



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

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

Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz–Ancash, 2023

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

Ingeniero Civil

#### **AUTOR:**

Br. Cadillo Rosas, Jhon ([orcid.org/0000-0002-4088-5216](https://orcid.org/0000-0002-4088-5216))

#### **ASESOR:**

Dr. Romero Ruiz, Hugo José Luis ([orcid.org/0000-0002-6179-8736](https://orcid.org/0000-0002-6179-8736))

#### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

#### **LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

HUARAZ – PERÚ

2023

## **DEDICATORIA**

Esta investigación dedicada: A mi familia, quienes me inculcaron que el mejor conocimiento que se puede tener es el que se aprende por sí mismo, también por ser mi apoyo durante mi carrera universitaria y mi vida. También, las personas que me acompañaron en este período, aportando cariño, paciencia, consejos palabras de aliento tanto para mi vida profesional y personal.



### **Agradecimiento (fin académico)**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien siempre está junto a mí, guiando mis objetivos y metas. También quisiera expresar mi agradecimiento a la Universidad César Vallejo que ha sido mi hogar educativo por muchos años, y estoy agradecido por ello. Al Ing. Freddy Manuel Franco Alvarado, gracias por su tiempo, esfuerzo, apoyo incondicional y amistad y al resto del equipo de la Facultad de Ingeniería. Por último, quisiera agradecer al Dr. Hugo José Luis Romero Ruiz, mi coautor principal en este proyecto, que gracias a su asesoría, experiencia, enseñanza y apoyo en general pude desarrollar este trabajo.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	vi
Índices de tablas	vii
Índices de figuras	viii
Indice de abreviaturas	ix
Resumen	x
Abstract	xi
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
<b>III. Metodología. ....</b>	<b>12</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	12
3.2. Variables y operacionalización.....	13
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis .....	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	15
3.5. Procedimientos .....	15
3.6. Método de análisis de datos.....	16
3.7. Aspectos éticos .....	17
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>18</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>23</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>30</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES. ....</b>	<b>32</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>33</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>41</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de población y muestra de los indicadores. ....	14
Tabla 2. Demanda Hídrica en la etapa pre test y post test, en las áreas bajo riego del canal montañas, caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash. ....	18
Tabla 3. Volumen de agua perdida en la etapa pre test, en el canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash. ....	19
Tabla 4. Prueba de hipótesis de t-Student de la velocidad en la etapa pre test y post test. ....	20
Tabla 5. Pendientes topográficas en evaluadas en la etapa pre test y post test, del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash. ....	21
Tabla 6. Prueba estadística de Wilcoxon para determinar la reducción de infiltración en la etapa pre y post test. ....	22

## Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Esquema de mejoramiento hidráulico .....	12
---	----

## Índice de anexos

Anexo N° 1. Operacionalización de Variables.....	41
Anexo N° 2. Cuadro de Indicadores.....	42
Anexo N° 3. Matriz de consistencia.....	43
Anexo N° 4. Instrumento de recolección de datos (Validado por Justiniano Obregón) .....	44
Anexo N° 5. Instrumento de recolección de datos para determinar la permeabilidad del suelo, de acuerdo a la NTP.339.147. ....	45
Anexo N° 6.Solicitud para Desarrollo del Proyecto de Tesis en el Canal Montañas del Caserío de Nunocoto.....	46
Anexo N° 7. Carta de aceptación por el Caserío de Nunocoto para el Desarrollo del Proyecto de Tesis.....	47
Anexo N° 8. Estudio Hidrológico. ....	48
Anexo N° 9. Evaluación de la eficiencia del Canal Montañas. ....	73
Anexo N° 10. Evaluación del Canal Montañas por el Método de Kostiakov etapa pre test, con la permeabilidad del suelo. ....	80
Anexo N° 11. Evaluación de la eficiencia del Canal Montañas con la propuesta de mejoramiento etapa post test por el método aplicado por Justiniano Obregón y el Software HCanales. ....	94
Anexo N° 12. Prueba Estadística de la Investigación.....	105
Anexo N° 13. Memoria de cálculo de los diseños hidráulicos. ....	115
Anexo N° 14. Planos de diseño.....	130
Anexo N° 15. Panel fotográfico. ....	134

## RESUMEN

La investigación abordó la mejora hidráulica del Canal Montañas en Nunocoto, Acopampa, Carhuaz-Ancash, con el objetivo principal de reducir la pérdida por infiltración de agua. Se adoptó un enfoque cuantitativo y experimental, utilizando por conveniencia todo el Canal Montañas (longitud de 1,775 metros) como población y muestra. La metodología incluyó las pruebas estadísticas para validar la hipótesis, así como también criterios de diseño de obras hidráulicas de la Autoridad Nacional Del Agua – ANA y la Norma Técnica Peruana NTP 339.147 para determinar el coeficiente de permeabilidad del suelo. La propuesta de mejora del canal es rectangular con dimensiones específicas y un diseño integral de máxima eficiencia hidráulica, que incorpora captación, desarenador y tres estructuras rápidas para optimizar la eficiencia. Concluyendo que la propuesta de mejoramiento hidráulico reducirá significativamente el factor de infiltración en el canal montañas con un p de Wilcoxon calculado de 0.008 siendo menor al nivel de confianza 0.05 (5%). Por lo tanto, se demuestra que el mejoramiento hidráulico del canal montañas reducirá significativamente el factor de infiltración de agua, el cual se ha disminuido notablemente hasta alcanzar solo un 0.06% de pérdida de agua con la implementación de las mejoras hidráulicas propuestas.

Palabras clave: Canal, agua superficial y drenaje

## **ABSTRACT**

The research addressed the hydraulic improvement of the Montañas Canal in Nunocoto, Acopampa, Carhuaz-Ancash, with the main objective of reducing the loss due to water infiltration. A quantitative and experimental approach was adopted, using for convenience the entire Canal Montañas (length of 1,775 meters) as a population and sample. The methodology included statistical tests to validate the hypothesis, as well as design criteria for hydraulic works from the National Water Authority - ANA and the Peruvian Technical Standard NTP 339.147 to determine the soil permeability coefficient. The proposal to improve the canal is rectangular with specific dimensions and a comprehensive design for maximum hydraulic efficiency, which incorporates collection, sand trap and three rapid structures to optimize efficiency. Concluding that the hydraulic improvement proposal will significantly reduce the infiltration factor in the mountains channel with a calculated Wilcoxon p of 0.008 being less than the 0.05 (5%) confidence level. Therefore, it is demonstrated that the hydraulic improvement of the mountains channel will significantly reduce the water infiltration factor, which has been significantly reduced to reach only 0.06% water loss with the implementation of the proposed hydraulic improvements.

Palabras clave: Channel, surface water and drainage

## I. INTRODUCCIÓN

La Tierra, constituida en un 70% por agua, alberga alrededor de 1.400 millones de km<sup>3</sup> de este recurso invaluable. Sin embargo, tan solo un 0,3% de esa masa hídrica se destina a la agricultura y al consumo humano. Esta distribución limitada se ha convertido en un problema creciente en muchas regiones, ya que la disponibilidad de agua disminuye continuamente, lo que afecta la capacidad de abastecer a la población en términos de consumo y agricultura (FAO, 2020).

Para enfrentar esta problemática, se han empleado diversos métodos en muchas áreas, incluyendo el uso de canales abiertos, sistemas de entubado y otros en un esfuerzo por lograr una distribución más eficiente del agua. Sin embargo, con frecuencia, la construcción empírica de estos sistemas resulta en pérdidas de agua a lo largo de su recorrido, lo que impide que la cantidad adecuada llegue a su destino final. Por lo tanto, se vuelve esencial recurrir a la ingeniería con el propósito de buscar soluciones técnicas.

La presente investigación se enfoca en abordar este desafío en el contexto de Nunocoto, un caserío agrícola ubicado en el distrito de Acopampa, Carhuaz, en la región de Ancash, Perú. Las tierras de este caserío se riegan a través de dos canales rústicos, y nuestro estudio se concentra en uno de ellos, conocido como el "canal principal Montañas". Este canal ha estado en uso desde la década de 1980 y toma su nombre de la quebrada donde se origina. Sus dimensiones estándar promedio son de 40 cm de ancho y 45 cm de alto. Sin embargo, nuestra investigación se centra en las pérdidas de agua debidas a la filtración, dado que el canal está construido sobre el suelo natural, lo que provoca una distribución ineficiente del agua hacia las tierras de cultivo.

El canal Montañas no logra satisfacer las necesidades hídricas de las áreas de cultivo en Nunocoto, un caserío con una importante producción de maíz (choclo) que se ve afectada por esta problemática. Es importante destacar que la disminución del recurso hídrico en los últimos años se atribuye a diversas causas, como el cambio climático, el crecimiento económico y el aumento de la población, entre otros factores.



En vista de esta situación, esta investigación plantea la siguiente problemática central: ¿Cómo el mejoramiento hidráulico del canal montañas incide en el factor de infiltración de agua en el caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash? de forma específica se plantea las preguntas siguientes: ¿Cómo influye el mejoramiento hidráulico en la demanda hídrica del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash?, ¿Cuánto es el volumen de agua perdida en el canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash?, ¿Como el mejoramiento hidráulico incide en la velocidad del cauce del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash?, y ¿Cómo influye el mejoramiento hidráulico en la pendiente topográfica del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash?

La motivación para llevar a cabo esta investigación se fundamenta en la importancia crítica y la imperante necesidad de abordar los desafíos que rodean al Canal Montañas. Esta problemática, de naturaleza significativa y multidimensional, impacta directamente aspectos como la seguridad alimentaria, el bienestar económico, la conservación de recursos, la ingeniería hidráulica y la sostenibilidad ambiental en el Caserío de Nunocoto. La justificación social radica en que esta región agrícola en Carhuaz, Ancash, depende crucialmente del canal para el suministro de agua a los cultivos, que constituyen una parte fundamental de la subsistencia y la economía local. Un exitoso proceso de mejoramiento no solo garantizaría una mayor disponibilidad de agua para la agricultura, beneficiando así a los agricultores y sus familias.

Desde un enfoque metodológico, la investigación se sustenta en enfoques cuantitativos y experimentales respaldados por análisis documentales y observacionales. Este enfoque robusto proporciona resultados fiables y cuantificables, permitiendo una evaluación precisa del impacto del mejoramiento hidráulico. Además, la justificación práctica se desprende de la atención a aspectos fundamentales que inciden directamente en la eficiencia y funcionalidad del Canal Montañas. La comprensión detallada de la demanda hídrica, el volumen de pérdida de agua, la velocidad del cauce y la pendiente topográfica se vuelve esencial para

implementar mejoras específicas y eficaces, lo que contribuirá a optimizar el rendimiento del canal de manera práctica y significativa.

Por lo anterior se propone el siguiente objetivo general: Reducir la infiltración de agua con el mejoramiento hidráulico del canal montañas en el caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash, y los siguientes objetivos específicos: Disminuir la demanda hídrica con el mejoramiento hidráulico del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash; Disminuir el volumen de agua que se pierde en el canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash; Aumentar la velocidad del cauce con el mejoramiento hidráulico del canal montañas; del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash y Mejorar la pendiente topográfica con el mejoramiento hidráulico del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash. De lo anterior se plantea la siguiente hipótesis general, el mejoramiento hidráulico del canal montañas reducirá significativamente el factor de infiltración de agua en el caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.

## II. MARCO TEÓRICO

En muchos países se han aplicado un rediseño hidráulico para reducir la infiltración, en China por ejemplo se propuso un método de control hidráulico multipunto, formulando un modelo simplificado de Saint- Venant, se comparó con el controlador de control predictivo del modelo (MPC) y dicho modelo se mostró una potencialidad para el riego de precisión de los distritos (Zheli et al., 2023). En Colombia, en un artículo se estudió un diseño de un canal hidráulico, donde determinaron los canales, estudio de flujo, medición de las propiedades de los fluidos, y demás; utilizando el software CAD CAE y SolidWorks, se modelaron los datos obtenidos para corroborar con los datos obtenidos experimentalmente (Meneses y Jara, 2022).

Entre las búsquedas de los artículos se encontró también en Curico, Chile quienes realizaron una investigación con el objetivo de diseñar una rueda hidráulica para la generación de electricidad de potencia baja con datos de ingreso conocidos, con la metodología de construir con modelos matemáticos para llevar a cabo los procesos que intervienen (Hernández, 2021).

Asimismo, en el Estado de México, se propuso la utilización del software Cefficiency como un instrumento didáctico para diseñar canales de alta eficiencia hidráulica en la asignatura de hidráulica de canales, donde se permitió plasmar las secciones de alta eficiencia hidráulica en canal prismático (Morales et al., 2019). También, en un estudio se diseñó y analizó los canales hidráulicos, siendo denominado por los autores CANDHI versión 1.0 (Canales, Diseño Hidráulico), donde se permitió calcular tirantes normales y críticos en la sección trapezoidal, triangular, rectangular, parabólica y circular, con una máxima eficiencia y mínima infiltración (García y Díaz, 2019).

Igualmente, en Puerto Rico, se realizó un estudio aplicando un nuevo algoritmo para la solución simultánea de canales complejos con estructuras hidráulicas, este algoritmo se utilizó para simular un segmento del sistema de riego del Valle de Lajas, en Puerto Rico, y en el que las mediciones de calibración exigían

un cambio de entre el 6,7% y el 12,8% en el coeficiente de Manning y un coeficiente de descarga de vertedor (Collazo y Araya, 2019).

Pero los rediseños hidráulicos no solo se están realizando en otros países, en Perú también ya proyectos, en Junín por ejemplo con el objetivo de determinar la eficacia hidráulica de los canales de riego por gravedad del Canal Huayao, Chupaca, con una población de 18.8 km de canal principal y una muestra de 2.022 kilómetros de canal, donde se obtuvo en el canal trapezoidal la eficiencia de 0+000km a 2+0,22km con un 58,36% y 71,53% en dos días respectivamente y 0+00 km a 0+100 km en el canal rectangular siendo 95,14 %, 92,33 %, 94,93% y 95,14 % (Capcha y Martínez, 2021).

También, en Lambayeque en un estudio de pregrado donde el objetivo fue de determinar la influencia del software HEC - RAS para el diseño de un canal de riego con óptima eficiencia hidráulica y se estableció la relación en el diseño del canal de riego en un estudio para una máxima eficiencia hidráulica, siendo el tamaño de la población y el tamaño de muestra iguales por conveniencia de 3.085 km de canal, concluyendo que el software es adecuado para estudiar el comportamiento del perfil del flujo de agua (Asalde, 2020).

Así mismo en Recuay, Ancash, con el objetivo de elaborar una propuesta de mejora hidráulica para la construcción de un sistema de riego para el canal de riego que sirve a la ciudad de Collahuasi en Recuay, con un tamaño de población y muestra de 2400 ml evaluada con fichas técnicas donde el 78.46% de los usuarios directos menciona que está de acuerdo con el mejoramiento hidráulico (Casanca y Crisolo, 2022).

Por último, Bellido, (2020) realizó una investigación a través del levantamiento topográfico, el análisis granulométrico y las pruebas de límites donde determinó el tipo de suelo, también está el programa HCANALES donde se corrobora el diseño a través de ecuaciones, y como no mencionar también al manual ANA donde se encuentra especificaciones para diseñar canales consiguiendo diferentes secciones como rectangulares, etc.

Para el sustento de las bases teóricas de la presente investigación se tomaron distintas fuentes de revistas indexadas algunos de los autores son los siguientes:

En lo que respecta a la variable de Diseño Hidráulico; se tiene a Hesarkazzazi et al. (2020) quienes mencionan que el diseño se basa en el enrutamiento del flujo hidráulico. Asimismo, Maurad (2020), expone que es una representación reducida de la realidad, hasta las fases, los sucesos y los procesos clave que intervienen en el flujo del agua. Este diseño sirve para estudiar la conducta de redes distributivas de agua (González, Bejarano, 2019). Además, tiene como concepto de distribución y control del agua, incluidos estudios, cálculos, diseños, construcciones, materiales, etc. (Montoya, 2021).

Asimismo, se recalca que la hidráulica es donde el agua fluye aguas abajo, para medir la influencia de la gravedad, desde el punto más elevado al más mínimo, y que la velocidad de este flujo viene determinada básicamente por la inclinación del canal y el caudal (Bustamante, Crousillat, Rick, 2021). La velocidad de transporte entre los dos lugares es un dato crucial a tener en cuenta en el diseño hidráulico, como las estaciones de bombeo, en función de la distancia entre los dos lugares y la diferencia de elevación entre ellos (More y Olazabal, 2021).

El diseño hidráulico del canal es una vía navegable con una superficie libre por la que circula el agua. Los canales pueden ser conductos cerrados o abiertos como su superficie libre está en contacto constante con el aire, el agua fluye libremente bajo el efecto de la gravedad. (Montoya y Bastos, 2022).

También, el diseño hidráulico de canales es la técnica de estimulación de reservorios en la que la inyección de agua a alta presión crea canales conductores en las proximidades del pozo (Chipantashi, 2021). El diseño hidráulico va depender de la topografía de la zona, el tipo de captación y la textura del suelo (Pasapera, 2018, p.37) estas ideas son reforzadas con el autor Guadalupe (2022) quien hace énfasis que para de diseño del canal se debe considerar el caudal que va conducir, la pendiente longitudinal de acuerdo al estudio del terreno y el coeficiente de Manning.

De todo lo anterior se puede decir que para realizar y elegir la forma del canal se debe realizar una serie de estudios del lugar donde se va a diseñar este.

Respecto a la otra variable de infiltración de agua, se menciona a Minh et al. (2018), quien define que la infiltración es un procedimiento donde el agua de la superficie de la tierra penetra en ella y es uno de los componentes procesos hidrológicos más importantes del balance hídrico que depende de muchos factores, como las características de las lluvias, las características topográficas, las propiedades del suelo y la cobertura terrestre, de estos factores principales que afectan la infiltración del suelo, el de las lluvias es el más difícil de intervenir debido a que está fuera de las expectativas pues solo podemos predecir los fenómenos negativos relacionados a este fenómeno más no controlarlo en cambio los otros factores si se pueden controlar.

Asimismo, el fenómeno de infiltración del agua está influenciada por las características del suelo, por ellos es fundamental describir el procedimiento de formación de la capa de la superficie del canal, ya que los suelos arcillosos presentan una resistencia a la infiltración y los suelos arenosos tienen un alto porcentaje de infiltración (Farje y Espinoza, 2022)

También, Christelle et al. (2023) afirman que la estructura del suelo la cual se refiere a las partículas que lo componen ya sea la arcilla, el limo, la tierra, la arena u otras partículas orgánicas o inorgánicas influye mucho en la infiltración del agua, muchas veces el suelo puede verse afectada por factores antropogénicos o naturales y estos a la vez pueden alterar la infiltración de agua. Los cilindros concéntricos se utilizan en las pruebas de campo para evaluar la infiltración de agua en el suelo; sin embargo, estos aparatos no están exentos de errores porque el agua puede desplazarse lateralmente por debajo del anillo (Dávila, 2021).

Del mismo modo Ramli et al. (2021), menciona que la infiltración del agua va depender de muchos factores como son la escorrentía superficial, la pendiente, el tipo de suelo, las precipitaciones, la utilización del suelo y el tipo de vegetación.

Comprender el proceso de infiltración es muy importante para la gestión de cuencas hidrográficas.

En la actualidad existen muchos modelos diferentes para determinar la tasa de infiltración, es por ello que se ha vuelto un reto poder seleccionar un modelo apropiado para estimar con precisión la tasa de infiltración de un determinado suelo, pues los diferentes tipos de prácticas de utilización y manejo de la tierra afectan aún más las tasas de infiltración, en Brasil se realizó un estudio para determinar la tasa de infiltración y se descubrió que los modelos de Kostiakov, Horton y Singh y Yo proporcionaron buenos ajustes a los datos de infiltración (Culman y Murcia, 2020).

Como sustento para las dimensiones del presente estudio se revisó distintos autores entre los principales están:

Para la primera dimensión la cual es: demanda hídrica se tiene a Abdurezak y Brook (2022) quien menciona que el agua es un recurso importante en la tierra y fundamental para la existencia de la vida pues es necesaria para el riego y otras actividades económicas. Sin embargo, el cambio climático y el crecimiento poblacional están generando escasez de este recurso por ellos es importante la planificación y en consecuencia calcular la demanda hídrica (Hassan et al. 2019). La demanda de agua de riego es la cantidad de volumen de agua que necesita las áreas de cultivo para satisfacer las necesidades de las plantas de un sistema de riego durante toda una temporada de crecimiento (Pizarro, 2010 citado por Rojas, 2023).

Al igual que los autores anteriores Aldirawi et al. (2019) también considera que la demanda de agua supera el suministro en muchas comunidades, especialmente donde pequeñas áreas de acaparamiento de tierras se combinan con un clima cada vez más impredecible por ello existe una urgencia creciente y un énfasis específico en las estrategias de gestión de la demanda de agua como una solución para la seguridad hídrica a largo plazo en muchas comunidades. Por su parte Herdiansyah et al. (2022) mencionan que; la disponibilidad y la demanda de agua deben

analizarse para conservar los recursos hídricos satisfaciendo cada necesidad tanto de hoy como futura de las poblaciones y proponen calcular el balance hídrico utilizando el modelo F. J Mock, así como esto hay distintos métodos más por ejemplo Wang, et al., (2021) estudió el método para calcular la demanda ecológica de agua en entornos cambiantes, compararon diferentes estimaciones y determinaron la demanda ecológica de agua de los arroyos interiores a partir de un análisis de la persistencia y variabilidad de la esorrentía de los ríos. , que proporciona una nueva idea para el futuro método de cálculo de la demanda ecológica de agua; y así muchos investigadores internacionales que se centran en la demanda ecológica de agua han desarrollado cientos de métodos de evaluación en cuatro categorías, incluido el método hidráulico, el método hidrológico, el procedimiento de estudio global y el método de simulación de hábitat (Fang et al. 2022).

A pesar que hay distintos métodos según Alamanos et al. (2020), ningún estudio ha simulado en un solo modelo todos los parámetros con el pronóstico de la demanda interna, la fijación de precios, el balance hídrico, la educación, el cambio climático y la socioeconomía.

Para la segunda dimensión la cual es: la pérdida de volumen de agua por infiltración se tiene a Apaza y Landeo (2020, p.42) quien menciona que la infiltración es el trabajo de filtrar un líquido ya sea voluntario o accidental por medio de un filtro del suelo, ello explica porque en muchos canales se reduce el caudal. Esta idea es contrastada por Ávila et al. (2021) quien también menciona que la infiltración es el procedimiento hidrológico que describe el ingreso de agua a un suelo, así mismo también menciona que la tasa de infiltración es la cantidad de agua que se pierde en el subsuelo en un tiempo determinado y el modelo para describir el movimiento del agua en suelos saturados es la ley de Darcy. Para Wu et al. (2022) Además la importancia en el ciclo hidrológico, la capacidad de un suelo para infiltrar agua también sirve como indicador útil de la capacidad del suelo para resistir la erosión. La probabilidad de obstrucción puede estimarse midiendo el ritmo al que el agua se pierde en el subsuelo (Abdallah et al. 2022).



Para la tercera dimensión que corresponde a la velocidad del cauce se tiene a Chavárro (2019), quien define a la velocidad como una magnitud física de carácter vectorial donde se expresa la longitud recorrida por un objeto en una unidad de tiempo (p.10). También, otro autor expone que es una cantidad vectorial describe tanto un tamaño como una dirección y para definir el estado de flujo en su totalidad deben conocerse también otras propiedades (Sevilla, 2021). Según la Ramírez (2022) La velocidad media del agua en todo el segmento del canal suele ser útil para el diseño del canal, ya que en los canales abiertos la velocidad varía con la profundidad y la distancia a las paredes.

Por lo general la velocidad media en los canales se encuentra entre 0.05 a 0.25 de profundidad por debajo de la superficie libre (Toapanta, 2023) los canales de tierra tienen velocidades límite de 0,50-1 m/s, dependiendo del tipo de suelo y del flujo de agua (Carrasco y Gamonal, 2023). Es importante considerar también que para calcular la velocidad del agua de un determinado canal o río se debe dividir en metros el largo de la sección elegida, por el tiempo que demoró en flotador en recorrer todo el tramo, teniendo en cuenta que el tiempo esté expresado en segundos (Lizarraga y Mendez, 2022).

Respecto a la cuarta dimensión concerniente a la textura del suelo se tiene en primer lugar a Pincay y Vera (2023) quien define a esta dimensión como la abundancia relativa existente de tres clases de partículas finas las cuales son la arcilla, el limo y la arena. Al igual, Wang et al. (2021), también menciona que la textura es una propiedad física del suelo y hace referencia a los diferentes tamaños de partículas minerales que se encuentran en él, la textura del suelo guarda mucha relación con la cantidad de humedad, con el pH, con la temperatura, con la aeración y con la distribución de las sales en el suelo, así como también con la fertilidad de la tierra para el cultivo. Para determinar la textura del suelo se puede realizar mediante un análisis de laboratorio, este determinaría la distribución del tamaño de partículas en el área estudiada (Tall et al. 2019). Parra et al. (2020) citó a Six et al. (2002) quien afirma que la arcilla es la fracción más atractiva del suelo para diversos procesos como es por ejemplo la retención del agua y la estabilidad de agregados.

La textura regula muchas otras partículas del suelo y otros atributos físicos, químicos, biológicos, hidrológicos y mecánicos del suelo (Erazo et al., 2019).

El análisis mecánico arroja un porcentaje fraccionario que se utiliza para cuantificar la textura del suelo. La versión española más actualizada de la categorización de la Soil Taxonomy recomienda utilizar el método internacional del triángulo textural para identificar la textura (Hernández et al., 2019). La textura al tacto, el tamizado (húmedo y seco), la sedimentación (método de la pipeta, método del hidrómetro), el método del microscopio electrónico, el uso del microscopio electrónico y la turbidimetría son algunas de las técnicas más utilizadas; cada una de ellas varían (Vásquez, 2022)

Finalmente, para la quinta dimensión referente a la pendiente topográfica tenemos a Fernández (2021), quien menciona que la pendiente es el grado de inclinación de un relieve, se mide en grados y se determina utilizando dos puntos de una línea horizontal y un punto de partida positivo o negativo. (p. 09). Las altas pendientes condicionan los procesos hidrológicos como es por ejemplo la infiltración, si hay mayor pendiente la tasa de infiltración se reduce (Rey, 2019, p.19).

Como predomina la escorrentía superficial, cuanto mayor es la pendiente topográfica, menor es la infiltración de contaminantes en el subsuelo acuífero (Valcarce et al., 2021).

### III. Metodología.

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es aplicada, porque se empleará los fundamentos teóricos de la ingeniería para el mejoramiento del canal de riego (Canal Montañas) y este acorde con los criterios de diseños de obras hidráulicas de la Autoridad Nacional Del Agua - ANA, evaluando los resultados del estudio hidrológico y agronómico (Sampieri, 2020).

El diseño es experimental porque habrá modificación de la variable independiente, con los conocimientos históricos se realizará la descripción de las variables aplicando modelos matemáticos y se buscará concernir para determinar la dependencia (Sampieri, 2020).

Se realizará el método denominado PRE-TEST, POST-TEST en un grupo para realizar lo siguiente:

- Medir la variable O1.
- Aplicar la variable independiente al grupo.
- Medir la variable O2 en el grupo.

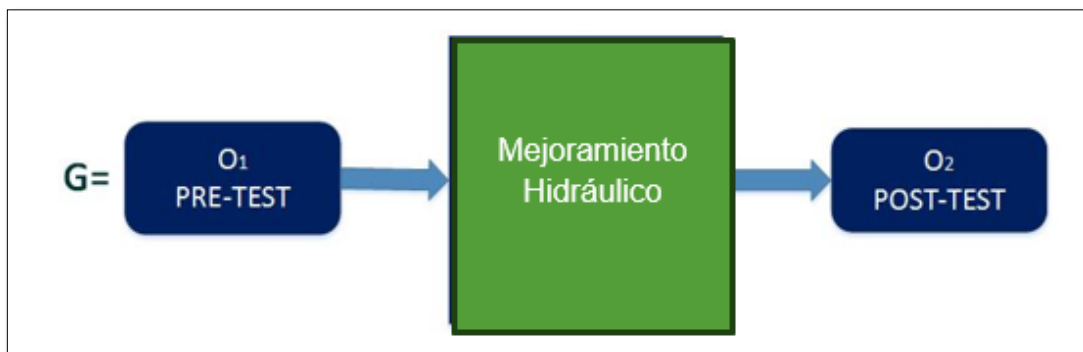


Figura 1. Esquema de mejoramiento hidráulico

Dónde:

G: Grupo Experimental

O1: Canal Montañas antes de implementar el rediseño hidráulico

X: Mejoramiento Hidráulico.

O2: Canal montañas después de implementar el mejoramiento hidráulico.

### 3.2. Variables y operacionalización

Variable Dependiente. Infiltración del agua.

Definición Conceptual: El fenómeno de infiltración del agua esta influenciada por las características del suelo, por ellos es fundamental describir el proceso de formación de la capa de la superficie del canal, ya que los suelos arcillosos presentan una resistencia a la infiltración y los suelos arenosos tienen un alto porcentaje de infiltración (Farje y Espinoza, 2022).

Definición Operacional. Se evaluará a través del tipo de suelo, tasa de infiltración y volumen de agua residual.

Variable Independiente. Mejoramiento hidráulico del canal.

Definición Conceptual: El diseño hidráulico del canal es una vía navegable con una superficie libre por la que circula el agua. El agua fluye por canales, que pueden ser conductos abiertos o cerrados, porque la superficie libre del líquido está en contacto con el aire, lo que provoca una falta de presión (Montoya y Bastos, 2022).

Definición Operacional. Se realizará un estudio donde se determinará la demanda hídrica, volumen de agua, velocidad del cauce, textura del suelo y pendiente topográfica, para el mejoramiento Hidráulico, ver en **Anexo 01** y **Anexo 02**.

Hipótesis

Hipótesis Nula (Ho): El mejoramiento hidráulico del canal montañas NO reducirá significativamente el factor de infiltración de agua en el caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.

Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ): El mejoramiento hidráulico del canal montañas reducirá significativamente el factor de infiltración de agua en el caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.

### 3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

Siendo la investigación de tipo aplicada, y la intervención en un ámbito específico, la población (N) del proyecto comprende todo el tramo 0+00 – 1+775.19 del canal principal Montañas de la localidad de Nunocoto del distrito de Acopampa.

La muestra (n) para la presente investigación se toma por conveniencia tomar el tramo 0+00 – 1+775.19 del canal principal Montañas de la localidad de Nunocoto, lo cual es congruente con la población.

Dado que  $N(1) = n(1)$ , se ha optado por una muestra (n) por conveniencia.

Tabla 1. Resumen de población y muestra de los indicadores.

Dimensión	Definición Conceptual	Población (N)	Muestra (n)
Demanda hídrica	Agua demandada por las áreas de cultivo para el rediseño del canal	40.40 ha de área de cultivo de la Localidad de Nunocoto	40.40 ha de área de cultivo de la Localidad de Nunocoto
Estudio topográfico	Pendiente topográfica para rediseño hidráulico del canal	Tramo 0+00 – 1+775.19 del canal principal Montañas	Tramo 0+00 – 1+775.19 del canal principal Montañas
Velocidad de Cauce	Velocidad de flujo en tramos para el rediseño del canal	Tramo 0+00 – 1+775.19 del canal principal Montañas	Tramo 0+00 – 1+775.19 del canal principal Montañas
Eficiencia del Canal	Medición de volumen de agua en tramos del canal Montañas	Tramo 0+00 – 1+775.19 del canal principal Montañas	Tramo 0+00 – 1+775.19 del canal principal Montañas

Infiltración de Agua	Proceso por el cual el agua por efecto de la gravedad se pierde en el subsuelo	9 tramos pre test y post test 3 calicatas	9 tramos pre test y post test 3 calicatas
----------------------	--	--	--

Fuente: Guía de elaboración de trabajos conducentes a grados y títulos – Universidad Cesar Vallejo, 2023.  
Elaboración: Propia

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

Se emplearon técnicas e instrumentos para recolectar datos aplicados/basados en el estudio de Justiniano (2022) publicada en su tesis de pregrado Diseño del canal de riego del caserío de Conchumayo, Distrito Santa María del Valle, Huánuco, 2022, el instrumento se visualiza en el **Anexo 03**. El cual se empleará para medir el volumen de agua en tramos de cada 50 m.

Para la determinación de la permeabilidad del suelo, y por ende la infiltración, se empleó la metodología establecida en la Norma Técnica Peruana NTP 339.147, que describe el método de ensayo de permeabilidad específico para suelos granulares

### 3.5. Procedimientos

La recolección de datos se inició desde el punto de captación en el kilómetro 0+000 y se extendió hasta el kilómetro 1+775.19. Se llevó a cabo un levantamiento topográfico a lo largo de todo el canal Montañas, empleando una estación total y tres prismas para obtener las curvas de nivel.

En el siguiente paso, se realizó un análisis hidrológico y agronómico con el fin de diseñar las cédulas de cultivo e identificar las áreas de cultivo que estaban siendo regadas con el canal Montañas en ese momento. También se determinó el aumento de las áreas de cultivo durante la época de sequía.

Posteriormente, se aplicó la metodología establecida por la ANA para el dimensionamiento y diseño hidráulico de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico, utilizando los datos recopilados anteriormente.

Después de esto, se realizó un aforamiento del caudal en tramos de 20 metros a lo largo del canal, desde el punto de inicio en el kilómetro 0+000 hasta el tramo final, con el objetivo de determinar la velocidad del cauce, el área de la sección transversal y, por ende, el volumen de agua que pasaba en cada progresiva.

Para calcular el porcentaje de filtración, se siguió la metodología especificada en la Norma Técnica Peruana NTP 339.147, que describe el método de ensayo de permeabilidad de suelos granulares. Se tomaron tres muestras de calicatas de acuerdo con la norma.

### 3.6. Método de análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de datos del estudio topográfico, se tomaron las coordenadas en el sistema WGS84, utilizando una estación total y posteriormente se procesaron con el Software Civil 3D.

En el estudio agronómico e hidrológico, se empleó la metodología propuesta en el trabajo de (Guido Aldana, Pardavell Juárez, Durán Escamilla 2021), donde se determinó la evapotranspiración utilizando el método de Penman-Monteith, así como el método de Hargreaves, tal como se aplicó en la investigación de (Ortiz C. et al. 2020).

Para calcular los caudales de diseño requeridos para la demanda hídrica, se tuvo en cuenta el método de Hargreaves. Este método se utilizó para obtener el caudal de diseño necesario para las áreas de cultivo.

Como referencia para el diseño hidráulico del canal de montañas, se siguieron los Criterios de Diseño de Obras Hidráulicas para la Formulación de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales y Consolidación Hídrica de la ANA en 2010. Se empleó Microsoft Excel para elaborar los diseños hidráulicos utilizando el método de Manning, según lo establecido por (Ladino Moreno, García-Ubaque, García Vaca 2020).

Para determinar el porcentaje de infiltración, se siguió la metodología descrita en la Norma Técnica Peruana NTP 339.147, que detalla el método de ensayo de permeabilidad específico para suelos granulares.

Para determinar la prueba de hipótesis se realizó en el software de SPSS V.25, con un total de 9 mediciones de infiltración de agua en los 1 775 metros del Canal Montañas, con un nivel de significancia del 5%, con datos de la etapa pre test y post test, para la hipótesis nula ( $H_0$ ): El mejoramiento hidráulico del canal montañas NO reducirá significativamente el factor de infiltración de agua en el caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash y la hipótesis alterna ( $H_1$ ): El mejoramiento hidráulico del canal montañas reducirá significativamente el factor de infiltración de agua en el caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.

Para determinar si los datos son normales se utilizó el método de Shapiro Wilks ya que los datos son menores a 50, y para la contrastación de la hipótesis la prueba de Wilcoxon.

### 3.7. Aspectos éticos

De acuerdo con Salazar et al. (2018), la ética debe estar inclusive en los investigadores y debe ser lo más importante para ellos ya que exalta sus estudios al no ser considerados como negativa que conmueve a la sociedad.

La información tanto local, nacional e internacional que brinda la siguiente investigación respeta la fiabilidad, veracidad, autonomía y propiedad intelectual de todos los autores referenciados.



#### IV. RESULTADOS.

Los resultados se presentan en concordancia con los objetivos específicos que se establecieron, lo que nos conduce hacia la consecución del objetivo general de nuestro estudio.

Objetivo Específico N° 01. Disminuir la demanda hídrica con el mejoramiento hidráulico del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.

Tabla 2. Demanda Hídrica en la etapa pre test y post test, en las áreas bajo riego del canal montañas, caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.

<b>Datos de diseño</b>	<b>PRES TEST</b>	<b>POST TEST</b>	<b>Unidad</b>
Caudal max (Q)	25.18	25.18	l/seg
Eficiencia de Captación	0.90	0.90	Porcentaje
Eficiencia de Conducción	56.33%	99.94%	Porcentaje
Eficiencia total	50.70%	89.10%	Porcentaje
<b>CAUDAL REQUERIDO EN LA CAPTACION</b>	<b>49.68</b>	<b>28.27</b>	l/seg

*Fuente: Anexo 8. Estudio Hidrológico.*

*Elaboración: Propia*

En la Tabla N° 02, se detalla la demanda hídrica tanto en la etapa pre como en el post test. En la fase pre test, donde la eficiencia de conducción del Canal Montañas alcanza el 56.33%, junto con una eficiencia de captación del 90%, se identifica un requerimiento de 49.68 litros por segundo para cubrir las necesidades hídricas de los cultivos. En contraste, en la etapa post test, con una eficiencia de conducción del 99.94% y una eficiencia de captación del 90%, la demanda se reduce significativamente a 28.27 litros por segundo.

De acuerdo a la tabla 02, se realizó la prueba de hipótesis planteándose las siguientes: Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>): El mejoramiento hidráulico influye negativamente en la demanda hídrica del canal montañas y la Hipótesis Alterna (H<sub>1</sub>): el mejoramiento hidráulico influye positivamente en la demanda hídrica del canal montañas, donde se demuestra que la demanda hídrica es menor cuando se plantea la propuesta de mejoramiento hidráulico.

Objetivo Especifico N° 02. Disminuir el volumen de agua que se pierde por en el canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.

Tabla 3. Volumen de agua perdida en la etapa pre test, en el canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.

TRAMO	Long. (m)	Q ini L/seg	Q fin L/seg	Q perdido %	Efic de Trans %
Canal Sin Revestir (Pre Test)	1750.00	47.7000	26.8700	43.67%	56.33%
Canal Revestido (Post Test)	1750.00	30.00	29.9800	0.0016%	99.94%

*Fuente: Anexo 9. Evaluación de la eficiencia del Canal Montañas.*

*Elaboración: Propia*

En la tabla previa se detalla la eficiencia del canal evaluada en la etapa pre test, abarcando la longitud total del canal principal de 1,750 metros. Los resultados revelan porcentajes de eficiencia de transporte, evidenciando que la eficiencia en todo el recorrido es del 56.33%, con una pérdida de agua del 43.67%. Sin embargo en la etapa post test se logra aumentar la eficiencia de la línea de conducción del canal a un 99.94%.

De acuerdo a la tabla 02, se realizó la prueba de hipótesis planteándose las siguientes: Hipótesis Nula ( $H_0$ ): El volumen de perdida de agua es menos al 10% del caudal en todo el tramo del canal montañas y la Hipótesis Alterna ( $H_1$ ): El volumen de perdida de agua es mayor al 10% del caudal en todo el tramo del canal montañas, donde se demuestra el volumen de agua perdida es mayor al 10%.

Objetivo Específico N° 03. Aumentar la velocidad del cauce con el mejoramiento hidráulico del canal montañas; del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.

Tabla 4. Prueba de hipótesis de t-Student de la velocidad en la etapa pre test y post test.

ESTADÍSTICA DE PRUEBA DE T-STUDENT PARA GD			
ÍTEM	t	GL	Significancia
PRETEST - POSTEST	-8.784	3	0.003

*Fuente: Anexo 9. Evaluación de la eficiencia del Canal Montañas.  
Elaboración: Propia*

Según la información presentada en la Tabla N° 03, se analizaron los valores registrados en la etapa pre y post test de las velocidades del flujo del en el Canal Montañas, donde se demuestra en el Anexo 12 los valores cumplen con la prueba de normalidad de Shapiro Wilks, y se realizó la prueba de hipótesis con t-Student para grupos dependientes.

De acuerdo a la prueba de estadística realizada en el anexo N° 12, se realizó la prueba de hipótesis planteándose las siguientes: Hipótesis Nula ( $H_0$ ): El mejoramiento hidráulico del canal montañas NO incide significativamente en la velocidad de su cauce y la Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ): El mejoramiento hidráulico del canal montañas NO incide significativamente en la velocidad de su cauce, donde se demuestra que el valor de significancia es menor al 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna.

Y en el Anexo N° 09, se exponen las velocidades registradas durante la etapa pre test, las cuales no sobrepasan la marca de 1 metro por segundo. En contraste, durante la etapa post test, tras la implementación del mejoramiento hidráulico, las velocidades de diseño se sitúan por encima del umbral de 1 metro por segundo. Es crucial destacar que, en tres tramos específicos, se registran velocidades que superan los 3 metros por segundo. Ante esta situación, se propuso la ejecución de una obra hidráulica denominada "rápidas" con el objetivo de mitigar la erosión en el revestimiento y garantizar un óptimo funcionamiento del canal.

Objetivo Específico N° 04. Mejorar la pendiente topográfica con el mejoramiento hidráulico del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.

Tabla 5. Pendientes topográficas en evaluadas en la etapa pre test y post test, del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.

<b>ETAPA PRE TEST</b>				<b>ETAPA POST TEST</b>			<b>PENDIENTE (%)</b>
<b>PROGRESIVAS</b>		<b>LONG (m)</b>	<b>PENDIENTE (%)</b>	<b>PROGRESIVAS</b>		<b>LONG (m)</b>	
<b>INICIO</b>	<b>FIN</b>			<b>INICIO</b>	<b>FIN</b>		
0+000.00	0+600.00	600.08	1.68	0+000.00	0+900.00	900.12	1.62%
0+600.00	0+900.00	300.03	1.5	0+900.00	0+979.78	80.03	7.94%
0+900.00	0+983.50	83.77	8.25	0+979.78	1+000.00	22.05	43.52%
0+983.50	0+991.50	11.00	94.24	1+000.00	1+180.00	180.11	3.55%
0+991.50	1+210.00	218.63	3.51	1+180.00	1+390.00	210.01	1.18%
1+210.00	1+401.36	191.36	0.99	1+390.00	1+440.00	51.31	23.01%
1+401.36	1+426.96	27.83	42.66	1+440.00	1+540.00	100.12	4.80%
1+426.96	1+545.96	118.70	4.89	1+540.00	1+565.00	25.81	25.65%
1+545.96	1+775.19	230.17	6.63	1+565.00	1+775.01	210.18	3.99%

Fuente: Anexo 13. Planos de la progresiva pendiente del canal natural montañas.

Elaboración: Propia

La Tabla N° 04 ofrece un detallado análisis de las pendientes topográficas previas al diseño hidráulico, evidenciando características en 9 tramos específicos de 600.09, 300.03, 83.78, 11.00, 218.63, 191.37, 27.84, 118.70 y 230.17 metros lineales. La pendiente más acentuada se observa en la progresiva 0+983.50 – 0+991.50, registrando 0.9424, mientras que la pendiente más suave se sitúa en la progresiva 1+210 – 1+401.36, con un valor de 0.0099.

Posterior a la implementación del diseño hidráulico, las pendientes topográficas abarcan tramos de 900.12, 80.03, 22.05, 180.11, 210.01, 51.31, 100.12 y 25.81 metros lineales, y en tres tramos se evidencia la pendiente mayor al 25.65%. Es crucial señalar la inclusión de estructuras diseñadas específicamente llamadas "rápidas" en las progresivas KM 0+979.78 - KM 1+000, KM 1+390 - KM 1+440 y KM 1+540 - KM 1+565. Esta intervención se ha implementado con el propósito de regular la velocidad del flujo en pendientes pronunciadas y mitigar el riesgo de erosión en el revestimiento de concreto.

Objetivo general: Reducir la infiltración de agua con el mejoramiento hidráulico del canal montañas en el caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash

Tabla 6. Prueba estadística de Wilcoxon para determinar la reducción de infiltración en la etapa pre y post test.

Estadística de Prueba de Wilcoxon	
Z	-2.666
Sig. Asíntota	0.008

Fuente: Anexo 12. Prueba Estadística de la Investigación

Elaboración: Propia

En la tabla N° 05, se muestra la prueba de hipótesis con el método de Wilcoxon, ya que los datos de pre test y post test no tienen una distribución normal, así como se indica con la prueba de normalidad de Shapiro Wilks en el Anexo 12, con un nivel de significancia de 5%.

De acuerdo a la prueba de estadística realizada en el anexo N° 12, se realizó la prueba de hipótesis planteándose las siguientes: Hipótesis Nula ( $H_0$ ): El mejoramiento hidráulico del canal montañas NO reducirá significativamente el factor de infiltración de agua y la Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ): El mejoramiento hidráulico del canal montañas reducirá significativamente el factor de infiltración de agua, donde se demuestra que el valor de significancia es menor al 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna.

Por lo tanto, se demuestra la disminución del porcentaje de infiltración desde el Km 0+000 hasta el Km 1+775.01, con un porcentaje de eficiencia de la línea de conducción del 99.94%, con un caudal inicial de 30 litros por segundo y su caudal final de 29.98 litros por segundo, con un ancho de solera de 30 cm, altura de canal 25 cm y un espesor de 10cm.

## V. DISCUSIÓN.

La discusión de los resultados se lleva a cabo en consonancia con los objetivos establecidos, tomando en consideración investigaciones previas afines. Se destacan los hallazgos más relevantes y se ofrecen explicaciones acerca de las discrepancias o similitudes observadas en comparación con estudios anteriores.

Objetivo Específico N° 01. Disminuir la demanda hídrica con el mejoramiento hidráulico del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.

La demanda hídrica es una variable específica que varía según las condiciones climáticas y los ecosistemas de cada región. En el caso del Canal Montañas, ubicado en el distrito de Acopampa, provincia de Carhuaz, se ha identificado una serie de cultivos relevantes en esta área agrícola, abarcando un total de 40.40 hectáreas. Para la etapa pre test se tiene una eficiencia de captación del 90%, eficiencia de conducción del 56.33% con una aplicación del 45% obteniéndose una eficiencia de riego del 22.81%. Sin embargo, La eficiencia de captación del 90%, conducción del 99.94% y aplicación del 45% se obtiene una eficiencia de riego del 40% en la etapa post test, la demanda calculada con el mejoramiento hidráulico es de 30 litros por segundo.

En 2022, Justiniano Obregón determino la demanda hídrica para un área parcelaria de 11.51 hectáreas, con una eficiencia de distribución del 85% conducción del 95%, aplicación 50%, obteniendo una eficiencia de riego del 40%. Con una demanda máxima de agua de 47.58 litros por segundo en el mes de febrero. Estas variaciones en la demanda hídrica se deben al tiempo corto de aplicación que son solo de 8 horas al día.

Objetivo Específico N° 02. Disminuir el volumen de agua que se pierde por en el canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.

El análisis del volumen de agua perdido en el canal montañas, según lo reflejado en la Tabla N° 04, muestra que en el tramo inicial (0+00), se registra un volumen de 0.047697 metros cúbicos (equivalente a 47.70 litros), mientras que en el tramo final (1+750), el volumen registrado es de 0.026867 metros cúbicos (equivalente a 26.87 litros). Estos valores están directamente relacionados con la distancia recorrida, a medida que se aumenta la distancia recorrida, el porcentaje de pérdida de agua en el canal tiende a aumentar.

Estos hallazgos nos permiten calcular la eficiencia del canal para transportar el agua desde el punto de captación hasta el tramo final de su recorrido, la cual se ha determinado en un 56.33%. Esto indica que una parte significativa del agua se pierde a lo largo de la trayectoria del canal, lo que sugiere la necesidad de implementar medidas para mejorar la eficiencia del sistema de transporte de agua.

El porcentaje de eficiencia hallado por Justiniano Obregón en 2022 en el canal Conchumayo, con una longitud de 2837 metros en Huánuco, que se sitúa en un 17.71%, respalda los resultados obtenidos en esta investigación. Estos datos sugieren que a medida que la longitud del canal de tierra aumenta, el porcentaje de pérdida de agua tiende a incrementarse.

Objetivo Específico N° 03. Aumentar la velocidad del cauce con el mejoramiento hidráulico del canal montañas; del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.

Las velocidades promedio registradas en el canal de montañas oscilan entre 0.37 y 0.82 metros por segundo, según se detalla en el Anexo N° 09. Además, se presentan las velocidades segmentadas en función de las pendientes topográficas. Se observa una clara relación entre la pendiente y la velocidad del flujo: a medida que la pendiente aumenta, las velocidades también se incrementan, mientras que, si la pendiente es menor, la velocidad del flujo disminuye.

Este fenómeno está directamente relacionado con la tasa de infiltración, ya que una mayor velocidad del flujo suele implicar una tasa de infiltración más baja. Por el contrario, cuando el flujo se desplaza a una velocidad menor, la tasa de

infiltración tiende a ser mayor. Esto se debe a que, en el caso de velocidades más bajas, el tirante del agua en el canal es mayor, lo que aumenta el perímetro de contacto con el suelo y, en consecuencia, permite una mayor infiltración de agua en el terreno circundante. Estos factores son fundamentales para comprender cómo la velocidad del flujo puede influir en los procesos hidrológicos y la gestión de recursos hídricos en la zona de estudio.

El propósito del mejoramiento hidráulico planteado en esta investigación es reducir la tasa de infiltración al aumentar las velocidades del flujo, como se detalla en la Tabla N°03. Para lograr esto, se ha implementado el revestimiento del canal, lo cual ha resultado en un incremento significativo de las velocidades de diseño, las cuales ahora superan 1 metro por segundo. En casos donde las velocidades superan los 3 metros por segundo, se ha propuesto el diseño de estructuras de rápidas con el fin de disminuir la energía del flujo y, en consecuencia, reducir la velocidad del agua en esos tramos específicos. Estas medidas son fundamentales para controlar la infiltración y garantizar un óptimo funcionamiento del canal.

Las velocidades registradas en la investigación de Justiniano Obregón en 2022 oscilan entre 0.14 y 0.70 metros por segundo, y estos hallazgos respaldan la relación mencionada anteriormente, donde se observa que, a menores velocidades, la tasa de infiltración tiende a ser mayor. Así como Capcha & Martínez (2021) obtuvo velocidades en un canal trapezoidal en Chupaca, Junín. en un rango de 0.2 a 1.2 metros por segundo, estos valores obtenidos son comparados con la pendiente topográfica, los cuales afirman lo obtenido en los resultados, que a mayor pendiente mayor es la velocidad de flujo.

De manera adicional, la referencia de Ramírez (2022) señala que la velocidad media del agua a lo largo de todo el canal suele ser una variable importante en el diseño de canales, dado que, en los canales abiertos, la velocidad varía en función de la profundidad y la distancia a las paredes. Los canales de tierra generalmente tienen velocidades límite que oscilan entre 0.50 y 1 metro por segundo, dependiendo del tipo de suelo y del caudal de agua afirmado por (Carrasco y Gamonal, 2023), lo cual coincide con los valores encontrados tanto en la



investigación de Justiniano Obregón como en este estudio. Estos datos respaldan la relevancia de considerar las velocidades del flujo en el diseño de canales y su relación con la infiltración en suelos específicos.

Objetivo Específico N° 04. Mejorar la pendiente topográfica con el mejoramiento hidráulico del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.

Las pendientes topográficas que encontramos en el canal de montañas, ubicado en el Caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Provincia de Carhuaz, son intrínsecas a la topografía particular de esta zona de estudio. Dichas pendientes varían desde un mínimo del 1.5% hasta un máximo del 94.24%. Notablemente, existen tramos con caídas pronunciadas, como el segmento de 11 metros con una pendiente del 94.24% y el tramo de 27.84 metros con una pendiente del 42.66%. Estas pendientes pronunciadas pueden dar lugar a problemas de erosión en el canal, como se refleja en la Tabla N° 04.

Por otro lado, el canal también presenta tramos con pendientes más suaves, donde la erosión no es un problema, sino que se observa el fenómeno de sedimentación. Sin embargo, esta sedimentación plantea desafíos adicionales, ya que, en estas secciones de menor pendiente, también se da una mayor infiltración del agua debido a las velocidades del flujo que son inferiores a 1 metro por segundo. Estos factores son consideraciones importantes para el diseño y la gestión del canal en esta área específica.

Con base en el proyecto de mejora hidráulica propuesto, se llevaron a cabo dos acciones clave. En primer lugar, se realizó la corrección de las pendientes topográficas con el objetivo de incrementar la velocidad del flujo, lo que a su vez ayudaría a prevenir la sedimentación en estas áreas. En segundo lugar, se propuso el diseño de estructuras de rápidas en las pendientes más pronunciadas, con el fin de mitigar el riesgo de erosión del canal. Estas medidas son esenciales para garantizar el funcionamiento óptimo del sistema de transporte de agua.

En el estudio realizado por Justiniano Obregón en 2022, se observaron pendientes considerablemente menos pronunciadas, que no excedían el 5.0577%. Estos resultados son coherentes con su hallazgo, que en tramos con pendientes menores al 5%, la velocidad del flujo es baja, lo que resulta en una mayor tasa de infiltración, especialmente en suelos sin revestimiento, como se mencionó previamente. Así como en Capcha & Martínez (2021) las pendientes topográficas son menores del 15% y mayores del 1%, relacionado también con la altura del tirante que a mayor tirante menor es la velocidad del flujo en consecuencia mayor es la pendiente topográfica. Esto se ajusta a la observación de Rey en 2019, quien señaló que a medida que la pendiente aumenta, la tasa de infiltración tiende a disminuir. Estos antecedentes subrayan la importancia de la gestión de las pendientes en proyectos hidráulicos, especialmente en lo que respecta a la infiltración y otros procesos hidrológicos relacionados.

Objetivo general: Reducir la infiltración de agua con el mejoramiento hidráulico del canal montañas en el caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash.

En el Anexo N° 11, se detalla los cálculos estadísticos para la prueba estadística. Por lo que se aplicó el método de Wilcoxon para datos sin distribución normal, donde en la Tabla N° 05, se muestra el valor de p calculado con el valor de 0.008 siendo menor al nivel de confianza 0.05 (5%). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna donde se demuestra que el mejoramiento hidráulico del canal montañas reducirá significativamente el factor de infiltración de agua.

El análisis del porcentaje de infiltración de agua, evaluado a través del método de Kostiaikov, con coeficientes de permeabilidad distintos en tres segmentos específicos del canal, las cuales son: 0+000 – 0+600, 0+601 – 1+1200 y 1+1201 – 1+1800 registrando valores de  $2.15 \times 10^{-4}$ ,  $8.25 \times 10^{-5}$  y  $8.64 \times 10^{-5}$  cm/seg, respectivamente. Estos coeficientes de permeabilidad fueron obtenidos de acuerdo a la NTP 339.147 (revisada el 2019), ASTM D 2434, el cual se traducen en una pérdida por infiltración del 4.12% con respecto al caudal inicial de 47.7 litros por

segundo. Es esencial destacar la relevancia de estos resultados, ya que el suelo subyacente al canal, clasificado según la FAO como franco arenoso, presenta características que influyen de manera significativa en la dinámica de infiltración. La variabilidad en los coeficientes de permeabilidad entre los tramos subraya la importancia de considerar la heterogeneidad del suelo al diseñar estrategias de mitigación de pérdidas de agua por infiltración.

El propósito del mejoramiento hidráulico propuesto en esta investigación radica en revestir el canal con concreto de alta resistencia, específicamente con una resistencia de 175 kg/cm<sup>2</sup>, presentando dimensiones de 0.3 metros de ancho, 0.25 metros de alto y un espesor de 0.10 metros, como se detalla en la Tabla N° 06. Los resultados exhiben un ínfimo porcentaje de pérdida de agua por infiltración cuando se aplica un revestimiento al canal. La eficiencia alcanza un impresionante 99.94% en un tramo de 1,775.01 metros, con un coeficiente de permeabilidad de  $5.5 \cdot 10^{-8}$  m/seg. En resumen, el revestimiento de concreto se revela altamente efectivo en la mitigación de las pérdidas de volumen de agua debidas a la infiltración.

