



UNIVERSIDAD NACIONAL

PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



TESIS

**PROPUESTA DE SOLUCIÓN PARA EL MEJORAMIENTO A LA
BAJA EFICIENCIA DEL RECURSO HÍDRICO EN EL CANAL
“COLORADA”, LAMBAYEQUE 2022 – 2023**

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGRÍCOLA

Autor:

Bach. Víctor Daniel Santamaría Silva

Asesor:

ING. M. Sc. Sanchez Ayen Jannier Avelino

Lambayeque – Perú

2026



UNIVERSIDAD NACIONAL

PEDRO RUIZ GALLO



FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

TESIS

**PROPUESTA DE SOLUCIÓN PARA EL MEJORAMIENTO A LA
BAJA EFICIENCIA DEL RECURSO HÍDRICO EN EL CANAL
“COLORADA”, LAMBAYEQUE 2022 – 2023**

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGRÍCOLA

Autor:

Bach. Santamaria Silva Víctor Daniel

Aprobado por:





ACTA DE SUSTENTACIÓN N°029-2026-UINV-FIA

Siendo las 11:30 horas del día 14 de AGOSTO de 2026, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Agrícola, se reunieron los Miembros del Jurado designado mediante Resolución N°053-2024-FIA-VIRTUAL, conformado por:

ING. M.I. JUAN VICENTE HERNANDEZ ALCANTARA
ING. M.SC. JOLVER ALBERTO BARRANTES BURGA
ING. JOSE ARTURO SOLORZANO GONZALES

Presidente
Secretario
Vocal



Para llevar a cabo la sustentación de tesis, citados mediante Resolución N°236-2026-FIA; denominado **"PROPUESTA DE SOLUCION PARA EL MEJORAMIENTO A LA BAJA EFICIENCIA DEL RECURSO HIDRICO EN EL CANAL COLORADA LAMBAYEQUE 2022 - 2023"**, bajo la responsabilidad del bachiller **VICTOR DANIEL SANTAMARIA SILVA**, asesorado por el **Ing. M.SC. Jannier Avelino Sánchez Ayen**; para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrícola.

Luego de culminar la sustentación, el Jurado procedió a realizar las preguntas al sustentante y si hubiera observaciones, anotándolas para su corrección respectiva, el jurado luego de evaluar las rubricas decidió APROBAR la tesis con el calificativo de BUENO correspondiente a la nota de 17 (DIECISIETE).

En consecuencia, el referido Bachiller queda apto para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrícola, de acuerdo a la Ley Universitaria N°30220, el Estatuto y Reglamento de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 13:00 horas del mismo día, se dio por finalizado el acto de sustentación y se procedió a firmar la presente acta los que en ella han intervenido.

ING. M.I. JUAN VICENTE HERNANDEZ ALCANTARA
Presidente de jurado

ING. M.SC. JOLVER ALBERTO BARRANTES BURGA
Secretario de jurado

ING. JOSE ARTURO SOLORZANO GONZALES
Vocal del jurado

ING. M.SC. JANNIER AVELINO. SANCHEZ AYEN
Asesor



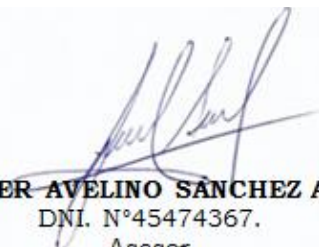
CONSTANCIA DE VERIFICACION DE ORIGINALIDAD

Yo, Jannier Avelino Sánchez Ayén usuario revisor de tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ y/o Trabajo Académico ☐ , titulado: **“PROPUESTA DE SOLUCIÓN PARA EL MEJORAMIENTO A LA BAJA EFICIENCIA DEL RECURSO HÍDRICO EN EL CANAL “COLORADA”, LAMBAYEQUE 2022 – 2023”**, cuyos autor (es) son: **Víctor Daniel Santamaría Silva**, con DNI N° 75595870; declaro que la evaluación realizada por el Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud 19%, verificables en el Resumen del reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito analizó el reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar el recibo digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque, 22 de Mayo del 2026



JANNIER AVELINO SÁNCHEZ AYÉN
DNI. N°45474367.
Asesor

Adjunta:

Resumen del Reporte automatizado de similitudes (firmado por el asesor, indicar el nombre y apellidos)

Recibo digital (firmado por el asesor, indicar el nombre y apellidos)

PROPUESTA DE SOLUCION PARA EL MEJORAMIENTO A LA
BAJA EFICIENCIA DEL RECURSO HÍDRICO EN EL CANAL
"COLORADA", LAMBAYEQUE 2022 - 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	18%	3%	6%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net	7%
	Fuente de Internet	
2	repositorio.unprg.edu.pe	3%
	Fuente de Internet	
3	fdocuments.ec	1%
	Fuente de Internet	
4	www.coursehero.com	1%
	Fuente de Internet	
5	Submitted to upb	1%
	Trabajo del estudiante	
6	www.ana.gob.pe	<1%
	Fuente de Internet	
7	repositorio.usmp.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
8	www.slideshare.net	<1%
	Fuente de Internet	
9	repositorio.unjfsc.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
10	Submitted to Universidad Cesar Vallejo	<1%
	Trabajo del estudiante	
11	repositorio.ulc.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
12	es.scribd.com	<1%
	Fuente de Internet	
13	repositorio.udch.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
14	repositorio.uap.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	

JANNIER AVELINO SANCHEZ AYEN

15	Submitted to Universidad Nacional Hermilio Valdizan Trabajo del estudiante	<1 %
16	Mamani Navarro, Wile. "Evaluación de la demanda de agua para un suministro sostenible de agua potable en la ciudad de Lampa-Perú", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru), 2025 Publicación	<1 %
17	repositorio.onpe.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
18	www.mef.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
19	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
21	1library.co Fuente de Internet	<1 %
22	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
23	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD Trabajo del estudiante	<1 %
24	Submitted to Universidad Catolica de Trujillo Trabajo del estudiante	<1 %
25	apirepositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
29	www.conama2012.conama.org Fuente de Internet	<1 %

JANNIER AVELINO SANCHEZ AYEN

Fuente de Internet

<1 %

31 www.aguabolivia.org
Fuente de Internet

<1 %

32 Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes
Trabajo del estudiante

<1 %

33 repositorio.uct.edu.pe
Fuente de Internet

<1 %

34 repositorio.epnewman.edu.pe
Fuente de Internet

<1 %

35 repositorio.uide.edu.ec
Fuente de Internet

<1 %

36 vbook.pub
Fuente de Internet

<1 %

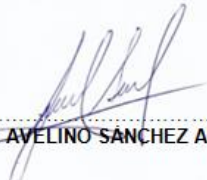
Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo


JANNIER AVELINO SANCHEZ AYEN



Recibo digital

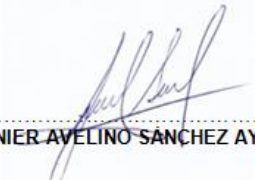
Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Victor Daniel SANTAMARIA SILVA
Título del ejercicio: TESIS DE PREGRADO
Título de la entrega: PROPUESTA DE SOLUCIÓN PARA EL MEJORAMIENTO A LA BAJ...
Nombre del archivo: TESIS_-_V_CTOR_SANTAMAR_A.docx
Tamaño del archivo: 6.64M
Total páginas: 83
Total de palabras: 13,123
Total de caracteres: 74,451
Fecha de entrega: 12-may-2026 06:13a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2765570311

	UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA	
TESIS		
PROPUESTA DE SOLUCIÓN PARA EL MEJORAMIENTO A LA BAJA EFICIENCIA DEL RECURSO HÍDRICO EN EL CANAL "COLORADO", LAMBAYEQUE 2022 - 2023		
Para optar el título profesional de: INGENIERO AGRÍCOLA		
Autor:	Bach. Víctor Daniel Santamaría Silva	
Asesor:	Ing. Sánchez Ayón Jannier Avelino	
Lambayeque - Perú 2024		

Derechos de autor 2026 Turnitin. Todos los derechos reservados.


JANNIER AVELINO SANCHEZ AYEN

DEDICATORIA

En primer lugar, agradecer a Dios por darme salud y bienestar para poder realizar este proyecto.

Esta tesis está dedicada a mi hija Camila que es mi motivación, adoración y lo más importante en mi vida, hoy doy un paso más para servirte de ejemplo y también que este logro sirva de herramienta para guiar cada uno de tus pasos, eres mi orgullo y siempre voy a cuidar de ti, te ama, Papá.

A mis padres por tener la sabiduría de impulsarme en todo momento, por su dedicación y consejos, por forjarme como la persona que soy ahora, valoro mucho su motivación constante para lograr cada uno de mis objetivos. Esta tesis es testimonio de su sacrificio, amor y a la eterna admiración que siento por ustedes.

RESUMEN

La presente investigación, titulada "Propuesta de solución para el mejoramiento a la baja eficiencia del recurso hídrico en el canal 'Colorada', Lambayeque 2022–2023", tuvo como objetivo principal diseñar una propuesta técnica orientada a incrementar la eficiencia del recurso hídrico en dicho canal. Para ello, se evaluó la eficiencia actual del sistema, se desarrollaron trabajos de preingeniería, se determinó la disponibilidad hídrica y se elaboró un presupuesto detallado.

La metodología adoptada fue de tipo cuantitativo y aplicada, ejecutándose estudios topográficos, mecánica de suelos y análisis hidrológicos. Se recopiló información de intervenciones previas de campo mediante observación directa, herramientas geoespaciales y software especializado. El área de estudio abarcó el canal "Colorada", con una longitud de 1.471 km, ubicado en una topografía ondulada con suelos predominantemente arcillosos.

Los resultados indicaron una eficiencia de riego total de apenas 17.38 %, dividida en eficiencia de conducción (41.96 %), distribución (82.82 %) y aplicación (50 %). Esta baja eficiencia refleja importantes pérdidas por infiltración y estructuras hidráulicas obsoletas. La propuesta técnica plantea la reconstrucción del canal con secciones trapezoidales de concreto, así como la instalación de 10 tomas laterales, 5 estructuras de retención y 2 pasos peatonales. Con estas mejoras, se estima elevar la eficiencia de riego hasta un 33 %, valor considerado aceptable para riego por gravedad.

Finalmente, el presupuesto estimado para la ejecución del proyecto asciende a S/ 2,246,756.88, contemplando todos los costos asociados a la implementación de la infraestructura propuesta.

Palabras claves: Eficiencia, estructuras hidráulicas, canal, recurso hídrico

ABSTRACT

The present research, entitled *"Proposed Solution to Improve the Low Efficiency of Water Resources in the 'Colorada' Canal, Lambayeque 2022–2023"*, aimed primarily to design a technical proposal aimed at increasing the efficiency of water resource use in the aforementioned canal. To this end, the current efficiency of the system was evaluated, pre-engineering studies were carried out, water availability was determined, and a detailed budget was developed.

The methodology employed was quantitative and applied, involving topographic surveys, soil mechanics studies, and hydrological analyses. Information from previous field interventions was collected through direct observation, geospatial tools, and specialized software. The study area encompassed the “Colorada” canal, with a length of 1.471 km, located in an undulating topography with predominantly clayey soils.

The results indicated a total irrigation efficiency of only 17.38%, broken down into conveyance efficiency (41.96%), distribution efficiency (82.82%), and application efficiency (50%). This low efficiency reflects significant losses due to infiltration and outdated hydraulic structures. The technical proposal includes the reconstruction of the canal with trapezoidal concrete sections, as well as the installation of 10 lateral intakes, 5 retention structures, and 2 pedestrian crossings. With these improvements, irrigation efficiency is estimated to increase to 33%, a value considered acceptable for gravity irrigation systems.

Finally, the estimated budget for the execution of the project amounts to S/ 2,246,756.88, covering all costs associated with the implementation of the proposed infrastructure.

