



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

“Mejoramiento hidráulico de un canal de riego aplicando revestimiento  
de concreto, Cospán, Cajamarca, 2021”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniería Civil**

**AUTORA:**

Gutierrez Cuestas, Lizzeth Del Pilar (ORCID: [0000-0002-4550-6043](https://orcid.org/0000-0002-4550-6043))

**ASESOR:**

Mg. Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio (ORCID: [0000-0002-9573-0182](https://orcid.org/0000-0002-9573-0182))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de obras hidráulicas y saneamiento

Lima - Perú

2021

## **Dedicatoria**

A mi familia, principalmente a mis  
padres, y a todas aquellas  
personas que de alguna manera  
apoyaron el proceso de mi  
formación profesional.

## **Agradecimiento**

A Dios, a mi familia y a mi asesor  
el Ing. Raúl Pinto, que han  
contribuido con mi formación  
profesional.

## ÍNDICE

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Resumen.....	iv
Abstract.....	v
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>18</b>
<b>3.1 Tipo y diseño de investigación .....</b>	<b>18</b>
<b>3.2 Variables y operacionalización .....</b>	<b>19</b>
<b>3.3 Población, muestra y muestreo .....</b>	<b>21</b>
<b>3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....</b>	<b>22</b>
<b>3.5 Procedimientos .....</b>	<b>23</b>
<b>3.6 Método de análisis de datos .....</b>	<b>24</b>
<b>3.7 Aspectos éticos.....</b>	<b>25</b>
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>26</b>
<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>36</b>
<b>VI. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>38</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>40</b>
<b>REFERENCIAS</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## Índice de tablas

Tabla 1. Valores del coeficiente n de Manning.....	11
Tabla 2. Velocidades máximas en función del suelo.....	12
Tabla 3. Taludes apropiados para distintos tipos de material .....	13
Tabla 4. Borde libre en función del caudal .....	14
Tabla 5. Transporte.....	27
Tabla 6. Características y uso de los suelos según SUCS.....	28
Tabla 7. Tramo, longitud y pendientes.....	29
Tabla 8. Datos ingresados al Software HCanales (canal actual) .....	29
Tabla 9. Resultados del software HCanales (canal actual) .....	30
Tabla 10. Resultados eficiencia de conducción y pérdidas de infiltración.....	30
Tabla 11. Datos ingresados al Software HCanales (canal revestido) .....	31
Tabla 12. Resultados del Software HCanales (canal revestido) .....	32
Tabla 13: Eficiencia de conducción y pérdidas de infiltración canal revestido...	33
Tabla 14: Hoja de Metrado.....	34
Tabla 15: Presupuesto.....	35

## Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Sección transversal rectangular .....	15
<i>Figura 2.</i> Sección transversal trapezoidal .....	15
<i>Figura 3:</i> Trazo del canal de riego Cospán.....	27

## **Resumen**

El objetivo principal de la presente investigación es Analizar la influencia de la aplicación de revestimiento de concreto en el mejoramiento hidráulico de un canal de riego, Cospán, Cajamarca, 2021, para lo cual se utilizó las teorías de Manning, ecuación de continuidad, pérdidas de infiltración y eficiencia de conducción. La investigación es experimental, de tipo cuasiexperimental, la población está conformada el canal de riego de 8km sin revestimiento de sección rectangular ubicado en el Distrito de Cospán, la muestra es 1km, para la recolección y procesamiento de datos se usó la observación directa, ensayos de laboratorio los programas Hcanales, Google Earth, Mapper y Civil 3D. Se obtuvo como resultado la mejora en las propiedades hidráulicas del canal. En conclusión, se estableció que la aplicación de revestimiento de concreto influye positivamente en el mejoramiento hidráulico del canal de riego, debido a que el revestimiento de concreto posee propiedades como rugosidad, resistencia y permeabilidad, así mismo el incremento de las dimensiones de las características geométricas facilitan el transporte de agua a través del canal, incrementa la velocidad, el caudal, la eficiencia de conducción, disminuye pérdidas de infiltración y modifica el tipo de flujo.

Palabras clave: revestimiento de concreto, mejoramiento hidráulico, canales de riego

## **Abstract**

The main objective of this research is to analyze the influence of the application of concrete lining in the hydraulic improvement of an irrigation canal, Cospán, Cajamarca, 2021, for which the theories of Manning, continuity equation, losses of infiltration and driving efficiency. The research is experimental, of a quasi-experimental type, the population is made up of the 8km irrigation canal without lining of rectangular section located in the District of Cospán, the sample is 1km, for the collection and processing of data, direct observation was used, tests Hcanales, Google Earth, Mapper and Civil 3D programs are used in the laboratory. As a result, the improvement in the hydraulic properties of the channel was obtained. In conclusion, it was established that the application of concrete lining positively influences the hydraulic improvement of the irrigation canal, because the concrete lining has properties such as roughness, resistance and permeability, as well as the increase in the dimensions of the geometric characteristics. They facilitate the transport of water through the channel, increase speed, flow, conduction efficiency, reduce infiltration losses and modify the type of flow.

Keywords: concrete lining, hydraulic improvement, irrigation canals

## **I. INTRODUCCIÓN**

La escasez de agua y el deficiente estado de las estructuras hidráulicas son un problema a nivel mundial, en ese sentido la Agencia Catalana del Agua - ACA (2017) indica que en España el 70% del recurso hídrico es distribuido en zonas agrícolas, pero parte de esta agua se pierde debido al deficiente estado de algunas obras de canalización de agua para riego por gravedad que en algunos casos llevan años de servicio y requieren mejoras. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO (2019) advierte que los patrones de consumo actual pueden aumentar el estrés hídrico en la población, por lo cual recomienda que se debe cambiar los hábitos y tomar conciencia de la importancia de este recurso, ya que se prevé que a este ritmo en el 2030 el problema será más complejo ya que se incrementará el hambre a nivel mundial. Asimismo, señala que la agricultura es una de las principales causas, pero también es la más afectada con la escasez de agua. Pues esta actividad representa aproximadamente un 70% de todas las extracciones de agua y en algunos países en desarrollo un 95%.

En Perú según el Programa Subsectorial de Irrigaciones – PSI (2006) señala que una de las principales razones del bajo rendimiento de la agricultura en el país es el uso de sistemas de riego por gravedad tradicionales y deficientes, lo que genera un elevado desperdicio de agua, debido a su mal estado de conservación de las redes de conducción y distribución, que en su mayoría son de tierra. Así mismo, la Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego – DGIAR (2015), señala que mediante un estudio realizado después de la ejecución de los proyectos de riego se ha concluido que el mal estado de la infraestructura de riego es debido al inadecuado uso y mantenimiento lo que incrementa su deterioro y por ende la baja producción agrícola. Una de las regiones que se ve afectada por la situación actual del agua es Cajamarca según el INEI (2012) esta región cuenta con una superficie de 993 829.6 ha agropecuarias de las cuales 487 648.3 ha son agrícolas y 506 181.3ha son de uso no agrícola. El agua que se requiere para desarrollar estas actividades es aportada de manera natural por precipitaciones, sin embargo, cuando esta no es lo suficiente para cubrir la demanda se recurre al riego a través de los canales.

El presente estudio nace a partir de la problemática enmarcada en el inadecuado uso del recurso hídrico y deficiente estado del canal de riego Playa Negra ubicado en el distrito de Cospán provincia de Cajamarca, según el INEI (2017) este distrito cuenta con una población de 7264 habitantes cuya actividad económica principal es la agropecuaria. El canal para riego por gravedad tiene 8km de longitud, con una antigüedad de más de 30 años, la junta de regantes está conformada por 90 pobladores. El sistema de riego inicia con la captación de este canal que está localizado en la zona alta de la vertiente del río Santa en la comunidad del mismo nombre, este canal permite el riego de un sector del caserío Santa y del distrito, además presenta una sección transversal rectangular cuyo ancho de solera  $b=0.6\text{m}$  y tirante  $y=0.4\text{m}$ . El área que beneficia es de 100 ha, las cuales son utilizadas para diversos cultivos: papa, maíz, menestras (arvejas, frejol), hortalizas, empero la mayor cantidad de agua es utilizada para pastizales y otros similares que son destinados para la crianza de ganado vacuno, los datos han sido proporcionados por la junta de regantes de la jurisdicción.

Se ha observado en varios tramos del canal la acumulación de sedimentos, vegetación, filtración, erosión, grietas y otros factores que influyen en el buen desempeño hidráulico del canal, el cual limita el desarrollo económico de la población, por lo que se pretende con esta investigación aplicar una solución tanto económica como estructuralmente viable, para que los usuarios y las autoridades en base a los resultados del mismo tengan la oportunidad de mejorar este servicio. En ese sentido la presente investigación se basa en la aplicación de revestimiento de concreto, como una alternativa en el mejoramiento hidráulico de un canal de riego, bajo un criterio profesional y normas técnicas que permitirán un óptimo aprovechamiento del recurso hídrico fomentando, así como el desarrollo económico de la población.

Es así que la presente investigación busca resolver el siguiente **problema general** ¿De qué manera la aplicación de revestimiento de concreto influye en el mejoramiento hidráulico de un canal de riego, Cospán, Cajamarca, 2021? Así mismo, los **problemas específicos** ¿De qué manera las propiedades del concreto influyen en el mejoramiento hidráulico de un canal de riego, Cospán, Cajamarca,

2021?, ¿De qué manera la aplicación de revestimiento de concreto influye en las propiedades hidráulicas de un canal de riego, Cospán, Cajamarca, 2021?, ¿De qué manera la aplicación de revestimiento de concreto influye en las características geométricas de un canal de riego, Cospán, Cajamarca, 2021?

El presente estudio se justifica en su potencial aporte a nivel: **Teórico**, el deficiente estado de los sistemas de canalización de agua por gravedad y el uso inadecuado del recurso hídrico, nos llevan a investigar las características hidráulicas de los canales de riego, así como también los materiales, procesos constructivos y demás aspectos de suma importancia con la finalidad de generar un mejor aprovechamiento de estas obras hidráulicas y del agua. En ese sentido la presente investigación generará conocimientos a partir de teorías ya existentes y resultados experimentales, los cuales van a contribuir con el mejoramiento hidráulico de un canal de riego aplicando un revestimiento de concreto. **Práctico**, tomando en cuenta la importancia del mejoramiento hidráulico de un canal de riego, se puede identificar que este está ligado a diversos factores, principalmente al tipo de revestimiento, es en ese sentido que se pone a prueba los conocimientos aplicados en otros proyectos, cuyos resultados nos facilitarán el planteamiento de soluciones óptimas a fin de revertir la situación actual del canal de riego y generar un mejor aprovechamiento de este. **Económico**, el mejoramiento hidráulico de un canal de riego aplicando revestimiento de concreto, además de ser resistente y por ende durable es también económico, lo cual facilitará su implementación sobre todo en zonas con altos índices de pobreza principalmente en la sierra que a la vez son las zonas que más requieren de este tipo de obras. **Social**, el deficiente estado actual del canal de riego, limita el adecuado y oportuno uso del recurso hídrico, el presente estudio va a contribuir con el uso eficiente del agua por parte de los agricultores y la mejora del rendimiento en la actividad agropecuaria.

Por lo tanto, el presente estudio tiene como **objetivo general**: Analizar la influencia de la aplicación de revestimiento de concreto en el mejoramiento hidráulico de un canal de riego, Cospán, Cajamarca, 2021. Así como los **objetivos específicos**: Establecer la influencia de las propiedades del concreto en el mejoramiento hidráulico de un canal de riego, Cospán, Cajamarca, 2021. Establecer la influencia

de la aplicación de revestimiento de concreto en las propiedades hidráulicas de un canal de riego, Cospán, Cajamarca, 2021. Establecer la influencia de la aplicación de revestimiento de concreto en las características geométricas de un canal de riego, Cospán, Cajamarca, 2021.

De esta manera se pretende verificar la **hipótesis general**: La aplicación de revestimiento de concreto influye significativamente en el mejoramiento hidráulico de un canal de riego, Cospán, Cajamarca, 2021. Así mismo, las **hipótesis específicas**: Las propiedades del concreto influyen significativamente en el mejoramiento hidráulico de un canal de riego, Cospán, Cajamarca, 2021. La aplicación de revestimiento de concreto influye positivamente en las propiedades hidráulicas de un canal de riego, Cospán, Cajamarca, 2021. La aplicación de revestimiento de concreto influye considerablemente en las características geométricas de un canal de riego, Cospán, Cajamarca, 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

Los canales de riego desde tiempos remotos han sido útiles para conducir el agua desde la captación hasta los canales secundarios o a la zona de riego, dándole así al ser humano la facilidad de disponer de este recurso para desarrollar sus actividades, una de ellas la agricultura. Estas obras ingenieriles son de suma importancia, por lo cual deben ser diseñadas con el fin de aprovechar al máximo el uso del agua y mermar el deterioro del ambiente. Sin embargo, en la actualidad las zonas rurales por excelencia agrícolas y ganaderas que dependen directamente de las reservas de agua, las cuales son cada vez más escasas se han visto afectadas por el deficiente estado de los canales de regadío. A fin de complementar esta investigación, se presenta los principales antecedentes internacionales y nacionales respectivamente que guardan relación con el proyecto.

Galal, Moghazy y Negm (2019), realizaron una investigación en base a una simulación numérica con el software GeoStudio, con la finalidad de evaluar la inestabilidad del talud de un canal de riego en su estado actual y con la aplicación de geotextil relleno de hormigón, para ello se tomaron 8 tramos como muestra, cada 100m del canal de Ismailia, así mismo antes de determinar el tipo de revestimiento se realizó una evaluación a escala de otras alternativas de revestimiento, sin embargo la más económica, de menor duración del proceso constructivo y de mayor control de pérdidas por infiltración fue la de geotextil rellenas de hormigón. Como resultado de la simulación se obtuvo que en algunos tramos la reducción de deslizamiento del talud se redujo hasta en un 21.61%. Por lo que, concluyeron que la aplicación de este tipo de revestimiento es seguro para controlar deslizamiento del talud, así como evitar pérdidas de infiltración, pero se debe tomar en cuenta el llenado del hormigón en el geotextil dado que este debe garantizar la uniformidad en cuanto al espesor establecido.

Osman [et al.] (2016), realizaron el estudio de un canal de riego sin revestimiento, uno con tubería enterrada y uno con revestimiento, el objetivo fue evaluar y comparar los parámetros de eficiencia de conducción, pérdidas de agua y evaluación financiera. Para lo cual utilizaron fórmulas empíricas para determinar la eficiencia de conducción y pérdidas de agua, para el análisis financiero se tomó

como referencia datos brindados por el Ministerio de agricultura y tierras. Los resultados obtenidos fueron los siguientes para la época de verano eficiencia de conducción en canal de tierra 59.6%, tubería enterrada 98.7% y canal revestido 87.1% y en invierno 65.1%, 98.7% y 92.2% respectivamente. En cuanto a las pérdidas se midió en función del caudal de entrada y salida obtuvieron los siguientes resultados 34.9% canal sin revestir, 1.3% tubería enterrada y 7.8% canal revestido. Concluyeron que la mejor opción para tener una mayor eficiencia en cuanto al uso del recurso hídrico es la tubería enterrada puesto que presenta menor pérdidas de infiltración por lo tanto una mayor eficiencia de conducción y distribución, pero también consideran el revestimiento puesto que frente a un canal sin revestir este presenta mejor eficiencia y menor pérdidas de filtración, así como un menor costo de mantenimiento.

Fatxullojev, Gafarova, Otakhonov y Allayorova (2020), cuyo objetivo principal de su investigación fue mejorar la eficiencia hidráulica y confiabilidad de la explotación mediante la mejora de los parámetros hidráulicos de los canales de riego sin revestir, para lo cual realizaron un análisis de los problemas actuales en los canales de tierra (Tashkent y Big Fergana) existentes y sus consecuencias negativas debido a los procesos de deformación en el lecho del canal y consecuentemente el aumento de la dinámica de flujo, con ayuda del XSLEM-Doppler (River Surveyor Live) y de relaciones empíricas como la de Manning, se evaluaron los parámetros obtenidos con la en condiciones naturales de campo, así como la permeabilidad al agua de los canales. Así mismo, se concluyó que la mejora de los parámetros hidráulicos de canales de riego está en función a las condiciones de eficiencia hidráulica y confiabilidad operativa, por lo tanto, señalan que, si se acepta el coeficiente de eficiencia del canal como condición para asegurar la eficiencia hidráulica y confiabilidad operativa de los canales, se establecerá una base suficiente para la evaluación de la eficiencia hidráulica y confiabilidad operativa.

Yaya, Dávalos y Yépez (2017), en su tesis cuyo objetivo fue evaluar y mejorar las secciones críticas que presenta el canal de riego “El Pisque” ubicado en la provincia de Pichincha, siendo uno de los canales principales en esta zona, por ello buscan garantizar el adecuado funcionamiento, manejo y distribución del recurso hídrico

para todas las comunidades beneficiarias. Para ello realizaron un análisis in situ del canal, con lo cual determinaron que la falta de revestimiento en algunos tramos genera deficiencias en el tránsito del agua. Por otro lado, realizaron la evaluación de oferta/demanda de agua y la evaluación técnica/económica para mejorar la eficiencia de este canal, en ese sentido plantearon el uso de un revestimiento de concreto, así como muros de gaviones con el fin de evitar los deslizamientos que se producen en algunos puntos denominados puntos críticos. Para ello hicieron uso de programas como office, Civil3D, SAP. Los autores concluyeron que la demanda de agua para 9175.71ha es cubierta por la oferta del sistema de riego que es de 7340.57l/s, sin embargo, el agua llega con ineficiencia a algunas zonas de riego debido a los problemas identificados, para ello recomiendan implementar el revestimiento de concreto, así como una capacitación a los usuarios a fin de que este sistema se pueda mantener en el tiempo.

Chan (2015), señala que el objetivo principal de su investigación fue analizar la capacidad y funcionamiento hidráulico en el Canal Principal Humaya (México), tomando en consideración la problemática que existe debido a la mayor demanda del recurso hídrico para zonas de riego y como alternativa práctica de solución se buscó ampliar el caudal sin realizar modificaciones significativas en el canal; situación que mereció una evaluación del diseño y capacidad de dicho canal, para el cual consideró aplicar un modelo de simulación numérica de canales para revisar y realizar un análisis comparativo entre las capacidades y criterios hidráulicos adoptados durante el diseño y los que realmente prevalecen en el canal ya construido. Así, recomienda el autor, que la revisión hidráulica de un canal se puede elaborar, con las teorías de Chezy-Manninig (Chow, 1994); las ecuaciones de Saint-Venant, así como para la revisión de diseño utilizar la información disponible de diseño del canal, complementada con campañas de medición de niveles y gastos circulantes realizadas en campo. Los resultados de esta investigación fueron la propuesta y descripción del uso de un modelo de simulación para analizar y mejorar el funcionamiento hidráulico de un canal, mediante la comparación del prototipo construido con el diseño original. Así mismo concluyó que la velocidad media de un canal debe ser de 0.60m/s en canales pequeños y 0,90m/s en los grandes, de esta manera se evitará la suspensión generada por la excesiva carga del material en

suspensión así mismo se debe limitar las velocidades máximas con el objeto de evitar erosiones y desgaste en el fondo y paredes del canal. Así mismo, con el apoyo del modelo número se pudo determinar que el redimensionamiento garantiza la capacidad de conducción y distribución de 120m<sup>3</sup>/s que se requieren para satisfacer las demandas pico en las zonas de riego.

Abreu y Lara (2015), cuyo objetivo principal fue realizar la comparación de los diferentes tipos de revestimiento de canales principalmente de concreto y el revestimiento de geomembrana, en los cuales se comparó el costo de aplicación, funcionalidad, tecnología, resistencia de materiales e impacto ambiental, realizaron investigación de campo y un análisis de presupuesto de ambos materiales para definir la mejor alternativa. La población de estudio fue canales con y sin revestimiento de República Dominicana, la muestra se tomó 100m del canal Macos A. Cabral con revestimiento de concreto. Se concluyó que el revestimiento de canales con geomembrana es una alternativa es un 30% más económica que un revestimiento de concreto, además su vida útil es de 30 años, mientras que la de concreto es de 20 años, tiene una rugosidad de 0.01 menor a la de concreto que es de 0.012 lo cual facilita el transporte de agua a una mayor velocidad en menor sección, además la geomembrana es de fácil aplicación y otras propiedades por las cuales los autores recomienda el uso de este material para revestir canales.

Simón (2017), cuyo objetivo principal es mejorar la infraestructura hidráulica del canal a fin de satisfacer la demanda de 32.8ha, por lo cual plantea un sistema de captación, conducción y derivación, también consideró 26 tomas parcelarias. Para lo cual usó el software Civil 2016, HCanales, S10 costos y presupuestos, con el estudio concluyó que es posible realizar mejoras en el sistema de riego, por lo que le permitió plantear dividir la línea de conducción en 2 ramales uno de concreto (riego por gravedad) que cubrirá una demanda de 18.65h con 0.1869MMC y otro usando tuberías (riego por aspersión) que cubre una demanda de 20.30ha con 0.1468MMC, así como la mejora de las obras de arte de todo el sistema.

Chiclote (2017), realizó una investigación, la cual tuvo como objetivo principal determinar la eficiencia de la conducción de agua del canal de riego El Progreso

Mayanal en Jaén - Cajamarca. La población fue el canal El Progreso - Mayanal 5km, la muestra estuvo conformada por 1km, desde el progresivo km 00+000 hasta km 01+000, debido a que es el más crítico. Dentro de los principales resultados se obtuvo que el tramo de estudio la presentaba fisuras, grietas, roturas y juntas deterioradas en diferentes condiciones, lo cual permite que la eficiencia de conducción del canal sea de 88.56% estando por debajo de lo óptimo que es 95%, por lo tanto, concluyó que el canal de riego presenta deficiencias en cuanto a la conducción de agua.

Jiménez (2017), realizó una investigación que tuvo como objetivo primordial determinar la eficiencia de conducción en canales revestidos y no revestidos en el sector agrícola de la comisión de usuarios de la irrigación margen izquierda del río Tumbes. se basó en los criterios de diseño para canales de flujo uniforme, clasificación de canales, revestimiento de canales. La población fue los canales revestidos y no revestidos del sub sector de riego de la margen izquierda del río Tumbes, la muestra estuvo conformada por un tramo de 500m (5+400 - 5+900) del canal troncal no revestido en el sector agrícola Pechichal y un tramo de 500m (17+006 - 17+506) del canal troncal revestido en el sector agrícola Los Cedros, empleó como instrumentos tablas confeccionadas para recolectar información de campo. Dentro de los resultados se determinó que el canal troncal no revestido del sector Pechichal bloque de riego Malval tiene una eficiencia de conducción del 94% y el canal troncal revestido del sector Los Cedros, bloque de riego La Cruz tiene una eficiencia de conducción de 98%. Se concluyó que en el canal revestido existen pérdidas minúsculas en comparación al canal no revestido existe mayor pérdida a causa de la infiltración.

Coronel (2017), cuya investigación tuvo por objetivo principal determinar la eficiencia de Conducción de agua del canal de riego El Progreso - Mayanal – Jaén – Cajamarca, para lo cual se realizó una inspección in situ de la longitud total del canal (5 km), como muestra se tomó 1km, este fue elegido en base a los resultados obtenidos en campo, se observó la presencia de juntas y recubrimiento en mal estado, además se usaron vertederos de pared para la toma de caudales de entrada y salida, los cuales se calibraron por el método volumétrico, también se

estimó el caudal perdido por evaporación e infiltración, se obtuvo como resultado el  $Q_e=0.4065 \text{ m}^3/\text{s}$ , un caudal de salida promedio  $Q_s=0.3600 \text{ m}^3/\text{s}$  y la eficiencia de conducción del canal es 88.56%, con lo cual el autor concluye que la eficiencia de conducción es bajo y por lo tanto plantea un mejoramiento del canal el cual tendrá un costo de S/. 134,986.10.

Torres y Alcántara (2015), en su investigación plantean como objetivo principal el diseño de una sección geométrica adecuada para el canal de conducción y obras de arte ubicado en el caserío Surcurunday, distrito de Sinsicap, provincia de Otuzco (La Libertad), para ello se aplicó los programas como: HCanales, Civil 3D, S10, Project y Office de esta manera se pretende asegurar un diseño que permita la disponibilidad del recurso hídrico mediante el óptimo funcionamiento del canal de riego, el revestimiento que proponen es de concreto simple  $f'c \text{ } 175\text{kg}/\text{cm}^2$  para una sección rectangular. Así mismo, realizaron un estudio topográfico, el estudio de la oferta y demanda de agua, metrado y presupuesto. Con esta investigación determinaron que el canal de tierra actualmente solo puede dotar de agua a un área de cultivo de 283.19ha, sin embargo, con la implementación del revestimiento y las obras de arte el área beneficiada será de 397.69ha. Así mismo, los autores recomiendan capacitar a los usuarios con el fin de mantener en óptimas condiciones el sistema de riego, por otro lado, señalan el aporte que pueden realizar los usuarios con la mano de obra no calificada con el fin de optimizar los recursos económicos.