Comparativamente, en la investigación de Justiniano (2022) sobre el Canal Conchumayo en Huánuco, se logra un incremento notable en la eficiencia del canal, alcanzando hasta un 99.90% en un tramo de más de 2,837 metros. En este caso, el coeficiente de permeabilidad registrado es de  $5.5 \cdot 10^{-8}$  m/seg, y las dimensiones del canal son de 0.50 metros de solera, 0.45 metros de alto y un espesor de 0.10 metros.

Este hallazgo se alinea con la afirmación de Ávila et al. (2021), quienes también mencionan que la infiltración es el proceso hidrológico que describe la entrada de agua en el suelo. Además, hacen referencia a la tasa de infiltración como la cantidad de agua que se infiltra en el subsuelo en un período de tiempo determinado, y señalan que el modelo utilizado para describir el movimiento del agua en suelos saturados es la ley de Darcy. Asimismo, Wu et al. (2022) subrayan la importancia de la capacidad de un suelo para infiltrar agua en el ciclo hidrológico, además de su utilidad como indicador de la resistencia del suelo a la erosión. Estos

aportes refuerzan la relevancia de gestionar eficazmente la infiltración del agua en proyectos hidráulicos, particularmente en canales de tierra de mayor longitud.

Esta investigación presenta resultados favorables y demostrados estadísticamente a comparación de estudios similares, que la propuesta de mejoramiento hidráulico reducirá significativamente el factor de infiltración en el Canal Montañas del Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash. Así como también la recolección de más influye en los resultados y los niveles de confiabilidad en la investigación.

## VI. CONCLUSIONES.

1. Se disminuyó la demanda hídrica con la propuesta de mejoramiento del canal Montañas a un caudal en la etapa post test de 30 l/seg, para irrigar un área de cultivo promedio de 40.40 hectáreas con cultivos principales de maíz (cholo), papa, alverja, alfalfa y pequeños huertos de hortalizas
2. El porcentaje de eficiencia de la línea de conducción en el Canal Montañas durante la etapa pre test se sitúa en el 56.33%, operando con un caudal inicial de 47.7 litros por segundo. Ante la necesidad de contrarrestar estas pérdidas, se propuso una solución hidráulica que consiste en la implementación de un canal rectangular optimizado para alcanzar la máxima eficiencia. Las dimensiones geométricas de este nuevo diseño incluyen un ancho de canal (b) de 0.30 metros, un tirante de canal promedio en el tramo (y) de 0.15 metros, un borde libre del canal (BL) de 0.10 metros, y un espesor de recubrimiento de concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> de (e) 0.10 metros. Además, se propuso el diseño hidráulico integral, incorporando 01 captación, 01 desarenador y 03 estructuras rápidas para optimizar el rendimiento y la eficiencia del sistema en su conjunto, siendo la eficiencia obtenida después del post test es de 99.94%.
3. Se logró incrementar la velocidad del cauce en todo el tramo del canal Montañas con la propuesta de mejoramiento, garantizando que la velocidad de diseño no caiga por debajo del límite mínimo de 1.2 metros por segundo. Se destaca la identificación de tres tramos con velocidades que superan los 3 metros por segundo, lo cual plantea la necesidad de implementar estructuras de rápidas. Esta estrategia se presenta como una medida preventiva para evitar la erosión en la estructura del canal, asegurando un flujo óptimo y sostenible a lo largo de su recorrido.
4. La pendiente topográfica a lo largo de todo el tramo del Canal Montañas, desde el kilómetro 0+000 hasta el kilómetro 1+775 metros, varía significativamente, registrando valores de 1.68%, 1.50%, 8.25%, 94.24%, 3.51%, 0.99%, 42.66%, 4.89% y 6.63%. Ante esta diversidad de pendientes, se planteó una mejora en la rasante del canal con el objetivo de prevenir erosiones y mitigar velocidades excesivas en determinados tramos.

5. La propuesta de mejoramiento hidráulico ha generado una reducción significativa en el porcentaje de pérdida de agua por infiltración, demostrándose que la propuesta de mejoramiento hidráulico reducirá significativamente el factor de infiltración en el canal montañas con un p calculado con el valor de 0.008 siendo menor al nivel de confianza 0.05 (5%). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna donde se demuestra que el mejoramiento hidráulico del canal montañas reducirá significativamente el factor de infiltración de agua, el cual se ha disminuido notablemente hasta alcanzar solo un 0.06% de pérdida de agua con la implementación de las mejoras hidráulicas propuestas.

## VII. RECOMENDACIONES.

Se sugiere llevar a cabo investigaciones más detalladas centradas en las pérdidas de agua en tramos con pendientes más pronunciadas. Estos segmentos del canal, caracterizados por gradientes elevados, representan áreas críticas que requieren una atención especial para comprender a fondo los factores que contribuyen a las pérdidas de agua en estas condiciones topográficas específicas.

Se sugiere llevar a cabo un análisis más preciso de los coeficientes de cultivo en el estudio agronómico. La revisión detallada de estos coeficientes permitirá una comprensión más profunda de las necesidades hídricas específicas de los cultivos en la zona de estudio.

Se recomienda llevar a cabo estudios de evapotranspiración utilizando datos certificados proporcionados por el SENAMHI. La utilización de información precisa y certificada por una entidad confiable como el SENAMHI contribuirá a una evaluación más rigurosa y confiable de la evapotranspiración en la zona de estudio.

Se recomienda llevar a cabo la medición de caudales utilizando tramos más cortos con el objetivo de reducir posibles errores de medición. La adopción de tramos más pequeños en el proceso de medición proporcionará una mayor precisión en la determinación de los caudales, minimizando la posibilidad de errores y mejorando la calidad de los datos recolectados.

## REFERENCIAS

- Abdalrahman, G.; Lai, S.; Kumar, P.; Ahmed, A.; Sherif, M.; Sefelnasr, A. et al.: Modeling the infiltration rate of wastewater infiltration basins considering water quality parameters using different artificial neural network techniques. 2022. En: *Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics* 16 (1), pág. 397–421. DOI: 10.1080/19942060.2021.2019126.
- Abdurezak, H. and Brook, G.: Assessment of water resource and forecasting water demand using WEAP model in Beles river, Abbay river basin, Ethiopia. 2022. Disponible en línea en <https://www.proquest.com/docview/2620905003/D8BCA92D3DA1497CPQ/15>.
- Alamanos, A.; Sfyris, S.; Fafoutis, C. and Mylopoulos, N. Urban water demand assessment for sustainable water resources management, under climate change and socioeconomic changes. 2020. En: *Water Science & Technology: Water Supply; London* 20 (2). DOI: 10.2166/ws.2019.199.
- Aldirawi, S.; Souter, R. and Beal, C. Barriers and opportunities for behavior change in managing high water demand in water scarce Indigenous communities: an Australian perspective 9 (4). 2019. DOI: 10.2166/washdev.2019.091.
- Apaza, N. and Landeo, C. Estimación del flujo de infiltración de las aguas subterráneas en el túnel Ollachea-Puno. Universidad Ricardo Palma, Lima. 2020. Disponible en línea en [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/3713/CIV-T030\\_46825842\\_T%20%20%20APAZA%20PONCE%20DE%20LEON%20NURIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/3713/CIV-T030_46825842_T%20%20%20APAZA%20PONCE%20DE%20LEON%20NURIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Asalde Yupton, José W. Diseño del canal de riego con máxima eficiencia hidráulica mediante el software hec-ras, del tramo km 0+000 al km 3+085, en el distrito de salas. Universidad San Martín de Porres, Lima, 2020. Disponible en línea en: [https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/6942/asalde\\_yjw.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/6942/asalde_yjw.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



- Ávila, Laura; Soler, Manuel; Bautista, Carlos; González, Julián; Júnez, Hugo; Robles, Cruz and Molina, José. A Compact Weighing Lysimeter to Estimate the Water Infiltration Rate in Agricultural Soils. 2021. 11 (1). DOI: 10.3390/agronomy11010180.
- Bustamante, J.; Crousillat, E., and Rick, J. Nuevos conceptos sobre la secuencia constructiva y usos de la red de canales de Chavín de Huántar 2021. [online]. Devenir - Revista de estudios sobre patrimonio edificado, 8(15), 75-94. Disponible en: 10.21754/devenir.v8i15.874.
- Capcha, G. and Martinez, F. Evaluación de eficiencia hidráulica de canales de riego por gravedad-canal Huayao, Chupaca, Junín 2021. 2021. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11093>
- Carrasco, H. and Gamonal, R. Evaluación y mejoramiento del servicio de agua para riego de los canales Cadape, La Ladrillera y La Colorada del subsector de riego Lambayeque, Lambayeque. 2023. Disponible en: <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/11421>
- Casanca, H. and Crisolo, C. Propuesta de diseño en infraestructura hidráulica del canal de irrigación e incidencia en la condición hídrica de Collahuasi-Recuay-Áncash-2022. 2022. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/105817?locale-attribute=es>
- Chavárro, C. Propuesta didáctica para el desarrollo de habilidades de interpretación y aplicación de las magnitudes fundamentales en cinemática con estudiantes de grado décimo. Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, 2019. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/76726/7715476.2019.pdf?sequence=1>
- Chipantashi, E. Potencial del fracturamiento hidráulico en el Ecuador: Estudio del caso Campo Guanta-Dureno 2021 [online]. FIGEMPA: Investigación y Desarrollo, 12(2), 37-51. Disponible en: 10.29166/revfig.v12i2.2435.

- Christelle, B.; Majdi, N.; Teamrat, G.; Xiaoxiao, H. and André, D. (2023): How does soil structure affect water infiltration? A meta-data systematic review. En: *Soil and Tillage Research* 226, pág. 105577. DOI: 10.1016/j.still.2022.105577.
- Collazo, F. and Araya, W. Modelo hidráulico para redes de canales con estructuras hidráulicas. *Tecnología en Marcha*. 2019, **32**(8), 100-108. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/332662667\\_Modelo\\_Hidraulico\\_p ara Redes de Canales con Estructuras Hidraulicas](https://www.researchgate.net/publication/332662667_Modelo_Hidraulico_para_Redes_de_Canales_con_Estructuras_Hidraulicas)
- Culman, C. and Murcia, M. Prefactibilidad de la incorporación de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) en la UGA 030 de la subcuenca Torca en la ciudad de Bogotá. 2020. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/0d6a0059-2538-4585-beea-ebacf8ac457f/content>
- Dávila, L. Gestión del riego basado en la velocidad de infiltración del agua en el suelo mediante lisimetría de pesada. 2021. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cartagena. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=289485>
- Erazo, C., Dávalos, A., Quiroga, L. and Obando, G. Actualización de la cobertura de suelo mediante teledetección para la estimación del umbral de escorrentía en la Cuenca del Río Chimborazo. *Ciencia Digital*, 2019. 3(2.6), 39-59. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/333852404\\_Actualizacion\\_de\\_la cobertura de suelo mediante teledeteccion para la estimacion del umbral de escorrentia en la Cuenca del Rio Chimborazo](https://www.researchgate.net/publication/333852404_Actualizacion_de_la_cobertura_de_suelo_mediante_teledeteccion_para_la_estimacion_del_umb ral_de_escorrentia_en_la_Cuenca_del_Rio_Chimborazo)
- Fang, W.; Zhang, F.; Zheng, X. and Xiao, L. Study on Ecological Water Demand and Ecological Water Supplement in Wuliangsu Hai Lake 2022. 14 (8). DOI: 10.3390/w14081262.
- Farje, G. and Espinoza, J. Uso de geomallas y columnas de grava para mejorar la capacidad portante de suelos blandos en Rodríguez de Mendoza- Amazonas. 2022. Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/5907>

- Fernández, Josep. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico en variación de pendiente topográfica, Santa Rosa, Lima, 2021. 2021. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/80573>
- García, F. and B. Díaz. Diseño hidráulico de canales asistido por computadora. *Quinto Congreso Nacional de Riego y drenaje COMEII - AURPAES 2019*. 2019. Disponible en: <https://www.riego.mx/congresos/comeii2019/docs/ponencias/extenso/COM EII-19026.pdf>
- Gavilan, M. Oferta Hídrica y Demanda Hídrica de la Laguna de Tipicocha, Distrito de Apata–Jauja–Junín, 2020. 2021. Disponible en: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/3381>
- González, E. and Bejarano, E. Sistemas de información geográfica y modelado hidráulico de redes de abastecimiento de agua potable: estudios de caso en la provincia de Guanacaste, Costa Rica. 2019. [online]. *Revista Geográfica de América Central*, 2(63), 293-318. Obtenido de: 10.15359/rgac.63-2.11
- Guadalupe, J. Diseño de sistema de renaje luvial urbano empleando tuberías de polietileno en el sector Señor de los Milagros, Yanahuanca–Pasco 2022. 2022. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/116010>
- Hassan, D.; Rais, N.; Ahmed, W.; Bano, R.; Burian, S.; Ijaz, W. and Bhatti, A. Future water demand modeling using water evaluation and planning: a case study of the Indus Basin in Pakistan. En: *Sustain. Water Resour. Manag.* 2019. 5 (4), pág. 1903–1915. DOI: 10.1007/s40899-019-00343-0.
- Herdiansyah, R.; Zahra, A.; Masjoyo, M.; Muhammad, F.; Saputra, R.; Firdauzi, B. et al. Analysis of meteorological water availability and water demand in Semarang Regency. 2022. En: *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1039 (1), pág. 12011. DOI: 10.1088/1755-1315/1039/1/012011.
- Hernández, A.; Pérez, J. and Bosch, D. La clasificación de suelos de Cuba: énfasis en la versión de 2015. *Cultivos Tropicales*, 2019, vol. 40, no 1. ISSN 1819-

4087. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362019000100015&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362019000100015&script=sci_arttext&tlng=pt)

Hernández, R. Diseño de rueda hidráulica para uso en canal de regadío. 2021. Disponible en: <http://dspace.usalca.cl/handle/1950/12935>

Hesarkazzazi, S; Hajibabaei, M.; Reyes, J.; Krebs, P. and Sitzenfrei, R. Assessing Redundancy in Stormwater Structures Under Hydraulic Design. En: *Water* 2020. 12 (4), pág. 1003. DOI: 10.3390/w12041003.

Lizarraga, V.; Mendez, E. Dimensionamiento de un canal hidráulico para mejorar el riego de las zonas agrícolas del distrito de Lurín–Lima. 2022. Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/5917>

Maurad, D. Análisis de sensibilidad de la calibración de un modelo hidráulico en régimen variado impermanente del río Yanuncay. 2020. Disponible en: <https://bibliotecadigital.oducal.com/Record/ir-datos-10334/Details>

Meneses, Y. And F. Jara. Diseño de un canal hidráulico abierto didáctico de pruebas con pendiente graduable. *Revista Matices Tecnológicos*. 2022.14, 67-71. Disponible en: <http://ojs.unisangil.edu.co/index.php/revistamaticestecnologicos/article/view/520>

Minh, X.; Lei, G. and Tu Oanh, H. Study on the water infiltration and retention of soil after shifting cultivation in Nghe An province, Vietnam. 2018. En: *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 186, pág. 12022. DOI: 10.1088/1755-1315/186/3/012022.

Morales, M., Romero, K. and Garzón, R. Aplicación del software educativo C\_efficiency para el diseño de canales de máxima eficiencia hidráulica. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información: RITI*, 2019, 7(13), 101-106. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7107354>

- Montoya, R. Diseño hidráulico del Canal Espino para mejorar la eficiencia de conducción, distrito de Pitipo, Ferreñafe, Lambayeque. 2021. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/69237>
- Montoya, E. and Basto, V. Aplicación para cálculo de relaciones geométricas en secciones hidráulicas de canales abiertos. En Actas del Congreso de Investigación, Desarrollo e Innovación. 2022. p. 352-357. Disponible en: <https://revistas.unicyt.org/index.php/actasidi-unicyt/article/view/73>
- More, M.; Olazabal, C. Diseño hidráulico de la red de agua potable en el Caserío Chamelico–San Miguel del Faique–Huancabamba–Piura, 2021. 2021. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/79230>
- Parra, A.; Rodríguez, B.; Vargas, N. Análisis textural en la regulación de funciones ecosistémicas en sistemas agroforestales de un oxisol de Piedemonte Llanero en época seca, Colombia. 2020. En: *IDESIA* 38 (3), pág. 43–51. Disponible en línea en <https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v38n3/0718-3429-idesia-38-03-43.pdf>.
- Pasapera, K. Diseño hidráulico del sistema de agua potable del Caserío de ranchería ex Cooperativa Carlos Mariategui distrito de Lambayeque, provincia de Lambayeque–Lambayeque–noviembre 2018. 2019. Disponible en: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/4830755>
- Pincay, L; Vera, M. *Características del suelo con aptitud forestal en el Recinto Santa Rosa del Cantón Jipijapa*. 2023. Tesis de Licenciatura. Jipijapa-Unesum. Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/5316>
- Ramírez, F. Pérdida de caudal de agua en el Canal de Conducción Pucuchinche-Cabritopampa de SEDA Huánuco 2020. 2022. Disponible en: <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/8424>
- Ramli, I.; Achmad, A.; Anhar, A. and Izzaty, A. Landscape patterns changes and relation to water infiltration of Krueng Peusangan Watershed in Aceh. 2021. En: *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 916 (1), pág. 12017. DOI: 10.1088/1755-1315/916/1/012017.

- Rey, D. Propuesta de sistema de drenaje urbano sostenible para cuencas de montaña con alta pendiente. *Departamento de Ingeniería Civil*, 2019. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/76582>
- Rojas, A. Plan de mejoramiento de sistema de riego para la producción y comercialización de papa para la comunidad sapilica del municipio de vacas del departamento de Cochabamba. 2023. Disponible en: <http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/handle/123456789/38202>
- Salazar, M.; Icaza, M.; Alejo, O. La importancia de la ética en la investigación. *Revista universidad y sociedad*, 2018, vol. 10, no 1, p. 305-311. ISSN 2218-3620. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202018000100305](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202018000100305)
- Sevilla, C. Modelación numérica de la cámara de carga y rápida hidráulica de la Central Hidroeléctrica de Curumuy. 2021. Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4779>
- Tall, A; Kandra, B; Gomboš, M. and Pavelková, D. The influence of soil texture on the course of volume changes of soil. 2019. En: *Soil Water Res.* 14 (2), pág. 57–66. DOI: 10.17221/217/2017-SWR.
- Toapanta, C. Diseño hidráulico de la conducción y descarga de los remanentes del óvalo Frutillar de la junta de aguas Chacón Sevilla, sector Izamba, cantón Ambato, provincia Tungurahua. 2023. [Tesis de Licenciatura]. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/38170>
- Valcarce, R.; Suárez, O.; Rodríguez, W. and Vega, M. et al. Aplicación de la minería de datos a la evaluación de la vulnerabilidad de acuíferos. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 2021, vol. 15, no 2, p. 1-23. ISSN 2227-1899. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2227-18992021000200001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992021000200001)

- Vásquez, M. Mejoramiento en los métodos analíticos relacionados con la caracterización de suelos de las cuencas de los ríos Negro y Nare. 2022. Disponible en: <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/31884>
- Wang, D.; Wang, Z.; Zhang, J.; Zhou, B.; Lv, T. and Li, W. Effects of Soil Texture on Soil Leaching and Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Growth under Combined Irrigation and Drainage 2021. 13 (24). DOI: 10.3390/w13243614.
- Wu, H.; Cheng, S.; Li, Z.; Ke, G. and Liu, H. Study on Soil Water Infiltration Process and Model Applicability of Check Dams. 2022. En: *Water* 14 (11), pág. 1814. DOI: 10.3390/w14111814.
- Zheli, Z., G. Guanghua, And W. Kang. The multi-point hydraulic control method for advanced controller design of the open canal irrigation systems. *Research Article*. 2023.

## ANEXOS

### Anexo N° 1. Operacionalización de Variables.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<b>VD. Infiltración de agua</b>	El fenómeno de infiltración del agua esta influenciada por las características del suelo, por ellos es fundamental describir el proceso de formación de la capa de la superficie del canal, ya que los suelos arcillosos presentan una resistencia a la infiltración y los suelos arenosos tienen un alto porcentaje de infiltración (Farje y Espinoza, 2022)	Se evaluará a través del tipo de suelo, tasa de infiltración y volumen de agua residual	Porcentaje de Filtración de Agua	Coefficiente de permeabilidad del suelo	De razón
<b>VI. Mejoramiento Hidráulico</b>	El diseño hidráulico del canal es una vía navegable con una superficie libre por la que circula el agua. Los canales pueden ser conductos abiertos o cerrados en los que el agua fluye bajo la influencia de la gravedad y sin presión, ya que la superficie libre del líquido está en contacto con el aire (Montoya y Bastos, 2022).	Se realizará los diseños hidráulicos para una infraestructura acorde con la guía del ANA	Demanda hídrica  Eficiencia hidráulica  Estudio topográfico  Velocidad de cauce	Volumen requerido Precipitación efectiva Kc de Cultivo Evapotranspiración  Volumen de agua inicial Volumen de agua final  Pendiente Topográfica  Medición de Caudal Área de Sección	De razón

Fuente: Guía de elaboración de trabajos conducentes a grados y títulos – Universidad Cesar Vallejo, 2023.  
Elaboración: propia



Anexo N° 2. Cuadro de Indicadores.

N°	Indicador	Objetivo	Técnica/ Instrumento	Unidad de medida	Escala	Módulo de Calculo
1	Volumen Requerido.	Determinar la Demanda Hídrica de las Áreas de cultivo.	Trabajo de Gabinete / Campo	M <sup>3</sup>	De Razón	$Q = Mn * A$ Mn: Modulo de Riego
2	Precipitación al efectiva	Determinar la Demanda Hídrica de las Áreas de cultivo	Trabajo de Gabinete / Campo	mm	De Razón	$PP\ ef =$ Método de Warter Power Service (WPS- USA)
3	Kc de Cultivo	Determinar la Demanda Hídrica de las Áreas de cultivo	Trabajo de Gabinete / Campo	-	De Razón	$Kc =$ Coeficiente de cultivos (Según FAO)
4	Evapotranspiración	Determinar la Demanda Hídrica de las Áreas de cultivo	Trabajo de Gabinete / Campo	mm/d ía	De Razón	Método de Hargreaves
5	Pendiente Topográfica	Determinar la pendiente topográfica del Canal	Trabajo de Gabinete	%	De Razón	$Pendiente = H/Lh$ H: Altura Lh: Longitud horizontal
6	Caudal	Determinar la Velocidad del Cauce	Trabajo de Campo (Instrumento de medición)	M <sup>3</sup>	De Razón	$V = \frac{Q_{prom}}{A_{prom}}$ Q prom: Caudal promedio de sección A prom: Área promedio de sección
7	Área de Sección	Determinar la Velocidad del Cauce	Trabajo de Campo (Instrumento de medición)	M <sup>2</sup>	De Razón	$V = \frac{Q_{prom}}{A_{prom}}$ Q prom: Caudal promedio de sección A prom: Área promedio de sección Clasificación Según SUCS
8	Coef. De Permeabilidad	Determinar el porcentaje de infiltración	NTP 339.147	cm/s	De Razón	$Kt = \frac{Q * L}{h * A * t}$ $K20 = Kt * \frac{Mt}{M20}$
9	Tasa de filtración de agua	Filtración de agua en el Canal	Metodología de Kostiakov	m3/se g	De Razón	$P = k * (b + 2.4 * y * \sqrt{1 + z^2}) * 1000$


Fuente: Instrumento de recolección de datos Justiniano Obregón, 2023.  
Elaboración propia.

Anexo N° 3. Matriz de consistencia.

<b>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>
<b>Problema central</b>	<b>Objetivo central</b>	<b>Hipótesis general</b>	<b>Variable dependiente</b>
¿Cómo el mejoramiento hidráulico del canal montañas incide en el factor de infiltración de agua en el caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash?	Reducir la infiltración de agua con el mejoramiento hidráulico del canal montañas en el caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash	El mejoramiento hidráulico del canal montañas reducirá significativamente el factor de infiltración de agua en el caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash	Infiltración de Agua
<b>Problema específico</b>	<b>Objetivo específico</b>	<b>Hipótesis específico</b>	<b>Variable independiente</b>
¿Cómo influye el mejoramiento hidráulico en la demanda hídrica del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash?	Disminuir la demanda hídrica con el mejoramiento hidráulico del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash		Mejoramiento hidráulico
¿Cuánto es el volumen de agua perdida en el canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash?	Disminuir el volumen de agua que se pierde en el canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash		
¿Como el mejoramiento hidráulico incide en la velocidad del cauce del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash?	Aumentar la velocidad del cauce con el mejoramiento hidráulico del canal montañas; del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash		
¿Cómo influye el mejoramiento hidráulico en la pendiente topográfica del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash?	Mejorar la pendiente topográfica con el mejoramiento hidráulico del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.		

Fuente: Instrumento de recolección de datos Justiniano Obregón, 2022.  
Elaboración propia.

Anexo N° 4. Instrumento de recolección de datos (Validado por Justiniano Obregón)

 <b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>		<b>FICHA TECNICA DE EVALUACION</b>	
<b>PROYECTO DE TESIS:</b> Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz–Ancash, 2023.			
<b>AUTOR:</b> Cadillo Rosas Jhon		<b>ASESOR:</b> Dr. Romero Ruiz, Hugo José Luis	
<b>LUGAR:</b> Nunocoto		<b>DISTRITO:</b> Acopampa	<b>FECHA:</b> .....
<b>PROVINCIA:</b> Carhuaz		<b>DEPARTAMENTO:</b> Ancash	
<b>Aforo de caudal método del flotador en la progresiva:</b> .....			
<b>SECCION TRANSVERSAL</b>			
<b>Espejo (m)</b>	<b>Tirante (m)</b>	<b>Largo (m)</b>	
<b>Área Sección Inicial:</b> .....			
<b>SECCION FINAL</b>			
<b>Espejo (m)</b>	<b>Tirante (m)</b>	<b>Largo (m)</b>	
<b>Área Sección Final:</b> .....			
<b>MEDICION:</b>			
t1:		seg	
t2:		seg	
t3:		seg	
t4:		seg	
t5:		seg	
<b>t promedio:</b> .....			
<b>Longitud:</b> .....			
<b>Área Sección:</b> .....			
<b>Velocidad:</b> .....			
<b>Caudal:</b> .....			

Realizado por:

Autorizado Por:

Fuente: Instrumento de recolección de datos Justiniano Obregón, 2022.  
Elaboración propia.

Anexo N° 5. Instrumento de recolección de datos para determinar la permeabilidad del suelo, de acuerdo a la NTP.339.147.

Ensayo N° \_\_\_\_\_ Fecha del ensayo \_\_\_\_\_ Fecha de muestreo \_\_\_\_\_

Ubicación de la muestra \_\_\_\_\_ Reporte \_\_\_\_\_ Muestra \_\_\_\_\_

Perforación \_\_\_\_\_ Profundidad \_\_\_\_\_

(a) Descripción del suelo \_\_\_\_\_  
Materiales Usados \_\_\_\_\_

(b) Determinación del Peso Unitario:  
Diámetro, D, cm \_\_\_\_\_ Altura antes, H<sub>1</sub> \_\_\_\_\_ Peso Antes, W<sub>1</sub> \_\_\_\_\_  
Area, A, cm<sup>2</sup> \_\_\_\_\_ Altura después, H<sub>2</sub> \_\_\_\_\_ Peso Después, W<sub>2</sub> \_\_\_\_\_  
Longitud, L, cm \_\_\_\_\_ Altura neta, cm \_\_\_\_\_ Peso Neto, g \_\_\_\_\_

Contenido de Humedad (seco al aire)  
W (máx) \_\_\_\_\_ Peso seco unitario, lb/pie<sup>3</sup>, W \_\_\_\_\_  
W (mín) \_\_\_\_\_ Relación de Vacíos, e \_\_\_\_\_  
Densidad Relativa, Dr \_\_\_\_\_

(c) Ensayo de Permeabilidad (Grado de compacidad)

Ensayo N°	Manómetros		Carga, h cm	Q cm <sup>3</sup>	t, s	Q/A t	h/L	Temperatura, °C	k cm/s
	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>							
1									
2									
3									
4									
5									
6									

FIGURA 3 - Formato de ensayo de permeabilidad

## Anexo N° 6. Solicitud para Desarrollo del Proyecto de Tesis en el Canal Montañas del Caserío de Nunocoto.

### CARTA N° 01-JCR-ESTUDIANTE/UCV

Ciudad de Acopampa, 25 de mayo del 2023

Señor (a):  
**ROMULO RAFAEL ÑIEBA REYES**  
**PRESIDENTE**  
**COMITÉ VECINAL DEL CASERIO DE NUNOCOTO**  
Presente.-

RV  
44759913  
RECEIVED 23-05-2023

Los que suscribe este documento, el Alumno JHON CADILLO ROSAS, con DNI soy estudiante de la Universidad Cesar Vallejo – Huaraz, y estando abocado en la formación de mi Plan de Tesis.

Es grato dirigirme a usted para saludarlo, y a la vez manifestarle que dentro de mi formación académica en la experiencia curricular de investigación del IX ciclo, se contempla la realización de una investigación con fines netamente académicos /de obtención de mi título profesional al finalizar mi CARRERA DE INGENIERIA CIVIL.

En tal sentido, considerando la relevancia de su organización, solicito su colaboración, para que pueda realizar mi investigación en su representada y obtener la información necesaria para poder desarrollar la investigación titulada: "REDISEÑO HIDRÁULICO DEL CANAL MONTAÑAS PARA REDUCIR LA FILTRACIÓN, CASERÍO DE NUNOCOTO, DISTRITO DE ACOPAMPA, CARHUAZ-ANCASH, 2023". En dicha investigación me comprometo a mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa, salvo que se crea a bien su socialización.

Se adjunta la carta de autorización de uso de información y publicación, en caso que se considere la aceptación de esta solicitud para ser llenada por el representante de la empresa.

Agradeciéndole anticipadamente por vuestro apoyo en favor de mi formación profesional, hago propicia la oportunidad para expresar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,

  
\_\_\_\_\_  
JHON CADILLO ROSAS  
DNI 73138259

## Anexo N° 7. Carta de aceptación por el Caserío de Nunocoto para el Desarrollo del Proyecto de Tesis.

### AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA

Yo ROMULO RAFAEL ÑIEBA REYES, identificado con DNI 44759913, en mi calidad de PRESIDENTE DEL COMITÉ VECINAL DEL CASERIO DE NUNOCOTO, ubicada en el Caserío de Nunocoto del Distrito de Acopampa, de la provincia de Carhuaz del departamento de Ancash.

#### OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al Señor JHON CADILLO ROSAS Identificado con DNI N° 73138259, de la Carrera profesional de Ingeniería Civil, para que utilice la siguiente información de la empresa para:


Realizar los trabajos de estudio de campo, estudio de suelos, estudio topográfico y demás que se requiera para la investigación en el Canal Montañas perteneciente al Caserío de Nunocoto. En su proyecto denominado: REDISEÑO HIDRÁULICO DEL CANAL MONTAÑAS PARA REDUCIR LA FILTRACIÓN, CASERÍO DE NUNOCOTO, DISTRITO DE ACOPAMPA, CARHUAZ-ANCASH, 2023.

con la finalidad de que pueda desarrollar su  Informe estadístico,  Trabajo de Investigación,  Tesis para optar el Título Profesional.

Publique los resultados de la investigación en el repositorio institucional de la UCV.


Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.

Mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o  
 Mencionar el nombre de la empresa.

  
Representante Legal: Rómulo Rafael Nieba  
Reyes

DNI: 44759913

El Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.

  
Estudiante: Jhon Cadillo Rosas

DNI: 73138259

## Anexo N° 8. Estudio Hidrológico.

# ESTUDIO HIDROLÓGICO

*“Propuesta de  
mejoramiento  
hidráulico del  
Canal Montañas,  
Caserío de  
Nunocoto, Distrito  
de Acopampa,  
Carhuaz–Ancash,  
2023”*



# "Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash, 2023"

## Contenido

<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO.....</b>	<b>2</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....</b>	<b>2</b>
<b>3. UBICACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>3</b>
3.1. Ubicación Política.....	3
3.2. Ubicación Geográfica.....	3
3.3. Vías De Acceso.....	3
3.4. Fuentes de Captación.....	4
Fotografía N°1. Fuente de captación de la Quebrada Montañas.....	5
<b>4. METODOLOGÍA.....</b>	<b>6</b>
4.1. Método de Hargreaves.....	6
4.2. Parámetros Climatológicos.....	6
4.2.1. Precipitación media.....	6
4.2.2. Precipitación efectiva.....	7
4.2.3. Temperatura.....	7
4.2.4. Humedad Relativa.....	8
4.3. Cedula y Calendario de Cultivo.....	8
4.4. Cálculo del Caudal Ecológico.....	8
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>9</b>
5.1. Calculo de los factores de riego.....	9
5.1.1. Precipitación.....	9
5.1.2. Precipitación efectiva.....	14
5.1.3. Temperatura.....	15
5.1.4. Humedad Relativa.....	18
5.1.5. Cálculo de la Evapotranspiración.....	19
5.2. Cedula de Cultivo y Calendarización.....	19
5.3. Análisis de la Demanda de Agua con Proyecto.....	20
<b>6. Conclusiones.....</b>	<b>24</b>

# “Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz–Ancash, 2023”

## ESTUDIO HIDROLÓGICO

**Proyecto:**

**“Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz–Ancash, 2023”**

### **1. INTRODUCCIÓN.**

El afianzamiento del riego en la agricultura es un aspecto prioritario cuyo desarrollo sostenible se ve limitado por la escasez de agua y de tierras regables. Sin embargo, existe la posibilidad de incrementar en forma importante la producción agrícola si se utiliza el agua y la infraestructura disponible, modernización de la infraestructura, un mejor mantenimiento y prácticas agrícolas más adecuada y manejo adecuado de los recursos hídricos disponibles.

La actividad económica principal del Caserío de Nunocoto, es la agricultura, debido a las condiciones favorables de relieve. El uso de agua para fines poblacionales es pequeño comparado con la demanda agrícola. Dentro del ámbito de estudio no se tienen otros usos consuntivos importantes a considerarse.

El estudio hidrológico del proyecto: “Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz–Ancash, 2023”, permitirá conocer el régimen de caudales necesarios para el riego en las áreas de cultivo del Caserío de Nunocoto.

Por otro lado, el drenaje natural de la zona permite alejar rápidamente las aguas superficiales, de cualquier índole, pero principalmente de origen natural (lluvias), evitando la influencia negativa de las mismas sobre la estabilidad del riego.

La demanda de agua en los meses de estiaje son críticos, que el origen de las fuentes de uso es de los puquiales y ríos provenientes del deshielo de los glaciares aledaños.

### **2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.**

Conocer la oferta de agua y el régimen del caudal que recibirá el presente proyecto tanto en épocas de estiaje como en épocas de lluvia y de máxima avenida, que permita analizar la demanda de agua.

## "Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash, 2023"

### 3. UBICACIÓN DEL PROYECTO.

#### 3.1. Ubicación Política.

El proyecto se encuentra localizado en el distrito de Acopampa, Provincia de Carhuaz, Región Ancash y tiene los siguientes límites:

- Centro Poblado : Nunocoto
- Distrito : Acopampa
- Provincia : Carhuaz
- Departamento : Ancash

Límites:

- Por el Norte : Con el distrito de Carhuaz.
- Por el Este : Con el distrito de Carhuaz.
- Por el Sur : Con el distrito de Marcará
- Por el Oeste : Con el distrito de Carhuaz

#### 3.2. Ubicación Geográfica.

La provincia de Carhuaz está ubicada en la parte central del Departamento de Ancash, en plena región natural, sierra y dentro del gran valle interandino del Callejón de Huaylas, cuyo ámbito está constituido por el lado occidental de la Cordillera Blanca, que alcanza los 6,768 m.s.n.m y el lado oriental de la cordillera Negra, que se extiende aproximadamente hasta los 5,000 m.s.n.m, su clima templado seco en el día y frío en las noches.

La Provincia de Carhuaz es una de las veinte provincias que conforman el departamento de Ancash, bajo la administración del Gobierno Regional de Ancash; geográficamente se encuentra enmarcada entre las siguientes coordenadas: Paralelos: 09° 04'45" y 09° 27'00" Latitud Sur, Meridianos: 77° 19'00" y 77° 47'55" Longitud Oeste.

#### 3.3. Vías De Acceso.

La vía utilizada para unir el Caserío de Nunocoto y la Provincia de Carhuaz, con la capital del Departamento de Ancash, es como sigue:

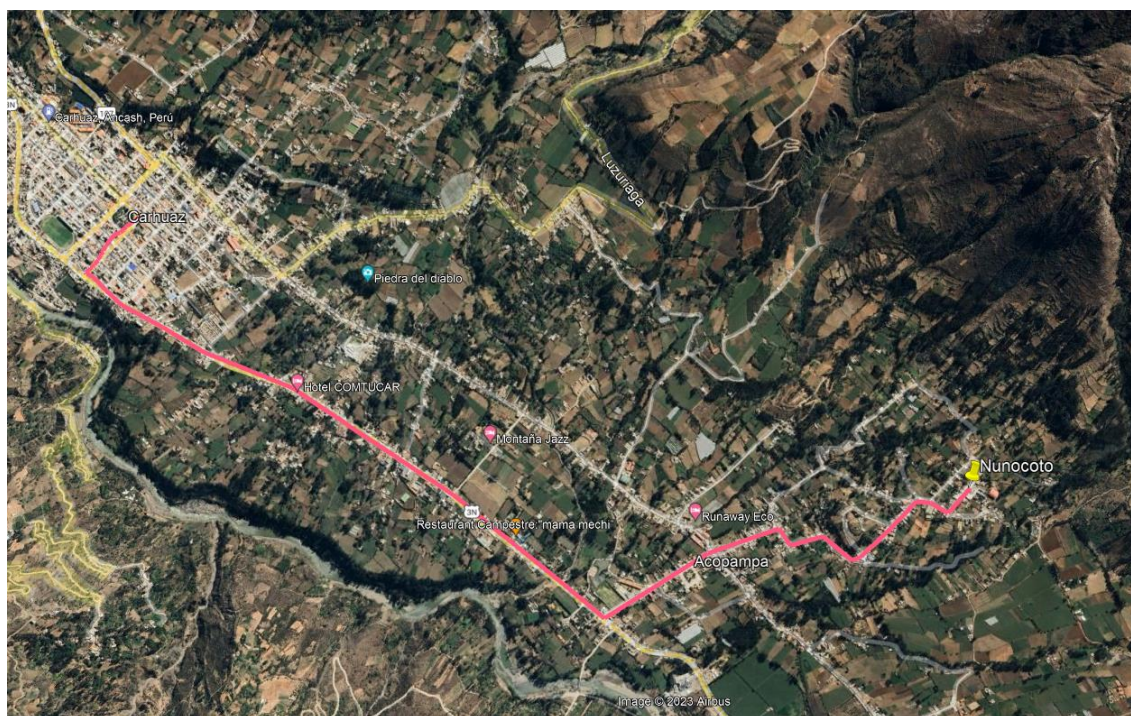
La carretera principal que conduce a la provincia de Carhuaz es la Carretera Central Huaraz – Caraz, vía completamente asfaltada en buen estado. El punto de partida de la Provincia de Carhuaz, hasta el Distrito de Acopampa y posterior al Caserío de Nunocoto es una vía asfaltada.

## "Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash, 2023"

**Cuadro N°1.** Vía de Acceso al Caserío de Nunocoto de la Plaza de la Provincia de Huaraz.

DESDE	A	TIPO DE VIA	Km	TIEMPO (Hora)
Huaraz	Carhuaz	Asfaltado	34	1
Carhuaz	Nunocoto	Asfaltado	4	0.10

**Imagen N°1.** Vía de Acceso por la Provincia de Carhuaz al Caserío de Nunocoto.



### 3.4. Fuentes de Captación.

Se realizó la visita de campo a la zona donde beneficiaría el presente proyecto, donde se realizaron las muestras de aforamiento y de las fuentes de captación.

Las fuentes de captación están fuera del área de amortiguamiento del Parque Nacional Huascarán, el cual se muestra en las coordenadas en el siguiente mapa.

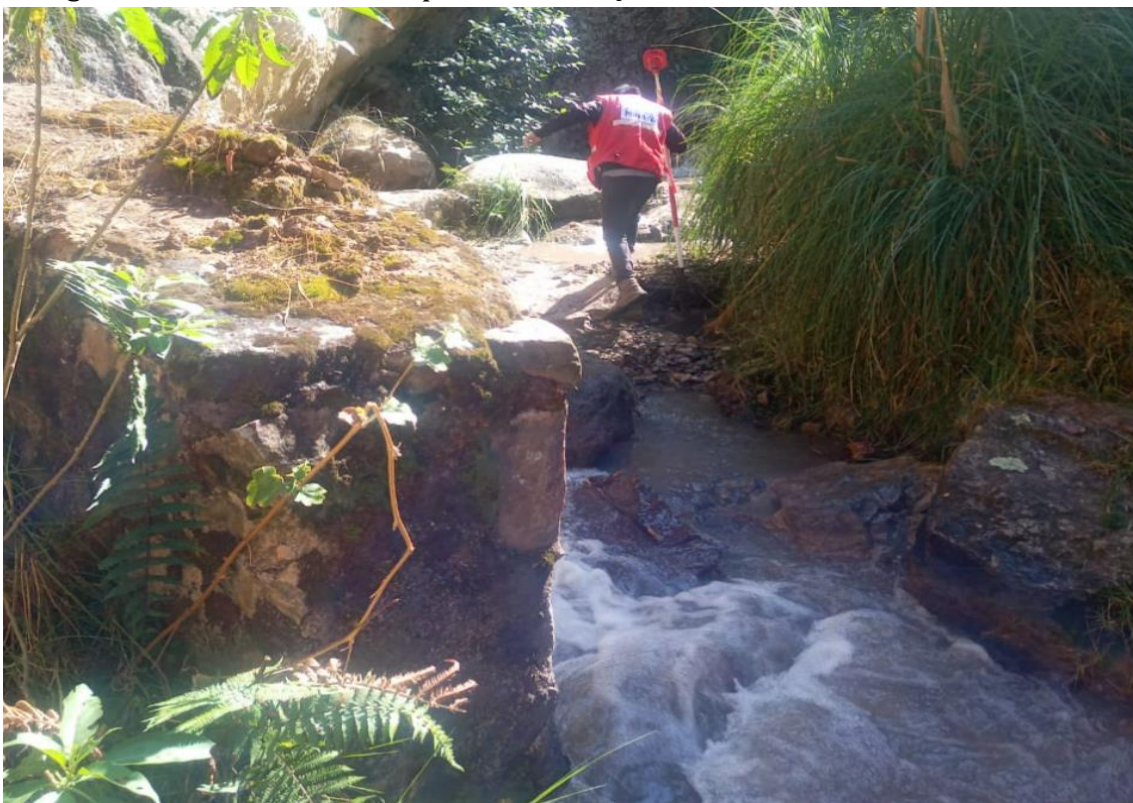
**Mapa N°1.** Ubicación de las fuentes de agua.



"Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash, 2023"



Fotografía N°1. Fuente de captación de la Quebrada Montañas.



## "Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash, 2023"

### 4. METODOLOGÍA.

#### 4.1. Método de Hargreaves.

La ecuación de ETP de Hargreaves permite determinar el consumo de agua para los cultivos y además es parte fundamental en la determinación de las disponibilidades hídricas de una región en particular. Esta ecuación utiliza datos de humedad relativa promedio, valores de radiación extraterrestre y temperaturas promedio haciendo la mejor aproximación al tanque de evaporación tipo A. Esta ecuación es la siguiente:

$$ETP = 0.0075 * TMF * RSM$$

Dónde:

ETP = Evapotranspiración potencial (mm)

TMF = Temperatura media mensual (°F)

RSM = Radiación solar mensual (mm), se estima con la siguiente ecuación:

$$RSM = 0.075 * RMM * S$$

Dónde:

RMM = Radiación mensual extraterrestre.

S= Brillo medio mensual (%), se calcula con la siguiente ecuación:

$$S = Ks \left( \frac{100 - HM}{2} \right)$$

Ks = Constante, para Centroamérica es 12.5

HM = Humedad relativa a las 13 horas (%) O por medio de tablas, determinando la duración diaria media de las horas de fuerte insolación, y posteriormente se utiliza la siguiente ecuación:

$$S = \frac{N}{24} * 100$$

N = Número de horas de brillo solar (tabla)\*Las tablas que se utilizan para calcular la radiación extraterrestre y la duración máxima media diaria de las horas de fuerte insolación, son las propuestas por Doorembos y Pruitt (1976).

#### 4.2. Parámetros Climatológicos.

##### 4.2.1. Precipitación media.

Para el cálculo de la precipitación media, se utilizo la siguiente ecuación, empleando las estaciones de Recuay, Sihuas, Pira, Chachan, obtenidas del SENAMHI – Ancash.

## "Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash, 2023"

$$Pm = \frac{\sum_{i=1}^n Pi}{n}$$

Para determinar la precipitación en el lugar del proyecto, se utilizó el siguiente modelo, para explicar el comportamiento de la precipitación anual:

$$P = a + bH + cDc$$

Donde:

P : Precipitación media anual en mm

H : Altitud de la estación pluviométrica en msnm

Dc : Distancia más corta al mar

A, b y c : Constantes estadísticos

Las constantes a, b y c, han sido obtenidos por método de los mínimos cuadrados.

### 4.2.2. Precipitación efectiva.

Para el cálculo de la precipitación efectiva se trabajo con la siguiente tabla, realizando interpolaciones para el cálculo.

**Cuadro N°2.** Distribución de la precipitación efectiva según Warter Power Service (WPS-USA)

Cálculo de la Precipitación Efectiva	
PP (mm)	PP Efectiva %
5	0.00%
30	95.00%
55	90.00%
80	82.00%
105	65.00%
130	45.00%
155	25.00%
Mas de 155	5.00%

### 4.2.3. Temperatura.

Para el cálculo de la temperatura media, para el área de estudio se utilizó la ecuación siguiente, empleando las estaciones meteorológicas de Recuay, Sihuas y Huaraz, obtenidas del SENAMHI – Ancash.

$$Tm = \frac{\sum_{i=1}^n Ti}{n}$$

La temperatura disminuye con relación a la altura a un ritmo promedio de 6.5 °C/km, el cual se planteó hacer una regresión lineal, con la variable dependiente, que es la altura.

El modelo lineal está representado por:

## "Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash, 2023"

$$Y = a + bX$$

Donde:

Y : Temperatura promedio anual en °C

X : Altitud de la estación meteorológica (msnm)

a y b : Coeficientes estadísticos

Las constantes a y b, han sido obtenidos por método de los mínimos cuadrados.

### 4.2.4. Humedad Relativa.

Para el cálculo de la Humedad Relativa, para el área de estudio se utilizó la ecuación siguiente:

$$Hm = \frac{\sum_{i=1}^n HRi}{n}$$

### 4.3. Cedula y Calendario de Cultivo.

Según el estudio hidrológico, con el proyecto se podrán incorporar bajo riego, la extensión de 70.30ha, siendo la superficie agrícola total a irrigar futura en la zona de 70.30ha.

Para llegar a calcular la demanda del agua se han seguido los pasos publicados en la "Guía Metodológica para la Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Infraestructura de Riego Menor". A continuación, se muestra la demanda de cada uno de los cultivos presentados en la cédula de cultivo y, finalmente la demanda total.

### 4.4. Cálculo del Caudal Ecológico.

Según la Resolución Jefatural N°154-2016-ANA, que aprueba la metodología para determinar caudales ecológicos, en el artículo 9, contenido mínimo de los estudios para determinar los caudales ecológicos, ANEXO 1, Caudal ecológico referencial.

Esta metodología para determinar el caudal ecológico se define como el caudal al 95% de persistencia, este se obtiene a partir de las curvas de duración para cada serie de datos medios mensuales.



## "Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash, 2023"

### 5. RESULTADOS.

#### 5.1. Cálculo de los factores de riego.

##### 5.1.1. Precipitación.

Para el cálculo de este parámetro de la zona de estudio, se ha recopilado información real de las estaciones meteorológicas de Recuay, Sihuas, Pira y Chacchan, proporcionado por SENAMHI, se utilizó el modelo descrito en la metodología, para el cálculo de la precipitación en la zona, con un  $r$  estadístico del 98.4% de seguridad de acierto, a continuación, se muestra el análisis estadístico de la regresión.

**Cuadro N°3.** Precipitación promedia anual en las estaciones meteorológicas de Recuay, Sihuas, Pira, Chacchan y la zona de estudio.