Keywords: Efficiency, hydraulic structures, canal, water resource

ÍNDICE

RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	11
ÍNDICE DE TABLAS	14
ÍNDICE DE FIGURAS.....	15
INTRODUCCIÓN.....	16
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
1.1. Planteamiento del problema	17
1.2. Formulación del problema	18
1.3. Objetivos de la investigación	19
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	19
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	19
1.4. Justificación del estudio.....	20
1.5. Limitaciones de la investigación	20
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. Antecedentes del estudio	21
2.2. Bases teóricas	25
2.3. Definición de términos	30
2.4. Hipótesis	33
2.4.1. <i>Hipótesis general</i>	33
2.4.2. <i>Hipótesis específicas</i>	33
2.5. Variables	34
2.5.1. <i>Variable independiente</i>	34
2.5.2. <i>Variable dependiente</i>	34
2.5.3. <i>Operacionalización de la variable</i>	35
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	36
3.1. Tipo y nivel de investigación	36
3.2. Descripción del ámbito de la investigación	36
3.3. Población y muestra	36
3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	37
3.5. Validez y confiabilidad del instrumento.....	37
3.6. Plan de recolección y procesamiento de datos	38

CAPITULO V. INGENIERÍA DEL PROYECTO	39
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES	69
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	77
RECOMENDACIONES	78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
ANEXOS.....	85
GALERÍA DE IMÁGENES	85
CÁLCULOS HIDRÁULICOS (H CANALES)	86
PANEL FOTOGRÁFICO	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Técnicas e instrumentos	38
Tabla 2. Puntos de control geodésico	39
Tabla 3. Características de canal	40
Tabla 4. <i>Características del pase peatonal.</i>	40
Tabla 5. <i>Características de las retenciones</i>	41
Tabla 6. <i>Características de las tomas laterales</i>	42
Tabla 7. Perfil estratigráfico – canal La Colorada	43
Tabla 8. Kc de los cultivos, situación sin y con proyecto en el canal La Colorada	46
Tabla 9. Área Total beneficiada sin proyecto	47
Tabla 10. Área total beneficiada con proyecto	47
Tabla 11. Calendario de siembra y áreas con proyecto	47
Tabla 12. Caudal demandado por los cultivos sin proyecto	48
Tabla 13. Caudal demandado por los cultivos con proyecto	48
Tabla 14. Balance hídrico	49
Tabla 15. Características hidráulicas y geométricas del canal La Colorada	53
Tabla 16. Eficiencia de los cultivos regados por el canal La Colorada	71
Tabla 17. Balance hídrico sin proyecto	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cuadro de muestras	37
Figura 2. Datos de la estación meteorológica	45
Figura 3. Datos de evapotranspiración potencial	45
Figura 4. Valores de precipitación efectiva.	46
Figura 5. <i>Balance hídrico</i>	50
Figura 6. Puntos de muestreo de suelos en el ámbito de influencia del canal La Colorada	50
Figura 7. Características fisicoquímicas de los suelos de La Colorada	51
Figura 8. <i>Características del canal</i>	54
Figura 9. <i>Características de la toma lateral</i>	55
Figura 10. <i>Características de las retenciones</i>	56
Figura 11. Mapa de área de proyecto.....	69
Figura 12. Datos para cálculo de eficiencia de aplicación.....	70

INTRODUCCIÓN

El recurso hídrico es un elemento fundamental para el desarrollo de las actividades agrícolas, especialmente en regiones donde la agricultura representa una de las principales fuentes de sustento económico y social.

En este contexto, el canal “Colorada” representa una infraestructura clave para el riego de diversas parcelas agrícolas en la zona. Sin embargo, en los últimos años se ha evidenciado una baja eficiencia en el uso del recurso hídrico debido a múltiples factores como pérdidas por filtración, deterioro estructural del canal, mala distribución del agua y una limitada gestión del sistema de riego. Estas deficiencias afectan directamente la disponibilidad de agua en las parcelas, lo que genera impactos negativos en la producción agrícola y el bienestar de los agricultores.

Frente a esta problemática, la presente investigación tiene como propósito principal plantear una propuesta de solución técnica y de gestión que permita mejorar la eficiencia del recurso hídrico en el canal “Colorada” 2022 – 2023. Para ello, se realizará un diagnóstico detallado del estado actual del canal, se identificarán los principales puntos críticos de pérdida de agua, y se evaluarán alternativas de solución.

Un punto crítico se encuentra en el sistema de riego del sector, el lateral 5 "Colorada Izquierda" presenta una condición topográfica desfavorable al encontrarse a una cota superior respecto al canal principal y con pendiente negativa. Esta característica impide que el recurso hídrico llegue por gravedad con la presión necesaria a los usuarios de dicho sector, ocasionando demoras en el abastecimiento y una alta pérdida de agua por conducción y distribución. Como consecuencia, se ve afectada directamente la eficiencia del riego y la productividad agrícola de los agricultores beneficiados por este lateral.

La investigación se sustenta en la necesidad de promover un uso racional del recurso hídrico, contribuyendo así a fortalecer la gestión del riego y a mejorar las condiciones de vida de los usuarios del canal. De este modo, se espera que los resultados del estudio sirvan como base para la toma de decisiones por parte de autoridades locales, juntas de usuarios y entidades competentes en la gestión del agua

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

A nivel mundial, se ha observado una expansión significativa de los territorios irrigados y un notable aumento de las áreas urbanizadas, especialmente en las últimas décadas. Desde mediados del siglo XX, este desarrollo ha facilitado un avance considerable en el suministro de agua a la población. Este progreso es, en gran parte, atribuible al desarrollo de infraestructuras hidroagrícolas promovidas por la Mancomunidad de los Canales (Grindlay, Zamorano, Rodríguez, Molero, & Urrea, 2011). La creciente demanda de agua, tanto para la agricultura como para el consumo urbano, ha llevado a una mayor presión sobre los recursos hídricos disponibles. La definición de recursos hídricos proporcionada por La UNESCO (2017) destaca la importancia de la disponibilidad de agua en términos adecuados de cantidad y calidad, dentro de un espacio y tiempo específicos, para satisfacer necesidades claramente identificadas. Esta definición subraya la necesidad de una gestión eficaz y sostenible de los recursos hídricos para asegurar el acceso equitativo a este recurso vital.

Esta investigación se centra en mejorar la eficiencia de la conservación y distribución del agua en los sistemas de canales agrícolas, específicamente en el canal Dongfeng en el distrito de riego de Jinghe. Utilizando un enfoque innovador que combina el algoritmo mejorado del lobo gris con la optimización por enjambre de partículas, se busca optimizar la distribución del agua minimizando las pérdidas por infiltración. (Zheng, Yue, Zhang, Yao, & Zhang, 2024)

La eficacia en la gestión hídrica, especialmente en amplias zonas de riego, es crucial para maximizar el aprovechamiento de los recursos acuíferos. La capacidad para conservar estos recursos se convierte en un indicador clave del progreso económico y social (Qu, Yang, Huang, Du, & Yang, 2015). Sin embargo, la presión sobre los recursos hídricos ha aumentado debido a la urbanización y el crecimiento agrícola, lo que ha llevado a una explotación insostenible de estos recursos. Effendi (2016) destaca que la conservación y el uso óptimo de los recursos naturales son fundamentales para la supervivencia y el desarrollo humano. Sin una gestión adecuada, los recursos hídricos pueden agotarse o

contaminarse, lo que afectaría negativamente a las comunidades dependientes de estos recursos.

La escasez de agua para usos urbanos y agrícolas en regiones áridas plantea un desafío socioeconómico significativo. En muchos casos, la respuesta ha sido incrementar el suministro de agua mediante la sobreexplotación de acuíferos, la utilización de aguas externas y regeneradas, así como la desalinización. Sin embargo, esta estrategia a menudo subestima la importancia de la gestión de la demanda como una solución viable para la escasez de agua (Morote, Hernández, & Lois, 2019). Esta situación se complica aún más por la desigual distribución espacial de los recursos hídricos en la Tierra, lo que crea disparidades en el acceso al agua potable segura. Aproximadamente 600 millones de personas carecen de una fuente segura de agua potable debido a las limitaciones en el procesamiento y tratamiento del agua (UNICEF, 2018).

En Perú, la gestión del agua es esencial debido a su escasez y vitalidad para la vida y el desarrollo, entre los aspectos a considerar, tenemos garantizar el suministro sostenible y distribución equitativa (ANA, 2008). En Lambayeque, los recursos hídricos experimentan impactos debido a las oscilaciones meteorológicas, especialmente a causa de la amplitud y dispersión de las precipitaciones, el incremento de la temperatura y una elevada frecuencia de eventos climáticos extremos (Delgado, Campos, & Dueñas, 2020).

La ineficiencia en la distribución y utilización del agua afecta negativamente la producción de cultivos y la sostenibilidad agrícola en la región. Para abordar esta problemática, se propone investigar y desarrollar soluciones que permitan mejorar el rendimiento en la utilización del agua, optimizando el sistema de distribución del canal "Colorada" durante el período 2022-2023. El objetivo es implementar prácticas y tecnologías que promuevan una gestión más eficiente del recurso hídrico, beneficiando tanto la producción agrícola como la sostenibilidad ambiental en Lambayeque.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál sería la propuesta técnica de solución para mejorar la eficiencia del recurso hídrico en el canal "Colorada", Lambayeque 2022 – 2023?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Realizar propuesta técnica solución para mejorar la baja eficiencia del recurso hídrico en el canal “Colorada”, Lambayeque 2022 – 2023. (Diseño del canal).

1.3.2. Objetivos específicos

1. Identificar la disponibilidad del recurso hídrico en el canal “Colorada”, Lambayeque 2022 – 2023.
2. Evaluar la eficiencia de riego actual del canal “Colorada” en la utilización del recurso hídrico en Lambayeque durante el período 2022-2023.
3. Realizar los trabajos técnicos a nivel de ingeniería, necesarios en el canal “Colorada”, Lambayeque 2022 – 2023.
4. Realizar el presupuesto para el mejoramiento de la eficiencia del recurso hídrico en el canal “Colorada”, Lambayeque 2022 – 2023.

1.4. Justificación del estudio

Para mejorar la eficiencia del recurso hídrico en el canal "Colorada" en Lambayeque durante 2022-2023, fue crucial realizar una evaluación exhaustiva del estado actual del canal y de su eficiencia en la utilización del agua. Los trabajos de preingeniería, que incluyen estudios topográficos y de gestión ambiental, son esenciales para comprender mejor las condiciones actuales y proyectar mejoras. Identificar la disponibilidad del recurso hídrico mediante análisis del caudal disponible es fundamental para asegurar un diseño adecuado. Finalmente, el desarrollo de un presupuesto detallado permitió planificar y ejecutar las acciones necesarias para optimizar el uso del agua en el canal "Colorada", garantizando así un manejo sostenible y eficiente de este recurso vital para la región de Lambayeque.

1.5. Limitaciones de la investigación

Las limitaciones del estudio incluyeron restricciones en la accesibilidad a datos históricos precisos sobre el canal "Colorada", así como la disponibilidad de recursos técnicos y humanos especializados para llevar a cabo los estudios topográficos y de gestión ambiental necesarios. Además, surgieron desafíos en la estimación exacta del caudal de diseño debido a fluctuaciones climáticas y variaciones estacionales en el suministro de agua. Estas limitaciones influyeron en la precisión y alcance de las recomendaciones finales para mejorar la eficiencia del recurso hídrico en el canal durante el período especificado.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Internacionales

En este estudio de Liu et al (2024), proponemos un método de diseño físico para biochips microfluídicos que utiliza una arquitectura de almacenamiento distribuido de canales para mejorar la eficiencia operativa y reducir los costos de fabricación. Nuestra metodología se centra en gestionar cuidadosamente el volumen de fluido a almacenar en canales de almacenamiento temporal, integrando estrategias de colocación y enrutamiento co-diseñadas mediante el algoritmo de recocido simulado. Los resultados experimentales muestran que nuestro enfoque no solo reduce el tiempo de completación de bioensayos y minimiza la longitud de los caminos de flujo, sino que también disminuye el número de intersecciones, demostrando así su efectividad en mejorar el rendimiento y la fiabilidad de los resultados de bioensayos en los biochips microfluídicos.

En este estudio de Emara et al (2024), se presenta un concepto innovador de diseño de quemadores que utiliza el principio de vórtice para optimizar las características de combustión y cumplir con objetivos de eficiencia energética. El quemador propuesto emplea un enfoque único para generar vórtices de aire y combustible mediante cuatro ranuras opuestas distribuidas en dos conjuntos, cada uno con ángulos distintos. La inclusión de un canal dentro del revestimiento exterior permite ajustar finamente los ángulos de entrada, optimizando el proceso de doble vórtice. El objetivo principal es mejorar las características de combustión a través del principio de vórtice, introduciendo un componente de velocidad tangencial al flujo de aire o mezcla de combustible-aire al entrar en el quemador. Se realizaron mediciones sistemáticas en varios ángulos de entrada (0° , 15° , 30° , 45° y 60°) para identificar condiciones óptimas o cercanas a óptimas. El estudio incluye una comparación entre los campos de flujo generados por aletas en vórtice tradicionales y puertos de inyección inducidos por vórtice bajo condiciones de entrada idénticas, revelando una mayor estabilidad de llama y eficiencia de combustión en la configuración del último. La formación de zonas de recirculación alrededor del quemador, facilitada por velocidades incrementadas de chorro de aire exterior, promueve una mejor mezcla y estabilidad. Este estudio aporta conocimientos

valiosos sobre el diseño y optimización de quemadores, con implicaciones significativas para mejorar la eficiencia de combustión y la sostenibilidad ambiental.

Hong-Chen et al (2024) en este estudio se desarrolló un equipo hidráulico de irrigación por surge automático basado en doble flotador para mejorar la eficiencia de la irrigación en áreas de irrigación por canal y tuberías de transferencia de agua a baja presión. El equipo, equipado con una unidad de control mecánico de doble flotador, opera mediante la flotabilidad del agua para realizar la irrigación por surge de manera automática. Se caracteriza por su operación estable, bajo costo de inversión, conservación de recursos hídricos, ahorro de mano de obra, funcionamiento automático hidráulico y capacidad para cumplir diversos requisitos de irrigación por surge en la práctica. Este equipo es muy adecuado para los distritos de irrigación por surge en nuestro país, promoviendo el uso eficiente de los recursos hídricos.