La presente investigación se realizó tomando como base las siguientes **teorías**: La ecuación de continuidad, la cual para cualquier flujo en una sección del canal está dada por:  $Q = V * A$ , donde: Q es el caudal ( $\text{m}^3/\text{s}$ ), V la velocidad ( $\text{m}/\text{s}$ ) y A ( $\text{m}^2$ ) es el área de sección transversal del canal (Ven Te Chow, 1994). La ecuación de Manning que nos servirá para determinar la velocidad media (V) del flujo en función del radio hidráulico (R), la pendiente (S) y el coeficiente de rugosidad de Manning (n) el cual varía de acuerdo al tipo de material del canal, está expresada como:

$$V = \frac{1}{n} * R^{2/3} * S^{1/2}$$

**Tabla 1. Valores del coeficiente *n* de Manning**

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

Fuente: Manual de criterios de diseños de obras hidráulicas, multisectoriales y afianzamiento hídrico (2010)

Según Chow (2004) señala que la velocidad mínima debe ser 0.6m/s a fin de evitar la sedimentación. Además, la Norma OS.010 Captación y conducción de agua para consumo humano, señala que la velocidad del flujo no debe producir depósitos ni erosiones y en ningún caso será menor de 0.60 m/s.

Por otro lado, la velocidad máxima que se debe tener en cuenta de acuerdo al tipo de material del canal a fin de evitar erosión y disminución de la capacidad de conducción, se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 2. Velocidades máximas**

Características de los suelos	Velocidades máximas (m/sg)
Canales en tierra franca	0,60
Canales en tierra arcillosa	0,90
Canales revestidos con piedra y mezcla simple	1,00
Canales con mampostería de piedra y concreto	2,00
Canales revestidos con concreto	3,00
Canales en roca:	
Pizarra	1,25
Areniscas consolidadas	1,50
Roca dura, granito, etc.	3 a 5
<b>NOTA:</b> Resulta practico durante los cálculos, no darse valores de velocidades, sino chequearlos, ya sea aplicando la fórmula de Manning o la ecuación de continuidad, de tal manera que los resultados obtenidos estén dentro del rango recomendado.	

Fuente: Villón (2015)

También se tomará en consideración el estado del flujo en función a la gravedad, de acuerdo al número de Froude, para ello se tiene la siguiente ecuación empírica:

$$F = \frac{V}{\sqrt{gL}}$$

Donde: V= velocidad media (m/s); g=aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>) y L=longitud de la sección (m). Así mismo, de acuerdo al número de Froude el flujo puede ser:

Flujo Subcrítico	F<1
Flujo Crítico	F=1
Flujo Supercrítico	F>1

Para Castillo (2010) *“la eficiencia de conducción está dada por la relación entre la cantidad de agua que entra al canal o tramo de canal y la cantidad de agua que sale del canal o tramo del canal”*, la cual se puede calcular con la siguiente ecuación empírica:

$$Ec(\%) = \frac{Q_s}{Q_e} * 100$$

En donde Q<sub>s</sub> es el caudal de salida y Q<sub>e</sub> es el caudal de entrada, la eficiencia de conducción será expresada en porcentaje.

Según el Manual de Cálculo de Eficiencia para Sistemas de Riego – MINAGRI (2015), la eficiencia de conducción permite establecer las pérdidas de agua que se generan en la longitud total o de un tramo del canal principal o de conducción, además señala que cuando el porcentaje de eficiencia es elevado se debe a que las pérdidas son mínimas, ello se logra cuando un canal es revestido y se mantienen en buen estado.

Para Villón (2005), las pérdidas de agua en los canales son generalmente por infiltración y evapotranspiración. Las más importantes son las pérdidas por infiltración, las cuales dependen generalmente de la permeabilidad del lecho del canal, edad, caudal y longitud del canal. Para realizar el cálculo de estas pérdidas por infiltración en canales revestidos Uginchus propone la siguiente relación experimental:

$$P = K \frac{y}{e} (b + y\sqrt{1+z}) 1000$$

Donde:

P =pérdidas en m<sup>3</sup>/s-km

K = permeabilidad de revestimiento de concreto, (m/s), el mismo que varía de 10<sup>-5</sup> cm/s a 10<sup>-7</sup>cm/s

e =espesor del revestimiento (m)

y =tirante (m)

z = talud

Así mismo el software HCanales, realiza el cálculo de las pérdidas de infiltración, tomando como dato el coeficiente de permeabilidad K y el espesor de revestimiento, para lo cual se seguirá lo recomendado por el manual de la Autoridad Nacional del Agua.

Los enfoques conceptuales en los que se enmarca la investigación son los siguientes: Los canales permiten el paso de un flujo impulsado por su propio peso y por la presión atmosférica, los cuales se clasifican en naturales y artificiales de sección abierta o cerrada (Rodríguez, 2008). En el trabajo nos basaremos en los canales artificiales de sección abierta, los cuales de acuerdo al material de construcción pueden ser con revestimiento y sin revestimiento. Por otro lado, el Manual: Criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico (2010), señala que por su función los canales son de tres tipos: canal de primer orden o de derivación y son generalmente diseñados con pendiente mínima, canal de segundo orden o laterales que salen del canal de derivación y finalmente de tercer orden o sub-laterales que nacen de los canales laterales.

Las siguientes propiedades hidráulicas de acuerdo a Abreu y Lara (2015) son:

Caudal Q: volumen de agua que fluye en la sección transversal del canal en función del tiempo, en m<sup>3</sup>/s y velocidad V: con la cual el agua fluye por el canal, en m/s.

La geometría del canal influye en la eficiencia que este tiene para conducir el agua, un canal puede tener diferentes formas geométricas, las más comunes en canales abiertos son rectangular y trapezoidal (Rodríguez; 2008). Son las siguientes:

Tirante de agua  $d = y$ : distancia del fondo de la sección hasta la superficie.

Espejo de agua  $T$ : Ancho superficial libre, en m.

Talud  $z$ : inclinación de las paredes laterales del canal, dependen del tipo de material con la finalidad de evitar deslizamientos. Se mide en función de la proyección horizontal y vertical, en m.

**Tabla 3.** Taludes apropiados para distintos tipos de material

MATERIAL	TALUD (h : v)
Roca	Prácticamente vertical
Suelos de turba y detritos	0.25 : 1
Arcilla compacta o tierra con recubrimiento de concreto	0.5 : 1 hasta 1 : 1
Tierra con recubrimiento de piedra	1 : 1
Arcilla firme o tierra en canales pequeños	1.5 : 1
Tierra arenosa suelta	2 : 1
Greda arenosa o arcilla porosa	3 : 1

Fuente: Manual de criterios de diseños de obras hidráulicas, multisectoriales y afianzamiento hídrico (2010)

Pendiente  $S$ : Está en función a la longitud del nivel del canal, en m/m.

Área hidráulica  $A$ : Es la superficie que ocupa el agua en una determinada sección transversal, en  $m^2$ .

Radio hidráulico  $R$ : relación entre el área hidráulica y el perímetro mojado, en m, la cual será calculada en función al tipo de sección transversal.

Borde libre: el cual es una altura vertical adicional al tirante a fin de evitar rebalses en el canal. Para lo cual se sugiere que este debe tener los siguientes valores en función de la plantilla del canal.

**Tabla 4:** Borde libre en función del caudal

Caudal $m^3/seg$	Revestimiento (cm)	Sin revestir (cm)
$\leq 0.05$	7.5	10.0
0.05 – 0.25	10.00	20.0
0.25 – 0.50	20.00	40.0
0.50 – 1.00	25.00	50.0

Fuente: Manual de criterios de diseños de obras hidráulicas, multisectoriales y afianzamiento hídrico (2010)

Así mismo, Castellanos [et.al.] (2017) recomiendan calcular el borde libre en función a la altura total del canal, para lo cual se debe considerar como un 30% de la altura total del canal.

Cálculo de los elementos geométricos para una sección de acuerdo a Chow (1994):

Sección rectangular:

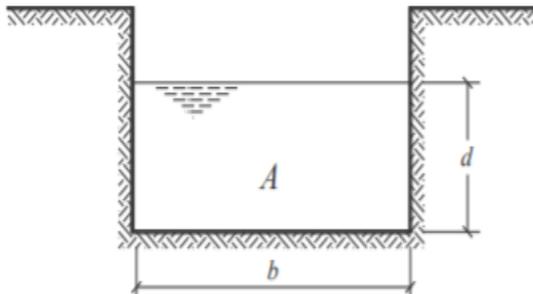


Figura 1: Sección transversal rectangular  
Fuente: Chow (1994)

$$A = b * d$$

Donde:

A = área hidráulica (m<sup>2</sup>)

b = ancho de plantilla del canal (m)

d = tirante del agua en el canal (m)

$$\text{Perímetro mojado} = P = b + 2d$$

$$\text{Radio hidráulico} = R = \frac{A}{P}$$

Sección trapezoidal:

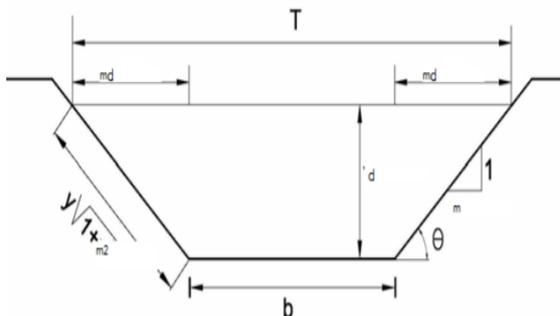


Figura 2: Sección transversal trapezoidal  
Fuente: Chow (1994)

$$A = b * d + ctg\theta d^2$$

Donde:

A = área hidráulica (m<sup>2</sup>)

b = ancho de la plantilla (m)

d = tirante (m)

m = cote = talud de las paredes del canal

$$\text{Perímetro mojado} = P = b + 2d\sqrt{1 + m^2}$$

$$\text{Radio hidráulico} = \frac{A}{P}$$

Para el caso del ancho de corona C, se debe considerar 0.6m para canales cuyo caudal es inferior a 0.50m<sup>3</sup>/s, 1m para caudales mayores.

Para revestir los canales existen múltiples materiales, sin embargo, para la elección se debe tener en cuenta factores como: clima, topografía, tipo de suelo, durabilidad, costo y otros. Dentro de los principales tipos de revestimiento tenemos: Concreto armado, colchones reno, gaviones, geomembrana, concreto simple, entre otros. Para la investigación nos centraremos en el revestimiento de concreto. Así mismo, el uso de este tipo de revestimiento es una opción económica en frente a las

tradicionales, además en técnicamente viable, mejora el desempeño hidráulico y su instalación no requiere mano de obra calificada, tienen una durabilidad de 30 años (Crispín, 2016).

Pedroza e Hinojosa (2013) señala que los canales de tierra poseen una sección transversal inicial, sin embargo, con el paso del tiempo se va perdiendo y a la vez existen pérdidas de agua por infiltración, por lo cual se debe revestir los canales a fin de tener una sección más estable que no cambie o varíe con el efecto causado por el paso del agua y mantener el paso del agua, evitar pérdidas de infiltración. El objetivo principal de revestir un canal artificial es evitar la erosión y las pérdidas del líquido por infiltración, además recomienda realizar el diseño del revestimiento tomando en cuenta la velocidad del agua y el transporte de arena, grava o piedra que puede alterar el desempeño hidráulico del canal (Silvestre, 1983). Las pérdidas de infiltración generalmente producidas por la permeabilidad del material del lecho del canal, el revestimiento de estos es una solución, pero no elimina completamente estas pérdidas ya que siempre habrá pérdidas, pero en menor cuantía. Por otro lado, también se debe tener en cuenta la durabilidad del revestimiento, en ese sentido un concreto durable es aquel puede resistir, en grado satisfactorio, los efectos de las condiciones de servicio a las cuales él está sometido (Rivva López, 2018). El concreto con menor cantidad de poros es el de  $F'c$  210kg/cm<sup>2</sup> y puede resistir mejor los cambios de temperatura, por lo tanto, es el más recomendable (Solsol 2015).

Además de la resistencia otro factor importante es la permeabilidad del lecho del canal, la cual está relacionada estrechamente con las pérdidas de infiltración y la eficiencia de conducción. La permeabilidad es la propiedad de un material que no presenta facilidad o resistencia mínima para el paso del agua, la cual está representada por  $k$ , es un coeficiente que se obtiene para el caso del concreto de un ensayo de penetración hidráulica siguiendo los parámetros de la norma internacional NTP 339.23. Mientras el valor de  $k$  sea menor, mayor será la impermeabilidad del material.

Criterios de espesor de revestimiento, el Manual de Criterios de Diseños de Obras Hidráulicas, Multisectoriales y Afianzamiento Hídrico (2010), indica que debido a la falta de reglas generales que definan los espesores de revestimiento de concreto, se basa en la experiencia en la construcción de canales en el país, por lo que recomienda que el espesor debe ser de 5 a 7.7cm para canales pequeños y de 10 a 15cm para canales medianos y grandes, tener en cuenta que estos valores son para diseños sin armadura. Las ventajas de revestimiento en canales más importantes son: las velocidades límite son superiores a las de canales sin revestir por lo tanto su capacidad es mayor, reduce la erosión y pérdida de la sección transversal, requieren menor costo y tiempo de mantenimiento por lo tanto se reduce el costo de operación, impide el crecimiento de vegetación, proporciona un lecho o un gradiente hidráulico más plano, evita la sedimentación de los canales, estabiliza el talud, reduce las pérdidas por infiltración de agua importante para el riego, aumenta la estabilidad de la sección (Coronel, 2017).

Los autores también mencionan la importancia de la rugosidad ya que al ser menor es posible disminuir pérdidas de fricción, por otro lado, tenemos a la permeabilidad, durabilidad del concreto. Al respecto, French (1988) señala que un aspecto primordial que se debe contemplar en el diseño de canales revestidos es el costo del material por lo que se debe considerar el desarrollo de dimensiones en los canales que reduzcan estos costos. Para lo cual, el espesor será fundamental ya que los costos dependen del volumen de material que se usará de acuerdo al espesor del revestimiento.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación:** La presente investigación será de tipo **aplicada**. De acuerdo al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONCYTEC (2008) una investigación aplicada es aquella que mediante la utilización de conocimientos adquiridos busca implementar tecnologías que pueden ser útiles para los propósitos definidos. En la investigación se usará diversas teorías como las de Manning, ecuación de la continuidad, otras relacionadas a los canales de riego y revestimiento con el fin de obtener resultados que nos permitan comprobar nuestra hipótesis.

**Diseño de investigación:** El diseño de la investigación será **experimental** de tipo **cuasiexperimental**. De acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2006) la investigación experimental se realiza mediante la manipulación intencional de una o más variables independientes con el fin de analizar sus efectos o consecuencias en una o más variables dependientes. Así mismo el tipo cuasiexperimental es denominado así porque se realizará un control por lo general es útil para acercarse al problema de investigación. En ese sentido en esta investigación se manipulará deliberadamente la variable independiente (X) revestimiento de concreto para establecer el efecto o las variaciones que genera en la variable dependiente (Y) mejoramiento hidráulico de un canal de riego, el cual se realizó con un control mínimo.

La presente investigación se basó en un **enfoque cuantitativo**. Para Borja (2012) la investigación con enfoque cuantitativo es aquella que plantea la recolección y análisis de datos como una manera confiable de conocer la realidad, de esta manera permite contrastar las preguntas de investigación y las hipótesis planteada. Para el estudio se realizó la recolección de datos de campo y mediante ensayos de laboratorio, los cuales se analizaron mediante un software e in situ para comprobar las hipótesis planteadas.

El enfoque cuantitativo se considera alcances de los procesos de investigación, los cuales son para el presente estudio explicativos, descriptivo y correlacional. Para Hernández, Fernández y Baptista (2006), *“una investigación puede caracterizarse como exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa, pero no situarse únicamente como tal”*. En ese sentido la presente investigación es descriptiva porque busca detallar como se manifiestan ciertos fenómenos, eventos, además ofrecen posibles predicciones incipientes, es así que se describió las características de un canal principal de riego por gravedad y el revestimiento de canales rellenas de concreto. Así mismo este trabajo es de alcance correlacional debido a que busca establecer la influencia de la variable independiente en la variable dependiente.

### **3.2 Variables y operacionalización**

#### **Variables**

Para Sampieri (2014) una variable es la propiedad o característica que puede variar, esa variación puede ser medible además pueden ser observadas de forma directa o indirecta, los tipos de variables son: independiente (X), dependientes (Y) e intervinientes. Para el estudio tenemos:

-Variable independiente (X): Según Salkind (1998) es la *“variable que se manipuló para examinar su impacto en una variable dependiente”*. En el estudio la variable independiente es: Revestimiento de concreto, la cual se manipulará con el objetivo de establecer la influencia de esta sobre la variable dependiente.

-Variable dependiente (Y): Según Salkind (1998) es la *“variable que indica si el tratamiento o manipulación de la variable independiente tuvo algún efecto”*. Es así que la variable dependiente es: Mejoramiento hidráulico, en la que se evaluará los efectos que produce la manipulación de la variable independiente.

#### **• Definición conceptual**

**VI (X) Revestimiento de concreto:** Norma E.060 Concreto (2016), señala que el concreto es un material que resulta de la mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua. Así mismo, Villón

(2014), señala que el concreto es un material ampliamente utilizado en el revestimiento de canales, ya que es un material de bajo costo, además mejora la capacidad conducción del canal, minimizando pérdidas y costos de mantenimiento.

**VD (Y) Mejoramiento hidráulico:** Simón (2017), indica que el mejoramiento hidráulico, busca obtener un mejor y máximo rendimiento del agua, para la realización de un fin económico, social o higiénico. Además, menciona que en su mayoría las obras hidráulicas tienen relación directa o indirecta con la agricultura, una de ellas son los canales, los cuales deben ser diseñados en función de la disponibilidad de agua y la demanda de esta.

- **Definición operacional**

**VI (X) Revestimiento de concreto:** El revestimiento con concreto por contar con las características principales de un revestimiento (duración y economía), se aplica en canales de riego para mejorar su desempeño hidráulico. Para ello se realizó un análisis de las propiedades del concreto, así como el análisis económico de su implementación.

**VD (Y) Mejoramiento hidráulico:** El mejoramiento hidráulico de un canal de riego busca obtener un mayor rendimiento de agua, por ello se debe considerar las características geométricas y las propiedades hidráulicas de este. Para ello se analizará la variación de las propiedades hidráulicas y geométricas del canal de riego.

- **Dimensiones**

**VI (X) Revestimiento de concreto:** Propiedades del concreto y evaluación económica.

**VD (Y) Mejoramiento hidráulico:** Propiedades hidráulicas y características geométricas

- **Indicadores**

**VI (X) Revestimiento de concreto:** Permeabilidad, resistencia, rugosidad, metrado, análisis de precios unitarios y presupuesto.

**VD (Y) Mejoramiento hidráulico:** Eficiencia de conducción, pérdidas de infiltración, velocidad, caudal, tipo de flujo, talud, tirante, base, área.

- **Escala de medición**

En la investigación se usará una escala de medición de **razón y nominal**. Coronado (2007) señala que *“estas escalas tienen las propiedades de las ordinales y de intervalo [...] pero, además, el cero es real, es absoluto, no es arbitrario”*. En ese sentido para ambas variables se usará las dos escalas de medición

### **Operacionalización de la variable**

Matriz de operacionalización de la variable (*ver anexo 1*)

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

### **Población**

La población la conforman personas u objetos de interés en una investigación. Al respecto Pineda, De Alvarado y De Canales (1994) señala que *“el universo o población puede estar constituido por personas, animales, registros médicos, los nacimientos, las muestras de laboratorio, los accidentes viales entre otros”* (p. 108). Para la presente investigación la población estará constituida por el **canal de riego por gravedad de 8km** sin revestimiento del distrito de Cospán, Cajamarca.

- **Criterios de inclusión**

El canal de riego por gravedad debe ser un canal principal, sin revestimiento o con tramos sin revestir, de sección rectangular o trapezoidal, serán considerados para el estudio.

- **Criterios de exclusión**

Los canales de riego totalmente revestidos, de sección triangular u otra no se consideran para la presente investigación.

### **Muestra**

La muestra es la parte que representa a la población. Al respecto López (2004) indica que *“es un subconjunto del universo en que se llevará a cabo la investigación”* (p.58). La muestra en la presente investigación será un tramo de **1km sin revestir del canal** del Distrito de Cospán, Cajamarca.

### **Muestreo**

La técnica de muestreo fue **no probabilística por conveniencia**. Para Niño (2011) *“se aplica el criterio de qué muestra es la más conveniente para el caso”*. Es así que, la selección de la muestra estará basada en un caso particular de canal que sea accesible a la información.

### **Unidad de análisis**

Un canal principal de riego por gravedad sin revestimiento ubicado en el distrito de Cospán, Cajamarca.

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

### **Técnica**

La técnica de recolección de datos que se aplicará la **observación y medición directa**. Para Hernández et al. (2014) esta técnica permite recolectar datos en un registro sistemático, válido y confiable de comportamiento y situaciones observables. Debido a que en la investigación se observará de manera directa algunos indicadores de manera directa las propiedades hidráulicas del canal de riego en estudio.

### **Instrumento de recolección de datos**

Para Hernández et al. (2014) *“es un recurso que se utiliza para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente”*. En el presente trabajo se usará,

cinta métrica, cámara fotográfica, fichas de registro, fichas técnicas, aplicación de fórmulas empíricas y software (HCanales, Civil 3D, Google Earth, S10) las cuales estarán adjuntas en los anexos. Por otro lado, según el autor el instrumento de medición debe cumplir con los siguientes requisitos:

- **Confiabilidad**

Para Hernández (2014) es el grado de la consistencia y coherencia de los resultados que nos dará el instrumento a usar. Para el caso de los instrumentos utilizados para las pruebas estarán debidamente calibrados y respetando las indicaciones conforme a la Norma Técnica Peruana – NTP 339.238 y 339.034, así mismo, los softwares están debidamente certificados.

- **Validez**

La validez para Hernández et al. (2014) es el grado en que el instrumento mide lo que verdaderamente se pretende medir. Los instrumentos utilizados para la toma de datos en campo por convención científica son válidos, los instrumentos para los ensayos estarán debidamente calibrados.

### **3.5 Procedimientos**

Se realizará la inspección de la longitud total del canal, luego se realizará la ubicación del tramo para ser evaluado, el cual será de 1km, se tomará las medidas actuales de la sección transversal, para lo cual se elaborará una ficha de campo. Para realizar el cálculo de la pendiente se realizará un estudio topográfico y se usará el software Civil 3D. Así mismo, se realizará un ensayo de permeabilidad de acuerdo a la norma NTP 339.238, con el objeto de obtener el coeficiente de permeabilidad (cm/s) del material el cual será usado para los cálculos de infiltración, verificación de la resistencia ( $210\text{kg/cm}^2$ ) del material de revestimiento la cual de acuerdo a la norma N.T.P 339.034. Posteriormente se realizará trabajo en gabinete con los datos obtenidos los cuales nos servirán para el cálculo de los resultados, se realizará el cálculo de la velocidad (m/s) con la ecuación de Manning y el cálculo del caudal ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) aplicando la ecuación de continuidad. Por otro lado, usando el software HCanales se realizará el cálculo de las pérdidas de infiltración, con el resultado obtenido, se realizará el cálculo de la eficiencia de conducción (%), así

como el cálculo y evaluación del tipo de flujo. Usando el software Civil 3D y S10 se realizará el metrado y posterior análisis del costo y presupuesto de la implementación del revestimiento con la finalidad de determinar si es viable económicamente la aplicación de este revestimiento. Finalmente, con los resultados obtenidos, se realizará la contrastación de las hipótesis planteadas. En la siguiente figura podemos observar el procedimiento a realizar.

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

Para poder realizar el análisis del comportamiento de las propiedades físico hidráulicas del canal de riego aplicando el revestimiento de concreto se usará software (HCanales, Microsoft Office). Así mismo para el análisis del revestimiento se usarán fichas técnicas del material, así como la ficha de ensayo de permeabilidad y durabilidad tomando en consideración los parámetros establecidos en la norma NTP 339.034, NTP 339.238, ASTM D2487 y el manual de criterios de diseños de obras hidráulicas, multisectoriales y afianzamiento hídrico de la Autoridad Nacional del Agua (ANA). El análisis de los datos se realizará de forma descriptiva y correlacional, los mismos que se describen a continuación con mayor detalle.

#### **Análisis descriptivo**

El fin de este tipo de análisis es establecer en qué estado se encuentran las características y/o propiedades del objeto de esta manera poder presentar los datos y resultado obtenidos. Se analizó de forma descriptiva los datos obtenidos tales como: dimensiones de la sección del canal y las propiedades hidráulicas del canal (caudal, velocidad, eficiencia de conducción) así como la impermeabilidad, durabilidad y rugosidad del material de revestimiento. Para ello se usarán los datos obtenidos mediante cálculos empíricos y el software HCanales y S10, los cuales serán presentados en tablas con el fin de interpretar y explicar la relación del comportamiento de las variables.

#### **Análisis correlacional**

El objetivo de este tipo de análisis, se centra en establecer la influencia de la aplicación del revestimiento de concreto (variable independiente) en el

mejoramiento hidráulico de un canal de riego (variable dependiente), para ellos usaremos los resultados obtenidos mediante los cálculos empíricos y con el software HCanales.

### **3.7 Aspectos éticos**

La presente investigación se desarrolla tomando en cuenta el respeto de la propiedad intelectual de los autores cuyas investigaciones fueron fuentes de consulta empleadas para contribuir con el presente estudio, para ello se usó de un sistema de citación y referenciación de acuerdo a la norma ISO 690.