ESTACIÓN	REGRESIÓN LINEAL MULTIPLE (2 PARAMETROS)			PRECIPITACIÓN CALCULADA
	ALTITUD (msnm)	DIST. CORTA (Km)	PRECIPITACIÓN (mm)	
RECUAY	3431	89.90	910.12	943.8971
SIHUAS	2716	122.05	1134.67	1119.7156
PIRA	3625	63.27	721.07	697.0725
CHACCHAN	2266	59.32	302.64	307.8243
CANAL MONTAÑAS	2992	90.3	836.7941	836.7941

**Cuadro N°4.** Regresión lineal múltiple de la precipitación.

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.997362248
Coefficiente de determinación $R^2$	0.994731453
$R^2$ ajustado	0.98419436
Error típico	44.35399358
Observaciones	4

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	371432.9922	185716.4961	94.40283193	0.072584755
Residuos	1	1967.276747	1967.276747		
Total	3	373400.2689			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	-927.5982328	148.1178062	-6.262570697	0.100803711	-2809.613404	954.4169379	-2809.613404	954.4169379
Variable X 1	0.254102284	0.040631113	6.253884373	0.100941389	-0.262164959	0.770369528	-0.262164959	0.770369528
Variable X 2	11.11980386	0.884795644	12.56765213	0.050548926	-0.122590741	22.36219846	-0.122590741	22.36219846

**Cuadro N°5.** Valores de la precipitación (mm), en la estación Meteorológica de Recuay.

"Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de  
Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash, 2023"

ESTACIÓN METEOROLOGICA - RECUAY

ESTACION : RECUAY

LATITUD 9°43'45.1" S DTO : ANCASH

LONGITUD 77°27'13.15"

W PROV : RECUAY

PARÁMETRO : PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL  
(mm)

ALTITUD

3431

DIST : RECUAY

AÑO	PERIODO	MESES												TOTAL ANUAL (mm)
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1	1993	150.9	132	247.1	156.3	29.3	0.1	5.6	0.3	47.6	152.1	128.3	181.8	1231.4
2	1994	135.5	144.7	253.9	113.1	40.2	4	0.7	5	37.1	52.5	56.6	82.7	926
3	1995	46.4	98.6	144.3	128.9	39	0.6	0	4.5	18.4	75.2	79.8	124.8	760.5
4	1996	135.2	161	208.8	62.1	28.2	0	0	6.8	17.8	92	43.2	76.9	832
5	1997	106.5	142.5	44.2	49.9	16.2	0	0	1.7	23.6	49.3	77.7	200.5	712.1
6	1998	246.2	203.4	173.3	138.4	30.6	15.6	0	5.8	38.8	150.4	26.6	39.4	1068.5
7	1999	132.2	213.5	129.1	104.3	62.2	9.3	0	0.7	62.5	47.9	96.4	111.7	969.8
8	2000	59.5	189.5	124.5	90.6	48.8	0	0	29.2	31.7	42.5	39	164.8	820.1
9	2001	220.7	123.2	259.1	48.2	30.6	13.9	0	0.1	84.4	66.8	172.4	56	1075.4
10	2002	87.3	99.1	175.3	58.8	24.7	7.7	0	0	22	79.9	155.3	157	787.2
11	2003	116.2	109	163.5	66.2	27.1	8.9	6.4	0	2.9	57.4	39.8	92.9	690.3
12	2004	47	126.6	119.4	84.6	24.6	4.5	0.8	0	59.6	105.2	110.8	123.7	806.8
13	2005	95.7	73.7	200.8	69.9	25.6	0	0	9.5	18.1	45.7	90.3	115.7	654.7
14	2006	101	94.8	219.9	141.6	7.1	35.7	4.5	32.6	72.5	92.4	126	156.7	1084.8
15	2007	171.9	87.1	224.6	173.3	33	8.3	0	2.3	4	80.4	113.2	47.6	945.7
16	2008	107.9	116.6	124.3	72	7.9	5.6	13.6	11.4	16.2	144.2	34.8	51.1	705.6
17	2009	198.3	118.8	327.5	121.2	68.5	4	0	16.4	14.6	147.2	137.8	157.9	1312.2
18	2010	124.9	92.8	180.8	85.4	25.3	8.7	2	6.3	37.9	49.7	92	167.9	873.7
19	2011	118.4	98.8	155	125.4	16.3	1.2	16.6	4.9	11.6	17.3	95.2	162.1	822.8
20	2012	162.2	142.6	141.3	153.4	15.6	14.5	0	0	30.8	49.9	90.3	152.1	862.4

AÑOS	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
PROMEDIO	128.20	128.42	180.84	102.18	30.04	7.13	2.51	6.88	32.61	79.90	90.27	121.17	910.12	
DESV STAND	53.16	38.86	63.84	38.61	15.86	8.46	4.77	9.34	22.68	41.83	43.99	49.32	390.72	
MAX	246.2	213.5	327.5	173.3	68.5	35.7	16.6	32.6	84.4	152.1	172.4	200.5	1723.30	
MIN	46.4	73.7	44.2	48.2	7.1	0	0	0	2.9	17.3	26.6	39.4	305.80	

## "Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash, 2023"

**Cuadro N°6.** Valores de la precipitación (mm), en la estación Meteorológica de Sihuas.

### ESTACIÓN METEOROLOGICA - SIHUAS

ESTACION : SIHUAS  
 LATITUD : 8°34'0" S DTO : ANCASH  
 LONGITUD : 77°39'0" W PROV : SIHUAS  
 PARÁMETRO : PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) ALTITUD : 2716 DIST : SIHUAS

AÑO	PERIODO	MESES												TOTAL ANUAL (mm)
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1	1993	33.3	387.7	658.8	174.3	0	0	31.8	48.5	58.4	101.1	134.3	422.1	2050.3
2	1994	273.71	284.8	210.3	167.6	0	0	0	0	0	30	164.8	74.8	1206.01
3	1995	70.8	121.1	105.7	46	11.7	15.5	0	5.6	10.5	58.8	100.4	75.33	621.43
4	1996	143.2	123.9	139.8	197.8	58.6	0	0	4.5	42	177.6	69.8	60.1	1017.3
5	1997	98.7	234.4	185	99.2	38.5	55.4	11.8	48.6	94.1	247.5	245.8	417.4	1776.4
6	1998	353.4	346.4	494	104.3	32.4	44.9	0	43	78	225	137.5	126.8	1985.7
7	1999	183.1	462.5	170.5	80.6	34.7	68.1	20	31.1	189.6	91.9	82.9	82.9	1497.9
8	2000	57.3	113.9	76.2	104.4	37.5	0	0	42.3	0	0	78.2	65.1	574.9
9	2001	237	80	166.5	13	15.6	58.7	41.1	0	123.7	115	165.7	131.2	1147.5
10	2002	50.5	71.1	137.8	42	0	0	33.5	0	26.1	166	258	171.2	956.2
11	2003	26.8	65.3	171.2	92	0		0	0	43.3	58.6	81.9	154.2	539.1
12	2004	58.4	93	106.6	33.4	49.8	10.2	27.3	1.6	57	125.5	142.1	91.6	796.5
13	2005	69.5	63.8	190.5	79.9	0	0	0	13.9	12.1	94.5	26.9	130.2	681.3
14	2006	113.7	85.3	211.8	88.6	15.8	16.8	0	15.4	74.5	117.8	119.6	228.5	1087.8
15	2007	145.9	70.1	237.1	176.9	5.9	0	31.7	12.1	17.8	150	108.3	94.8	1050.6
16	2008	139.4	142.8	154.5	96.1	19.3	23.3	0	5.6	73.3	179.6	84.7	154.2	918.6
17	2009	231	240.7	298.2	193	53.1	28.1	32.2	75.1	51.0	140.7	108.8	162.8	1563.7
18	2010	83.5	86.4	135.7	109.3	67.6	14.4	4.5	3.1	10.1	65.3	146.6	159.9	886.4
19	2011	109.7	71.5	144.6	150.9	19.6	0	14.1	4.7	49.6	44.3	82.1	157.2	848.3
20	2012	221	170.6	176.2	101.3	57.5	15	0	1.3	8.6	117.5	117.8	122.9	1109.7

AÑOS	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
PROMEDIO	135.00	165.77	208.55	107.53	25.88	18.44	12.40	17.82	50.98	115.34	122.81	154.16	1134.67	
DESV STAND	89.16	120.16	137.68	53.84	22.69	22.48	15.03	22.13	48.25	63.97	56.01	106.18	757.59	
MAX	353.4	462.5	658.8	197.8	67.6	68.1	41.1	75.1	189.6	247.5	258	422.1	3041.60	
MIN	26.8	63.8	76.2	13	0	0	0	0	0	0	26.9	60.1	266.80	



**"Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash, 2023"**

**Cuadro N°8.** Valores de la precipitación (mm), en la estación Meteorológica de Chacchan.

ESTACIÓN METEOROLOGICA - CHACCHAN

ESTACION : CHACCHAN LATITUD 9°32'6.68" S DTO : ANCASH  
 LONGITUD 77°46'31.29" W PROV : HUARAZ  
 PARÁMETRO : PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL ALTITUD 2266 DIST PARIACOTO  
 (mm)

AÑO	PERIODO	MESES												TOTAL ANUAL (mm)
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1	1993	34.34	51.24	72.23	19.87	6.81	0	0.02	0	7.33	9.96	33.73	15.68	251.21
2	1994	35.97	58.17	57.64	29.94	4.1	0	0	0	6.53	0.03	7.52	44.12	244.02
3	1995	13.77	35.89	18.14	16.03	0.1	0.04	0	0	0	17.93	23.56	31.12	156.58
4	1996	71.07	69.82	98.6	23.2	4.75	0	0	0	0	3.93	0.12	2.64	274.13
5	1997	37.03	43.21	16.6	8.2	0	0	0	0	1.2	4.1	29.7	104.3	244.34
6	1998	126.2	149.2	177.4	29.7	0	0	0	0	13.8	52.82	4.8	41.2	595.08
7	1999	61.8	240.4	37.6	44	11.4	0	0	0	2.5	4.5	15	14.2	431.4
8	2000	37.9	132.5	85.8	32.4	11.8	0	0	2.2	2.5	3.5	9.9	58.4	376.9
9	2001	87.6	51.9	98.5	24.2	0	0	0	0	17.5	0	47.8	6.7	334.2
10	2002	2.9	114.4	70.2	27.4	0	0	0	0.1	3	14.9	25.4	6.1	264.4
11	2003	9.3	35.5	43.3	10.7	0	0	0	0	0	9.1	1.5	68.2	177.6
12	2004	5.1	18.8	30	21.9	0	0	0	0	1	18.8	17.6	24.3	137.5
13	2005	0	15.1	47.8	4.5	0	0	0	0	0	0	0	44.5	111.9
14	2006	34.7	42.6	132	57	0	0	0	0	0	3.5	20.6	36	326.4
15	2007	39.7	25.6	89.3	55.2	6.2	0	0	0	0	4.6	12.6	15.8	249
16	2008	103.3	83	133.4	28.5	0	0	0	0	0	72.6	9.1	0	429.9
17	2009	109	136.4	102.1	83.6	18.5	0	0	0	0	24.1	40.7	124.9	639.3
18	2010	87.7	17.4	21.5	9.9	0	0	0	0	0	0	0	71	207.5
19	2011	106	15.7	71	19.3	0	0	0	0	0	3.9	26.5	91.1	333.5
20	2012	27.7	84.9	79.2	47.7	0	0	0	0	0	0	15.4	13.1	268
<b>AÑOS</b>		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
<b>PROMEDIO</b>		51.55	71.09	74.12	29.66	3.18	0.00	0.00	0.12	2.77	12.41	17.08	40.67	302.64
<b>DESV STAND</b>		39.69	58.00	42.51	19.49	5.30	0.01	0.00	0.49	4.94	18.85	13.86	35.72	238.87
<b>MAX</b>		126.2	240.4	177.4	83.6	18.5	0.04	0.02	2.2	17.5	72.6	47.8	124.9	911.16
<b>MIN</b>		0	15.1	16.6	4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	36.20

**"Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash, 2023"**

**5.1.2. Precipitación efectiva.**

Se considera la precipitación al 75% de ocurrencia, con su respectiva distribución de frecuencias, además se empleó el cuadro N°1, de distribución de la precipitación efectiva, cuyo cálculo se muestra en el cuadro siguiente, en el periodo

**Cuadro N°9.** Valores de la precipitación (mm), en la zona de estudio.

AÑO	PERIODO	ESTACIÓN CANAL MONTAÑAS											TOTAL ANUAL(mm)	
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV		DIC
1	1993	138.7	121.4	227.2	143.7	26.9	0.1	5.1	0.3	43.8	139.8	118.0	167.2	1132.19
2	1994	124.6	133.0	233.4	104.0	37.0	3.7	0.6	4.6	34.1	48.3	52.0	76.0	851.39
3	1995	42.7	90.7	132.7	118.5	35.9	0.6	0.0	4.1	16.9	69.1	73.4	114.7	699.23
4	1996	124.3	148.0	192.0	57.1	25.9	0.0	0.0	6.3	16.4	84.6	39.7	70.7	764.97
5	1997	97.9	131.0	40.6	45.9	14.9	0.0	0.0	1.6	21.7	45.3	71.4	184.3	654.73
6	1998	226.4	187.0	159.3	127.2	28.1	14.3	0.0	5.3	35.7	138.3	24.5	36.2	982.41
7	1999	121.5	196.3	118.7	95.9	57.2	8.6	0.0	0.6	57.5	44.0	88.6	102.7	891.66
8	2000	54.7	174.2	114.5	83.3	44.9	0.0	0.0	26.8	29.1	39.1	35.9	151.5	754.02
9	2001	202.9	113.3	238.2	44.3	28.1	12.8	0.0	0.1	77.6	61.4	158.5	51.5	988.76
10	2002	80.3	91.1	161.2	54.1	22.7	7.1	0.0	0.0	20.2	73.5	142.8	144.4	797.24
11	2003	106.8	100.2	150.3	60.9	24.9	8.2	5.9	0.0	2.7	52.8	36.6	85.4	634.68
12	2004	43.2	116.4	109.8	77.8	22.6	4.1	0.7	0.0	54.8	96.7	101.9	113.7	741.80
13	2005	88.0	67.8	184.6	64.3	23.5	0.0	0.0	8.7	16.6	42.0	83.0	106.4	684.95
14	2006	92.9	87.2	202.2	130.2	6.5	32.8	4.1	30.0	66.7	85.0	115.8	144.1	997.40
15	2007	158.1	80.1	206.5	159.3	30.3	7.6	0.0	2.1	3.7	73.9	104.1	43.8	869.51
16	2008	99.2	107.2	114.3	66.2	7.3	5.1	12.5	10.5	14.9	132.6	32.0	47.0	648.75
17	2009	182.3	109.2	301.1	111.4	63.0	3.7	0.0	15.1	13.4	135.3	126.7	145.2	1206.48
18	2010	114.8	85.3	166.2	78.5	23.3	8.0	1.8	5.8	34.8	45.7	84.6	154.4	803.31
19	2011	108.9	90.8	142.5	115.3	15.0	1.1	15.3	4.5	10.7	15.9	87.5	149.0	756.51
20	2012	149.1	131.1	129.9	141.0	14.3	13.3	0.0	0.0	28.3	45.9	83.0	139.8	875.92
<b>AÑOS</b>		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
<b>PROMEDIO</b>		117.87	118.07	166.27	93.95	27.62	6.56	2.31	6.32	29.98	73.46	83.00	111.40	836.7941
<b>DESV STAND</b>		48.88	35.73	58.69	35.50	14.58	7.78	4.39	8.59	20.85	37.44	38.25	45.35	356.02
<b>MAX</b>		226.4	196.3	301.1	159.3	63.0	32.8	15.3	30.0	77.6	139.8	158.5	184.3	1584.45
<b>MIN</b>		42.7	67.8	40.6	44.3	6.5	0.0	0.0	0.0	2.7	15.9	24.5	36.2	281.16

**"Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash, 2023"**

**Cuadro N°10.** Valores calculados de la precipitación efectiva al 75% y de acuerdo a WPS-USA.

m	Frecuencia	ESTACIÓN CANAL MONTAÑAS											
		MESES											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	4.76%	226.36	196.30	301.11	159.34	62.98	32.82	15.26	29.97	77.60	139.85	158.51	184.35
2	9.52%	202.92	187.01	238.22	143.71	57.19	14.34	12.50	26.85	66.66	138.28	142.79	167.15
3	14.29%	182.32	174.23	233.44	141.04	44.87	13.33	5.88	15.08	57.46	135.34	126.70	154.37
4	19.05%	158.05	148.03	227.19	130.19	36.96	12.78	5.15	10.48	54.80	132.58	117.96	151.52
5	23.81%	149.13	133.04	206.50	127.25	35.86	8.55	4.14	8.73	43.76	96.72	115.85	149.04
6	28.57%	138.74	131.11	202.18	118.51	30.34	8.18	1.84	6.25	35.67	84.96	104.08	145.18
7	33.33%	124.58	131.02	191.98	115.30	28.13	8.00	0.74	5.79	34.85	84.59	101.87	144.35
8	38.10%	124.31	121.36	184.62	111.43	28.13	7.63	0.64	5.33	34.11	73.92	88.63	144.07
9	42.86%	121.55	116.40	166.23	103.99	26.94	7.08	0.00	4.60	29.15	73.46	87.53	139.85
10	47.62%	114.84	113.27	161.18	95.90	25.93	5.15	0.00	4.51	28.32	69.14	84.59	114.74
11	52.38%	108.86	109.23	159.34	83.30	24.92	4.14	0.00	4.14	21.70	61.42	83.00	113.73
12	57.14%	106.84	107.21	150.33	78.52	23.54	3.68	0.00	2.11	20.23	52.78	83.00	106.38
13	61.90%	99.21	100.22	142.51	77.78	23.26	3.68	0.00	1.56	16.92	48.27	73.37	102.70
14	66.67%	97.92	91.12	132.67	66.20	22.71	1.10	0.00	0.64	16.64	45.88	71.44	85.42
15	71.43%	92.86	90.84	129.92	64.27	22.62	0.55	0.00	0.28	16.37	45.70	52.04	76.04
16	76.19%	87.99	90.66	118.70	60.87	14.99	0.09	0.00	0.09	14.89	45.33	39.72	70.70
17	80.95%	80.27	87.16	114.47	57.10	14.89	0.00	0.00	0.00	13.42	44.04	36.59	51.49
18	85.71%	54.71	85.32	114.29	54.06	14.34	0.00	0.00	0.00	10.67	42.02	35.86	46.98
19	90.48%	43.21	80.08	109.78	45.88	7.26	0.00	0.00	0.00	3.68	39.08	32.00	43.76
20	95.24%	42.66	67.76	40.64	44.32	6.53	0.00	0.00	0.00	2.67	15.91	24.46	36.23
<b>PP (75%)</b>	<b>75%</b>	89.21	90.70	121.50	61.72	16.89	0.21	0.00	0.14	15.26	45.42	42.80	72.04
<b>Precipitación Efectiva</b>		72.74	73.71	92.13	51.76	11.30	0.00	0.00	0.00	9.75	37.63	35.27	60.22

**5.1.3. Temperatura.**

Para efecto de los siguientes cálculos se a empleado los datos de las estaciones de meteorológicas de Recuay, Sihuas y Huaraz, se utilizó el modelo descrito en la metodología, para el cálculo de la temperatura máxima en la zona, con un  $r^2$  estadístico del 85.18% de seguridad de acierto, y la temperatura mínima en la zona, con un  $r^2$  estadístico de 97.17%, el cual se detalla a continuación.

**Cuadro N°11.** Temperatura máxima y mínima promedio anual en las estaciones meteorológicas de Recuay, Sihuas, Huaraz y la zona de estudio.

ESTACIÓN	REGRESIÓN LINEAL MULTIPLE (2 PARAMETROS)			TEMPERATURA PROMEDIA ANUAL
	ALTITUD (msnm)	TEMP MAX (°C)	TEMP MIN (°C)	
RECUAY	3431	20.76	4.48	12.6193
SIHUAS	2716	24.66	9.47	17.0638
HUARAZ	3079	23.63	7.45	15.5422
CANAL MONTAÑAS	2992	23.47	7.71	15.5922

## "Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash, 2023"

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA TEMPERATURA MÁXIMA

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.962240925
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.925907597
R <sup>2</sup> ajustado	0.851815195
Error típico	0.777690052
Observaciones	3

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	7.55800295	7.55800295	12.49666044	0.175501932
Residuos	1	0.604801818	0.604801818		
Total	2	8.162804767			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	39.74074552	4.751582088	8.363687038	0.075757485	-20.63382931	100.1153203	-20.63382931	100.1153203
Variable X 1	-0.005437451	0.001538149	-3.53506159	0.175501932	-0.024981485	0.014106583	-0.024981485	0.014106583

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA TEMPERATURA MÍNIMA

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.992903059
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.985856484
R <sup>2</sup> ajustado	0.971712968
Error típico	0.422319434
Observaciones	3

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	12.4319268	12.4319268	69.7037767	0.075890587
Residuos	1	0.178353705	0.178353705		
Total	2	12.6102805			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	28.5777141	2.580315195	11.07528032	0.057325698	-4.208299053	61.36372726	-4.208299053	61.36372726
Variable X 1	-0.006973664	0.000835282	-8.348878769	0.075890587	-0.017586923	0.003639594	-0.017586923	0.003639594

Con el modelo planteado, se determinó la temperatura máxima y mínima en la zona de estudio (Montañas), interpolando los datos con la estación Meteorológica de Huaraz, debido a la cercanía con la zona y evitando la variación de datos.



**"Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash, 2023"**

En los siguientes cuadros se indica los valores de la temperatura mensual máxima y mínima de las estaciones de Huaraz y la zona de estudio (Montañas).

**Cuadro N°12.** Valores de la temperatura máxima media mensual en la Estación de Huaraz.

AÑO	TEMPERATURA PROMEDIA MENSUAL MAXIMA (°C) - ESTACIÓN HUARAZ												TEMPERATURA PROMEDIA ANUAL (°C)
	MESES												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
2014		22.14	21.44	24.24	23.03	24.53	24.51	24.04	24.47	23.67	23.65	22.89	23.51
2015	22.92	22.39	22.34	22.52	22.71	24.09	24.60	25.42	25.77	24.96	23.77	24.05	23.79
2016	24.91	24.13	24.06	24.18	24.65	24.25	24.86	25.54	25.63	24.79	25.82	23.43	24.69
2017	21.79	21.45	21.01	22.00	22.04	23.50	24.43	24.74	24.61	24.36	23.99	22.57	23.04
2018	22.26	22.76	22.39	22.25	22.88	23.00	23.53	24.45	25.01	23.38	23.41	23.40	23.23
2019	22.43												22.43
<b>TEMPERATURA PROMEDIA MENSUAL (°C)</b>	<b>22.86</b>	<b>22.57</b>	<b>22.25</b>	<b>23.04</b>	<b>23.06</b>	<b>23.87</b>	<b>24.39</b>	<b>24.84</b>	<b>25.10</b>	<b>24.23</b>	<b>24.13</b>	<b>23.27</b>	<b>23.63</b>

**Cuadro N°13.** Valores de la temperatura mínima media mensual en la Estación de Huaraz.

AÑO	TEMPERATURA PROMEDIA MENSUAL MÍNIMA (°C) - ESTACIÓN HUARAZ												TEMPERATURA PROMEDIA ANUAL (°C)
	MESES												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
2014		8.88	9.18	8.37	8.22	5.79	5.78	5.35	7.19	7.32	7.62	8.57	7.48
2015	8.84	8.96	9.51	8.52	7.73	5.64	4.92	5.03	7.44	8.30	7.53	7.89	7.53
2016	9.39	10.06	10.07	8.86	6.74	4.50	4.22	5.34	6.37	7.51	5.79	8.99	7.32
2017	8.86	8.90	8.90	8.72	8.31	5.98	4.13	5.01	7.29	7.79	7.20	8.55	7.47
2018	7.58	8.59	8.99	8.21	8.11	5.52	4.87	5.90	6.27	7.67	8.81	7.88	7.37
2019	8.59												8.59
<b>TEMPERATURA PROMEDIA MENSUAL (°C)</b>	<b>8.65</b>	<b>9.08</b>	<b>9.33</b>	<b>8.54</b>	<b>7.82</b>	<b>5.49</b>	<b>4.78</b>	<b>5.32</b>	<b>6.91</b>	<b>7.72</b>	<b>7.39</b>	<b>8.37</b>	<b>7.45</b>

**Cuadro N°14.** Temperatura promedia mensual en la zona de estudio (Montañas)

AÑO	PERIODO	TEMPERATURA PROMEDIA MENSUAL (°C) CANAL MONTAÑAS												TEMP. PROMEDIO ANUAL (°C)
		MESES												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1	2014		15.59	15.40	16.37	15.69	15.18	15.16	14.71	15.87	15.54	15.69	15.80	15.55
2	2015	15.96	15.75	16.01	15.59	15.28	14.88	14.76	15.23	16.65	16.69	15.70	16.02	15.71
3	2016	17.23	17.19	17.16	16.59	15.73	14.37	14.53	15.44	16.02	16.19	15.82	16.28	16.05
4	2017	15.41	15.26	15.04	15.44	15.24	14.77	14.27	14.88	16.00	16.13	15.64	15.63	15.31
5	2018	14.98	15.75	15.77	15.30	15.56	14.28	14.21	15.19	15.66	15.58	16.19	15.70	15.35
6	2019	15.59												15.59
<b>AÑOS</b>		<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

## "Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash, 2023"

PROMEDIO 15.83 15.91 15.88 15.86 15.50 14.69 14.58 15.09 16.04 16.03 15.81 15.89 15.59

El valor de la temperatura media mensual se obtuvo del promedio entre la temperatura máxima y mínima en la zona de estudio, a continuación, se presenta la variación de la temperatura promedia anual.

### 5.1.4. Humedad Relativa.

Para la humedad relativa se promedió de la zona de estudio, tomando como referencia la Estación Meteorológica de Huaraz. A continuación, se presenta el cuadro de valores.

**Cuadro N°15.** Valores de la Humedad Relativa promedia mensual de la zona de estudio.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIA MENSUAL (%)												
AÑO	MESES											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2014		78.11	81.88	76.34	75.60	67.76	71.36	77.75	73.90	76.94	73.82	81.89
2015	78.55	78.09	80.72	80.63	79.27	73.55	70.43	66.28	66.60	70.34	73.01	75.90
2016	72.01	78.83	73.48	71.54	64.57	58.81	54.29	52.27	65.59	70.15	49.84	69.29
2017	74.16	74.62	77.94	73.87	71.55	63.94	56.75	54.24	60.88	64.73	59.26	70.89
2018	72.06	72.36	75.68	74.12	71.21	62.62	60.73	56.92	56.71	63.11	68.22	69.01
2019	70.07											

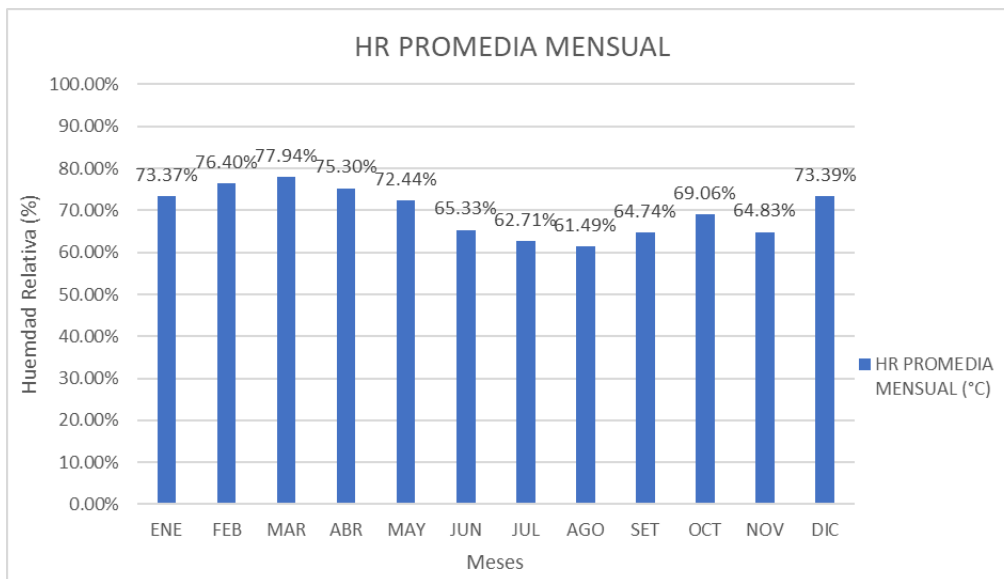
HR PROMEDIA MENSUAL (°C)	MESES											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
	73.37%	76.40%	77.94%	75.30%	72.44%	65.33%	62.71%	61.49%	64.74%	69.06%	64.83%	73.39%

A continuación, se presenta la variación de la humedad relativa mensual, siendo en el mes de febrero y marzo con valores de 73.37% y 76.40% respectivamente, y en los meses de julio y agosto; con valores de 62.71% y 61.49% respectivamente.

Los valores altos en los meses de verano son debido a la presencia de lluvias, aumentando así la cantidad de vapor de agua presente en el ambiente, y en los meses de estiaje disminuyendo para nuevamente aumentar en los meses de octubre noviembre, por la presencia de las primeras lluvias, para así continuar con el periodo anual.

**Grafico N°1.** Gráfico de barras para la variación de la Humedad Relativa en la zona de estudio.

## “Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash, 2023”



### 5.1.5. Cálculo de la Evapotranspiración.

Para el cálculo de la evapotranspiración los datos han sido calculados teniendo en cuenta los promedios de la temperatura media mensual y la humedad relativa, a través del método de Hargreaves que es el más adecuado a la zona de estudio, haciendo uso de factores de corrección para la zona.

**Cuadro N°16.** Cálculo de la evapotranspiración por el método de Hargreaves.

### 5.2. Cédulas de Cultivo y Calendarización.

Para llegar a calcular la demanda del agua se han seguido los pasos publicados en la “Guía Metodológica para la Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Infraestructura de Riego Menor”. A continuación, se muestra la demanda de cada uno de los cultivos presentados en la cédula de cultivo y, finalmente la demanda total.

Para los cálculos de la demanda proyectada de agua con el proyecto se han tenido las siguientes consideraciones:

- Las precipitaciones que se producen en la zona, que generan la escorrentía superficial que conforman el caudal de la quebrada montañas, uno de los contribuyentes del Río Santa.
- Los cultivos propuestos son los que generalmente se realizan en la zona del Callejón de Huaylas, según información verbal de los agricultores de la zona.
- Los valores de los coeficientes de uso consuntivo de cada cultivo han sido tomados del Manual de Riego y Drenaje N°24 de la FAO.
- La eficiencia de riego del proyecto se ha calculado en base a las eficiencias de cada estructura componente del proyecto tal como para la captación y la línea de

## "Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash, 2023"

conducción se tiene un 56.33% de eficiencia en la etapa pre test y post test del 99.9% y para la aplicación del agua en cada parcela por el sistema de riego por gravedad se tienen el 50% de eficiencia.

A continuación, se presenta el cuadro de las cédulas de cultivo del proyecto.

**Cuadro N°17.** Cedula y calendario de cultivo con proyecto.

CÉDULA DE CULTIVO PRE Y POST TEST																
CULTIVOS	AREA		MESES											CAMPAÑAS (Ha)		
	Ha	%	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PRIMERA	SEGUNDA
Papa	6.40	15.84%	6	6	6	6							6	6	6.40	
			1.15	1.15	0.97	0.78							0.23	0.69		
Maiz	21.50	53.22%	22	22	22	22	11	11	11	11	11	11	22	22	21.50	11.30
			0.83	1.17	1.20	0.63	0.17	0.50	0.83	1.17	1.20	0.63	0.17	0.50		
Arveja	1.30	3.22%	1	1	1								1	1	1.30	
			1.12	1.15	0.61								0.62	0.87		
Hortalizas	1.60	3.96%	2	2	2								2	2	1.60	
			1.02	1.05	0.98								0.76	0.85		
Alfalfa	9.60	23.76%	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9.60	
			0.46	0.57	0.68	0.80	0.91	0.95	0.94	0.94	0.93	0.92	0.91	0.91		
<b>Total</b>	<b>40.40</b>	<b>100.00%</b>	<b>40.4</b>	<b>40.4</b>	<b>40.4</b>	<b>37.5</b>	<b>20.9</b>	<b>20.9</b>	<b>20.9</b>	<b>20.9</b>	<b>20.9</b>	<b>20.9</b>	<b>40.4</b>	<b>40.4</b>		
<b>Porcentaje</b>			<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>93%</b>	<b>52%</b>	<b>52%</b>	<b>52%</b>	<b>52%</b>	<b>52%</b>	<b>52%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>		
		<b>Kc Ponderado</b>	<b>0.81</b>	<b>1.02</b>	<b>1.01</b>	<b>0.70</b>	<b>0.51</b>	<b>0.71</b>	<b>0.88</b>	<b>1.06</b>	<b>1.08</b>	<b>0.76</b>	<b>0.39</b>	<b>0.65</b>		

### 5.3. Análisis de la Demanda de Agua con Proyecto.

A continuación, se muestra en el cuadro, la demanda de agua agrícola anual totalizada con los parámetros utilizados, en la etapa pre tes y post test.

**Cuadro N°18.** Cálculo de la evapotranspiración potencial en la zona de cultivo.

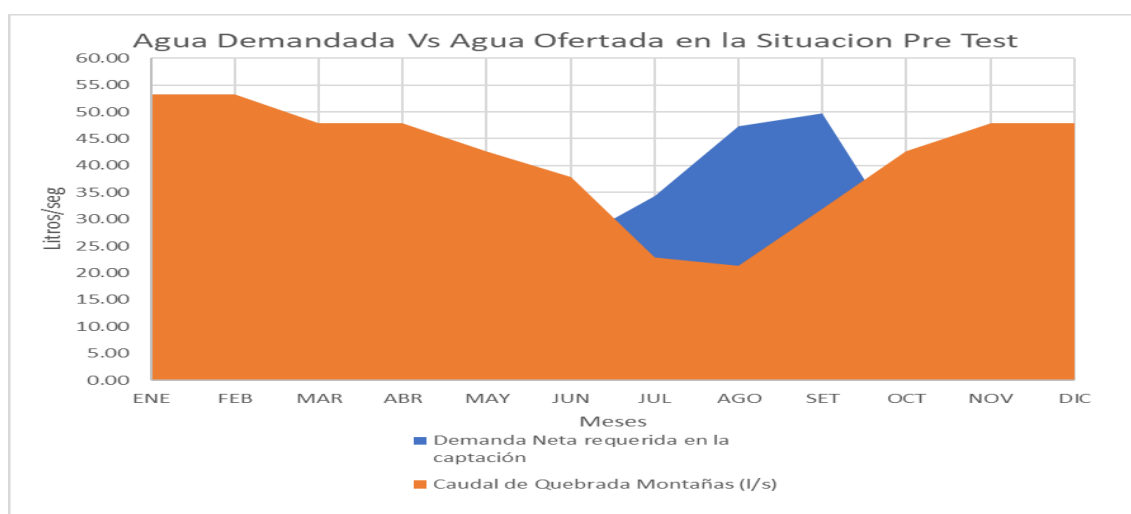
CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN													
PARAMETROS	VALORES	MESES											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)		15.83	15.91	15.88	15.86	15.50	14.69	14.58	15.09	16.04	16.03	15.81	15.89
TMF -°F = 9/5*°C +32		60.50	60.64	60.58	60.55	59.90	58.45	58.25	59.16	60.87	60.85	60.45	60.60
FACTOR DE EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (MF) EN mm/mes													
Latitud Sur 9°	9	2.54	2.25	2.36	2.06	1.90	1.72	1.82	2.03	2.20	2.45	2.45	2.54
Latitud Sur 10°	10	2.57	2.27	2.36	2.04	1.86	1.68	1.79	2.00	2.19	2.46	2.47	2.58
Latitud Sur del Lugar interpolado	9.288082	2.55	2.26	2.36	2.06	1.89	1.70	1.81	2.02	2.20	2.46	2.46	2.55
NUMERO DE DÍAS DEL MES (DM)		31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
HUMEDAD RELATIVA (Hr)		73.37	76.40	77.94	75.30	72.44	65.33	62.71	61.49	64.74	69.06	64.83	73.39
FACTOR DE CORRECCION (HR°)		0.86	0.81	0.78	0.83	0.87	0.98	1.01	1.03	0.99	0.92	0.98	0.86
FACTOR DE ALTURA (CE)	2992	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
<b>ETP CORREGIDO (mm/mes)</b>		<b>139.86</b>	<b>116.88</b>	<b>118.09</b>	<b>108.87</b>	<b>104.38</b>	<b>103.21</b>	<b>113.52</b>	<b>130.52</b>	<b>139.80</b>	<b>146.24</b>	<b>154.85</b>	<b>140.42</b>

## "Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash, 2023"

**Cuadro N°19.** Cálculo de la demanda de agua en la etapa pre test.

PARAMETROS	MESES											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
NUMERO DE DÍAS DEL MES (DM)	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
Kc Ponderado	0.81	1.02	1.01	0.70	0.51	0.71	0.88	1.06	1.08	0.76	0.39	0.65
Area (Ha)	40.4	40.4	40.4	37.5	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	40.4	40.4
ETP (mm/mes)	139.86	116.88	118.09	108.87	104.38	103.21	113.52	130.52	139.80	146.24	154.85	140.42
Evapotranspiración Real (ETR=Kc*ETP)	113.39	118.89	119.60	75.95	53.14	72.94	100.35	138.44	150.30	111.47	60.76	91.58
Evapotranspiración Real (mm/día)	3.66	4.25	3.86	2.53	1.71	2.43	3.24	4.47	5.01	3.60	2.03	2.95
Precipitación Efectiva al 75% (PE) (mm/mes)	72.74	73.71	92.13	51.76	11.30	0.00	0.00	0.00	9.75	37.63	35.27	60.22
Demanda Neta (Dn=ETR-Pe) (mm/mes)	40.65	45.19	27.47	24.19	41.84	72.94	100.35	138.44	140.55	73.84	25.49	31.36
Demanda Neta (Dn=ETR-Pe) (mm/día)	1.31	1.61	0.89	0.81	1.35	2.43	3.24	4.47	4.69	2.38	0.85	1.01
Eficiencia de Riego (Ef)	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%
Demanda Bruta (Db=Dn/Ef) (mm/mes)	90.34	100.41	61.05	53.75	92.97	162.08	223.00	307.64	312.34	164.09	56.66	69.70
Demanda Bruta en (mm/día)	2.91	3.59	1.97	1.79	3.00	5.40	7.19	9.92	10.41	5.29	1.89	2.25
Demanda Bruta en (m3/ha/día)	29.14	35.86	19.69	17.92	29.99	54.03	71.93	99.24	104.11	52.93	18.89	22.48
Demanda Bruta en (m3/ha/mes)	903.44	1004.14	610.53	537.52	929.69	1620.84	2229.97	3076.43	3123.41	1640.91	566.55	696.97
Módulo de Riego (Q/Ha=Db10000/86400) (l/s/ha)	0.34	0.42	0.23	0.21	0.35	0.63	0.83	1.15	1.21	0.61	0.22	0.26
Caudal Requerido (Q=Mr*Ha) (l/s)	<b>13.63</b>	<b>16.77</b>	<b>9.21</b>	<b>7.78</b>	<b>7.25</b>	<b>13.07</b>	<b>17.40</b>	<b>24.01</b>	<b>25.18</b>	<b>12.80</b>	<b>8.83</b>	<b>10.51</b>
Volumen demandado (M3/mes)	36498.80	40567.13	24665.33	20157.10	19430.46	33875.49	46606.46	64297.43	65279.30	34295.11	22888.74	28157.51
Caudal de Quebrada Montañas (l/s)	53.25	53.25	47.93	47.93	42.60	37.81	22.90	21.30	31.95	42.60	47.93	47.93
Oferta Total Disponible (l/s)	53.25	53.25	47.93	47.93	42.60	37.81	22.90	21.30	31.95	42.60	47.93	47.93
<b>Demanda Neta requerida en la captación</b>	<b>26.88</b>	<b>33.08</b>	<b>18.16</b>	<b>15.34</b>	<b>14.31</b>	<b>25.78</b>	<b>34.32</b>	<b>47.35</b>	<b>49.68</b>	<b>25.26</b>	<b>17.42</b>	<b>20.74</b>

**Grafico N°2.** Balance Hídrico en la etapa pre test.

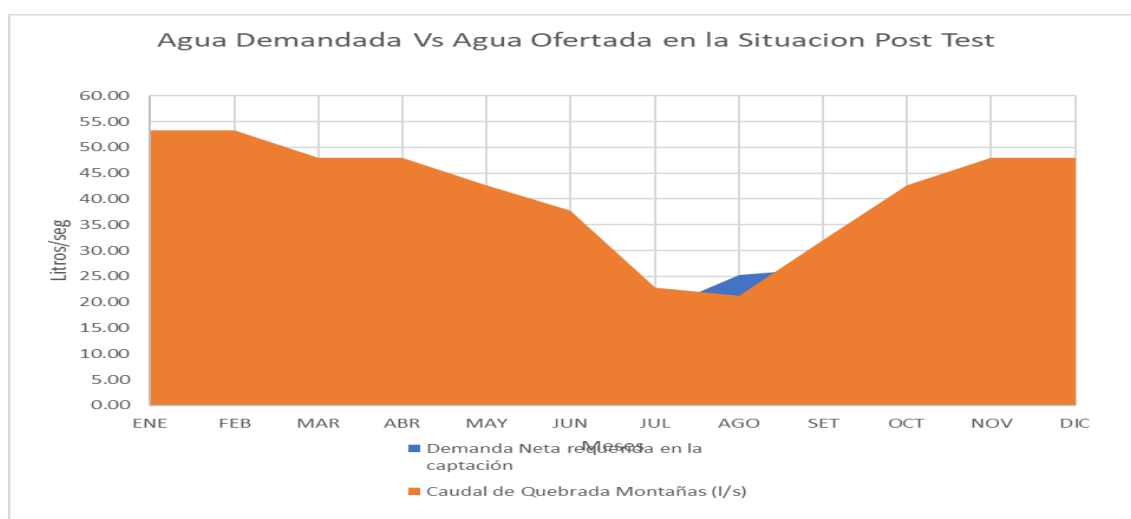


## "Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash, 2023"

**Cuadro N°20.** Cálculo de la demanda de agua en la etapa post test.

PARAMETROS	MESES											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
NUMERO DE DÍAS DEL MES (DM)	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
Kc Ponderado	0.81	1.02	1.01	0.70	0.51	0.71	0.88	1.06	1.08	0.76	0.39	0.65
Area (Ha)	40.4	40.4	40.4	37.5	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	40.4	40.4
ETP (mm/mes)	139.86	116.88	118.09	108.87	104.38	103.21	113.52	130.52	139.80	146.24	154.85	140.42
Evapotranspiración Real (ETR=Kc*ETP)	113.39	118.89	119.60	75.95	53.14	72.94	100.35	138.44	150.30	111.47	60.76	91.58
Evapotranspiración Real (mm/día)	3.66	4.25	3.86	2.53	1.71	2.43	3.24	4.47	5.01	3.60	2.03	2.95
Precipitación Efectiva al 75% (PE) (mm/mes)	72.74	73.71	92.13	51.76	11.30	0.00	0.00	0.00	9.75	37.63	35.27	60.22
Demanda Neta (Dn=ETR-Pe) (mm/mes)	40.65	45.19	27.47	24.19	41.84	72.94	100.35	138.44	140.55	73.84	25.49	31.36
Demanda Neta (Dn=ETR-Pe) (mm/día)	1.31	1.61	0.89	0.81	1.35	2.43	3.24	4.47	4.69	2.38	0.85	1.01
Eficiencia de Riego (Ef)	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%
Demanda Bruta (Db=Dn/Ef) (mm/mes)	90.34	100.41	61.05	53.75	92.97	162.08	223.00	307.64	312.34	164.09	56.66	69.70
Demanda Bruta en (mm/día)	2.91	3.59	1.97	1.79	3.00	5.40	7.19	9.92	10.41	5.29	1.89	2.25
Demanda Bruta en (m3/ha/día)	29.14	35.86	19.69	17.92	29.99	54.03	71.93	99.24	104.11	52.93	18.89	22.48
Demanda Bruta en (m3/ha/mes)	903.44	1004.14	610.53	537.52	929.69	1620.84	2229.97	3076.43	3123.41	1640.91	566.55	696.97
Módulo de Riego (Q/Ha=Db10000/86400) (l/s/ha)	0.34	0.42	0.23	0.21	0.35	0.63	0.83	1.15	1.21	0.61	0.22	0.26
Caudal Requerido (Q=Mr*Ha) (l/s)	13.63	16.77	9.21	7.78	7.25	13.07	17.40	24.01	25.18	12.80	8.83	10.51
Volumen demandado (M3/mes)	36498.80	40567.13	24665.33	20157.10	19430.46	33875.49	46606.46	64297.43	65279.30	34295.11	22888.74	28157.51
Caudal de Quebrada Montañas (l/s)	53.25	53.25	47.93	47.93	42.60	37.81	22.90	21.30	31.95	42.60	47.93	47.93
Oferta Total Disponible (l/s)	53.25	53.25	47.93	47.93	42.60	37.81	22.90	21.30	31.95	42.60	47.93	47.93
<b>Demanda Neta requerida en la captación</b>	<b>14.35</b>	<b>17.66</b>	<b>9.70</b>	<b>8.19</b>	<b>7.64</b>	<b>13.76</b>	<b>18.32</b>	<b>25.28</b>	<b>26.52</b>	<b>13.48</b>	<b>9.30</b>	<b>11.07</b>

**Grafico N°3.** Balance Hídrico en la etapa post test.



**"Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash, 2023"**

Del cuadro anterior se hallan los siguientes valores.

**Cuadro N°21.** Cálculo del caudal para el diseño hidráulico, en la etapa post test

<b>Datos de diseño</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Etc (aj)		
Kc		
Etp(aj)		
Demanda neta o Lámina neta	4.69	mm/día
Demanda bruta o Lámina bruta	10.41	mm/día
Caudal max (Q)	25.18	l/seg
Eficiencia de Captación	0.90	
Eficiencia de Conducción	0.5633	
Eficiencia total	0.51	
<b>CAUDAL REQUERIDO EN LA CAPTACION</b>	<b>49.68</b>	<b>l/seg</b>

**Cuadro N°22.** Cálculo del caudal para el diseño hidráulico, en la etapa post test

<b>Datos de diseño</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Etc (aj)		
Kc		
Etp(aj)		
Demanda neta o Lámina neta	4.69	mm/día
Demanda bruta o Lámina bruta	10.41	mm/día
Caudal max (Q)	25.18	l/seg
Eficiencia de Captación	0.90	
Eficiencia de Conducción	0.9900	
Eficiencia total	0.89	
<b>CAUDAL REQUERIDO EN LA CAPTACION</b>	<b>28.27</b>	<b>l/seg</b>

## "Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash, 2023"

### 6. Conclusiones.

- Los caudales de diseño, el modulo de riego para el proyecto y la demanda netas máximas diarias de gua son:

Demanda neta o Lámina neta	4.69	mm/día
Demanda bruta o Lámina bruta	10.41	mm/día
Caudal max (Q)	25.18	l/seg
Eficiencia de Captación	0.90	
Eficiencia de Conducción	0.9900	
Eficiencia total	0.89	

<b>CAUDAL REQUERIDO EN LA CAPTACION</b>	<b>28.27</b>	<b>l/seg</b>
---	--------------	--------------

- Las áreas en total a irrigar serán de 40.40 hectáreas, las cuales de acuerdo a la topografía del terreno están distribuidos en parcelas variables.
- La eficiencia del sistema de conducción es de 56.33%, debido al tipo de revestimiento del canal.



## Anexo 9. Evaluación de la eficiencia del Canal Montañas.



**TESIS: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO HIDRÁULICO DEL CANAL  
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO MONTAÑAS, CASERÍO DE NUNOCOTO, DISTRITO DE ACOPAMPA,  
CARHUAZ-ANCASH, 2023**

**UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023**

PROGRESIVA	TRAMO 01				TRAMO 02				TIEMPO (seg)	PARAMETROS
	Espejo	Tirante	Area	Largo	Espejo	Tirante	Area	Largo		
0+000.00	0.41	0.1	0.011	0.08	0.45	0.18	0.015	0.09	2.8	Longitud: 2.00 m Area: 0.07 m <sup>2</sup> Velocidad: 0.73 m/s Caudal: 0.047697 m <sup>3</sup> /s Perdida de Caudal: <b>0.000000 m<sup>3</sup></b>
		0.18	0.015	0.08		0.15	0.015	0.09	2.7	
		0.19	0.015	0.08		0.18	0.015	0.09	2.7	
		0.18	0.015	0.08		0.16	0.012	0.09	2.9	
		0.18	0.011	0.08		0.1	0.007	0.09	2.6	
		0.08	<b>0.067</b>			0.05	<b>0.063</b>		2.74	
0+050.00	0.4	0.08	0.010	0.08	0.41	0.07	0.012	0.08	3.1	Longitud: 2.00 m Area: 0.08 m <sup>2</sup> Velocidad: 0.64 m/s Caudal: 0.047787 m <sup>3</sup> /s Perdida de Caudal: <b>-0.000090 m<sup>3</sup></b>
		0.17	0.016	0.08		0.22	0.019	0.08	3.2	
		0.22	0.020	0.08		0.24	0.017	0.08	2.9	
		0.28	0.022	0.08		0.18	0.012	0.08	3.2	
		0.26	0.015	0.08		0.12	0.007	0.08	3.3	
		0.12	<b>0.082</b>			0.06	<b>0.068</b>		3.14	
0+100.00	0.42	0.12	0.011	0.08	0.43	0.11	0.011	0.09	2.5	Longitud: 2.00 m Area: 0.06 m <sup>2</sup> Velocidad: 0.82 m/s Caudal: 0.046184 m <sup>3</sup> /s Perdida de Caudal: <b>0.001602 m<sup>3</sup></b>
		0.15	0.013	0.08		0.14	0.013	0.09	2.8	
		0.16	0.013	0.08		0.17	0.014	0.09	2.3	
		0.14	0.010	0.08		0.16	0.012	0.09	2.4	
		0.09	0.006	0.08		0.12	0.009	0.09	2.2	
		0.06	<b>0.053</b>			0.1	<b>0.060</b>		2.44	
0+150.00	0.43	0.05	0.006	0.09	0.42	0.06	0.008	0.08	2.6	Longitud: 2.00 m Area: 0.06 m <sup>2</sup> Velocidad: 0.76 m/s Caudal: 0.045622 m <sup>3</sup> /s Perdida de Caudal: <b>0.000562 m<sup>3</sup></b>
		0.1	0.014	0.09		0.14	0.013	0.08	2.6	
		0.23	0.018	0.09		0.16	0.013	0.08	2.5	
		0.2	0.015	0.09		0.15	0.011	0.08	2.6	
		0.15	0.011	0.09		0.12	0.009	0.08	2.8	
		0.1	<b>0.065</b>			0.1	<b>0.055</b>		2.62	
0+200.00	0.49	0.1	0.013	0.10	0.48	0.15	0.015	0.10	3.5	Longitud: 2.00 m Area: 0.08 m <sup>2</sup> Velocidad: 0.57 m/s Caudal: 0.045303 m <sup>3</sup> /s Perdida de Caudal: <b>0.000319 m<sup>3</sup></b>
		0.17	0.018	0.10		0.16	0.017	0.10	3.4	
		0.19	0.020	0.10		0.19	0.019	0.10	3.5	
		0.21	0.017	0.10		0.21	0.017	0.10	3.6	
		0.14	0.011	0.10		0.14	0.012	0.10	3.5	
		0.08	<b>0.078</b>			0.12	<b>0.080</b>		3.50	
0+250.00	0.61	0.08	0.012	0.12	0.59	0.08	0.011	0.12	3.4	Longitud: 2.00 m Area: 0.08 m <sup>2</sup> Velocidad: 0.58 m/s Caudal: 0.045085 m <sup>3</sup> /s Perdida de Caudal: <b>0.000218 m<sup>3</sup></b>
		0.12	0.015	0.12		0.11	0.015	0.12	3.5	
		0.13	0.017	0.12		0.14	0.018	0.12	3.3	
		0.15	0.018	0.12		0.16	0.018	0.12	3.5	
		0.14	0.016	0.12		0.15	0.014	0.12	3.4	
		0.12	<b>0.078</b>			0.09	<b>0.076</b>		3.42	
0+300.00	0.59	0.1	0.015	0.12	0.54	0.11	0.012	0.11	3.6	Longitud: 2.00 m Area: 0.08 m <sup>2</sup> Velocidad: 0.56 m/s Caudal: 0.044094 m <sup>3</sup> /s Perdida de Caudal: <b>0.000990 m<sup>3</sup></b>
		0.15	0.018	0.12		0.12	0.016	0.11	3.5	
		0.16	0.020	0.12		0.17	0.019	0.11	3.6	
		0.18	0.018	0.12		0.18	0.017	0.11	3.6	
		0.12	0.012	0.12		0.13	0.012	0.11	3.7	
		0.08	<b>0.083</b>			0.1	<b>0.076</b>		3.60	
0+350.00	0.55	0.1	0.014	0.11	0.56	0.08	0.013	0.11	3.9	Longitud: 2.00 m



**UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH**  
**REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023**

PROGRESIVA	TRAMO 01				TRAMO 02				TIEMPO (seg)	PARAMETROS
	Espejo	Tirante	Area	Largo	Espejo	Tirante	Area	Largo		
		0.15	0.019	0.11		0.15	0.019	0.11	4	Area: 0.08 m2
		0.19	0.020	0.11		0.19	0.020	0.11	3.8	Velocidad: 0.51 m/s
		0.18	0.018	0.11		0.16	0.018	0.11	3.8	Caudal: 0.043536 m3/s
		0.15	0.015	0.11		0.16	0.014	0.11	4	Perdida de Caudal:
		0.13	<b>0.086</b>			0.09	<b>0.083</b>		3.90	<b>0.000559 m3</b>
<b>0+400.00</b>	0.58	0.05	0.009	0.12		0.12	0.015	0.11	3.7	Longitud: 2.00 m
		0.1	0.015	0.12		0.15	0.018	0.11	3.8	Area: 0.08 m2
		0.16	0.020	0.12		0.18	0.018	0.11	3.7	Velocidad: 0.54 m/s
		0.18	0.020	0.12	0.54	0.16	0.017	0.11	3.6	Caudal: 0.042989 m3/s
		0.16	0.016	0.12		0.15	0.013	0.11	3.8	Perdida de Caudal:
		0.12	<b>0.079</b>			0.09	<b>0.080</b>		3.72	<b>0.000547 m3</b>
<b>0+450.00</b>	0.49	0.12	0.014	0.10		0.15	0.014	0.09	3.9	Longitud: 2.00 m
		0.17	0.018	0.10		0.16	0.015	0.09	3.5	Area: 0.08 m2
		0.2	0.020	0.10		0.17	0.016	0.09	3.7	Velocidad: 0.55 m/s
		0.21	0.017	0.10	0.45	0.19	0.017	0.09	3.8	Caudal: 0.042846 m3/s
		0.13	0.011	0.10		0.18	0.014	0.09	3.3	Perdida de Caudal:
		0.1	<b>0.080</b>			0.13	<b>0.076</b>		3.64	<b>0.000143 m3</b>
<b>0+500.00</b>	0.53	0.12	0.013	0.11		0.1	0.014	0.10	3.9	Longitud: 2.00 m
		0.12	0.015	0.11		0.17	0.018	0.10	3.5	Area: 0.08 m2
		0.17	0.019	0.11		0.18	0.017	0.10	3.9	Velocidad: 0.53 m/s
		0.19	0.020	0.11	0.51	0.16	0.015	0.10	3.7	Caudal: 0.042465 m3/s
		0.18	0.015	0.11		0.13	0.014	0.10	3.8	Perdida de Caudal:
		0.11	<b>0.082</b>			0.14	<b>0.078</b>		3.76	<b>0.000381 m3</b>
<b>0+550.00</b>	0.61	0.14	0.020	0.12		0.13	0.018	0.13	4.8	Longitud: 2.00 m
		0.18	0.021	0.12		0.16	0.020	0.13	4.6	Area: 0.10 m2
		0.16	0.020	0.12		0.16	0.021	0.13	4.3	Velocidad: 0.45 m/s
		0.16	0.019	0.12	0.63	0.17	0.020	0.13	4.5	Caudal: 0.042675 m3/s
		0.15	0.015	0.12		0.15	0.017	0.13	4.1	Perdida de Caudal:
		0.1	<b>0.094</b>			0.12	<b>0.096</b>		4.46	<b>-0.000209 m3</b>
<b>0+600.00</b>	0.61	0.11	0.016	0.12		0.12	0.017	0.12	4.1	Longitud: 2.00 m
		0.15	0.019	0.12		0.15	0.019	0.12	4.4	Area: 0.09 m2
		0.16	0.020	0.12		0.16	0.019	0.12	4	Velocidad: 0.47 m/s
		0.16	0.019	0.12	0.62	0.15	0.018	0.12	4.3	Caudal: 0.041859 m3/s
		0.15	0.017	0.12		0.14	0.015	0.12	4.5	Perdida de Caudal:
		0.13	<b>0.090</b>			0.1	<b>0.088</b>		4.26	<b>0.000816 m3</b>
<b>0+650.00</b>	0.61	0.12	0.016	0.12		0.16	0.018	0.11	4	Longitud: 2.00 m
		0.14	0.018	0.12		0.15	0.018	0.11	4.6	Area: 0.09 m2
		0.16	0.020	0.12		0.16	0.017	0.11	4	Velocidad: 0.47 m/s
		0.17	0.020	0.12	0.57	0.14	0.016	0.11	4.4	Caudal: 0.041351 m3/s
		0.16	0.018	0.12		0.14	0.015	0.11	4.2	Perdida de Caudal:
		0.13	<b>0.092</b>			0.12	<b>0.083</b>		4.24	<b>0.000508 m3</b>
<b>0+700.00</b>	0.63	0.2	0.028	0.13		0.18	0.026	0.12	5.9	Longitud: 2.00 m
		0.24	0.026	0.13	0.61	0.25	0.026	0.12	5.4	Area: 0.12 m2



**UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023**

PROGRESIVA	TRAMO 01				TRAMO 02				TIEMPO (seg)	PARAMETROS
	Espejo	Tirante	Area	Largo	Espejo	Tirante	Area	Largo		
		0.17	0.021	0.13		0.18	0.022	0.12	5.4	Velocidad: 0.36 m/s Caudal: 0.041347 m3/s Perdida de Caudal: <b>0.000004 m3</b>
		0.16	0.020	0.13		0.18	0.023	0.12	5.6	
		0.16	0.020	0.13		0.19	0.021	0.12	5.8	
		0.15	<b>0.114</b>			0.16	<b>0.118</b>		5.62	
<b>0+750.00</b>	0.59	0.15	0.018	0.12	0.62	0.18	0.023	0.12	5.9	Longitud: 2.00 m Area: 0.12 m2 Velocidad: 0.33 m/s Caudal: 0.040113 m3/s Perdida de Caudal: <b>0.001234 m3</b>
		0.16	0.020	0.12		0.19	0.027	0.12	6.1	
		0.18	0.022	0.12		0.25	0.030	0.12	5.8	
		0.19	0.023	0.12		0.24	0.030	0.12	6	
		0.2	0.021	0.12		0.25	0.027	0.12	6.3	
		0.15	<b>0.104</b>			0.18	<b>0.138</b>		6.02	
<b>0+800.00</b>	0.58	0.15	0.018	0.12	0.59	0.2	0.023	0.12	5.1	Longitud: 2.00 m Area: 0.10 m2 Velocidad: 0.40 m/s Caudal: 0.040598 m3/s Perdida de Caudal: <b>-0.000485 m3</b>
		0.16	0.020	0.12		0.19	0.022	0.12	5.2	
		0.19	0.023	0.12		0.18	0.021	0.12	4.9	
		0.2	0.021	0.12		0.17	0.019	0.12	4.8	
		0.17	0.019	0.12		0.15	0.018	0.12	5	
		0.15	<b>0.101</b>			0.15	<b>0.102</b>		5.00	
<b>1+000.00</b>	0.39	0.21	0.017	0.08	0.41	0.2	0.017	0.08	4.2	Longitud: 2.00 m Area: 0.09 m2 Velocidad: 0.43 m/s Caudal: 0.037137 m3/s Perdida de Caudal: <b>0.003461 m3</b>
		0.23	0.018	0.08		0.21	0.018	0.08	5	
		0.22	0.017	0.08		0.23	0.019	0.08	4	
		0.22	0.016	0.08		0.23	0.018	0.08	5	
		0.19	0.015	0.08		0.21	0.016	0.08	4.8	
		0.19	<b>0.083</b>			0.19	<b>0.088</b>		4.60	
<b>1+050.00</b>	0.42	0.15	0.015	0.08	0.41	0.12	0.011	0.08	3.4	Longitud: 2.00 m Area: 0.06 m2 Velocidad: 0.60 m/s Caudal: 0.036913 m3/s Perdida de Caudal: <b>0.000224 m3</b>
		0.2	0.015	0.08		0.15	0.012	0.08	3.1	
		0.16	0.013	0.08		0.14	0.011	0.08	3.1	
		0.15	0.013	0.08		0.14	0.011	0.08	3.6	
		0.15	0.012	0.08		0.13	0.010	0.08	3.4	
		0.13	<b>0.067</b>			0.11	<b>0.055</b>		3.32	
<b>1+100.00</b>	0.45	0.12	0.012	0.09	0.43	0.12	0.011	0.09	3.2	Longitud: 2.00 m Area: 0.06 m2 Velocidad: 0.57 m/s Caudal: 0.036408 m3/s Perdida de Caudal: <b>0.000505 m3</b>
		0.15	0.014	0.09		0.13	0.013	0.09	3.4	
		0.15	0.014	0.09		0.17	0.014	0.09	3.4	
		0.16	0.013	0.09		0.15	0.013	0.09	3.8	
		0.13	0.012	0.09		0.15	0.012	0.09	3.6	
		0.13	<b>0.064</b>			0.13	<b>0.062</b>		3.48	
<b>1+150.00</b>	0.44	0.13	0.012	0.09	0.44	0.14	0.012	0.09	3.4	Longitud: 2.00 m Area: 0.06 m2 Velocidad: 0.59 m/s Caudal: 0.037529 m3/s Perdida de Caudal: <b>-0.001121 m3</b>
		0.15	0.014	0.09		0.14	0.013	0.09	3.2	
		0.16	0.014	0.09		0.15	0.014	0.09	3.5	
		0.15	0.013	0.09		0.16	0.013	0.09	3.4	
		0.14	0.012	0.09		0.13	0.011	0.09	3.5	
		0.14	<b>0.065</b>			0.13	<b>0.063</b>		3.40	
<b>1+200.00</b>	0.46	0.2	0.020	0.09	0.45	0.19	0.019	0.09	5.8	Longitud: 2.00 m Area: 0.10 m2 Velocidad: 0.37 m/s
		0.23	0.021	0.09		0.24	0.021	0.09	5.2	
		0.22	0.020	0.09		0.23	0.021	0.09	5.5	



UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023

PROGRESIVA	TRAMO 01				TRAMO 02				TIEMPO (seg)	PARAMETROS
	Espejo	Tirante	Area	Largo	Espejo	Tirante	Area	Largo		
		0.21	0.019	0.09		0.23	0.020	0.09	5.6	Caudal: 0.035995 m3/s
		0.21	0.018	0.09		0.21	0.018	0.09	5.2	Perdida de Caudal:
		0.19	<b>0.098</b>			0.18	<b>0.099</b>		5.46	<b>0.001535 m3</b>
1+250.00	0.43	0.2	0.018	0.09	0.45	0.19	0.019	0.09	5.2	Longitud: 2.00 m
		0.22	0.020	0.09		0.24	0.021	0.09	5.1	Area: 0.09 m2
		0.24	0.020	0.09		0.22	0.020	0.09	5.4	Velocidad: 0.38 m/s
		0.22	0.018	0.09		0.22	0.018	0.09	5.4	Caudal: 0.035044 m3/s
		0.19	0.015	0.09		0.19	0.015	0.09	5.2	Perdida de Caudal:
		0.17	<b>0.091</b>			0.15	<b>0.094</b>		5.26	<b>0.000951 m3</b>
1+300.00	0.46	0.2	0.020	0.09	0.43	0.19	0.018	0.09	5.4	Longitud: 2.00 m
		0.23	0.021	0.09		0.24	0.021	0.09	5.6	Area: 0.10 m2
		0.22	0.020	0.09		0.24	0.020	0.09	5.8	Velocidad: 0.36 m/s
		0.22	0.019	0.09		0.23	0.019	0.09	5.6	Caudal: 0.034455 m3/s
		0.19	0.017	0.09		0.21	0.018	0.09	5.6	Perdida de Caudal:
		0.19	<b>0.097</b>			0.2	<b>0.096</b>		5.60	<b>0.000588 m3</b>
1+350.00	0.41	0.21	0.018	0.08	0.43	0.2	0.018	0.09	5.2	Longitud: 2.00 m
		0.23	0.019	0.08		0.23	0.020	0.09	5.8	Area: 0.09 m2
		0.24	0.019	0.08		0.24	0.019	0.09	5.3	Velocidad: 0.36 m/s
		0.22	0.018	0.08		0.21	0.018	0.09	5.6	Caudal: 0.033273 m3/s
		0.21	0.017	0.08		0.21	0.017	0.09	5.8	Perdida de Caudal:
		0.21	<b>0.091</b>			0.19	<b>0.093</b>		5.54	<b>0.001183 m3</b>
1+450.00	0.41	0.12	0.010	0.08	0.4	0.14	0.012	0.08	3.4	Longitud: 2.00 m
		0.12	0.011	0.08		0.16	0.012	0.08	4	Area: 0.06 m2
		0.14	0.011	0.08		0.15	0.012	0.08	4	Velocidad: 0.56 m/s
		0.13	0.011	0.08		0.14	0.011	0.08	3.4	Caudal: 0.030694 m3/s
		0.14	0.011	0.08		0.13	0.010	0.08	3.2	Perdida de Caudal:
		0.12	<b>0.053</b>			0.13	<b>0.057</b>		3.60	<b>0.002578 m3</b>
1+500.00	0.39	0.1	0.008	0.08	0.41	0.11	0.010	0.08	3.2	Longitud: 2.00 m
		0.11	0.009	0.08		0.13	0.011	0.08	3.6	Area: 0.05 m2
		0.13	0.010	0.08		0.13	0.011	0.08	3.6	Velocidad: 0.60 m/s
		0.13	0.009	0.08		0.15	0.012	0.08	3.2	Caudal: 0.030428 m3/s
		0.11	0.008	0.08		0.15	0.012	0.08	3	Perdida de Caudal:
		0.09	<b>0.045</b>			0.14	<b>0.056</b>		3.32	<b>0.000267 m3</b>
1+600.00	0.35	0.12	0.008	0.07	0.37	0.12	0.009	0.07	3	Longitud: 2.00 m
		0.12	0.009	0.07		0.12	0.010	0.07	3.6	Area: 0.05 m2
		0.14	0.009	0.07		0.14	0.010	0.07	3	Velocidad: 0.60 m/s
		0.13	0.009	0.07		0.14	0.010	0.07	3.8	Caudal: 0.027967 m3/s
		0.14	0.009	0.07		0.13	0.010	0.07	3.4	Perdida de Caudal:
		0.12	<b>0.046</b>			0.13	<b>0.048</b>		3.36	<b>0.002460 m3</b>
1+650.00	0.36	0.11	0.008	0.07	0.35	0.11	0.008	0.07	3.2	Longitud: 2.00 m
		0.12	0.009	0.07		0.12	0.008	0.07	3	Area: 0.04 m2
		0.13	0.009	0.07		0.12	0.009	0.07	3	Velocidad: 0.65 m/s
		0.13	0.009	0.07		0.13	0.009	0.07	3.1	Caudal: 0.027255 m3/s



**UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH**  
**REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023**

PROGRESIVA	TRAMO 01				TRAMO 02				TIEMPO (seg)	PARAMETROS
	Espejo	Tirante	Area	Largo	Espejo	Tirante	Area	Largo		
		0.11	0.008	0.07		0.12	0.008	0.07	3.2	Perdida de Caudal: <b>0.000712 m3</b>
		0.1	<b>0.043</b>			0.1	<b>0.042</b>		3.10	
<b>1+700.00</b>	0.35	0.1	0.007	0.07	0.35	0.12	0.009	0.07	3.1	Longitud: 2.00 m Area: 0.04 m2 Velocidad: 0.62 m/s Caudal: 0.027391 m3/s Perdida de Caudal: <b>-0.000136 m3</b>
		0.11	0.009	0.07		0.14	0.009	0.07	3.4	
		0.14	0.010	0.07		0.13	0.009	0.07	3.4	
		0.14	0.009	0.07		0.13	0.009	0.07	3.2	
		0.13	0.008	0.07		0.13	0.008	0.07	3	
		0.1	<b>0.043</b>			0.1	<b>0.045</b>		3.22	
<b>1+750.00</b>	0.34	0.1	0.007	0.07	0.35	0.12	0.009	0.07	3	Longitud: 2.00 m Area: 0.04 m2 Velocidad: 0.63 m/s Caudal: 0.026867 m3/s Perdida de Caudal: <b>0.000524 m3</b>
		0.11	0.009	0.07		0.14	0.009	0.07	2.9	
		0.14	0.009	0.07		0.12	0.009	0.07	3.1	
		0.12	0.009	0.07		0.14	0.009	0.07	3.6	
		0.13	0.008	0.07		0.12	0.008	0.07	3.2	
		0.1	<b>0.041</b>			0.1	<b>0.044</b>		3.16	

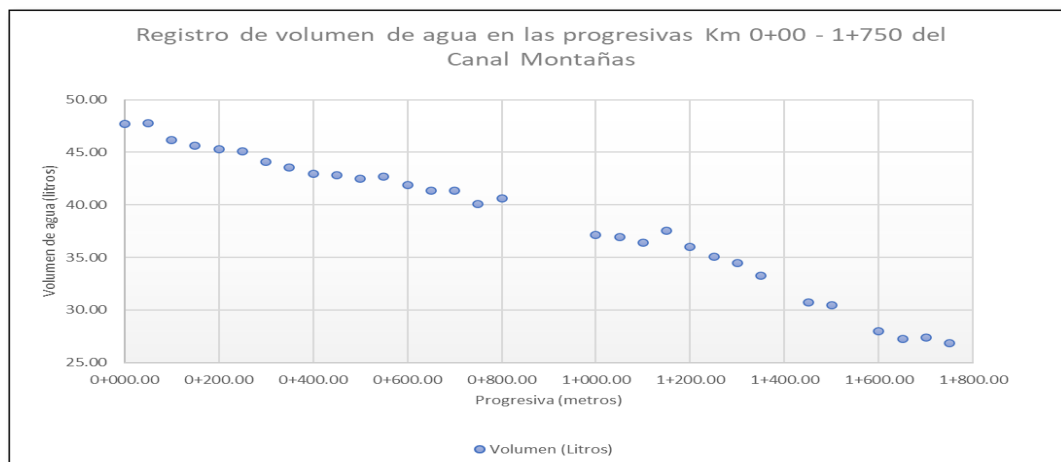


UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023

### EVALUACIÓN DEL CANAL EXISTENTE: Q perdido y Eficiencia de Transporte

Progresiva	Area (m2)	Velocidad (m/seg)	Aforo de Caudal (m3)	Volumen (Litros)	Caudal perdido (%)	Eficiencia de transporte (%)
0+000.00	0.065345	0.729927	0.047697	47.70	0.00%	100.00%
0+050.00	0.075025	0.636943	0.047787	47.79	0.00%	100.00%
0+100.00	0.056345	0.819672	0.046184	46.18	3.17%	96.83%
0+150.00	0.059765	0.763359	0.045622	45.62	4.35%	95.65%
0+200.00	0.079280	0.571429	0.045303	45.30	5.02%	94.98%
0+250.00	0.077095	0.584795	0.045085	45.08	5.48%	94.52%
0+300.00	0.079370	0.555556	0.044094	44.09	7.55%	92.45%
0+350.00	0.084895	0.512821	0.043536	43.54	8.72%	91.28%
0+400.00	0.079960	0.537634	0.042989	42.99	9.87%	90.13%
0+450.00	0.077980	0.549451	0.042846	42.85	10.17%	89.83%
0+500.00	0.079835	0.531915	0.042465	42.47	10.97%	89.03%
0+550.00	0.095165	0.448430	0.042675	42.67	10.53%	89.47%
0+600.00	0.089160	0.469484	0.041859	41.86	12.24%	87.76%
0+650.00	0.087665	0.471698	0.041351	41.35	13.30%	86.70%
0+700.00	0.116185	0.355872	0.041347	41.35	13.31%	86.69%
0+750.00	0.120740	0.332226	0.040113	40.11	15.90%	84.10%
0+800.00	0.101495	0.400000	0.040598	40.60	14.88%	85.12%
1+000.00	0.085415	0.434783	0.037137	37.14	22.14%	77.86%
1+050.00	0.061275	0.602410	0.036913	36.91	22.61%	77.39%
1+100.00	0.063350	0.574713	0.036408	36.41	23.67%	76.33%
1+150.00	0.063800	0.588235	0.037529	37.53	21.32%	78.68%
1+200.00	0.098265	0.366300	0.035995	35.99	24.54%	75.46%
1+250.00	0.092165	0.380228	0.035044	35.04	26.53%	73.47%
1+300.00	0.096475	0.357143	0.034455	34.46	27.76%	72.24%
1+350.00	0.092165	0.361011	0.033273	33.27	30.24%	69.76%
1+450.00	0.055250	0.555556	0.030694	30.69	35.65%	64.35%
1+500.00	0.050510	0.602410	0.030428	30.43	36.21%	63.79%
1+600.00	0.046985	0.595238	0.027967	27.97	41.36%	58.64%
1+650.00	0.042245	0.645161	0.027255	27.25	42.86%	57.14%
1+700.00	0.044100	0.621118	0.027391	27.39	42.57%	57.43%
1+750.00	0.042450	0.632911	0.026867	26.87	<b>43.67%</b>	<b>56.33%</b>
<b>TOTAL</b>			<b>0.020830</b>	<b>20.83</b>		

Gráfico de la variación del caudal vs el tramo recorrido



Anexo 10. Evaluación del Canal Montañas por el Método de Kostiakov etapa pre test, con la permeabilidad del suelo.





**ASGEOTEC GEOTECNIA Y CONSTRUCCION EIRL**  
**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**Consultorías, Supervisión y Ejecución de Obras**



Reporte de Ensayo:  
**Método de ensayo Método de ensayo de permeabilidad de suelos granulares (carga constante)**

Norma: NTP 339.147 (revisada el 2019), ASTM D 2434

RUC: 20605616713

Código: AGC-LC: 36-01-23

Revisión: 01

**INFORMACION DEL PROYECTO**

Solicitante: Jhon Cadiillo Rosas  
 Proyecto: Propuesta de Mejoramiento Hidraulico del Canal Montañas, Cacerio de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz - Ancash, 2023  
 Ubicación : Dist: Acopampa, Prov: Carhuaz, Dpto: Ancash

**INFORME DE ENSAYO**

Calicata : C - 01 Codigo de Muestra: -.-  
 Ubicación : Prog. Km. 0+412 Prof. de muestreo : 2.00m.  
 Tipo de Material : Suelo natural Muestra: Mab - 01  
 Tipo de Exploración : Muestreos para control de materiales Fecha de Ensayo : 2 de Octubre de 2023  
 Coordenadas: Este: 213550.801 Norte: 8972205.316 Cota (msnm): -.-

**PRINCIPIO DE PRUEBA**

Diam. de cilindro = D = 7.58 cm  
 Long. de muestra = L = 10.20 cm  
 Área de la muestra = A = 45.13 cm<sup>2</sup>  
 Vol. de muestra = V = 460.29 cm<sup>3</sup>  
 Peso especifico relativo de sólido = 2.67

**TERMINO DE PRUEBA**

Tara N° = 1 gr.  
 Wt. de muestra y tara = 2,486.0 gr.  
 Tara = 1,865.0 gr.  
 Wt. de muestra seca (Ws) = 621.0 gr.  
 Proporción de vacíos "e" =  $\frac{V Ss - Ws}{Ws} = 0.979$

$$K_{20} = Kt \frac{Mt}{M_{20}}$$

$$Kt = \frac{Q L}{h A t}$$

Temperatura del agua (C°)	Tiempo t (seg.)	Carga h (cm.)	Gradiente Hidráulica h/L	Cantidad Q (cm <sup>3</sup> )	Kt (cm./seg.)	K <sub>20</sub> (cm./seg.)
14	3,600	35	3.39	102.0	1.85 E-4	2.16 E-4
13	3,600	35	3.39	100.0	1.82 E-4	2.17 E-4
14	3,600	35	3.39	102.0	1.85 E-4	2.16 E-4
14	3,600	35	3.39	100.0	1.82 E-4	2.12 E-4
14.5	3,600	35	3.39	100.0	1.82 E-4	2.09 E-4
14	3,600	35	3.39	105.0	1.91 E-4	2.22 E-4
14	3,600	35	3.39	100.0	1.82 E-4	2.12 E-4
15	3,600	35	3.39	105.0	1.91 E-4	2.16 E-4
14	3,600	35	3.39	100.0	1.82 E-4	2.12 E-4

Permeabilidad (cm/seg) = 2.15 E-4

**OBSERVACIONES:**

- \* El ensayo se llevó a cabo con el permeámetro AS - 101
- \* Compactación: en capas a su densidad natural de campo = 1.808 gr/cm<sup>3</sup>
- \* Humedad de compactación = 10.1 %
- \* Agua utilizada: Destilada y desairada.
- \* Grado de saturación de espécimen después de la prueba = 92.7%
- \* El ensayo se realizó con muestras remoldadas a su densidad natural.
- \* La muestra de suelo fue proporcionada al laboratorio por el solicitante.

ASGEOTEC  
 Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos  
  
**FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ**  
 Ingeniero Civil CIP N° 83948  
 Maestría en Geotecnia

**OFICINAS Y LABORATORIO:**

Jr. Los Jazmines 3ra cdra. S/N. – Urb. Villon Alto Mz. 172 Lt. 6 – Huaraz – Ancash  
 Telf: 943692631, 943492123, (043)426317  
 Email: asgeotec@yahoo.com



**ASGEOTEC GEOTECNIA Y CONSTRUCCION EIRL**  
**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**Consultorías, Supervisión y Ejecución de Obras**



Reporte de Ensayo:  
**Método de ensayo Método de ensayo de permeabilidad de suelos granulares (carga constante)**

Norma: NTP 339.147 (revisada el 2019), ASTM D 2434

RUC: 20605616713

Código: AGC-LC: 36-02-23

Revisión: 01

**INFORMACION DEL PROYECTO**

Solicitante: Jhon Cadillo Rosas  
 Proyecto: Propuesta de Mejoramiento Hidraulico del Canal Montañas, Cacerio de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz - Ancash, 2023  
 Ubicación: Dist: Acopampa, Prov: Carhuaz, Dpto: Ancash

**INFORME DE ENSAYO**

Calicata : C - 02 Codigo de Muestra: -.-  
 Ubicación : Prog. Km. 0+941 Prof. de muestreo : 2.00m.  
 Tipo de Material : Suelo natural Muestra: Mab - 01  
 Tipo de Exploración : Muestreos para control de materiales Fecha de Ensayo : 2 de Octubre de 2023  
 Coordenadas: Este: 213202.864 Norte: 8972366.479 Cota (msnm): -.-

**PRINCIPIO DE PRUEBA**

Diam. de cilindro = D = 10.15 cm  
 Long. de muestra = L = 11.65 cm  
 Área de la muestra = A = 80.91 cm<sup>2</sup>  
 Vol. de muestra = V = 942.65 cm<sup>3</sup>  
 Peso especifico relativo de sólido = 2.71

**TERMINO DE PRUEBA**

Tara N° = 2 gr.  
 Wt. de muestra y tara = 5,533.6 gr.  
 Tara = 4,226.0 gr.  
 Wt. de muestra seca (Ws) = 1,307.6 gr.  
 Proporción de vacíos "e" =  $\frac{V Ss - Ws}{Ws} = 0.954$

$$K_{20} = \frac{Kt}{M_{20}} \frac{Mt}{h}$$

$$Kt = \frac{Q L}{h A t}$$

Temperatura del agua	Tiempo t (seg.)	Carga h (cm.)	Gradiente Hidráulica h/L	Cantidad Q (cm <sup>3</sup> )	Kt (cm./seg.)	K <sub>20</sub> (cm./seg.)
14	3,600	484	41.54	850.0	7.02 E-5	8.18 E-5
13	3,600	484	41.54	855.0	7.07 E-5	8.46 E-5
14	3,600	484	41.54	852.0	7.04 E-5	8.20 E-5
14	3,600	484	41.54	860.0	7.11 E-5	8.28 E-5
14.5	3,600	484	41.54	865.0	7.15 E-5	8.22 E-5
14	3,600	484	41.54	852.0	7.04 E-5	8.20 E-5
14	3,600	484	41.54	855.0	7.07 E-5	8.23 E-5
15	3,600	484	41.54	866.0	7.16 E-5	8.12 E-5
14	3,600	484	41.54	865.0	7.15 E-5	8.33 E-5

Permeabilidad (cm/seg) = 8.25 E-5

**OBSERVACIONES:**

- \* El ensayo se llevó a cabo con el permeámetro K - 610
- \* Compactación: en 05 capas a su densidad natural de campo = 1.831 gr/cm<sup>3</sup>
- \* Humedad de compactación = 9.8 %
- \* Agua utilizada: Destilada y desaireada.
- \* Grado de saturación de espécimen después de la prueba = 90.9%
- \* El ensayo se realizó con muestras remoldeadas a su Máxima Densidad del Ensayo Proctor Modificado
- \* La muestra de suelo fue proporcionada al laboratorio por el solicitante.

ASGEOTEC  
 Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos  
  
**FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ**  
 Ingeniero Civil CIP N° 83948  
 Maestría en Geotecnia



**ASGEOTEC GEOTECNIA Y CONSTRUCCION EIRL**  
**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**Consultorías, Supervisión y Ejecución de Obras**



Reporte de Ensayo:  
**Método de ensayo Método de ensayo de permeabilidad de**  
**suelos granulares (carga constante)**

Norma: NTP 339.147 (revisada el 2019), ASTM D 2434

RUC: 20605616713  
 Código: AGC-LC: 36-03-23  
 Revisión: 01

**INFORMACION DEL PROYECTO**

Solicitante: Jhon Cadillo Rosas  
 Proyecto: Propuesta de Mejoramiento Hidraulico del Canal Montañas, Cacerio de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz - Ancash, 2023  
 Ubicación : Dist: Acopampa, Prov: Carhuaz, Dpto: Ancash

**INFORME DE ENSAYO**

<b>Calicata</b> :	C - 03	<b>Código de Muestra:</b>	-.-
<b>Ubicación</b> :	Prog. Km. 1+488	<b>Prof. de muestreo :</b>	2.00m.
<b>Tipo de Material :</b>	Suelo natural	<b>Muestra:</b>	Mab - 01
<b>Tipo de Exploración :</b>	Muestreos para control de materiales	<b>Fecha de Ensayo :</b>	2 de Octubre de 2023
<b>Coordenadas:</b>	<i>Este:</i> 212880.983	<i>Norte:</i> 8972340.745	<i>Cota (msnm):</i> -.-

**PRINCIPIO DE PRUEBA**

Diam. de cilindro = D = 10.20 cm  
 Long. de muestra = L = 11.00 cm  
 Área de la muestra = A = 81.71 cm<sup>2</sup>  
 Vol. de muestra = V = 898.84 cm<sup>3</sup>  
 Peso específico relativo de sólido = 2.69

$$K_{20} = K_t \frac{M_t}{M_{20}}$$

**TERMINO DE PRUEBA**

Tara N° = 3 gr.  
 Wt. de muestra y tara = 5,562.0 gr.  
 Tara = 4,258.0 gr.  
 Wt. de muestra seca (Ws) = 1,361.0 gr.  
 Proporción de vacíos "e" =  $\frac{V S_s - W_s}{W_s} = 0.777$

$$K_t = \frac{Q L}{h A t}$$

Temperatura del agua	Tiempo t (seg.)	Carga h (cm.)	Gradiente Hidráulica h/L	Cantidad Q (cm <sup>3</sup> )	Kt (cm./seg.)	K <sub>20</sub> (cm./seg.)
14	3,600	430	39.09	880.0	7.65 E-5	8.92 E-5
14.5	3,600	430	39.09	890.0	7.74 E-5	8.90 E-5
14	3,600	430	39.09	852.0	7.41 E-5	8.63 E-5
15	3,600	430	39.09	857.0	7.45 E-5	8.46 E-5
15	3,600	430	39.09	860.0	7.48 E-5	8.49 E-5
15	3,600	430	39.09	851.0	7.40 E-5	8.40 E-5
14.5	3,600	430	39.09	859.0	7.47 E-5	8.59 E-5
13.5	3,600	430	39.09	864.0	7.51 E-5	8.87 E-5
15	3,600	430	39.09	861.0	7.49 E-5	8.50 E-5

Permeabilidad (cm/seg) = 8.64 E-5

**OBSERVACIONES:**

- \* El ensayo se llevó a cabo con el permeámetro K - 610
- \* Compactación: en 05 capas a su densidad natural de campo = 1.826 gr/cm<sup>3</sup>
- \* Humedad de compactación = 10.20 %
- \* Agua utilizada: Destilada y desaireada.
- \* Grado de saturación de espécimen después de la prueba = 91.7%
- \* El ensayo se realizó con muestras remodeladas a su Máxima Densidad del Ensayo Proctor Modificado
- \* La muestra de suelo fue proporcionada al laboratorio por el solicitante.

**ASGEOTEC**  
 Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos  
**FERNANDO E. ITZA RODRIGUEZ**  
 Ingeniero Civil CIP N° 83948  
 Maestría en Geotécnica



UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
 REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023

EVALUACION DEL CANAL MONTAÑAS: Q perdido y Eficiencia de Transporte

1. Perdidas por filtraciones en un canal de tierra

De acuerdo a la Formula empirica planteada por Kostiakov, se tiene la siguiente relación:

$$P = k * (b + 2.4 * y * \sqrt{1 + z^2}) * 1000 \quad \% Q_{perdido} = \frac{Q_p}{Q_i} * 100 \quad Q_p = P * L$$

Donde:

$P =$  perdida por infiltracion, en  $\frac{m^3}{seg} - km$

$b =$  ancho de la solera, en m

$y =$  tirante, en m

$Z =$  talud

Donde:

$Q_p =$  caudal perdido, en  $\frac{m^3}{seg}$

$Q_i =$  Caudal de ingreso, en  $\frac{m^3}{seg}$

$L =$  Longitud del canal

Valores de Coeficiente de Permeabilidad (cm/seg)	
0+000 - 0+600	2.2E-04
0+601 - 1+200	8.3E-05
1+201 - 1+1800	8.6E-05

TRAMO I: KM 0+000 - KM 0+600

Q : 0.047697 m3/seg

b : 0.51 m

y : 0.14 m

S : 0.0170 m/m

L : 0.6000 Km

Z : 0.0000 m/m

K : 2.2E-04 cm/seg

K : 2.2E-06 m/seg

n : 0.035

TABLA DE DATOS PARA EL CALCULO DE LA PERDIDA DE INFILTRACION CON LA METODOLOGIA DE KOSTIAKOV

PROGRESIVAS		Ancho de Canal promedio (m)	Tirante del Canal Promedio (m)	Longitud (m)	Longitud (km)	Pendiente de Canal
INICIO	FIN					
0+000.00	0+600.00	0.51	0.14	600.0847	0.600	0.017
0+600.00	0+900.00	0.6	0.17	300.0337	0.300	0.015
0+900.00	0+983.50	0.6	0.17	83.7795	0.084	0.083
0+983.50	0+991.50	0.6	0.17	11.0025	0.011	0.942
0+991.50	1+210.00	0.43	0.17	218.6319	0.219	0.035
1+210.00	1+401.36	0.44	0.21	191.3664	0.191	0.010
1+401.36	1+426.96	0.44	0.21	27.8375	0.028	0.427
1+426.96	1+545.96	0.4	0.13	118.7016	0.119	0.049
1+545.96	1+775.19	0.35	0.12	230.1722	0.230	0.066

P : 0.00182 m3/seg - Km

Qp : 0.001091 m3/seg

Qfinal : 0.04661 m3/seg

% Qper : 2.29%

%Ef.Tra : 97.71%



UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
 REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023

EVALUACION DEL CANAL MONTAÑAS: Q perdido y Eficiencia de Transporte

1. Perdidas por filtraciones en un canal de tierra

De acuerdo a la Formula empirica planteada por Kostiakov, se tiene la siguiente relación:

$$P = k * (b + 2.4 * y * \sqrt{1 + z^2}) * 1000 \quad \% Q_{perdido} = \frac{Q_p}{Q_i} * 100 \quad Q_p = P * L$$

Donde:

$P =$  perdida por infiltracion, en  $\frac{m^3}{seg} - km$

$b =$  ancho de la solera, en m

$y =$  tirante, en m

$Z =$  talud

Donde:

$Q_p =$  caudal perdido, en  $\frac{m^3}{seg}$

$Q_i =$  Caudal de ingreso, en  $\frac{m^3}{seg}$

$L =$  Longitud del canal

Valores de Coeficiente de Permeabilidad (cm/seg)	
0+000 - 0+600	2.2E-04
0+601 - 1+200	8.3E-05
1+201 - 1+1800	8.6E-05

TRAMO II: KM 0+600 - KM 0+900

Q : 0.04661 m<sup>3</sup>/seg                      b : 0.6 m                      y : 0.17 m  
 S : 0.0150 m/m                      L : 0.3000 Km                      Z : 0.0000 m/m  
 K : 8.3E-05 cm/seg                      K : 8.3E-07 m/seg                      n : 0.035

TABLA DE DATOS PARA EL CALCULO DE LA PERDIDA DE INFILTRACION CON LA METODOLOGIA DE KOSTIAKOV

PROGRESIVAS		Ancho de Canal promedio (m)	Tirante del Canal Promedio (m)	Longitud (m)	Longitud (km)	Pendiente de Canal
INICIO	FIN					
0+000.00	0+600.00	0.51	0.14	600.0847	0.600	0.017
0+600.00	0+900.00	0.6	0.17	300.0337	0.300	0.015
0+900.00	0+983.50	0.6	0.17	83.7795	0.084	0.083
0+983.50	0+991.50	0.6	0.17	11.0025	0.011	0.942
0+991.50	1+210.00	0.43	0.17	218.6319	0.219	0.035
1+210.00	1+401.36	0.44	0.21	191.3664	0.191	0.010
1+401.36	1+426.96	0.44	0.21	27.8375	0.028	0.427
1+426.96	1+545.96	0.4	0.13	118.7016	0.119	0.049
1+545.96	1+775.19	0.35	0.12	230.1722	0.230	0.066

P : 0.00083 m<sup>3</sup>/seg - Km                      Q<sub>p</sub> : 0.000249 m<sup>3</sup>/seg                      Q<sub>final</sub> : 0.04636 m<sup>3</sup>/seg

% Q<sub>per</sub> : 0.54%

%Ef.Tra : 99.46%



UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
 REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023

EVALUACION DEL CANAL MONTAÑAS: Q perdido y Eficiencia de Transporte

### 1. Perdidas por filtraciones en un canal de tierra

De acuerdo a la Formula empirica planteada por Kostiakov, se tiene la siguiente relación:

$$P = k * (b + 2.4 * y * \sqrt{1 + z^2}) * 1000 \quad \% Q_{perdido} = \frac{Q_p}{Q_i} * 100 \quad Q_p = P * L$$

Donde:

$P =$  perdida por infiltracion, en  $\frac{m^3}{seg} - km$

$b =$  ancho de la solera, en m

$y =$  tirante, en m

$Z =$  talud

Donde:

$Q_p =$  caudal perdido, en  $\frac{m^3}{seg}$

$Q_i =$  Caudal de ingreso, en  $\frac{m^3}{seg}$

$L =$  Longitud del canal

Valores de Coeficiente de Permeabilidad (cm/seg)	
0+000 - 0+600	2.2E-04
0+601 - 1+200	8.3E-05
1+201 - 1+1800	8.6E-05

#### TRAMO III: KM 0+900 - KM 0+983.5

Q : 0.04636 m<sup>3</sup>/seg                      b : 0.6 m                      y : 0.17 m  
 S : 0.0830 m/m                      L : 0.0840 Km                      Z : 0.0000 m/m  
 K : 8.3E-05 cm/seg                      K : 8.3E-07 m/seg                      n : 0.035

TABLA DE DATOS PARA EL CALCULO DE LA PERDIDA DE INFILTRACION CON LA METODOLOGIA DE KOSTIAKOV

PROGRESIVAS		Ancho de Canal promedio (m)	Tirante del Canal Promedio (m)	Longitud (m)	Longitud (km)	Pendiente de Canal
INICIO	FIN					
0+000.00	0+600.00	0.51	0.14	600.0847	0.600	0.017
0+600.00	0+900.00	0.6	0.17	300.0337	0.300	0.015
0+900.00	0+983.50	0.6	0.17	83.7795	0.084	0.083
0+983.50	0+991.50	0.6	0.17	11.0025	0.011	0.942
0+991.50	1+210.00	0.43	0.17	218.6319	0.219	0.035
1+210.00	1+401.36	0.44	0.21	191.3664	0.191	0.010
1+401.36	1+426.96	0.44	0.21	27.8375	0.028	0.427
1+426.96	1+545.96	0.4	0.13	118.7016	0.119	0.049
1+545.96	1+775.19	0.35	0.12	230.1722	0.230	0.066

P : 0.00083 m<sup>3</sup>/seg - Km                      Q<sub>p</sub> : 0.000070 m<sup>3</sup>/seg                      Q<sub>final</sub> : 0.04629 m<sup>3</sup>/seg

% Q<sub>per</sub> : 0.15%

%Ef.Tra : 99.85%



UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023

EVALUACION DEL CANAL MONTAÑAS: Q perdido y Eficiencia de Transporte

### 1. Perdidas por filtraciones en un canal de tierra

De acuerdo a la Formula empirica planteada por Kostiakov, se tiene la siguiente relación:

$$P = k * (b + 2.4 * y * \sqrt{1 + z^2}) * 1000 \quad \% Q_{perdido} = \frac{Q_p}{Q_i} * 100 \quad Q_p = P * L$$

Donde:

$P =$  perdida por infiltracion, en  $\frac{m^3}{seg} - km$

$b =$  ancho de la solera, en m

$y =$  tirante, en m

$Z =$  talud

Donde:

$Q_p =$  caudal perdido, en  $\frac{m^3}{seg}$

$Q_i =$  Caudal de ingreso, en  $\frac{m^3}{seg}$

$L =$  Longitud del canal

Valores de Coeficiente de Permeabilidad (cm/seg)

0+000 - 0+600	2.2E-04
0+601 - 1+200	8.3E-05
1+201 - 1+1800	8.6E-05

#### TRAMO IV: KM 0+983.50 - KM 0+991.50

Q : 0.04629 m <sup>3</sup> /seg	b : 0.6 m	y : 0.17 m
S : 0.9420 m/m	L : 0.0110 Km	Z : 0.0000 m/m
K : 8.3E-05 cm/seg	K : 8.3E-07 m/seg	n : 0.035

TABLA DE DATOS PARA EL CALCULO DE LA PERDIDA DE INFILTRACION CON LA METODOLOGIA DE KOSTIAKOV

PROGRESIVAS		Ancho de Canal promedio (m)	Tirante del Canal Promedio (m)	Longitud (m)	Longitud (km)	Pendiente de Canal
INICIO	FIN					
0+000.00	0+600.00	0.51	0.14	600.0847	0.600	0.017
0+600.00	0+900.00	0.6	0.17	300.0337	0.300	0.015
0+900.00	0+983.50	0.6	0.17	83.7795	0.084	0.083
0+983.50	0+991.50	0.6	0.17	11.0025	0.011	0.942
0+991.50	1+210.00	0.43	0.17	218.6319	0.219	0.035
1+210.00	1+401.36	0.44	0.21	191.3664	0.191	0.010
1+401.36	1+426.96	0.44	0.21	27.8375	0.028	0.427
1+426.96	1+545.96	0.4	0.13	118.7016	0.119	0.049
1+545.96	1+775.19	0.35	0.12	230.1722	0.230	0.066

P : 0.00083 m<sup>3</sup>/seg - Km      Q<sub>p</sub> : 0.000009 m<sup>3</sup>/seg      Q<sub>final</sub> : 0.04628 m<sup>3</sup>/seg

% Q<sub>per</sub> : 0.02%

%Ef.Tra : 99.98%



UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023

EVALUACION DEL CANAL MONTAÑAS: Q perdido y Eficiencia de Transporte

### 1. Perdidas por filtraciones en un canal de tierra

De acuerdo a la Formula empirica planteada por Kostiakov, se tiene la siguiente relación:

$$P = k * (b + 2.4 * y * \sqrt{1 + z^2}) * 1000 \quad \% Q_{perdido} = \frac{Q_p}{Q_i} * 100 \quad Q_p = P * L$$

Donde:

$P =$  perdida por infiltracion, en  $\frac{m^3}{seg} - km$

$b =$  ancho de la solera, en m

$y =$  tirante, en m

$Z =$  talud

Donde:

$Q_p =$  caudal perdido, en  $\frac{m^3}{seg}$

$Q_i =$  Caudal de ingreso, en  $\frac{m^3}{seg}$

$L =$  Longitud del canal

Valores de Coeficiente de Permeabilidad (cm/seg)

0+000 - 0+600	2.2E-04
0+601 - 1+200	8.3E-05
1+201 - 1+1800	8.6E-05

#### TRAMO V: KM 0+991.50 - KM 1+210

Q : 0.04628 m<sup>3</sup>/seg

b : 0.43 m

y : 0.17 m

S : 0.0350 m/m

L : 0.2190 Km

Z : 0.0000 m/m

K : 8.3E-05 cm/seg

K : 8.3E-07 m/seg

n : 0.035

TABLA DE DATOS PARA EL CALCULO DE LA PERDIDA DE INFILTRACION CON LA METODOLOGIA DE KOSTIAKOV

PROGRESIVAS		Ancho de Canal promedio (m)	Tirante del Canal Promedio (m)	Longitud (m)	Longitud (km)	Pendiente de Canal
INICIO	FIN					
0+000.00	0+600.00	0.51	0.14	600.0847	0.600	0.017
0+600.00	0+900.00	0.6	0.17	300.0337	0.300	0.015
0+900.00	0+983.50	0.6	0.17	83.7795	0.084	0.083
0+983.50	0+991.50	0.6	0.17	11.0025	0.011	0.942
0+991.50	1+210.00	0.43	0.17	218.6319	0.219	0.035
1+210.00	1+401.36	0.44	0.21	191.3664	0.191	0.010
1+401.36	1+426.96	0.44	0.21	27.8375	0.028	0.427
1+426.96	1+545.96	0.4	0.13	118.7016	0.119	0.049
1+545.96	1+775.19	0.35	0.12	230.1722	0.230	0.066

P : 0.00069 m<sup>3</sup>/seg - Km

Q<sub>p</sub> : 0.000151 m<sup>3</sup>/seg

Q<sub>final</sub> : 0.04613 m<sup>3</sup>/seg

% Q<sub>per</sub> : 0.33%

%Ef.Tra : 99.67%





UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023

EVALUACION DEL CANAL MONTAÑAS: Q perdido y Eficiencia de Transporte

### 1. Perdidas por filtraciones en un canal de tierra

De acuerdo a la Formula empirica planteada por Kostiakov, se tiene la siguiente relación:

$$P = k * (b + 2.4 * y * \sqrt{1 + z^2}) * 1000 \quad \% Q_{perdido} = \frac{Q_p}{Q_i} * 100 \quad Q_p = P * L$$

Donde:

$P =$  perdida por infiltracion, en  $\frac{m^3}{seg} - km$

$b =$  ancho de la solera, en m

$y =$  tirante, en m

$Z =$  talud

Donde:

$Q_p =$  caudal perdido, en  $\frac{m^3}{seg}$

$Q_i =$  Caudal de ingreso, en  $\frac{m^3}{seg}$

$L =$  Longitud del canal

Valores de Coeficiente de Permeabilidad (cm/seg)	
0+000 - 0+600	2.2E-04
0+601 - 1+200	8.3E-05
1+201 - 1+1800	8.6E-05

#### TRAMO VI: KM 1+210 - KM 1+401.36

Q : 0.04613 m <sup>3</sup> /seg	b : 0.44 m	y : 0.21 m
S : 0.0100 m/m	L : 0.1910 Km	Z : 0.0000 m/m
K : 8.6E-05 cm/seg	K : 8.6E-07 m/seg	n : 0.035

TABLA DE DATOS PARA EL CALCULO DE LA PERDIDA DE INFILTRACION CON LA METODOLOGIA DE KOSTIAKOV

PROGRESIVAS		Ancho de Canal promedio (m)	Tirante del Canal Promedio (m)	Longitud (m)	Longitud (km)	Pendiente de Canal
INICIO	FIN					
0+000.00	0+600.00	0.51	0.14	600.0847	0.600	0.017
0+600.00	0+900.00	0.6	0.17	300.0337	0.300	0.015
0+900.00	0+983.50	0.6	0.17	83.7795	0.084	0.083
0+983.50	0+991.50	0.6	0.17	11.0025	0.011	0.942
0+991.50	1+210.00	0.43	0.17	218.6319	0.219	0.035
1+210.00	1+401.36	0.44	0.21	191.3664	0.191	0.010
1+401.36	1+426.96	0.44	0.21	27.8375	0.028	0.427
1+426.96	1+545.96	0.4	0.13	118.7016	0.119	0.049
1+545.96	1+775.19	0.35	0.12	230.1722	0.230	0.066

P : 0.00082 m<sup>3</sup>/seg - Km      Q<sub>p</sub> : 0.000156 m<sup>3</sup>/seg      Q<sub>final</sub> : 0.04597 m<sup>3</sup>/seg

% Q<sub>per</sub> : 0.34%

%Ef.Tra : 99.66%



UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023

EVALUACION DEL CANAL MONTAÑAS: Q perdido y Eficiencia de Transporte

### 1. Perdidas por filtraciones en un canal de tierra

De acuerdo a la Formula empirica planteada por Kostiakov, se tiene la siguiente relación:

$$P = k * (b + 2.4 * y * \sqrt{1 + z^2}) * 1000 \quad \% Q_{perdido} = \frac{Q_p}{Q_i} * 100 \quad Q_p = P * L$$

Donde:

$P =$  perdida por infiltracion, en  $\frac{m^3}{seg} - km$

$b =$  ancho de la solera, en m

$y =$  tirante, en m

$Z =$  talud

Donde:

$Q_p =$  caudal perdido, en  $\frac{m^3}{seg}$

$Q_i =$  Caudal de ingreso, en  $\frac{m^3}{seg}$

$L =$  Longitud del canal

Valores de Coeficiente de Permeabilidad (cm/seg)	
0+000 - 0+600	2.2E-04
0+601 - 1+200	8.3E-05
1+201 - 1+1800	8.6E-05

#### TRAMO VII: KM 1+401.36 - KM 1+426.96

Q : 0.04597 m <sup>3</sup> /seg	b : 0.44 m	y : 0.021 m
S : 0.4270 m/m	L : 0.0280 Km	Z : 0.0000 m/m
K : 8.6E-05 cm/seg	K : 8.6E-07 m/seg	n : 0.035

TABLA DE DATOS PARA EL CALCULO DE LA PERDIDA DE INFILTRACION CON LA METODOLOGIA DE KOSTIAKOV

PROGRESIVAS		Ancho de Canal promedio (m)	Tirante del Canal Promedio (m)	Longitud (m)	Longitud (km)	Pendiente de Canal
INICIO	FIN					
0+000.00	0+600.00	0.51	0.14	600.0847	0.600	0.017
0+600.00	0+900.00	0.6	0.17	300.0337	0.300	0.015
0+900.00	0+983.50	0.6	0.17	83.7795	0.084	0.083
0+983.50	0+991.50	0.6	0.17	11.0025	0.011	0.942
0+991.50	1+210.00	0.43	0.17	218.6319	0.219	0.035
1+210.00	1+401.36	0.44	0.21	191.3664	0.191	0.010
1+401.36	1+426.96	0.44	0.21	27.8375	0.028	0.427
1+426.96	1+545.96	0.4	0.13	118.7016	0.119	0.049
1+545.96	1+775.19	0.35	0.12	230.1722	0.230	0.066

P : 0.00042 m<sup>3</sup>/seg - Km      Q<sub>p</sub> : 0.000012 m<sup>3</sup>/seg      Q<sub>final</sub> : 0.04596 m<sup>3</sup>/seg

% Q<sub>per</sub> : 0.03%

%Ef.Tra : 99.97%



UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPAI PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
 REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023

EVALUACION DEL CANAL MONTAÑAS: Q perdido y Eficiencia de Transporte

1. Perdidas por filtraciones en un canal de tierra

De acuerdo a la Formula empirica planteada por Kostiakov, se tiene la siguiente relación:

$$P = k * (b + 2.4 * y * \sqrt{1 + z^2}) * 1000 \quad \% Q_{perdido} = \frac{Q_p}{Q_i} * 100 \quad Q_p = P * L$$

Donde:

$P =$  perdida por infiltracion, en  $\frac{m^3}{seg} - km$

$b =$  ancho de la solera, en m

$y =$  tirante, en m

$Z =$  talud

Donde:

$Q_p =$  caudal perdido, en  $\frac{m^3}{seg}$

$Q_i =$  Caudal de ingreso, en  $\frac{m^3}{seg}$

$L =$  Longitud del canal

Valores de Coeficiente de Permeabilidad (cm/seg)	
0+000 - 0+600	2.2E-04
0+601 - 1+200	8.3E-05
1+201 - 1+1800	8.6E-05

TRAMO VIII: KM 1+1426 - km 1+ 545.52

Q : 0.04596 m<sup>3</sup>/seg      b : 0.4 m      y : 0.13 m  
 S : 0.0490 m/m      L : 0.1190 Km      Z : 0.0000 m/m  
 K : 8.6E-05 cm/seg      K : 8.6E-07 m/seg      n : 0.035

TABLA DE DATOS PARA EL CALCULO DE LA PERDIDA DE INFILTRACION CON LA METODOLOGIA DE KOSTIAKOV

PROGRESIVAS		Ancho de Canal promedio (m)	Tirante del Canal Promedio (m)	Longitud (m)	Longitud (km)	Pendiente de Canal
INICIO	FIN					
0+000.00	0+600.00	0.51	0.14	600.0847	0.600	0.017
0+600.00	0+900.00	0.6	0.17	300.0337	0.300	0.015
0+900.00	0+983.50	0.6	0.17	83.7795	0.084	0.083
0+983.50	0+991.50	0.6	0.17	11.0025	0.011	0.942
0+991.50	1+210.00	0.43	0.17	218.6319	0.219	0.035
1+210.00	1+401.36	0.44	0.21	191.3664	0.191	0.010
1+401.36	1+426.96	0.44	0.21	27.8375	0.028	0.427
1+426.96	1+545.96	0.4	0.13	118.7016	0.119	0.049
1+545.96	1+775.19	0.35	0.12	230.1722	0.230	0.066

P : 0.00062 m<sup>3</sup>/seg - Km      Q<sub>p</sub> : 0.000073 m<sup>3</sup>/seg      Q<sub>final</sub> : 0.04589 m<sup>3</sup>/seg

% Q<sub>per</sub> : 0.16%

%Ef.Tra : 99.84%



UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023

EVALUACION DEL CANAL MONTAÑAS: Q perdido y Eficiencia de Transporte

### 1. Perdidas por filtraciones en un canal de tierra

De acuerdo a la Formula empirica planteada por Kostiakov, se tiene la siguiente relación:

$$P = k * (b + 2.4 * y * \sqrt{1 + z^2}) * 1000 \quad \% Q_{perdido} = \frac{Q_p}{Q_i} * 100 \quad Q_p = P * L$$

Donde:

$P =$  perdida por infiltracion, en  $\frac{m^3}{seg} - km$

$b =$  ancho de la solera, en m

$y =$  tirante, en m

$Z =$  talud

Donde:

$Q_p =$  caudal perdido, en  $\frac{m^3}{seg}$

$Q_i =$  Caudal de ingreso, en  $\frac{m^3}{seg}$

$L =$  Longitud del canal

Valores de Coeficiente de Permeabilidad (cm/seg)	
0+000 - 0+600	2.2E-04
0+601 - 1+200	8.3E-05
1+201 - 1+1800	8.6E-05

#### TRAMO IX: KM 1+545.52 - KM 1+775.19

Q : 0.04589 m<sup>3</sup>/seg      b : 0.35 m      y : 0.12 m  
S : 0.0660 m/m      L : 0.2300 Km      Z : 0.0000 m/m  
K : 8.6E-05 cm/seg      K : 8.6E-07 m/seg      n : 0.035

TABLA DE DATOS PARA EL CALCULO DE LA PERDIDA DE INFILTRACION CON LA METODOLOGIA DE KOSTIAKOV

PROGRESIVAS		Ancho de Canal promedio (m)	Tirante del Canal Promedio (m)	Longitud (m)	Longitud (km)	Pendiente de Canal
INICIO	FIN					
0+000.00	0+600.00	0.51	0.14	600.0847	0.600	0.017
0+600.00	0+900.00	0.6	0.17	300.0337	0.300	0.015
0+900.00	0+983.50	0.6	0.17	83.7795	0.084	0.083
0+983.50	0+991.50	0.6	0.17	11.0025	0.011	0.942
0+991.50	1+210.00	0.43	0.17	218.6319	0.219	0.035
1+210.00	1+401.36	0.44	0.21	191.3664	0.191	0.010
1+401.36	1+426.96	0.44	0.21	27.8375	0.028	0.427
1+426.96	1+545.96	0.4	0.13	118.7016	0.119	0.049
1+545.96	1+775.19	0.35	0.12	230.1722	0.230	0.066

P : 0.00055 m<sup>3</sup>/seg - Km      Q<sub>p</sub> : 0.000127 m<sup>3</sup>/seg      Q<sub>final</sub> : 0.04576 m<sup>3</sup>/seg

% Q<sub>per</sub> : 0.28%

%Ef.Tra : 99.72%



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO MONTAÑAS, CASERÍO DE NUNOCOTO, DISTRITO DE ACOPAMPA,  
CARHUAZ-ANCASH, 2023

UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023

EVALUACION DEL CANAL MONTAÑAS: Q perdido y Eficiencia de Transporte

#### RESUMEN DE CAUDAL PERDIDO Y EFICIENCIA HIDRAULICA POR TRAMOS EN EL CANAL MONTAÑAS

<b>PROGRESIVAS</b>		<b>Long. - m</b>	<b>Qini - m3</b>	<b>Qfin - m3</b>	<b>Q perdido (%)</b>	<b>Q perdido acum (%)</b>	<b>Eficiencia de hidrica acumulada</b>
<b>INICIO</b>	<b>FIN</b>						
0+000.00	0+600.00	600.0847	0.0477	0.0466	2.2881%	2.2881%	97.7119%
0+600.00	0+900.00	300.0337	0.0466	0.0464	0.5353%	2.8234%	97.1766%
0+900.00	0+983.50	83.7795	0.0464	0.0463	0.1507%	2.9741%	97.0259%
0+983.50	0+991.50	11.0025	0.0463	0.0463	0.0198%	2.9938%	97.0062%
0+991.50	1+210.00	218.6319	0.0463	0.0461	0.3272%	3.3210%	96.6790%
1+210.00	1+401.36	191.3664	0.0461	0.0460	0.3377%	3.6587%	96.3413%
1+401.36	1+426.96	27.8375	0.0460	0.0460	0.0258%	3.6845%	96.3155%
1+426.96	1+545.96	118.7016	0.0460	0.0459	0.1593%	3.8438%	96.1562%
1+545.96	1+775.19	230.1722	0.0459	0.0458	0.2763%	4.1201%	95.8799%

Anexo 11. Evaluación de la eficiencia del Canal Montañas con la propuesta de mejoramiento etapa post test por el método aplicado por Justiniano Obregón y el Software HCanales.



UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPAMPA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
 REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023

**EVALUACION DEL CANAL CON REVESTIMIENTO: Q perdido y Eficiencia de Transporte**

**1. Perdidas por filtraciones en un canal revestido**

Según villon (2021) indica que para realizar el calculo de las perdidas por infiltraciones en canales revestidos se puede usar la siguiente formula experimental:

$$P = k * \frac{y}{e} * (b + y * \sqrt{1 + z^2}) * 1000 \quad \% Q_{perdido} = \frac{Q_p}{Q_i} * 100 \quad Q_p = P * L$$

Donde:

$P =$  perdida por infiltracion, en  $\frac{m^3}{seg} - km$

$e =$  espesor del revestimiento, en m

$b =$  ancho de la solera, en m

$y =$  tirante, en m

$Z =$  talud

Donde:

$Q_p =$  caudal perdido, en  $\frac{m^3}{seg}$

$Q_i =$  Caudal de ingreso, en  $\frac{m^3}{seg}$

$L =$  Longitud del canal

**TRAMO I: KM 0+000 - KM 0+900**

Q :	0.03	m <sup>3</sup> /seg	b :	0.3	m	y :	0.0791	m
S :	0.0162	m/m	L :	0.9001	Km	Z :	0.0000	m/m
K :	5.1E-06	cm/seg	K :	5.1E-08	m/seg	n :	0.014	

Para la verificacion del calculo de las infiltraciones se realizo con el uso del Software Hcanales 3.1

**Datos:**

Caudal (Q):  m<sup>3</sup>/s

Ancho de solera (b):  m

Talud (Z):

Rugosidad (n):

Pendiente (S):  m/m

Longitud canal (L):  Km

**Resultados hidráulicos parciales:**

Tirante normal (y):  m

Area hidráulica (A):  m<sup>2</sup>

Perímetro (p):  m

Espejo de agua (T):  m

Velocidad (v):  m/s

**Canales en tierra**

**Otros datos:**

Espesor revestimiento (e):  m

Permeabilidad del revestimiento, hormigón (K):  cm/s

**Resultados:**

Pérdidas/km (P):  m<sup>3</sup>/s-km

Q perdido:  m<sup>3</sup>/s

Q final:  m<sup>3</sup>/s

% pérdidas:  %

**Canales revestidos**



P : 0.00002 m<sup>3</sup>/seg - Km      Qp : 0.000014 m<sup>3</sup>/seg      Qfinal : 0.02999 m<sup>3</sup>/seg  
 % Qper : 0.05%      %Ef.Tra : 99.95%



UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPAMPA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
 REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023

**EVALUACION DEL CANAL CON REVESTIMIENTO: Q perdido y Eficiencia de Transporte**

**1. Perdidas por filtraciones en un canal revestido**

Según villon (2021) indica que para realizar el calculo de las perdidas por infiltraciones en canales revestidos se puede usar la siguiente formula experimental:

$$P = k * \frac{y}{e} * (b + y * \sqrt{1 + z^2}) * 1000 \quad \% Q_{perdido} = \frac{Q_p}{Q_i} * 100 \quad Q_p = P * L$$

Donde:

$P =$  perdida por infiltracion, en  $\frac{m^3}{seg} - km$

$e =$  espesor del revestimiento, en m

$b =$  ancho de la solera, en m

$y =$  tirante, en m

$Z =$  talud

Donde:

$Q_p =$  caudal perdido, en  $\frac{m^3}{seg}$

$Q_i =$  Caudal de ingreso, en  $\frac{m^3}{seg}$

$L =$  Longitud del canal

**TRAMO II: KM 0+900 - KM 0+979.78**

Q : 0.02999 m <sup>3</sup> /seg	b : 0.3 m	y : 0.0462 m
S : 0.0794 m/m	L : 0.0800 Km	Z : 0.0000 m/m
K : 2.0E-06 cm/seg	K : 2.0E-08 m/seg	n : 0.014

Para la verificacion del calculo de las infiltraciones se realizo con el uso del Software Hcanales 3.1

**Datos:**

Caudal (Q):  m<sup>3</sup>/s

Ancho de solera (b):  m

Talud (Z):

Rugosidad (n):

Pendiente (S):  m/m

Longitud canal (L):  Km

**Resultados hidráulicos parciales:**

Tirante normal (y):  m

Area hidráulica (A):  m<sup>2</sup>

Perímetro (p):  m

Espejo de agua (T):  m

Velocidad (v):  m/s

**Canales en tierra**

**Otros datos:**

Espesor revestimiento (e):  m

Permeabilidad del revestimiento, hormigón (K):  cm/s

**Resultados:**

Pérdidas/km (P):  m<sup>3</sup>/s-km

Q perdido:  m<sup>3</sup>/s

Q final:  m<sup>3</sup>/s

% pérdidas:  %

**Canales revestidos**



P : 0.00000 m<sup>3</sup>/seg - Km      Qp : 0.0000003 m<sup>3</sup>/seg      Qfinal : 0.02999 m<sup>3</sup>/seg  
 % Qper : 0.00%      %Ef.Tra : 100.00%





UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPAMPA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
 REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023

**EVALUACION DEL CANAL CON REVESTIMIENTO: Q perdido y Eficiencia de Transporte**

**1. Perdidas por filtraciones en un canal revestido**

Según villon (2021) indica que para realizar el calculo de las perdidas por infiltraciones en canales revestidos se puede usar la siguiente formula experimental:

$$P = k * \frac{y}{e} * (b + y * \sqrt{1 + z^2}) * 1000$$

$$\% Q_{perdido} = \frac{Q_p}{Q_i} * 100$$

$$Q_p = P * L$$

Donde:

Donde:

$P$  = perdida por infiltracion, en  $\frac{m^3}{seg} - km$

$Q_p$  = caudal perdido, en  $\frac{m^3}{seg}$

$e$  = espesor del revestimiento, en m

$Q_i$  = Caudal de ingreso, en  $\frac{m^3}{seg}$

$b$  = ancho de la solera, en m

$L$  = Longitud del canal

$y$  = tirante, en m

$Z$  = talud

**TRAMO III: KM 0+979.78 - KM 1+000**

Q : 0.02999 m<sup>3</sup>/seg

b : 0.3 m

y : 0.0266 m

S : 0.4352 m/m

L : 0.0221 Km

Z : 0.0000 m/m

K : 2.0E-06 cm/seg

K : 2.0E-08 m/seg

n : 0.014

Para la verificacion del calculo de las infiltraciones se realizo con el uso del Software Hcanales 3.1

Datos:	Canales en tierra	Canales revestidos
Caudal (Q): <input type="text" value="0.02999"/> m <sup>3</sup> /s	<b>Otros datos:</b>	
Ancho de solera (b): <input type="text" value="0.3"/> m	Espesor revestimiento (e): <input type="text" value="0.1"/> m	
Talud (Z): <input type="text" value="0"/>	Permeabilidad del revestimiento, hormigón (K): <input type="text" value="0.00000505"/> cm/s	
Rugosidad (n): <input type="text" value="0.014"/>	<b>Resultados:</b>	
Pendiente (S): <input type="text" value="0.4352"/> m/m	Pérdidas/km (P): <input type="text" value="0.0000"/> m <sup>3</sup> /s-km	
Longitud canal (L): <input type="text" value="0.022052"/> Km	Q perdido: <input type="text" value="0.0000"/> m <sup>3</sup> /s	
	Q final: <input type="text" value="0.0300"/> m <sup>3</sup> /s	
	% pérdidas: <input type="text" value="0.00"/> %	
<b>Resultados hidráulicos parciales:</b>		
Tirante normal (y): <input type="text" value="0.0266"/> m		
Area hidráulica (A): <input type="text" value="0.0080"/> m <sup>2</sup>		
Perímetro (p): <input type="text" value="0.3531"/> m		
Espejo de agua (T): <input type="text" value="0.3000"/> m		
Velocidad (v): <input type="text" value="3.7631"/> m/s		

P : 0.00000 m<sup>3</sup>/seg - Km

Q<sub>p</sub> : 0.0000000 m<sup>3</sup>/seg

Q<sub>final</sub> : 0.02999 m<sup>3</sup>/seg

% Q<sub>per</sub> : 0.00%

%Ef.Tra : 100.00%



**UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPAMPA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH**  
**REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023**

**EVALUACION DEL CANAL CON REVESTIMIENTO: Q perdido y Eficiencia de Transporte**

**1. Perdidas por filtraciones en un canal revestido**

Según villon (2021) indica que para realizar el calculo de las perdidas por infiltraciones en canales revestidos se puede usar la siguiente formula experimental:

$$P = k * \frac{y}{e} * (b + y * \sqrt{1 + z^2}) * 1000 \qquad \% Q_{perdido} = \frac{Q_p}{Q_i} * 100 \qquad Q_p = P * L$$

Donde:

$P =$  perdida por infiltracion, en  $\frac{m^3}{seg} - km$   
 $e =$  espesor del revestimiento, en m  
 $b =$  ancho de la solera, en m  
 $y =$  tirante, en m  
 $Z =$  talud

Donde:

$Q_p =$  caudal perdido, en  $\frac{m^3}{seg}$   
 $Q_i =$  Caudal de ingreso, en  $\frac{m^3}{seg}$   
 $L =$  Longitud del canal

**TRAMO IV: KM 1+000 - KM 1+180**

Q : 0.02999 m <sup>3</sup> /seg	b : 0.3 m	y : 0.0604 m
S : 0.0355 m/m	L : 0.1801 Km	Z : 0.0000 m/m
K : 2.0E-06 cm/seg	K : 2.0E-08 m/seg	n : 0.014

Para la verificacion del calculo de las infiltraciones se realizo con el uso del Software Hcanales 3.1

**Datos:**

Caudal (Q):  m<sup>3</sup>/s

Ancho de solera (b):  m

Talud (Z):

Rugosidad (n):

Pendiente (S):  m/m

Longitud canal (L):  Km

**Resultados hidráulicos parciales:**

Tirante normal (y):  m

Area hidráulica (A):  m<sup>2</sup>

Perímetro (p):  m

Espejo de agua (T):  m

Velocidad (v):  m/s

**Canales en tierra**

**Otros datos:**

Espesor revestimiento (e):  m

Permeabilidad del revestimiento, hormigón (K):  cm/s

**Resultados:**

Pérdidas/km (P):  m<sup>3</sup>/s-km

Q perdido:  m<sup>3</sup>/s

Q final:  m<sup>3</sup>/s

% pérdidas:  %

**Canales revestidos**



P : 0.00000 m<sup>3</sup>/seg - Km      Qp : 0.0000008 m<sup>3</sup>/seg      Qfinal : 0.029985 m<sup>3</sup>/seg

% Qper : 0.003%

%Ef.Tra : 100.00%



UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPAMPA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
 REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023

**EVALUACION DEL CANAL CON REVESTIMIENTO: Q perdido y Eficiencia de Transporte**

**1. Perdidas por filtraciones en un canal revestido**

Según villon (2021) indica que para realizar el calculo de las perdidas por infiltraciones en canales revestidos se puede usar la siguiente formula experimental:

$$P = k * \frac{y}{e} * (b + y * \sqrt{1 + z^2}) * 1000 \quad \% Q_{perdido} = \frac{Q_p}{Q_i} * 100 \quad Q_p = P * L$$

Donde:

$P =$  perdida por infiltracion, en  $\frac{m^3}{seg} - km$   
 $e =$  espesor del revestimiento, en m  
 $b =$  ancho de la solera, en m  
 $y =$  tirante, en m  
 $Z =$  talud

Donde:

$Q_p =$  caudal perdido, en  $\frac{m^3}{seg}$   
 $Q_i =$  Caudal de ingreso, en  $\frac{m^3}{seg}$   
 $L =$  Longitud del canal

**TRAMO V: KM 1+180 - KM 1+390**

Q : 0.029985 m3/seg	b : 0.3 m	y : 0.08844 m
S : 0.0118 m/m	L : 0.2100 Km	Z : 0.0000 m/m
K : 2.0E-06 cm/seg	K : 2.0E-08 m/seg	n : 0.014

Para la verificacion del calculo de las infiltraciones se realizo con el uso del Software Hcanales 3.1

**Datos:**

Caudal (Q):  m3/s

Ancho de solera (b):  m

Talud (Z):

Rugosidad (n):

Pendiente (S):  m/m

Longitud canal (L):  Km

**Resultados hidráulicos parciales:**

Tirante normal (y):  m

Area hidráulica (A):  m2

Perímetro (p):  m

Espejo de agua (T):  m

Velocidad (v):  m/s

**Canales en tierra**

**Otros datos:**

Espesor revestimiento (e):  m

Permeabilidad del revestimiento, hormigón (K):  cm/s

**Resultados:**


Pérdidas/km (P):  m<sup>3</sup>/s-km

Q perdido:  m<sup>3</sup>/s

Q final:  m<sup>3</sup>/s

% pérdidas:  %

**Canales revestidos**



P : 0.00001 m3/seg - Km      Qp : 0.0000014 m3/seg      Qfinal : 0.02998 m3/seg

% Qper : 0.005%

%Ef.Tra : 100.00%



UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPAMPA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
 REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023

**EVALUACION DEL CANAL CON REVESTIMIENTO: Q perdido y Eficiencia de Transporte**

**1. Perdidas por filtraciones en un canal revestido**

Según villon (2021) indica que para realizar el calculo de las perdidas por infiltraciones en canales revestidos se puede usar la siguiente formula experimental:

$$P = k * \frac{y}{e} * (b + y * \sqrt{1 + z^2}) * 1000 \quad \% Q_{perdido} = \frac{Q_p}{Q_i} * 100 \quad Q_p = P * L$$

Donde:

$P =$  perdida por infiltracion, en  $\frac{m^3}{seg} - km$   
 $e =$  espesor del revestimiento, en m  
 $b =$  ancho de la solera, en m  
 $y =$  tirante, en m  
 $Z =$  talud

Donde:

$Q_p =$  caudal perdido, en  $\frac{m^3}{seg}$   
 $Q_i =$  Caudal de ingreso, en  $\frac{m^3}{seg}$   
 $L =$  Longitud del canal

**TRAMO VI: KM 1+390 - KM 1+440**

Q : 0.02998 m <sup>3</sup> /seg	b : 0.3 m	y : 0.0326 m
S : 0.2301 m/m	L : 0.0513 Km	Z : 0.0000 m/m
K : 2.0E-06 cm/seg	K : 2.0E-08 m/seg	n : 0.014

Para la verificacion del calculo de las infiltraciones se realizo con el uso del Software Hcanales 3.1

**Datos:**

Caudal (Q):  m<sup>3</sup>/s

Ancho de solera (b):  m

Talud (Z):

Rugosidad (n):

Pendiente (S):  m/m

Longitud canal (L):  Km

**Resultados hidráulicos parciales:**

Tirante normal (y):  m

Area hidráulica (A):  m<sup>2</sup>


Perímetro (p):  m

Espejo de agua (T):  m

Velocidad (v):  m/s

**Canales en tierra**

**Canales revestidos**



**Otros datos:**

Espesor revestimiento (e):  m

Permeabilidad del revestimiento, hormigón (K):  cm/s

**Resultados:**

Pérdidas/km (P):  m<sup>3</sup>/s-km

Q perdido:  m<sup>3</sup>/s

Q final:  m<sup>3</sup>/s

% pérdidas:  %

P : 0.00000 m<sup>3</sup>/seg - Km      Qp : 0.0000001 m<sup>3</sup>/seg      Qfinal : 0.029984 m<sup>3</sup>/seg

% Qper : 0.00%      %Ef.Tra : 100.00%



UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPAMPA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
 REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023

**EVALUACION DEL CANAL CON REVESTIMIENTO: Q perdido y Eficiencia de Transporte**

**1. Perdidas por filtraciones en un canal revestido**

Según villon (2021) indica que para realizar el calculo de las perdidas por infiltraciones en canales revestidos se puede usar la siguiente formula experimental:

$$P = k * \frac{y}{e} * (b + y * \sqrt{1 + z^2}) * 1000$$

$$\% Q_{perdido} = \frac{Q_p}{Q_i} * 100$$

$$Q_p = P * L$$

Donde:

$P =$  perdida por infiltracion, en  $\frac{m^3}{seg} - km$

$e =$  espesor del revestimiento, en m

$b =$  ancho de la solera, en m

$y =$  tirante, en m

$Z =$  talud

Donde:

$Q_p =$  caudal perdido, en  $\frac{m^3}{seg}$

$Q_i =$  Caudal de ingreso, en  $\frac{m^3}{seg}$

$L =$  Longitud del canal

**TRAMO VII: KM 1+440 - KM 1+540**

Q : 0.02998 m3/seg	b : 0.3 m	y : 0.0546 m
S : 0.0480 m/m	L : 0.1001 Km	Z : 0.0000 m/m
K : 2.0E-06 cm/seg	K : 2.0E-08 m/seg	n : 0.014

Para la verificacion del calculo de las infiltraciones se realizo con el uso del Software Hcanales 3.1

**Datos:**

Caudal (Q):  m3/s

Ancho de solera (b):  m

Talud (Z):

Rugosidad (n):

Pendiente (S):  m/m

Longitud canal (L):  Km

**Resultados hidráulicos parciales:**

Tirante normal (y):  m

Area hidráulica (A):  m2

Perímetro (p):  m

Espejo de agua (T):  m

Velocidad (v):  m/s

**Canales en tierra**

**Otros datos:**

Espesor revestimiento (e):  m

Permeabilidad del revestimiento, hormigón (K):  cm/s

**Resultados:**


Pérdidas/km (P):  m<sup>3</sup>/s-km

Q perdido:  m<sup>3</sup>/s

Q final:  m<sup>3</sup>/s

% pérdidas:  %

**Canales revestidos**



P : 0.00000 m3/seg - Km      Qp : 0.0000004 m3/seg      Qfinal : 0.029983 m3/seg

% Qper : 0.00%

%Ef.Tra : 100.00%





UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPAMPA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
 REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023

**EVALUACION DEL CANAL CON REVESTIMIENTO: Q perdido y Eficiencia de Transporte**

**1. Perdidas por filtraciones en un canal revestido**

Según villon (2021) indica que para realizar el calculo de las perdidas por infiltraciones en canales revestidos se puede usar la siguiente formula experimental:

$$P = k * \frac{y}{e} * (b + y * \sqrt{1 + z^2}) * 1000 \quad \% Q_{perdido} = \frac{Q_p}{Q_i} * 100 \quad Q_p = P * L$$

Donde:

$P$  = perdida por infiltracion, en  $\frac{m^3}{seg} - km$   
 $e$  = espesor del revestimiento, en  $m$   
 $b$  = ancho de la solera, en  $m$   
 $y$  = tirante, en  $m$   
 $Z$  = talud

Donde:

$Q_p$  = caudal perdido, en  $\frac{m^3}{seg}$   
 $Q_i$  = Caudal de ingreso, en  $\frac{m^3}{seg}$   
 $L$  = Longitud del canal

**TRAMO VIII: KM 1+540 - KM 1+565**

Q : 0.02998 m <sup>3</sup> /seg	b : 0.3 m	y : 0.0315 m
S : 0.2565 m/m	L : 0.0258 Km	Z : 0.0000 m/m
K : 2.0E-06 cm/seg	K : 2.0E-08 m/seg	n : 0.014

Para la verificacion del calculo de las infiltraciones se realizo con el uso del Software Hcanales 3.1

**Datos:**

Caudal (Q):  m<sup>3</sup>/s

Ancho de solera (b):  m

Talud (Z):

Rugosidad (n):

Pendiente (S):  m/m

Longitud canal (L):  Km

**Resultados hidráulicos parciales:**

Tirante normal (y):  m

Area hidráulica (A):  m<sup>2</sup>

Perímetro (p):  m

Espejo de agua (T):  m

Velocidad (v):  m/s

**Canales en tierra**

**Otros datos:**

Espesor revestimiento (e):  m

Permeabilidad del revestimiento, hormigón (K):  cm/s

**Resultados:**

Pérdidas/km (P):  m<sup>3</sup>/s-km

Q perdido:  m<sup>3</sup>/s

Q final:  m<sup>3</sup>/s

% pérdidas:  %

**Canales revestidos**



P : 0.00000 m<sup>3</sup>/seg - Km      Qp : 0.0000001 m<sup>3</sup>/seg      Qfinal : 0.029983 m<sup>3</sup>/seg  
 % Qper : 0.00%      %Ef.Tra : 99.9998%



UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPAMPA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
 REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023

**EVALUACION DEL CANAL CON REVESTIMIENTO: Q perdido y Eficiencia de Transporte**

**1. Perdidas por filtraciones en un canal revestido**

Según villon (2021) indica que para realizar el calculo de las perdidas por infiltraciones en canales revestidos se puede usar la siguiente formula experimental:

$$P = k * \frac{y}{e} * (b + y * \sqrt{1 + z^2}) * 1000 \quad \% Q_{perdido} = \frac{Q_p}{Q_i} * 100 \quad Q_p = P * L$$

Donde:

$P$  = perdida por infiltracion, en  $\frac{m^3}{seg} - km$   
 $e$  = espesor del revestimiento, en m  
 $b$  = ancho de la solera, en m  
 $y$  = tirante, en m  
 $Z$  = talud

Donde:

$Q_p$  = caudal perdido, en  $\frac{m^3}{seg}$   
 $Q_i$  = Caudal de ingreso, en  $\frac{m^3}{seg}$   
 $L$  = Longitud del canal

**TRAMO IX: KM 1+565 - KM 1+775.01**

Q : 0.02998 m <sup>3</sup> /seg	b : 0.3 m	y : 0.0315 m
S : 0.0399 m/m	L : 0.2102 Km	Z : 0.0000 m/m
K : 2.0E-06 cm/seg	K : 2.0E-08 m/seg	n : 0.014

Para la verificacion del calculo de las infiltraciones se realizo con el uso del Software Hcanales 3.1

**Datos:**

Caudal (Q):  m<sup>3</sup>/s

Ancho de solera (b):  m

Talud (Z):

Rugosidad (n):

Pendiente (S):  m/m

Longitud canal (L):  Km

**Resultados hidráulicos parciales:**

Tirante normal (y):  m

Area hidráulica (A):  m<sup>2</sup>

Perímetro (p):  m

Espejo de agua (T):  m

Velocidad (v):  m/s

**Canales en tierra**

**Otros datos:**

Espesor revestimiento (e):  m

Permeabilidad del revestimiento, hormigón (K):  cm/s

**Resultados:**


Pérdidas/km (P):  m<sup>3</sup>/s-km

Q perdido:  m<sup>3</sup>/s

Q final:  m<sup>3</sup>/s

% pérdidas:  %

**Canales revestidos**



P : 0.00000 m<sup>3</sup>/seg - Km      Qp : 0.0000004 m<sup>3</sup>/seg      Qfinal : 0.029983 m<sup>3</sup>/seg

% Qper : 0.00%

%Ef.Tra : 99.9985%



TESIS: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO HIDRÁULICO DEL CANAL  
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO MONTAÑAS, CASERÍO DE NUNOCOTO, DISTRITO DE ACOPAMPA,  
CARHUAZ-ANCASH, 2023

UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023

EVALUACION DEL CANAL CON REVESTIMIENTO: Q perdido y Eficiencia de Transporte

RESUMEN DE CAUDAL PERDIDO Y EFICIENCIA HIDRAULICA POR TRAMOS

TRAMO	Long. - m	Qini - %	Qperdido - %	Efic de Trans - %	Eficiencia hidrica acumulada - %
KM 0+000 - KM 0+900	900.12	30.00	0.0454%	99.9546%	99.95%
KM 0+900 - KM 0+979.78	80.03	29.99	0.0009%	99.9991%	99.95%
KM 0+979.78 - KM 1+000	22.05	29.99	0.0001%	99.9999%	99.95%
KM 1+000 - KM 1+180	180.11	29.99	0.0026%	99.9974%	99.95%
KM 1+180 - KM 1+390	210.01	29.99	0.0048%	99.9952%	99.95%
KM 1+390 - KM 1+440	51.31	29.98	0.0004%	99.9996%	99.95%
KM 1+440 - KM 1+540	100.12	29.98	0.0013%	99.9987%	99.94%
KM 1+540 - KM 1+565	25.81	29.98	0.0000%	100.0000%	99.94%
KM 1+565 - KM 1+775.01	210.18	29.98	0.0016%	99.9984%	99.94%



## Anexo N° 12. Prueba Estadística de la Investigación.

```

EXAMINE VARIABLES=PRETEST POSTEST DIFERENCIA
/PLOT NPLOT
/STATISTICS NONE
/CINTERVAL 95
/MISSING LISTWISE
/NOTOTAL.

```

## Explorar

[ConjuntoDatos0] E:\Ing. Civil\UNIVERSIDAD\10. Proyecto de Tesis II\Prueba Estadística.sav

### Resumen de procesamiento de casos

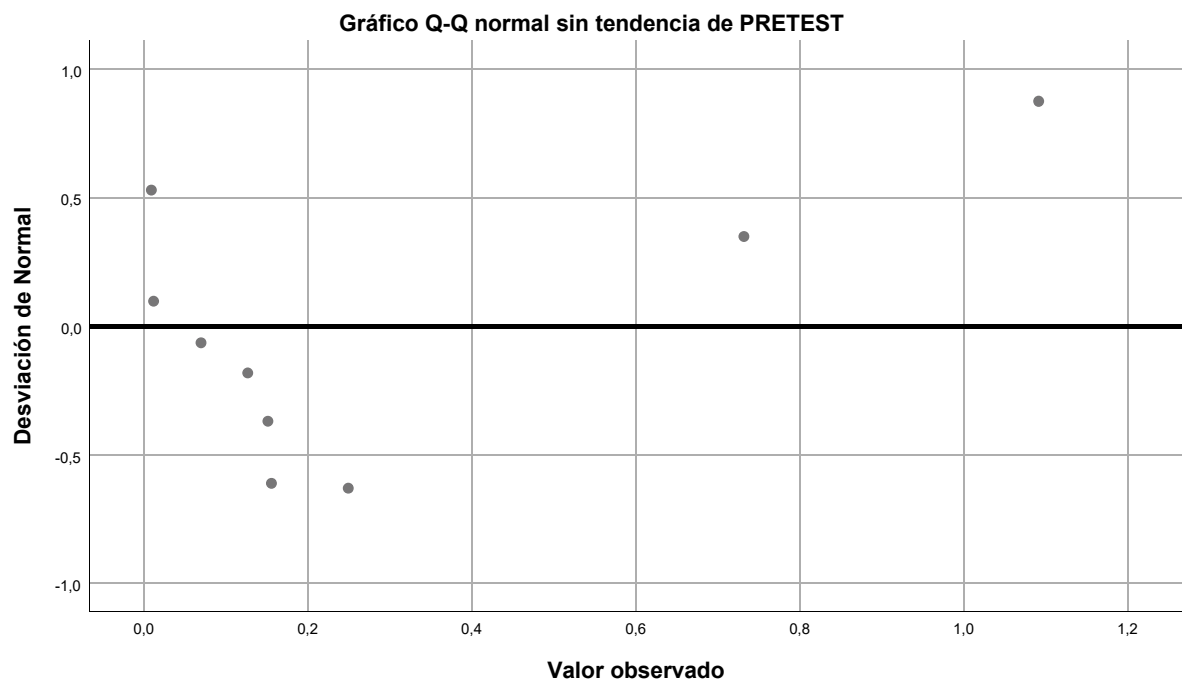
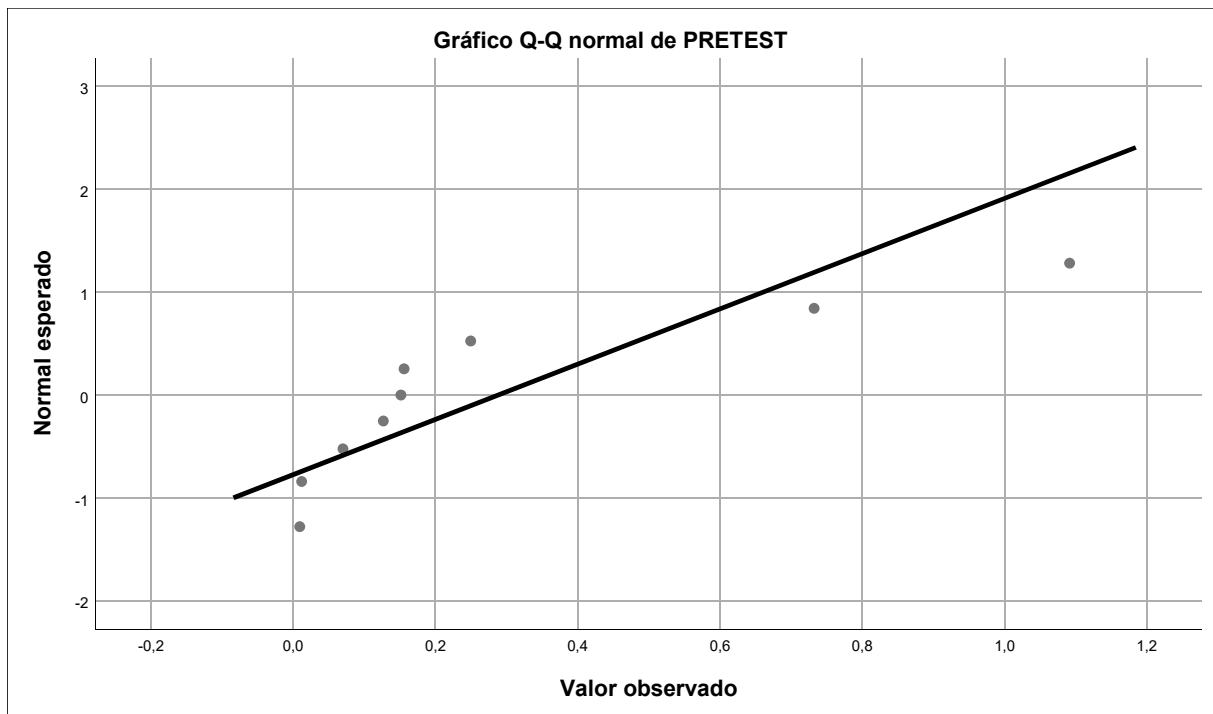
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PRETEST	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
POSTEST	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
DIFERENCIA	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%

### Pruebas de normalidad

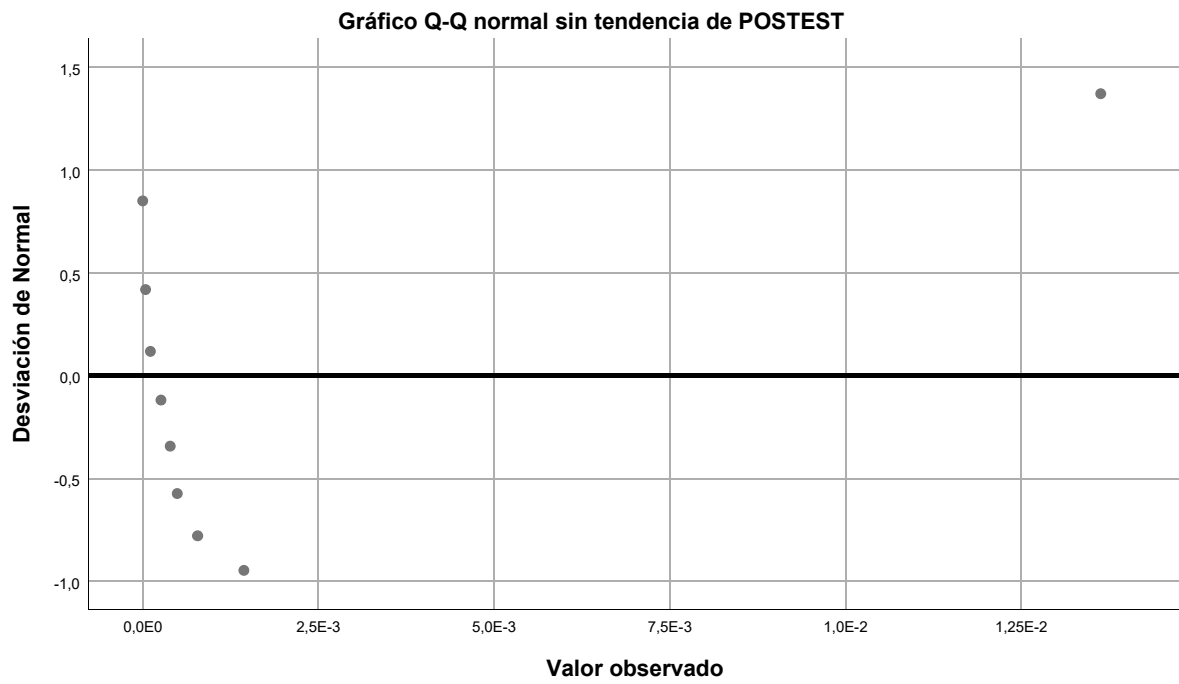
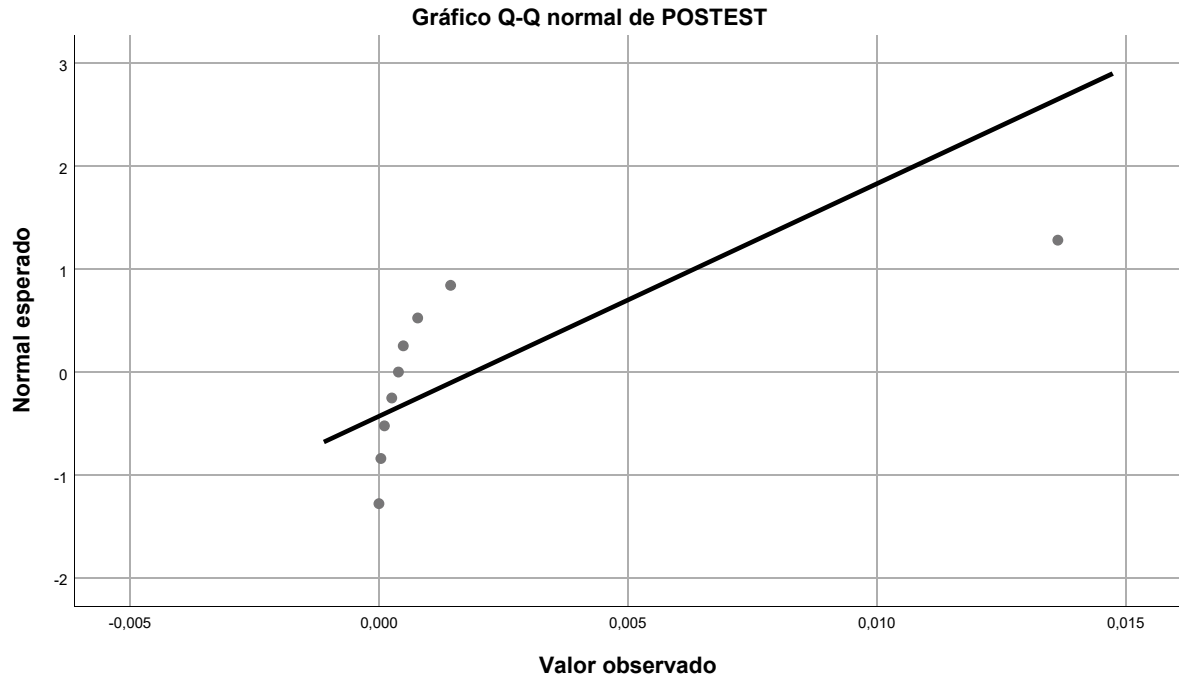
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PRETEST	,320	9	,009	,746	9	,005
POSTEST	,431	9	,000	,477	9	,000
DIFERENCIA	,318	9	,009	,747	9	,005

a. Corrección de significación de Lilliefors

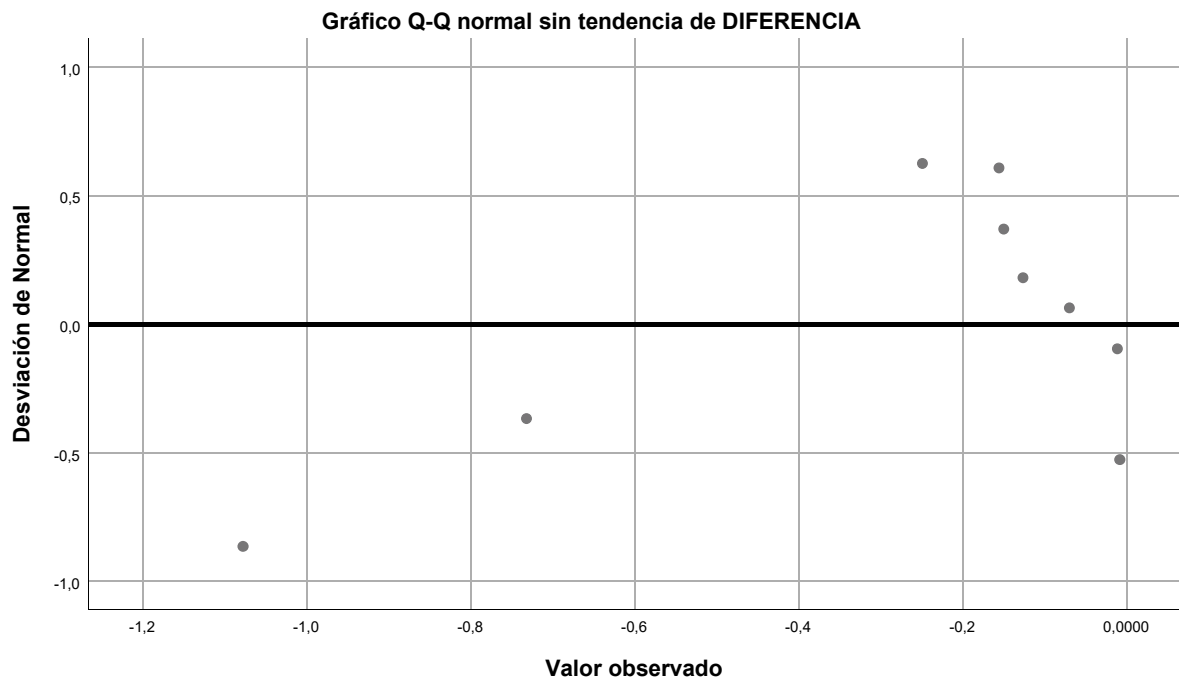
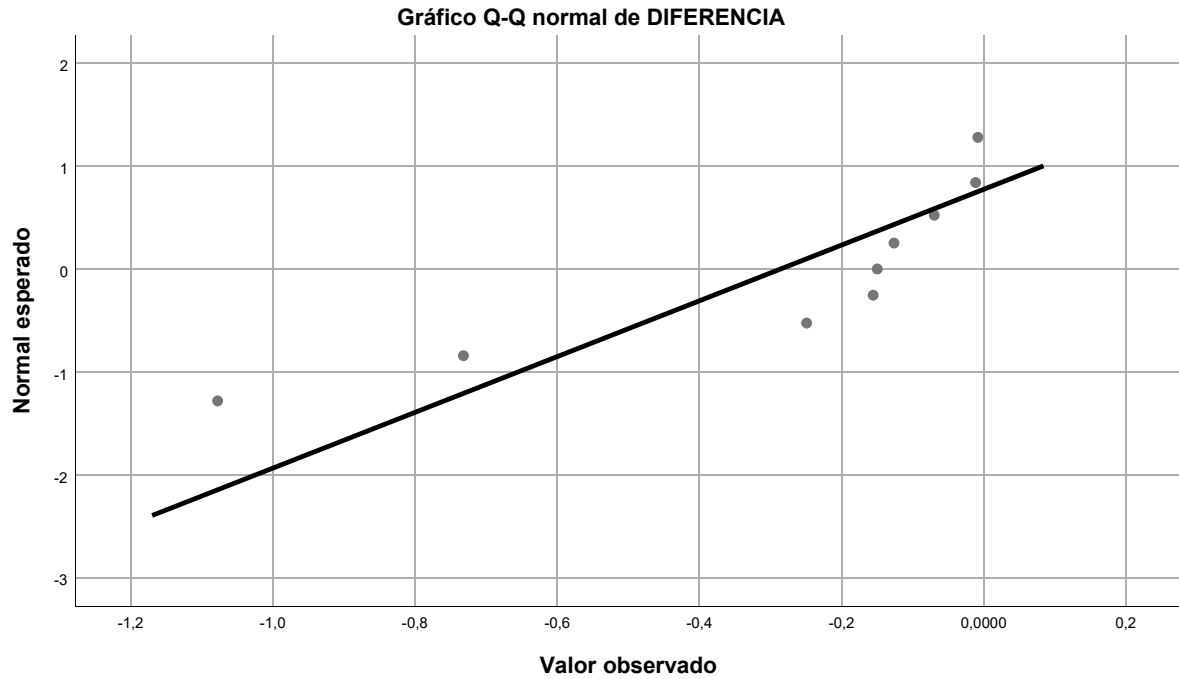
## PRETEST



**POSTEST**



**DIFERENCIA**



```

NPAR TESTS
  /WILCOXON=PRETEST WITH POSTEST (PAIRED)
  /MISSING ANALYSIS.

```

## Pruebas NPar

### Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

### Rangos

		N	Rango promedio	Suma de rangos
POSTEST - PRETEST	Rangos negativos	9 <sup>a</sup>	5,00	45,00
	Rangos positivos	0 <sup>b</sup>	,00	,00
	Empates	0 <sup>c</sup>		
	Total	9		

a. POSTEST < PRETEST

b. POSTEST > PRETEST

c. POSTEST = PRETEST

### Estadísticos de prueba<sup>a</sup>

	POSTEST - PRETEST
Z	-2,666 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,008

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

```

EXAMINE VARIABLES=PRETEST POSTEST
/PLOT NPLOT
/STATISTICS NONE
/CINTERVAL 95
/MISSING LISTWISE
/NOTOTAL.

```

## Explorar

### Resumen de procesamiento de casos

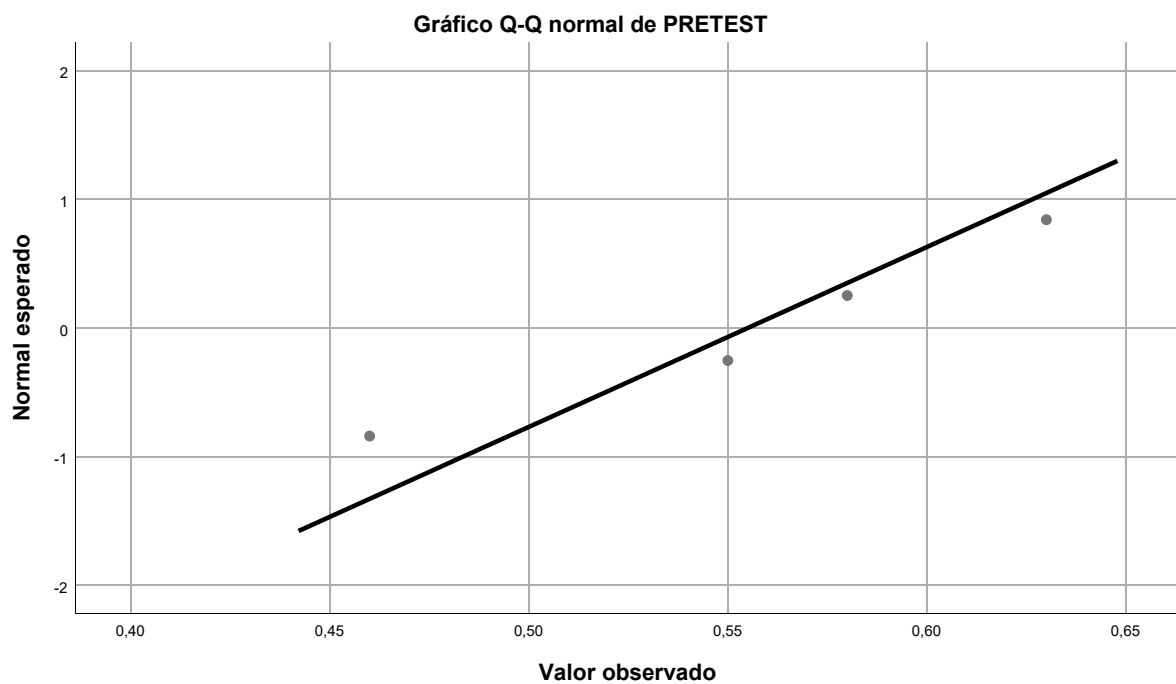
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PRETEST	4	44,4%	5	55,6%	9	100,0%
POSTEST	4	44,4%	5	55,6%	9	100,0%

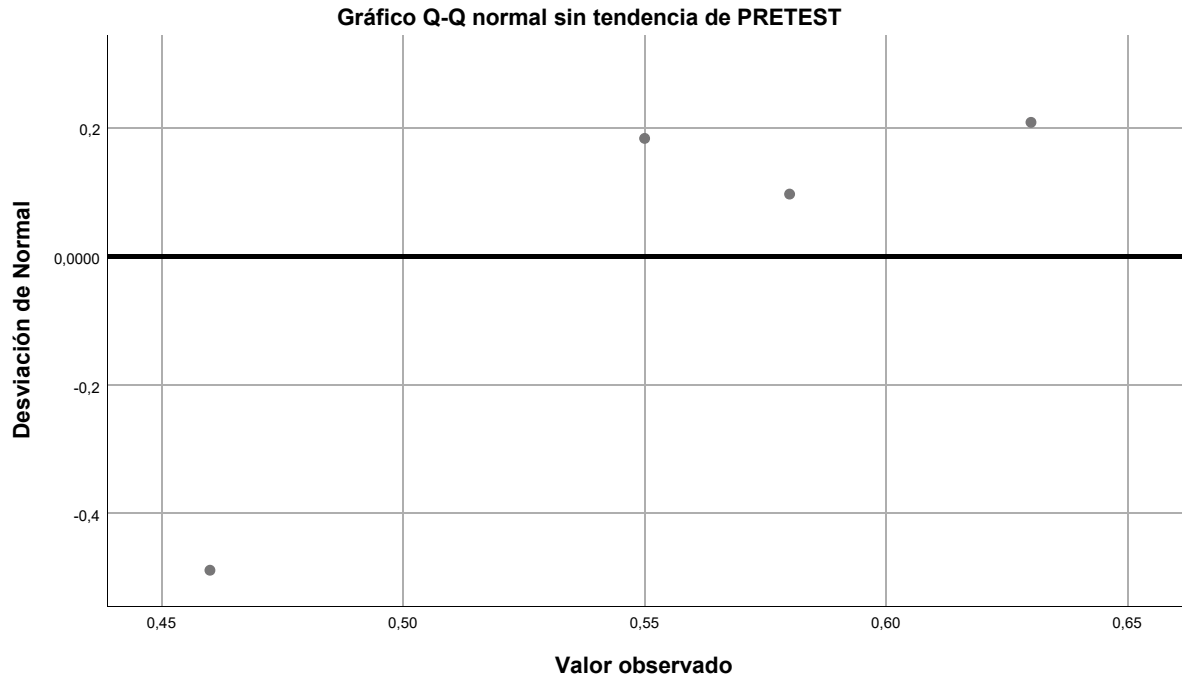
### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PRETEST	,222	4	.	,970	4	,842
POSTEST	,309	4	.	,880	4	,338

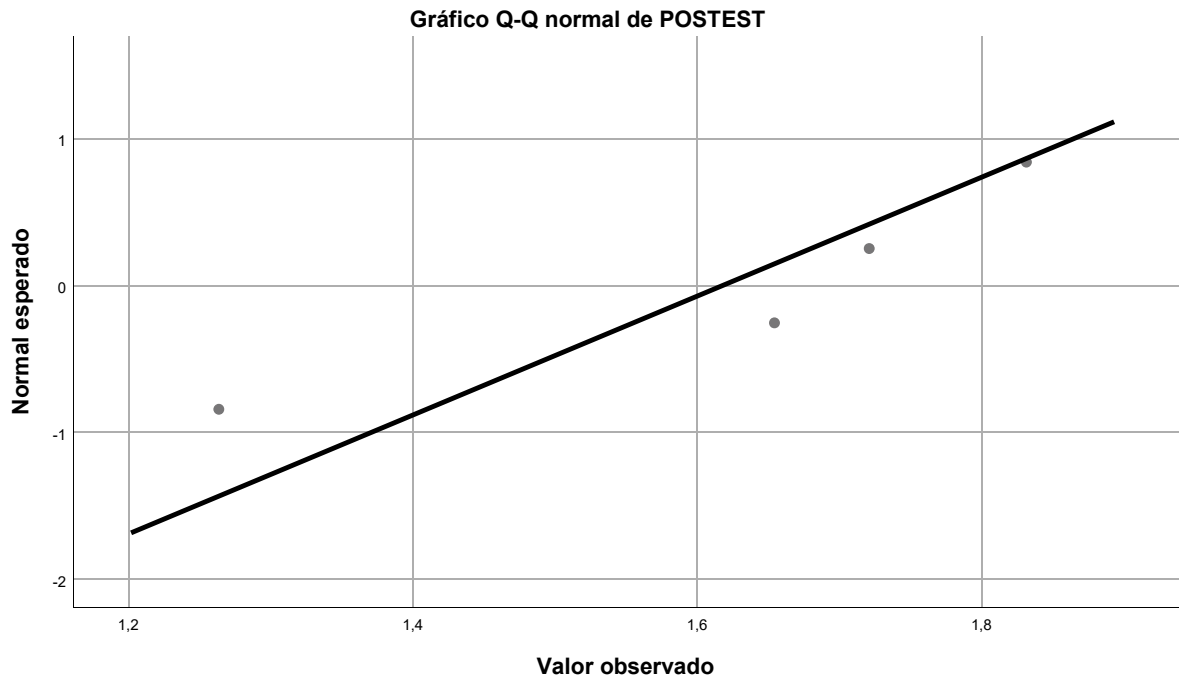
a. Corrección de significación de Lilliefors

## PRETEST

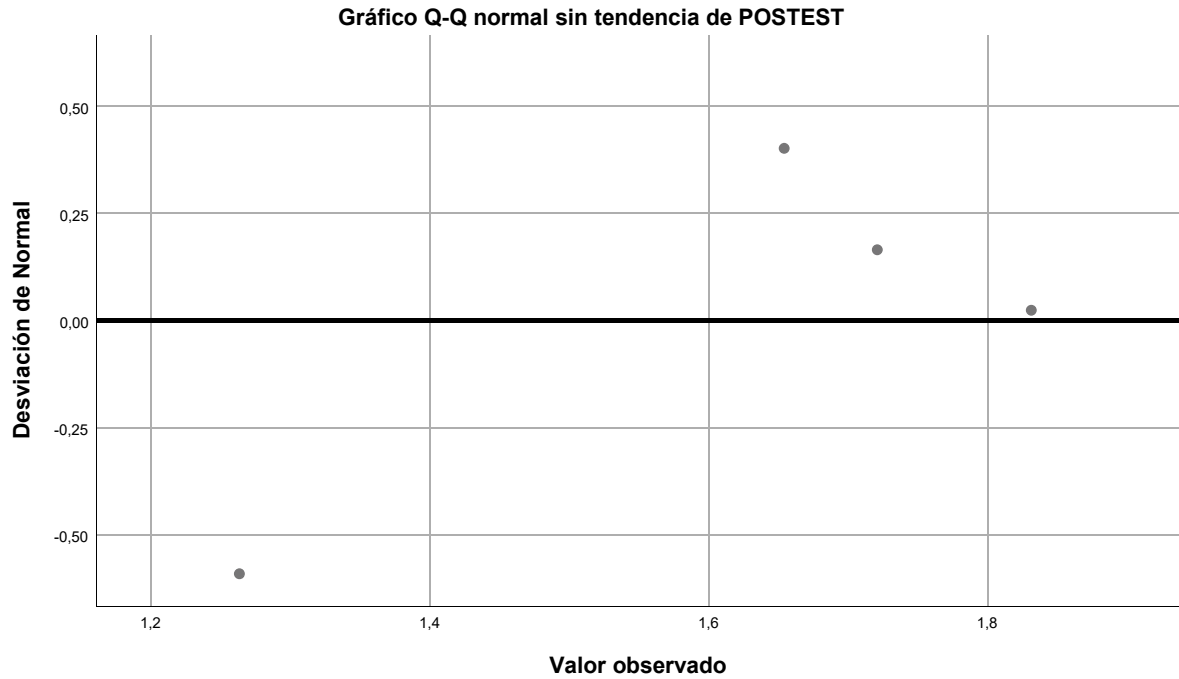




## POSTEST







```
T-TEST PAIRS=PRETEST WITH POSTEST (PAIRED)
/CRITERIA=CI (.9500)
/MISSING=ANALYSIS.
```

## Prueba T

### Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	PRETEST	,555000	4	,0714143	,0357071
	POSTEST	1,617425	4	,2470067	,1235033

### Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	PRETEST & POSTEST	4	,215	,785

### Prueba de muestras emparejadas

		Media	Diferencias emparejadas		95% de intervalo de ... Inferior
			Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
Par 1	PRETEST - POSTEST	-1,0624250	,2419131	,1209566	-1,4473628

### Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias ...			
		95% de intervalo de confianza de ...			
		Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	PRETEST - POSTEST	-,6774872	-8,784	3	,003

Anexo 13. Memoria de cálculo de los diseños hidráulicos.

Proyecto: Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash, 2023

Ubicación: Canal Montañas

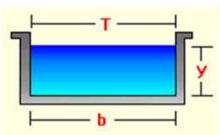
Departamento: ANCASH

Provincia: CARHUAZ

Distrito: ACOPAMPA

Lugar: Nunocoto

**CARACTERÍSTICAS HIDRAULICAS Y GEOMÉTRICAS DE CANAL DE SECCION ABIERTO**



Q = Caudal en m<sup>3</sup>/s.  
 b = Ancho solera en m.  
 Z = Talud.  
 n = Rugosidad.  
 S = Pendiente en m/m.  
 Y = Tirante normal en m.  
 H = Altura de Canal en m.


A = Area hidraulica en m<sup>2</sup>.  
 T = Espejo de agua en m.  
 F = Número Froud.  
 P = Perimetro en m.  
 R = Radio hidraulico en m.  
 V = Velocidad en m/s.  
 E = Energia Especifica en m-kg/kg.

TIPO	CARACTERÍSTICAS GEOMETRICAS						
	b (m)	B (m)	H (m)	z	e (m)	n	L (m)
2	0.30	-	0.25	-	0.10	0.014	1,779.74
<b>Longitud Total</b>							<b>1,779.74</b>

TIPO DE REVESTIMIENTO		
Tierra	1	0.035
Concreto	2	0.014
Emboq.	3	0.025

TRAMO	Long. (m)	TIPO (1),(2),(3)	Q (m <sup>3</sup> /s)	b (m)	Z	n	S (m/m)	Y (m)	A (m <sup>2</sup> )	T (m)	F	P (m)	R (m)	V (m/s)	E (m-kg/kg)	f (m)	H' (m)	H asumido (m)	Flujo	Tipo de Revestimiento	ESPESOR (m)	Tipo de Canal	OBRAS HIDRAULICAS PLANTEADAS	
KM 0+000 - KM 0+900	900.12	2	0.0300	0.30	0.00	0.014	0.0162	0.0791	0.0237	0.3000	1.4339	0.4583	0.0518	1.2635	0.1605		0.102	0.25			0.10	C*S* f=175 kg/cm2	CANAL REVESTIDO	
KM 0+900 - KM 0+979.78	80.03	2	0.0300	0.30	0.00	0.014	0.0794	0.0462	0.0139	0.3000	3.2184	0.3923	0.0353	2.1660	0.2853		0.060	0.25			0.10	C*S* f=175 kg/cm2	CANAL REVESTIDO	
<b>KM 0+979.78 - KM 1+000</b>	<b>22.05</b>	<b>2</b>	<b>0.0300</b>	<b>0.30</b>	<b>0.00</b>	<b>0.014</b>	<b>0.4352</b>	<b>0.0266</b>	<b>0.0080</b>	<b>0.3000</b>	<b>7.3712</b>	<b>0.3531</b>	<b>0.0226</b>	<b>3.7634</b>	<b>0.7485</b>									<b>RAPIDA</b>
KM 1+000 - KM 1+180	180.11	2	0.0300	0.30	0.00	0.014	0.0355	0.0605	0.0181	0.3000	2.1479	0.4209	0.0431	1.6541	0.1999		0.078	0.25			0.10	C*S* f=175 kg/cm2	CANAL REVESTIDO	
KM 1+180 - KM 1+390	210.01	2	0.0300	0.30	0.00	0.014	0.0118	0.0884	0.0265	0.3000	1.2140	0.4769	0.0556	1.1308	0.1536		0.115	0.25			0.10	C*S* f=175 kg/cm2	CANAL REVESTIDO	
<b>KM 1+390 - KM 1+440</b>	<b>51.31</b>	<b>2</b>	<b>0.0300</b>	<b>0.30</b>	<b>0.00</b>	<b>0.014</b>	<b>0.2301</b>	<b>0.0326</b>	<b>0.0098</b>	<b>0.3000</b>	<b>5.4233</b>	<b>0.3652</b>	<b>0.0268</b>	<b>3.0671</b>	<b>0.5121</b>									<b>RAPIDA</b>
KM 1+440 - KM 1+540	100.12	2	0.0300	0.30	0.00	0.014	0.0480	0.0546	0.0164	0.3000	2.5021	0.4092	0.0400	1.8313	0.2255		0.071	0.25			0.10	C*S* f=175 kg/cm2	CANAL REVESTIDO	
<b>KM 1+540 - KM 1+565</b>	<b>25.81</b>	<b>2</b>	<b>0.0300</b>	<b>0.30</b>	<b>0.00</b>	<b>0.014</b>	<b>0.2565</b>	<b>0.0315</b>	<b>0.0094</b>	<b>0.3000</b>	<b>5.7160</b>	<b>0.3630</b>	<b>0.0260</b>	<b>3.1765</b>	<b>0.5458</b>									<b>RAPIDA</b>
KM 1+565 - KM 1+775.01	210.18	2	0.0300	0.30	0.00	0.014	0.0399	0.0581	0.0174	0.3000	2.2791	0.4162	0.0419	1.7208	0.2090		0.076	0.25			0.10	C*S* f=175 kg/cm2	CANAL REVESTIDO	

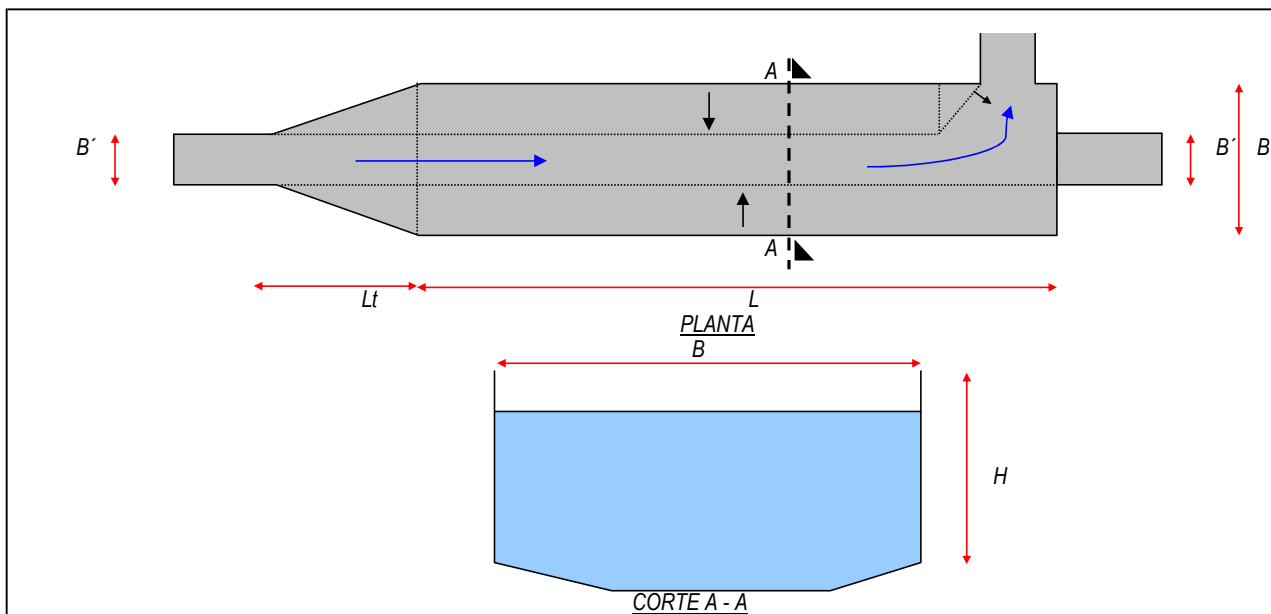
**DISEÑO DE DESARENADOR**

 <b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>	<b>TESIS: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO HIDRÁULICO DEL CANAL MONTAÑAS, CASERÍO DE NUNOCOTO, DISTRITO DE ACO PAMPA, CARHUAZ-ANCASH, 2023</b>		
	<b>UBICACIÓN</b> : CASERIO: NUNOCOTO	<b>DISTRITO:</b> ACO PA	<b>PROVINCIA:</b>
<b>REALIZADO POR</b> : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS			<b>AÑO:</b> 2023

*Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa,*

Proyecto: **Carhuaz-Ancash, 2023**  
 Lugar: **Nunocoto - Acopampa**  
 Nombre: **Desarenador**

Canal: **Canal Montañas**  
 Revest.: **Concreto**




**A. DATOS DE ENTRADA DE CANALES:**

DATOS	Antes del desarenador	Después del desarenador
Caudal (Q)	0.030 m <sup>3</sup> /seg	0.030 m <sup>3</sup> /seg
Ancho solera (b)	0.400 m	0.300 m
Altura de canal	0.300 m	0.250 m
Talud (Z)	0.000	0.000
Rugosidad (n)	0.014	0.014
Pendiente (S)	0.004 m/m	0.0162 m/m

**B. RESULTADO DE CANALES**

Canal de entrada al desarenador:			
Tirante Tanteado =	0.41848 m	(Valor iterado hasta igualar con el tirante normal Y)	
Tirante normal (Y)	0.06299 m	Perímetro (P)	0.5260 m
Área hidráulica (A)	0.0252 m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R)	0.0479 m
Espejo de agua (T)	0.4000 m	Velocidad (V)	1.1908 m/seg
Número Forud (F)	1.5148	Energía Específica (E)	0.1353 m-kg/kg
Tipo de flujo	<b>Supercrítico</b>	Caudal Vertedero	0.000 m <sup>3</sup> /seg
Canal de salida del desarenador:			
Tirante Supues. =	0.30997 m	(Valor iterado hasta igualar con el tirante normal Y)	
Tirante normal (Y')	0.05069 m	Perímetro (P')	0.4014 m
Área hidráulica (A')	0.0152 m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R')	0.0379 m
Espejo de agua (T')	0.3000 m	Velocidad (V')	1.9728 m/seg
Número Forud (F')	2.7976	Energía Específica (E')	0.2491 m-kg/kg
Tipo de flujo	<b>Supercrítico</b>	Caudal Vertedero	0.000 m <sup>3</sup> /seg

 <b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>	<b>TESIS: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO HIDRÁULICO DEL CANAL MONTAÑAS, CASERÍO DE NUNOCOTO, DISTRITO DE ACO PAMPA, CARHUAZ-ANCASH, 2023</b>		
	<b>UBICACIÓN</b> : CASERÍO: NUNOCOTO	<b>DISTRITO:</b> ACO PA	<b>PROVINCIA:</b>
<b>REALIZADO POR</b> : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS			<b>AÑO:</b> 2023

C. DISEÑO DEL DESARENADOR

Particula a sedimentar	0.5 mm	Según Woffenbuttel , Krochin y Rosell
Vel. de decantación	0.054 m/seg	Según Arkhangelski
a= Coef. Depend. Diamet	44	1 > d > 0.1 mm
Vel. De sedimentación	0.311127 m/seg	
Prof. Util del desarenador	0.2 m	
Componente normal de Turbulencia		
U1= Velikanov =	0.091833	
U2= Egiazarov =	0.050508	
U3= Gubin =	0.157624	

Para un Diametro = 0.5mm	
Sudry	6
Arkhangelski	5.4
Ishibashi	5.7
a= 35	Si d > 1 mm
a= 44	1 > d > 0.1 mm
a= 51	d < 0.1 mm

CALCULO DE LA SECCION DEL DESARENADOR ( Para una seccion trapezoidal H=1, V=2)

0.39 Bdes = Base del desarenador =	0.482 m	Talud= 0.5
0.32 Ades = Area del desarenador =	0.1 m <sup>2</sup>	
0.71 Lt = Longitud de transición =	0.185 m	

Ldes = LONGITUD DE DESARENADOR =

K (asumido) =	1.5
Ldes 1 =	1.728483 m
Ldes 2 =	1.497425 m
Ldes 3 =	1.186969 m

K =	1.18	Sokolov
K =	1.5 a 2.0	Ishibashi
K =	1.2 a 1.5	Krochin

Ldes (ASUMIDO) = 1.47 m Ts= 5

CHEQUEO DE CONDICION (gtz, PROYEKT - LAUTERJUNG, WOLFFENBUTTEL

Ldes = Ldes/3 =	0.49032
Lt = Longitud de transición =	0.185
Lt < Ldes/3 =	OKj
Vdes =	0.3
Vdes < Vsedimentación =	OKj

D. RESUMEN DE DISEÑO

Hdesarenador(h2) =	0.200 m	----->	1.00 m
Bdesarenador (b3)=	0.582 m	----->	2.50 m
bdesarenador (b2)=	0.382 m	----->	1.40 m
Ldesarenador(L2) =	1.471 m	----->	7.50 m
Ltransición (L1)=	0.185 m	----->	2.00 m

D. DISEÑO DEL VERTEDERO

A = Coef. de corrección =	0.95	
B = Coef. forma de cresta =	0.79	PRESS, H./SHRODER, R./ppl-gtz
g = Aceleración de la gravedad =	9.81 m/seg <sup>2</sup>	
Tanteo Lhor.(L4) =	3.00 m	L3 = 4.50
h = Carga promedio =	0.15	C1= 4340
hu = h/0.9	0.166667 m	C2= 4340.30
ho = 0.8*h	0.133333 m	C3= 4340.10
Qs = a*b*2/3*(2*g)^0.5*Lvert*h^(3/2)	0.386249 m <sup>3</sup> /seg	C4= 4339.65
Qst = Caudal por el Vertedero	0.000 m <sup>3</sup> /seg	C5= 4340.15
Qst < Qs	OKj	C6= 4340.45
H3 = Ades+Ldes*0.03	0.325	h3= 0.65
hdís=	0.393896	
Numero de Froud =	0.234619	Si Numero de Froud < 0.75
Comprobando =	OKj	Flujo Subcritico



UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPAI PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
 REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023

## Diseño de la Rápida de Longitud 22.05, en la progresiva KM 0+979.78 - KM 1+000, con el Software Rápidas V.01.

Diseño hidráulico y dimensionamiento.