Esta investigación de Chaulagain et al. (2024) tiene como objetivo desarrollar una tecnología para la generación de energía hidroeléctrica a partir de recursos de agua de ultra baja caída, desde la conceptualización hasta la prueba en laboratorio. Enfocándose en la generación de energía a partir de la caída de la sección de flujo de un canal abierto, se ha diseñado una nueva turbina hidroeléctrica con eje vertical y un rotor de flujo axial con palas fijas, planas y de espesor constante, incluyendo álabes de guía fijos, para una caída de 0.5 m y un caudal de 0.088 m³/s. Se llevaron a cabo varios experimentos, ajustando el nivel de control de la salida de flujo de 0.0 m a 0.5 m, creando condiciones que van desde el rotor libre hasta sumergido, lo cual es la novedad de esta investigación. Los resultados obtenidos para todas las variables independientes y dependientes se presentaron y discutieron para un flujo constante de 0.088 m³/s y una velocidad constante de 115 rpm. La incertidumbre en la medición fue de ± 1.85 % y la eficiencia máxima general obtenida fue del 53.8 % para un flujo 10 % por encima del caudal de diseño. La investigación concluyó que el uso del control de la salida de flujo es necesario para alcanzar la máxima eficiencia de la turbina a una altura específica y que la eficiencia general puede mejorarse aún más mediante la optimización del perfil de las palas.

Este estudio de Singh (2024) analiza los efectos a largo plazo de diversas estrategias de manejo sobre la profundidad de la capa freática y la salinidad del agua subterránea en áreas de riego, utilizando el modelo de balance de agua y salinidad SaltMod en una región de la India afectada por salinización e

inundaciones. La investigación busca mejorar la comprensión de los procesos dinámicos que causan desequilibrios en el sistema de riego, con potencial de aplicación a desafíos globales. Tras la calibración, validación y análisis de sensibilidad de los parámetros del modelo, se simularon futuros impactos de diferentes escenarios de gestión del agua. Los resultados mostraron un aumento continuo de los niveles de agua subterránea en la zona de estudio bajo las condiciones actuales, con un incremento promedio de 0.07 m anuales en el acuífero. Se recomendaron estrategias de manejo que incluyen la reducción del cultivo de arroz, la disminución del uso de agua de canales y el aumento de la utilización de agua subterránea. El escenario óptimo sugiere que ajustes menores de entre dos y ocho por ciento en varios insumos pueden prevenir la acumulación de agua y la salinización secundaria. La implementación de estas alternativas podría mitigar significativamente el aumento de los niveles de agua subterránea y el riesgo asociado de salinización secundaria en tierras de riego.

2.1.2. Nacionales

Díaz (2020), Se propuso la elaboración de un diseño avanzado de un sistema de irrigación para el distrito de Chambara, en la provincia de Concepción, Huancayo, empleando una metodología de naturaleza aplicada, descriptiva y de tipo no experimental. Los resultados obtenidos indicaron que la proyección de la demanda hídrica beneficiaría a setenta familias y que la implementación de un sistema de riego por aspersión optimizaría las condiciones del suelo franco arcilloso para un caudal de 12 litros por segundo, asegurando así su eficacia. El diseño hidráulico reveló la necesidad de 59 aspersores VYR 53, junto con 59 hidrantes de tipo I, para cubrir un área total de 32.5 hectáreas, ejecutando el riego en un tiempo estimado de 12 horas. Se concluyó que la optimización de las limitaciones del riego tecnificado por aspersión es factible siempre y cuando la demanda de caudal se gestione de manera eficiente.

El estudio de Jurado (2022), se propuso la optimización de la eficiencia de riego en Cotaquite, distrito de Kishuara, en Apurímac, con el objetivo de asegurar un suministro adecuado de agua durante los meses de la pequeña campaña agrícola y mejorar la eficiencia del riego por gravedad de 0.40 a un sistema tecnificado por aspersión con una eficiencia de hasta 0.75. El diseño abarca una superficie de 30 hectáreas e incluye un reservorio con una capacidad de 600 metros

cúbicos. Utilizando el software WaterCAD, se calcularon las especificaciones de las tuberías de PVC y se elaboraron planos hidráulicos y topográficos detallados de la zona. El diseño agronómico resultó en un caudal de demanda (Q_d) de 26.69 litros por segundo, con una frecuencia de riego de 7 días y tres cambios de posición de 4 horas cada uno. Se seleccionó el aspersor SENIGER 7025 RD-2, cuya velocidad de infiltración es de 8.96 mm/h, inferior a la capacidad de infiltración del terreno de prueba (15.65 mm/h). Se calcularon los caudales para cada uno de los hidrantes, agrupados en 7 conjuntos, y se concluyó que la suma de los caudales de cada grupo es inferior al caudal disponible, garantizando así la operatividad y eficiencia del sistema de riego implementado.

En esta investigación de Cieza & Quintana (2021) se evaluó la eficiencia de riego de los canales Huascarcocha y La Primavera, donde se utiliza el método de riego por gravedad, resultando en significativas pérdidas de agua por infiltración, escorrentía y desbordamientos. La información se obtuvo de usuarios y representantes del Comité de Usuarios de Agua de los canales, y se estimó una eficiencia de riego del 8.59 %, un valor muy bajo para este tipo de sistema. Actualmente, de cada 100 litros de agua captados del río Trancamayo, solo se aprovechan 8.59 litros para los cultivos, lo que ocasiona estrés hídrico y baja productividad. Por lo tanto, es necesario mejorar el sistema de riego mediante la construcción de obras hidráulicas, revestimiento de canales y transición a un sistema de riego por aspersión para utilizar el agua de manera más eficiente y aumentar la superficie agrícola.

2.1.3. Locales

Alvarez & Torres (2019), el objetivo primordial fue conceptualizar una estructura hidráulica utilizando un sistema de riego por aspersión, con el fin de incrementar la productividad de los cultivos. La metodología empleada fue de carácter descriptivo y no experimental. Como resultado, se determinó que el diseño hidráulico propuesto permitió la planificación integral de toda la infraestructura necesaria, incluyendo las obras civiles complementarias, la mano de obra, las maquinarias, herramientas, insumos y equipos requeridos. Se concluyó que el diseño de una estructura de riego por aspersión presenta un elevado coeficiente de uniformidad y optimiza el uso eficiente del agua.

Montoya (2021) en su tesis para obtener el título profesional, en Chiclayo, se propuso ejecutar el diseño hidráulico para acrecentar las condiciones hidráulicas del canal de conducción Espino, utilizando una metodología cuantitativa, con un diseño pre-experimental, de tipo aplicado, siendo su población el canal de conducción Espino del sector de riego Ferreñafe, con un área de 639.30 ha y una población beneficiada de 132 habitantes, como instrumentos de recolección de datos utilizaron la topografía y el estudio mecánica de suelos (EMS), como resultado de la evaluación diagnóstica se obtuvo que la mayoría de canales de tierra, los cuales se erosionan frecuentemente, una rasante baja, secciones variables, teniendo una eficiencia baja, del 25% al 35%, además, cuenta con una topografía con valores del 0.10% al 0.30% y una longitud de 4004.5 m, el EMS identificó un suelo tipo arcilla inorgánica de plasticidad media, para el diseño del canal, se identificó un caudal de diseño de 600 l/s, el estudio de impacto ambiental (EIA), teniendo un impacto ambiental se encuentra dentro de los parámetros establecidos, con un presupuesto de S/. 71 000.00, siendo un gasto de S/. 17.73 por metro, por último, el análisis de precios unitarios (APU) fue de S/. 2 522 471.51 considerando GG, utilidad e I.G.V. siendo un gasto de S/. 629.75 por metro construido de canal, en conclusión, el canal se diseñó con una sección trapezoidal para el Km 0+00 al 0+812.00, sección rectangular para el tramo km 0+820.00 al 0+872.00 y una sección trapezoidal del tramo km 0+872.00 al km4+005.49.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Topografía

La topografía juega un rol fundamental en el ámbito de la ingeniería civil. Su fundamento se sustenta principalmente en conceptos de geometría plana, geometría espacial, trigonometría y otras ramas matemáticas. Algunos expertos definen la topografía como "El conjunto de métodos para medir y determinar la posición relativa de puntos en, sobre o bajo la superficie terrestre, así como para ubicar puntos específicos". Esta disciplina se divide primordialmente en dos áreas: la planimetría y la altimetría (del Río Santana et al. (2020).

2.2.2. Planimetría

La planimetría en la topografía se refiere al conjunto de técnicas y procedimientos utilizados para representar los detalles de un terreno en una superficie plana a escala. Este enfoque de la planimetría se centra en la representación horizontal del terreno, omitiendo las características de relieve y altitud (del Río Santana et al. (2020).

2.2.3. Secciones transversales

Las secciones transversales son una representación que muestra los elementos de una carretera o un "corte" en dos dimensiones representado en una figura tridimensional. Otra perspectiva es visualizarlo como la intersección entre un plano bidimensional y una figura tridimensional. En el caso de cualquier figura tridimensional dada, la sección transversal varía según la orientación del plano o "corte" (Mosquera & López, 2022).

2.2.4. Estudio de mecánica de suelos (EMS)

El suelo puede encontrarse en su estado natural no alterado o bien compactado. La ingeniería geotécnica se centra en entender y prever el comportamiento de los suelos. Al igual que otros materiales de construcción, el suelo exhibe propiedades mecánicas vinculadas a la resistencia, compresibilidad y permeabilidad. Este estudio es muy importante para medir estas propiedades y así anticipar cómo se comportará el suelo cuando esté sometido a cargas en el entorno real, permitiendo así un diseño seguro de estructuras en el suelo, como terraplenes, presas, revestimientos de depósitos de residuos, bases de carreteras, entre otros (Alfaro Alejo & Espinoza Mamani, 2021)

2.2.5. Granulometría

Es la disposición de los diferentes tamaños de las partículas de un material pétreo, evaluado mediante el uso de tamices en un proceso conocido como análisis granulométrico (Huamani Curasma, 2020)

2.2.6. Corte directo

La falla por corte juega un rol crucial al analizar el comportamiento que el suelo puede presentar, por lo tanto, es esencial reconocer sus distintos tipos para evaluar la resistencia que posee frente a la fuerza de corte. Esta clase de falla

ocurre debido a la presión que el suelo experimenta al sostener las bases de las estructuras (Figueroa, 2021).

2.2.7. Contenido de humedad

El contenido de humedad es una magnitud que representa la cantidad de agua en un componente sólido y se puede expresar en términos de una base de masa seca o de una base de masa húmeda. A pesar de que ambas expresiones reflejan el contenido de humedad presente en una muestra, sus valores numéricos difieren, por ende, al representar el contenido de humedad sin especificar la base de masa, existe la probabilidad de incurrir en un error de interpretación (Martines & Lira, 2021).

2.2.8. Límites de consistencia

Los límites de consistencia o límites de plasticidad son empleados para describir el comportamiento de suelos finos y llevan el nombre del científico sueco Albert Mauritz Atterberg. Estos límites se fundamentan en la premisa de que en suelos de grano fino únicamente pueden existir cuatro condiciones de consistencia en función de su contenido de humedad. De esta manera, un suelo se encuentra en estado sólido cuando está completamente seco. A medida que se le añade agua gradualmente, va transicionando sucesivamente a los estados de semisólido, plástico y, finalmente, líquido (Lozada Pérez, et al., 2018).

2.2.9. Límite líquido

Esta característica se evalúa en un entorno de laboratorio utilizando un método estandarizado. En este procedimiento, se emplea una combinación de suelo y agua que puede ser moldeada y se coloca en la cuchara de Casagrande o copa de Casagrande. Posteriormente, se golpea de forma consecutiva contra la base de la máquina mientras se gira la manivela, con el objetivo de cerrar el surco previamente marcado en la muestra en una longitud de 12.7 mm (1/2"). Si se necesitan 25 golpes para que el surco se cierre, esto indica el límite líquido del suelo, expresado como la relación entre el peso del agua y el peso del suelo seco (Lozada Pérez, et al., 2018).

2.2.10. Límite plástico

Para evaluar la plasticidad de las arcillas, se han establecido diferentes criterios, entre los cuales destaca el propuesto por Atterberg. En primer lugar, este experto sugirió que la plasticidad no es una característica permanente de las arcillas, sino que depende de las circunstancias y del contenido de agua presente en ellas. El límite plástico se define como el nivel más bajo de humedad con el cual un suelo puede formar cilindros de 3 mm de diámetro al ser manipulado entre los dedos sobre una superficie lisa, hasta que dichos cilindros comienzan a agrietarse (Lozada Pérez, et al., 2018).

2.2.11. Índice de plasticidad

El índice de plasticidad señala el rango de contenido de humedad en el cual un material se encuentra en su estado plástico. Tanto el límite líquido como el límite plástico están condicionados por la cantidad y la naturaleza de la arcilla presente en el suelo, no obstante, el índice plástico depende generalmente de la proporción de arcilla en el suelo (Crespo, 2004).

2.2.12. Clasificación SUCS

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) segmenta los suelos en dos categorías: granulares y finos. En este sentido, un suelo se clasifica como grueso cuando más del 50% de sus partículas son retenidas en el tamiz N°200, mientras que se considera fino si más de la mitad de sus partículas atraviesa el tamiz N°200 (Crespo, 2004).

2.2.13. Estudio de impacto ambiental

El estudio de impacto ambiental (EslA) es un informe técnico de carácter interdisciplinario diseñado para prever, detectar, valorar y sugerir acciones preventivas o correctivas en relación a las consecuencias ambientales que determinadas acciones humanas pueden causar en la calidad de vida de las personas y su medio ambiente. (Coria, 2008).

- **Impacto positivo (+).** Se refiere a las consecuencias propicias o beneficiosas generadas por una actividad, proyecto o acción específica sobre el entorno (Coria, 2008).

- **Impacto negativo (-).** Alude a las consecuencias perjudiciales que una actividad, proyecto o acción específica genera en el entorno, lo cual implica daños a la diversidad biológica y un deterioro en la calidad ambiental, afectando tanto el aire, agua y suelo (Coria, 2008).

