	198.00	277.18	301.53	401.06	552.00	491.19	411.12	390.72	20.63
Mod. Riego (l/s/Ha)			0.06	-0.40	-0.35	0.32	0.33	0.47	0.48	0.66	0.58	0.59	0.45	0.03
<b>CAUDAL DE DISEÑO (l/s)</b>														
														552.00

### ANEXO 30: Costo total de la obra

#### METRADO DE CANAL

**PROYECTO:** DISEÑO HIDRAULICO DEL CANAL CCOCHAQ - HUAYLLAY TRAMO IIPARA LA OPTIMIZACION DE USO DEL RECURSO HIDRICO EN VINCHOS, AYACUCHO 2022  
**REGION :** AYACUCHO  
**PROVINCIA:** HUAMANGA

PARTIDA	DESCRIPCION	UND.	METRADOS	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
			TOTAL		
<b>01</b>	<b>SISTEMA DE CONDUCCION CON CANAL ABIERTO KM 6+000 A 12+400.00</b>				
0.1.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>35,826.64</b>
		UND.	<b>1.00</b>	850	850.00
0.1.02	CARTEL DE OBRA 3.60 X 2.40 M CON GIGANTOGRAFIA				
		M2	<b>276.48</b>	18	4,976.64
0.1.03	CAMPAMENTO DE TRIPLAY CON TECHO DE CALAMINA				
		GLB	1.00	30000	30,000.00
0.1.04	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS				
<b>02.01</b>	<b>EXPLANACION PLATAFORMA</b>				<b>2,577,059.71</b>
02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m	<b>6,093.50</b>	6.6	40,217.10
	del 6+000 al 12+400				
02.01.02	CORTE EN MATERIAL SUELTO C/MAQ	m3	<b>30,630.21</b>	2.91	89,133.90
	del 6+000 al 12+400				
02.01.03	PERFORACION Y DISPARO EN ROCA FIJA	m3	<b>23,923.86</b>	13.91	332,780.93
	del 6+000 al 12+400				

02.01.04	EXCAVACION Y DESQUINCHE EN ROCA FIJA	m3	<b>23,923.86</b>	12.09	289,239.50	
	del 6+000 al 12+400					
02.01.05	PERFORACION Y DISPARO EN ROCA SUELTA	m3	<b>52,742.53</b>	9.78	515,821.89	
	del 6+000 al 12+400					
02.01.06	EXCAVACION Y DESQUINCHE EN ROCA SUELTA	m3	<b>52,742.53</b>	6.21	327,531.08	
	del 6+000 al 12+400					
02.01.07	ELIMINACION DE EXCEDENTE D=> 2KM	m3	<b>127,576.01</b>	7.7	982,335.31	
	del 6+000 al 12+400					
<b>02.02</b>	<b>CANAL DE CONCRETO</b>				<b>1,725,160.28</b>	
<b>02.02.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>259,670.17</b>	
01.02.01	TRAZO Y REPLANTEO	m	<b>6,093.50</b>	6.6	40,217.10	
	del 6+000 al 12+400					
02.02.02	CORTE EN MATERIAL SUELTO C/MAQ	m3	<b>2,966.85</b>	2.91	8,633.53	
	del 6+000 al 12+400					
02.02.03	PERFORACION Y DISPARO EN ROCA FIJA	m3	<b>1,713.55</b>	13.91	23,835.52	
	del 6+000 al 12+400					
02.02.04	EXCAVACION Y DESQUINCHE EN ROCA FIJA	m3	<b>1,713.55</b>	12.09	20,716.85	
	del 6+000 al 12+400					
02.02.05	PERFORACION Y DISPARO EN ROCA SUELTA	m3	<b>5,048.60</b>	9.78	49,375.31	

	del 6+000 al 12+400					
02.02.06	EXCAVACION Y DESQUINCHE EN ROCA SUELTA	m3	<b>5,048.60</b>	6.21	31,351.81	
	del 6+000 al 12+400					
02.02.07	ELIMINACION DE EXCEDENTE D=> 2KM	m3	<b>11,109.10</b>	7.7	85,540.06	
	del 6+000 al 12+400					
<b>02.01.01</b>	<b>CONCRETO SIMPLE</b>				<b>1,465,490.11</b>	
02.01.01.01	ENROCADO Emin=0.20m EN TALUD DE CANAL	m2	<b>12,189.00</b>	9.4	114,576.60	
	Progresiva: 6+000 al 12+400 (talud de h=1.0m)					
02.01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS EN CANALES	m2	<b>2,029.42</b>	15.27	30,989.21	
	Encofrado muro y piso					
	Progresiva: 6+000 al 12+400					
	Encofrado de frisos					
	Progresiva: 6+000 al 12+400					
02.01.01.03	CONCRETO F'C=175 KG/CM2	m3	<b>1,782.64</b>	454.73	810,620.46	
	Progresiva: 6+000 al 12+400					
02.01.01.04	ACABADO SEMIPULIDO EN CANAL	m2	<b>18,283.50</b>	14.89	272,241.32	
	Progresiva: 6+000 al 12+400					

02.01.01.05	SELLADO DE JUNTA DE DILATACIÓN CON MASILLA ELASTICA 2"	m	<b>8,451.55</b>	21.3	180,018.02
	Progresiva: 6+000 al 12+400				
02.01.01.06	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO QUIMICO	m2	<b>18,283.50</b>	3.12	57,044.52
	Progresiva: 6+000 al 12+400				
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>				<b>S/.</b>	<b>4,338,046.63</b>







**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, BARRERA CONDORI JOSE MANUEL, HUANCAHUARI MUÑOZ ELLERY CARLO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Diseño hidráulico con propuesta innovativa para el control de sedimentos del canal Ccochaq-Huayllay tramo II en Vinchos, Ayacucho 2022.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
BARRERA CONDORI JOSE MANUEL <b>DNI:</b> 44963716 <b>ORCID</b> 0000-0002-1095-8293	Firmado digitalmente por: BARRERAC el 19-09-2022 21:17:04
HUANCAHUARI MUÑOZ ELLERY CARLO <b>DNI:</b> 42377526 <b>ORCID</b> 0000-0002-9185-4380	Firmado digitalmente por: HUANCAHUARIM el 04-09- 2022 14:35:37

Código documento Trilce: INV - 0852407