## **IV. RESULTADOS**

### **Generalidades del proyecto**

“Mejoramiento hidráulico de un canal de riego aplicando revestimiento de concreto, Cospán, Cajamarca, 2021”

#### **a. Ubicación**

##### **Política del proyecto**

REGIÓN : Cajamarca

PROVINCIA : Cajamarca

DISTRITO : Cospán

##### **Geográfica del proyecto**

LATITUD : 7° 25' 37" Sur

LONGITUD : 78° 32' 32" Oeste

##### **Hidrográfica del proyecto**

Cuenca: Valle Chicama – La Libertad

#### **b. Clima**

Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) La ubicación del área del proyecto presenta una altitud promedio de 2442m.s.n.m, tiene una temperatura anual promedio de 15°C.

#### **c. Población**

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI (2017), la población está conformada por 7 264 habitantes, cuya actividad económica principal es la agropecuaria.

#### **d. Transporte**

Existen dos vías principales, que une al distrito de Cospán con Cajamarca y la otra vía une al distrito de Cospán con la provincia de Trujillo región La Libertad. Las dos vías son carreteras afirmadas.

**Tabla 5: Transporte**

Recorrido	Tramo	Acceso	Medio de transporte	Vías de acceso	Distancia en km/tiempo
1	Cospán-Cajamarca	Terrestre	Combi	Carretera afirmada	113km/ 3horas
1	Cospán - Trujillo	Terrestre	Ómnibus/ combi	Carretera afirmada	169km/ 6horas

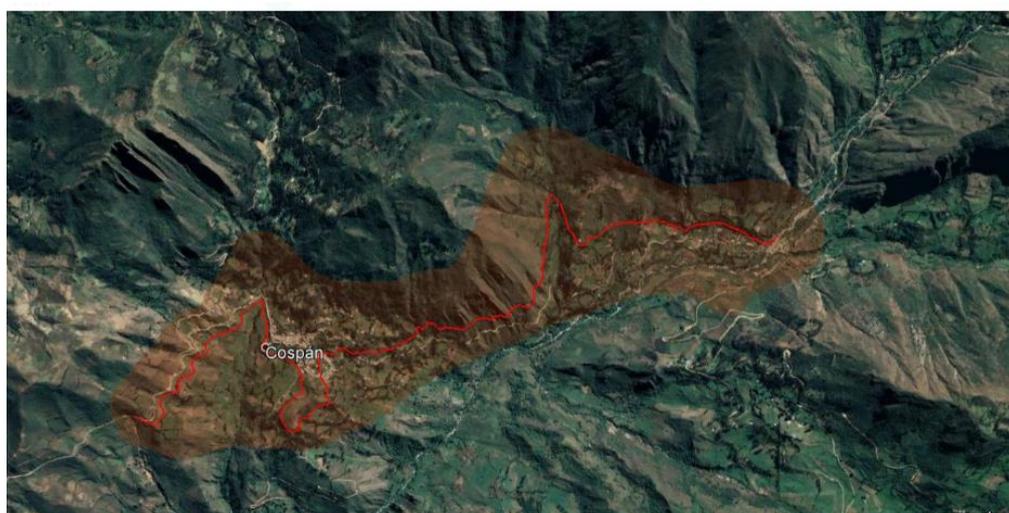
Fuente: Elaboración propia

- **Calidad del agua**

No se ha contemplado un estudio de calidad de agua, debido a que la información brindada por los usuarios del canal, el agua ha sido usada desde hace años para uso doméstico y agropecuario, no se ha observado presencia de marchitamiento en los cultivos u otros relacionados.

- **Topografía**

Se realizó un análisis topográfico, a partir del trazo del canal mediante el uso del software Google Earth, Mapper y Civil 3D, con lo cual se pudo ubicar la longitud del canal, la pendiente de las diferentes secciones y dimensiones de los elementos de la sección transversal. Así mismo, se ubicó el tramo de 1km detallado en el anexo 3 al igual que los datos del perfil longitudinal, sección transversal del canal actual se encuentran, así como el perfil longitudinal, secciones, sección transversal, detalle de corte y relleno del canal con revestimiento.



**Figura 3: Trazo del canal de riego Cospán**

Fuente: Elaboración propia

- **Estudio de suelos**

Los estudios de suelos son importantes en un canal, sobre todo para determinar las pérdidas de agua en el mismo. Sin embargo, no se han contemplado estudios exhaustivos, ya que solo se ha considerado la extracción de muestras de suelo de 3 calicatas siguiendo con los parámetros de la norma E 0.50 Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones, con fin de realizar un estudio granulométrico en el laboratorio y la clasificación de suelos usando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual nos dio como resultado un suelo de tipo SC (arena arcillosa), esto significa que tenemos un suelo con baja permeabilidad, además este tipo de suelo presenta características buenas que facilitan el revestimiento de canales, tal como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 6:** Características y uso de los suelos según SUCS

Grupo	VALORACIÓN ATRIBUTOS				APTITUDES SEGÚN USOS	
GW	+++	++	+++	+++	Mantos de presas, terraplenes, erosión de canales.	
GP	++	+++	++	+++	Mantos de presas y erosión de canales.	
GM	++	-	++	+++	Cimentaciones con flujo de agua.	
GC	++	--	+	++	Núcleos de presas, revestimientos de canales.	
SW	+++	++	+++	+++	Terraplenes y cimentación con poco flujo.	
SP	m	++	++	++	Diques y terraplenes de suave talud.	
SM	m	-	++	+	Cimentación con flujo, presas homogéneas.	
SC	++	--	+	+	Revestimiento de canales, capas de pavimento	
ML	m	-	M	m	Inaceptable en pavimentos, licuable.	
CL	+	--	M	m	Revestimiento de canales, pero es erodable.	
OL	m	-	--	m	No recomendable, máximo si hay agua.	
MH	--	-	-	---	Inaceptable en cimentaciones o bases (hinchable)	
CH	--	--	--	---	Inaceptable en cimentación (hinchable)	
OH	--	--	--	---	Inaceptable en cimentaciones o terraplenes.	
<b>CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES</b>	Facilidad de tratamiento en obra	Permeabilidad	Resistencia al corte	Compresibilidad	Sobresaliente	+++
					Muy alto	++
					Alto	+
					Moderado	m
					Deficiente	-
					Muy bajo	---

Fuente: Manual para ingenieros civiles (2008)

- **Agrología**

El canal actualmente beneficia a 90 familias, este canal es abastecido por el río Cospán el cual está ubicado en la localidad de Santa. El uso del agua en esta zona es básicamente para riego de pastizales.

## Cálculos

- **Caudal del caudal de oferta del canal (actual)**

El cálculo de caudal y demás propiedades hidráulicas se realizarán primero para el canal en el estado actual. Para los cálculos, se utilizó el software HCanales, para lo cual primero se ubicó el tramo objeto de estudio que consta de 1km, del cual se tomaron las medidas de los elementos de la sección transversal y de la pendiente del canal (ver anexo 3). En la siguiente tabla se muestran los datos obtenidos:

**Tabla 7:** *Tramo, longitud y pendiente*

TRAMO	PROGRESIVAS	LONGITUD (m)	PENDIENTE (%)
1	2+731.5 - 2+945.96	214.2	0.95
2	2+945.96 - 3+151.00	205.0	0.99
3	3+151.00 - 3+263.44	112.5	0.97
4	3+263.44 - 3+386.80	123.3	0.93
5	3+386.80 - 3+510.19	123.4	0.83
6	3+510.19 - 3+628.41	118.2	0.61
7	3+628.41 - 3+734.09	105.7	0.50
-	2+731 - 3+731	1000	0.90

Fuente: Elaboración propia

Se procedió al cálculo de las propiedades hidráulicas para cada uno de los tramos utilizando el Software HCanales (ver anexo 5), los datos y resultados se muestran en las siguientes tablas:

**Tabla 8:** *Datos ingresados al Software HCanales (canal actual)*

TRAMO	PROGRESIVAS	LONGITUD (m)	PENDIENTE (%)	TIRANTE (m)	BASE (m)	TALUD	RUGOSIDAD
1	2+731.5 - 2+945.96	214.2	0.95	0.4	0.60	0	0.035
2	2+945.96 - 3+151.00	205.0	0.99	0.4	0.60	0	0.035
3	3+151.00 - 3+263.44	112.5	0.97	0.4	0.60	0	0.035
4	3+263.44 - 3+386.80	123.3	0.93	0.4	0.60	0	0.035
5	3+386.80 - 3+510.19	123.4	0.83	0.4	0.60	0	0.035
6	3+510.19 - 3+628.41	118.2	0.61	0.4	0.60	0	0.035
7	3+628.41 - 3+734.09	105.7	0.50	0.4	0.6	0	0.035
-	2+731 - 3+731	1000	0.90	0.4	0.60	0	0.035

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9:** Resultados del Software HCanales (canal actual)

TRAMO	PROGRESIVAS	CAUDAL (m3/S)	VELOCIDAD (m/S)	TIPO DE FLUJO
1	2+731.5 - 2+945.96	0.206	0.859	Subcrítico
2	2+945.96 - 3+151.00	0.211	0.877	Subcrítico
3	3+151.00 - 3+263.44	0.208	0.868	Subcrítico
4	3+263.44 - 3+386.80	0.204	0.850	Subcrítico
5	3+386.80 - 3+510.19	0.193	0.803	Subcrítico
6	3+510.19 - 3+628.41	0.165	0.689	Subcrítico
7	3+628.41 - 3+734.09	0.150	0.624	Subcrítico
-	2+731 - 3+731	0.201	0.837	Subcrítico

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla 9, el valor de la velocidad para cada tramo depende principalmente de la pendiente, si esta es mayor la velocidad incrementa por ende el caudal también, otro de los parámetros que influye es la rugosidad ya que es inversamente proporcional a la velocidad, lo cual también afecta al caudal, debido al estado actual del canal la rugosidad es de 0.035.

**Tabla 10:** Eficiencia de conducción y pérdidas de infiltración canal de tierra

TRAMO	PROGRESIVAS	CAUDAL INGRESO (m3/S)	CAUDAL SALIDA (m3/S)	PÉRDIDAS DE INFILTRACIÓN (m3/s-km)	EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN (%)
1	2+731.5 - 2+945.96	0.206	0.204	0.008	98.9
2	2+945.96 - 3+151.00	0.211	0.209	0.008	99.3
3	3+151.00 - 3+263.44	0.208	0.207	0.008	99.3
4	3+263.44 - 3+386.80	0.204	0.203	0.008	99.5
5	3+386.80 - 3+510.19	0.193	0.192	0.008	99.6
6	3+510.19 - 3+628.41	0.165	0.164	0.008	99.2
7	3+628.41 - 3+734.09	0.150	0.149	0.008	99.6
-	2+731 - 3+731	0.201	0.191	0.008	95.2

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 10 se puede observar los resultados de la eficiencia de conducción y pérdidas de infiltración, debido al tipo de suelo ya que según el ensayo que se realizó en el laboratorio bajo los parámetros establecidos por la norma ASTM D2487 (ver anexo 4) es un suelo de tipo SC que presenta baja permeabilidad, pero también afecta la longitud del canal ya que para este análisis solo se ha considerado

1km, cuanto menos longitud tenga el canal o un tramo de este, menores serán las pérdidas de infiltración. Como se observa, el tramo 7 que tiene una longitud de 106m tienen una eficiencia de conducción de 99.6%, la cual es insignificante debido a la longitud del tramo, sin embargo, como se puede observar en el tramo total es decir el que consta de 1km las pérdidas son mayores y la eficiencia de conducción es 95.2%, en ese sentido si se realiza un análisis de la longitud total del canal podemos decir que la eficiencia de conducción disminuirá. Por lo cual, se debe considerar el cálculo de estas propiedades 'in situ' tal como lo recomienda en su libro Diseño de Estructuras Hidráulicas Villon (2005).

- **Caudal del caudal de oferta del canal con revestimiento**

Se procedió a la modificación de la sección transversal del canal de riego, siguientes los lineamientos establecidos por el manual de Criterios de Diseño de Obras Hidráulicas para la Formulación de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales y de Afianzamiento Hídrico (2015), el cual indica que una sección trapezoidal tiene la capacidad de transportar un caudal mayor, evitando erosiones en el material, así como el deslizamiento de las paredes laterales (talud). En ese sentido con el objetivo de aprovechar al máximo el sistema de riego y aumentar el caudal, se procedió a la modificación de la sección, para ello se usó también el software HCanales para el cálculo de los elementos de la sección transversal trapezoidal, los resultados se presentan de la siguiente manera:

**Tabla 11:** Datos ingresados al Software HCanales (canal revestido)

TRAMO	PROGRESIVAS	LONGITUD (m)	PENDIENTE (%)	TIRANTE (m)	BASE (m)	TALUD	RUGOSIDAD
1	2+731.5 - 2+945.96	214.2	0.95	0.40	0.50	0.50	0.013
2	2+945.96 - 3+151.00	205.0	0.99	0.40	0.50	0.50	0.013
3	3+151.00 - 3+263.44	112.5	0.97	0.40	0.50	0.50	0.013
4	3+263.44 - 3+386.80	123.3	0.93	0.40	0.50	0.50	0.013
5	3+386.80 - 3+510.19	123.4	0.83	0.40	0.50	0.50	0.013
6	3+510.19 - 3+628.41	118.2	0.61	0.40	0.50	0.50	0.013
7	3+628.41 - 3+734.09	105.7	0.50	0.40	0.50	0.50	0.013
-	2+731 - 3+731	1000	0.90	0.40	0.5	0.50	0.013

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11 podemos observar que los datos fueron obtenidos, asumiendo el mismo tirante que tienen el canal actual, sin embargo, la base fue reducida ajustándose a lo requerido para poder aprovechar al máximo el canal, el coeficiente de rugosidad fue tomado de los coeficientes ya establecidos para el tipo de material del lecho del canal, el talud se consideró 0.5 el mínimo recomendado para este tipo de canales.

**Tabla 12:** Resultados del Software HCanales (canal revestido)

TRAMO	PROGRESIVAS	CAUDAL (m3/S)	VELOCIDAD (m/S)	TIPO DE FLUJO
1	2+731.5 - 2+945.96	0.720	2.571	Supercrítico
2	2+945.96 - 3+151.00	0.735	2.625	Supercrítico
3	3+151.00 - 3+263.44	0.727	2.598	Supercrítico
4	3+263.44 - 3+386.80	0.712	2.544	Supercrítico
5	3+386.80 - 3+510.19	0.673	2.403	Supercrítico
6	3+510.19 - 3+628.41	0.577	2.060	Supercrítico
7	3+628.41 - 3+734.09	0.522	1.865	Supercrítico
-	2+731 - 3+731	0.701	2.502	Supercrítico

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 9 y 12, se establece que al colocar el revestimiento de concreto, la velocidad y por ende el caudal incrementaron en más de un 100%, cabe resaltar que se realizó una modificación en la sección transversal del canal, pues esta originalmente era rectangular, para realizar un mejor aprovechamiento del recurso hídrico y del canal, se procedió a cambiarla por una sección trapezoidal ya que según lo señalado por el manual de Criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico (2010), este tipo de sección permite la conducción de mayor volumen de agua. Por otro lado, las mejoras o incremento del caudal también se dan debido a la rugosidad del lecho del canal, en este caso un canal revestido tiene una rugosidad (n) de 0.013, sin embargo, un el canal actual de tierra tiene una rugosidad de 0.035, lo cual dificulta el paso del agua, pues a mayor coeficiente de rugosidad menor velocidad y caudal.

**Tabla 13:** Eficiencia de conducción y pérdidas de infiltración canal revestido

TRAMO	PROGRESIVAS	CAUDAL INGRESO (m3/S)	CAUDAL SALIDA (m3/S)	PÉRDIDAS DE INFILTRACIÓN (m3/s-km)	EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN (%)
1	2+731.5 - 2+945.96	0.720	0.720	0.000	100.0
2	2+945.96 - 3+151.00	0.735	0.735	0.000	100.0
3	3+151.00 - 3+263.44	0.727	0.727	0.000	100.0
4	3+263.44 - 3+386.80	0.712	0.712	0.000	100.0
5	3+386.80 - 3+510.19	0.673	0.673	0.000	100.0
6	3+510.19 - 3+628.41	0.577	0.577	0.000	100.0
7	3+628.41 - 3+734.09	0.522	0.522	0.000	100.0
-	2+731 - 3+731	0.701	0.701	0.000	100.0

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 13, las pérdidas de infiltración son nulas, es decir que el canal revestido no presenta pérdidas de infiltración y por ende su eficiencia de conducción es 100% tanto para tramos menores e iguales a 1km, esto debido a que la permeabilidad del concreto de resistencia de 210kg/cm<sup>2</sup> es baja, lo que genera pérdidas imperceptibles. Realizando la comparación de la tabla 11 y 13 podemos observar que en los canales de tierra las pérdidas de infiltración siempre serán mayores, evitando así la entrega eficiente del agua hacia las tomas laterales del canal de conducción.

En la siguiente figura se puede observar la comparación que se realizó de los caudales obtenidos, con lo cual se establece que el caudal que ofrece el canal revestido es mayor al que ofrece el canal de tierra por lo cual existe una mejora significativa.

- Presupuesto

Para lo cual se presenta a continuación las siguientes tablas:

**Tabla 14: Hoja de Metrado**

METRADO								
Proyecto: "Mejoramiento hidráulico de un canal de riego aplicando revestimiento de concreto, Cospán, Cajamarca 2021"								
Obra : Mejoramiento del Canal Cospán						Distrito : Cospán		
Departamento : Cajamarca						Hecho por : Lizzeth Gutierrez		
Provincia : Cajamarca						Fecha : Mayo del 2021		
PART.	DESCRIPCION	UND	ITEM	DIMENSIONES			N° DE ELEM.	PARCIAL
				Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)		
<b>01.00.00</b>	<b>OBRA PROVISIONALES</b>							
01.01.00	Cartel para la obra 4.80x3.60m	Pza	1				1	1.00
01.02.00	Campamento provisional de obra	m2	1	4.00	8.00		1	32.00
01.03.00	Movilización y desmovilización	Glb	1				1	1.00
<b>02.00.00</b>	<b>REVESTIMIENTO DE CANAL (L=1.000 Km.)</b>							
<b>02.01.00</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>							
02.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO - CANAL	m2	1	1000	0.5		1	500
02.01.02	Trazo, nivelación (Inicio de Obra) Km. 2+731 a km. 3+731	m2	2	1000	2		1	2000
02.01.03	Trazo, nivelación y replanteo Km. 2+731 a km. 3+731	m2	3	1000	2		1	2000
02.01.04	Despalme de capa Vegetal Km. 2+731 a km. 3+731	m3	4	1000				
				1000	0.4	0.1	1	40
<b>02.02.00</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>							
02.02.01	Excavación en material suelto - plataforma y canal Km. 2+731 a km. 3+731	m3		Según Mov de Tierras				706.46
02.02.02	Excavación manual de roca suelta Km. 2+731.5 a km. 3+731	m3		Según Mov de Tierras				78
02.02.03	Relleno compactado a mano con material propio Km. 2+731 a km. 3+731	m3		Según Mov de Tierras				696.28
02.02.04	Eliminación de material excedente Excavación Relleno	m3						88.18
				784.46				
				696.28				
				88.18			1	88.18
<b>02.03.00</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>							
02.03.01	Concreto F'c=210 Kg/cm2 Km. 2+731 a km. 3+740	m3		1000	1	0.05	1	50
02.03.02	Encofrado y desencofrado Km. 2+731 a km. 3+731	m2			1		333.3	333.33
02.03.03	Curado de concreto con aditivo químico	m2		1000				
<b>02.04.00</b>	<b>JUNTAS</b>							
02.04.01	Juntas de dilatación con asfalto Km. 2+731 a km. 3+731	ml	1	335	1		1	335
02.04.02	Juntas Water Stop 6" Km. 2+731 a km. 3+731	ml	2	335	1		1	335
<b>03.00.00</b>	<b>OTROS</b>							
03.01.00	Limpieza de Obra	m2	1	1000	2		1	2000
03.02.00	Flete	Glb	2	1			1	1

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 13 en donde se puede observar las principales partidas y subpartidas que son parte de la ejecución del proyecto, también podemos observar la cantidad con su respectiva unidad de medida, lo cual nos ayudará para realizar el presupuesto con su respectivo análisis de costos unitarios (APU).

**Tabla 15: Presupuesto para 1km**

S10		Página		1	
Empresa no registrada					
<b>Presupuesto</b>					
Presupuesto	0503004	MEJORAMIENTO HIDRAULICO DEL CANAL DE RIEGO APLICANDO REVESTIMIENTO DE CONCRETO		Costo al	07/08/2021
Cliente	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COSPÁN				
Lugar	CAJAMARCA - CAJAMARCA - COSPAN				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>11,011.43</b>
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA DE LA 4.80x3.60	und	1.00	1,124.55	1,124.55
01.02	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA	m2	32.00	168.34	5,386.88
01.03	MOVILIZACION DE EQUIPO	GLB	1.00	4,500.00	4,500.00
02	<b>REVESTIMIENTO DE CANAL</b>				<b>181,478.09</b>
02.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>18,478.45</b>
02.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO - CANAL	m2	504.00	0.71	357.84
02.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	2,016.00	3.98	8,023.68
02.01.03	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	2,016.00	4.37	8,809.92
02.01.04	DESPALME DE CAPA VEGETAL	m3	40.32	31.92	1,287.01
02.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>37,496.96</b>
02.02.01	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO - PLATAFORMA Y CANAL	m3	706.46	35.02	24,740.23
02.02.02	EXCAVACION EN ROCA SUELTA	m3	78.00	19.32	1,506.96
02.02.03	RELLENO COMPACTADO A MANO CON MATERIAL PROPIO	m3	696.28	12.54	8,731.35
02.02.04	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	m3	88.18	28.56	2,518.42
02.03	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>93,193.94</b>
02.03.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2	m3	90.72	515.47	46,763.44
02.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	604.80	65.31	39,499.49
02.03.03	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO QUIMICO	m2	1,814.40	3.82	6,931.01
02.04	<b>JUNTAS</b>				<b>32,308.74</b>
02.04.01	JUNTA ASFALTICA E=1"	m	603.00	5.80	3,497.40
02.04.02	JUNTAS WATER STOP 6"	m	603.00	47.78	28,811.34
03	<b>OTROS</b>				<b>17,741.76</b>
03.01	LIMPIEZA DE OBRA	m2	2,016.00	1.36	2,741.76
03.02	TRANSPORTE DE MATERIALES	GLB	1.00	15,000.00	15,000.00
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>210,231.28</b>
	GASTOS GENERALES 0.0000%				
	UTILIDAD (10%)				21,023.13
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>231,254.41</b>
	IGV				41,625.79
	<b>TOTAL DE PRESUPUESTO</b>				<b>272,880.20</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla se puede observar que el presupuesto corresponde al tramo de 1km del canal, cuyo presupuesto asciende a un total de S/. 272 880.20 soles. El análisis de precios unitarios se puede visualizar en el anexo 8.

## V. DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación se acepta la hipótesis general, la aplicación del revestimiento de concreto influye significativamente en el mejoramiento hidráulico del canal de riego. En ese sentido, la discusión de los resultados se realizó en base a los estudios con similitudes en el tema de investigación, considerando los resultados más importantes de los autores:

Chan (2015), a partir del estudio realizado en el canal Humaya de 156.920km, aplicó el software SIC<sup>2</sup>, concluyó que para conseguir un caudal de 120m<sup>3</sup>/s evaluó las propiedades como rugosidad, pendiente, elementos geométricos y velocidad a fin de cumplir con el caudal y evitar desbordes en la infraestructura existente, en un canal rectangular de 20m de ancho con tirante variable y con borde libre de 60cm, así mismo, señalan que al realizar la simulación en el software la velocidad media inferior a 0.60 o 0.90m/s genera sedimentación lo que deteriora al revestimiento, por lo que siempre debe mantenerse superior a ese valor. La presente investigación realizó un análisis mediante el software HCanales de las características y propiedades principales del canal a fin de realizar una mejora en el caudal la cual aplicando el revestimiento es de 0.701m<sup>3</sup>/s, con una sección trapezoidal, en donde también por recomendación del manual de criterios de diseños de obras hidráulicas, multisectoriales y afianzamiento hídrico de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), en donde señala que la velocidad mínima debe ser 0.6m/s y el borde libre el 30% del tirante siendo así, 0.15m. En las dos investigaciones se usó diferentes programas, ambos muestran que para que exista una mejora hidráulica se debe analizar los puntos que generen un incremento en el caudal.

Osman [et. al] (2016), concluyó en su investigación que la eficiencia de conducción de un canal de tierra fue de 65.1%, y la de un canal revestido de concreto fue de 92.2%, estableciendo así que un canal revestido ofrece mayor eficiencia de conducción en comparación a un canal sin revestir, debido a la rugosidad del material, así como a las pérdidas de infiltración las cuales también fueron de 34.9%, 7.8% respectivamente. En ese sentido, podemos señalar que los resultados de la presente investigación coinciden con lo señalado por los autores, ya que se obtuvo como resultado una eficiencia de conducción de 95% y 100% y las pérdidas de

infiltración fueron de 4.8% y 0% para un canal sin revestir y revestido respectivamente. Cabe señalar que en la investigación realizada por Osman [et.al], se hizo un análisis y medición de caudales in situ, por otro lado, en la presente investigación se ha utilizado el software HCanales, para el canal revestido en el cual usando los datos de la permeabilidad del concreto la cual fue de  $2.1314E-12$  cm/s según el ensayo de permeabilidad bajo la norma NTP 339.238, para el canal sin revestir se realizó un ensayo de granulometría a fin de obtener una clasificación SUCS identificando un tipo de suelo SC (arenas arcillosas), con estos datos se pueden calcular las pérdidas de infiltración.