2.2.14. Análisis de costo

Es una evaluación sistemática cuya finalidad es descomponer y estudiar los distintos elementos que constituye los desembolsos vinculados a un proyecto, producto o servicio (Carveche, 2020).

2.2.15. Metrado

El metrado es un grupo sistematizado de información recopilada o adquirida a través de mediciones, preferiblemente restringidas y excluyendo mediciones a escala, es decir, haciendo uso del escalímetro. Los metrados se realizan con el propósito de cuantificar la magnitud de la tarea a ejecutar (Norma Técnica, 2011).

2.2.16. Análisis de Precios Unitarios (APU)

El análisis de precios unitarios juega un papel fundamental puesto que no solo contempla los costos directos e indirectos asociados con materiales, mano de obra, entre otros, sino también imprevistos o circunstancias particulares que puedan surgir durante la ejecución del trabajo (Hernandez, 2020).

2.2.17. Presupuesto

El presupuesto se configura como un registro financiero que expone la totalidad de los desembolsos proyectados para un período específico, junto con el desglose de los ingresos anticipados con el fin de respaldar dicha financiación (Ramírez de Arellano, 2014).

2.3. Definición de términos

Recuso hídrico

Los recursos hídricos son definidos como aquellos recursos que abarcan agua dulce y salobre, indistintamente de su calidad, en cuerpos de agua continentales, incorporadas aguas superficiales y subterráneas (CEPAL, 2022).

La calidad del agua empleada en la mezcla puede incidir de manera significativa en el desempeño del concreto. Es imprescindible que el agua cumpla con los requisitos estipulados en la normativa, siendo preferible que sea agua potable. En caso de no contar con agua potable, se requerirán pruebas adicionales para evaluar su adecuación para el uso en la mezcla de concreto (Huamani Curasma, 2020).

Eficiencia del recurso hídrico

Se focaliza en la habilidad para emplear el agua de forma óptima y sostenible con el propósito de cubrir las demandas tanto humanas como ecosistémicas (CEPAL, 2004).

Pérdidas por conducción

Son reducciones en el volumen de agua que tienen lugar durante su traslado a través de sistemas de irrigación o canales, las cuales pueden originarse por filtraciones en el suelo, procesos de evaporación u otras modalidades de escape (Municipalidad de Roldán, 2017).

Diseño de canales

La problemática sobre los diseños surgen de los canales se manifiesta al conocer el caudal (Q) a llevar, la pendiente (S) disponible conforme a la topografía y la rugosidad (n) de las paredes del canal. Si se poseen esos datos de manera sencilla, se puede encontrar la ecuación con los valores correspondientes al módulo de sección $A R_h^{2/3}$ (Asalde, 2020).

Caudal

Es la proporción de fluido que recorre mediante una sección del ducto (cañería, río, canal, tubería, oleoducto) por unidad de tiempo. Generalmente se reconoce con el flujo volumétrico o volumen que atraviesa por un área establecida en dicha unidad de tiempo.

Caudal de diseño

Es la proporción que se debe de tener para el diseño requerido, que ya viene pasando por un tiempo predeterminado, en varias ocasiones se puede decir que es el volumen que llega a pasar con por un espacio determinado y en un tiempo en específico (Asalde, 2020).

Secciones transversales

Su sección transversal debe tener la forma y el tamaño suficientes para adaptarse al terreno del sitio de excavación del canal y al mismo tiempo ser la más económica. Sin embargo, dependiendo del material del cual se excava el canal, se recomienda distinguir entre canales revestidos y no revestidos (Asalde, 2020).

Eficiencia hidráulica

Es un parámetro empleado para analizar las pérdidas de agua a lo largo de la trayectoria del canal con el propósito de optimizar la condición de conservación de la misma (PSI, 2004).

Máxima eficiencia hidráulica

El tramo de mayor eficiencia hidráulica es el tramo con menor perímetro mojado bajo la misma área. En pocas palabras, se refiere al área mojada mínima requerida para impulsar un caudal determinado sobre una rugosidad, pendiente y geometría (Asalde, 2020).

Infiltración

Es un fenómeno por el cual el agua penetra en el suelo desde su superficie (Yañez et al., 2017).

Rugosidad

Alude a la textura específica de cada material y su condición de preservación, manifestando variaciones en términos de dimensiones y forma (Yañez et al., 2017).

Pendiente

Hace referencia a la inclinación o desnivel de una superficie terrestre (Comino et al., 2016).

Talud

El tramo de mayor eficiencia hidráulica es el tramo con menor perímetro mojado en una misma zona. En pocas palabras, se refiere al área mojada mínima

requerida para controlar un caudal determinado sobre una rugosidad, pendiente y geometría determinadas (Villón, 2007).

Velocidad mínima permisible

Se aconseja diseñar un canal revestido con una velocidad mínima de 0.4 a 1.0 m/s para prevenir la acumulación de materiales suspendidos (Asalde, 2020).

Velocidad máxima permisible

En canales revestidos, las máximas velocidades varían entre 1.5 y 3 m/s en segmentos rectos. Y en segmentos curvos, en áreas donde se encuentran puertas, partidores, entre otros, se aconseja la velocidad de 1 m/s (Asalde, 2020).

Borde libre

El borde libre se refiere a la separación o altura desde la superficie del líquido (usualmente agua) hasta el nivel más alto del canal. Se denomina borde libre ya que, bajo ciertas circunstancias, permite que las olas del agua se desplacen sin romper el canal. Otra particularidad es la inclinación longitudinal del fondo del canal, imprescindible para el movimiento del agua (Castellanos, et al., 2017).

Canales

Un canal representa un conducto por el cual el agua fluye de forma superficial, y su origen puede ser tanto natural como artificial. Los canales naturales abarcan todos los cursos de agua existentes en la naturaleza, que van desde pequeños arroyos en terrenos montañosos hasta ríos extensos, lagunas pequeñas y grandes, y mares. Los canales artificiales son aquellos creados o desarrollados por la intervención humana, tales como canales de vegetación, vías de agua de plantas hidroeléctricas, sistemas de riego, desagües, canales de desvío, estructuras de madera, así como canales a escala diseñados en laboratorios para propósitos experimentales. Además, existen casos específicos en ciudades afectadas por inundaciones repentinas debido a fuertes lluvias, donde las calles pueden convertirse en canales temporales (Castellanos, et al., 2017).

- **Canal primario.** Es una estructura de conducción hídrica de dimensiones superiores y de mayor capacidad, destinada al transporte principal de agua desde fuentes de abastecimiento, tales como ríos o embalses (Farfán, 2022).
- **Canal secundario.** Es una estructura de conducción hídrica de dimensiones intermedias que se derivan de canales primarios, cuya finalidad es la distribución del agua hacia áreas agrícolas más específicas (Farfán, 2022).

- **Canal de tercer orden.** Se derivan de canales secundarios y tienen como finalidad el transporte de agua hacia parcelas agrícolas individuales (Farfán, 2022).

Juntas

Son interrupciones deliberadas en la homogeneidad del concreto con el fin de asimilar las deformaciones que puedan surgir, las cuales abarcan desde los desplazamientos estructurales predecibles hasta las alteraciones volumétricas hidráulicas y los impactos derivados en cambios térmicos (Rivva, 2007).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La elaboración e implementación de una propuesta técnica basada en el diagnóstico del estado actual del canal “Colorada”, los estudios de preingeniería (topografía y mecánica de suelos), la evaluación de la disponibilidad hídrica y la formulación de un presupuesto detallado, permitirá mejorar significativamente la eficiencia del recurso hídrico en dicho canal, optimizando su funcionamiento durante el período 2022–2023.

2.4.2. Hipótesis específicas

- La evaluación integral de la eficiencia actual del canal “Colorada” en el uso del recurso hídrico, podrá identificar con precisión las deficiencias estructurales e hidráulicas que limitan su rendimiento operativo.
- La ejecución de trabajos de preingeniería, tales como el levantamiento topográfico y el estudio de mecánica de suelos (EMS), obtendrá los parámetros técnicos necesarios para el diseño eficiente del canal.
- El cálculo preciso de la disponibilidad del recurso hídrico a través del análisis del caudal de diseño, permitirá dimensionar adecuadamente la infraestructura para cubrir las demandas de riego de las áreas beneficiadas.
- La elaboración de un presupuesto técnico-económico detallado que incluya el análisis de precios unitarios (APU), garantizará la viabilidad financiera del proyecto para la mejora de la eficiencia hídrica del canal “Colorada”.

2.5. Variables

2.5.1. *Variable independiente*

Propuesta de solución

2.5.2. *Variable dependiente*

Eficiencia del recurso hídrico

2.5.3. Operacionalización de la variable

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de Medición
Eficiencia del recurso hídrico	Es la relación entre el volumen de agua efectivamente utilizado en el riego de cultivos y el volumen total de agua disponible o suministrado a través del canal, minimizando pérdidas por filtraciones, evaporación u otras causas.	Se medirá mediante la evaluación del volumen de agua ingresado al canal y el volumen que efectivamente llega a las parcelas, considerando factores técnicos e infraestructurales que influyen en las pérdidas.	Topografía	Planimetría Perfil longitudinal Sección Transversal	- Evaluación de infraestructura	Km, m2
			Estudio de mecánica de suelos	Granulometría Corte directo Contenido de humedad Clasificación de suelos		%
			Análisis de costos	Metrado APU Presupuesto		m, m2, m3, Soles
Propuesta de solución	Conjunto de acciones técnicas, de gestión o estructurales diseñadas para mejorar el uso eficiente del agua en el canal.	Se expresará en alternativas concretas como revestimiento del canal, instalación de dispositivos de control, mantenimiento periódico y capacitación a usuarios.	- Solución técnica - Gestión del recurso - Participación de usuarios	- Tipo de solución propuesta (técnica/gestión/mixta) - Frecuencia de mantenimiento - Nivel de involucramiento de los usuarios en la gestión	Caudal	M3/s

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo y nivel de investigación

Tipo de Investigación: La investigación se enmarcó en un enfoque cuantitativo y tipo aplicada. El enfoque cuantitativo se refiere a la medición numérica y análisis estadístico de datos para evaluar la eficiencia actual del canal y determinar la disponibilidad del recurso hídrico. Además, el tipo aplicada se evidencia en la aplicación práctica de los resultados para ejecutar trabajos de preingeniería y realizar propuestas técnicas de mejora en el diseño del canal.

Cuantitativa: Se utilizaron mediciones numéricas para evaluar la eficiencia actual y determinar el caudal de diseño del canal.

Aplicada: Los resultados de la investigación se aplicaron directamente en la ejecución de trabajos de preingeniería y en la propuesta técnica para mejorar la eficiencia del recurso hídrico en el canal.

3.2. Descripción del ámbito de la investigación

Se basó en una metodología detallada que comprende varias etapas críticas. Inicialmente, se evaluó exhaustivamente la eficiencia actual del canal "Colorada" en la utilización del recurso hídrico, analizando el estado operativo y los factores que limitan su rendimiento. Posteriormente, se llevó a cabo trabajos de preingeniería indispensables, incluyendo estudios topográficos detallados y la evaluación del estado mecánico y estructural (EMS) del canal.

Además, se realizó un análisis detallado de la disponibilidad del recurso hídrico en el canal, evaluando el caudal disponible y proyectando las necesidades futuras para asegurar un diseño óptimo. Asimismo, se elaboró un presupuesto completo para las mejoras propuestas, detallando los precios unitarios de los materiales y servicios necesarios, con el APU especificado en los anexos correspondientes.

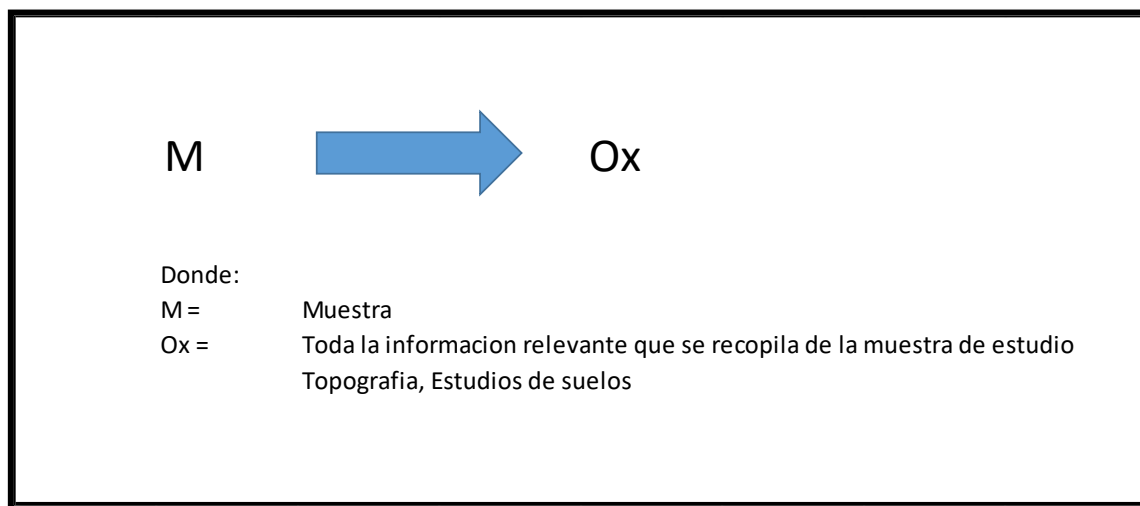
3.3. Población y muestra

Con respecto a la población, Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) mencionan que es un conjunto de personas, fenómenos, casos u objetivos que

cumplen con determinados criterios o particularidades para ser estudiados. En este caso, la población fue el canal “Colorada” en el departamento de Lambayeque.