Ingresar datos:

Progresiva(m): 979.78  
 Elev. inicio de la rápida: 2925.67 m

Caudal (Q): 0.03 m<sup>3</sup>/s

Elev. inicio 2do tramo(m):  
 Elev. inicio 3er tramo(m):  
 Elev. inicio de trayectoria(m): 2916.87

E2: Nivel de energía al final de resalto  
 Ew: Nivel de energía aguas abajo  
 k= 40 % de ahogamiento del resalto  
 k= 46.83% ,Y2=h+Yw

Transición entrada - Sección control  
 Aguas Arriba  
 Canal de la rápida  
 Trayectoria  
 Talud  
 Poza/Tanque  
 Talud  
 Trans. salida: Aguas Abajo

Ingresar datos canal de la rápida:

Número de tramos: 1  
 Ancho de base(b): 0.3 m  
 Talud(Z): 0 m/m  
 Rugosidad(n): 0.014  
 Pendiente tramo 1(S1): 0.4352 m/m  
 Pendiente tramo 2(S2): m/m  
 Pendiente tramo 3(S3): m/m

Ingresar datos de canal:

Aguas arriba: Ancho de base(b): 0.3 m, Talud(Z): 0, Rugosidad(n): 0.014, Pendiente(S): 0.0794 m/m  
 Aguas abajo: Ancho de base(b): 0.3 m, Talud(Z): 0, Rugosidad(n): 0.014, Pendiente(S): 0.0355 m/m

Ingresar datos de la poza de disipación:

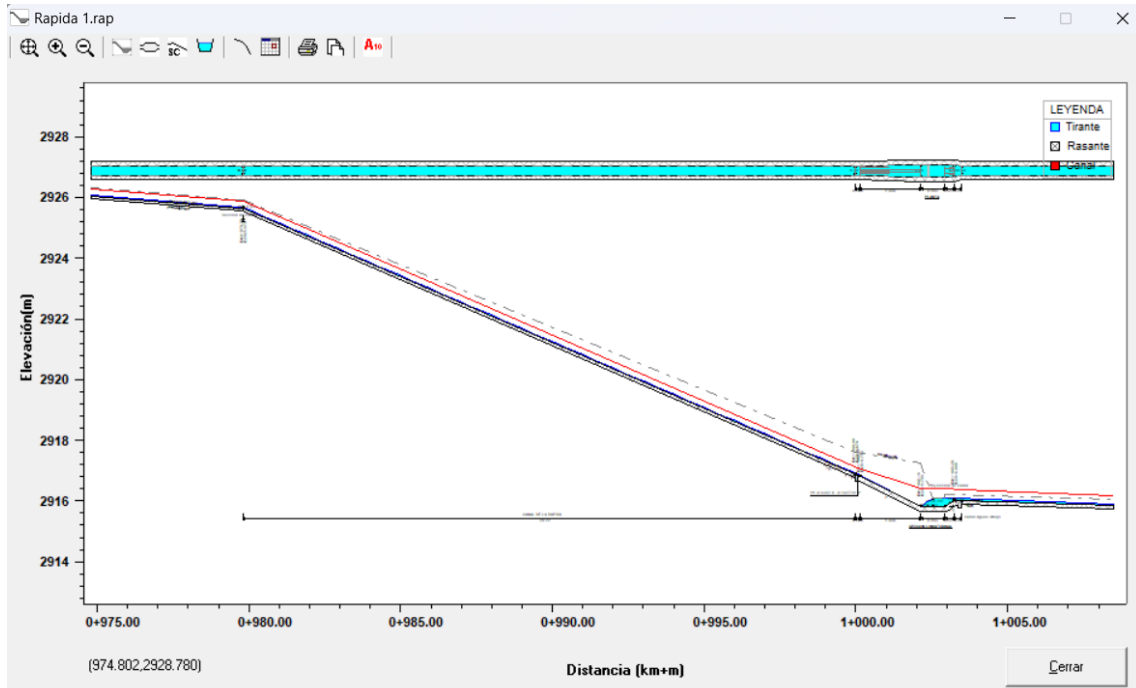
Ancho Tanque(B): 0.4 m  
 Talud(Z): 0

Tipo de Disipador	Número de Froude	Factibilidad	Causas
TANQUE RECTANG. SIN OBSTACULOS	4.5 < Fr < 15	No Factible	Fr > 15
USBR - I	2.5 <= Fr < 4.5	No Factible	Fr > 4.5
USBR - II	Fr >= 4.5 y V < 15.24 m/s	Factible	Fr = 15.436; V = 5.597 m/s
USBR - III	Fr >= 4.5 y V > 15.24 m/s	No Factible	V < 15.24 m/s
TANQUE SAF	1.7 <= Fr <= 17 y Q < 3 m <sup>3</sup> /s	Factible	Fr = 15.436
TANQUE SECCIÓN TRAPEZOIDAL		No Factible	Tanque Rectangular

FLUJO SUPER CRITICO, EN CANAL AGUAS ARRIBA

Ancho canal rápida calculado(b): 0.188

## Grafico del Perfil Hidráulico de la Rápida.





UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPA I PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
 REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023

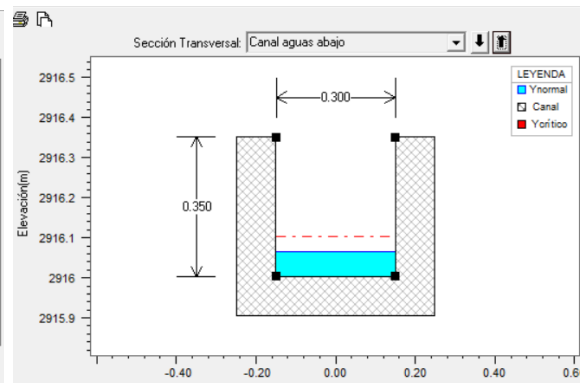
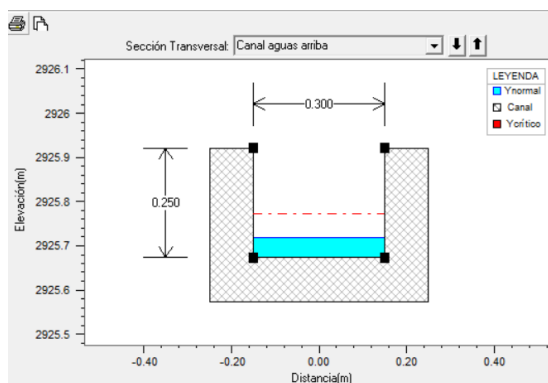
Tabla del Perfil Hidráulico de la Rápida

ESTACION ( Km+m )	ELEVACION ( msnm )	VELOCIDAD ( m/seg )	ELEVACION ENERGIA, ( msnm )	TIRANTE ( m )	TIRANTE* ( m )	DESCRIPCION
		2.1642		0.0462	0.0509	Canal Aguas Arriba
0+979.78	2925.67	2.1642	2925.9549	0.0462	0.0509	Inicio de la Rápida
0+979.98	2925.582	2.5037	2925.941	0.0399	0.0462	
0+980.99	2925.143	3.2573	2925.714	0.0307	0.04	
0+982.00	2924.703	3.5195	2925.363	0.0284	0.0387	
0+983.02	2924.264	3.6142	2924.957	0.0277	0.0383	
0+984.03	2923.824	3.6485	2924.53	0.0274	0.0382	
0+985.04	2923.385	3.661	2924.095	0.0273	0.0381	
0+986.05	2922.945	3.6655	2923.657	0.0273	0.0381	
0+987.06	2922.506	3.6671	2923.219	0.0273	0.0381	
0+988.07	2922.066	3.6677	2922.779	0.0273	0.0381	
0+989.08	2921.627	3.6679	2922.34	0.0273	0.0381	
0+990.09	2921.188	3.668	2921.9	0.0273	0.0381	
0+991.10	2920.748	3.668	2921.461	0.0273	0.0381	
0+992.11	2920.309	3.668	2921.022	0.0273	0.0381	
0+993.13	2919.869	3.668	2920.582	0.0273	0.0381	
0+994.14	2919.43	3.668	2920.143	0.0273	0.0381	
0+995.15	2918.99	3.668	2919.703	0.0273	0.0381	
0+996.16	2918.551	3.668	2919.264	0.0273	0.0381	
0+997.17	2918.111	3.668	2918.824	0.0273	0.0381	
0+998.18	2917.672	3.668	2918.385	0.0273	0.0381	
0+999.19	2917.232	3.668	2917.946	0.0273	0.0381	
1+000.00	2916.87	3.668	2917.5831	0.0273	0.0381	Inicio de la Trayectoria
1+002.16	2915.793	5.5967	2917.4033	0.0133	0.0133	Inicio del Resalto
1+002.97	2915.793	0.2623	2916.0838	0.2868	0.2868	Final del Resalto
1+003.28	2916	1.6541	2916.1999	0.0605	0.0624	Canal Aguas Abajo

TIRANTE\*: Tirante con ingreso de aire

Cerrar

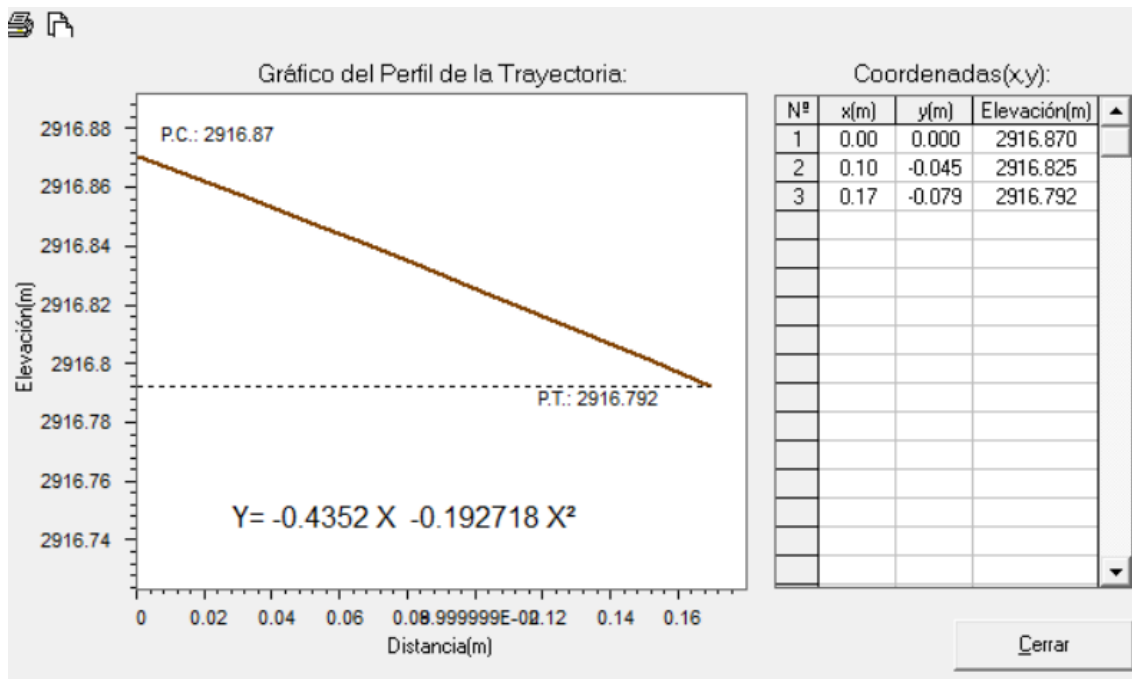
Sección transversal aguas arriba y aguas abajo.



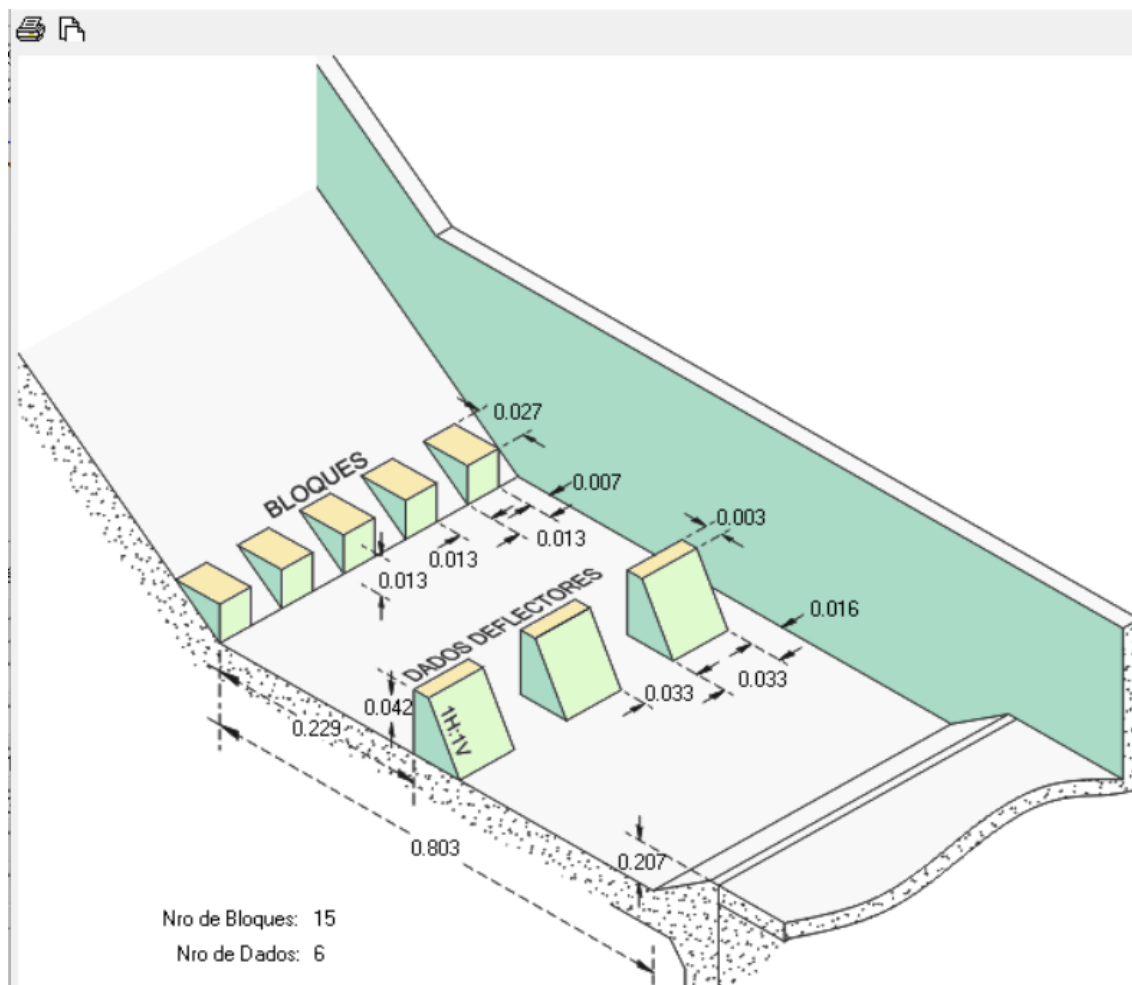




Trayectoria de la rápida.



Dimensión de los Bloques del tanque amortiguador





UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPAI PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
 REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023

Verificación de funcionamiento de la poza.



N°	CAUDAL (M <sup>3</sup> /S)	TIRANTE	MOMENTUM	TIRANTE	MOMENTUM	LONGITUD DE RESALTO (M)	NIVEL ENERGIA	NIVEL ENERGIA	FUNCIONAMIENTO DE LA POZA
		Y1 (M)	1 Newton/p(agua)	Y2 (M)	2 Newton/p(agua)		EN POZA (M)	AGUAS ABAJO (M)	
1	0.030	0.013	0.0180	0.291	0.0180	0.8140	2916.0870	2916.2000	OK
2	0.027	0.012	0.0160	0.272	0.0160	0.7620	2916.0690	2916.1870	OK
3	0.024	0.011	0.0130	0.253	0.0130	0.7080	2916.0490	2916.1730	OK
4	0.021	0.01	0.0110	0.232	0.0110	0.6500	2916.0280	2916.1580	OK
5	0.018	0.009	0.0090	0.210	0.0090	0.5870	2916.0060	2916.1420	OK
6	0.015	0.007	0.0080	0.199	0.0080	0.5570	2915.9940	2916.1260	OK
7	0.012	0.006	0.0060	0.172	0.0060	0.4810	2915.9670	2916.1080	OK
8	0.009	0.005	0.0040	0.141	0.0040	0.3950	2915.9360	2916.0880	OK
9	0.006	0.003	0.0030	0.122	0.0030	0.3420	2915.9160	2916.0660	OK
10	0.003	0.002	0.0010	0.075	0.0010	0.2090	2915.8690	2916.0410	OK

EL DISEÑO ES ACEPTABLE.  
 EL RESALTO HIDRAULICO ES CONTENIDO DENTRO DE LA POZA

Verificación de la estabilidad del flujo en el canal de la rápida.

ESTACION ( Km+m )	Q=0.03(M <sup>3</sup> /S)		TIPO DE REGIMEN	Q=0.015(M <sup>3</sup> /S)		TIPO DE REGIMEN	Q=0.006(M <sup>3</sup> /S)		TIPO DE REGIMEN
	Nv	M		Nv	M		Nv	M	
0+979.78									
0+979.98	1.2805	65.0368	Flujo Estable	1.7415	34.3439	Flujo Estable	2.4593	13.7942	Flujo Estable
0+980.99	2.9879	5.8614	Flujo Estable	3.6788	2.9588	Flujo Estable	4.0527	1.1519	Flujo Estable
0+982.00	3.6605	2.5833	Flujo Estable	4.0825	1.3012	Flujo Estable	4.1317	0.5423	Flujo Estable
0+983.02	3.9294	1.5596	Flujo Estable	4.1737	0.8038	Flujo Estable	4.1483	0.3534	Flujo Estable
0+984.03	4.0388	1.0911	Flujo Estable	4.201	0.5772	Flujo Estable	4.1568	0.2621	Flujo Inestable y Pulsátil
0+985.04	4.0859	0.8313	Flujo Estable	4.2132	0.4497	Flujo Estable	4.1621	0.2084	Flujo Inestable y Pulsátil
0+986.05	4.1084	0.6692	Flujo Estable	4.2207	0.3684	Flujo Estable	4.1657	0.1729	Flujo Inestable y Pulsátil
0+987.06	4.1207	0.5593	Flujo Estable	4.226	0.3119	Flujo Inestable y Pulsátil	4.1684	0.1478	Flujo Inestable y Pulsátil
0+988.07	4.1284	0.4802	Flujo Estable	4.23	0.2705	Flujo Inestable y Pulsátil	4.1704	0.129	Flujo Inestable y Pulsátil
0+989.08	4.134	0.4206	Flujo Estable	4.2332	0.2388	Flujo Inestable y Pulsátil	4.172	0.1145	Flujo Inestable y Pulsátil
0+990.09	4.1382	0.3743	Flujo Estable	4.2358	0.2138	Flujo Inestable y Pulsátil	4.1733	0.1029	Flujo Inestable y Pulsátil
0+991.10	4.1417	0.3371	Flujo Estable	4.2379	0.1935	Flujo Inestable y Pulsátil	4.1743	0.0935	Flujo Inestable y Pulsátil
0+992.11	4.1445	0.3066	Flujo Inestable y Pulsátil	4.2397	0.1768	Flujo Inestable y Pulsátil	4.1752	0.0856	Flujo Inestable y Pulsátil
0+993.13	4.147	0.2812	Flujo Inestable y Pulsátil	4.2412	0.1627	Flujo Inestable y Pulsátil	4.176	0.0789	Flujo Inestable y Pulsátil
0+994.14	4.1491	0.2597	Flujo Inestable y Pulsátil	4.2425	0.1506	Flujo Inestable y Pulsátil	4.1766	0.0733	Flujo Inestable y Pulsátil
0+995.15	4.1509	0.2413	Flujo Inestable y Pulsátil	4.2437	0.1403	Flujo Inestable y Pulsátil	4.1772	0.0683	Flujo Inestable y Pulsátil
0+996.16	4.1525	0.2253	Flujo Inestable y Pulsátil	4.2447	0.1313	Flujo Inestable y Pulsátil	4.1777	0.064	Flujo Inestable y Pulsátil
0+997.17	4.1539	0.2113	Flujo Inestable y Pulsátil	4.2456	0.1233	Flujo Inestable y Pulsátil	4.1781	0.0602	Flujo Inestable y Pulsátil
0+998.18	4.1552	0.1989	Flujo Inestable y Pulsátil	4.2463	0.1163	Flujo Inestable y Pulsátil	4.1785	0.0569	Flujo Inestable y Pulsátil
0+999.19	4.1564	0.1879	Flujo Inestable y Pulsátil	4.2471	0.11	Flujo Inestable y Pulsátil	4.1788	0.0539	Flujo Inestable y Pulsátil
1+000.00	4.1578	0.1798	Flujo Inestable y Pulsátil	4.2482	0.1054	Flujo Inestable y Pulsátil	4.1796	0.0516	Flujo Inestable y Pulsátil



UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPIA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
 REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023

## Diseño de la Rápida de Longitud 51.31, en la progresiva KM 1+390 - KM 1+440, con el Software Rápidas V.01.

Diseño hidráulico y dimensionamiento.

Ingresar datos:

Progresiva(m): 1390  
 Elev. inicio de la rápida: 2908 m

Caudal (Q): 0.03 m<sup>3</sup>/s

Elev. inicio 2do tramo(m):  
 Elev. inicio 3er tramo(m):  
 Elev. inicio de trayectoria(m): 2896.497

E2: Nivel de energía al final de resalto  
 Ew: Nivel de energía aguas abajo  
 k= 40 % de ahogamiento del resalto  
 k= 64.61% , Y2=h+Yw

Ingresar datos canal de la rápida:

Número de tramos: 1  
 Ancho de base(b): 0.3 m  
 Talud(Z): 0 m/m  
 Rugosidad(n): 0.014  
 Pendiente tramo 1(S1): 0.2301 m/m  
 Pendiente tramo 2(S2): m/m  
 Pendiente tramo 3(S3): m/m

Ingresar datos de canal:

Aguas arriba: Ancho de base(b): 0.3 m, Talud(Z): 0, Rugosidad(n): 0.014, Pendiente(S): 0.0118 m/m  
 Aguas abajo: Ancho de base(b): 0.3 m, Talud(Z): 0, Rugosidad(n): 0.014, Pendiente(S): 0.0480 m/m

Ingresar datos de la poza de dissipación:

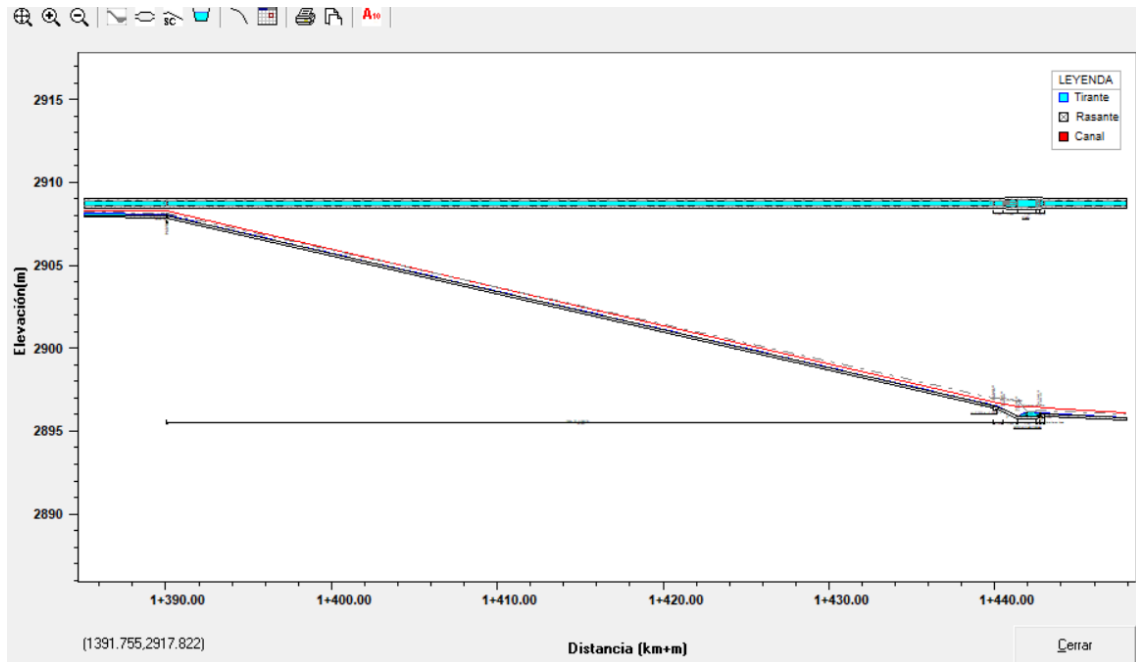
Ancho Tanque(B): 0.4 m  
 Talud(Z): 0

Tipo de Disipador	Número de Froude	Factibilidad	Causas
TANQUE RECTANG. SIN OBSTACULOS	4.5 < Fr < 15	Factible	Fr = 11.019; Y1 = 0.017 m
USBR - I	2.5 <= Fr < 4.5	No Factible	Fr > 4.5
USBR - II	Fr >= 4.5 y V < 15.24 m/s	Factible	F = 11.019; V = 4.47 m/s
USBR - III	Fr >= 4.5 y V > 15.24 m/s	No Factible	V < 15.24 m/s
TANQUE SAF	1.7 <= Fr <= 17 y Q < 3 m <sup>3</sup> /s	Factible	Fr = 11.019
TANQUE SECCION TRAPEZOIDAL		No Factible	Tanque Rectangular

FLUJO SUPER CRITICO, EN CANAL AGUAS ARRIBA

Ancho canal rápida calculado(b): 0.188

## Gráfico del Perfil Hidráulico de la Rápida.





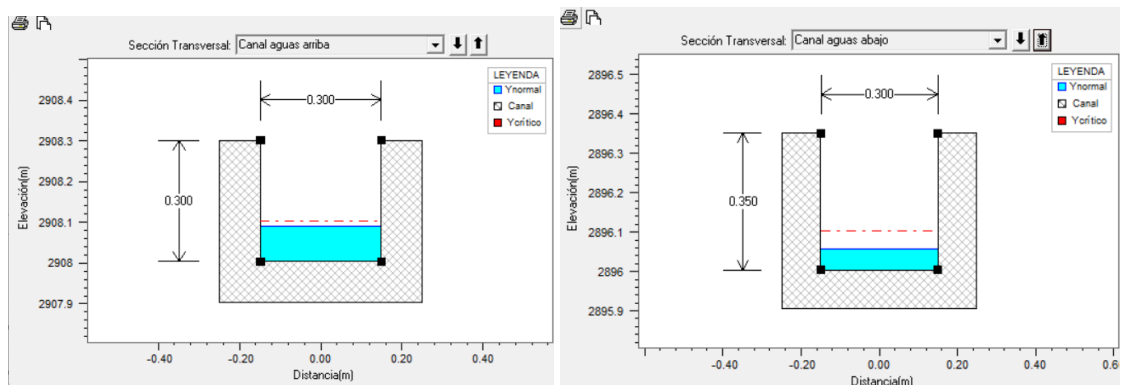
UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
 REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023

Tabla del Perfil Hidráulico de la Rápida

ESTACION ( Km+m )	ELEVACION ( msnm )	VELOCIDAD ( m/seg )	ELEVACION ENERGIA ( msnm )	TIRANTE ( m )	TIRANTE* ( m )	DESCRIPCION
		1.1307		0.0884	0.0884	Canal Aguas Arriba
1+390.00	2908	1.1307	2908.1536	0.0884	0.0884	Inicio de la Rápida
1+390.50	2907.885	1.9938	2908.138	0.0502	0.054	
1+393.00	2907.31	2.9042	2907.774	0.0344	0.0423	
1+395.50	2906.735	3.0231	2907.234	0.0331	0.0414	
1+398.00	2906.16	3.0391	2906.664	0.0329	0.0413	
1+400.50	2905.585	3.0413	2906.09	0.0329	0.0413	
1+403.00	2905.01	3.0416	2905.515	0.0329	0.0413	
1+405.50	2904.435	3.0417	2904.94	0.0329	0.0413	
1+408.00	2903.86	3.0417	2904.365	0.0329	0.0413	
1+410.50	2903.285	3.0417	2903.79	0.0329	0.0413	
1+413.00	2902.71	3.0417	2903.215	0.0329	0.0413	
1+415.50	2902.135	3.0417	2902.64	0.0329	0.0413	
1+417.99	2901.561	3.0417	2902.065	0.0329	0.0413	
1+420.49	2900.986	3.0417	2901.49	0.0329	0.0413	
1+422.99	2900.411	3.0417	2900.915	0.0329	0.0413	
1+425.49	2899.836	3.0417	2900.34	0.0329	0.0413	
1+427.99	2899.261	3.0417	2899.765	0.0329	0.0413	
1+430.49	2898.686	3.0417	2899.19	0.0329	0.0413	
1+432.99	2898.111	3.0417	2898.615	0.0329	0.0413	
1+435.49	2897.536	3.0417	2898.04	0.0329	0.0413	
1+437.99	2896.961	3.0417	2897.465	0.0329	0.0413	
1+439.99	2896.497	3.0417	2897.0015	0.0329	0.0413	
1+441.40	2895.865	4.4704	2896.9001	0.0168	0.0168	Inicio de la Trayectoria
1+442.58	2895.865	0.2962	2896.1224	0.2532	0.2532	Inicio del Resalto
1+442.78	2896	1.8313	2896.2255	0.0546	0.0576	Final del Resalto
						Canal Aguas Abajo

TIRANTE\*: Tirante con ingreso de aire

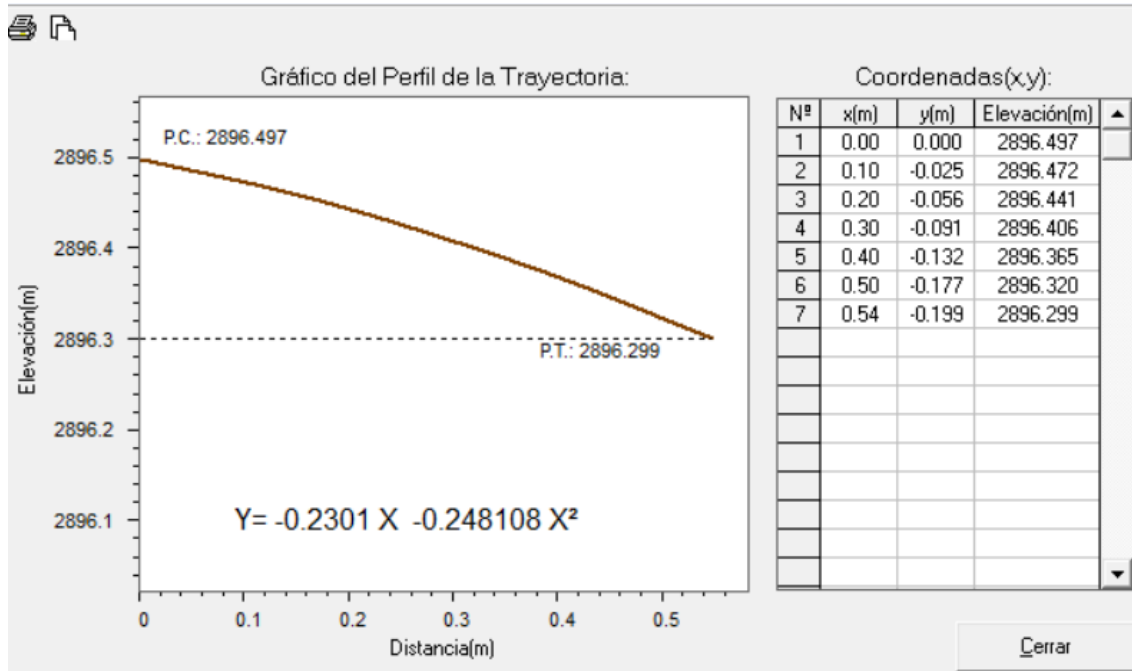
Sección transversal aguas arriba y aguas abajo.





UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
 REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023

Trayectoria de la rápida.



Verificación de funcionamiento de la poza.

N°	CAUDAL (M3/S)	TIRANTE Y1 (M)	MOMENTUM 1 Newton/p(agua)	TIRANTE Y2 (M)	MOMENTUM 2 Newton/p(agua)	LONGITUD DE RESALTO (M)	NIVEL ENERGIA EN POZA (M)	NIVEL ENERGIA AGUAS ABAJO (M)	FUNCIONAMIENTO DE LA POZA
1	0.030	0.017	0.0140	0.251	0.0140	1.1720	2896.1210	2896.2260	OK
2	0.027	0.015	0.0120	0.241	0.0120	1.1320	2896.1100	2896.2100	OK
3	0.024	0.014	0.0110	0.222	0.0110	1.0400	2896.0910	2896.1940	OK
4	0.021	0.012	0.0090	0.210	0.0090	0.9920	2896.0780	2896.1780	OK
5	0.018	0.011	0.0080	0.188	0.0080	0.8870	2896.0560	2896.1600	OK
6	0.015	0.009	0.0060	0.174	0.0060	0.8250	2896.0410	2896.1410	OK
7	0.012	0.008	0.0050	0.147	0.0050	0.6970	2896.0140	2896.1210	OK
8	0.009	0.006	0.0030	0.128	0.0030	0.6110	2895.9940	2896.0990	OK
9	0.006	0.004	0.0020	0.105	0.0020	0.5060	2895.9710	2896.0740	OK
10	0.003	0.002	0.0010	0.075	0.0010	0.3640	2895.9400	2896.0450	OK

EL DISEÑO ES ACEPTABLE,  
 EL RESALTO HIDRAULICO ES CONTENIDO DENTRO DE LA POZA



**UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPAI PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH**  
**REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023**

Verificación de la estabilidad del flujo en el canal de la rápida.

ESTACION ( Km+m )	Q=0.03(M <sup>3</sup> /S)		TIPO DE REGIMEN	Q=0.015(M <sup>3</sup> /S)		TIPO DE REGIMEN	Q=0.006(M <sup>3</sup> /S)		TIPO DE REGIMEN
	Nv	M		Nv	M		Nv	M	
1+390.00									
1+390.50	1.4041	25.8841	Flujo Estable	1.8801	13.8885	Flujo Estable	2.5266	5.7765	Flujo Estable
1+393.00	2.7178	2.2969	Flujo Estable	3.0204	1.1806	Flujo Estable	3.0606	0.4993	Flujo Estable
1+395.50	2.9183	1.0299	Flujo Estable	3.0694	0.553	Flujo Estable	3.0655	0.2529	Flujo Estable
1+398.00	2.9495	0.6439	Flujo Estable	3.0743	0.3588	Flujo Estable	3.0674	0.1693	Flujo Inestable y Pulsátil
1+400.50	2.9559	0.4661	Flujo Estable	3.0763	0.2655	Flujo Estable	3.0684	0.1273	Flujo Inestable y Pulsátil
1+403.00	2.9583	0.365	Flujo Estable	3.0775	0.2107	Flujo Inestable y Pulsátil	3.069	0.102	Flujo Inestable y Pulsátil
1+405.50	2.9596	0.2999	Flujo Estable	3.0784	0.1746	Flujo Inestable y Pulsátil	3.0694	0.085	Flujo Inestable y Pulsátil
1+408.00	2.9606	0.2545	Flujo Estable	3.079	0.1491	Flujo Inestable y Pulsátil	3.0697	0.0729	Flujo Inestable y Pulsátil
1+410.50	2.9613	0.2211	Flujo Estable	3.0794	0.1301	Flujo Inestable y Pulsátil	3.0699	0.0639	Flujo Inestable y Pulsátil
1+413.00	2.9619	0.1954	Flujo Inestable y Pulsátil	3.0798	0.1154	Flujo Inestable y Pulsátil	3.0701	0.0568	Flujo Inestable y Pulsátil
1+415.50	2.9623	0.1751	Flujo Inestable y Pulsátil	3.0801	0.1037	Flujo Inestable y Pulsátil	3.0703	0.0511	Flujo Inestable y Pulsátil
1+417.99	2.9627	0.1586	Flujo Inestable y Pulsátil	3.0803	0.0941	Flujo Inestable y Pulsátil	3.0704	0.0465	Flujo Inestable y Pulsátil
1+420.49	2.963	0.1449	Flujo Inestable y Pulsátil	3.0805	0.0862	Flujo Inestable y Pulsátil	3.0705	0.0426	Flujo Inestable y Pulsátil
1+422.99	2.9633	0.1334	Flujo Inestable y Pulsátil	3.0807	0.0795	Flujo Inestable y Pulsátil	3.0706	0.0393	Flujo Inestable y Pulsátil
1+425.49	2.9635	0.1236	Flujo Inestable y Pulsátil	3.0808	0.0737	Flujo Inestable y Pulsátil	3.0706	0.0365	Flujo Inestable y Pulsátil
1+427.99	2.9637	0.1152	Flujo Inestable y Pulsátil	3.081	0.0688	Flujo Inestable y Pulsátil	3.0707	0.0341	Flujo Inestable y Pulsátil
1+430.49	2.9639	0.1078	Flujo Inestable y Pulsátil	3.0811	0.0644	Flujo Inestable y Pulsátil	3.0708	0.032	Flujo Inestable y Pulsátil
1+432.99	2.9641	0.1013	Flujo Inestable y Pulsátil	3.0812	0.0606	Flujo Inestable y Pulsátil	3.0708	0.0301	Flujo Inestable y Pulsátil
1+435.49	2.9642	0.0956	Flujo Inestable y Pulsátil	3.0813	0.0572	Flujo Inestable y Pulsátil	3.0709	0.0284	Flujo Inestable y Pulsátil
1+437.99	2.9643	0.0904	Flujo Inestable y Pulsátil	3.0814	0.0542	Flujo Inestable y Pulsátil	3.0709	0.0269	Flujo Inestable y Pulsátil
1+439.99	2.9644	0.0867	Flujo Inestable y Pulsátil	3.0816	0.052	Flujo Inestable y Pulsátil	3.0711	0.0258	Flujo Inestable y Pulsátil

Nv: Número de Vedernikov

M: Número de Montouri

Cerrar





UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPIA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
 REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023

## Diseño de la Rápida de Longitud 25.81, en la progresiva KM 1+540 - KM 1+565, con el Software Rápidas V.01.

Diseño hidráulico y dimensionamiento.

Ingresar datos:

Progresiva(m): 1540  
 Elev. inicio de la rápida: 2891.693 m

Caudal (Q): 0.03 m<sup>3</sup>/s

Elev. inicio 2do tramo(m):  
 Elev. inicio 3er tramo(m):  
 Elev. inicio de trayectoria(m): 2885.281

E2: Nivel de energía al final de resalto  
 Ew: Nivel de energía aguas abajo  
 k= 40 % de ahogamiento del resalto  
 k= 59.42% , Y2=h+Yw

Ingresar datos canal de la rápida:

Número de tramos: 1  
 Ancho de base(b): 0.3 m  
 Talud(Z): 0 m/m  
 Rugosidad(n): 0.014  
 Pendiente tramo 1(S1): 0.2565 m/m  
 Pendiente tramo 2(S2): m/m  
 Pendiente tramo 3(S3): m/m

Ingresar datos de canal:

Aguas arriba: Ancho de base(b): 0.3 m, Talud(Z): 0, Rugosidad(n): 0.014, Pendiente(S): 0.0480 m/m  
 Aguas abajo: Ancho de base(b): 0.3 m, Talud(Z): 0, Rugosidad(n): 0.014, Pendiente(S): 0.0399 m/m

Ingresar datos de la poza de disipación:

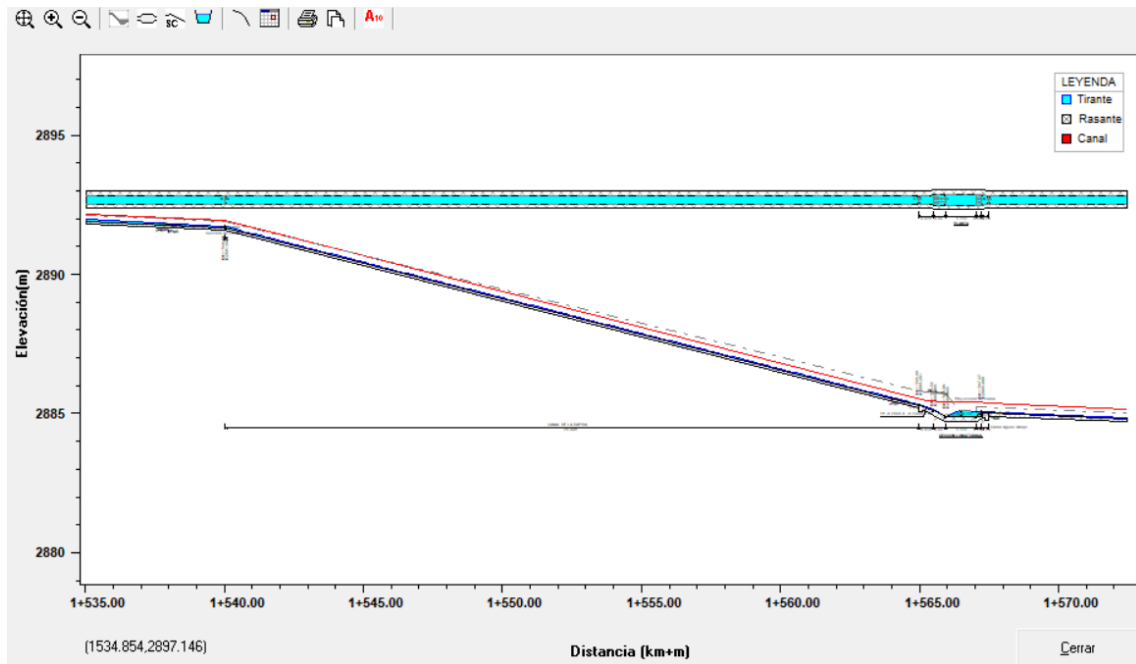
Ancho Tanque(B): 0.4 m  
 Talud(Z): 0

Tipo de Disipador	Número de Froude	Factibilidad	Causas
TANQUE RECTANG. SIN OBSTACULOS	4.5 < Fr < 15	Factible	Fr= 9.625; Y1= 0.018 m
USBR - I	2.5 <= Fr < 4.5	No Factible	Fr > 4.5
USBR - II	Fr >= 4.5 y V < 15.24 m/s	Factible	F= 9.625; V= 4.085 m/s
USBR - III	Fr >= 4.5 y V > 15.24 m/s	No Factible	V < 15.24 m/s
TANQUE SAF	1.7 <= Fr <= 17 y Q < 3 m <sup>3</sup> /s	Factible	Fr= 9.625
TANQUE SECCION TRAPEZOIDAL		No Factible	Tanque Rectangular

FLUJO SUPER CRITICO, EN CANAL AGUAS ARRIBA

Ancho canal rápida calculado(b): 0.188

## Gráfico del Perfil Hidráulico de la Rápida.





UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
 REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023

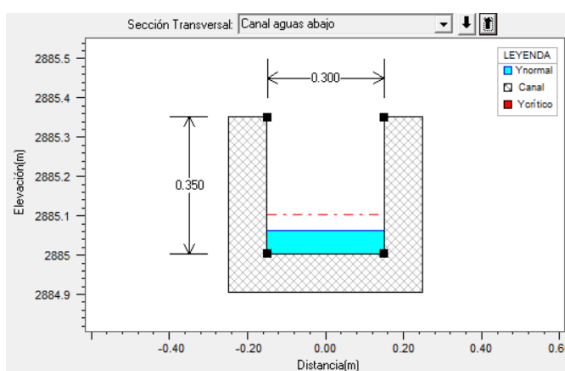
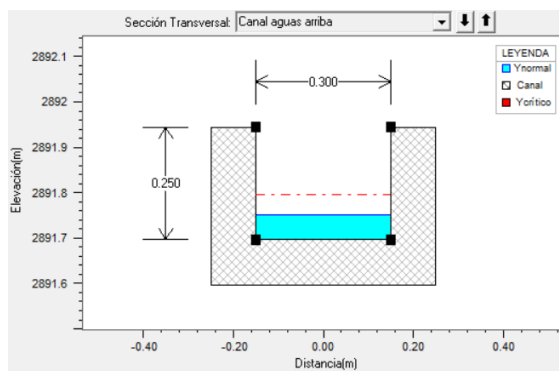
Tabla del Perfil Hidráulico de la Rápida

ESTACION ( Km+m )	ELEVACION ( msnm )	VELOCIDAD ( m/seg )	ELEVACION ENERGIA ( msnm )	TIRANTE ( m )	TIRANTE* ( m )	DESCRIPCION
		1.8313		0.0546	0.0576	Canal Aguas Arriba
1+540.00	2891.693	1.8313	2891.9187	0.0546	0.0576	Inicio de la Rápida
1+540.25	2891.629	2.1386	2891.909	0.0468	0.0514	
1+541.50	2891.308	2.7957	2891.742	0.0358	0.0432	
1+542.75	2890.987	3.0215	2891.485	0.0331	0.0414	
1+544.00	2890.666	3.1009	2891.188	0.0322	0.0409	
1+545.25	2890.345	3.1285	2890.875	0.032	0.0407	
1+546.50	2890.024	3.1385	2890.558	0.0319	0.0407	
1+547.75	2889.703	3.1421	2890.238	0.0318	0.0406	
1+549.00	2889.382	3.1433	2889.917	0.0318	0.0406	
1+550.25	2889.061	3.1438	2889.596	0.0318	0.0406	
1+551.50	2888.74	3.144	2889.275	0.0318	0.0406	
1+552.75	2888.418	3.144	2888.954	0.0318	0.0406	
1+554.00	2888.097	3.1441	2888.633	0.0318	0.0406	
1+555.25	2887.776	3.1441	2888.312	0.0318	0.0406	
1+556.50	2887.455	3.1441	2887.991	0.0318	0.0406	
1+557.75	2887.134	3.1441	2887.67	0.0318	0.0406	
1+559.00	2886.813	3.1441	2887.349	0.0318	0.0406	
1+560.25	2886.492	3.1441	2887.028	0.0318	0.0406	
1+561.50	2886.171	3.1441	2886.707	0.0318	0.0406	
1+562.75	2885.85	3.1441	2886.386	0.0318	0.0406	
1+564.00	2885.529	3.1441	2886.065	0.0318	0.0406	
1+565.00	2885.281	3.1441	2885.8166	0.0318	0.0406	Inicio de la Trayectoria
1+565.96	2884.865	4.085	2885.7339	0.0184	0.0184	Inicio del Resalto
1+567.07	2884.865	0.3114	2885.1107	0.2407	0.2407	Final del Resalto
1+567.27	2885	1.7208	2885.209	0.0581	0.0605	Canal Aguas Abajo

TIRANTE\*: Tirante con ingreso de aire

Cerrar

Sección transversal aguas arriba y aguas abajo.

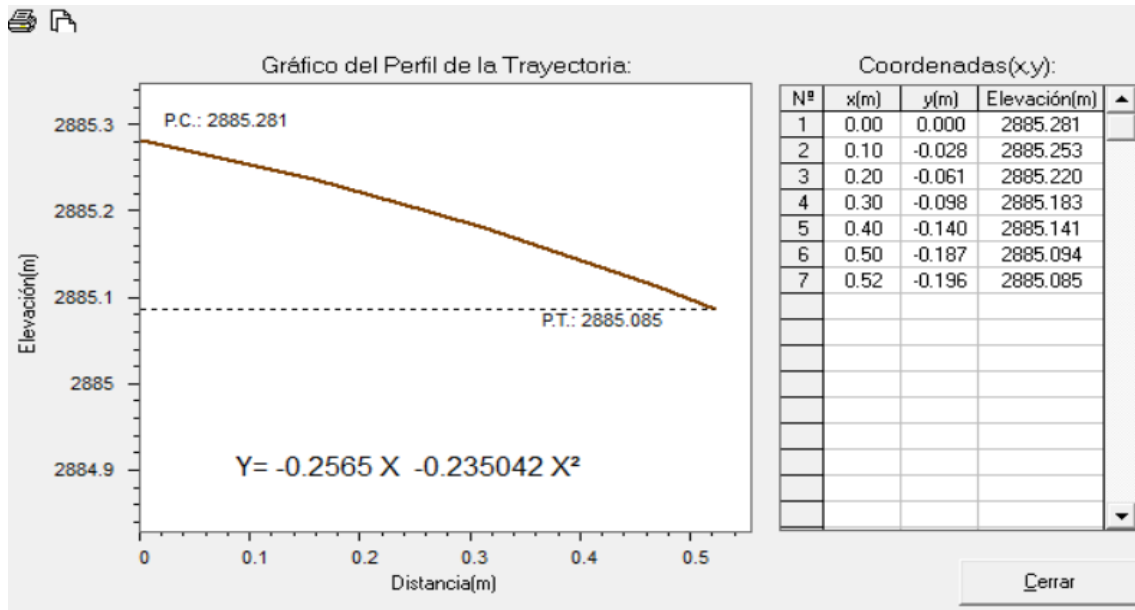






UBICACIÓN : CASERIO: NUNOCOTO DISTRITO: ACOPA PROVINCIA: ( DEPARTAMENTO: ANCASH  
 REALIZADO POR : BR. ING. CIVIL JHON CADILLO ROSAS AÑO: 2023

### Trayectoria de la rápida.



### Verificación de funcionamiento de la poza.

Nº	CAUDAL (M <sup>3</sup> /S)	TIRANTE Y1 (M)	MOEMTUM 1 Newton/p[agua]	TIRANTE Y2 (M)	MOEMTUM 2 Newton/p[agua]	LONGITUD DE RESALTO (M)	NIVEL ENERGIA EN POZA (M)	NIVEL ENERGIA AGUAS ABAJO (M)	FUNCIONAMIENTO DE LA POZA
1	0.030	0.018	0.0130	0.244	0.0130	1.1280	2885.1130	2885.2090	OK
2	0.027	0.017	0.0110	0.225	0.0110	1.0420	2885.0950	2885.1950	OK
3	0.024	0.015	0.0100	0.214	0.0100	0.9940	2885.0830	2885.1800	OK
4	0.021	0.014	0.0080	0.193	0.0080	0.8970	2885.0620	2885.1650	OK
5	0.018	0.012	0.0070	0.180	0.0070	0.8380	2885.0480	2885.1490	OK
6	0.015	0.01	0.0060	0.164	0.0060	0.7720	2885.0320	2885.1310	OK
7	0.012	0.009	0.0040	0.138	0.0040	0.6470	2885.0060	2885.1130	OK
8	0.009	0.007	0.0030	0.118	0.0030	0.5550	2884.9850	2885.0920	OK
9	0.006	0.005	0.0020	0.093	0.0020	0.4420	2884.9600	2885.0690	OK
10	0.003	0.002	0.0010	0.075	0.0010	0.3640	2884.9400	2885.0420	OK

EL DISEÑO ES ACEPTABLE.  
 EL RESALTO HIDRAULICO ES CONTENIDO DENTRO DE LA POZA

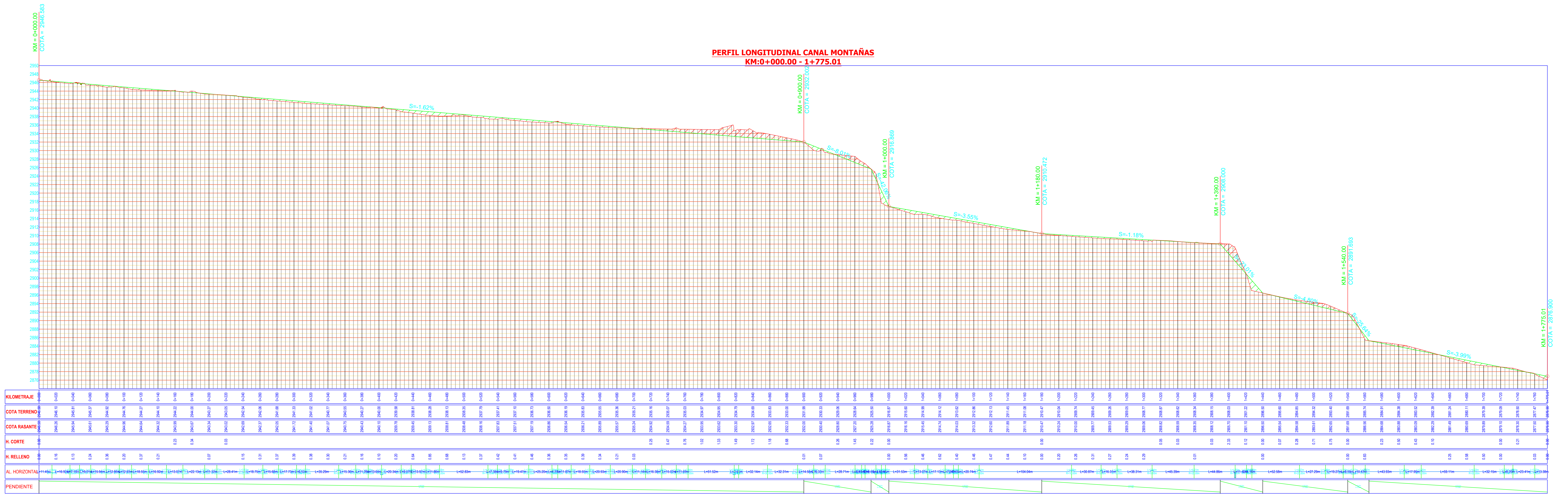
### Verificación de la estabilidad del flujo en el canal de la rápida.