Jimenez (2017), concluyó que en el canal no revestido el caudal fue  $0.065$  m<sup>3</sup>/s y la eficiencia de conducción fue 94%, mientras que en el canal revestido fue  $0.85$  m<sup>3</sup>/s y la eficiencia de conducción fue 98%, señalan que existen mayores pérdidas de infiltración en canales no revestidos, por ello se observa mayor eficiencia en un canal revestido, cabe señalar que la muestra usada por el autor fue de 500m del canal de riego Sector Pechichal. En ese sentido, los resultados obtenidos por la presente investigación concuerdan con lo señalado por el autor, se ha obtenido un caudal de  $0.201$  m<sup>3</sup>/s y la eficiencia de conducción de 95.2% para un canal sin revestir, mientras que para el canal revestido se obtuvo un caudal de  $0.701$  m<sup>3</sup>/s y la eficiencia de conducción 100%, la muestra usada para este análisis fue de 1km. Por lo tanto, en ambas investigaciones se observa que el caudal y la eficiencia de conducción manifiestan un incremento cuando el canal está revestido.

Coronel (2017), concluyó que en un canal de tierra la eficiencia de conducción del canal es 88.56%, la cual según el autor señala que es una eficiencia baja pues el caudal de ingreso medido fue de  $0.4065$  m<sup>3</sup>/s y el caudal de salida  $0.3600$  m<sup>3</sup>/s en el canal El Progreso, esta medición se realizó in situ en 1km de los 5km de longitud del canal, por lo cual el autor plantea el mejoramiento a partir de un revestimiento de concreto el cual tendrá un costo de S/. 134,986.10. De acuerdo con el autor el presente estudio también encontró como resultado que la eficiencia de conducción del canal sin revestir es de 95.2%, por lo cual aplicando el revestimiento incrementaría la eficiencia de conducción a 100%, lo cual para 1km tendría un costo de S/. 272 880.20, la medición realizada fue mediante el software HCanales.

## VI. CONCLUSIÓN

### Objetivo General

Analizar la influencia de la aplicación de revestimiento de concreto en el mejoramiento hidráulico de un canal de riego, Cospán, Cajamarca, 2021.

Al realizar el análisis, se establece que la aplicación de revestimiento de concreto influye positivamente en el mejoramiento hidráulico del canal de riego, debido a que el revestimiento de concreto posee propiedades como rugosidad, resistencia y permeabilidad, así mismo el incremento de las dimensiones de las características geométricas facilitan el transporte de agua a través del canal, incrementa la velocidad, el caudal, la eficiencia de conducción, disminuye pérdidas de infiltración y modifica el tipo de flujo.

### Objetivo Específico 1

Establecer la influencia de las propiedades del concreto en el mejoramiento hidráulico de un canal de riego, Cospán, Cajamarca, 2021.

La rugosidad de 0.013 que presenta el concreto permite que el desplazamiento del agua por el canal sea más eficiente ya que ofrece menor resistencia a la fricción, así mismo, el concreto que en este caso tiene una calidad de 210kg/cm<sup>2</sup> presenta baja permeabilidad 2.1314E-12cm/s, lo cual disminuye las pérdidas de infiltración e incrementa la eficiencia de conducción, además ofrece una durabilidad mínima de 20 años. Esto influye positivamente en el mejoramiento hidráulico del canal.

### Objetivo Específico 2

Establecer la influencia de la aplicación de revestimiento de concreto en las propiedades hidráulicas de un canal de riego, Cospán, Cajamarca, 2021.

La aplicación de revestimiento de concreto ha influido en el incremento de la velocidad de 0.837m/s a 2.501m/s; el caudal de 0.201m<sup>3</sup>/s a 0.701m<sup>3</sup>/s; la eficiencia de conducción de 95% a 100%; asimismo, las pérdidas de infiltración disminuyeron en un 5% y el tipo de flujo cambió de un flujo subcrítico a un flujo supercrítico asegurando de esta manera el transporte de agua a una velocidad adecuada sin generar erosión o sedimentación en las paredes laterales y el lecho del canal.

### Objetivo Específico 3

Establecer la influencia de la aplicación de revestimiento de concreto en las características geométricas de un canal de riego, Cospán, Cajamarca, 2021.

La aplicación de revestimiento de concreto ha influido en la modificación de la sección transversal rectangular a trapezoidal, con ello ha variado los valores del área de  $0.240\text{m}^2$  a  $0.400\text{m}^2$ , talud de 0 a 0.5, base de 0.6m a 0.5m y manteniendo el tirante en 0.4m, lo cual incrementa el caudal ya que el área es mayor, facilita el empuje del agua a través del canal y la implementación del revestimiento.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se sugiere realizar un análisis in situ de los caudales de entrada y salida del canal, tanto en avenidas fuertes como en temporadas de sequía, para lo cual se debe emplear lo señalado en el Manual del Cálculo de Eficiencia para Sistemas de Riego (2015) y tener en porcentajes la eficiencia de conducción que permitirá establecer si el canal se mantiene en óptimas condiciones evitando pérdidas de infiltración.

Se sugiere realizar un presupuesto completo en el que se incluya la longitud total del canal y las compuertas en cada uno de los pases laterales, y un estudio de impacto ambiental a fin de tener un presupuesto más exacto de lo que costaría un mejoramiento utilizando este revestimiento, considerar además que el uso de la mano de obra no calificada puede ser prestada por los usuarios del canal, para reducir los costos.

Se recomienda realizar el cálculo de la demanda de agua, a fin de establecer si el caudal de entrega cumple con lo requerido por parte de las zonas de cultivo.

Finalmente, es necesario que se contemple la capacitación que se debe dar a los usuarios sobre el mantenimiento del canal, el cual debe realizarse dos veces al año de manera semestral para evitar la acumulación de sedimentos que obstruyan el paso del agua ocasionando el rebalse e inundación de las zonas aledañas. Por otro lado, capacitarlos en cuando al uso adecuado del canal, para ello los usuarios deben tener conocimiento de medición de caudales, establecer de acuerdo al cultivo y el área que ocupa cuánta agua requieren, para evitar saturar el suelo y provocar deslizamientos o perjudicar el cultivo, es por ello que se recomienda trabajar junto con un especialista que pueda orientarlos.

## REFERENCIAS

- CHOW, Ven Te. Hidráulica de canales abiertos. Colombia: McGraw-Hill, 1994. 655pp.  
ISBN: 07-0100776-9
- VILLÓN, Máximo. Hidráulica de canales. 2ª. ed. Lima: Villón, 2007. 508 pp.  
ISBN: 99778-66-081-6
- FRENCH, Richard. Hidráulica de canales abiertos. México D.F.: McGraw-Hill, 1988. 735 pp.  
ISBN 968-451-445-X
- CHEREQUE, Wendor. Mecánica de fluidos I. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 1987. 232 pp.  
ISBN: 314348
- PEDROZA, Edmundo e HINIJOSA, Gustavo. Manejo y Distribución del agua en distritos de riego. México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2013. 145pp  
ISBN: 978-607-7563-96-9
- MINISTERIO de Agricultura y Riego (Perú): Manual de Cálculo de Eficiencia para Sistemas de Riego. Lima, 2015. 54pp.
- AUTORIDAD Nacional del Agua (Perú). Manual: Criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico. Lima, 2010. 356pp.
- PINEDA, Beatriz; DE ALVARADO, Eva Luz; DE CANALES, Francisca. Metodología de la investigación, manual para el desarrollo de personal de salud. 2a. ed. Washington: Organización Panamericana de la Salud. 1994.
- SILVESTRE, Paschoal. Fundamentos de Hidráulica General. México: Limusa, 1983. 381pp  
ISBN: 9681815793, 9789681815790
- HERNANDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. México: McGraw Hill, 2006. 736pp.  
ISBN: 970-10-5753-8
- GALAL, Mohamed, MOGHAZY Hossman y NEGM Abdelazim. Assessment of slope instability of canal with standard incoat concrete-filled geotextile

mattresses lining. Revista Scopus [en línea]. Octubre – noviembre 2019. [fecha de consulta: 18 de setiembre].

Disponible en:

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2s2.85076541261&origin=resultslist&sort=plff&src=s&sid=ae2c9d0dd8d035d9a34a1f5c04e3ff3c&sot=b&sdt=b&sl=51&s=TITLEABSKEY%28concrete+lining+in+irrigation+canals%29&relpos=5&citeCnt=0&searchTerm=>

ISSN: 11100168

- OSMAN, E. A. M [et al.]. Improving irrigation water conveyance and distribution efficiency using lined canals and buried pipes under egyptian condition. Revista Scienstdirect [en línea]. Setiembre - octubre 2016. [fecha de consulta: 18 de setiembre].

Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/339376727\\_IMPROVING\\_IRRIGATION\\_WATER\\_CONVEYANCE\\_AND\\_DISTRIBUTION\\_EFFICIENCY\\_USING\\_LINED\\_CANALS\\_AND\\_BURIED\\_PIPES\\_UNDER\\_EGYPTIAN\\_CONDITION](https://www.researchgate.net/publication/339376727_IMPROVING_IRRIGATION_WATER_CONVEYANCE_AND_DISTRIBUTION_EFFICIENCY_USING_LINED_CANALS_AND_BURIED_PIPES_UNDER_EGYPTIAN_CONDITION)

- PALACIOS, Enrique; PALACIOS, Luis y ESPINOSA, José. Evaluation of water use efficiency in irrigated agriculture supported by satellite images. Revista Scielo [en línea]. Noviembre 2020. [fecha de consulta: 18 de diciembre de 2020].

Disponible en:

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200724222018000100031&script=sci\\_abstract&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200724222018000100031&script=sci_abstract&tlng=en)

- FATXULLOYEV A, GAFAROVA A, OTAKHONOV M Y ALLAYOROV D. The hydraulic efficiency of the soil channels. Revista Scopus [en línea]. Julio 2020. [fecha de consulta: 18 de diciembre de 2020]. Disponible en:

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2s2.085091966166&origin=resultslist&sort=plff&src=s&sid=2f7ef45b1d5f33bee1d03eaf6465893e&sot=b&sdt=b&sl=60&s=TITLEABSKEY%28The+hydraulic+efficiency+of+the+soil+channels%29&relpos=7&citeCnt=3&searchTerm=>

- CHAN, Eduardo. Revisión de la capacidad y funcionamiento hidráulico de un canal mediante modelación numérica. Tesis (Maestro en Ingeniería Civil). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2015.

Disponible en:

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/7336/tesis.pdf?sequence=1>

- ABREU, Rinel y LARA, Ángel. Análisis Comparativo de Canales Tradicionales VS Canales Revestidos Con Geomembrana de Polietileno en Secciones Trapezoidales. Tesis (Ingeniero Civil). Santo Domingo: Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, 2015.

Disponible en:

<http://repositorio.unphu.edu.do/bitstream/handle/123456789/1109/Ana%CC%81lisis%20comparativo%20de%20canales%20tradicionales%20vs%20canales%20revestidos%20con%20geomembrana%20de%20polietileno%20en%20secciones%20trapezoidales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- DÁVALOS, Jeaneth; YÉPEZ, Iván. Evaluación y mejoramiento del canal principal del sistema de riego Pisque de la comunidad Guachala, parroquia Cangahua. Tesis (Ingeniero Civil). Quito: Universidad Central del Ecuador, 2017. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/12119>

- DÁVILA, Alán y ROSALES, Wildor. Mejoramiento del canal de riego Chucupe Bajo en el sector Capote, Distrito De Picsi, Provincia de Chiclayo tramo critico: Km 4+352.80 Al Km 6+000.00. Tesis (Ingeniero Civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2018.

Disponible en:

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27657/D%C3%A1vila\\_PAR-Rosales\\_VW.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27657/D%C3%A1vila_PAR-Rosales_VW.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- RODRIGUEZ, Charly. Diseño de un canal rectangular de concreto armado para riego y drenaje, en taludes vulnerables, Conchamarca. Tesis (Ingeniero Civil). Huánuco: Universidad de Huánuco, 2018.

Disponible en:

<http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/1394;jsessionid=CB83DAB34>

- SANTA, Adriana y QUINTERO, José. Desempeño Hidráulico y Ambiental de un Modelo de Trinchera de Retención Utilizada como Componente del Drenaje Urbano. Tesis (Ingeniero Civil). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2010.

Disponible en:

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7061/tesis362.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- CHICLOTE, Oscar. Evaluación de la eficiencia de conducción del canal de riego El Progreso Mayanal - Jaén - Cajamarca, Tramo: Km, 00+000 - 01+000. Tesis (Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2017.  
Disponibile en:  
<http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1522/TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- JIMENEZ, Josué. Eficiencia de Conducción en el Canal Troncal Tramo no Revestido Progresiva 5+400 - 5+900; Tramo Revestido Progresiva 17+006 - 17+506 - Caso Comisión de Usuarios Margen Izquierda del Rio Tumbes. Tesis (Ingeniero Agrícola). Tumbes: Universidad Nacional de Tumbes, 2017.  
Disponibile en:  
<http://repositorio.untumbes.edu.pe/bitstream/handle/UNITUMBES/320/TESIS%20-%20JIMENEZ%20BENAVIDES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- TORRES, Edwing y ALCÁNTARA, Italo. Mejoramiento mediante el revestimiento del canal y construcción de obras de arte de 6.8km del canal Sucurunday, ubicado en el caserío Sucurunday, Distrito de Sinsicap, Provincia de Otuzco – La Libertad. Tesis (Ingeniero Agrícola). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2015.  
Disponibile en:  
[https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/869/browse?order=ASC&rpp=20&sort\\_by=1&etal=-1&offset=119&type=title](https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/869/browse?order=ASC&rpp=20&sort_by=1&etal=-1&offset=119&type=title)
- WEBSTER, S. L. y ALFORD, S. J. Investigation of construction concepts for pavement across soft ground., Soils and Pavements Laboratory, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, USA. 1977
- PÁEZ, María y LÓPEZ, Luciano. Irrigation canals from the Calchaqui valley (province of Salta, Argentina) [en línea]. Agosto 2019. [Fecha de consulta: 25 de setiembre de 2021].  
Disponibile en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352409X19300082>

- CATELLANOS, Hermes, COLLAZOS, Carlos, FARFAN, Javier y MELÉNDEZ, Farid. Diseño y Construcción de un Canal Hidráulico de Pendiente Variable [en línea]. 2017, n.º 6. [Fecha de consulta: 25 de setiembre de 2021].  
Disponible en:  
[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S071807642017000600012](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071807642017000600012)  
ISSN: 0718-0764
- ARDILA, Fernando. Aplicación del sistema geoweb de confinamiento celular para revestimientos de canales abiertos de sección trapezoidal. Tesis (Tecnólogo en construcciones civiles). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2015.  
Disponible en:  
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/4964/ArdilaCardenasFernando2015.pdf;jsessionid=793D507A87606D2134C792B05F8D9F0C?sequence=1>
- BORJA, Manuel. Metodología de la investigación científica. Chiclayo: 2012. 38pp.  
Disponible en: <https://www.udocz.com/read/21301/metodologia-de-la-investigacion-para-ingenieria-civil-1>
- LÓPEZ, Pedro. Población muestra y muestreo [en línea]. 2004, n.º 8. [Fecha de consulta: 30 de setiembre de 2021].  
Disponible en:  
[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S181502762004000100012](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S181502762004000100012)  
ISSN: 1815-0276
- CORONADO, Jorge. Escalas de medición. [en línea]. 2007, n.º 2. [Fecha de consulta: 30 de setiembre de 2021].  
Disponible en: <http://www.unitec.edu.co/>  
ISSN: 1909-4302
- MARTINEZ, Catalina y GALAN, Arturo. Técnicas e instrumento de recogida y análisis de datos. Madrid: Editorial UNED, 2014. 544pp.  
ISBN: 9788436268225

- SALKIND, Neil. Métodos de Investigación [en línea]. 3ra ed. México: Prentice Hall Hispanoamérica. S.A., 1999. [fecha de consulta 29 mayo 2017].  
Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?isbn=9701702344>  
ISBN: 9701702344.
- REGLAMENTO Nacional de Edificaciones (Perú). Norma E 0.50 Suelos y Cimentaciones. Lima, 2016. 61pp
- REGLAMENTO Nacional de Edificaciones (Perú). Norma E 0.60 Concreto. Lima, 2016. 201pp
- AMERICAN Society for Testing and Materials (EE. UU). ASTM D2487 Clasificación de suelos para propósitos de ingeniería (Sistema de Clasificación de Suelos, SUCS). Washington D.C., 2015. 12pp.
- ACI 522R-10: Report on Pervious Concrete, American Concrete Institute (ACI), Farmington Hills, MI, [www.concrete.org](http://www.concrete.org)
- CONSEJO Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) [en línea]. Lima. 2008. [fecha de consulta: 24 de setiembre de 2020].  
Disponible en:  
<https://portal.concytec.gob.pe/images/noticias/materialesFINALS.pdf>

## ANEXOS

### Anexo 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

#### TÍTULO: “Mejoramiento hidráulico de un canal de riego aplicando revestimiento de concreto, Cospán, Cajamarca, 2021”

Autor: Gutierrez Cuestas, Lizzeth Del Pilar

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	
¿De qué manera la aplicación de revestimiento de concreto influye en el mejoramiento hidráulico de un canal de riego, Cospán, Cajamarca, 2021?	Analizar la influencia de la aplicación de revestimiento de concreto en el mejoramiento hidráulico de un canal de riego, Cospán, Cajamarca, 2021.	La aplicación de revestimiento de concreto influye significativamente en el mejoramiento hidráulico de un canal de riego, Cospán, Cajamarca, 2021.	Variable Independiente (X): Revestimiento de concreto	Propiedades del concreto	Permeabilidad	NTP 339.238	
					Resistencia	NTP 339.034	
				Evaluación económica	Rugosidad	Coefficiente de Manning	
					Metrado	Civil 3D Excel	
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variable Dependiente (Y): Mejoramiento hidráulico	Propiedades hidráulicas	Análisis de precios unitarios	S10	
¿De qué manera las propiedades del concreto influyen en el mejoramiento hidráulico de un canal de riego, Cospán, Cajamarca, 2021?	Establecer la influencia de las propiedades del concreto en el mejoramiento hidráulico de un canal de riego, Cospán, Cajamarca, 2021.	Las propiedades del concreto influyen significativamente en el mejoramiento hidráulico de un canal de riego, Cospán, Cajamarca, 2021.			Eficiencia de conducción	Eficiencia de conducción (Ec)	Presupuesto
				¿De qué manera la aplicación de revestimiento de concreto influye en las propiedades hidráulicas de un canal de riego, Cospán, Cajamarca, 2021?			Establecer la influencia de la aplicación de revestimiento de concreto en las propiedades hidráulicas de un canal de riego, Cospán, Cajamarca, 2021.
¿De qué manera la aplicación de revestimiento de concreto influye en las características geométricas de un canal de riego, Cospán, Cajamarca, 2021?	Establecer la influencia de la aplicación de revestimiento de concreto en las características geométricas de un canal de riego, Cospán, Cajamarca, 2021.	La aplicación de revestimiento de concreto influye considerablemente en las características geométricas de un canal de riego, Cospán, Cajamarca, 2021.			Caudal	Software Hcanales	
				Características geométricas			Google Earth Civil 3D
Tirante							
Base							
Área							

Anexo 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

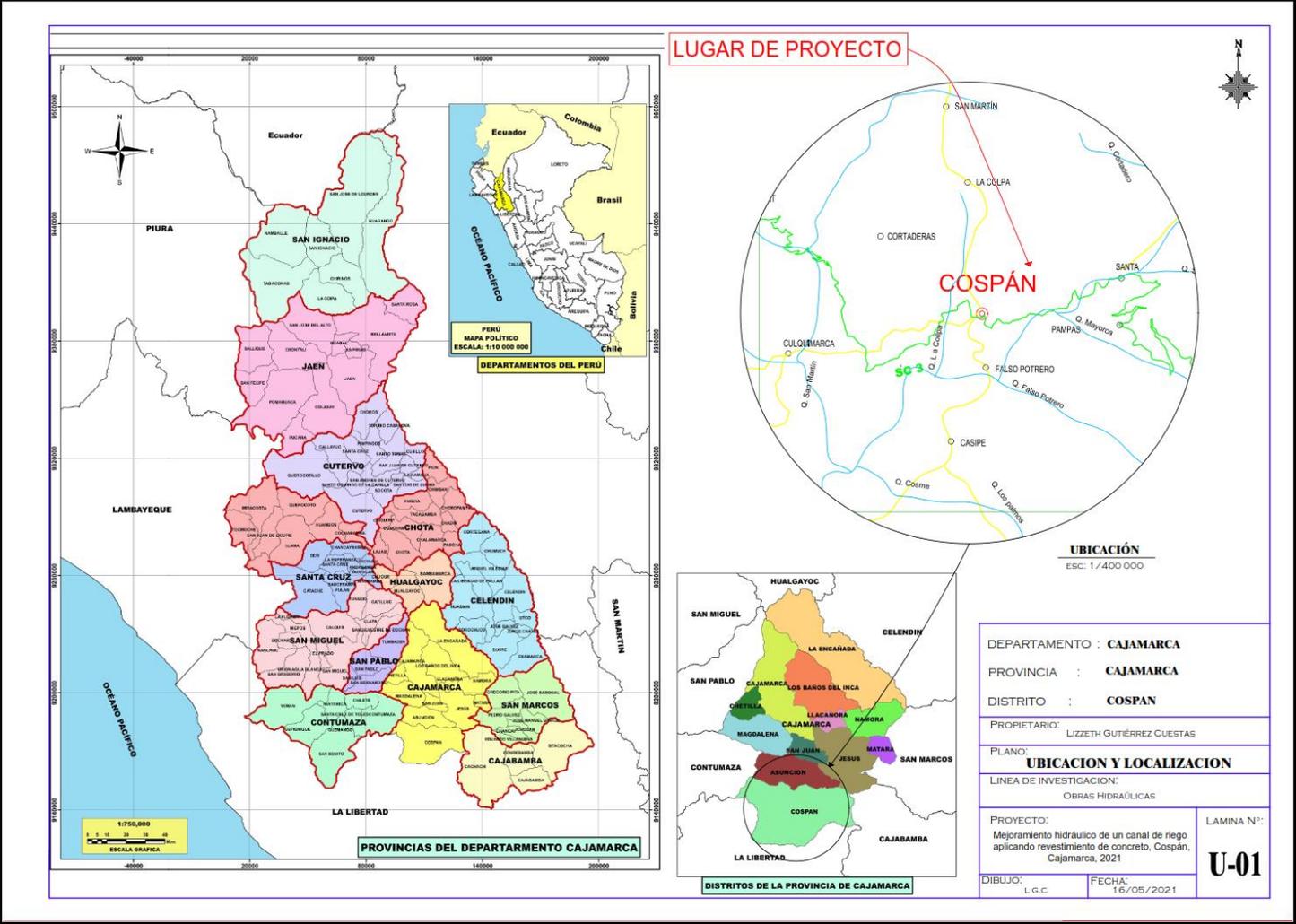
**TÍTULO: “Mejoramiento hidráulico de un canal de riego aplicando revestimiento de concreto, Cospán, Cajamarca, 2021”**