La muestra seleccionada estuvo constituida por el punto de muestra denominado canal “Colorada” del cual se reunieron los datos representativos necesarios para el desarrollo de la investigación.

Figura 1. *Cuadro de muestras*



Nota: Elaboración propia

3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

El estudio utilizó técnicas de investigación aplicadas, enfocadas en la evaluación técnica y económica del sistema de riego del canal "Colorada" en Lambayeque durante el período 2022-2023. Se emplearon métodos de análisis de eficiencia del recurso hídrico, estudios de topografía y elaboración de Estudios de Mecánica de Suelos (EMS) para determinar las condiciones actuales y necesidades futuras del canal. Además, se realizó un análisis presupuestario detallado para el mejoramiento del sistema, considerando precios unitarios específicos que se detallarán en los anexos correspondientes.

3.5. Validez y confiabilidad del instrumento

Los instrumentos utilizados incluyeron equipos de medición topográfica, software especializado para análisis hidráulico y de mecánica de suelos, así como herramientas para la recolección y análisis de datos económicos y financieros. Se emplearon técnicas de muestreo estratificado para evaluar la disponibilidad y

calidad del recurso hídrico, asegurando un enfoque integral en la identificación de soluciones viables para mejorar la eficiencia del canal "Colorada".

Tabla 1. Técnicas e instrumentos

Técnica	Instrumento y/o Materiales
La observación directa	▪ GPS ▪ Cámara ▪ Libretas de campo
Procesamiento de datos	▪ Formatos para el registro de información. ▪ Software / h canales ▪ Google earth

3.6. Plan de recolección y procesamiento de datos

El procedimiento que se plantea para esta investigación se dividió en las siguientes fases:

Fase 1. Recopilación de datos

Se llevó a cabo la recopilación de toda la data necesaria para poder desarrollar los objetivos planteados en la presente investigación. Entre ellos destacan la información bibliográfica de todos los puntos a desarrollar en este proyecto, datos de la zona de estudio.

Fase 2. Caracterización de la topografía de la zona de estudio

Se realizó la caracterización de la topografía de la zona de estudio por medio del procesamiento de imágenes satelitales en los DEM; así como la delimitación de la subcuenca de estudio por medio del software ArcGis para determinar los parámetros geomorfológicos de la cuenca.

Fase 3. Estudio hidrológico

Se desarrolló a partir del cálculo de las precipitaciones máximas de acuerdo a la data del SENAMHI obtenida respecto al registro histórico, en donde se debe realizar un análisis de consistencia de datos por medio de una prueba de ajuste de acuerdo distintas distribuciones probabilísticas con el fin de determinar cuál es la que más acerca a cumplir los parámetros establecidos para obtener las precipitaciones máximas.

Este estudio incluyó la evaluación de equipos y herramientas necesarios para la investigación, así como la especificación de los materiales requeridos. El análisis y procesamiento de datos se enfocaron en la recopilación, interpretación y aplicación de la información obtenida durante el desarrollo de la investigación.

Este enfoque metodológico aseguró un análisis exhaustivo y una propuesta técnica integral para abordar la baja eficiencia del recurso hídrico en el canal "Colorada" de Lambayeque, contribuyendo así al mejoramiento sustentable de la gestión del agua en la región.

CAPITULO V. INGENIERÍA DEL PROYECTO

4.1. Topografía

La zona analizada se sitúa a una altitud de 25.00 a 35.00 m.s.n.m. La topografía del área es ondulada, presentando una pendiente máxima de 0.00024 en los terrenos del trazo del canal. La longitud total del canal es de 1.471 km.

A continuación, se muestran los puntos de control:

Tabla 2.

Puntos de control geodésico

PUNTOS GEODESICOS (PUNTOS DE CONTROL)			
Descripción	Este	Norte	Altura
LAM03246	LAM03246	LAM03246	LAM03246
624799.952	624799.952	624799.952	624799.952
9260045.350	9260045.350	9260045.350	9260045.350

Del recorrido por el canal, se extrajo la siguiente información:

Tabla 3.

Características de canal

Características de canal					
Canal	Long	Caudal	Ancho	Altura	Pendiente (s)
Ramal La Colorada	1 + 471 km	0.480 m ³ /s	0.6 / 1 m	0.9 m	0.00024

Adicionalmente, en el recorrido de la zona de estudio, exactamente alrededor del canal, se visualizaron diversas obras de arte como: partidores, puentes-alcantarillas, pasos para peatones, tomas laterales y retenciones de las cuales se identificaron su posición, características y detalles que se detallan en las siguientes tablas:

Tabla 4.*Características del pase peatonal.*

Pase peatonal								
Canal	N°	Progresiva	Descripción	b(m)	x(m)	H(m)	L(m)	L total(m)
Ramal La Colorada	1	0 + 503	Pase Peatonal	0.60	0.85	0.90	2.40	2.90
	2	0 + 942	Pase Peatonal	0.60	0.85	0.90	2.40	2.90

Tabla 5.*Características de las retenciones*

Retenciones										
Canal	N°	Progresiva	Descripción	Caudal (m ³ /s)	Long. (m)	Pendiente (s)	H (m)	A (m)	B (m)	C (m)
Ramal La Colorada	1	0 + 059	Retención 01	0.48	3.00	0.00024	0.90	0.60	0.60	1.00
	2	0 + 417	Retención 02	0.48	3.00	0.00024	0.90	0.60	0.60	1.00
	3	0+ 905	Retención 03	0.48	3.00	0.00024	0.90	0.60	0.60	1.00
	4	1 + 034	Retención 04	0.48	3.00	0.00024	0.90	0.60	0.60	1.00
	5	1 + 285	Retención 05	0.48	3.00	0.00024	0.90	0.60	0.60	1.00

Tabla 6.*Características de las tomas laterales*

Toma laterales										
Canal	N°	Progresiva	Margen	Descripción	Caudal (m3/s)	Altura (m)	Caudal (m3/s)	Altura (m)	Ancho (m)	Pendiente (s)
Ramal La Colorada	1	0 + 058	M.I	TOMA LATERAL	0.20	0.90	0.48	0.90	0.60	0.0024
	2	0 + 416	M.I	TOMA LATERAL	0.20	0.90	0.48	0.90	0.60	0.0024
	3	0+ 763	M.I	TOMA LATERAL	0.20	0.90	0.48	0.90	0.60	0.0024
	4	0 + 904	M.I	TOMA LATERAL	0.20	0.90	0.48	0.90	0.60	0.0024
	5	1 + 033	M.I	TOMA LATERAL	0.20	0.90	0.48	0.90	0.60	0.0024
	6	1 + 212	M.I	TOMA LATERAL	0.20	0.90	0.48	0.90	0.60	0.0024
	7	1+ 265	M.I	TOMA LATERAL	0.20	0.90	0.48	0.90	0.60	0.0024
	8	1 + 275	M.I	TOMA LATERAL	0.20	0.90	0.48	0.90	0.60	0.0024
	9	1 +284	M.I	TOMA LATERAL	0.20	0.90	0.48	0.90	0.60	0.0024
	10	1 + 403	M.I	TOMA LATERAL	0.20	0.90	0.48	0.90	0.60	0.0024

4.2. Mecánicas de suelos

Tabla 7.

Perfil estratigráfico – canal La Colorada

Calicata/muestra	C1 – M1	C2– M1	C3 – M1	C4 – M1	C5 – M1	P1 – M1
Coordenadas UTM Sistema WGS 84	E:624926 N: 9261458	E:625087 N: 926046	E:65117 N:9262345	E:624926 N:9262289	E:624926 N: 9262473	E:624926 N: 9261224
Profundidad	0.20 a 2.00	0.20 a 2.00	0.20 a 2.00	0.20 a 2.00	0.20 a 2.01	0.20 a 1.30
Sales (%)	0.032	0.000	0.000	0.000	0.022	0.060
Humedad (%)	18.45	8.05	19.71	19.38	17.76	20.85
Límite líquido (%)	42.30	36.98	41.92	38.87	36.82	45.46
Límite plástico	23.10	19.22	20.33	18.47	17.79	21.89
Índice plástico	19.20	17.76	21.59	20.40	19.03	23.57
Cohesión (kg/cm2)	0.41	0.39	0.41	0.39	0.38	-----
Angulo de Fricción interna (°)	11	12	10	10	11	-----
Densidad Natural (gr/cm3)	1.725	1.816	1.811	1.784	1.794	-----
Densidad Saturada (gr/cm3)	1.820	1.950	1.876	1.869	1.902	-----
Clasificación SUCS	CL	CL	CL	CL	CL	CL

La tabla previa muestra que el suelo más común es de arcilla, con un índice de plasticidad medio del 20%, lo que indica una plasticidad media. El porcentaje medio de humedad es del 17%.

Nota. Tomado de "Carrasco, H. & Gamonal, R."

4.2.1. Contenido de sales

Canal La Colorada: pozo P1-M1 y vale 0.060% (600 ppm o mg/kg si se extrapola de manera directa a proporción en peso seco), con este valor se interpreta como un suelo con ausencia de sales, para el cual se sugiere usar cemento Tipo I, además respecto a la resistencia, de acuerdo al Uniform Building Code, debe ser de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, para los elementos que van a permanecer en contacto superficial con el suelo y la humedad.

4.2.2. Expansibilidad

Este canal presenta un límite líquido de 45.46% y un índice de plasticidad de 23.57%. De acuerdo a la clasificación de Holtz y Gibbs el nivel expansivo del suelo es medio, y la variación del volumen del suelo de un estado seco al estado saturado está por encima del 20%.

4.3. Hidrología

4.3.1. Oferta de agua

Proporcionada por el canal Cadape con 1,151 l/s, luego del partidore para el canal La colorada se tiene un caudal de 483 l/s.

4.3.2. Demanda de agua

Tipo de suelo

Los datos del tipo de suelo se recolectaron en terreno y los resultados se procesaron con el método del tacto. Por lo tanto, la zona a cultivar se define como Franco Arcillosa. También se consideraron investigaciones previas en el contexto del proyecto llevado a cabo por La Autoridad Nacional del Agua, las cuales nos presentan estudios agronómicos con resultados parecidos para estas áreas.

Evaporación potencial

Contando con los valores proporcionados por la estación meteorológica de la información secundaria se ha determinado el valor de la evapotranspiración mensual, ver

Figura 2.

Datos de la estación meteorológica

ESTACION METEREOLÓGICO												
Distrito		: LAMBAYEQUE						Longitud		: 79° 54' 35.4" Oeste		
Provincia		: LAMBAYEQUE						Latitud		: 6° 44' 3.75" Sur.		
Unidad Hidrográfica		: LAMBAYEQUE						Altitud		: 18m.s.n.m.		
Variables:	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Temperatura máxima media mensual (°C)	28.26	29.23	28.98	27.46	25.01	23.33	22.48	22.31	22.73	23.30	24.45	26.38
Temperatura mínima media mensual (°C)	19.75	21.09	20.66	19.11	17.57	16.45	15.75	15.24	15.20	15.72	16.52	18.02
Temperatura media mensual (°C)	24.00	25.16	24.82	23.28	21.29	19.89	19.11	18.77	18.97	19.51	20.48	22.20
Humedad Relativa (%)	76.68	79.43	79.33	81.64	81.09	78.43	80.93	82.45	80.76	78.03	78.93	76.34
Precipitación (mm) 1/	1.36	7.20	10.84	2.76	0.41	0.65	0.06	0.00	0.35	0.89	1.28	1.33
Velocidad del viento (m/s)	5.48	4.13	4.23	4.63	5.18	5.00	5.03	4.73	5.98	5.70	6.10	5.80
Horas de sol	7.60	5.90	6.70	5.60	6.53	5.03	4.73	5.96	5.70	5.70	6.10	5.80

A partir de estos valores se obtienen los valores de evapotranspiración potencial

Figura 3.

Datos de evapotranspiración potencial

Mes	Rad	ET _o
	MJ/m ² /día	mm/día
Enero	-3.6	2.29
Febrero	-0.8	1.77
Marzo	2.6	1.86
Abril	7.6	2.52
Mayo	14.1	3.43
Junio	15.6	3.68
Julio	14.1	3.17
Agosto	9.8	2.4
Septiembre	4	1.83
Octubre	0	1.91
Noviembre	-2.4	1.99
Diciembre	-3.3	2.33
Promedio	4.8	2.43

En base a la Entonces se obtienen el dato que la mayor evapotranspiración ocurre en el mes de Junio, mientras el valor menor es en Febrero.

Kc de cultivo

Tabla 8.

Kc de los cultivos, situación sin y con proyecto en el canal La Colorada

Cultivo	Área (Ha)	KC											
		Ene	Feb	Mar	Ab	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Arroz	0.05	0.90	1.10	1.10	0.70	0.70	0	0	0	0	0	1.15	1.15
Algodón	711.09	1.20	1.20	1.20	0.90	0.80	0	0	0	0	0	1.10	1.10
KC ponderado	711.14	1.20	1.20	1.20	0.9	0.8	0	0	0	0	0	1.15	1.15

Nota. Tomado de "Carrasco & Gamonal"

Precipitación efectiva

Figura 4.

Valores de precipitación efectiva.