ESTACION ( Km+m)	Q=0.03(M <sup>3</sup> /S)		TIPO DE REGIMEN	Q=0.015(M <sup>3</sup> /S)		TIPO DE REGIMEN	Q=0.006(M <sup>3</sup> /S)		TIPO DE REGIMEN
	Nv	M		Nv	M		Nv	M	
1+540.00									
1+540.25	1.102	58.0994	Flujo Estable	1.478	31.7119	Flujo Estable	2.0492	13.3413	Flujo Estable
1+541.50	2.3628	5.4705	Flujo Estable	2.8969	2.833	Flujo Estable	3.1817	1.1203	Flujo Estable
1+542.75	2.8398	2.4566	Flujo Estable	3.1745	1.2574	Flujo Estable	3.224	0.5277	Flujo Estable
1+544.00	3.0222	1.491	Flujo Estable	3.2304	0.7779	Flujo Estable	3.2292	0.3435	Flujo Estable
1+545.25	3.0878	1.0426	Flujo Estable	3.2435	0.5585	Flujo Estable	3.2316	0.2546	Flujo Estable
1+546.50	3.1135	0.7944	Flujo Estable	3.248	0.435	Flujo Estable	3.2331	0.2023	Flujo Inestable y Pulsátil
1+547.75	3.1243	0.6395	Flujo Estable	3.2503	0.3561	Flujo Estable	3.2342	0.1678	Flujo Inestable y Pulsátil
1+549.00	3.1293	0.5344	Flujo Estable	3.2518	0.3014	Flujo Estable	3.2349	0.1434	Flujo Inestable y Pulsátil
1+550.25	3.132	0.4588	Flujo Estable	3.2529	0.2613	Flujo Estable	3.2355	0.1251	Flujo Inestable y Pulsátil
1+551.50	3.1337	0.4019	Flujo Estable	3.2538	0.2306	Flujo Inestable y Pulsátil	3.2359	0.111	Flujo Inestable y Pulsátil
1+552.75	3.1349	0.3575	Flujo Estable	3.2545	0.2064	Flujo Inestable y Pulsátil	3.2363	0.0998	Flujo Inestable y Pulsátil
1+554.00	3.1359	0.322	Flujo Estable	3.2551	0.1868	Flujo Inestable y Pulsátil	3.2366	0.0906	Flujo Inestable y Pulsátil
1+555.25	3.1367	0.2928	Flujo Estable	3.2556	0.1706	Flujo Inestable y Pulsátil	3.2369	0.083	Flujo Inestable y Pulsátil
1+556.50	3.1373	0.2686	Flujo Estable	3.256	0.1569	Flujo Inestable y Pulsátil	3.2371	0.0765	Flujo Inestable y Pulsátil
1+557.75	3.1379	0.248	Flujo Estable	3.2564	0.1453	Flujo Inestable y Pulsátil	3.2373	0.071	Flujo Inestable y Pulsátil
1+559.00	3.1384	0.2304	Flujo Estable	3.2567	0.1353	Flujo Inestable y Pulsátil	3.2374	0.0662	Flujo Inestable y Pulsátil
1+560.25	3.1389	0.2151	Flujo Inestable y Pulsátil	3.257	0.1266	Flujo Inestable y Pulsátil	3.2376	0.062	Flujo Inestable y Pulsátil
1+561.50	3.1392	0.2017	Flujo Inestable y Pulsátil	3.2573	0.1189	Flujo Inestable y Pulsátil	3.2377	0.0584	Flujo Inestable y Pulsátil
1+562.75	3.1396	0.1899	Flujo Inestable y Pulsátil	3.2575	0.1122	Flujo Inestable y Pulsátil	3.2378	0.0551	Flujo Inestable y Pulsátil
1+564.00	3.1399	0.1793	Flujo Inestable y Pulsátil	3.2577	0.1061	Flujo Inestable y Pulsátil	3.2379	0.0522	Flujo Inestable y Pulsátil
1+565.00	3.14	0.172	Flujo Inestable y Pulsátil	3.2578	0.1018	Flujo Inestable y Pulsátil	3.2379	0.0501	Flujo Inestable y Pulsátil

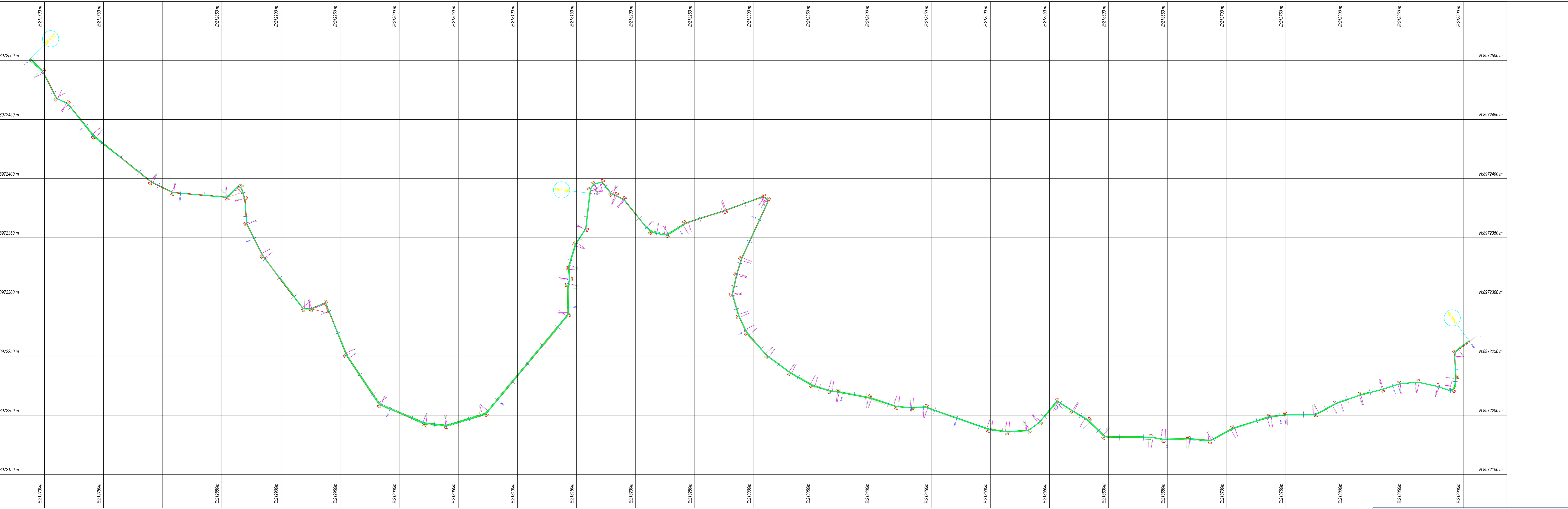
Nv: Número de Vedernikov  
 M: Número de Montouri

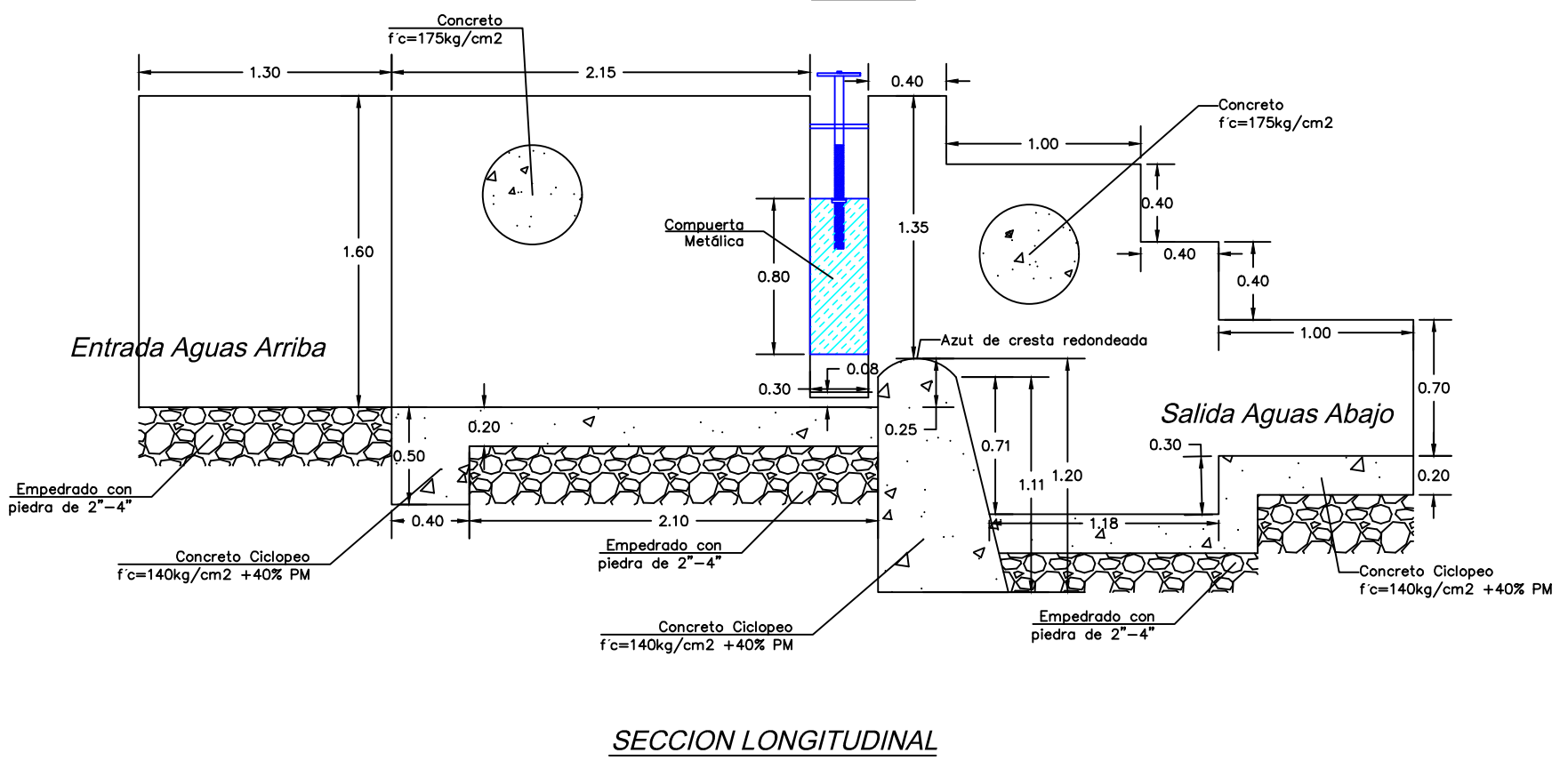
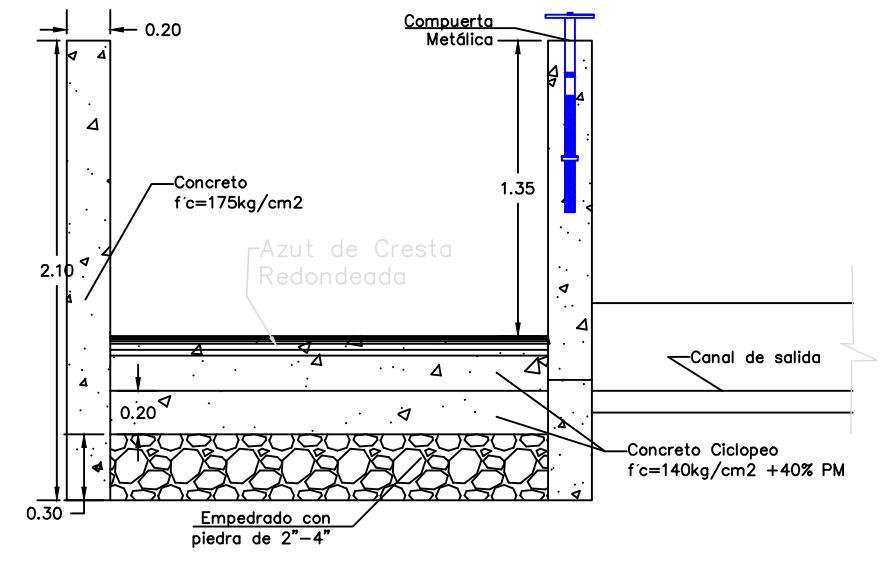
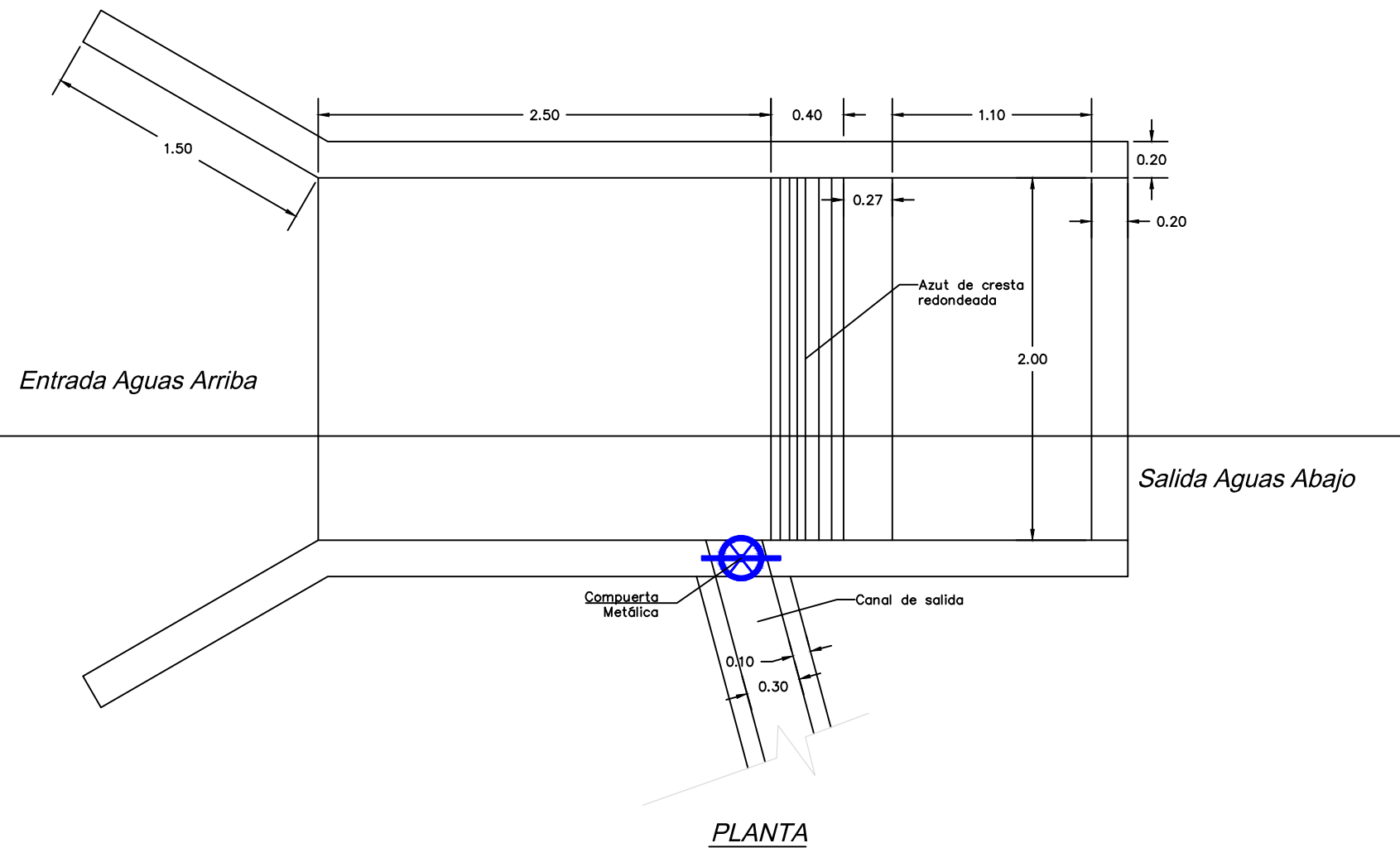
Anexo 14. Planos de diseño.

**PERFIL LONGITUDINAL CANAL MONTAÑAS**  
**KM:0+000.00 - 1+775.01**



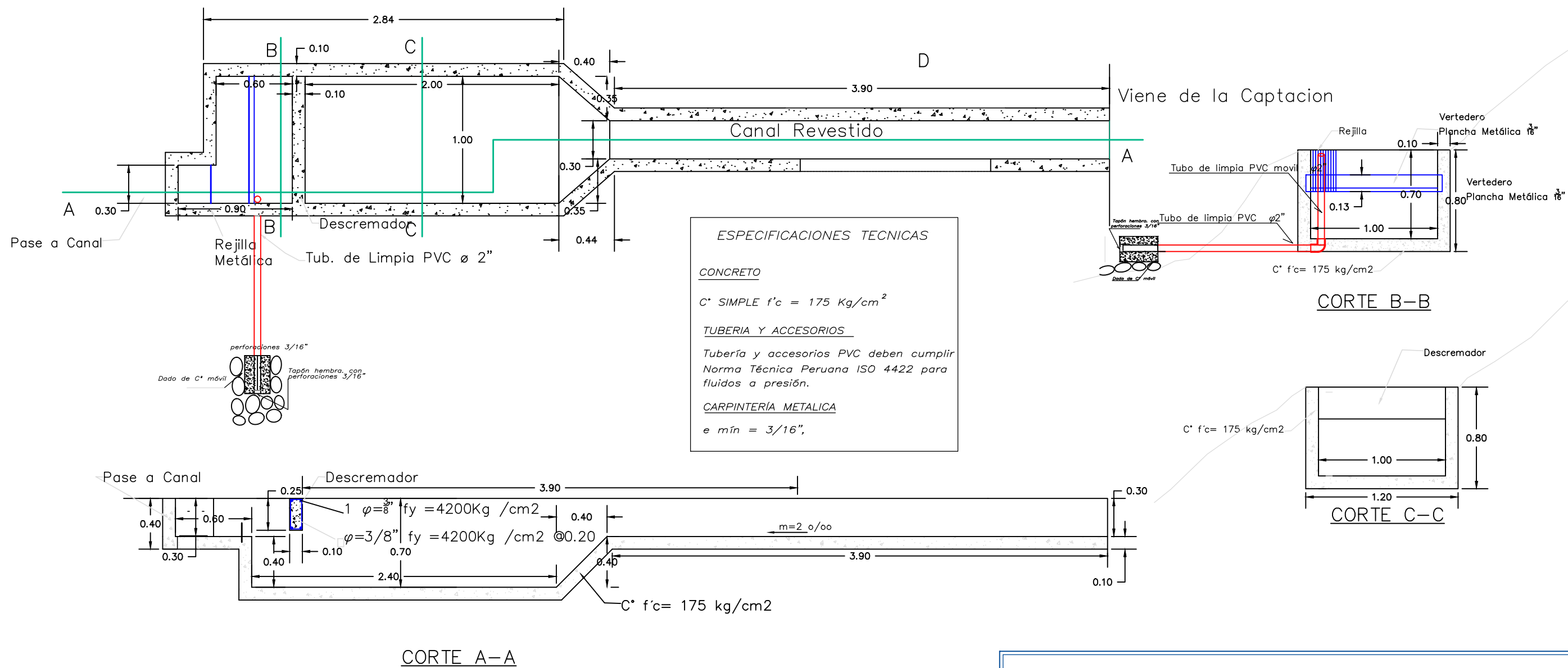
KILOMETRAJE	COTA TERRENO	COTA RASANTE	H. CORTE	H. RELLENO	AL HORIZONTAL	PENDIENTE
0+000	2946.83	2946.83	0.00	0.00	1+0.00	0.00
0+050	2946.80	2946.80	0.00	0.00	1+0.00	-0.01
0+100	2946.75	2946.75	0.00	0.00	1+0.00	-0.02
0+150	2946.70	2946.70	0.00	0.00	1+0.00	-0.03
0+200	2946.65	2946.65	0.00	0.00	1+0.00	-0.04
0+250	2946.60	2946.60	0.00	0.00	1+0.00	-0.05
0+300	2946.55	2946.55	0.00	0.00	1+0.00	-0.06
0+350	2946.50	2946.50	0.00	0.00	1+0.00	-0.07
0+400	2946.45	2946.45	0.00	0.00	1+0.00	-0.08
0+450	2946.40	2946.40	0.00	0.00	1+0.00	-0.09
0+500	2946.35	2946.35	0.00	0.00	1+0.00	-0.10
0+550	2946.30	2946.30	0.00	0.00	1+0.00	-0.11
0+600	2946.25	2946.25	0.00	0.00	1+0.00	-0.12
0+650	2946.20	2946.20	0.00	0.00	1+0.00	-0.13
0+700	2946.15	2946.15	0.00	0.00	1+0.00	-0.14
0+750	2946.10	2946.10	0.00	0.00	1+0.00	-0.15
0+800	2946.05	2946.05	0.00	0.00	1+0.00	-0.16
0+850	2946.00	2946.00	0.00	0.00	1+0.00	-0.17
0+900	2945.95	2945.95	0.00	0.00	1+0.00	-0.18
0+950	2945.90	2945.90	0.00	0.00	1+0.00	-0.19
1+000	2945.85	2945.85	0.00	0.00	1+0.00	-0.20
1+050	2945.80	2945.80	0.00	0.00	1+0.00	-0.21
1+100	2945.75	2945.75	0.00	0.00	1+0.00	-0.22
1+150	2945.70	2945.70	0.00	0.00	1+0.00	-0.23
1+200	2945.65	2945.65	0.00	0.00	1+0.00	-0.24
1+250	2945.60	2945.60	0.00	0.00	1+0.00	-0.25
1+300	2945.55	2945.55	0.00	0.00	1+0.00	-0.26
1+350	2945.50	2945.50	0.00	0.00	1+0.00	-0.27
1+400	2945.45	2945.45	0.00	0.00	1+0.00	-0.28
1+450	2945.40	2945.40	0.00	0.00	1+0.00	-0.29
1+500	2945.35	2945.35	0.00	0.00	1+0.00	-0.30
1+550	2945.30	2945.30	0.00	0.00	1+0.00	-0.31
1+600	2945.25	2945.25	0.00	0.00	1+0.00	-0.32
1+650	2945.20	2945.20	0.00	0.00	1+0.00	-0.33
1+700	2945.15	2945.15	0.00	0.00	1+0.00	-0.34
1+750	2945.10	2945.10	0.00	0.00	1+0.00	-0.35
1+775	2876.90	2876.90	0.00	0.00	1+0.00	-0.36






<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>					
PROYECTO : "Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash, 2023"			LAMINA : <h1 style="text-align: center;">C-01</h1>		
	UBICACION : DEPARTAMENTO: ANCASH PROVINCIA: CARHUAZ DISTRITO: ACO PAMPA CASERIO: NUNOCOTO	PLANO : <h2 style="text-align: center;">DETALLE DE CAPTACION</h2>			
	ELABORADO: <b>JCR</b>	DISEÑO: BR. Ing. JHON CADILLO ROSAS	REVISADO:	ESCALA: <b>INDICADA</b>	FECHA: <b>NOVIEMBRE 2023</b>





**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

<b>PROYECTO :</b> "Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash, 2023"		<b>LAMINA :</b>  <h1>D-01</h1>		
	<b>UBICACION :</b> DEPARTAMENTO: ANGASH PROVINCIA: CARHUAZ DISTRITO: ACOPAMPA CASERIO: NUNOCOTO	<b>PLANO :</b> <h2>DETALLE DE DESARENADOR</h2>		
	<b>ELABORADO:</b> JCR	<b>DISEÑO:</b> BR. Ing. JHON CADILLO ROSAS	<b>REVISADO:</b>	<b>ESCALA:</b> INDICADA
			<b>FECHA:</b> NOVIEMBRE 2023	

## Anexo 15. Panel Fotográfico.

**Fotografía 1. Levantamiento Topográfico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Acopampa, Carhuaz, 2023.**



**Fotografía 2. Lectura de coordenadas con estación Total del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Acopampa, Carhuaz, 2023.**





**Fotografía 3. Levantamiento de la captación de la quebrada Montañas, Caserío de Nunocoto, Acopampa, Carhuaz, 2023.**



**Fotografía 4. Coordinaciones para el levantamiento topográfico con el Presidente del Comité de Regantes del Canal Montañas.**





**Fotografía 5. Excavación y toma de muestra de Calicata N° 01, para el estudio del coeficiente de permeabilidad en el laboratorio.**



**Fotografía 6. Excavación y toma de muestra de Calicata N° 02, para el estudio del coeficiente de permeabilidad en el laboratorio.**





**Fotografía 7. Excavación y toma de muestra de Calicata N° 03, para el estudio del coeficiente de permeabilidad en el laboratorio.**



**Fotografía 8. Evaluación geométrica y medición del caudal a cada 50 metros, del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Acopampa, Carhuaz, 2023.**





**Fotografía 9. Medición de caudal del Canal Montañas en la progresiva 0+400.**



**Fotografía 10. Medición de altura para la obtención del caudal y velocidad del flujo en el Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Acopampa, Carhuaz, 2023.**





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío  
de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz–Ancash, 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

AUTOR

Br. Cadillo Rosas, Jhon (ORCID: 0000-0002-4088-5216)

ASESOR

Dr. Romero Ruiz, Hugo José Luis (ORCID: 0000-0002-6179-8736)

LINEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de obras hidráulicas y saneamiento

LINEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

CIUDAD DE HUARAZ – PERU

2023

## **DEDICATORIA**

Esta investigación dedicada: A mi familia, quienes me inculcaron que el mejor conocimiento que se puede tener es el que se aprende por sí mismo, también por ser mi apoyo durante mi carrera universitaria y mi vida. También, las personas que me acompañaron en este período, aportando cariño, paciencia, consejos palabras de aliento tanto para mi vida profesional y personal.

### **Agradecimiento (fin académico)**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien siempre está junto a mí, guiando mis objetivos y metas. También quisiera expresar mi agradecimiento a la Universidad César Vallejo que ha sido mi hogar educativo por muchos años, y estoy agradecido por ello. Al Ing. Freddy Manuel Franco Alvarado, gracias por su tiempo, esfuerzo, apoyo incondicional y amistad y al resto del equipo de la Facultad de Ingeniería. Por último, quisiera agradecer al Dr. Hugo José Luis Romero Ruiz, mi coautor principal en este proyecto, que gracias a su asesoría, experiencia, enseñanza y apoyo en general pude desarrollar este trabajo.





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, ROMERO RUIZ HUGO JOSE LUIS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulada: "Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz–Ancash, 2023", cuyo autor es CADILLO ROSAS JHON, constato que la investigación tiene un índice de similitud de %, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

HUARAZ, 08 de Diciembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
ROMERO RUIZ HUGO JOSE LUIS <b>DNI:</b> 07949449 <b>ORCID:</b> 0000-0002-6179-8736	Firmado electrónicamente por: JLROMEROR el 08- 12-2023 14:46:06

Código documento Trilce: TRI - 0688782



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, CADILLO ROSAS JHON estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz–Ancash, 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
JHON CADILLO ROSAS DNI: 73138259 ORCID: 0000-0002-4088-5216	Firmado electrónicamente por: CCADILORO el 08-12- 2023 08:20:59

Código documento Trilce: TRI - 0688781



## Índice de contenidos

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
<b>III. Metodología. ....</b>	<b>12</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	12
3.2. Variables y operacionalización .....	13
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis .....	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	15
3.5. Procedimientos .....	15
3.6. Método de análisis de datos.....	16
3.7. Aspectos éticos .....	17
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>18</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>23</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>30</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES. ....</b>	<b>32</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>33</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>41</b>

## Índice de tablas

Tabla 1. Resumen de población y muestra de los indicadores. ....	14
Tabla 2. Demanda Hídrica en la etapa pre test y post test, en las áreas bajo riego del canal montañas, caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash. ....	18
Tabla 3. Volumen de agua perdida en la etapa pre test, en el canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash. ....	19
Tabla 4. Prueba de hipótesis de t-Student de la velocidad en la etapa pre test y post test. ....	20
Tabla 5. Pendientes topográficas en evaluadas en la etapa pre test y post test, del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash. ....	21
Tabla 6. Prueba estadística de Wilcoxon para determinar la reducción de infiltración en la etapa pre y post test. ....	22

## Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Esquema de mejoramiento hidráulico .....	12
---	----

## Índice de anexos

Anexo N° 1. Operacionalización de Variables. ....	41
Anexo N° 2. Cuadro de Indicadores. ....	42
Anexo N° 3. Matriz de consistencia. ....	43
Anexo N° 4. Instrumento de recolección de datos (Validado por Justiniano Obregón) .....	44
Anexo N° 5. Instrumento de recolección de datos para determinar la permeabilidad del suelo, de acuerdo a la NTP.339.147. ....	45
Anexo N° 6. Solicitud para Desarrollo del Proyecto de Tesis en el Canal Montañas del Caserío de Nunocoto. ....	46
Anexo N° 7. Carta de aceptación por el Caserío de Nunocoto para el Desarrollo del Proyecto de Tesis. ....	47
Anexo N° 8. Estudio Hidrológico. ....	48
Anexo N° 9. Evaluación de la eficiencia del Canal Montañas. ....	49
Anexo N° 10. Evaluación del Canal Montañas por el Método de Kostiakov etapa pre test, con la permeabilidad del suelo. ....	50
Anexo N° 11. Evaluación de la eficiencia del Canal Montañas con la propuesta de mejoramiento etapa post test por el método aplicado por Justiniano Obregón y el Software HCanales. ....	51
Anexo N° 12. Prueba Estadística de la Investigación. ....	52
Anexo N° 13. Memoria de cálculo de los diseños hidráulicos. ....	53
Anexo N° 14. Planos de diseño. ....	54
Anexo N° 15. Panel fotográfico. ....	55

## RESUMEN

La investigación abordó la mejora hidráulica del Canal Montañas en Nunocoto, Acopampa, Carhuaz-Ancash, con el objetivo principal de reducir la pérdida por infiltración de agua. Se adoptó un enfoque cuantitativo y experimental, utilizando por conveniencia todo el Canal Montañas (longitud de 1,775 metros) como población y muestra. La metodología incluyó las pruebas estadísticas para validar la hipótesis, así como también criterios de diseño de obras hidráulicas de la Autoridad Nacional Del Agua – ANA y la Norma Técnica Peruana NTP 339.147 para determinar el coeficiente de permeabilidad del suelo. La propuesta de mejora del canal es rectangular con dimensiones específicas y un diseño integral de máxima eficiencia hidráulica, que incorpora captación, desarenador y tres estructuras rápidas para optimizar la eficiencia. Concluyendo que la propuesta de mejoramiento hidráulico reducirá significativamente el factor de infiltración en el canal montañas con un p de Wilcoxon calculado de 0.008 siendo menor al nivel de confianza 0.05 (5%). Por lo tanto, se demuestra que el mejoramiento hidráulico del canal montañas reducirá significativamente el factor de infiltración de agua, el cual se ha disminuido notablemente hasta alcanzar solo un 0.06% de pérdida de agua con la implementación de las mejoras hidráulicas propuestas.

Canal, agua superficial y drenaje

## **ABSTRACT**

The research addressed the hydraulic improvement of the Montañas Canal in Nunocoto, Acopampa, Carhuaz-Ancash, with the main objective of reducing the loss due to water infiltration. A quantitative and experimental approach was adopted, using for convenience the entire Canal Montañas (length of 1,775 meters) as a population and sample. The methodology included statistical tests to validate the hypothesis, as well as design criteria for hydraulic works from the National Water Authority - ANA and the Peruvian Technical Standard NTP 339.147 to determine the soil permeability coefficient. The proposal to improve the canal is rectangular with specific dimensions and a comprehensive design for maximum hydraulic efficiency, which incorporates collection, sand trap and three rapid structures to optimize efficiency. Concluding that the hydraulic improvement proposal will significantly reduce the infiltration factor in the mountains channel with a calculated Wilcoxon p of 0.008 being less than the 0.05 (5%) confidence level. Therefore, it is demonstrated that the hydraulic improvement of the mountains channel will significantly reduce the water infiltration factor, which has been significantly reduced to reach only 0.06% water loss with the implementation of the proposed hydraulic improvements.

Channel, surface water and drainage

## I. INTRODUCCIÓN

La Tierra, constituida en un 70% por agua, alberga alrededor de 1.400 millones de km<sup>3</sup> de este recurso invaluable. Sin embargo, tan solo un 0,3% de esa masa hídrica se destina a la agricultura y al consumo humano. Esta distribución limitada se ha convertido en un problema creciente en muchas regiones, ya que la disponibilidad de agua disminuye continuamente, lo que afecta la capacidad de abastecer a la población en términos de consumo y agricultura (FAO, 2020).

Para enfrentar esta problemática, se han empleado diversos métodos en muchas áreas, incluyendo el uso de canales abiertos, sistemas de entubado y otros en un esfuerzo por lograr una distribución más eficiente del agua. Sin embargo, con frecuencia, la construcción empírica de estos sistemas resulta en pérdidas de agua a lo largo de su recorrido, lo que impide que la cantidad adecuada llegue a su destino final. Por lo tanto, se vuelve esencial recurrir a la ingeniería con el propósito de buscar soluciones técnicas.

La presente investigación se enfoca en abordar este desafío en el contexto de Nunocoto, un caserío agrícola ubicado en el distrito de Acopampa, Carhuaz, en la región de Ancash, Perú. Las tierras de este caserío se riegan a través de dos canales rústicos, y nuestro estudio se concentra en uno de ellos, conocido como el "canal principal Montañas". Este canal ha estado en uso desde la década de 1980 y toma su nombre de la quebrada donde se origina. Sus dimensiones estándar promedio son de 40 cm de ancho y 45 cm de alto. Sin embargo, nuestra investigación se centra en las pérdidas de agua debidas a la filtración, dado que el canal está construido sobre el suelo natural, lo que provoca una distribución ineficiente del agua hacia las tierras de cultivo.

El canal Montañas no logra satisfacer las necesidades hídricas de las áreas de cultivo en Nunocoto, un caserío con una importante producción de maíz (choclo) que se ve afectada por esta problemática. Es importante destacar que la disminución del recurso hídrico en los últimos años se atribuye a diversas causas, como el cambio climático, el crecimiento económico y el aumento de la población, entre otros factores.

En vista de esta situación, esta investigación plantea la siguiente problemática central: ¿Cómo el mejoramiento hidráulico del canal montañas incide en el factor de infiltración de agua en el caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash? de forma específica se plantea las preguntas siguientes: ¿Cómo influye el mejoramiento hidráulico en la demanda hídrica del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash?, ¿Cuánto es el volumen de agua perdida en el canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash?, ¿Como el mejoramiento hidráulico incide en la velocidad del cauce del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash?, y ¿Cómo influye el mejoramiento hidráulico en la pendiente topográfica del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash?

La motivación para llevar a cabo esta investigación se fundamenta en la importancia crítica y la imperante necesidad de abordar los desafíos que rodean al Canal Montañas. Esta problemática, de naturaleza significativa y multidimensional, impacta directamente aspectos como la seguridad alimentaria, el bienestar económico, la conservación de recursos, la ingeniería hidráulica y la sostenibilidad ambiental en el Caserío de Nunocoto. La justificación social radica en que esta región agrícola en Carhuaz, Ancash, depende crucialmente del canal para el suministro de agua a los cultivos, que constituyen una parte fundamental de la subsistencia y la economía local. Un exitoso proceso de mejoramiento no solo garantizaría una mayor disponibilidad de agua para la agricultura, beneficiando así a los agricultores y sus familias.

Desde un enfoque metodológico, la investigación se sustenta en enfoques cuantitativos y experimentales respaldados por análisis documentales y observacionales. Este enfoque robusto proporciona resultados fiables y cuantificables, permitiendo una evaluación precisa del impacto del mejoramiento hidráulico. Además, la justificación práctica se desprende de la atención a aspectos fundamentales que inciden directamente en la eficiencia y funcionalidad del Canal Montañas. La comprensión detallada de la demanda hídrica, el volumen de pérdida de agua, la velocidad del cauce y la pendiente topográfica se vuelve esencial para



implementar mejoras específicas y eficaces, lo que contribuirá a optimizar el rendimiento del canal de manera práctica y significativa.

Por lo anterior se propone el siguiente objetivo general: Reducir la infiltración de agua con el mejoramiento hidráulico del canal montañas en el caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash, y los siguientes objetivos específicos: Disminuir la demanda hídrica con el mejoramiento hidráulico del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash; Disminuir el volumen de agua que se pierde en el canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash; Aumentar la velocidad del cauce con el mejoramiento hidráulico del canal montañas; del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash y Mejorar la pendiente topográfica con el mejoramiento hidráulico del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash. De lo anterior se plantea la siguiente hipótesis general, el mejoramiento hidráulico del canal montañas reducirá significativamente el factor de infiltración de agua en el caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.

## II. MARCO TEÓRICO

En muchos países se han aplicado un rediseño hidráulico para reducir la infiltración, en China por ejemplo se propuso un método de control hidráulico multipunto, formulando un modelo simplificado de Saint- Venant, se comparó con el controlador de control predictivo del modelo (MPC) y dicho modelo se mostró una potencialidad para el riego de precisión de los distritos (Zheli et al., 2023). En Colombia, en un artículo se estudió un diseño de un canal hidráulico, donde determinaron los canales, estudio de flujo, medición de las propiedades de los fluidos, y demás; utilizando el software CAD CAE y SolidWorks, se modelaron los datos obtenidos para corroborar con los datos obtenidos experimentalmente (Meneses y Jara, 2022).

Entre las búsquedas de los artículos se encontró también en Curico, Chile quienes realizaron una investigación con el objetivo de diseñar una rueda hidráulica para la generación de electricidad de potencia baja con datos de ingreso conocidos, con la metodología de construir con modelos matemáticos para llevar a cabo los procesos que intervienen (Hernández, 2021).

Asimismo, en el Estado de México, se propuso la utilización del software Cefficiency como un instrumento didáctico para diseñar canales de alta eficiencia hidráulica en la asignatura de hidráulica de canales, donde se permitió plasmar las secciones de alta eficiencia hidráulica en canal prismático (Morales et al., 2019). También, en un estudio se diseñó y analizó los canales hidráulicos, siendo denominado por los autores CANDHI versión 1.0 (Canales, Diseño Hidráulico), donde se permitió calcular tirantes normales y críticos en la sección trapezoidal, triangular, rectangular, parabólica y circular, con una máxima eficiencia y mínima infiltración (García y Díaz, 2019).

Igualmente, en Puerto Rico, se realizó un estudio aplicando un nuevo algoritmo para la solución simultánea de canales complejos con estructuras hidráulicas, este algoritmo se utilizó para simular un segmento del sistema de riego del Valle de Lajas, en Puerto Rico, y en el que las mediciones de calibración exigían

un cambio de entre el 6,7% y el 12,8% en el coeficiente de Manning y un coeficiente de descarga de vertedor (Collazo y Araya, 2019).

Pero los rediseños hidráulicos no solo se están realizando en otros países, en Perú también ya proyectos, en Junín por ejemplo con el objetivo de determinar la eficacia hidráulica de los canales de riego por gravedad del Canal Huayao, Chupaca, con una población de 18.8 km de canal principal y una muestra de 2.022 kilómetros de canal, donde se obtuvo en el canal trapezoidal la eficiencia de 0+000km a 2+0,22km con un 58,36% y 71,53% en dos días respectivamente y 0+00 km a 0+100 km en el canal rectangular siendo 95,14 %, 92,33 %, 94,93% y 95,14 % (Capcha y Martínez, 2021).

También, en Lambayeque en un estudio de pregrado donde el objetivo fue de determinar la influencia del software HEC - RAS para el diseño de un canal de riego con óptima eficiencia hidráulica y se estableció la relación en el diseño del canal de riego en un estudio para una máxima eficiencia hidráulica, siendo el tamaño de la población y el tamaño de muestra iguales por conveniencia de 3.085 km de canal, concluyendo que el software es adecuado para estudiar el comportamiento del perfil del flujo de agua (Asalde, 2020).

Así mismo en Recuay, Ancash, con el objetivo de elaborar una propuesta de mejora hidráulica para la construcción de un sistema de riego para el canal de riego que sirve a la ciudad de Collahuasi en Recuay, con un tamaño de población y muestra de 2400 ml evaluada con fichas técnicas donde el 78.46% de los usuarios directos menciona que está de acuerdo con el mejoramiento hidráulico (Casanca y Crisolo, 2022).

Por último, Bellido, (2020) realizó una investigación a través del levantamiento topográfico, el análisis granulométrico y las pruebas de límites donde determinó el tipo de suelo, también está el programa HCANALES donde se corrobora el diseño a través de ecuaciones, y como no mencionar también al manual ANA donde se encuentra especificaciones para diseñar canales consiguiendo diferentes secciones como rectangulares, etc.

Para el sustento de las bases teóricas de la presente investigación se tomaron distintas fuentes de revistas indexadas algunos de los autores son los siguientes:

En lo que respecta a la variable de Diseño Hidráulico; se tiene a Hesarkazzazi et al. (2020) quienes mencionan que el diseño se basa en el enrutamiento del flujo hidráulico. Asimismo, Maurad (2020), expone que es una representación reducida de la realidad, hasta las fases, los sucesos y los procesos clave que intervienen en el flujo del agua. Este diseño sirve para estudiar la conducta de redes distributivas de agua (González, Bejarano, 2019). Además, tiene como concepto de distribución y control del agua, incluidos estudios, cálculos, diseños, construcciones, materiales, etc. (Montoya, 2021).

Asimismo, se recalca que la hidráulica es donde el agua fluye aguas abajo, para medir la influencia de la gravedad, desde el punto más elevado al más mínimo, y que la velocidad de este flujo viene determinada básicamente por la inclinación del canal y el caudal (Bustamante, Crousillat, Rick, 2021). La velocidad de transporte entre los dos lugares es un dato crucial a tener en cuenta en el diseño hidráulico, como las estaciones de bombeo, en función de la distancia entre los dos lugares y la diferencia de elevación entre ellos (More y Olazabal, 2021).

El diseño hidráulico del canal es una vía navegable con una superficie libre por la que circula el agua. Los canales pueden ser conductos cerrados o abiertos como su superficie libre está en contacto constante con el aire, el agua fluye libremente bajo el efecto de la gravedad. (Montoya y Bastos, 2022).

También, el diseño hidráulico de canales es la técnica de estimulación de reservorios en la que la inyección de agua a alta presión crea canales conductores en las proximidades del pozo (Chipantashi, 2021). El diseño hidráulico va depender de la topografía de la zona, el tipo de captación y la textura del suelo (Pasapera, 2018, p.37) estas ideas son reforzadas con el autor Guadalupe (2022) quien hace énfasis que para de diseño del canal se debe considerar el caudal que va conducir, la pendiente longitudinal de acuerdo al estudio del terreno y el coeficiente de Manning.

De todo lo anterior se puede decir que para realizar y elegir la forma del canal se debe realizar una serie de estudios del lugar donde se va a diseñar este.

Respecto a la otra variable de infiltración de agua, se menciona a Minh et al. (2018), quien define que la infiltración es un procedimiento donde el agua de la superficie de la tierra penetra en ella y es uno de los componentes procesos hidrológicos más importantes del balance hídrico que depende de muchos factores, como las características de las lluvias, las características topográficas, las propiedades del suelo y la cobertura terrestre, de estos factores principales que afectan la infiltración del suelo, el de las lluvias es el más difícil de intervenir debido a que está fuera de las expectativas pues solo podemos predecir los fenómenos negativos relacionados a este fenómeno más no controlarlo en cambio los otros factores si se pueden controlar.

Asimismo, el fenómeno de infiltración del agua está influenciada por las características del suelo, por ellos es fundamental describir el procedimiento de formación de la capa de la superficie del canal, ya que los suelos arcillosos presentan una resistencia a la infiltración y los suelos arenosos tienen un alto porcentaje de infiltración (Farje y Espinoza, 2022)

También, Christelle et al. (2023) afirman que la estructura del suelo la cual se refiere a las partículas que lo componen ya sea la arcilla, el limo, la tierra, la arena u otras partículas orgánicas o inorgánicas influye mucho en la infiltración del agua, muchas veces el suelo puede verse afectada por factores antropogénicos o naturales y estos a la vez pueden alterar la infiltración de agua. Los cilindros concéntricos se utilizan en las pruebas de campo para evaluar la infiltración de agua en el suelo; sin embargo, estos aparatos no están exentos de errores porque el agua puede desplazarse lateralmente por debajo del anillo (Dávila, 2021).

Del mismo modo Ramli et al. (2021), menciona que la infiltración del agua va depender de muchos factores como son la escorrentía superficial, la pendiente, el tipo de suelo, las precipitaciones, la utilización del suelo y el tipo de vegetación.

Comprender el proceso de infiltración es muy importante para la gestión de cuencas hidrográficas.

En la actualidad existen muchos modelos diferentes para determinar la tasa de infiltración, es por ello que se ha vuelto un reto poder seleccionar un modelo apropiado para estimar con precisión la tasa de infiltración de un determinado suelo, pues los diferentes tipos de prácticas de utilización y manejo de la tierra afectan aún más las tasas de infiltración, en Brasil se realizó un estudio para determinar la tasa de infiltración y se descubrió que los modelos de Kostiaikov, Horton y Singh y Yo proporcionaron buenos ajustes a los datos de infiltración (Culman y Murcia, 2020).

Como sustento para las dimensiones del presente estudio se revisó distintos autores entre los principales están:

Para la primera dimensión la cual es: demanda hídrica se tiene a Abdurezak y Brook (2022) quien menciona que el agua es un recurso importante en la tierra y fundamental para la existencia de la vida pues es necesaria para el riego y otras actividades económicas. Sin embargo, el cambio climático y el crecimiento poblacional están generando escasez de este recurso por ellos es importante la planificación y en consecuencia calcular la demanda hídrica (Hassan et al. 2019). La demanda de agua de riego es la cantidad de volumen de agua que necesita las áreas de cultivo para satisfacer las necesidades de las plantas de un sistema de riego durante toda una temporada de crecimiento (Pizarro, 2010 citado por Rojas, 2023).

Al igual que los autores anteriores Aldirawi et al. (2019) también considera que la demanda de agua supera el suministro en muchas comunidades, especialmente donde pequeñas áreas de acaparamiento de tierras se combinan con un clima cada vez más impredecible por ello existe una urgencia creciente y un énfasis específico en las estrategias de gestión de la demanda de agua como una solución para la seguridad hídrica a largo plazo en muchas comunidades. Por su parte Herdiansyah et al. (2022) mencionan que; la disponibilidad y la demanda de agua deben

analizarse para conservar los recursos hídricos satisfaciendo cada necesidad tanto de hoy como futura de las poblaciones y proponen calcular el balance hídrico utilizando el modelo F. J Mock, así como esto hay distintos métodos más por ejemplo Wang, et al., (2021) estudió el método para calcular la demanda ecológica de agua en entornos cambiantes, compararon diferentes estimaciones y determinaron la demanda ecológica de agua de los arroyos interiores a partir de un análisis de la persistencia y variabilidad de la esorrentía de los ríos. , que proporciona una nueva idea para el futuro método de cálculo de la demanda ecológica de agua; y así muchos investigadores internacionales que se centran en la demanda ecológica de agua han desarrollado cientos de métodos de evaluación en cuatro categorías, incluido el método hidráulico, el método hidrológico, el procedimiento de estudio global y el método de simulación de hábitat (Fang et al. 2022).

A pesar que hay distintos métodos según Alamanos et al. (2020), ningún estudio ha simulado en un solo modelo todos los parámetros con el pronóstico de la demanda interna, la fijación de precios, el balance hídrico, la educación, el cambio climático y la socioeconomía.

Para la segunda dimensión la cual es: la pérdida de volumen de agua por infiltración se tiene a Apaza y Landeo (2020, p.42) quien menciona que la infiltración es el trabajo de filtrar un líquido ya sea voluntario o accidental por medio de un filtro del suelo, ello explica porque en muchos canales se reduce el caudal. Esta idea es contrastada por Ávila et al. (2021) quien también menciona que la infiltración es el procedimiento hidrológico que describe el ingreso de agua a un suelo, así mismo también menciona que la tasa de infiltración es la cantidad de agua que se pierde en el subsuelo en un tiempo determinado y el modelo para describir el movimiento del agua en suelos saturados es la ley de Darcy. Para Wu et al. (2022) Además la importancia en el ciclo hidrológico, la capacidad de un suelo para infiltrar agua también sirve como indicador útil de la capacidad del suelo para resistir la erosión. La probabilidad de obstrucción puede estimarse midiendo el ritmo al que el agua se pierde en el subsuelo (Abdalrahman et al. 2022).

Para la tercera dimensión que corresponde a la velocidad del cauce se tiene a Chavárro (2019), quien define a la velocidad como una magnitud física de carácter vectorial donde se expresa la longitud recorrida por un objeto en una unidad de tiempo (p.10). También, otro autor expone que es una cantidad vectorial describe tanto un tamaño como una dirección y para definir el estado de flujo en su totalidad deben conocerse también otras propiedades (Sevilla, 2021). Según la Ramírez (2022) La velocidad media del agua en todo el segmento del canal suele ser útil para el diseño del canal, ya que en los canales abiertos la velocidad varía con la profundidad y la distancia a las paredes.

Por lo general la velocidad media en los canales se encuentra entre 0.05 a 0.25 de profundidad por debajo de la superficie libre (Toapanta, 2023) los canales de tierra tienen velocidades límite de 0,50-1 m/s, dependiendo del tipo de suelo y del flujo de agua (Carrasco y Gamonal, 2023). Es importante considerar también que para calcular la velocidad del agua de un determinado canal o río se debe dividir en metros el largo de la sección elegida, por el tiempo que demoró en flotador en recorrer todo el tramo, teniendo en cuenta que el tiempo esté expresado en segundos (Lizarraga y Mendez, 2022).

Respecto a la cuarta dimensión concerniente a la textura del suelo se tiene en primer lugar a Pincay y Vera (2023) quien define a esta dimensión como la abundancia relativa existente de tres clases de partículas finas las cuales son la arcilla, el limo y la arena. Al igual, Wang et al. (2021), también menciona que la textura es una propiedad física del suelo y hace referencia a los diferentes tamaños de partículas minerales que se encuentran en él, la textura del suelo guarda mucha relación con la cantidad de humedad, con el pH, con la temperatura, con la aeración y con la distribución de las sales en el suelo, así como también con la fertilidad de la tierra para el cultivo. Para determinar la textura del suelo se puede realizar mediante un análisis de laboratorio, este determinaría la distribución del tamaño de partículas en el área estudiada (Tall et al. 2019). Parra et al. (2020) citó a Six et al. (2002) quien afirma que la arcilla es la fracción más atractiva del suelo para diversos procesos como es por ejemplo la retención del agua y la estabilidad de agregados.



La textura regula muchas otras partículas del suelo y otros atributos físicos, químicos, biológicos, hidrológicos y mecánicos del suelo (Erazo et al., 2019).

El análisis mecánico arroja un porcentaje fraccionario que se utiliza para cuantificar la textura del suelo. La versión española más actualizada de la categorización de la Soil Taxonomy recomienda utilizar el método internacional del triángulo textural para identificar la textura (Hernández et al., 2019). La textura al tacto, el tamizado (húmedo y seco), la sedimentación (método de la pipeta, método del hidrómetro), el método del microscopio electrónico, el uso del microscopio electrónico y la turbidimetría son algunas de las técnicas más utilizadas; cada una de ellas varían (Vásquez, 2022)

Finalmente, para la quinta dimensión referente a la pendiente topográfica tenemos a Fernández (2021), quien menciona que la pendiente es el grado de inclinación de un relieve, se mide en grados y se determina utilizando dos puntos de una línea horizontal y un punto de partida positivo o negativo. (p. 09). Las altas pendientes condicionan los procesos hidrológicos como es por ejemplo la infiltración, si hay mayor pendiente la tasa de infiltración se reduce (Rey, 2019, p.19).

Como predomina la escorrentía superficial, cuanto mayor es la pendiente topográfica, menor es la infiltración de contaminantes en el subsuelo acuífero (Valcarce et al., 2021).

### III. Metodología.

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es aplicada, porque se empleará los fundamentos teóricos de la ingeniería para el mejoramiento del canal de riego (Canal Montañas) y este acorde con los criterios de diseños de obras hidráulicas de la Autoridad Nacional Del Agua - ANA, evaluando los resultados del estudio hidrológico y agronómico (Sampieri, 2020).

El diseño es experimental porque habrá modificación de la variable independiente, con los conocimientos históricos se realizará la descripción de las variables aplicando modelos matemáticos y se buscará concernir para determinar la dependencia (Sampieri, 2020).

Se realizará el método denominado PRE-TEST, POST-TEST en un grupo para realizar lo siguiente:

- Medir la variable O1.
- Aplicar la variable independiente al grupo.
- Medir la variable O2 en el grupo.

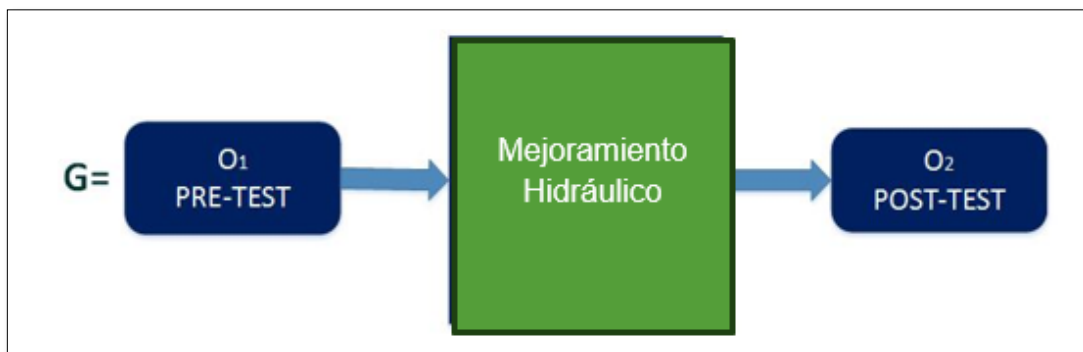


Figura 1. Esquema de mejoramiento hidráulico

Dónde:

G: Grupo Experimental

O1: Canal Montañas antes de implementar el rediseño hidráulico

X: Mejoramiento Hidráulico.

O2: Canal montañas después de implementar el mejoramiento hidráulico.

### 3.2. Variables y operacionalización

Variable Dependiente. Infiltración del agua.

Definición Conceptual: El fenómeno de infiltración del agua esta influenciada por las características del suelo, por ellos es fundamental describir el proceso de formación de la capa de la superficie del canal, ya que los suelos arcillosos presentan una resistencia a la infiltración y los suelos arenosos tienen un alto porcentaje de infiltración (Farje y Espinoza, 2022).

Definición Operacional. Se evaluará a través del tipo de suelo, tasa de infiltración y volumen de agua residual.

Variable Independiente. Mejoramiento hidráulico del canal.

Definición Conceptual: El diseño hidráulico del canal es una vía navegable con una superficie libre por la que circula el agua. El agua fluye por canales, que pueden ser conductos abiertos o cerrados, porque la superficie libre del líquido está en contacto con el aire, lo que provoca una falta de presión (Montoya y Bastos, 2022).

Definición Operacional. Se realizará un estudio donde se determinará la demanda hídrica, volumen de agua, velocidad del cauce, textura del suelo y pendiente topográfica, para el mejoramiento Hidráulico, ver en **Anexo 01** y **Anexo 02**.

Hipótesis

Hipótesis Nula (Ho): El mejoramiento hidráulico del canal montañas NO reducirá significativamente el factor de infiltración de agua en el caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.

Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ): El mejoramiento hidráulico del canal montañas reducirá significativamente el factor de infiltración de agua en el caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.

### 3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

Siendo la investigación de tipo aplicada, y la intervención en un ámbito específico, la población (N) del proyecto comprende todo el tramo 0+00 – 1+775.19 del canal principal Montañas de la localidad de Nunocoto del distrito de Acopampa.

La muestra (n) para la presente investigación se toma por conveniencia tomar el tramo 0+00 – 1+775.19 del canal principal Montañas de la localidad de Nunocoto, lo cual es congruente con la población.

Dado que  $N(1) = n(1)$ , se ha optado por una muestra (n) por conveniencia.

Tabla 1. Resumen de población y muestra de los indicadores.

Dimensión	Definición Conceptual	Población (N)	Muestra (n)
Demanda hídrica	Agua demandada por las áreas de cultivo para el rediseño del canal	40.40 ha de área de cultivo de la Localidad de Nunocoto	40.40 ha de área de cultivo de la Localidad de Nunocoto
Estudio topográfico	Pendiente topográfica para rediseño hidráulico del canal	Tramo 0+00 – 1+775.19 del canal principal Montañas	Tramo 0+00 – 1+775.19 del canal principal Montañas
Velocidad de Cauce	Velocidad de flujo en tramos para el rediseño del canal	Tramo 0+00 – 1+775.19 del canal principal Montañas	Tramo 0+00 – 1+775.19 del canal principal Montañas
Eficiencia del Canal	Medición de volumen de agua en tramos del canal Montañas	Tramo 0+00 – 1+775.19 del canal principal Montañas	Tramo 0+00 – 1+775.19 del canal principal Montañas

Infiltración de Agua	Proceso por el cual el agua por efecto de la gravedad se pierde en el subsuelo	9 tramos pre test y post test 3 calicatas	9 tramos pre test y post test 3 calicatas
----------------------	--	--	--

Fuente: Guía de elaboración de trabajos conducentes a grados y títulos – Universidad Cesar Vallejo, 2023.  
Elaboración: Propia

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

Se emplearon técnicas e instrumentos para recolectar datos aplicados/basados en el estudio de Justiniano (2022) publicada en su tesis de pregrado Diseño del canal de riego del caserío de Conchumayo, Distrito Santa María del Valle, Huánuco, 2022, el instrumento se visualiza en el **Anexo 03**. El cual se empleará para medir el volumen de agua en tramos de cada 50 m.

Para la determinación de la permeabilidad del suelo, y por ende la infiltración, se empleó la metodología establecida en la Norma Técnica Peruana NTP 339.147, que describe el método de ensayo de permeabilidad específico para suelos granulares

### 3.5. Procedimientos

La recolección de datos se inició desde el punto de captación en el kilómetro 0+000 y se extendió hasta el kilómetro 1+775.19. Se llevó a cabo un levantamiento topográfico a lo largo de todo el canal Montañas, empleando una estación total y tres prismas para obtener las curvas de nivel.

En el siguiente paso, se realizó un análisis hidrológico y agronómico con el fin de diseñar las cédulas de cultivo e identificar las áreas de cultivo que estaban siendo regadas con el canal Montañas en ese momento. También se determinó el aumento de las áreas de cultivo durante la época de sequía.