Autor: Gutierrez Cuestas, Lizzeth Del Pilar

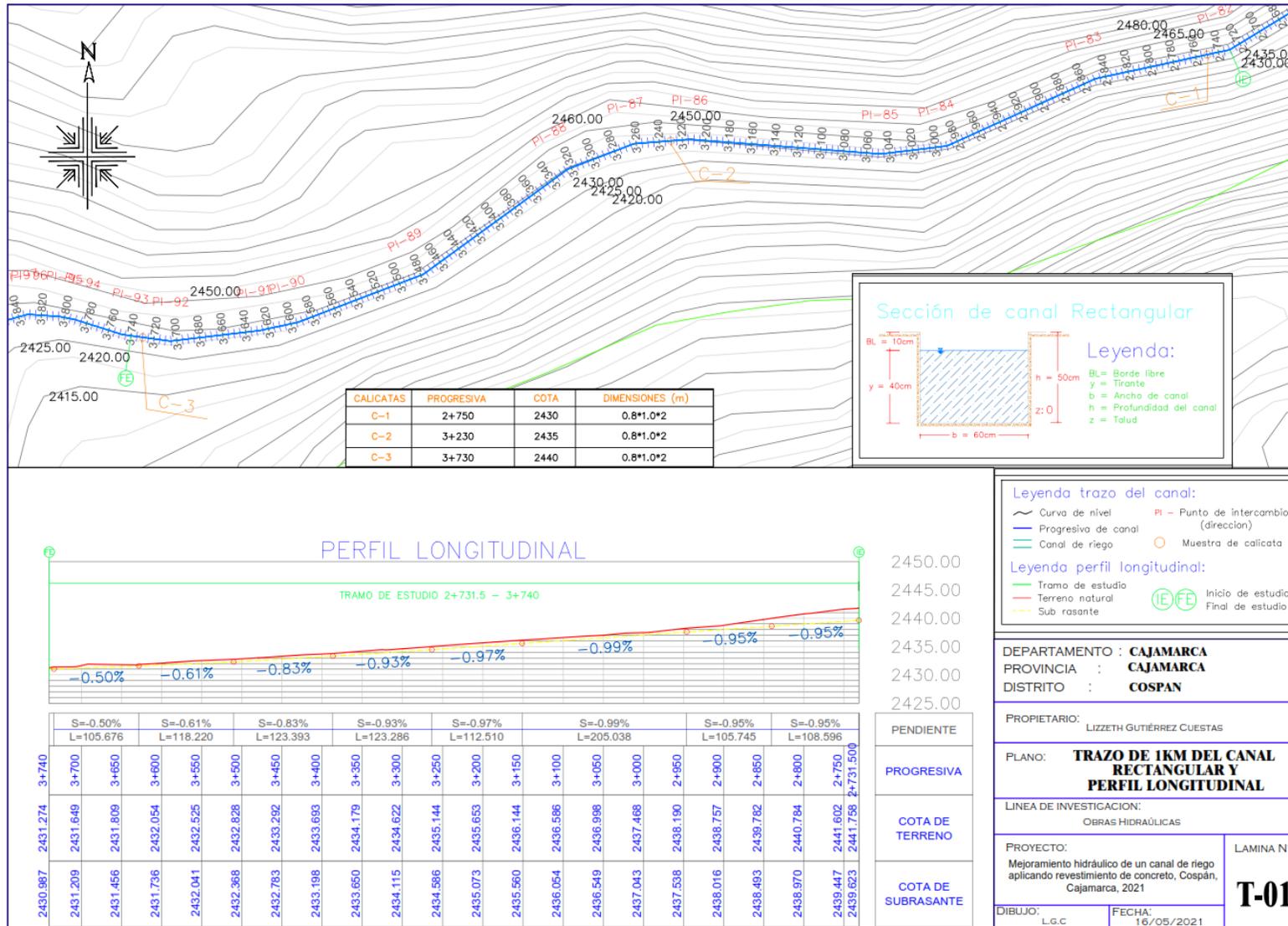
Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
VARIABLE INDEPENDIENTE (X) Revestimiento de concreto	Norma E.060 Concreto(2016), señala que el concreto es un material que resulta de la mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua. Así mismo, Villón (2014), señala que el concreto es un material ampliamente utilizado en el revestimiento de canales, ya que es un material de bajo costo, además mejora la capacidad conducción del canal, minimizando pérdidas y costos de mantenimiento.	El revestimiento de concreto por contar con las características principales de un revestimiento (duración y economía), se aplica en canales de riego para mejorar su desempeño hidráulico. Para ello se realizó un análisis de las propiedades del concreto, así como el análisis económico de su implementación.	Propiedades del concreto	Permeabilidad	Razón
				Resistencia	
				Rugosidad	
			Evaluación económica	Metrado	Razón
				Análisis de precios unitarios	
				Presupuesto	
VARIABLE DEPENDIENTE (Y) Mejoramiento hidráulico	Simón (2017), indica que el mejoramiento hidráulico, busca obtener un mejor y máximo rendimiento del agua, para la realización de un fin económico, social o higiénico. Además menciona que en su mayoría las obras hidráulicas tienen relación directa o indirecta con la agricultura, una de ellas son los canales, los cuales deben ser diseñados en función de la disponibilidad de agua y la demanda de esta.	El mejoramiento hidráulico de un canal de riego busca obtener un mayor rendimiento de agua, por ello se debe considerar las características geométricas y las propiedades hidráulicas de este. Para ello se analizará la variación de las propiedades hidráulicas y características geométricas del canal de riego.	Propiedades hidráulicas	Eficiencia de conducción	Razón
				Pérdidas de infiltración	
				Caudal	
				Velocidad	
			Características geométricas	Tipo de flujo	Nominal
				Talud	Razón
				Tirante	
				Base	
Área					

ANEXO 3: PLANOS

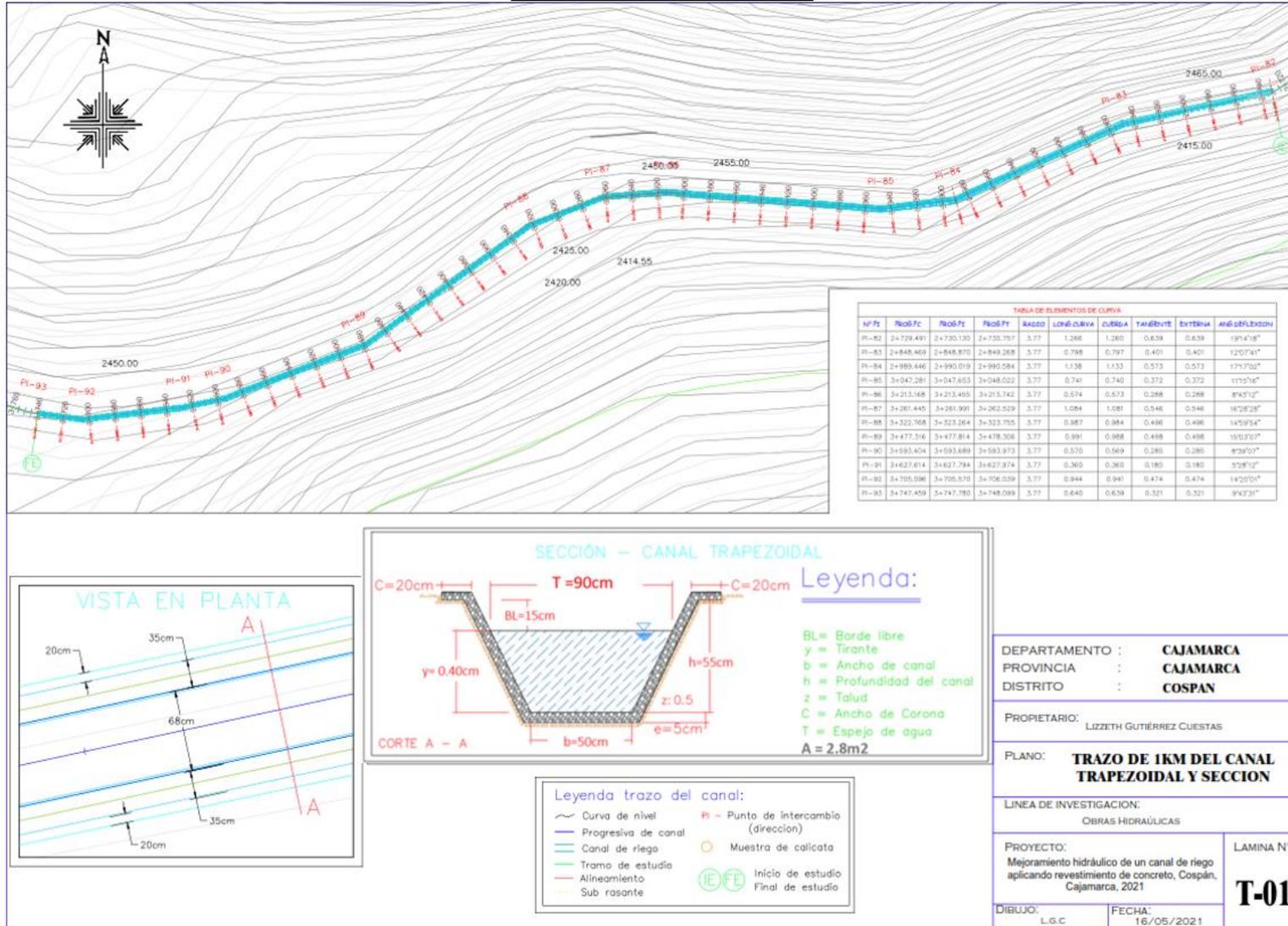
Ubicación



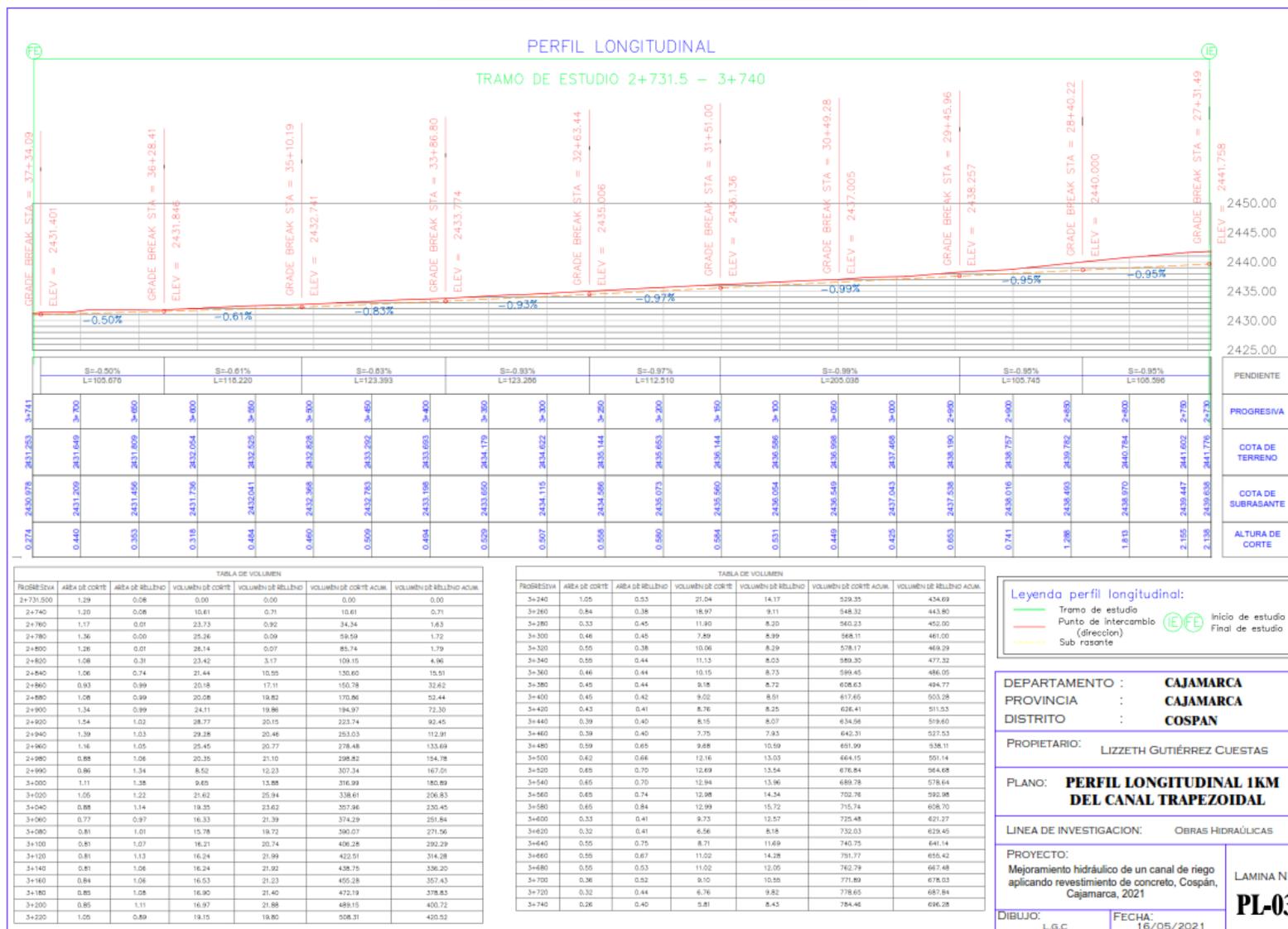
## Trazo del canal de tierra (actual) y ubicación de calicatas



## Trazo del canal revestido



## Perfil longitudinal del canal revestido



# ANEXO 4: ENSAYO DE LABORATORIO

## Resultado de los ensayos de SUELOS

### Calicata C – 1

		GESTIÓN DE CONTROL DE CALIDAD																																																					
<b>TÍTULO:</b> CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS Y ROCAS		<b>Código de control Nro.</b> F2-20-OC																																																					
<b>NORMA:</b> ASTM D 2216-19																																																							
<b>Nro de revisión formato:</b> 1	<b>Fecha de revisión:</b> 1-Feb-20	<b>Página</b> 1 <b>de</b> 1																																																					
<b>Proyecto:</b> "Mejoramiento hidráulico de un canal de riego aplicando revestimiento de concreto, Cospán, Cajamarca, 2021"																																																							
<b>Descripción:</b> Material extraído en Distrito de Cospán, Cajamarca.		<b>Muestra N°:</b>	G&S-LMS-EX002/2021																																																				
<b>Ubicación:</b> Este: - Norte: - Cota: 2430		<b>F. Muestreo:</b>	2/05/2021																																																				
<b>Muestreado por:</b> Laboratorio		<b>F. Recepción:</b>	4/05/2021																																																				
<b>Solicitado por:</b> Lizzeth Gutierrez Cuestas		<b>Cód. Campo N°:</b> C-1																																																					
<b>Condiciones de Secado:</b> Estufa ( O ) <input checked="" type="checkbox"/> Microonda ( M ) Temperatura de secado: 60 °C / 110 °C <input checked="" type="checkbox"/>																																																							
<b>Método de prueba :</b> <input checked="" type="checkbox"/> Método A / Método B																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2"><b>Código interno de Muestra:</b></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">G&amp;S-LMS-EX002/2021</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Código de campo:</b></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">C-1</td> </tr> <tr> <td><b>Especimen N°</b></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td><b>Recipiente No</b></td> <td style="text-align: center;">J-11</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Masa del recipiente + muestra húmeda</b> (g) Mcms</td> <td style="text-align: center;">6242.7</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Masa Final del recipiente + muestra seca en estufa</b> (g) Mcds</td> <td style="text-align: center;">5415.9</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Masa del recipiente</b> (g) Mc</td> <td style="text-align: center;">937.7</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Masa de agua</b> (g) Mw = Mcms - Mcds</td> <td style="text-align: center;">826.8</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Masa de muestra seca en estufa</b> (g) Ms = Mcds - Mc</td> <td style="text-align: center;">4478.2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Contenido de Humedad</b> (%) w</td> <td style="text-align: center;">18</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Símbolo de Grupo SUCS</b></td> <td colspan="3" style="text-align: center;">CL</td> </tr> <tr> <td><b>Tamaño máximo de partículas</b></td> <td colspan="3" style="text-align: center;">1 1/2 in.</td> </tr> <tr> <td><b>Contenido de Humedad Promedio (%)</b></td> <td style="text-align: center;"><b>w % =</b></td> <td style="text-align: center;"><b>18</b></td> <td style="text-align: center;"><b>%</b></td> </tr> </table>				<b>Código interno de Muestra:</b>		G&S-LMS-EX002/2021		<b>Código de campo:</b>		C-1		<b>Especimen N°</b>	1	-	-	<b>Recipiente No</b>	J-11			<b>Masa del recipiente + muestra húmeda</b> (g) Mcms	6242.7			<b>Masa Final del recipiente + muestra seca en estufa</b> (g) Mcds	5415.9			<b>Masa del recipiente</b> (g) Mc	937.7			<b>Masa de agua</b> (g) Mw = Mcms - Mcds	826.8			<b>Masa de muestra seca en estufa</b> (g) Ms = Mcds - Mc	4478.2			<b>Contenido de Humedad</b> (%) w	18			<b>Símbolo de Grupo SUCS</b>	CL			<b>Tamaño máximo de partículas</b>	1 1/2 in.			<b>Contenido de Humedad Promedio (%)</b>	<b>w % =</b>	<b>18</b>	<b>%</b>
<b>Código interno de Muestra:</b>		G&S-LMS-EX002/2021																																																					
<b>Código de campo:</b>		C-1																																																					
<b>Especimen N°</b>	1	-	-																																																				
<b>Recipiente No</b>	J-11																																																						
<b>Masa del recipiente + muestra húmeda</b> (g) Mcms	6242.7																																																						
<b>Masa Final del recipiente + muestra seca en estufa</b> (g) Mcds	5415.9																																																						
<b>Masa del recipiente</b> (g) Mc	937.7																																																						
<b>Masa de agua</b> (g) Mw = Mcms - Mcds	826.8																																																						
<b>Masa de muestra seca en estufa</b> (g) Ms = Mcds - Mc	4478.2																																																						
<b>Contenido de Humedad</b> (%) w	18																																																						
<b>Símbolo de Grupo SUCS</b>	CL																																																						
<b>Tamaño máximo de partículas</b>	1 1/2 in.																																																						
<b>Contenido de Humedad Promedio (%)</b>	<b>w % =</b>	<b>18</b>	<b>%</b>																																																				
<b>OBSERVACIONES:</b> - -																																																							
REVISADO POR		APROBADO POR																																																					
 G&S SERVICIOS DE INGENIERÍA S.R.L. Ing. Mardely Rosas Misahuamán JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS NOMBRE Y FIRMA		 G&S SERVICIOS DE INGENIERÍA S.R.L. Ing. Francisco Gutierrez Ucañan Responsable G&S ING. CIVIL REG. N° 56969 ING° RESPONSABLE G&S NOMBRE Y FIRMA																																																					
FECHA 8/05/2021		FECHA 8/05/2021																																																					



**TÍTULO:** ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 6913 -17 Código de control Nro. F3A-20-OC

Nro de revisión: 1 Fecha de revisión: 1-Feb-20 Página 1 de 1

Proyecto: "Mejoramiento hidráulico de un canal de riego aplicando revestimiento de concreto, Cospán, Cajamarca, 2021"

Localización E = - N = - C = 2430 Cód. de campo: C-1

Descripción: Material extraído en Distrito de Cospán, Cajamarca. Curva No.: G&S-LMS-EX002/2021

Muestreado por: Fecha recepción: 04/05/2021

Solicitado por: Lizzeth Gutierrez Cuestas Muestra No. G&S-LMS-EX002/2021

Procesamiento de muestra:  Húmedo /  Seco al aire /  Estufa Método de prueba: X A / B

Tamaño Tamiz	Masa Reten. Acumulado	% Retenido	% Pasa	Específ.	Tamizado Compuesto por una separación:																			
8 in.	0.0	0	100		Masa suelo Húmedo que pasa tamiz de separación: N° 4 (g) <span style="float: right;">12552.3</span>																			
6 in.	0.0	0	100		Masa suelo seco que pasa tamiz de separación: N° 4 (g) <span style="float: right;">11,568.9</span>																			
4 in.	0.0	0	100		Masa suelo limpio y seco retenido (g) <span style="float: right;">1840.6</span>																			
3 in.	0.0	0	100		Masa suelo seco total (g) <span style="float: right;">13409.5</span>																			
2 in.	0.0	0	100		Contenido de humedad de la fracción de Suelo que pasa tamiz de separación N° 4, para tamizado simple <span style="float: right;">Suelo fino lavado y seco por tamiz No. 200</span>																			
1 1/2 in.	0.0	0	100		No. Tara (g)	E-04	No. Tara (g)	E-04																
1 in.	311.4	2	98		Masa Húmeda+Tara (g)	300.2	Masa Seca + Tara (g)	286.0																
3/4 in.	481.6	4	96		Masa Seca + Tara (g)	286.0	Masa Seca Lavado +Tara (g)	179.7																
1/2 in.	882.0	7	93		Masa de Tara (g)	119.7	Masa de Tara (g)	119.7																
3/8 in.	1112.5	8	92		Masa de Agua (g)	14.2	Suelo Seco menor No.200 (g)	106.3																
No. 4	1840.6	14	86		Masa Seca (g)	166.3	Suelo Seco retenido No.200 (g)	60.0																
No. 8					Cont. de humedad (%)	8.5	Suelo Seco que pasa No. 200 (%)	55.0																
No. 10	13.1	21	79		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>OVER=</td> <td>0 %</td> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>ASTM D4318</b></td> </tr> <tr> <td>GRAVA=</td> <td>14 %</td> <td>LÍMITE LÍQUIDO, LL:</td> <td>41</td> </tr> <tr> <td>ARENA=</td> <td>31 %</td> <td>LÍMITE PLÁSTICO, LP:</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>FINOS=</td> <td>55 %</td> <td>IP:</td> <td>19</td> </tr> </table>				OVER=	0 %	<b>ASTM D4318</b>		GRAVA=	14 %	LÍMITE LÍQUIDO, LL:	41	ARENA=	31 %	LÍMITE PLÁSTICO, LP:	22	FINOS=	55 %	IP:	19
OVER=	0 %	<b>ASTM D4318</b>																						
GRAVA=	14 %	LÍMITE LÍQUIDO, LL:	41																					
ARENA=	31 %	LÍMITE PLÁSTICO, LP:	22																					
FINOS=	55 %	IP:	19																					
No. 16																								
No. 20	25.0	27	73																					
No. 30																								
No. 40	31.3	30	70																					
No. 50																								
No. 60	35.2	32	68																					
No. 100																								
No. 140	47.9	39	61																					
No. 200	59.9	45	55																					
Fondo	60.0																							

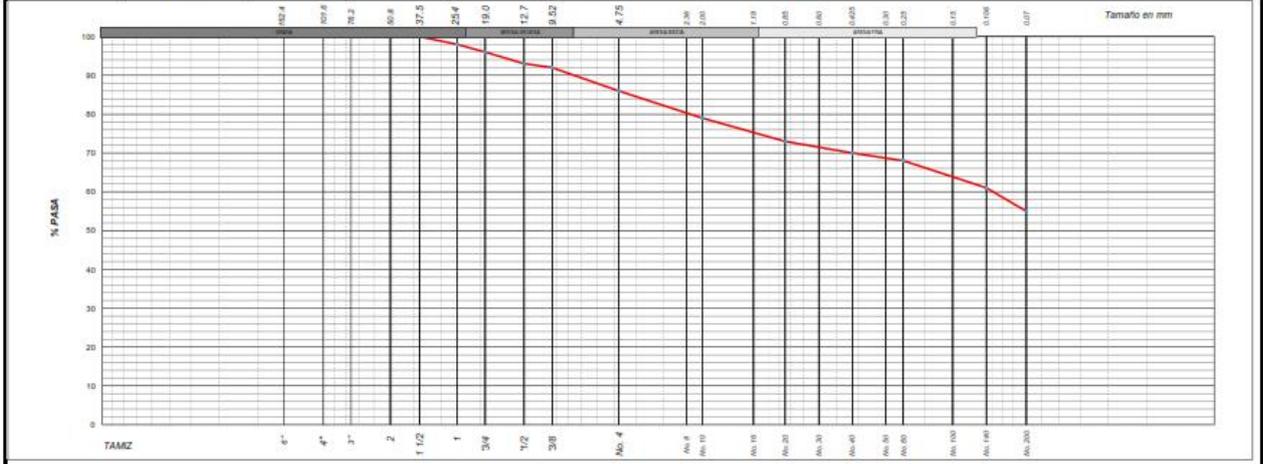
**CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)**

Símbolo de Grupo: **CL**

Nombre de Grupo: **Lean Clay with Sand**

Nombre (NTP.339.134): **Arcilla ligera con arena**

Color: **Marrón**



Cc = - Cc = -

D10 = - D30 = - D60 = -

OBSERVACIONES:

<p>REVISADO POR</p> <p><b>G&amp;S SERVICIOS DE INGENIERIA S.R.L.</b></p> <p><i>Ing. Mardely Rosas Misahuamán</i></p> <p>JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</p> <p>JEFE DE LABORATORIO</p> <p>NOMBRE Y FIRMA</p>	<p>V°B°</p> <p><b>G&amp;S SERVICIOS DE INGENIERIA S.R.L.</b></p> <p><i>Ing. Francisco Gutierrez Ucañan</i></p> <p>Responsable G&amp;S</p> <p>ING. CIVIL REG. N° 56969</p> <p>ING° RESPONSABLE G&amp;S</p> <p>NOMBRE Y FIRMA</p>
FECHA: 8/05/2021	FECHA: 8/05/2021

# Calicata C – 2

		GESTIÓN DE CONTROL DE CALIDAD																																																				
<b>TÍTULO:</b> <b>CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS Y ROCAS</b>		<b>Código de control Nro.</b> F2-20-OC																																																				
<b>NORMA:</b> <b>ASTM D 2216-19</b>		<b>Página</b> 1 <b>de</b> 1																																																				
Nro de revisión formal: 1	Fecha de revisión: 1-Feb-20																																																					
<b>Proyecto:</b> "Ampliación de revestimiento con geoceladas rellenas de concreto para el mejoramiento hidráulico, Cospán, Cajamarca, 2021"																																																						
<b>Descripción:</b> Material extraído en Distrito de Cospán, Cajamarca.		<b>Muestra N°:</b> G&S-LMS-EX003/2021																																																				
<b>Ubicación:</b> Este: - Norte: - Cota: 2435		<b>F. Muestreo:</b> 2/05/2021																																																				
<b>Muestreado por:</b> Laboratorio		<b>F. Recepción:</b> 4/05/2021																																																				
<b>Solicitado por:</b> Lizzeth Gutierrez Cuestas		<b>Cód. Campo N°:</b> C-2																																																				
Condiciones de Secado: Estufa ( O ) <input checked="" type="checkbox"/> Microonda ( M )      Temperatura de secado: 60 °C / 110 °C <input checked="" type="checkbox"/>																																																						
Método de prueba : <input checked="" type="checkbox"/> Método A / Método B																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2"><b>Código interno de Muestra:</b></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">G&amp;S-LMS-EX003/2021</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Código de campo:</b></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">C-2</td> </tr> <tr> <td><b>Espécimen N°</b></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td><b>Recipiente No</b></td> <td style="text-align: center;">J-05</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Masa del recipiente + muestra húmeda (g) Mcms</td> <td style="text-align: center;">6749.8</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Masa Final del recipiente + muestra seca en estufa (g) Mcds</td> <td style="text-align: center;">5808.2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Masa del recipiente (g) Mc</td> <td style="text-align: center;">510.9</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Masa de agua (g) Mw = Mcms - Mcds</td> <td style="text-align: center;">941.6</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Masa de muestra seca en estufa (g) Ms = Mcds - Mc</td> <td style="text-align: center;">5297.3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Contenido de Humedad (%) w</b></td> <td style="text-align: center;">18</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Símbolo de Grupo SUCS</b></td> <td colspan="3" style="text-align: center;">SC</td> </tr> <tr> <td><b>Tamaño máximo de partículas</b></td> <td colspan="3" style="text-align: center;">2 in.</td> </tr> <tr> <td><b>Contenido de Humedad Promedio (%)</b></td> <td colspan="3" style="text-align: center;"><b>w % = 18 %</b></td> </tr> </table>			<b>Código interno de Muestra:</b>		G&S-LMS-EX003/2021		<b>Código de campo:</b>		C-2		<b>Espécimen N°</b>	1	-	-	<b>Recipiente No</b>	J-05			Masa del recipiente + muestra húmeda (g) Mcms	6749.8			Masa Final del recipiente + muestra seca en estufa (g) Mcds	5808.2			Masa del recipiente (g) Mc	510.9			Masa de agua (g) Mw = Mcms - Mcds	941.6			Masa de muestra seca en estufa (g) Ms = Mcds - Mc	5297.3			<b>Contenido de Humedad (%) w</b>	18			<b>Símbolo de Grupo SUCS</b>	SC			<b>Tamaño máximo de partículas</b>	2 in.			<b>Contenido de Humedad Promedio (%)</b>	<b>w % = 18 %</b>		
<b>Código interno de Muestra:</b>		G&S-LMS-EX003/2021																																																				
<b>Código de campo:</b>		C-2																																																				
<b>Espécimen N°</b>	1	-	-																																																			
<b>Recipiente No</b>	J-05																																																					
Masa del recipiente + muestra húmeda (g) Mcms	6749.8																																																					
Masa Final del recipiente + muestra seca en estufa (g) Mcds	5808.2																																																					
Masa del recipiente (g) Mc	510.9																																																					
Masa de agua (g) Mw = Mcms - Mcds	941.6																																																					
Masa de muestra seca en estufa (g) Ms = Mcds - Mc	5297.3																																																					
<b>Contenido de Humedad (%) w</b>	18																																																					
<b>Símbolo de Grupo SUCS</b>	SC																																																					
<b>Tamaño máximo de partículas</b>	2 in.																																																					
<b>Contenido de Humedad Promedio (%)</b>	<b>w % = 18 %</b>																																																					
<b>OBSERVACIONES:</b> - - -																																																						
REVISADO POR		APROBADO POR																																																				
 Ing. Maribel Rosas Misahuamán JEFE DE LABORATORIO NOMBRE Y FIRMA		 Ing. Francisco Gutierrez Ucañan Responsable G&S ING. CIVIL REG. N° 56969 ING° RESPONSABLE G&S NOMBRE Y FIRMA																																																				
FECHA 8/05/2021		FECHA 8/05/2021																																																				



GESTIÓN DE CONTROL DE CALIDAD

**TÍTULO:** ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
ASTM D 6913 -17

Código de control Nro.  
F3A-20-OC

Nro de revisión: 1

Fecha de revisión: 1-Feb-20

Página 1 de 1

Proyecto: "Mejoramiento hidráulico de un canal de riego aplicando revestimiento de concreto, Cospán, Cajamarca, 2021"

Localización E = - N = - C = 2435

Cód. de campo: C-2

Descripción: Material extraído en Distrito de Cospán, Cajamarca.