	Precipit.	Prec. efec
	mm	mm
Enero	1.4	1.4
Febrero	7.2	7.1
Marzo	10.8	10.7
Abril	2.8	2.7
Mayo	0.4	0.4
Junio	0.7	0.6
Julio	0.1	0.1
Agosto	0.0	0.0
Septiembre	0.3	0.3
Octubre	0.9	0.9
Noviembre	1.3	1.3
Diciembre	1.3	1.3
Total	27.2	26.9

Nota. Tomado de "Carrasco & Gamonal"

Área total de parcelas

En base a los datos de Carrasco & Gamonal (2022), el canal La Colorada contribuye al riego de las siguientes áreas de cultivos, ver

Tabla 9.

Área Total beneficiada sin proyecto

Cultivos	Ha
Algodón	15.58
Arroz	589.88
Total	605.46

Tabla 10.

Área total beneficiada con proyecto

Cultivo	Ha
Algodón	0.05
Arroz	711.03
Total	711.14

Nota. Tomado de Carrasco & Gamonal (2022).

Se concluye con el calendario de siembra y áreas con proyecto, ver **Tabla 11**, basado en Carrasco & Gamonal (2022).

Tabla 11.

Calendario de siembra y áreas con proyecto

Cultivo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	ha
Algodón													0,05
Arroz													711,09
Total													711,14

Teniendo en cuenta los datos previos, se ha establecido la necesidad de agua para cada cultivo, tanto en situaciones sin proyecto como con proyecto, las cuales se presentan a continuación:

Tabla 12.*Caudal demandado por los cultivos sin proyecto*

Sin Proyecto													
Parámetro	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
arroz	l/s	1054,46	729,71	736,12	849,71	1065,49	0	0	0	0	0	837,09	983,55
algodón	l/s	20,78	17,45	17,53	17,25	24,61	0	0	0	0	0	23,14	21,18
Q total	l/s	1075,24	747,16	753,65	866,96	1090,1	0	0	0	0	0	860,23	1004,73
área - arroz	ha	589,88	589,88	589,88	589,88	589,88	589,88	589,88	589,88	589,88	589,88	589,88	589,88
área - algodón	ha	15,58	15,58	15,58	15,58	15,58	15,58	15,58	15,58	15,58	15,58	15,58	15,58
Area	ha	605,46	605,46	605,46	605,46	605,46	605,46	605,46	605,46	605,46	605,46	605,46	605,46
Mod. Riego	l/s/ha	1,77590592	1,23403693	1,24475605	1,43190302	1,80044925	0	0	0	0	0	1,4207875	1,65944901

Tabla 13.*Caudal demandado por los cultivos con proyecto*

Con Proyecto													
Parámetro	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
arroz	l/s	1112,24	769,7	776,45	896,26	1123,87	0	0	0	0	0	882,96	1037,44
algodón	l/s	0,06	0,05	0,05	0,05	0,07	0	0	0	0	0	0,06	0,06
Q total	l/s	1112,3	769,75	776,5	896,31	1123,94	0	0	0	0	0	883,02	1037,5
área - arroz	ha	711,09	711,09	711,09	711,09	711,09	711,09	711,09	711,09	711,09	711,09	711,09	711,09
área - algodón	ha	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Area	ha	711,14	711,14	711,14	711,14	711,14	711,14	711,14	711,14	711,14	711,14	711,14	711,14
Mod. Riego	l/s/ha	1,56410833	1,08241696	1,09190877	1,26038473	1,58047642	0	0	0	0	0	1,24169643	1,45892511

Según la **Tabla 12** los cultivos necesitan del siguiente caudal 1.12394 (m³/s) o 1123.94 (l/s) para abastecer las 711.14 has a regar por el canal “La Colorada”. Entonces el balance hídrico:

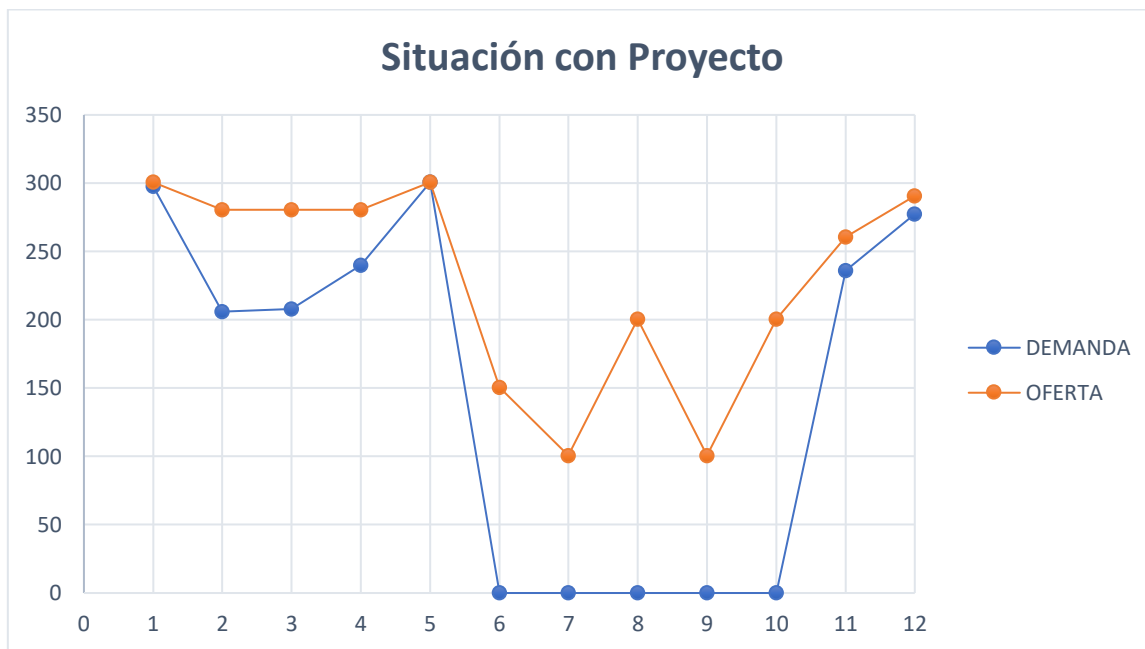
Tabla 14.*Balance hídrico*

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Oferta (l/s)	1123,94	1123,94	1123,94	1123,94	1123,94	1123,94	1123,94	1123,94	1123,94	1123,94	1123,94	1123,94
Oferta (m3/s)	1,12394	1,12394	1,12394	1,12394	1,12394	1,12394	1,12394	1,12394	1,12394	1,12394	1,12394	1,12394
Oferta (MMC)	3,00679508	2,80679508	2,80679508	2,80679508	3,00679508	3,00679508	3,00679508	3,00679508	3,00679508	3,00679508	3,00679508	3,00679508
algodón	0,06	0,05	0,05	0,05	0,07	0	0	0	0	0	0,06	0,06
arroz	1112,24	769,7	776,45	896,26	1123,87	0	0	0	0	0	882,96	1037,44
Demanda Cult (l/s)	1112,3	769,75	776,5	896,31	1123,94	0	0	0	0	0	883,02	1037,5
Demanda Total (l/s)	1112,3	769,75	776,5	896,31	1123,94	0	0	0	0	0	883,02	1037,5
Demanda Total (m3/s)	1,1123	0,76975	0,7765	0,89631	1,12394	0	0	0	0	0	0,88302	1,0375
Demanda (MMC)	2,97565543	2,05925629	2,07731407	2,39783307	3,00679508	0	0	0	0	0	2,36227929	2,77554842
Balance	11,64	354,19	347,44	227,63	0	1123,94	1123,94	1123,94	1123,94	1123,94	240,92	86,44
	0,01164	0,35419	0,34744	0,22763	0	1,12394	1,12394	1,12394	1,12394	1,12394	0,24092	0,08644
	0,03113965	0,94753879	0,92948101	0,60896201	0	3,00679508	3,00679508	3,00679508	3,00679508	3,00679508	0,64451578	0,23124666
algodón	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
arroz	711,09	711,09	711,09	711,09	711,09	711,09	711,09	711,09	711,09	711,09	711,09	711,09
Total	711,14	711,14	711,14	711,14	711,14	711,14	711,14	711,14	711,14	711,14	711,14	711,14

Al llevar a cabo el balance, se nota que la oferta satisface toda la necesidad de agua de los cultivos durante todo el año, sin que haya ninguna fuga o carencia de agua. También es posible verificarlo de manera gráfica, como se ilustra en la siguiente imagen.

Figura 5.

Figura 5.
Balance hídrico



4.4. Características agrologicas

Para analizar el suelo desde la perspectiva de su aporte de nutrientes y las necesidades para satisfacer las necesidades de los cultivos, se llevó a cabo la recolección de 2 muestras en un solo lugar de muestreo.

Figura 6.
Puntos de muestreo de suelos en el ámbito de influencia del canal La Colorada

Sector de riego	N° de muestra	Puntos	Coordenadas UTM		WGS (1984)
			Este	Norte	Altitud
La Colorada	1	P2	624522.174	9261743.471	28.15

En la siguiente tabla, se muestran los valores de las características fisicoquímicas de los suelos sobre el cual se encuentra establecido el canal La Colorada:

Figura 7.*Características físicoquímicas de los suelos de La Colorada*

N° de Muestra	Sector de riesgo	P (ppm)	K(ppm)	pH	M.O (%)	Al (meq/100g)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)
Resultado	La Colorada	6.68	240	5.10	3.36	5.18	30	20	50
Interpretación		Bajo	Medio	Ácido	Medio	Con problema	Arcilloso		

La **Figura 7** indica que las parcelas de este sector que se beneficiará del proyecto tienen valores de pH extremadamente ácidos, afectados por los niveles medio-altos de materia orgánica, una característica común de los suelos; debido a esto, los niveles de aluminio están elevados, lo que resulta tóxico para algunos cultivos, además de obstaculizar la absorción de fósforo mucho más si los niveles son bajos; en este contexto, estos suelos requieren un enmienda. En relación al potasio, su contenido es moderado; no obstante, su disponibilidad es reducida debido al pH.

5.1. Descripción de las estructuras hidráulicas

Para el cálculo de las construcciones que integrarán la infraestructura de riego, se han respetado los criterios, consideraciones y parámetros fundamentales de diseño que se detallan a continuación.

Canal principal (Canal La Colorada)

Este es un canal de concreto simple con las siguientes características:

- Longitud del canal: 1+470.95 m.
- Es de sección trapezoidal con las características geométricas siguientes: b: 0.60 x h: 0.90m.
- El caudal de diseño considerado es de $Q = 0.483 \text{ l/s}$
- Según la topografía y la pendiente que se tiene, se ha considerado diseñar con una pendiente de $s = 0.00025 \text{ m/m}$
- El coeficiente de rugosidad es de, $n = 0.013$ para régimen sub-crítico.

Tabla 15.*Características hidráulicas y geométricas del canal La Colorada*

Tramo	Sección tipo	Caudal m ³ /s	S m/m	n	Z	B	b	Y	H	V	A	P	E	T	F	Tipo de flujo
0 + 000 – 0 + 397.02	Trapezoidal	0.483	0.00260	0.013	1.0	2.40	0.60	0.65	0.90	0.5957	0.8108	2.4359	0.6672	1.8982	0.2910	Subcrítico
0 +397.02 – 0 + 943.24	Trapezoidal	0.483	0.00260	0.013	1.0	2.40	0.60	0.65	0.90	0.5957	0.8108	2.4359	0.6672	1.8982	0.2910	Subcrítico
0 + 943.24 – 1 + 470.95	Trapezoidal	0.483	0.00240	0.013	1.0	2.40	0.60	0.65	0.90	0.5781	0.8354	2.4724	0.6790	1.9240	0.2801	Subcrítico

Figura 8.

Características del canal

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS		
b	=	0.60 m
Z	=	1
T	=	1.952 m
P	=	2.47 m
H	=	0.9 m

CARACTERISTICAS HIDRAULICAS		
Q	=	0.483 m ³ /s
y	=	0.68 m
V	=	0.58 m/s
S	=	0.00024 m/m
n	=	0.013
A	=	0.84 m ²
R	=	0.338 m
F	=	0.283
BL	=	0.20 m

Obras de arte

Existen obras de arte actualmente pero no cumplen con las funciones para las cuales fueron colocadas.

Tomas laterales

Existen estructuras construidas artesanales, sin embargo, estas secciones no satisfacen las necesidades hidráulicas, por lo que serán retiradas. Estas secciones son de corte rectangular de hormigón con empalmes de transiciones de piedra asentada y emboquillada en hormigón $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ ($e=0.25\text{m}$) al ser entregadas a la sección en tierra ya existente del canal.

Retenciones

Además, es importante destacar que existen retenciones construidas de manera artesanal, lo que no satisface los requisitos hidráulicos, por lo que se deben de retirar. Todas las retenciones que se planean edificar serán de hormigón armado.

Pase peatonal

Actualmente, existen pasos peatonales contruidos artesanalmente con materiales rústicos, lo que no satisface las características de construcción apropiadas, por lo que se van a desmantelar. Todos los pasos para peatones que se proyectan se construirán con hormigón armado.

Según el presente trabajo se proponen deshacer las actuales, elaboradas de material rustico y reemplazarlas por estructuras de concreto armado

5.2. Diseño hidráulico de tomas laterales y retenciones

5.2.1. Toma lateral

Figura 9.