Posteriormente, se aplicó la metodología establecida por la ANA para el dimensionamiento y diseño hidráulico de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico, utilizando los datos recopilados anteriormente.

Después de esto, se realizó un aforamiento del caudal en tramos de 20 metros a lo largo del canal, desde el punto de inicio en el kilómetro 0+000 hasta el tramo final, con el objetivo de determinar la velocidad del cauce, el área de la sección transversal y, por ende, el volumen de agua que pasaba en cada progresiva.

Para calcular el porcentaje de filtración, se siguió la metodología especificada en la Norma Técnica Peruana NTP 339.147, que describe el método de ensayo de permeabilidad de suelos granulares. Se tomaron tres muestras de calicatas de acuerdo con la norma.

### 3.6. Método de análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de datos del estudio topográfico, se tomaron las coordenadas en el sistema WGS84, utilizando una estación total y posteriormente se procesaron con el Software Civil 3D.

En el estudio agronómico e hidrológico, se empleó la metodología propuesta en el trabajo de (Guido Aldana, Pardavell Juárez, Durán Escamilla 2021), donde se determinó la evapotranspiración utilizando el método de Penman-Monteith, así como el método de Hargreaves, tal como se aplicó en la investigación de (Ortiz C. et al. 2020).

Para calcular los caudales de diseño requeridos para la demanda hídrica, se tuvo en cuenta el método de Hargreaves. Este método se utilizó para obtener el caudal de diseño necesario para las áreas de cultivo.

Como referencia para el diseño hidráulico del canal de montañas, se siguieron los Criterios de Diseño de Obras Hidráulicas para la Formulación de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales y Consolidación Hídrica de la ANA en 2010. Se empleó Microsoft Excel para elaborar los diseños hidráulicos utilizando el método de Manning, según lo establecido por (Ladino Moreno, García-Ubaque, García Vaca 2020).

Para determinar el porcentaje de infiltración, se siguió la metodología descrita en la Norma Técnica Peruana NTP 339.147, que detalla el método de ensayo de permeabilidad específico para suelos granulares.

Para determinar la prueba de hipótesis se realizó en el software de SPSS V.25, con un total de 9 mediciones de infiltración de agua en los 1 775 metros del Canal Montañas, con un nivel de significancia del 5%, con datos de la etapa pre test y post test, para la hipótesis nula ( $H_0$ ): El mejoramiento hidráulico del canal montañas NO reducirá significativamente el factor de infiltración de agua en el caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash y la hipótesis alterna ( $H_1$ ): El mejoramiento hidráulico del canal montañas reducirá significativamente el factor de infiltración de agua en el caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.

Para determinar si los datos son normales se utilizó el método de Shapiro Wilks ya que los datos son menores a 50, y para la contrastación de la hipótesis la prueba de Wilcoxon.

### 3.7. Aspectos éticos

De acuerdo con Salazar et al. (2018), la ética debe estar inclusive en los investigadores y debe ser lo más importante para ellos ya que exalta sus estudios al no ser considerados como negativa que conmueve a la sociedad.

La información tanto local, nacional e internacional que brinda la siguiente investigación respeta la fiabilidad, veracidad, autonomía y propiedad intelectual de todos los autores referenciados.

#### IV. RESULTADOS.

Los resultados se presentan en concordancia con los objetivos específicos que se establecieron, lo que nos conduce hacia la consecución del objetivo general de nuestro estudio.

Objetivo Específico N° 01. Disminuir la demanda hídrica con el mejoramiento hidráulico del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.

Tabla 2. Demanda Hídrica en la etapa pre test y post test, en las áreas bajo riego del canal montañas, caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.

<b>Datos de diseño</b>	<b>PRES TEST</b>	<b>POST TEST</b>	<b>Unidad</b>
Caudal max (Q)	25.18	25.18	l/seg
Eficiencia de Captación	0.90	0.90	Porcentaje
Eficiencia de Conducción	56.33%	99.94%	Porcentaje
Eficiencia total	50.70%	89.10%	Porcentaje
<b>CAUDAL REQUERIDO EN LA CAPTACION</b>	<b>49.68</b>	<b>28.27</b>	l/seg

*Fuente: Anexo 8. Estudio Hidrológico.*

*Elaboración: Propia*

En la Tabla N° 02, se detalla la demanda hídrica tanto en la etapa pre como en el post test. En la fase pre test, donde la eficiencia de conducción del Canal Montañas alcanza el 56.33%, junto con una eficiencia de captación del 90%, se identifica un requerimiento de 49.68 litros por segundo para cubrir las necesidades hídricas de los cultivos. En contraste, en la etapa post test, con una eficiencia de conducción del 99.94% y una eficiencia de captación del 90%, la demanda se reduce significativamente a 28.27 litros por segundo.

De acuerdo a la tabla 02, se realizó la prueba de hipótesis planteándose las siguientes: Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>): El mejoramiento hidráulico influye negativamente en la demanda hídrica del canal montañas y la Hipótesis Alterna (H<sub>1</sub>): el mejoramiento hidráulico influye positivamente en la demanda hídrica del canal montañas, donde se demuestra que la demanda hídrica es menor cuando se plantea la propuesta de mejoramiento hidráulico.



Objetivo Especifico N° 02. Disminuir el volumen de agua que se pierde por en el canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.

Tabla 3. Volumen de agua perdida en la etapa pre test, en el canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.

TRAMO	Long. (m)	Q ini L/seg	Q fin L/seg	Q perdido %	Efic de Trans %
Canal Sin Revestir (Pre Test)	1750.00	47.7000	26.8700	43.67%	56.33%
Canal Revestido (Post Test)	1750.00	30.00	29.9800	0.0016%	99.94%

*Fuente: Anexo 9. Evaluación de la eficiencia del Canal Montañas.  
Elaboración: Propia*

En la tabla previa se detalla la eficiencia del canal evaluada en la etapa pre test, abarcando la longitud total del canal principal de 1,750 metros. Los resultados revelan porcentajes de eficiencia de transporte, evidenciando que la eficiencia en todo el recorrido es del 56.33%, con una pérdida de agua del 43.67%. Sin embargo en la etapa post test se logra aumentar la eficiencia de la línea de conducción del canal a un 99.94%.

De acuerdo a la tabla 02, se realizó la prueba de hipótesis planteándose las siguientes: Hipótesis Nula (Ho): El volumen de perdida de agua es menos al 10% del caudal en todo el tramo del canal montañas y la Hipótesis Alterna (H<sub>1</sub>): El volumen de perdida de agua es mayor al 10% del caudal en todo el tramo del canal montañas, donde se demuestra el volumen de agua perdida es mayor al 10%.

Objetivo Específico N° 03. Aumentar la velocidad del cauce con el mejoramiento hidráulico del canal montañas; del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.

Tabla 4. Prueba de hipótesis de t-Student de la velocidad en la etapa pre test y post test.

ESTADÍSTICA DE PRUEBA DE T-STUDENT PARA GD			
ÍTEM	t	GL	Significancia
PRETEST - POSTEST	-8.784	3	0.003

*Fuente: Anexo 9. Evaluación de la eficiencia del Canal Montañas.  
Elaboración: Propia*

Según la información presentada en la Tabla N° 03, se analizaron los valores registrados en la etapa pre y post test de las velocidades del flujo del en el Canal Montañas, donde se demuestra en el Anexo 12 los valores cumplen con la prueba de normalidad de Shapiro Wilks, y se realizó la prueba de hipótesis con t-Student para grupos dependientes.

De acuerdo a la prueba de estadística realizada en el anexo N° 12, se realizó la prueba de hipótesis planteándose las siguientes: Hipótesis Nula ( $H_0$ ): El mejoramiento hidráulico del canal montañas NO incide significativamente en la velocidad de su cauce y la Hipótesis Alterna ( $H_1$ ): El mejoramiento hidráulico del canal montañas NO incide significativamente en la velocidad de su cauce, donde se demuestra que el valor de significancia es menor al 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna.

Y en el Anexo N° 09, se exponen las velocidades registradas durante la etapa pre test, las cuales no sobrepasan la marca de 1 metro por segundo. En contraste, durante la etapa post test, tras la implementación del mejoramiento hidráulico, las velocidades de diseño se sitúan por encima del umbral de 1 metro por segundo. Es crucial destacar que, en tres tramos específicos, se registran velocidades que superan los 3 metros por segundo. Ante esta situación, se propuso la ejecución de una obra hidráulica denominada "rápidas" con el objetivo de mitigar la erosión en el revestimiento y garantizar un óptimo funcionamiento del canal.

Objetivo Específico N° 04. Mejorar la pendiente topográfica con el mejoramiento hidráulico del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.

Tabla 5. Pendientes topográficas en evaluadas en la etapa pre test y post test, del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.

<b>ETAPA PRE TEST</b>				<b>ETAPA POST TEST</b>			<b>PENDIENTE (%)</b>
<b>PROGRESIVAS</b>		<b>LONG (m)</b>	<b>PENDIENTE (%)</b>	<b>PROGRESIVAS</b>		<b>LONG (m)</b>	
<b>INICIO</b>	<b>FIN</b>			<b>INICIO</b>	<b>FIN</b>		
0+000.00	0+600.00	600.08	1.68	0+000.00	0+900.00	900.12	1.62%
0+600.00	0+900.00	300.03	1.5	0+900.00	0+979.78	80.03	7.94%
0+900.00	0+983.50	83.77	8.25	0+979.78	1+000.00	22.05	43.52%
0+983.50	0+991.50	11.00	94.24	1+000.00	1+180.00	180.11	3.55%
0+991.50	1+210.00	218.63	3.51	1+180.00	1+390.00	210.01	1.18%
1+210.00	1+401.36	191.36	0.99	1+390.00	1+440.00	51.31	23.01%
1+401.36	1+426.96	27.83	42.66	1+440.00	1+540.00	100.12	4.80%
1+426.96	1+545.96	118.70	4.89	1+540.00	1+565.00	25.81	25.65%
1+545.96	1+775.19	230.17	6.63	1+565.00	1+775.01	210.18	3.99%

Fuente: Anexo 13. Planos de la progresiva pendiente del canal natural montañas.

Elaboración: Propia

La Tabla N° 04 ofrece un detallado análisis de las pendientes topográficas previas al diseño hidráulico, evidenciando características en 9 tramos específicos de 600.09, 300.03, 83.78, 11.00, 218.63, 191.37, 27.84, 118.70 y 230.17 metros lineales. La pendiente más acentuada se observa en la progresiva 0+983.50 – 0+991.50, registrando 0.9424, mientras que la pendiente más suave se sitúa en la progresiva 1+210 – 1+401.36, con un valor de 0.0099.

Posterior a la implementación del diseño hidráulico, las pendientes topográficas abarcan tramos de 900.12, 80.03, 22.05, 180.11, 210.01, 51.31, 100.12 y 25.81 metros lineales, y en tres tramos se evidencia la pendiente mayor al 25.65%. Es crucial señalar la inclusión de estructuras diseñadas específicamente llamadas "rápidas" en las progresivas KM 0+979.78 - KM 1+000, KM 1+390 - KM 1+440 y KM 1+540 - KM 1+565. Esta intervención se ha implementado con el propósito de regular la velocidad del flujo en pendientes pronunciadas y mitigar el riesgo de erosión en el revestimiento de concreto.

Objetivo general: Reducir la infiltración de agua con el mejoramiento hidráulico del canal montañas en el caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash

Tabla 6. Prueba estadística de Wilcoxon para determinar la reducción de infiltración en la etapa pre y post test.

Estadística de Prueba de Wilcoxon	
Z	-2.666
Sig. Asíntota	0.008

Fuente: Anexo 12. Prueba Estadística de la Investigación

Elaboración: Propia

En la tabla N° 05, se muestra la prueba de hipótesis con el método de Wilcoxon, ya que los datos de pre test y post test no tienen una distribución normal, así como se indica con la prueba de normalidad de Shapiro Wilks en el Anexo 12, con un nivel de significancia de 5%.

De acuerdo a la prueba de estadística realizada en el anexo N° 12, se realizó la prueba de hipótesis planteándose las siguientes: Hipótesis Nula ( $H_0$ ): El mejoramiento hidráulico del canal montañas NO reducirá significativamente el factor de infiltración de agua y la Hipótesis Alterna ( $H_1$ ): El mejoramiento hidráulico del canal montañas reducirá significativamente el factor de infiltración de agua, donde se demuestra que el valor de significancia es menor al 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna.

Por lo tanto, se demuestra la disminución del porcentaje de infiltración desde el Km 0+000 hasta el Km 1+775.01, con un porcentaje de eficiencia de la línea de conducción del 99.94%, con un caudal inicial de 30 litros por segundo y su caudal final de 29.98 litros por segundo, con un ancho de solera de 30 cm, altura de canal 25 cm y un espesor de 10cm.

## V. DISCUSIÓN.

La discusión de los resultados se lleva a cabo en consonancia con los objetivos establecidos, tomando en consideración investigaciones previas afines. Se destacan los hallazgos más relevantes y se ofrecen explicaciones acerca de las discrepancias o similitudes observadas en comparación con estudios anteriores.

Objetivo Específico N° 01. Disminuir la demanda hídrica con el mejoramiento hidráulico del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.

La demanda hídrica es una variable específica que varía según las condiciones climáticas y los ecosistemas de cada región. En el caso del Canal Montañas, ubicado en el distrito de Acopampa, provincia de Carhuaz, se ha identificado una serie de cultivos relevantes en esta área agrícola, abarcando un total de 40.40 hectáreas. Para la etapa pre test se tiene una eficiencia de captación del 90%, eficiencia de conducción del 56.33% con una aplicación del 45% obteniéndose una eficiencia de riego del 22.81%. Sin embargo, La eficiencia de captación del 90%, conducción del 99.94% y aplicación del 45% se obtiene una eficiencia de riego del 40% en la etapa post test, la demanda calculada con el mejoramiento hidráulico es de 30 litros por segundo.

En 2022, Justiniano Obregón determino la demanda hídrica para un área parcelaria de 11.51 hectáreas, con una eficiencia de distribución del 85% conducción del 95%, aplicación 50%, obteniendo una eficiencia de riego del 40%. Con una demanda máxima de agua de 47.58 litros por segundo en el mes de febrero. Estas variaciones en la demanda hídrica se deben al tiempo corto de aplicación que son solo de 8 horas al día.

Objetivo Específico N° 02. Disminuir el volumen de agua que se pierde por en el canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.

El análisis del volumen de agua perdido en el canal montañas, según lo reflejado en la Tabla N° 04, muestra que en el tramo inicial (0+00), se registra un volumen de 0.047697 metros cúbicos (equivalente a 47.70 litros), mientras que en el tramo final (1+750), el volumen registrado es de 0.026867 metros cúbicos (equivalente a 26.87 litros). Estos valores están directamente relacionados con la distancia recorrida, a medida que se aumenta la distancia recorrida, el porcentaje de pérdida de agua en el canal tiende a aumentar.

Estos hallazgos nos permiten calcular la eficiencia del canal para transportar el agua desde el punto de captación hasta el tramo final de su recorrido, la cual se ha determinado en un 56.33%. Esto indica que una parte significativa del agua se pierde a lo largo de la trayectoria del canal, lo que sugiere la necesidad de implementar medidas para mejorar la eficiencia del sistema de transporte de agua.

El porcentaje de eficiencia hallado por Justiniano Obregón en 2022 en el canal Conchumayo, con una longitud de 2837 metros en Huánuco, que se sitúa en un 17.71%, respalda los resultados obtenidos en esta investigación. Estos datos sugieren que a medida que la longitud del canal de tierra aumenta, el porcentaje de pérdida de agua tiende a incrementarse.

Objetivo Específico N° 03. Aumentar la velocidad del cauce con el mejoramiento hidráulico del canal montañas; del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.

Las velocidades promedio registradas en el canal de montañas oscilan entre 0.37 y 0.82 metros por segundo, según se detalla en el Anexo N° 09. Además, se presentan las velocidades segmentadas en función de las pendientes topográficas. Se observa una clara relación entre la pendiente y la velocidad del flujo: a medida que la pendiente aumenta, las velocidades también se incrementan, mientras que, si la pendiente es menor, la velocidad del flujo disminuye.

Este fenómeno está directamente relacionado con la tasa de infiltración, ya que una mayor velocidad del flujo suele implicar una tasa de infiltración más baja. Por el contrario, cuando el flujo se desplaza a una velocidad menor, la tasa de

infiltración tiende a ser mayor. Esto se debe a que, en el caso de velocidades más bajas, el tirante del agua en el canal es mayor, lo que aumenta el perímetro de contacto con el suelo y, en consecuencia, permite una mayor infiltración de agua en el terreno circundante. Estos factores son fundamentales para comprender cómo la velocidad del flujo puede influir en los procesos hidrológicos y la gestión de recursos hídricos en la zona de estudio.

El propósito del mejoramiento hidráulico planteado en esta investigación es reducir la tasa de infiltración al aumentar las velocidades del flujo, como se detalla en la Tabla N°03. Para lograr esto, se ha implementado el revestimiento del canal, lo cual ha resultado en un incremento significativo de las velocidades de diseño, las cuales ahora superan 1 metro por segundo. En casos donde las velocidades superan los 3 metros por segundo, se ha propuesto el diseño de estructuras de rápidas con el fin de disminuir la energía del flujo y, en consecuencia, reducir la velocidad del agua en esos tramos específicos. Estas medidas son fundamentales para controlar la infiltración y garantizar un óptimo funcionamiento del canal.

Las velocidades registradas en la investigación de Justiniano Obregón en 2022 oscilan entre 0.14 y 0.70 metros por segundo, y estos hallazgos respaldan la relación mencionada anteriormente, donde se observa que, a menores velocidades, la tasa de infiltración tiende a ser mayor. Así como Capcha & Martínez (2021) obtuvo velocidades en un canal trapezoidal en Chupaca, Junín. en un rango de 0.2 a 1.2 metros por segundo, estos valores obtenidos son comparados con la pendiente topográfica, los cuales afirman lo obtenido en los resultados, que a mayor pendiente mayor es la velocidad de flujo.

De manera adicional, la referencia de Ramírez (2022) señala que la velocidad media del agua a lo largo de todo el canal suele ser una variable importante en el diseño de canales, dado que, en los canales abiertos, la velocidad varía en función de la profundidad y la distancia a las paredes. Los canales de tierra generalmente tienen velocidades límite que oscilan entre 0.50 y 1 metro por segundo, dependiendo del tipo de suelo y del caudal de agua afirmado por (Carrasco y Gamonal, 2023), lo cual coincide con los valores encontrados tanto en la

investigación de Justiniano Obregón como en este estudio. Estos datos respaldan la relevancia de considerar las velocidades del flujo en el diseño de canales y su relación con la infiltración en suelos específicos.

Objetivo Específico N° 04. Mejorar la pendiente topográfica con el mejoramiento hidráulico del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.

Las pendientes topográficas que encontramos en el canal de montañas, ubicado en el Caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Provincia de Carhuaz, son intrínsecas a la topografía particular de esta zona de estudio. Dichas pendientes varían desde un mínimo del 1.5% hasta un máximo del 94.24%. Notablemente, existen tramos con caídas pronunciadas, como el segmento de 11 metros con una pendiente del 94.24% y el tramo de 27.84 metros con una pendiente del 42.66%. Estas pendientes pronunciadas pueden dar lugar a problemas de erosión en el canal, como se refleja en la Tabla N° 04.

Por otro lado, el canal también presenta tramos con pendientes más suaves, donde la erosión no es un problema, sino que se observa el fenómeno de sedimentación. Sin embargo, esta sedimentación plantea desafíos adicionales, ya que, en estas secciones de menor pendiente, también se da una mayor infiltración del agua debido a las velocidades del flujo que son inferiores a 1 metro por segundo. Estos factores son consideraciones importantes para el diseño y la gestión del canal en esta área específica.

Con base en el proyecto de mejora hidráulica propuesto, se llevaron a cabo dos acciones clave. En primer lugar, se realizó la corrección de las pendientes topográficas con el objetivo de incrementar la velocidad del flujo, lo que a su vez ayudaría a prevenir la sedimentación en estas áreas. En segundo lugar, se propuso el diseño de estructuras de rápidas en las pendientes más pronunciadas, con el fin de mitigar el riesgo de erosión del canal. Estas medidas son esenciales para garantizar el funcionamiento óptimo del sistema de transporte de agua.



En el estudio realizado por Justiniano Obregón en 2022, se observaron pendientes considerablemente menos pronunciadas, que no excedían el 5.0577%. Estos resultados son coherentes con su hallazgo, que en tramos con pendientes menores al 5%, la velocidad del flujo es baja, lo que resulta en una mayor tasa de infiltración, especialmente en suelos sin revestimiento, como se mencionó previamente. Así como en Capcha & Martínez (2021) las pendientes topográficas son menores del 15% y mayores del 1%, relacionado también con la altura del tirante que a mayor tirante menor es la velocidad del flujo en consecuencia mayor es la pendiente topográfica. Esto se ajusta a la observación de Rey en 2019, quien señaló que a medida que la pendiente aumenta, la tasa de infiltración tiende a disminuir. Estos antecedentes subrayan la importancia de la gestión de las pendientes en proyectos hidráulicos, especialmente en lo que respecta a la infiltración y otros procesos hidrológicos relacionados.

Objetivo general: Reducir la infiltración de agua con el mejoramiento hidráulico del canal montañas en el caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash.

En el Anexo N° 11, se detalla los cálculos estadísticos para la prueba estadística. Por lo que se aplicó el método de Wilcoxon para datos sin distribución normal, donde en la Tabla N° 05, se muestra el valor de p calculado con el valor de 0.008 siendo menor al nivel de confianza 0.05 (5%). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna donde se demuestra que el mejoramiento hidráulico del canal montañas reducirá significativamente el factor de infiltración de agua.

El análisis del porcentaje de infiltración de agua, evaluado a través del método de Kostiaikov, con coeficientes de permeabilidad distintos en tres segmentos específicos del canal, las cuales son: 0+000 – 0+600, 0+601 – 1+1200 y 1+1201 – 1+1800 registrando valores de  $2.15 \times 10^{-4}$ ,  $8.25 \times 10^{-5}$  y  $8.64 \times 10^{-5}$  cm/seg, respectivamente. Estos coeficientes de permeabilidad fueron obtenidos de acuerdo a la NTP 339.147 (revisada el 2019), ASTM D 2434, el cual se traducen en una pérdida por infiltración del 4.12% con respecto al caudal inicial de 47.7 litros por

segundo. Es esencial destacar la relevancia de estos resultados, ya que el suelo subyacente al canal, clasificado según la FAO como franco arenoso, presenta características que influyen de manera significativa en la dinámica de infiltración. La variabilidad en los coeficientes de permeabilidad entre los tramos subraya la importancia de considerar la heterogeneidad del suelo al diseñar estrategias de mitigación de pérdidas de agua por infiltración.

El propósito del mejoramiento hidráulico propuesto en esta investigación radica en revestir el canal con concreto de alta resistencia, específicamente con una resistencia de 175 kg/cm<sup>2</sup>, presentando dimensiones de 0.3 metros de ancho, 0.25 metros de alto y un espesor de 0.10 metros, como se detalla en la Tabla N° 06. Los resultados exhiben un ínfimo porcentaje de pérdida de agua por infiltración cuando se aplica un revestimiento al canal. La eficiencia alcanza un impresionante 99.94% en un tramo de 1,775.01 metros, con un coeficiente de permeabilidad de  $5.5 \cdot 10^{-8}$  m/seg. En resumen, el revestimiento de concreto se revela altamente efectivo en la mitigación de las pérdidas de volumen de agua debidas a la infiltración.

Comparativamente, en la investigación de Justiniano (2022) sobre el Canal Conchumayo en Huánuco, se logra un incremento notable en la eficiencia del canal, alcanzando hasta un 99.90% en un tramo de más de 2,837 metros. En este caso, el coeficiente de permeabilidad registrado es de  $5.5 \cdot 10^{-8}$  m/seg, y las dimensiones del canal son de 0.50 metros de solera, 0.45 metros de alto y un espesor de 0.10 metros.

Este hallazgo se alinea con la afirmación de Ávila et al. (2021), quienes también mencionan que la infiltración es el proceso hidrológico que describe la entrada de agua en el suelo. Además, hacen referencia a la tasa de infiltración como la cantidad de agua que se infiltra en el subsuelo en un período de tiempo determinado, y señalan que el modelo utilizado para describir el movimiento del agua en suelos saturados es la ley de Darcy. Asimismo, Wu et al. (2022) subrayan la importancia de la capacidad de un suelo para infiltrar agua en el ciclo hidrológico, además de su utilidad como indicador de la resistencia del suelo a la erosión. Estos

aportes refuerzan la relevancia de gestionar eficazmente la infiltración del agua en proyectos hidráulicos, particularmente en canales de tierra de mayor longitud.

Esta investigación presenta resultados favorables y demostrados estadísticamente a comparación de estudios similares, que la propuesta de mejoramiento hidráulico reducirá significativamente el factor de infiltración en el Canal Montañas del Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash. Así como también la recolección de más influye en los resultados y los niveles de confiabilidad en la investigación.

## VI. CONCLUSIONES.

1. Se disminuyó la demanda hídrica con la propuesta de mejoramiento del canal Montañas a un caudal en la etapa post test de 30 l/seg, para irrigar un área de cultivo promedio de 40.40 hectáreas con cultivos principales de maíz (cholo), papa, alverja, alfalfa y pequeños huertos de hortalizas
2. El porcentaje de eficiencia de la línea de conducción en el Canal Montañas durante la etapa pre test se sitúa en el 56.33%, operando con un caudal inicial de 47.7 litros por segundo. Ante la necesidad de contrarrestar estas pérdidas, se propuso una solución hidráulica que consiste en la implementación de un canal rectangular optimizado para alcanzar la máxima eficiencia. Las dimensiones geométricas de este nuevo diseño incluyen un ancho de canal (b) de 0.30 metros, un tirante de canal promedio en el tramo (y) de 0.15 metros, un borde libre del canal (BL) de 0.10 metros, y un espesor de recubrimiento de concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> de (e) 0.10 metros. Además, se propuso el diseño hidráulico integral, incorporando 01 captación, 01 desarenador y 03 estructuras rápidas para optimizar el rendimiento y la eficiencia del sistema en su conjunto, siendo la eficiencia obtenida después del post test es de 99.94%.
3. Se logró incrementar la velocidad del cauce en todo el tramo del canal Montañas con la propuesta de mejoramiento, garantizando que la velocidad de diseño no caiga por debajo del límite mínimo de 1.2 metros por segundo. Se destaca la identificación de tres tramos con velocidades que superan los 3 metros por segundo, lo cual plantea la necesidad de implementar estructuras de rápidas. Esta estrategia se presenta como una medida preventiva para evitar la erosión en la estructura del canal, asegurando un flujo óptimo y sostenible a lo largo de su recorrido.
4. La pendiente topográfica a lo largo de todo el tramo del Canal Montañas, desde el kilómetro 0+000 hasta el kilómetro 1+775 metros, varía significativamente, registrando valores de 1.68%, 1.50%, 8.25%, 94.24%, 3.51%, 0.99%, 42.66%, 4.89% y 6.63%. Ante esta diversidad de pendientes, se planteó una mejora en la rasante del canal con el objetivo de prevenir erosiones y mitigar velocidades excesivas en determinados tramos.

5. La propuesta de mejoramiento hidráulico ha generado una reducción significativa en el porcentaje de pérdida de agua por infiltración, demostrándose que la propuesta de mejoramiento hidráulico reducirá significativamente el factor de infiltración en el canal montañas con un p calculado con el valor de 0.008 siendo menor al nivel de confianza 0.05 (5%). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna donde se demuestra que el mejoramiento hidráulico del canal montañas reducirá significativamente el factor de infiltración de agua, el cual se ha disminuido notablemente hasta alcanzar solo un 0.06% de pérdida de agua con la implementación de las mejoras hidráulicas propuestas.

## VII. RECOMENDACIONES.

Se sugiere llevar a cabo investigaciones más detalladas centradas en las pérdidas de agua en tramos con pendientes más pronunciadas. Estos segmentos del canal, caracterizados por gradientes elevados, representan áreas críticas que requieren una atención especial para comprender a fondo los factores que contribuyen a las pérdidas de agua en estas condiciones topográficas específicas.

Se sugiere llevar a cabo un análisis más preciso de los coeficientes de cultivo en el estudio agronómico. La revisión detallada de estos coeficientes permitirá una comprensión más profunda de las necesidades hídricas específicas de los cultivos en la zona de estudio.

Se recomienda llevar a cabo estudios de evapotranspiración utilizando datos certificados proporcionados por el SENAMHI. La utilización de información precisa y certificada por una entidad confiable como el SENAMHI contribuirá a una evaluación más rigurosa y confiable de la evapotranspiración en la zona de estudio.

Se recomienda llevar a cabo la medición de caudales utilizando tramos más cortos con el objetivo de reducir posibles errores de medición. La adopción de tramos más pequeños en el proceso de medición proporcionará una mayor precisión en la determinación de los caudales, minimizando la posibilidad de errores y mejorando la calidad de los datos recolectados.

## REFERENCIAS

- Abdalrahman, G.; Lai, S.; Kumar, P.; Ahmed, A.; Sherif, M.; Sefelnasr, A. et al.: Modeling the infiltration rate of wastewater infiltration basins considering water quality parameters using different artificial neural network techniques. 2022. En: *Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics* 16 (1), pág. 397–421. DOI: 10.1080/19942060.2021.2019126.
- Abdurezak, H. and Brook, G.: Assessment of water resource and forecasting water demand using WEAP model in Beles river, Abbay river basin, Ethiopia. 2022. Disponible en línea en <https://www.proquest.com/docview/2620905003/D8BCA92D3DA1497CPQ/15>.
- Alamanos, A.; Sfyris, S.; Fafoutis, C. and Mylopoulos, N. Urban water demand assessment for sustainable water resources management, under climate change and socioeconomic changes. 2020. En: *Water Science & Technology: Water Supply; London* 20 (2). DOI: 10.2166/ws.2019.199.
- Aldirawi, S.; Souter, R. and Beal, C. Barriers and opportunities for behavior change in managing high water demand in water scarce Indigenous communities: an Australian perspective 9 (4). 2019. DOI: 10.2166/washdev.2019.091.
- Apaza, N. and Landeo, C. Estimación del flujo de infiltración de las aguas subterráneas en el túnel Ollachea-Puno. Universidad Ricardo Palma, Lima. 2020. Disponible en línea en [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/3713/CIV-T030\\_46825842\\_T%20%20%20APAZA%20PONCE%20DE%20LEON%20NURIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/3713/CIV-T030_46825842_T%20%20%20APAZA%20PONCE%20DE%20LEON%20NURIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Asalde Yupton, José W. Diseño del canal de riego con máxima eficiencia hidráulica mediante el software hec-ras, del tramo km 0+000 al km 3+085, en el distrito de salas. Universidad San Martín de Porres, Lima, 2020. Disponible en línea en: [https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/6942/asalde\\_yjw.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/6942/asalde_yjw.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Ávila, Laura; Soler, Manuel; Bautista, Carlos; González, Julián; Júnez, Hugo; Robles, Cruz and Molina, José. A Compact Weighing Lysimeter to Estimate the Water Infiltration Rate in Agricultural Soils. 2021. 11 (1). DOI: 10.3390/agronomy11010180.
- Bustamante, J.; Crousillat, E., and Rick, J. Nuevos conceptos sobre la secuencia constructiva y usos de la red de canales de Chavín de Huántar 2021. [online]. Devenir - Revista de estudios sobre patrimonio edificado, 8(15), 75-94. Disponible en: 10.21754/devenir.v8i15.874.
- Capcha, G. and Martinez, F. Evaluación de eficiencia hidráulica de canales de riego por gravedad-canal Huayao, Chupaca, Junín 2021. 2021. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11093>
- Carrasco, H. and Gamonal, R. Evaluación y mejoramiento del servicio de agua para riego de los canales Cadape, La Ladrillera y La Colorada del subsector de riego Lambayeque, Lambayeque. 2023. Disponible en: <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/11421>
- Casanca, H. and Crisolo, C. Propuesta de diseño en infraestructura hidráulica del canal de irrigación e incidencia en la condición hídrica de Collahuasi-Recuay-Áncash-2022. 2022. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/105817?locale-attribute=es>
- Chavárro, C. Propuesta didáctica para el desarrollo de habilidades de interpretación y aplicación de las magnitudes fundamentales en cinemática con estudiantes de grado décimo. Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, 2019. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/76726/7715476.2019.pdf?sequence=1>
- Chipantashi, E. Potencial del fracturamiento hidráulico en el Ecuador: Estudio del caso Campo Guanta-Dureno 2021 [online]. FIGEMPA: Investigación y Desarrollo, 12(2), 37-51. Disponible en: 10.29166/revfig.v12i2.2435.



- Christelle, B.; Majdi, N.; Teamrat, G.; Xiaoxiao, H. and André, D. (2023): How does soil structure affect water infiltration? A meta-data systematic review. En: *Soil and Tillage Research* 226, pág. 105577. DOI: 10.1016/j.still.2022.105577.
- Collazo, F. and Araya, W. Modelo hidráulico para redes de canales con estructuras hidráulicas. *Tecnología en Marcha*. 2019, **32**(8), 100-108. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/332662667\\_Modelo\\_Hidraulico\\_para\\_Redes\\_de\\_Canales\\_con\\_Estructuras\\_Hidraulicas](https://www.researchgate.net/publication/332662667_Modelo_Hidraulico_para_Redes_de_Canales_con_Estructuras_Hidraulicas)
- Culman, C. and Murcia, M. Prefactibilidad de la incorporación de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) en la UGA 030 de la subcuenca Torca en la ciudad de Bogotá. 2020. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/0d6a0059-2538-4585-beea-ebacf8ac457f/content>
- Dávila, L. Gestión del riego basado en la velocidad de infiltración del agua en el suelo mediante lisimetría de pesada. 2021. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cartagena. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=289485>
- Erazo, C., Dávalos, A., Quiroga, L. and Obando, G. Actualización de la cobertura de suelo mediante teledetección para la estimación del umbral de escorrentía en la Cuenca del Río Chimborazo. *Ciencia Digital*, 2019. 3(2.6), 39-59. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/333852404\\_Actualizacion\\_de\\_la\\_cobertura\\_de\\_suelo\\_mediante\\_teledeteccion\\_para\\_la\\_estimacion\\_del\\_umb ral\\_de\\_escorrentia\\_en\\_la\\_Cuenca\\_del\\_Rio\\_Chimborazo](https://www.researchgate.net/publication/333852404_Actualizacion_de_la_cobertura_de_suelo_mediante_teledeteccion_para_la_estimacion_del_umb ral_de_escorrentia_en_la_Cuenca_del_Rio_Chimborazo)
- Fang, W.; Zhang, F.; Zheng, X. and Xiao, L. Study on Ecological Water Demand and Ecological Water Supplement in Wuliangshuai Lake 2022. 14 (8). DOI: 10.3390/w14081262.
- Farje, G. and Espinoza, J. Uso de geomallas y columnas de grava para mejorar la capacidad portante de suelos blandos en Rodríguez de Mendoza- Amazonas. 2022. Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/5907>

- Fernández, Josep. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico en variación de pendiente topográfica, Santa Rosa, Lima, 2021. 2021. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/80573>
- García, F. and B. Díaz. Diseño hidráulico de canales asistido por computadora. *Quinto Congreso Nacional de Riego y drenaje COMEII - AURPAES 2019*. 2019. Disponible en: <https://www.riego.mx/congresos/comeii2019/docs/ponencias/extenso/COM EII-19026.pdf>
- Gavilan, M. Oferta Hídrica y Demanda Hídrica de la Laguna de Tipicocha, Distrito de Apata–Jauja–Junín, 2020. 2021. Disponible en: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/3381>
- González, E. and Bejarano, E. Sistemas de información geográfica y modelado hidráulico de redes de abastecimiento de agua potable: estudios de caso en la provincia de Guanacaste, Costa Rica. 2019. [online]. *Revista Geográfica de América Central*, 2(63), 293-318. Obtenido de: 10.15359/rgac.63-2.11
- Guadalupe, J. Diseño de sistema de renaje luvial urbano empleando tuberías de polietileno en el sector Señor de los Milagros, Yanahuanca–Pasco 2022. 2022. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/116010>
- Hassan, D.; Rais, N.; Ahmed, W.; Bano, R.; Burian, S.; Ijaz, W. and Bhatti, A. Future water demand modeling using water evaluation and planning: a case study of the Indus Basin in Pakistan. En: *Sustain. Water Resour. Manag.* 2019. 5 (4), pág. 1903–1915. DOI: 10.1007/s40899-019-00343-0.
- Herdiansyah, R.; Zahra, A.; Masjoyo, M.; Muhammad, F.; Saputra, R.; Firdauzi, B. et al. Analysis of meteorological water availability and water demand in Semarang Regency. 2022. En: *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1039 (1), pág. 12011. DOI: 10.1088/1755-1315/1039/1/012011.
- Hernández, A.; Pérez, J. and Bosch, D. La clasificación de suelos de Cuba: énfasis en la versión de 2015. *Cultivos Tropicales*, 2019, vol. 40, no 1. ISSN 1819-

4087. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362019000100015&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362019000100015&script=sci_arttext&tlng=pt)

Hernández, R. Diseño de rueda hidráulica para uso en canal de regadío. 2021. Disponible en: <http://dspace.usalca.cl/handle/1950/12935>

Hesarkazzazi, S; Hajibabaei, M.; Reyes, J.; Krebs, P. and Sitzenfrei, R. Assessing Redundancy in Stormwater Structures Under Hydraulic Design. En: *Water* 2020. 12 (4), pág. 1003. DOI: 10.3390/w12041003.

Lizarraga, V.; Mendez, E. Dimensionamiento de un canal hidráulico para mejorar el riego de las zonas agrícolas del distrito de Lurín–Lima. 2022. Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/5917>

Maurad, D. Análisis de sensibilidad de la calibración de un modelo hidráulico en régimen variado impermanente del río Yanuncay. 2020. Disponible en: <https://bibliotecadigital.oducal.com/Record/ir-datos-10334/Details>

Meneses, Y. And F. Jara. Diseño de un canal hidráulico abierto didáctico de pruebas con pendiente graduable. *Revista Matices Tecnológicos*. 2022.14, 67-71. Disponible en: <http://ojs.unisangil.edu.co/index.php/revistamaticestecnologicos/article/view/520>

Minh, X.; Lei, G. and Tu Oanh, H. Study on the water infiltration and retention of soil after shifting cultivation in Nghe An province, Vietnam. 2018. En: *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 186, pág. 12022. DOI: 10.1088/1755-1315/186/3/012022.

Morales, M., Romero, K. and Garzón, R. Aplicación del software educativo C\_efficiency para el diseño de canales de máxima eficiencia hidráulica. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información: RITI*, 2019, 7(13), 101-106. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7107354>

- Montoya, R. Diseño hidráulico del Canal Espino para mejorar la eficiencia de conducción, distrito de Pitipo, Ferreñafe, Lambayeque. 2021. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/69237>
- Montoya, E. and Basto, V. Aplicación para cálculo de relaciones geométricas en secciones hidráulicas de canales abiertos. En Actas del Congreso de Investigación, Desarrollo e Innovación. 2022. p. 352-357. Disponible en: <https://revistas.unicyt.org/index.php/actasidi-unicyt/article/view/73>
- More, M.; Olazabal, C. Diseño hidráulico de la red de agua potable en el Caserío Chamelico–San Miguel del Faique–Huancabamba–Piura, 2021. 2021. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/79230>
- Parra, A.; Rodríguez, B.; Vargas, N. Análisis textural en la regulación de funciones ecosistémicas en sistemas agroforestales de un oxisol de Piedemonte Llanero en época seca, Colombia. 2020. En: *IDESIA* 38 (3), pág. 43–51. Disponible en línea en <https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v38n3/0718-3429-idesia-38-03-43.pdf>.
- Pasapera, K. Diseño hidráulico del sistema de agua potable del Caserío de ranchería ex Cooperativa Carlos Mariategui distrito de Lambayeque, provincia de Lambayeque–Lambayeque–noviembre 2018. 2019. Disponible en: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/4830755>
- Pincay, L; Vera, M. *Características del suelo con aptitud forestal en el Recinto Santa Rosa del Cantón Jipijapa*. 2023. Tesis de Licenciatura. Jipijapa-Unesum. Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/5316>
- Ramírez, F. Pérdida de caudal de agua en el Canal de Conducción Pucuchinche-Cabritopampa de SEDA Huánuco 2020. 2022. Disponible en: <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/8424>
- Ramli, I.; Achmad, A.; Anhar, A. and Izzaty, A. Landscape patterns changes and relation to water infiltration of Krueng Peusangan Watershed in Aceh. 2021. En: *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 916 (1), pág. 12017. DOI: 10.1088/1755-1315/916/1/012017.

- Rey, D. Propuesta de sistema de drenaje urbano sostenible para cuencas de montaña con alta pendiente. *Departamento de Ingeniería Civil*, 2019. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/76582>
- Rojas, A. Plan de mejoramiento de sistema de riego para la producción y comercialización de papa para la comunidad sapilica del municipio de vacas del departamento de Cochabamba. 2023. Disponible en: <http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/handle/123456789/38202>
- Salazar, M.; Icaza, M.; Alejo, O. La importancia de la ética en la investigación. *Revista universidad y sociedad*, 2018, vol. 10, no 1, p. 305-311. ISSN 2218-3620. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202018000100305](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202018000100305)
- Sevilla, C. Modelación numérica de la cámara de carga y rápida hidráulica de la Central Hidroeléctrica de Curumuy. 2021. Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4779>
- Tall, A; Kandra, B; Gomboš, M. and Pavelková, D. The influence of soil texture on the course of volume changes of soil. 2019. En: *Soil Water Res.* 14 (2), pág. 57–66. DOI: 10.17221/217/2017-SWR.
- Toapanta, C. Diseño hidráulico de la conducción y descarga de los remanentes del óvalo Frutillar de la junta de aguas Chacón Sevilla, sector Izamba, cantón Ambato, provincia Tungurahua. 2023. [Tesis de Licenciatura]. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/38170>
- Valcarce, R.; Suárez, O.; Rodríguez, W. and Vega, M. et al. Aplicación de la minería de datos a la evaluación de la vulnerabilidad de acuíferos. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 2021, vol. 15, no 2, p. 1-23. ISSN 2227-1899. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2227-18992021000200001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992021000200001)

- Vásquez, M. Mejoramiento en los métodos analíticos relacionados con la caracterización de suelos de las cuencas de los ríos Negro y Nare. 2022. Disponible en: <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/31884>
- Wang, D.; Wang, Z.; Zhang, J.; Zhou, B.; Lv, T. and Li, W. Effects of Soil Texture on Soil Leaching and Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Growth under Combined Irrigation and Drainage 2021. 13 (24). DOI: 10.3390/w13243614.
- Wu, H.; Cheng, S.; Li, Z.; Ke, G. and Liu, H. Study on Soil Water Infiltration Process and Model Applicability of Check Dams. 2022. En: *Water* 14 (11), pág. 1814. DOI: 10.3390/w14111814.
- Zheli, Z., G. Guanghua, And W. Kang. The multi-point hydraulic control method for advanced controller design of the open canal irrigation systems. *Research Article*. 2023.

## ANEXOS

### Anexo N° 1. Operacionalización de Variables.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<b>VD. Infiltración de agua</b>	El fenómeno de infiltración del agua esta influenciada por las características del suelo, por ellos es fundamental describir el proceso de formación de la capa de la superficie del canal, ya que los suelos arcillosos presentan una resistencia a la infiltración y los suelos arenosos tienen un alto porcentaje de infiltración (Farje y Espinoza, 2022)	Se evaluará a través del tipo de suelo, tasa de infiltración y volumen de agua residual	Porcentaje de Filtración de Agua	Coficiente de permeabilidad del suelo	De razón
<b>VI. Mejoramiento Hidráulico</b>	El diseño hidráulico del canal es una vía navegable con una superficie libre por la que circula el agua. Los canales pueden ser conductos abiertos o cerrados en los que el agua fluye bajo la influencia de la gravedad y sin presión, ya que la superficie libre del líquido está en contacto con el aire (Montoya y Bastos, 2022).	Se realizará los diseños hidráulicos para una infraestructura acorde con la guía del ANA	Demanda hídrica  Eficiencia hidráulica  Estudio topográfico  Velocidad de cauce	Volumen requerido Precipitación efectiva Kc de Cultivo Evapotranspiración  Volumen de agua inicial Volumen de agua final  Pendiente Topográfica  Medición de Caudal Área de Sección	De razón

Fuente: Guía de elaboración de trabajos conducentes a grados y títulos – Universidad Cesar Vallejo, 2023.  
Elaboración: propia

Anexo N° 2. Cuadro de Indicadores.

N°	Indicador	Objetivo	Técnica/ Instrumento	Unidad de medida	Escala	Módulo de Calculo
1	Volumen Requerido.	Determinar la Demanda Hídrica de las Áreas de cultivo.	Trabajo de Gabinete / Campo	M <sup>3</sup>	De Razón	$Q = Mn * A$ Mn: Modulo de Riego
2	Precipitación al efectiva	Determinar la Demanda Hídrica de las Áreas de cultivo	Trabajo de Gabinete / Campo	mm	De Razón	$PP\ ef =$ Método de Warter Power Service (WPS- USA)
3	Kc de Cultivo	Determinar la Demanda Hídrica de las Áreas de cultivo	Trabajo de Gabinete / Campo	-	De Razón	$Kc =$ Coeficiente de cultivos (Según FAO)
4	Evapotranspiración	Determinar la Demanda Hídrica de las Áreas de cultivo	Trabajo de Gabinete / Campo	mm/d ía	De Razón	Método de Hargreaves
5	Pendiente Topográfica	Determinar la pendiente topográfica del Canal	Trabajo de Gabinete	%	De Razón	$Pendiente = H/Lh$ H: Altura Lh: Longitud horizontal
6	Caudal	Determinar la Velocidad del Cauce	Trabajo de Campo (Instrumento de medición)	M <sup>3</sup>	De Razón	$V = \frac{Q_{prom}}{A_{prom}}$ Q prom: Caudal promedio de sección A prom: Área promedio de sección
7	Área de Sección	Determinar la Velocidad del Cauce	Trabajo de Campo (Instrumento de medición)	M <sup>2</sup>	De Razón	$V = \frac{Q_{prom}}{A_{prom}}$ Q prom: Caudal promedio de sección A prom: Área promedio de sección Clasificación Según SUCS
8	Coef. De Permeabilidad	Determinar el porcentaje de infiltración	NTP 339.147	cm/s	De Razón	$Kt = \frac{Q * L}{h * A * t}$ $K20 = Kt * \frac{Mt}{M20}$
9	Tasa de filtración de agua	Filtración de agua en el Canal	Metodología de Kostiakov	m <sup>3</sup> /se g	De Razón	$P = k * (b + 2.4 * y * \sqrt{1 + z^2}) * 1000$

Fuente: Instrumento de recolección de datos Justiniano Obregón, 2023.  
Elaboración propia.




Anexo N° 3. Matriz de consistencia.

<b>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>
<b>Problema central</b>	<b>Objetivo central</b>	<b>Hipótesis general</b>	<b>Variable dependiente</b>
¿Cómo el mejoramiento hidráulico del canal montañas incide en el factor de infiltración de agua en el caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash?	Reducir la infiltración de agua con el mejoramiento hidráulico del canal montañas en el caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz-Ancash	El mejoramiento hidráulico del canal montañas reducirá significativamente el factor de infiltración de agua en el caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash	Infiltración de Agua
<b>Problema específico</b>	<b>Objetivo específico</b>	<b>Hipótesis específico</b>	<b>Variable independiente</b>
¿Cómo influye el mejoramiento hidráulico en la demanda hídrica del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash?	Disminuir la demanda hídrica con el mejoramiento hidráulico del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash		Mejoramiento hidráulico
¿Cuánto es el volumen de agua perdida en el canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash?	Disminuir el volumen de agua que se pierde en el canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash		
¿Como el mejoramiento hidráulico incide en la velocidad del cauce del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash?	Aumentar la velocidad del cauce con el mejoramiento hidráulico del canal montañas; del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash		
¿Cómo influye el mejoramiento hidráulico en la pendiente topográfica del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash?	Mejorar la pendiente topográfica con el mejoramiento hidráulico del canal montañas, del caserío de Nunocoto, distrito de Acopampa, Carhuaz – Ancash.		

Fuente: Instrumento de recolección de datos Justiniano Obregón, 2022.  
Elaboración propia.

Anexo N° 4. Instrumento de recolección de datos (Validado por Justiniano Obregón)

 <b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>		<b>FICHA TECNICA DE EVALUACION</b>	
<b>PROYECTO DE TESIS:</b> Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz–Ancash, 2023.			
<b>AUTOR:</b> Cadillo Rosas Jhon		<b>ASESOR:</b> Dr. Romero Ruiz, Hugo José Luis	
<b>LUGAR:</b> Nunocoto		<b>DISTRITO:</b> Acopampa	<b>FECHA:</b> .....
<b>PROVINCIA:</b> Carhuaz		<b>DEPARTAMENTO:</b> Ancash	
<b>Aforo de caudal método del flotador en la progresiva:</b> .....			
<b>SECCION TRANSVERSAL</b>			
<b>Espejo (m)</b>	<b>Tirante (m)</b>	<b>Largo (m)</b>	
<b>Área Sección Inicial:</b> .....			
<b>SECCION FINAL</b>			
<b>Espejo (m)</b>	<b>Tirante (m)</b>	<b>Largo (m)</b>	
<b>Área Sección Final:</b> .....			
<b>MEDICION:</b>			
t1:		seg	
t2:		seg	
t3:		seg	
t4:		seg	
t5:		seg	
<b>t promedio:</b> .....			
<b>Longitud:</b> .....			
<b>Área Sección:</b> .....			
<b>Velocidad:</b> .....			
<b>Caudal:</b> .....			

Realizado por:

Autorizado Por:

Fuente: Instrumento de recolección de datos Justiniano Obregón, 2022.  
Elaboración propia.

Anexo N° 5. Instrumento de recolección de datos para determinar la permeabilidad del suelo, de acuerdo a la NTP.339.147.

Ensayo N° \_\_\_\_\_ Fecha del ensayo \_\_\_\_\_ Fecha de muestreo \_\_\_\_\_

Ubicación de la muestra \_\_\_\_\_ Reporte \_\_\_\_\_ Muestra \_\_\_\_\_

Perforación \_\_\_\_\_ Profundidad \_\_\_\_\_

(a) Descripción del suelo \_\_\_\_\_  
Materiales Usados \_\_\_\_\_

(b) Determinación del Peso Unitario:  
Diámetro, D, cm \_\_\_\_\_ Altura antes, H<sub>1</sub> \_\_\_\_\_ Peso Antes, W<sub>1</sub> \_\_\_\_\_  
Area, A, cm<sup>2</sup> \_\_\_\_\_ Altura después, H<sub>2</sub> \_\_\_\_\_ Peso Después, W<sub>2</sub> \_\_\_\_\_  
Longitud, L, cm \_\_\_\_\_ Altura neta, cm \_\_\_\_\_ Peso Neto, g \_\_\_\_\_

W (máx) \_\_\_\_\_ Contenido de Humedad (seco al aire) \_\_\_\_\_  
W (mín) \_\_\_\_\_ Peso seco unitario, lb/pie<sup>3</sup>, W \_\_\_\_\_  
Relación de Vacíos, e \_\_\_\_\_  
Densidad Relativa, Dr \_\_\_\_\_

(c) Ensayo de Permeabilidad (Grado de compacidad)

Ensayo N°	Manómetros		Carga, h cm	Q cm <sup>3</sup>	t, s	Q/A t	h/L	Temperatura, °C	k cm/s
	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>							
1									
2									
3									
4									
5									
6									

FIGURA 3 - Formato de ensayo de permeabilidad

Anexo N° 6.Solicitud para Desarrollo del Proyecto de Tesis en el Canal Montañas del Caserío de Nunocoto.

CARTA N° 01-JCR-ESTUDIANTE/UCV

Ciudad de Acopampa, 25 de mayo del 2023

Señor (a):  
**ROMULO RAFAEL ÑIEBA REYES**  
**PRESIDENTE**  
**COMITÉ VECINAL DEL CASERIO DE NUNOCOTO**  
Presente.-

RV  
44759913  
RESIVI 23-05-2023

Los que suscribe este documento, el Alumno JHON CADILLO ROSAS, con DNI soy estudiante de la Universidad Cesar Vallejo – Huaraz, y estando abocado en la formación de mi Plan de Tesis.

Es grato dirigirme a usted para saludarlo, y a la vez manifestarle que dentro de mi formación académica en la experiencia curricular de investigación del IX ciclo, se contempla la realización de una investigación con fines netamente académicos /de obtención de mi título profesional al finalizar mi CARRERA DE INGENIERIA CIVIL.

En tal sentido, considerando la relevancia de su organización, solicito su colaboración, para que pueda realizar mi investigación en su representada y obtener la información necesaria para poder desarrollar la investigación titulada: "REDISEÑO HIDRÁULICO DEL CANAL MONTAÑAS PARA REDUCIR LA FILTRACIÓN, CASERÍO DE NUNOCOTO, DISTRITO DE ACOPAMPA, CARHUAZ-ANCASH, 2023". En dicha investigación me comprometo a mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa, salvo que se crea a bien su socialización.

Se adjunta la carta de autorización de uso de información y publicación, en caso que se considere la aceptación de esta solicitud para ser llenada por el representante de la empresa.

Agradeciéndole anticipadamente por vuestro apoyo en favor de mi formación profesional, hago propicia la oportunidad para expresar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,

  
\_\_\_\_\_  
JHON CADILLO ROSAS  
DNI 73138259

## Anexo N° 7. Carta de aceptación por el Caserío de Nunocoto para el Desarrollo del Proyecto de Tesis.

### AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA

Yo ROMULO RAFAEL ÑIEBA REYES, identificado con DNI 44759913, en mi calidad de PRESIDENTE DEL COMITÉ VECINAL DEL CASERIO DE NUNOCOTO, ubicada en el Caserío de Nunocoto del Distrito de Acopampa, de la provincia de Carhuaz del departamento de Ancash.

#### OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al Señor JHON CADILLO ROSAS Identificado con DNI N° 73138259, de la Carrera profesional de Ingeniería Civil, para que utilice la siguiente información de la empresa para:


Realizar los trabajos de estudio de campo, estudio de suelos, estudio topográfico y demás que se requiera para la investigación en el Canal Montañas perteneciente al Caserío de Nunocoto. En su proyecto denominado: REDISEÑO HIDRÁULICO DEL CANAL MONTAÑAS PARA REDUCIR LA FILTRACIÓN, CASERÍO DE NUNOCOTO, DISTRITO DE ACOPAMPA, CARHUAZ-ANCASH, 2023.

con la finalidad de que pueda desarrollar su  Informe estadístico,  Trabajo de Investigación,  Tesis para optar el Título Profesional.

Publique los resultados de la investigación en el repositorio institucional de la UCV.


Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.

Mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o  
 Mencionar el nombre de la empresa.

  
Representante Legal: Rómulo Rafael Nieba  
Reyes

DNI: 44759913

El Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.

  
Estudiante: Jhon Cadillo Rosas

DNI: 73138259

## Anexo N° 8. Estudio Hidrológico.

## Anexo N° 9. Evaluación de la eficiencia del Canal Montañas.

Anexo N° 10. Evaluación del Canal Montañas por el Método de Kostiakov etapa pre test, con la permeabilidad del suelo.



Anexo N° 11. Evaluación de la eficiencia del Canal Montañas con la propuesta de mejoramiento etapa post test por el método aplicado por Justiniano Obregón y el Software HCanales.

## Anexo N° 12. Prueba Estadística de la Investigación.

Anexo N° 13. Memoria de cálculo de los diseños hidráulicos.

Anexo N° 14. Planos de diseño.

Anexo N° 15. Panel fotográfico.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, ROMERO RUIZ HUGO JOSE LUIS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulada: "Propuesta de mejoramiento hidráulico del Canal Montañas, Caserío de Nunocoto, Distrito de Acopampa, Carhuaz–Ancash, 2023", cuyo autor es CADILLO ROSAS JHON, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

HUARAZ, 08 de Diciembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
ROMERO RUIZ HUGO JOSE LUIS <b>DNI:</b> 07949449 <b>ORCID:</b> 0000-0002-6179-8736	Firmado electrónicamente por: JLROMEROR el 08- 12-2023 14:46:06

Código documento Trilce: TRI - 0688782