Curva No.: G&S-LMS-EX003/2021

Muestreado por: Laboratorio

Fecha recepción: 04/05/2021

Solicitado por: Lizzeth Gutierrez Cuestas

Muestra No. G&S-LMS-EX003/2021

Procesamiento de muestra: X Húmedo / Seco al aire / Estufa

Método de prueba: X A / B

Tamaño Tamiz	Masa Reten. Acumulado	% Retenido	% Pasa	Específ.
8 in.	0.0	0	100	
6 in.	0.0	0	100	
4 in.	0.0	0	100	
3 in.	0.0	0	100	
2 in.	0.0	0	100	
1 1/2 in.	380.9	3	97	
1 in.	798.1	5	95	
3/4 in.	1394.6	9	91	
1/2 in.	2502.8	17	83	
3/8 in.	3278.8	22	78	
No. 4	5432.7	36	64	
No. 8				
No. 10	23.7	46	54	
No. 16				
No. 20	56.5	59	41	
No. 30				
No. 40	77.5	68	32	
No. 50				
No. 60	89.6	73	27	
No. 100				
No. 140	105.7	79	21	
No. 200	111.7	82	18	
Fondo	111.9			

Tamizado Compuesto por una separación:			
Masa suelo Húmedo que pasa tamiz de separación: N° 4 (g)	10499.8		
Masa suelo seco que pasa tamiz de separación: N° 4 (g)	9,562.7		
Masa suelo limpio y seco retenido (g)	5432.7		
Masa suelo seco total (g)	14995.4		
Contenido de humedad de la fracción de Suelo que pasa tamiz de separación N° 4, para tamizado simple	Suelo fino lavado y seco por tamiz No. 200		
No. Tara (g)	E-25	No. Tara (g)	E-25
Masa Húmeda+Tara (g)	296.5	Masa Seca + Tara (g)	281.2
Masa Seca + Tara (g)	281.2	Masa Seca Lavado +Tara (g)	237.3
Masa de Tara (g)	125.4	Masa de Tara (g)	125.4
Masa de Agua (g)	15.3	Suelo Seco menor No.200 (g)	43.9
Masa Seca (g)	155.8	Suelo Seco retenido No.200 (g)	111.9
Cont. de humedad %	9.8	Suelo Seco que pasa No. 200 (%)	18.0

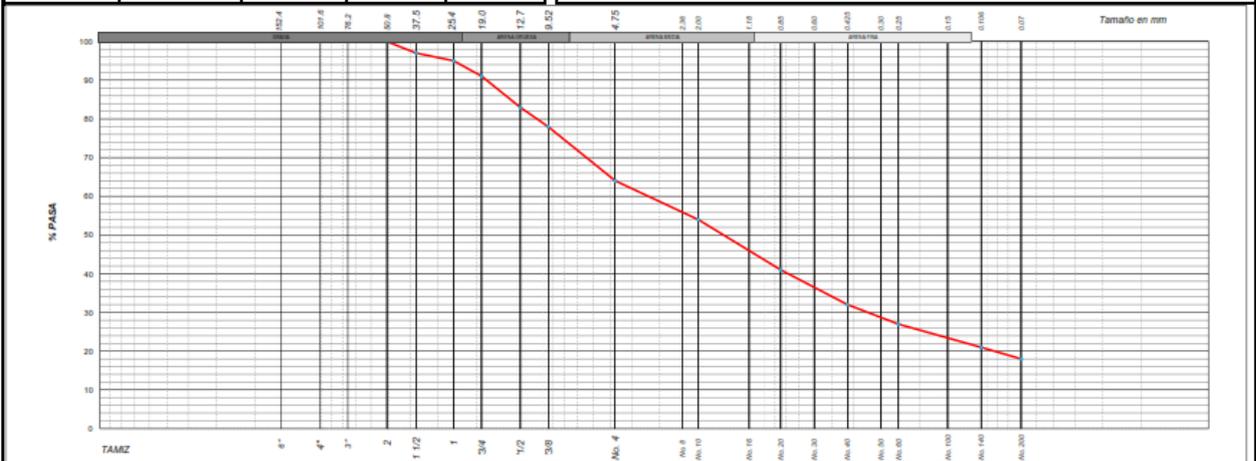
ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO, LL:	41
LÍMITE PLÁSTICO, LP:	22
IP:	19

OVER=	0 %
GRAVA=	36 %
ARENA=	46 %
FINOS=	18 %

**CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)**  
**Símbolo de Grupo:** SC  
**Nombre de Grupo:** Clayey sand with gravel  
**Nombre (NTP.339.134):** Arena arcillosa con grava  
**Color:** Marrón



Cc = - Cc= -  
D10 = - D30 = - D60 = -

OBSERVACIONES:

REVISADO POR

G&S SERVICIOS DE INGENIERIA S.R.L.

*Ing. Mardely Rosas Misahuamán*

JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

JEFE DE LABORATORIO

NOMBRE Y FIRMA

V°B°

G&S SERVICIOS DE INGENIERIA S.R.L.

*Ing. Francisco Gutierrez Ucañan*

Responsable G&S

ING. CIVIL REG. N° 56969

ING° RESPONSABLE G&S

NOMBRE Y FIRMA

FECHA: 8/05/2021

FECHA: 8/05/2021

Calicata C – 3:

		GESTIÓN DE CONTROL DE CALIDAD																																																					
<b>TÍTULO:</b> CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS Y ROCAS		Código de control Nro. F2-20-OC																																																					
<b>NORMA:</b> ASTM D 2216-19		Página 1 de 1																																																					
Nro de revisión formato: 1	Fecha de revisión: 1-Feb-20																																																						
<b>Proyecto:</b> "Mejoramiento hidráulico de un canal de riego aplicando revestimiento de concreto, Cospán, Cajamarca, 2021"																																																							
<b>Descripción:</b> Material extraído en Distrito de Cospán, Cajamarca.		<b>Muestra N°:</b> G&S-LMS-EX004/2021																																																					
<b>Ubicación:</b> Este: - Norte: - Cota: 2440		<b>F. Muestreo:</b> 2/05/2021																																																					
<b>Muestreado por:</b> Laboratorio		<b>F. Recepción:</b> 4/05/2021																																																					
<b>Solicitado por:</b> Lizzeth Gutierrez Cuestas		<b>Cód. Campo N°:</b> C-3																																																					
Condiciones de Secado: Estufa ( O ) <input checked="" type="checkbox"/> Microonda ( M )      Temperatura de secado: 60 °C / 110 °C <input checked="" type="checkbox"/>																																																							
Método de prueba : <input checked="" type="checkbox"/> Método A / Método B																																																							
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">Código interno de Muestra:</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">G&amp;S-LMS-EX004/2021</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Código de campo:</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">C-3</td> </tr> <tr> <td><b>Espécimen N°</b></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Recipiente No</td> <td style="text-align: center;">J-06</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Masa del recipiente + muestra húmeda (g) Mcms</td> <td style="text-align: center;">7206.1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Masa Final del recipiente + muestra seca en estufa (g) Mcds</td> <td style="text-align: center;">6126.5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Masa del recipiente (g) Mc</td> <td style="text-align: center;">674.7</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Masa de agua (g) Mw = Mcms - Mcds</td> <td style="text-align: center;">1079.6</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Masa de muestra seca en estufa (g) Ms = Mcds - Mc</td> <td style="text-align: center;">5451.8</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (%) w</td> <td style="text-align: center;">20</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Simbolo de Grupo SUCS</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">SC</td> </tr> <tr> <td>Tamaño máximo de partículas</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">2 in.</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad Promedio (%)</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">w % = 20 %</td> </tr> </table>				Código interno de Muestra:		G&S-LMS-EX004/2021		Código de campo:		C-3		<b>Espécimen N°</b>	1	-	-	Recipiente No	J-06			Masa del recipiente + muestra húmeda (g) Mcms	7206.1			Masa Final del recipiente + muestra seca en estufa (g) Mcds	6126.5			Masa del recipiente (g) Mc	674.7			Masa de agua (g) Mw = Mcms - Mcds	1079.6			Masa de muestra seca en estufa (g) Ms = Mcds - Mc	5451.8			Contenido de Humedad (%) w	20			Simbolo de Grupo SUCS	SC			Tamaño máximo de partículas	2 in.			Contenido de Humedad Promedio (%)	w % = 20 %		
Código interno de Muestra:		G&S-LMS-EX004/2021																																																					
Código de campo:		C-3																																																					
<b>Espécimen N°</b>	1	-	-																																																				
Recipiente No	J-06																																																						
Masa del recipiente + muestra húmeda (g) Mcms	7206.1																																																						
Masa Final del recipiente + muestra seca en estufa (g) Mcds	6126.5																																																						
Masa del recipiente (g) Mc	674.7																																																						
Masa de agua (g) Mw = Mcms - Mcds	1079.6																																																						
Masa de muestra seca en estufa (g) Ms = Mcds - Mc	5451.8																																																						
Contenido de Humedad (%) w	20																																																						
Simbolo de Grupo SUCS	SC																																																						
Tamaño máximo de partículas	2 in.																																																						
Contenido de Humedad Promedio (%)	w % = 20 %																																																						
<b>OBSERVACIONES:</b> - -																																																							
REVISADO POR		APROBADO POR																																																					
 Ing. Mardely Rosas Misahuamán JEFE DE LABORATORIO NOMBRE Y FIRMA		 Ing. Francisco Gutierrez Ucañan Responsable G&S ING. CIVIL REG. N° 59969 ING° RESPONSABLE G&S NOMBRE Y FIRMA																																																					
FECHA 8/05/2021		FECHA 8/05/2021																																																					



**TÍTULO:** ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D 6913 -17

Código de control Nro.  
F3A-20-OC

Nro de revisión: 1

Fecha de revisión: 1-Feb-20

Página 1 de 1

Proyecto: "Mejoramiento hidráulico de un canal de riego aplicando revestimiento de concreto, Cospán, Cajamarca, 2021"

Localización E = - N = - C = 2440

Cód. de campo: C-3

Descripción: Material extraído en Distrito de Cospán, Cajamarca.

Curva No.: G&S-LMS-EX004/2021

Muestreado por: Laboratorio

Fecha recepción: 04/05/2021

Solicitado por: Lizzeth Gutierrez Cuestas

Muestra No. G&S-LMS-EX004/2021

Procesamiento de muestra:  Húmedo /  Seco al aire /  Estufa

Método de prueba:  A /  B

Tamaño Tamiz	Masa Reten. Acumulado	% Retenido	% Pasa	Especif.
8 in.	0.0	0	100	
6 in.	0.0	0	100	
4 in.	0.0	0	100	
3 in.	0.0	0	100	
2 in.	0.0	0	100	
1 1/2 in.	104.5	1	99	
1 in.	1076.5	6	94	
3/4 in.	1685.7	9	91	
1/2 in.	2465.1	13	87	
3/8 in.	3096.0	17	83	
No. 4	4580.2	25	75	
No. 8				
No. 10	11.2	30	70	
No. 16				
No. 20	24.8	37	63	
No. 30				
No. 40	34.6	42	58	
No. 50				
No. 60	41.0	45	55	
No. 100				
No. 140	62.7	55	45	
No. 200	73.3	60	40	
Fondo	73.5			

**Tamizado Compuesto por una separación:**

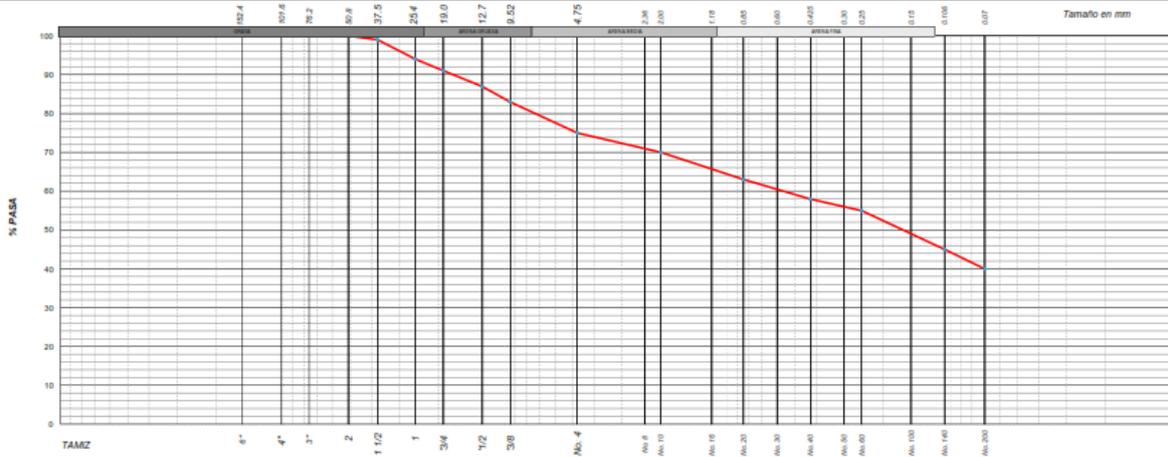
Masa suelo Húmedo que pasa tamiz de separación: N° 4 (g)	15301.8		
Masa suelo seco que pasa tamiz de separación: N° 4 (g)	13,822.8		
Masa suelo limpio y seco retenido (g)	4580.2		
Masa suelo seco total (g)	18403.0		
Contenido de humedad de la fracción de Suelo que pasa tamiz de separación N° 4, para tamizado simple	Suelo fino lavado y seco por tamiz No. 200		
No. Tara (g)	E-16	No. Tara (g)	E-16
Masa Húmeda+Tara (g)	253.2	Masa Seca + Tara (g)	236.5
Masa Seca + Tara (g)	236.5	Masa Seca Lavado + Tara (g)	153.6
Masa de Tara (g)	80.1	Masa de Tara (g)	80.1
Masa de Agua (g)	16.7	Suelo Seco menor No.200 (g)	82.9
Masa Seca (g)	156.4	Suelo Seco retenido No.200 (g)	73.5
Cont. de humedad %	10.7	Suelo Seco que pasa No. 200 (%)	39.8

OVER=	0 %
GRAVA=	25 %
ARENA=	35 %
FINOS=	40 %

ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO, LL:	48
LÍMITE PLÁSTICO, LP:	25
IP:	23

**CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)**

**Símbolo de Grupo:** SC  
**Nombre de Grupo:** Clayey sand with gravel  
**Nombre (NTP.339.134):** Arena arcillosa con grava  
**Color:** Marrón oscuro



Cc = - Cc = -  
 D10 = - D30 = - D60 = -

OBSERVACIONES:

REVISADO POR  
 G&S SERVICIOS DE INGENIERIA S.R.L.  
 Ing. Marcelly Rosas Misahuamán  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 NOMBRE Y FIRMA

V'B\*  
 G&S SERVICIOS DE INGENIERIA S.R.L.  
 Ing. Francisco Gutierrez Ucañan  
 Responsable G&S  
 ING.CIVIL REG. N° 56969  
 ING° RESPONSABLE G&S  
 NOMBRE Y FIRMA

FECHA: 8/05/2021

FECHA: 8/05/2021

## Comprobante de pago al laboratorio

← Transferencias a terceros ★

1 — 2 — 3

✓ La transferencia se ha realizado correctamente.

Cuenta de origen  
**Cuentas De Ahorro**  
191-96346938-0-37

Monto  
**S/ 200.00**

Cuenta de destino  
**G & S SERVICIOS DE LABORATORIO DE MECA**  
245-2063174-0-87

Número de operación  
23554552

Volver

← Transferencias a terceros ★

1 — 2 — 3

✓ La transferencia se ha realizado correctamente.

Cuenta de origen  
**Cuentas De Ahorro**  
191-96346938-0-37

Monto  
**S/ 207.10**

Cuenta de destino  
**G & S SERVICIOS DE LABORATORIO DE MECA**  
245-2063174-0-87

Constancia Transferencia  
muestra

Número de operación  
59076322

Volver

# Resultado de los ensayos de CONCRETO

## Granulometría y diseño de mezcla F'c = 210kg/cm<sup>2</sup>



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Valladolid 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Peru  
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 1405-2021-JBO

### INFORME DE ENSAYO

**SOLICITANTE** : Lizzeth Gutierrez Cuestas      **PROYECTO** : Mejoramiento hidráulico de un canal de riego aplicando revestimiento de concreto, Cospán, Cajamarca, 2021.

**DIRECCIÓN** : Ate, Lima      **UBICACIÓN** : Distrito Cospán / Provincia y Departamento Cajamarca

**REFERENCIA** : Diseño de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

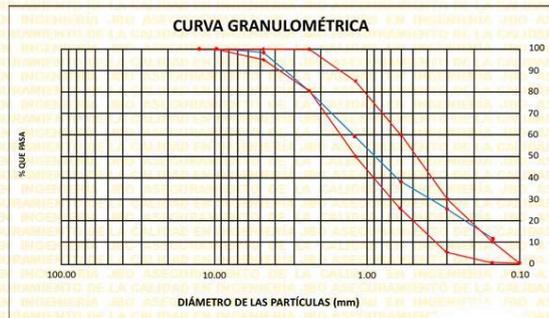
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 15 de mayo del 2021      **FECHA DE INICIO** : 15 de mayo del 2021

### ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADOS FINO (NTP 400.037 - 2014)

**MATERIAL** : Agregado fino      **CANTERA** : Cantera Cristopher "Camion"

**MÓDULO DE FINESA** : 2.88

Agregado Fino					
Tamiz	Peso	%	% acumulado		
N°	Abertura	Peso	% Retenido	% Retenido	% Pasa
1/2"	12.5	0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	0	0.0	0.0	100.0
N°4	4.76	10.9	1.8	1.8	98.2
N°6	2.38	111.3	18.1	19.9	80.1
N°16	1.19	131.4	21.4	41.2	58.8
N°30	0.6	129.7	21.1	62.3	37.7
N°50	0.3	76.2	12.4	74.7	25.3
N°100	0.15	84.4	13.7	88.4	11.6
FONDO		71.2	11.6	100.0	0.0
PESO TOTAL		615.1	100		



**REFERENCIA:**  
 NTP 400.012:2001 Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.  
 NTP 400.037:2014 AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto  
 ASTM C 138 Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse. Aggregates.

Tec: E.E.A.  
 Rev: M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 19 de mayo del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del usuario.

**MARCO ANTONIO MORENO FLORES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 176318



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Valladolid 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Peru  
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 1405-2021-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : Lizzeth Gutierrez Cuestas **PROYECTO** : Mejoramiento hidráulico de un canal de riego aplicando revestimiento de concreto, Cospán, Cajamarca, 2021.

**DIRECCIÓN** : Ate, Lima **UBICACIÓN** : Distrito Cospán / Provincia y Departamento Cajamarca

**REFERENCIA** : Diseño de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

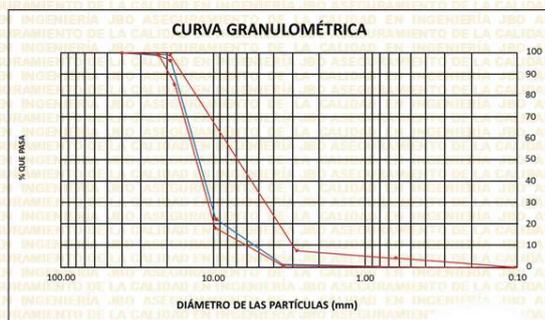
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 15 de mayo del 2021 **FECHA DE INICIO** : 15 de mayo del 2021

**ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO  
 AGREGADOS GRUESO  
 (NTP 400.037 - 2014)**

**MATERIAL** : Agregado grueso **CANTERA** : Cantera Cristopher

**TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL** : 3/4"

N°	Tamiz Abertura (mm)	Agregado Grueso		% acumulado	
		Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido	% Pasa
2"	50	0	0	0	100.0
1 1/2"	37.5	0	0	0.00	100.0
1"	24.5	0	0	0.00	100.0
3/4"	19.05	186	4.4	4.40	95.6
1/2"	12.5	1,824.00	43.2	47.56	52.4
3/8"	9.53	1,198.00	28.3	75.91	24.1
N°4	4.76	1,012.00	23.9	99.86	0.1
N°8	2.38	5	0.1	100.0	0.0
N°16	1.18	0	0.0	100.0	0.0
FONDO		1	0.0		
PESO TOTAL		4,226.00	100.00		



**REFERENCIA:**  
 NTP 400.012:2001 Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.  
 NTP 400.037:2014 AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto  
 ASTM C 138 Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse. Aggregates.

Tec: E.E.   
 Rev.: M.E.

Fecha de emisión : Lima, 19 de mayo del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

**MARCO ANTONIO  
 MORENO FLORES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 176318



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Valladolid 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Peru  
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 1405-2021-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : Lizzeth Gutierrez Cuestas **PROYECTO** : Mejoramiento hidráulico de un canal de riego aplicando revestimiento de concreto, Cospán, Cajamarca, 2021.

**DIRECCIÓN** : Ate, Lima **UBICACIÓN** : Distrito Cospán / Provincia y Departamento Cajamarca

**REFERENCIA** : Diseño de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 15 de mayo del 2021 **FECHA DE INICIO** : 15 de mayo del 2021

**ENSAYO DE PESO UNITARIO AGREGADOS FINO (NTP 400.017:2011)**

**MATERIAL** : Agregado fino **CANTERA** : Cantera Cristopher

Densidad de masa suelta del agregado fino.			
Descripción de materiales e instrumentos	Densidad de masa suelta		
	Muestra 1.1	Muestra 1.2	Muestra 1.3
Peso molde + material	5.954 kg	6.112 kg	6.079 kg
Peso molde	1.425 kg	1.425 kg	1.425 kg
Peso del material	4.529 kg	4.687 kg	4.654 kg
Volumen del molde	0.0030 m <sup>3</sup>	0.0030 m <sup>3</sup>	0.0030 m <sup>3</sup>
Peso Unitario	1509.67 kg/m <sup>3</sup>	1562.33 kg/m <sup>3</sup>	1551.33 kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Promedio	1541.11 kg/m <sup>3</sup>		

Densidad de masa compactada del agregado fino.			
Descripción de materiales e instrumentos	Densidad de masa compactada		
	Muestra 1.4	Muestra 1.5	Muestra 1.6
Peso molde + material	6.758 kg	6.635 kg	6.843
Peso molde	1.425 kg	1.425 kg	1.425 kg
Peso del material	5.333 kg	5.210 kg	5.418 kg
Volumen del molde	0.0030 m <sup>3</sup>	0.0030 m <sup>3</sup>	0.0030 m <sup>3</sup>
Peso Unitario	1777.67 kg/m <sup>3</sup>	1736.67 kg/m <sup>3</sup>	1806.00 kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Promedio	1773.44 kg/m <sup>3</sup>		

**REFERENCIA:**  
 NTP 400.017:2011 Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.  
 NTP 400.022 - 2013 Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino  
 ASTM C 29 Standard test method for determining mass density (unit weight) and void index in aggregates.