Características de la toma lateral

Caudal			
0.05	m³/s	0.025	m³/s
50	l/s	25	l/s

DATOS DE LA COMPUERTA		
Ancho de la Compuerta	(b)	0.500
Tirante aguas arriba Q (Min)	(y1)	0.9300
Coeficiente de Contracción	(Cc)	0.620

Abertura de la Compuerta (a) mts	Cv	Cd	Q (m ³ /s)	Q (l/s)	y2	L
0.01	0.9608	0.5938	0.0127	12.681	0.006	0.016
0.02	0.9617	0.5923	0.0253	25.301	0.012	0.032
0.03	0.9625	0.5909	0.0379	37.861	0.019	0.048
0.04	0.9634	0.5895	0.0504	50.362	0.025	0.065
0.05	0.9642	0.5881	0.0628	62.805	0.031	0.081
0.10	0.9685	0.5814	0.1242	124.175	0.062	0.161
0.11	0.9693	0.5801	0.1363	136.287	0.068	0.177
0.12	0.9702	0.5788	0.1483	148.348	0.074	0.194
0.13	0.9710	0.5775	0.1604	160.356	0.081	0.210
0.14	0.9719	0.5763	0.1723	172.315	0.087	0.226
0.15	0.9727	0.5750	0.1842	184.224	0.093	0.242
0.16	0.9736	0.5738	0.1961	196.083	0.099	0.258
0.17	0.9744	0.5726	0.2079	207.895	0.105	0.274
0.18	0.9753	0.5714	0.2197	219.660	0.112	0.290
0.19	0.9761	0.5702	0.2314	231.377	0.118	0.306
0.20	0.9770	0.5690	0.2430	243.049	0.124	0.323
0.21	0.9778	0.5678	0.2547	254.675	0.130	0.339
0.30	0.9855	0.5578	0.3574	357.382	0.186	0.484
0.31	0.9863	0.5567	0.3686	368.591	0.192	0.500
0.32	0.9872	0.5556	0.3798	379.761	0.198	0.516
0.33	0.9880	0.5546	0.3909	390.893	0.205	0.532

5.2.2. Retenciones

Figura 10.

Características de las retenciones

Caudal	
1.151	m3/s
1,151.00	l/s

DATOS DE LA COMPUERTA		
Ancho de la Compuerta	(b)	0.600
Tirante aguas arriba Q (Min)	(y1)	0.6800
Coeficiente de Contracción	(Cc)	0.620

Abertura de la Compuerta (a) mts	Cv	Cd	Q (m3/s)	Q (l/s)	y2	L
0.01	0.9612	0.5932	0.0130	13.001	0.006	0.016
0.04	0.9641	0.5884	0.0451	45.134	0.022	0.056
0.06	0.9670	0.5838	0.0768	76.762	0.037	0.097
0.09	0.9699	0.5793	0.1079	107.913	0.053	0.137
0.11	0.9728	0.5750	0.1386	138.612	0.068	0.177
0.14	0.9757	0.5708	0.1689	168.882	0.084	0.218
0.16	0.9786	0.5668	0.1987	198.745	0.099	0.258
0.19	0.9815	0.5629	0.2282	228.223	0.115	0.298
0.21	0.9844	0.5591	0.2573	257.333	0.130	0.339
0.24	0.9873	0.5555	0.2861	286.093	0.146	0.379
0.26	0.9902	0.5520	0.3145	314.522	0.161	0.419
0.29	0.9931	0.5486	0.3426	342.633	0.177	0.460
0.31	0.9960	0.5453	0.3704	370.442	0.192	0.500
0.34	0.9989	0.5421	0.3980	397.964	0.208	0.540
0.36	1.0018	0.5389	0.4252	425.210	0.223	0.581
0.39	1.0047	0.5359	0.4522	452.193	0.239	0.621
0.41	1.0076	0.5330	0.4789	478.925	0.254	0.661
0.44	1.0105	0.5302	0.5054	505.417	0.270	0.702
0.46	1.0134	0.5274	0.5317	531.678	0.285	0.742
0.49	1.0163	0.5247	0.5577	557.720	0.301	0.782
0.51	1.0193	0.5221	0.5836	583.551	0.316	0.823
0.54	1.0222	0.5196	0.6092	609.180	0.332	0.863
0.56	1.0251	0.5171	0.6346	634.615	0.347	0.903
0.59	1.0280	0.5147	0.6599	659.865	0.363	0.944
0.61	1.0309	0.5123	0.6849	684.936	0.378	0.984
0.64	1.0338	0.5101	0.7098	709.837	0.394	1.024
0.66	1.0367	0.5079	0.7346	734.573	0.409	1.065

5.3. Diseño estructural

5.3.1. Canal La Colorada

Diseño de caras laterales

Dimensionamiento

Altura (h): 1.25 m

Espesor de las losas y paredes (de): 0.1 m

H: 1.350 m

Talud (Z): 1

Tirante (y): 0.93 m

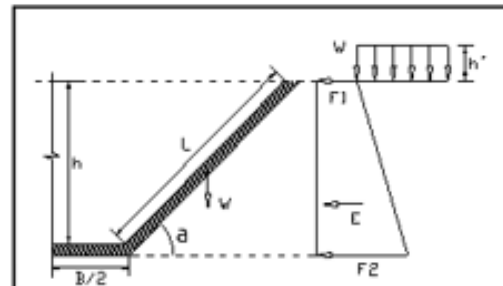
Velocidad (v): 2.66 m/s

Ancho de solera (B): 0.800 m

Ángulo de inclinación del talud (α): 45.00°

Longitud (L): 1.770 m

Ángulo de inclinación del terreno (β): 0



Características del Suelo

Textura (t): (no especificado en la imagen)

Peso unitario del material seco (γ_s): 1772 kg/m³

Ángulo de fricción interna (Φ): 11°

Capacidad de carga del terreno (σ_t): 0.82 kg/cm²

CARGA VIVA DEL TRÁFICO

Carga eje posterior: 13,500 kg

Carga eje delantero: 3,632 kg

Sobrecarga (Se): 550 kg/m²

Altura adicional (h'): 0.31 m

CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO

Resistencia del concreto (f'c): 175 kg/cm²

Peso unitario del concreto (γc): 2300 kg/m³

CÁLCULO DEL EMPUJE DE TIERRAS (E)

$$E = 0.5 C_{ea} \gamma_s H (H + 2h')$$

- Coeficiente de empuje activo (C_{ea}): 0.09

$$C_{ea} = \left\{ \frac{\text{Cosec } \alpha, \text{ Sen } (\alpha - \Phi)}{\text{Sen } (\alpha + \delta) + \sqrt{\frac{\text{Sen } (\Phi + \delta) \text{ Sen } (\Phi - \beta)}{\text{Sen } (\alpha - \beta)}}} \right\}^2$$

- Ángulo δ (Terzaghi): 6.38°
- Empuje total (E): 210.10 kg

MOMENTO DE EMPUJE O MOMENTO DE VUELCO (M_v)

Fórmula de Y (punto de aplicación del empuje):

$$M_v = E \times Y$$

Y = Punto de aplicación de la fuerza de empuje

$$Y = \frac{H^2 + 3Hh'}{3(H + 2h')}$$

Y: 2.02 m

M_v: 425.04 kg·m

MOMENTO DEBIDO AL PESO O MOMENTO RESISTENTE (M_r)

$$M_r = \frac{0.5 \cdot \gamma_c \cdot d_e \cdot H^2 \cos \alpha}{\sin^2 \alpha}$$

M_r : 296.40 kg·m

MOMENTO ACTUANTE FINAL (M)

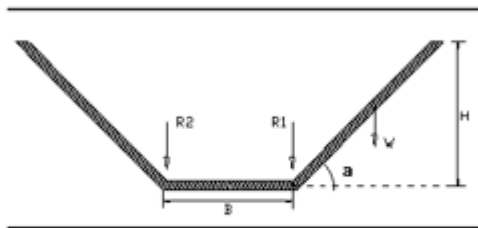
$$M = M_v - M_r$$

$M = 128.64 \text{ kg} \cdot \text{m}$

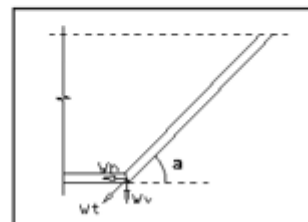
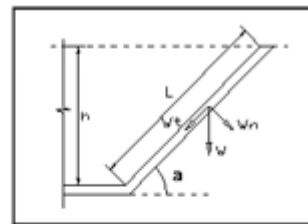
$M_r / M_v = 0.70$

DISEÑO DE LA LOSA DE FONDO

$$M = \frac{W L^2}{10}$$



$W_v = W_t \sin \alpha$
$W_t = W \cos \alpha$
$W_v = W \sin^2 \alpha$



Datos de cálculo

$$W = \gamma_c \cdot d_e \cdot L \cdot 1 = 407.1 \text{ kg}$$

$$L = H / \sin \alpha = 1.91 \text{ m}$$

$$R_1 = R_2 = W_v = 203.55 \text{ kg}$$

$$\text{Carga total } P = 2R_1$$

$$\text{Momento: } M = P \cdot b_1 / 10 = 47.63 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Coeficientes y Factores

$$n = E_c / E_s = 10$$

$$f_s = 0.4 \cdot f_y = 1690 \text{ kg/cm}^2 \text{ (fatiga acero)}$$

$$f_c = 0.45 \cdot f'_c = 78.75 \text{ kg/cm}^2 \text{ (fatiga concreto)}$$

$$k_1 = 1 / (1 + f_s / (n \cdot f_c)) = 0.32$$

$$j = 1 - k_1/3 = 0.89$$

$$K = 0.5 \cdot f_c \cdot k_1 \cdot j = 11.14$$

Peralte efectivo debido al momento flectotante

$$d = \sqrt{\frac{M}{K b}}$$

$$d = 2.07 \text{ cm}$$

$$K = 0.5 f_c \cdot k_1 \cdot j$$

$$k_1 = \frac{1}{1 + \frac{f_s}{n \cdot f_c}}$$

$$K = 11.14$$

$$K_i = 0.32$$

$$d_{ec} = 5.07 \text{ cm} \leq 10 \text{ cm} \text{ OK!}$$

Chequeo por corte:

$$V_c = \frac{V}{d \cdot j \cdot b}$$

$$V = 149 \text{ kg}$$

$$V_c = 0.17 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{adm} = 0.29 \sqrt{f'_c} = 3.84 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Condición: } V_c \leq V_{adm}$$

$$\text{Resultado: } 0.17 \leq 3.84 \rightarrow \text{OK!}$$

Fatiga actuante

$$\sigma_{act} = \frac{6 M}{(100 de)^2}$$

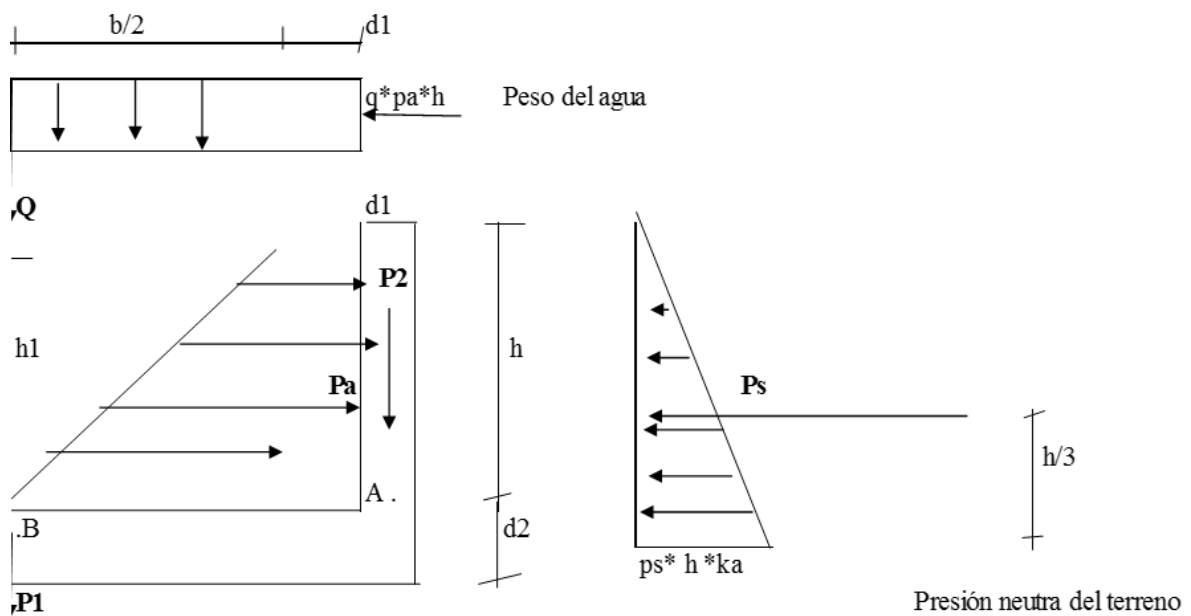
$$\sigma_{act} = 2.86 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_c = 0.08 f'c = 14.00 \text{ kg/cm}^2$$

Condición: $\sigma_{act} \leq \sigma_c$

Resultado: $2.86 \leq 14.00 \rightarrow \text{OK!}$

5.3.2. Toma lateral



DISEÑO ESTRUCTURAL DEL CANAL

Datos :		
d1 =	0.20	m
d2 =	0.20	m
b =	0.50	m
h =	1.25	m
O =	1.150.65	l/s
ps =	1773.57	kg/m ³
pc =	2400.00	kg/m ³
qc =	0.82	kg/cm ²
pn =	0.43	factor de presión neutra
pa =	1000.00	kg/m ³
h1 =	1.00	m