Tec.: E.E.A

Rev.: MMF

Fecha de emisión : Lima, 19 de mayo del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



**MARCO ANTONIO MORENO FLORES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 176318



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Valladolid 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Peru  
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 1405-2021-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : Lizbeth Gutierrez Cuestas      **PROYECTO** : Mejoramiento hidráulico de un canal de riego aplicando revestimiento de concreto, Cospán, Cajamarca, 2021.

**DIRECCIÓN** : Ate, Lima      **UBICACIÓN** : Distrito Cospán / Provincia y Departamento Cajamarca

**REFERENCIA** : Diseño de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 15 de mayo del 2021      **FECHA DE INICIO** : 15 de mayo del 2021

**ENSAYO DE PESO UNITARIO  
 AGREGADOS GRUESO  
 (NTP 400.017:2011)**

**MATERIAL** : Agregado grueso      **CANTERA** : Cantera Cristopher

Descripción de materiales e instrumentos	Densidad de masa suelta del agregado grueso.		
	Densidad de masa suelta		
	Muestra 2.1	Muestra 2.2	Muestra 2.3
Peso molde + material	19.452 kg	19.375 kg	19.342
Peso molde	5.156 kg	5.156 kg	5.156 kg
Peso del material	14.296 kg	14.219 kg	14.186 kg
Volumen del molde	0.0097 m <sup>3</sup>	0.0097 m <sup>3</sup>	0.0097 m <sup>3</sup>
Peso Unitario	1473.81 kg/m <sup>3</sup>	1465.88 kg/m <sup>3</sup>	1462.47 kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Promedio	1467.39 kg/m <sup>3</sup>		

Descripción de materiales e instrumentos	Densidad de masa compactada del agregado grueso.		
	Densidad de masa compactada		
	Muestra 2.4	Muestra 2.5	Muestra 2.6
Peso molde + material	20.142 kg	20.215 kg	20.192
Peso molde	5.156 kg	5.156 kg	5.156 kg
Peso del material	14.986 kg	15.059 kg	15.036 kg
Peso Unitario	0.0097 m <sup>3</sup>	0.0097 m <sup>3</sup>	0.0097 m <sup>3</sup>
Peso Unitario	1544.95 kg/m <sup>3</sup>	1552.47 kg/m <sup>3</sup>	1550.10 kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Promedio	1549.18 kg/m <sup>3</sup>		

**REFERENCIA:** NTP 400.017:2011 Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.  
 ASTM C 29 Standard test method for determining mass density (unit weight) and void index in aggregates.

Tec: EEA

Rev: MMF.

Fecha de emisión : Lima, 19 de mayo del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



**MARCO ANTONIO MORENO FLORES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 178318



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Valladolid 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Peru  
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 1405-2021-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE :** Lizzeth Gutierrez Cuestas **PROYECTO :** Mejoramiento hidráulico de un canal de riego aplicando revestimiento de concreto, Cospán, Cajamarca, 2021.

**DIRECCIÓN :** Ate, Lima **UBICACIÓN :** Distrito Cospán / Provincia y Departamento Cajamarca

**REFERENCIA :** Diseño de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

**FECHA DE RECEPCIÓN :** 15 de mayo del 2021 **FECHA DE INICIO :** 15 de mayo del 2021

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADOS FINO Y GRUESO (NTP 339.185 - 2002)**

**MATERIAL :** Agregado fino y grueso **CANTERA :** Cantera Cristopher

Contenido de humedad del agregado fino				
Ensayo N°		1	2	3
Peso del agregado humero + Tara	(g)	621.40	620.28	621.69
Peso del agregado seco + Tara	(g)	589.60	587.90	590.70
Peso de Tara	(g)	167.00	167.00	167.00
Peso de agua	(g)	31.80	32.38	30.99
Peso del agregado seco	(g)	422.60	420.90	423.70
Contenido de Humedad	%	7.52	7.69	7.31
Contenido de Humedad Promedio	%	7.51		

Contenido de humedad del agregado grueso				
Ensayo N°		1	2	3
Peso del agregado humero + Tara	(g)	1151.32	1150.20	1151.61
Peso del agregado seco + Tara	(g)	1124.59	1122.89	1125.69
Peso de Tara	(g)	166.60	166.60	166.60
Peso de agua	(g)	26.73	27.31	25.92
Peso del agregado seco	(g)	957.99	956.29	959.09
Contenido de Humedad	%	2.79	2.86	2.70
Contenido de Humedad Promedio	%	2.78		

**REFERENCIA:**

NTP 339.185 - 2002 Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

ASTM C70 - 20 Standard Test Method for Surface Moisture in Fine Aggregate

NTP 400.017 AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado

Tec.: E.E.A

Rev.: MMF.

Fecha de emisión : Lima, 19 de mayo del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



**MARCO ANTONIO MORENO FLORES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 176318



# Verificación de la resistencia a la compresión a los 7, 14 ,28 días (3 probetas por edad)



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Valladolid 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Peru  
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 1405-2021-JBO

## INFORME DE ENSAYO

**SOLICITANTE** : Lizbeth Gutierrez Cuestas **PROYECTO** : Mejoramiento hidráulico de un canal de riego aplicando revestimiento de concreto, Cospán, Cajamarca, 2021.

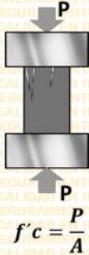
**DIRECCIÓN** : Ate, Lima **UBICACIÓN** : Distrito Cospán / Provincia y Departamento Cajamarca

**REFERENCIA** : Diseño de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 15 de mayo del 2021 **FECHA DE INICIO** : 16 de mayo del 2021

### ENSAYO DE PROBETAS DE CONCRETO 210 KG/CM<sup>2</sup>

### ENSAYO DE PROBETAS DE CONCRETO EMPLEANDO PRESNA HARDSTEEL SR-125 (NTP 339.034-2008)



$$f'c = \frac{P}{A}$$

Testigo Probeta	Fecha		Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Largo (cm)	Carga (kg)	Edad (Días)	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Prom. F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Alcance de resist. (%)
	Modelo	Ruptura								
C 1.1	16/05/2020	23/05/2020	15.24	182.41	30.27	25650	7	140.61	141.73	67.49
C 1.2	16/05/2020	23/05/2020	15.26	182.89	30.31	26075	7	142.57		
C 1.3	16/05/2020	23/05/2020	15.23	182.18	30.25	25870	7	142.01		
C 1.4	16/05/2020	30/05/2020	15.21	181.70	30.21	32177	14	177.09	176.79	84.19
C 1.5	16/05/2020	30/05/2020	15.20	181.46	30.19	32129	14	177.06		
C 1.6	16/05/2020	30/05/2020	15.23	182.18	30.33	32103	14	176.22		
C 1.7	16/05/2020	13/06/2020	15.19	181.22	30.25	43322	28	239.06	239.78	114.18
C 1.8	16/05/2020	13/06/2020	15.16	180.50	30.19	43263	28	239.68		
C 1.9	16/05/2020	13/06/2020	15.24	182.41	30.27	43888	28	240.59		

El ensayo contiene una muestra de 9 probetas de una misma mezcla de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, estas probetas fueron sometidas en grupos de 3 en ensayos a compresión por una prensa Hardsteel SR-125 a 7, 14 y 28 días.

Las rupturas fueron de Tipo I según NTP 339.034

**MATERIALES:**

- Cemento (Cantera Cristopher) : 15 %
- Agregado fino (Cantera Cristopher) : 34 %
- Agregado grueso (Cantera Cristopher) : 43 %
- Agua a/c : 0.57

**OBSERVACIONES:**

- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Cristopher.
- Cemento Portland Tipo I
- Los especímenes cilíndricos fueron almacenados a temperaturas entre 16°C – 27°C y almacenamiento libre de humedad.
- Las probetas fueron elaboradas en el laboratorio de JBO Ingenieros S.A.C.

**REFERENCIA:**

- NTP 400.037 Granulometría del agregado grueso y fino.
- ASTM C 1077:2006 Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Laboratory Evaluation
- NTP 339.215-2007 Método de ensayo para la medición de resistencias a la compresión a edades tempranas y proyectadas a edades mayores.
- NTP 339.034-2008 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.



Tec.: E.E.  
 Rev.: M.E.

Fecha de emisión : Lima, 13 de junio del 2021

MARCO ANTONIO MORENO FLORES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 176318

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

# Permeabilidad (Resistencia a la penetración hidráulica 6 probetas a los 28 días)



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Valladolid 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Peru  
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 1405-2021-JBO

## INFORME DE ENSAYO

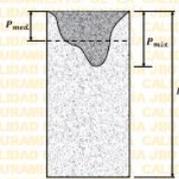
**SOLICITANTE** : Lizetz Gutierrez Cuestas **PROYECTO** : Mejoramiento hidráulico de un canal de riego aplicando revestimiento de concreto, Cospán, Cajamarca, 2021.

**DIRECCIÓN** : Ate, Lima **UBICACIÓN** : Distrito Cospán / Provincia y Departamento Cajamarca

**REFERENCIA** : Diseño de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 15 de mayo del 2021 **FECHA DE INICIO** : 16 de mayo del 2021

### ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE CONCRETO 210 KG/CM2 ENSAYO DE PROBETAS DE CONCRETO EMPLEANDO EQUIPO FORM TEST (NTP 339.238:2013)



$$k = \frac{P_{med}^2 \cdot Porosidad}{2Th}$$

ENSAYO DE PROBETAS DE CONCRETO 210 KG/CM2								
Probeta	Mitad	Prof. Max. (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Base (cm)	Prof. Media (cm)	Prof. Media Promedio (cm)	Porosidad	Coefficiente de permeabilidad (m/s)
PC 1	Lado A	0.48	3.38	12.24	0.29	0.270	12.10%	2.5523E-14
	Lado B	0.42	2.82	10.71	0.25			
PC 2	Lado A	0.47	3.02	11.99	0.28	0.261	12.30%	2.4244E-14
	Lado B	0.40	2.55	10.20	0.24			
PC 3	Lado A	0.38	2.60	9.69	0.23	0.231	12.10%	1.8683E-14
	Lado B	0.39	2.48	9.95	0.23			
PC 4	Lado A	0.41	2.96	10.46	0.25	0.231	11.90%	1.8374E-14
	Lado B	0.36	2.46	9.18	0.22			
PC 5	Lado A	0.42	2.72	10.71	0.25	0.246	12.60%	2.2063E-14
	Lado B	0.40	2.55	10.20	0.24			
PC 6	Lado A	0.38	2.60	9.69	0.23	0.231	12.30%	1.8991E-14
	Lado B	0.39	2.48	9.95	0.23			
Coeficiente de permeabilidad "k" =								2.1313E-14

El ensayo contiene una muestra de 6 probetas de 1 tipos de mezclas de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, estas probetas fueron sometidas a ensayos de permeabilidad respetando los 28 días de alcanzado su resistencia óptima este proceso duro durante 4 días, el coeficiente de permeabilidad se calculó a través de la fórmula de Valenta. La porosidad del concreto se basó en la norma ASTM C642, donde se considera T = 345600 s y h = 50 m de columna de agua.

**MATERIALES:**

- Cemento (Cantera Cristopher) : 15 %
- Agregado fino (Cantera Cristopher) : 34 %
- Agregado grueso (Cantera Cristopher) : 43 %
- Agua a/c : 0.57

**OBSERVACIONES:**

- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Cristopher.
- Cemento Portland Tipo I
- Los especímenes cilíndricos fueron almacenados a temperaturas entre 16°C

**REFERENCIA:**

- NTP 400.037 Granulometría del agregado grueso y fino.
- NTP 339.238:2013 Método de ensayo para determinar la densidad y contenido de vacíos del concreto permeable.
- ASTM C642 - 13 Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete.

Tec.: E.E.A

Rev.: M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 17 de junio del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



**MARCO ANTONIO MORENO FLORES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 176318

Comprobante de pago al laboratorio

← Transferencias a terceros ★

1 — 2 — 3

✓ La transferencia se ha realizado correctamente.

Cuenta de origen  
**Cuentas De Ahorro**  
191-96346938-0-37

Monto  
**S/ 300.00**

Cuenta de destino  
**SAENZ NAVARRETE CESAR AUGUSTO**  
191-90061491-0-01

Constancia Transferencia  
cuota 1

Número de operación  
77883069

Volver

← Transferencias a terceros ★

1 — 2 — 3

✓ La transferencia se ha realizado correctamente.

Cuenta de origen  
**Cuentas De Ahorro**  
191-96346938-0-37

Monto  
**S/ 500.00**

Cuenta de destino  
**SAENZ NAVARRETE CESAR AUGUSTO**  
191-90061491-0-01

Número de operación  
10926892

Volver

ANEXO 5: Cálculo de las propiedades hidráulicas del **canal de tierra (actual)** en el software HCanales V 3.0

Tramo 1:

📍 Cálculo del caudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:  Proyecto:

Tramo:  Revestimiento:

**Datos:**

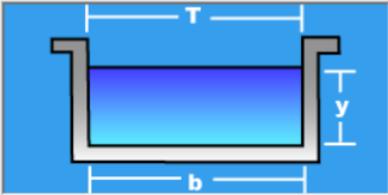
Tirante (y):  m

Ancho de solera (b):  m

Talud (Z):

Coefficiente de rugosidad (n):

Pendiente (S):  m/m



**Resultados:**

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

Area hidráulica (A):  m<sup>2</sup> Perímetro (p):  m

Radio hidráulico (R):  m Espejo de agua (T):  m

Número de Froude (F):  Energía específica (E):  m-Kg/Kg

Tipo de flujo:

📍 Cálculo de pérdidas por infiltración en canales

**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**

**Datos del lecho del canal:**

Pavlovski - Kostiaikov | Davis - Wilson

Etcheverry | Punjab | Moritz

Material del lecho del canal:

Coefficiente Punjab:

Pérdidas m<sup>3</sup>/s-km:

**Pérdidas:**

Fórmula	m <sup>3</sup> /s-km
Ingham	0.000948
Etcheverry	0.001717
Punjab	0.008217
Moritz	0.001213
Pavlovski	0.000007
Kostiaikov	0.000008
Davis-Wilson	0.001395

**Descartar:**

Ingham

Etcheverry

Punjab

Moritz

Pavlovski

Kostiaikov

Davis-Wilson

Pérdidas promedio/km (P):  m<sup>3</sup>-s-km

**Canales revestidos**



**Caudales resultantes:**

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

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

% pérdidas:  %

## Tramo 2:

🏠 Cálculo del caudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:  Proyecto:

Tramo:  Revestimiento:

**Datos:**

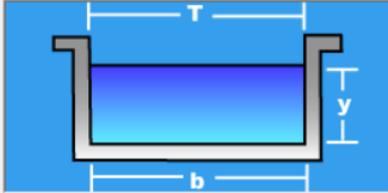
Tirante (y):  m

Ancho de solera (b):  m

Talud (Z):

Coefficiente de rugosidad (n):

Pendiente (S):  m/m



**Resultados:**

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

Area hidráulica (A):  m<sup>2</sup>

Radio hidráulico (R):  m

Número de Froude (F):

Tipo de flujo:

Velocidad (v):  m/s

Perímetro (p):  m

Espejo de agua (T):  m

Energía específica (E):  m-Kg/Kg

🏠 Cálculo de pérdidas por infiltración en canales

**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**

**Datos del lecho del canal:**

**Pavlovski - Kostiakov** **Davis - Wilson**

**Etcheverry** **Punjab** **Moritz**

Material del lecho del canal:

Coefficiente Punjab:

Pérdidas m<sup>3</sup>/s-km:

**Pérdidas:**

Fórmula	m <sup>3</sup> /s-km
Ingham	0.000941
Etcheverry	0.001717
Punjab	0.008217
Moritz	0.001213
Pavlovski	0.000007
Kostiakov	0.000008
Davis-Wilson	0.001395

**Descartar:**

Ingham

Etcheverry

Punjab

Moritz

Pavlovski

Kostiakov

Davis-Wilson

Pérdidas promedio/km (P):  m<sup>3</sup>/s-km

**Canales revestidos**



**Caudales resultantes:**

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

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

% pérdidas:  %

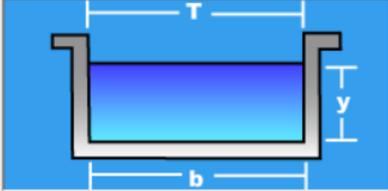
### Tramo 3:

▼ Cálculo del caudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: **Cospán** Proyecto: **Mejoramiento hidráulico de c**  
 Tramo: **3+151.00 - 3+263.44** Revestimiento:

**Datos:**

Tirante (y):  m  
 Ancho de solera (b):  m  
 Talud (Z):   
 Coeficiente de rugosidad (n):   
 Pendiente (S):  m/m



**Resultados:**

Caudal (Q):  m<sup>3</sup>/s Velocidad (v):  m/s  
 Área hidráulica (A):  m<sup>2</sup> Perímetro (p):  m  
 Radio hidráulico (R):  m Espejo de agua (T):  m  
 Número de Froude (F):  Energía específica (E):  m-Kg/Kg  
 Tipo de flujo: **Subcrítico**

Calculador Limpia Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

▼ Cálculo de pérdidas por infiltración en canales

**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  
 Área hidráulica (A):  m<sup>2</sup>  
 Perímetro (p):  m  
 Espejo de agua (T):  m  
 Velocidad (v):  m/s

**Canales en tierra**

**Datos del lecho del canal:**

Pavlovski - Kostikov | Davis - Wilson  
 Etcheverry | Punjab | Moritz

Material del lecho del canal:   
 Coeficiente Punjab:   
 Pérdidas m<sup>3</sup>/s-km:

**Pérdidas:**

Fórmula	m <sup>3</sup> /s-km
Ingham	0.000948
Etcheverry	0.001717
Punjab	0.008217
Moritz	0.001213
Pavlovski	0.000007
Kostiakov	0.000008
Davis-Wilson	0.001395

**Descartar:**

Ingham  
 Etcheverry  
 Punjab  
 Moritz  
 Pavlovski  
 Kostiakov  
 Davis-Wilson

Pérdidas promedio/km (P):  m<sup>3</sup>s-km

**Canales revestidos**



**Caudales resultantes:**

Q perdido:  m<sup>3</sup>/s  
 Q final:  m<sup>3</sup>/s  
 % pérdidas:  %

Calculador Limpia Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

## Tramo 4:

🏠 Cálculo del caudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:  Proyecto:

Tramo:  Revestimiento:

**Datos:**

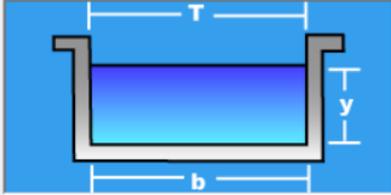
Tirante (y):  m

Ancho de solera (b):  m

Talud (Z):

Coefficiente de rugosidad (n):

Pendiente (S):  m/m



**Resultados:**

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

Velocidad (v):  m/s

Area hidráulica (A):  m<sup>2</sup>

Perímetro (p):  m

Radio hidráulico (R):  m

Espejo de agua (T):  m

Número de Froude (F):

Energía específica (E):  m-Kg/Kg

Tipo de flujo:

🏠 Cálculo de pérdidas por infiltración en canales

**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**

**Datos del lecho del canal:**

Pavlovski - Kostiakov | Davis - Wilson

Etcheverry | Punjab | Moritz

Material del lecho del canal:

Coefficiente Punjab:

Pérdidas m<sup>3</sup>/s-km:

**Pérdidas:**

Fórmula	m <sup>3</sup> /s-km
Ingham	0.000949
Etcheverry	0.001717
Punjab	0.008217
Moritz	0.001213
Pavlovski	0.000007
Kostiakov	0.000008
Davis-Wilson	0.001395

Descartar:

Ingham

Etcheverry

Punjab

Moritz

Pavlovski

Kostiakov

Davis-Wilson

Pérdidas promedio/km (P):  m<sup>3</sup>/s-km

**Canales revestidos**



**Caudales resultantes:**

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

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

% pérdidas:  %

## Tramo 5:

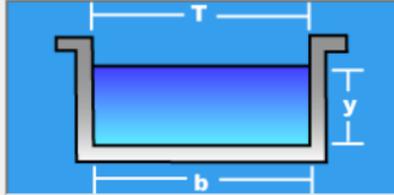
Cálculo del caudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular

**Lugar:** 
**Proyecto:**

**Tramo:** 
**Revestimiento:**

**Datos:**

Tirante (y):  m  
 Ancho de solera (b):  m  
 Talud (Z):   
 Coeficiente de rugosidad (n):   
 Pendiente (S):  m/m



**Resultados:**

Caudal (Q):  m<sup>3</sup>/s      Velocidad (v):  m/s  
 Área hidráulica (A):  m<sup>2</sup>      Perímetro (p):  m  
 Radio hidráulico (R):  m      Espejo de agua (T):  m  
 Número de Froude (F):       Energía específica (E):  m-Kg/Kg  
 Tipo de flujo:

Cálculo de pérdidas por infiltración en canales

**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  
 Área hidráulica (A):  m<sup>2</sup>  
 Perímetro (p):  m  
 Espejo de agua (T):  m  
 Velocidad (v):  m/s

**Canales en tierra**

**Datos del lecho del canal:**

Pavlovski - Kostikov     Davis - Wilson  
 Etcheverry     Punjab     Moritz

Material del lecho del canal:

Coeficiente Punjab:   
 Pérdidas m<sup>3</sup>/s-km:

**Pérdidas:**

Fórmula	m <sup>3</sup> /s-km
Ingham	0.000949
Etcheverry	0.001717
Punjab	0.008217
Moritz	0.001213
Pavlovski	0.000007
Kostikov	0.000008
Davis-Wilson	0.001395

**Descartar:**

Ingham  
 Etcheverry  
 Punjab  
 Moritz  
 Pavlovski  
 Kostikov  
 Davis-Wilson

Pérdidas promedio/km (P):  m<sup>3</sup>-s-km

**Canales revestidos**



**Caudales resultantes:**

Q perdido:  m<sup>3</sup>/s  
 Q final:  m<sup>3</sup>/s  
 % pérdidas:  %

## Tramo 6:

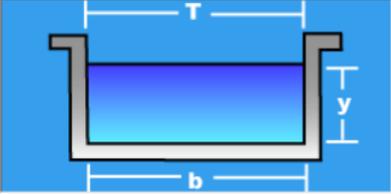
Cálculo del caudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular

**Lugar:** 
**Proyecto:**

**Tramo:** 
**Revestimiento:**

**Datos:**

Tirante (y):  m  
 Ancho de solera (b):  m  
 Talud (Z):   
 Coeficiente de rugosidad (n):   
 Pendiente (S):  m/m



**Resultados:**

Caudal (Q):  m<sup>3</sup>/s      Velocidad (v):  m/s  
 Area hidráulica (A):  m<sup>2</sup>      Perímetro (p):  m  
 Radio hidráulico (R):  m      Espejo de agua (T):  m  
 Número de Froude (F):       Energía específica (E):  m-Kg/Kg  
 Tipo de flujo:

Calcular   
 Limpiar Pantalla   
 Imprimir   
 Menú Principal   
 Calculadora

**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**

**Datos del lecho del canal:**

Material del lecho del canal:

Coeficiente Punjab:   
 Pérdidas m<sup>3</sup>/s-km:

**Pérdidas:**

Fórmula	m <sup>3</sup> /s-km
Ingham	0.001008
Etcheverry	0.001717
Punjab	0.008217
Moritz	0.001213
Pavlovski	0.000007
Kostiakov	0.000008
Davis-Wilson	0.001395

**Descartar:**
 Ingham  
 Etcheverry  
 Punjab  
 Moritz  
 Pavlovski  
 Kostiakov  
 Davis-Wilson

Pérdidas promedio/km (P):  m<sup>3</sup>/s-km

**Canales revestidos**



**Caudales resultantes:**

Q perdido:  m<sup>3</sup>/s  
 Q final:  m<sup>3</sup>/s  
 % pérdidas:  %

Calcular   
 Limpiar Pantalla   
 Imprimir   
 Menú Principal   
 Calculadora

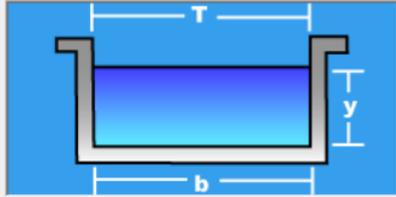
## Tramo 7:

🏠 Cálculo del caudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular

**Lugar:** 
**Proyecto:**   
**Tramo:** 
**Revestimiento:**

**Datos:**

Tirante (y):  m  
 Ancho de solera (b):  m  
 Talud (Z):   
 Coeficiente de rugosidad (n):   
 Pendiente (S):  m/m



**Resultados:**

Caudal (Q):  m<sup>3</sup>/s
 Velocidad (v):  m/s  
 Área hidráulica (A):  m<sup>2</sup>
Perímetro (p):  m  
 Radio hidráulico (R):  m
 Espejo de agua (T):  m  
 Número de Froude (F): 
Energía específica (E):  m-Kg/Kg  
 Tipo de flujo:

🏠 Cálculo de pérdidas por infiltración en canales

**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  
 Área hidráulica (A):  m<sup>2</sup>  
 Perímetro (p):  m  
 Espejo de agua (T):  m  
 Velocidad (v):  m/s

**Canales en tierra**

**Datos del lecho del canal:**

Pavlovski - Kostikov
  Davis - Wilson  
 Etcheverry
  Punjab
  Moritz  
 Material del lecho del canal:   
 Coeficiente Punjab:   
 Pérdidas m<sup>3</sup>/s-km:

**Pérdidas:**

Fórmula	m <sup>3</sup> /s-km
Ingham	0.000950
Etcheverry	0.001717
Punjab	0.008217
Moritz	0.001213
Pavlovski	0.000007
Kostiakov	0.000008
Davis-Wilson	0.001395

Descartar:  
 Ingham  
 Etcheverry  
 Punjab  
 Moritz  
 Pavlovski  
 Kostiakov  
 Davis-Wilson

Pérdidas promedio/km (P):  m<sup>3</sup>/s-km

**Canales revestidos**



**Caudales resultantes:**

Q perdido:  m<sup>3</sup>/s  
 Q final:  m<sup>3</sup>/s  
 % pérdidas:  %

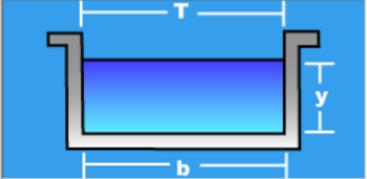
# TRAMO 1Km

Calculo del caudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: **COSPÁN** Proyecto: **MEJORAMIENTO HIDRÁULICO**  
 Tramo: **2+731.5 - 3+704.09** Revestimiento:

**Datos:**

Tirante (y):  m  
 Ancho de solera (b):  m  
 Talud (Z):   
 Coeficiente de rugosidad (n):   
 Pendiente (S):  m/m



**Resultados:**

Caudal (Q):  m<sup>3</sup>/s Velocidad (v):  m/s  
 Área hidráulica (A):  m<sup>2</sup> Perímetro (p):  m  
 Radio hidráulico (R):  m Espejo de agua (T):  m  
 Número de Froude (F):  Energía específica (E):  m-Kg/Kg  
 Tipo de flujo: **Subcrítico**

Calculo de pérdidas por infiltración en canales

**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  
 Área hidráulica (A):  m<sup>2</sup>  
 Perímetro (p):  m  
 Espejo de agua (T):  m  
 Velocidad (v):  m/s

**Canales en tierra**

**Datos del lecho del canal:**

Pavlovski - Kostikov | Davis - Wilson  
 Etcheverry | Punjab | Moritz

Material del lecho del canal:

Coeficiente Punjab:   
 Pérdidas m<sup>3</sup>/s-km:

**Pérdidas:**

Fórmula	m <sup>3</sup> /s-km
Ingham	0.000947
Etcheverry	0.001717
Punjab	0.008217
Moritz	0.001213
Pavlovski	0.000007
Kostikov	0.000008
Davis-Wilson	0.001395

**Descartar:**

Ingham  
 Etcheverry  
 Punjab  
 Moritz  
 Pavlovski  
 Kostikov  
 Davis-Wilson

Pérdidas promedio/km (P):  m<sup>3</sup>/s-km

**Canales revestidos**



**Caudales resultantes:**

Q perdido:  m<sup>3</sup>/s  
 Q final:  m<sup>3</sup>/s  
 % pérdidas:  %

ANEXO 6: Cálculo de las propiedades hidráulicas del **canal revestido** en el software HCanales V 3.0

Tramo1:

🏠 Cálculo del caudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:  Proyecto:

Tramo:  Revestimiento:

**Datos:**

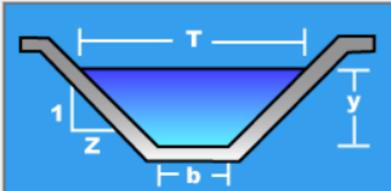
Tirante (y):  m

Ancho de solera (b):  m

Talud (Z):

Coefficiente de rugosidad (n):

Pendiente (S):  m/m



**Resultados:**

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

Area hidráulica (A):  m<sup>2</sup> Perímetro (p):  m

Radio hidráulico (R):  m Espejo de agua (T):  m

Número de Froude (F):  Energía específica (E):  m-Kg/Kg

Tipo de flujo:

🏠 Cálculo de pérdidas por infiltración en canales

**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:**

Esesor 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:  %



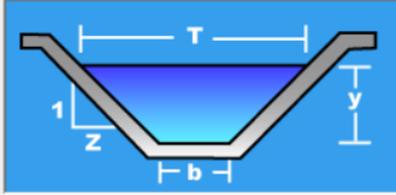
## Tramo 2:

**Cálculo del caudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular**

Lugar: **Cospán** Proyecto: **Mejoramiento hidráulico de u**  
 Tramo: **2+945.96 - 3+151.00** Revestimiento: **Concreto**

**Datos:**

Tirante (y):  m  
 Ancho de solera (b):  m  
 Talud (Z):   
 Coeficiente de rugosidad (n):   
 Pendiente (S):  m/m



**Resultados:**

Caudal (Q):  m<sup>3</sup>/s Velocidad (v):  m/s  
 Área hidráulica (A):  m<sup>2</sup> Perímetro (p):  m  
 Radio hidráulico (R):  m Espejo de agua (T):  m  
 Número de Froude (F):  Energía específica (E):  m-Kg/Kg  
 Tipo de flujo: **Subcrítico**

**Cálculo de pérdidas por infiltración en canales**

**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  
 Área 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:  %



### Tramo3:

🏠 Cálculo del caudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular

**Lugar:** 
**Proyecto:**   
**Tramo:** 
**Revestimiento:**

**Datos:**

Tirante (y):	<input type="text" value="0.4"/>	m
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.5"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0.5"/>	
Coefficiente de rugosidad (n):	<input type="text" value="0.013"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.0097"/>	m/m

**Resultados:**

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.7274"/>	m <sup>3</sup> /s	Velocidad (v):	<input type="text" value="2.5979"/>	m/s
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.2800"/>	m <sup>2</sup>	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.3944"/>	m
Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.2008"/>	m	Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.9000"/>	m
Número de Froude (F):	<input type="text" value="1.4870"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.7440"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Calcular

Limpiar Pantalla

Imprimir

Menú Principal

Calculadora

🏠 Cálculo de pérdidas por infiltración en canales

**Datos:**

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.727"/>	m <sup>3</sup> /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.5"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0.5"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.013"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.0097"/>	m/m
Longitud canal (L):	<input type="text" value="0.112"/>	Km

**Resultados hidráulicos parciales:**

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.3999"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.2799"/>	m <sup>2</sup>
Perímetro (p):	<input type="text" value="1.3941"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.8999"/>	m
Velocidad (v):	<input type="text" value="2.5975"/>	m/s

**Canales en tierra**

**Canales revestidos**

**Otros datos:**

Espeor revestimiento (e):	<input type="text" value="0.05"/>	m
Permeabilidad del revestimiento, hormigón (K):	<input type="text" value="2.1314e-12"/>	cm/s

**Resultados:**

Pérdidas/km (P):	<input type="text" value="0.0000"/>	m <sup>3</sup> ·s·km
Q perdido:	<input type="text" value="0.0000"/>	m <sup>3</sup> /s
Q final:	<input type="text" value="0.7270"/>	m <sup>3</sup> /s
% pérdidas:	<input type="text" value="0.00"/>	%

Calcular

Limpiar Pantalla

Imprimir

Menú Principal

Calculadora

## Tramo 4:

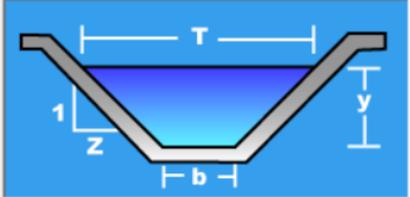
Cálculo del caudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular

**Lugar:** 
**Proyecto:**

**Tramo:** 
**Revestimiento:**

**Datos:**

Tirante (y):  m  
 Ancho de solera (b):  m  
 Talud (Z):   
 Coeficiente de rugosidad (n):   
 Pendiente (S):  m/m



**Resultados:**

Caudal (Q):  m<sup>3</sup>/s      Velocidad (v):  m/s  
 Area hidráulica (A):  m<sup>2</sup>      Perímetro (p):  m  
 Radio hidráulico (R):  m      Espejo de agua (T):  m  
 Número de Froude (F):   
 Tipo de flujo:

Cálculo de pérdidas por infiltración en canales

**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:  %



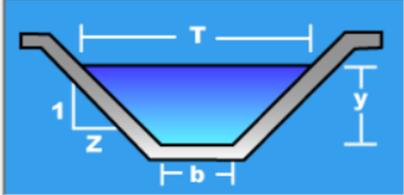
## Tramo 5:

 Cálculo del caudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:	<input type="text" value="Cospán"/>	Proyecto:	<input type="text" value="Mejoramiento hidráulico de u"/>
Tramo:	<input type="text" value="3+386.80 - 3+510.19"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto"/>

**Datos:**

Tirante (y):	<input type="text" value="0.4"/>	m
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.5"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0.5"/>	
Coefficiente de rugosidad (n):	<input type="text" value="0.013"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.0083"/>	m/m



**Resultados:**

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.6729"/>	m <sup>3</sup> /s	Velocidad (v):	<input type="text" value="2.4031"/>	m/s
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.2800"/>	m <sup>2</sup>	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.3944"/>	m
Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.2008"/>	m	Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.9000"/>	m
Número de Froude (F):	<input type="text" value="1.3756"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.6943"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

 Cálculo de pérdidas por infiltración en canales

<b>Datos:</b>	Caudal (Q): <input type="text" value="0.673"/>	m <sup>3</sup> /s
	Ancho de solera (b): <input type="text" value="0.5"/>	m
	Talud (Z): <input type="text" value="0.5"/>	
	Rugosidad (n): <input type="text" value="0.013"/>	
	Pendiente (S): <input type="text" value="0.0083"/>	m/m
	Longitud canal (L): <input type="text" value="0.123"/>	Km

**Resultados hidráulicos parciales:**

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.4000"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.2800"/>	m <sup>2</sup>
Perímetro (p):	<input type="text" value="1.3945"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.9000"/>	m
Velocidad (v):	<input type="text" value="2.4032"/>	m/s

**Canales en tierra**
**Canales revestidos**

**Otros datos:**

Espeor revestimiento (e):	<input type="text" value="0.05"/>	m
Permeabilidad del revestimiento, hormigón (K):	<input type="text" value="2.1314e-12"/>	cm/s



**Resultados:**

Pérdidas/km (P):	<input type="text" value="0.0000"/>	m <sup>3</sup> ·s·km
Q perdido:	<input type="text" value="0.0000"/>	m <sup>3</sup> /s
Q final:	<input type="text" value="0.6730"/>	m <sup>3</sup> /s
% pérdidas:	<input type="text" value="0.00"/>	%

## Tramo 6:

📍 Cálculo del caudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:  Proyecto:

Tramo:  Revestimiento:

**Datos:**

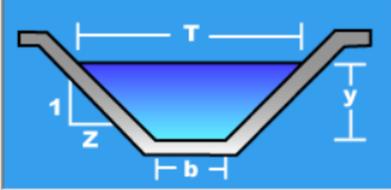
Tirante (y):  m

Ancho de solera (b):  m

Talud (Z):

Coefficiente de rugosidad (n):

Pendiente (S):  m/m



**Resultados:**

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

Velocidad (v):  m/s

Area hidráulica (A):  m<sup>2</sup>

Perímetro (p):  m

Radio hidráulico (R):  m

Espejo de agua (T):  m

Número de Froude (F):

Energía específica (E):  m-Kg/Kg

Tipo de flujo:

📍 Cálculo de pérdidas por infiltración en canales

**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:  %



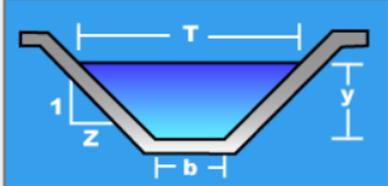
## Tramo 7:

**Cálculo del caudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular**

Lugar:  Proyecto:    
 Tramo:  Revestimiento:

**Datos:**

Tirante (y):  m   
 Ancho de solera (b):  m   
 Talud (Z):    
 Coeficiente de rugosidad (n):    
 Pendiente (S):  m/m



**Resultados:**

Caudal (Q):  m<sup>3</sup>/s Velocidad (v):  m/s   
 Área hidráulica (A):  m<sup>2</sup> Perímetro (p):  m   
 Radio hidráulico (R):  m Espejo de agua (T):  m   
 Número de Froude (F):  Energía específica (E):  m-Kg/Kg   
 Tipo de flujo:

Calculador Limpia Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

**Cálculo de pérdidas por infiltración en canales**

**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   
 Área 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:  %



Calculador Limpia Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

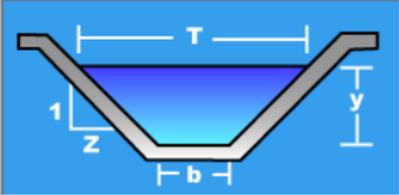
## Tramo 1km

**Cálculo del caudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular**

Lugar: **Cospán** Proyecto: **Mejoramiento hidráulico del c**  
 Tramo: **2+731.5 - 3+734.09** Revestimiento: **Concreto**

**Datos:**

Tirante (y):  m  
 Ancho de solera (b):  m  
 Talud (Z):   
 Coeficiente de rugosidad (n):   
 Pendiente (S):  m/m



**Resultados:**

Caudal (Q):  m<sup>3</sup>/s Velocidad (v):  m/s  
 Área hidráulica (A):  m<sup>2</sup> Perímetro (p):  m  
 Radio hidráulico (R):  m Espejo de agua (T):  m  
 Número de Froude (F):  Energía específica (E):  m-Kg/Kg  
 Tipo de flujo: **Subcrítico**

Calculador Limpia Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

**Cálculo de pérdidas por infiltración en canales**

**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  
 Área 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:  %



Calculador Limpia Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

# ANEXO 7: Análisis de Precios Unitarios (APU) S10

S10

Página : 1

Empresa no registrada

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0503004** MEJORAMIENTO HIDRAULICO DEL CANAL DE RIEGO APLICANDO REVESTIMIENTO DE CONCRETO  
 Subpresupuesto **001** MEJORAMIENTO DEL CANAL DE RIEGO CON REVESTIMIENTO DE CONCRETO Fecha presupuesto **07/08/2021**

Partida **01.01** CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA DE LA 4.80x3.60

Rendimiento **und/DIA** MO. **1.0000** EQ. **1.0000** Costo unitario directo por : und **1,124.55**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	16.0000	23.00	368.00
0147010004	PEON	hh	2.0000	16.0000	17.00	272.00
<b>640.00</b>						
<b>Materiales</b>						
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.3500	5.00	1.75
0202100016	PERNOS HEXAGONALES DE 3/4" X 3 1/2"	und		6.0000	2.00	12.00
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		1.0000	24.00	24.00
0238000000	HORMIGON	m3		0.3600	50.00	18.00
0243040048	MADERA TORNILLO DE 3" X 6" X 4'	p2		32.0000	5.30	169.60
0284010002	CARTEL DE OBRA DE 4.80x3.60	und		1.0000	240.00	240.00
<b>465.35</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	640.00	19.20
<b>19.20</b>						

Partida **01.02** CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA

Rendimiento **m2/DIA** MO. **12.0000** EQ. **12.0000** Costo unitario directo por : m2 **168.34**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	0.5000	0.3333	23.00	7.67
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	20.16	13.44
0147010004	PEON	hh	2.0000	1.3333	17.00	22.67
<b>43.78</b>						
<b>Materiales</b>						
0244000018	MADERA DE 2**3"	p2		25.0000	2.30	57.50
0261100003	CALAMINA	pln		1.1000	20.00	22.00
0279010001	TRIPLAY 4'x8'x19MM	pza		0.5000	85.00	42.50
0282010001	CLAVOS PARA CALAMINA	kg		0.2500	5.00	1.25
<b>123.25</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	43.78	1.31
<b>1.31</b>						

Partida **01.03** MOVILIZACION DE EQUIPO

Rendimiento **GLB/DIA** MO. **1.0000** EQ. **1.0000** Costo unitario directo por : GLB **4,500.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Materiales</b>						
0249130015	TRANSPORTE DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	GLB		1.0000	4,500.00	4,500.00
<b>4,500.00</b>						

Partida **02.01.01** LIMPIEZA DE TERRENO - CANAL

Rendimiento **m2/DIA** MO. **200.0000** EQ. **200.0000** Costo unitario directo por : m2 **0.71**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0400	17.00	0.68
<b>0.68</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.68	0.03
<b>0.03</b>						

Empresa no registrada

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0503004	MEJORAMIENTO HIDRAULICO DEL CANAL DE RIEGO APLICANDO REVESTIMIENTO DE CONCRETO					
Subpresupuesto	001	MEJORAMIENTO DEL CANAL DE RIEGO CON REVESTIMIENTO DE CONCRETO				Fecha presupuesto	07/08/2021
Partida	02.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 300.0000	EQ. 300.0000			Costo unitario directo por : m2	3.98
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
014700032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0267	30.02	0.80	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0267	20.16	0.54	
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0800	17.00	1.36	
							<b>2.70</b>
	<b>Materiales</b>						
0202010006	CLAVOS 3"	kg		0.0050	6.00	0.03	
0230020002	YESO EN BOLSA DE 25 Kg	BOL		0.0250	17.05	0.43	
0230990080	WINCHA	und		0.0010	28.00	0.03	
0244010000	ESTACA DE MADERA	p2		0.0260	5.13	0.13	
0254110090	PINTURA	gln		0.0030	13.00	0.04	
							<b>0.66</b>
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.70	0.08	
0349190001	TEODOLITO	hm	0.1013	0.0027	115.46	0.31	
0349880002	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	0.1013	0.0027	84.45	0.23	
							<b>0.62</b>
Partida	02.01.03	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000			Costo unitario directo por : m2	4.37
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
014700032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0400	30.02	1.20	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.1600	17.00	2.72	
							<b>3.92</b>
	<b>Materiales</b>						
0229220002	CORDEL	kg		0.0020	3.00	0.01	
0230020002	YESO EN BOLSA DE 25 Kg	BOL		0.0080	17.05	0.14	
0244010000	ESTACA DE MADERA	p2		0.0200	5.13	0.10	
							<b>0.25</b>
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	3.92	0.20	
							<b>0.20</b>
Partida	02.01.04	DESPALME DE CAPA VEGETAL					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000			Costo unitario directo por : m3	31.92
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	23.00	12.27	
0147010004	PEON	hh	2.0000	1.0667	17.00	18.13	
							<b>30.40</b>
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	30.40	1.52	
							<b>1.52</b>

Empresa no registrada

**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto 0503004 MEJORAMIENTO HIDRAULICO DEL CANAL DE RIEGO APLICANDO REVESTIMIENTO DE CONCRETO  
 Subpresupuesto 001 MEJORAMIENTO DEL CANAL DE RIEGO CON REVESTIMIENTO DE CONCRETO Fecha presupuesto 07/08/2021

Partida 02.02.01 EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO - PLATAFORMA Y CANAL

Rendimiento m3/DIA MO. 4.0000 EQ. 4.0000 Costo unitario directo por : m3 35.02

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON	hh	1.0000	2.0000	17.00	34.00
<b>34.00</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	34.00	1.02
<b>1.02</b>						

Partida 02.02.02 EXCAVACION EN ROCA SUELTA

Rendimiento m3/DIA MO. 200.0000 EQ. 200.0000 Costo unitario directo por : m3 19.32

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.0800	23.00	1.84
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.0800	20.16	1.61
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.1600	17.00	2.72
<b>6.17</b>						
<b>Materiales</b>						
0227000007	GUIA	m		3.0000	0.52	1.56
0227020011	FULMINANTE	und		2.0000	0.59	1.18
0228000022	DINAMITA	kg		0.5000	9.60	4.80
0249060056	BARRENO DE 5"x7/8"	und		0.0050	280.00	1.40
0281010002	ANFO	kg		0.2300	3.00	0.69
<b>9.63</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	6.17	0.19
0349020005	COMPRESORA NEUMATICA 240 HP 700-800 PCM	hm	1.0000	0.0400	76.27	3.05
0349060004	MARTILLO NEUMATICO DE 25 Kg.	hm	1.0000	0.0400	7.00	0.28
<b>3.52</b>						

Partida 02.02.03 RELLENO COMPACTADO A MANO CON MATERIAL PROPIO

Rendimiento m3/DIA MO. 696.2800 EQ. 696.2800 Costo unitario directo por : m3 12.54

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	0.1600	0.0018	23.00	0.04
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0230	17.00	0.39
<b>0.43</b>						
<b>Materiales</b>						
0205010021	MATERIAL DE RELLENO CLASIFICADO	m3		1.2000	10.00	12.00
<b>12.00</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.43	0.02
0349030003	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 5.8 HP	hm	1.0000	0.0115	8.00	0.09
<b>0.11</b>						

Partida 02.02.04 ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE

Rendimiento m3/DIA MO. 5.0000 EQ. 5.0000 Costo unitario directo por : m3 28.56

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON	hh	1.0000	1.6000	17.00	27.20
<b>27.20</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	27.20	1.36
<b>1.36</b>						

Empresa no registrada

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0503004 MEJORAMIENTO HIDRAULICO DEL CANAL DE RIEGO APLICANDO REVESTIMIENTO DE CONCRETO  
 Subpresupuesto 001 MEJORAMIENTO DEL CANAL DE RIEGO CON REVESTIMIENTO DE CONCRETO Fecha presupuesto 07/08/2021

Partida 02.03.01 CONCRETO FC=210 KG/CM2

Rendimiento m3/DIA MO. 12.0000 EQ. 12.0000 Costo unitario directo por : m3 515.47

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	23.00	30.67
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	20.16	13.44
0147010004	PEON	hh	12.0000	8.0000	17.00	136.00
0147010026	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	1.3333	27.10	36.13
<b>216.24</b>						
<b>Materiales</b>						
0205000004	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3		0.5800	52.00	30.16
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5200	45.00	23.40
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.2000	24.00	220.80
0239050000	AGUA	m3		0.2200	4.20	0.92
0298010092	ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO	gln		0.0070	52.00	0.36
0298010093	GASOLINA	gln		0.1800	3.20	0.58
<b>276.22</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	216.24	10.81
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.6667	6.30	4.20
0349100007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1.0000	0.6667	12.00	8.00
<b>23.01</b>						

Partida 02.03.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Rendimiento m2/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000 Costo unitario directo por : m2 65.31

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	23.00	18.40
0147010004	PEON	hh	2.5000	2.0000	17.00	34.00
<b>52.40</b>						
<b>Materiales</b>						
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.1500	5.00	0.75
0202040009	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0.2600	2.52	0.66
0244000017	MADERA TORNILLO	p2		2.0000	2.20	4.40
0279010001	TRIPLAY 4'x8'x19MM	pza		0.0650	85.00	5.53
<b>11.34</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	52.40	1.57
<b>1.57</b>						

Partida 02.03.03 CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO QUIMICO

Rendimiento m2/DIA MO. 100.0000 EQ. 100.0000 Costo unitario directo por : m2 3.82

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON	hh	0.5000	0.0400	17.00	0.68
<b>0.68</b>						
<b>Materiales</b>						
0239050001	AGUA PUESTO EN OBRA	m3		0.1000	2.00	0.20
0239050002	ADITIVO CURADOR ANTISOL	gln		0.1000	25.00	2.50
<b>2.70</b>						
<b>Equipos</b>						
0348400002	MOCHILA PARA APLICAR ADITIVO QUIMICO	hm	1.0000	0.0800	5.50	0.44
<b>0.44</b>						

Empresa no registrada

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0503004 MEJORAMIENTO HIDRAULICO DEL CANAL DE RIEGO APLICANDO REVESTIMIENTO DE CONCRETO  
 Subpresupuesto 001 MEJORAMIENTO DEL CANAL DE RIEGO CON REVESTIMIENTO DE CONCRETO Fecha presupuesto 07/08/2021

Partida 02.04.01 JUNTA ASFALTICA E=1"

Rendimiento m/DIA MO. 100.0000 EQ. 100.0000 Costo unitario directo por : m 5.80

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010003	OFICIAL	hh	0.5000	0.0400	20.16	0.81
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.2400	17.00	4.08
<b>4.89</b>						
<b>Materiales</b>						
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0010	50.42	0.05
0213000006	ASFALTO RC-250	gln		0.0700	10.10	0.71
<b>0.76</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	4.89	0.15
<b>0.15</b>						

Partida 02.04.02 JUNTAS WATER STOP 6"

Rendimiento m/DIA MO. 100.0000 EQ. 100.0000 Costo unitario directo por : m 47.78

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0800	23.00	1.84
0147010003	OFICIAL	hh	0.5000	0.0400	20.16	0.81
<b>2.65</b>						
<b>Materiales</b>						
0229120005	WATER STOP PVC DE 6"	m		1.0000	45.00	45.00
<b>45.00</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.65	0.13
<b>0.13</b>						

Partida 03.01 LIMPIEZA DE OBRA

Rendimiento m2/DIA MO. 100.0000 EQ. 100.0000 Costo unitario directo por : m2 1.36

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0800	17.00	1.36
<b>1.36</b>						

Partida 03.02 TRANSPORTE DE MATERIALES

Rendimiento GLB/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : GLB 15,000.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Materiales</b>						
0276010008	FLETE TERRESTRE DE CAJAMARCA A OBRA - VARIOS MATERIALES	GLB		1.0000	15,000.00	15,000.00
<b>15,000.00</b>						

ANEXO 8: Panel fotográfico