I.CÁLCULO PRESIÓN NEUTRAL DEL TERRENO (Pnt)

$$Pnt = 1/2 * pn * h^2 * ps$$

$$Pnt = 595.81 \text{ kg/m}$$

II.CÁLCULO PRESIÓN DEL AGUA (Pag)

$$Pag = 1/2 * h^2 * pa$$

$$Pag = 500.00 \text{ kg/m}$$

III.CÁLCULO MOMENTO EN EL PUNTO (A)

$$MA1 = 1/3 * h * Pnt \quad : MA1 \quad 248.25 \text{ kg-m/m}$$

(canal sin agua)

$$MA2 = 1/3 * h * Pag - 1/3 * h * Pnt \quad : MA2 \quad 39.92 \text{ Kg-m/m}$$

(canal con agua)

IV.MOMENTO EN EL PUNTO (B)

$$MB1 = MA1 - 1/8 * q1 * d1^2 \quad : MB1 \quad 247.25 \text{ kgm/m}$$

Donde:

$$q1 = pa * d2 \quad : q1 \quad 200 \text{ kg/m}^2$$

$$MB2 = -MA2 + 1/8 * q2 * b^2 \quad : MB2 \quad -0.86 \text{ kgm/m}$$

Donde:

$$q2 = pa * h \quad : q2 \quad 1250 \text{ kg/m}^2$$

Resistencia a la rotura por fuerza cortante (T_u)

$$V = P_{nt}$$

$$V_u = 1.8 \cdot V$$

$$T_u = V_u / b \cdot d$$

$$T_c = 0.5 \cdot C \cdot f_c^{0.5}$$

$$F_c = 175 \text{ kg/cm}^2$$

$$V = 595.81 \text{ kg/m}$$

$$V_u = 1072.46 \text{ kg/m}$$

$$T_u = 1.75 \text{ kg/cm}^2 \quad T_c > T_u, \text{ Ok}$$

$$T_c = 5.622 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$$

$$C = 0.85$$

$$\text{Espesor Efectiva de pared} \quad d = 6.13 \text{ cm}$$

$$\text{Espesor Efectiva de piso} \quad d_1 = 10 \text{ cm}$$

Se consideran espesores mínimos

$$d = 20 \text{ cm}$$

$$d_1 = 20 \text{ cm}$$

$$V = 500.00 \text{ kg/m}$$

$$V_u = 900 \text{ kg/m}$$

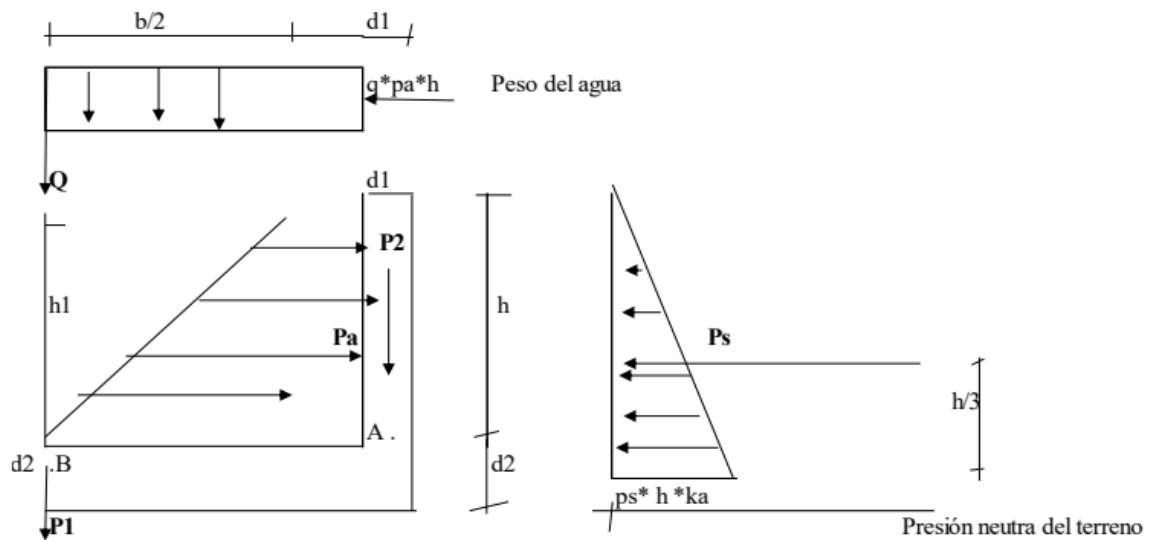
$$T_u = 0.90 \text{ kg/cm}^2$$

$$T_c = 5.622 \text{ kg/cm}^2 \quad T_c > T_u, \text{ ok}$$

$$F'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$$

$$C = 0.85$$

5.3.3. Retención



5.3.4. Pase peatonal

Momento Máximo:

M_u : 1004.6025 Kg-m

M_u : 1004.6025 Kg-m Se diseña como una viga simplemente apoyada

Momento del Espesor:

M_u : 1004.6025 Kg-m Se diseña como una viga simplemente apoyada

Cortante:

d : 0.079 m
 V_d : 1159.66 Kg
 ΣV_c : 5134.56 Kg Bien

Diseño del Refuerzo:

Acero Longitudinal:

A_{smin} : 1.42 cm²

a :	1.57	0.88	0.84	0.84	0.84
A_s :	3.75	3.58	3.57	3.57	3.57

Usar: $\frac{1}{2}$ @ 17cm

Acero por Contracción y Temperatura

Asmin: 1.42cm^2

Usar: $\frac{3}{8}$ @ 25cm

Datos:

B(m): 1.50

Largo(m): 3.30

Espesor(m): 0.10 WI (Kg/m²) 210.00

Rec(cm): 1.50 F'c (Kg/cm²): 210.00

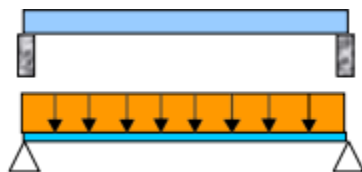
A) Diseño de la Super Estructura:

Metrado de cargas

WD: 240 Kg/m

WL: 210 Kg/m

Wu: 738 Kg/m



B) Diseño de los Escritos (Concreto Armado)

a : 0.100 m

b : 0.600 m

c : 0.100 m

d : 0.200 m

ti : 0.800 m

ts : 0.100 m

h : 0.500 m

z : 0.400 m

Æ : 36.100

P WD : 396.000 Kg

P WL : 346.500 Kg

gs : 1526.0 Kg/m^3

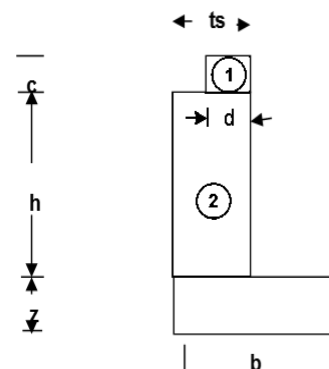
m : 0.350

F'c: 175.0 Kg/m^2

gcs : 2000.000 Kg/m^3

σ : 0.810 Kg/cm^2

Ancho : 1.500 m



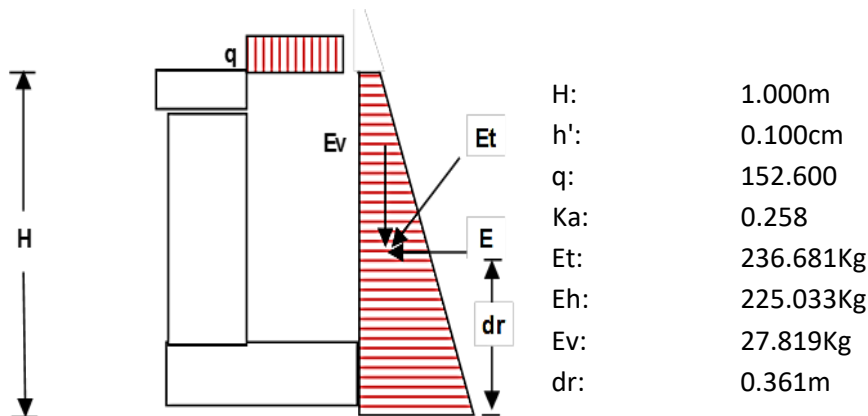
Verificaciones de la Estabilidad

Resumen:

Fuerzas y Momentos sin Puente (Peso Propio + Relleno)

#	Area (m²)	F (Kg)	r (m)	M (Kg-m)
1	0.020	40.000	0.800	32.000
2	0.050	100.000	0.850	85.000
3	0.600	1200.000	0.750	900.000
4	0.175	350.000	0.450	157.500
5	0.360	549.360	1.200	659.232
∑		2239.360		1833.732

Empuje:



Resumen:

Tipo	FH	r	Ma	Tipo	FV	r	Mr
Eh	225.033	0.361	81.262	FPP	2239.360		1833.732

Estabilidad al Deslizamiento:

FSD: 3.483 Bien

Estabilidad al Voleo:

FSV: 22.566 Bien

Fuerzas y Momentos con Puente (Peso Propio + Relleno + Estructura + Agua)

#	Area (m²)	F (Kg)	r (m)	M (Kg-m)
1	0.020	40.000	0.800	32.000
2	0.050	100.000	0.850	85.000
3	0.600	1200.000	0.750	900.000
4	0.175	350.000	0.450	157.500
5	0.360	549.360	1.200	659.232
6		742.500	0.850	631.125
∑		2981.860		2464.857

Fuerza Longitudinal:

FL: 17.325 Kg

Fuerza de Fricción:

FF: 19.800 Kg

Resumen

Tipo	FH	r	Ma	Tipo	FV	r	Mr
Eh :	225.033	0.361	81.262	FPP	2239.360		1833.732
FL :	17.325	1.000	17.325	PD + PL	742.500	0.850	631.125
FF :	19.800	0.900	17.820				
Σ :	262.158		116.407	Σ :	2981.860		2464.857

Estabilidad por deslizamiento

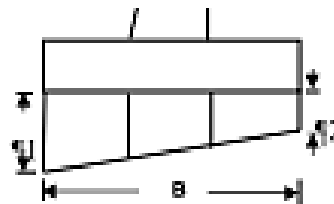
FSD: 3.981 Bien

Estabilidad por Volteo:

FSV: 21.175 Bien

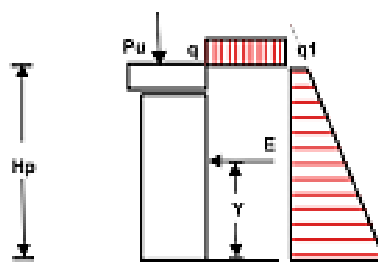
Verificación de Presiones:

B : 1.500 m
e : -0.038 m
q1 : 1689.093 Kg/m² Bien
q2 : 2286.721 Kg/m² Bien



Verificación de la Resistencia del Concreto:

Verificación por Cortante:



Hp : 0.500 m
d : 0.650 m
Ehd : -1.406 Kg

5.4. Presupuesto

PLANILLA GENERAL DE METRADOS								
Proyecto	: MEJORAMIENTO DE CANAL LA COLORADA, DISTRITO DE LAMBAYEQUE, PROVINCIA LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE							
Ubicación	LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE							
Fecha	martes, 16 de Diciembre de 2025							
Item	Descripción	Unid.	Nro veces	Dimensiones			Parcial	Total (S/.)
				Largo	Ancho	Altura		
1.00	OBRAS PROVISIONALES							
1.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA 3.60 X 4.80 m	Und.	1.00	1.00			1.00	1.00
1.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO Y MAQUINARIA	glb	1.00	1.00			1.00	1.00
2.00	TRABAJOS PRELIMINARES							
2.01	LIMPIEZA Y DESBROCE	m2	1.00	1475.00	2.00		2,950.00	2,950.00
2.02	TRAZO Y REPLANTEO	km	1.00	538.00			538.00	538.00
3.00	DEMOLICIONES							
3.01	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES	m3	-	0.00	0.00	0.00	-	-
4.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
4.01	EXCAVACION Y REFINE CAJA DE CANAL EN MATERIAL CONGLOMERADO	m3	1.00	1475.00	1.50	0.30	663.75	663.75
4.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1.00				2,564.00	2,564.00
5.00	CONCRETOS							
5.01	CONCRETO SIMPLE F'c=100 kg/cm2 PARA SOLADO	m3	1.00	1475.00	0.60	0.20	177.00	177.00
5.02	CONCRETO REFORZADO F'c=175 kg/cm2	m3	1.00	1475.00	1.30	0.90	1,725.75	1,725.75
5.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	2.00	1475.00	0.90		2,655.00	2,655.00
5.04	ACERO DE REFUERZO FY=4200 kg/cm2 (3/8")	kg		Nº Veces	Long	Kg/m		2,442,482.00
	ACERO VERTICAL		1.00	7.00	1475.00	0.56	5,782.00	
	ACERO HORIZONTAL		1.00	2950.00	1475.00	0.56	2,436,700.00	
5.05	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO QUIMICO	m2	1.00	1475.00	3.15		4,646.25	4,646.25
6.00	JUNTAS							
6.01	JUNTA ASFALTICA E=1"	m	1.00	245.83	3.15		774.38	774.38
							S/ 2,450,805.50	

Según el presupuesto el costo total del proyecto asciende a S/ 2.450.805,50.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1. Resultados

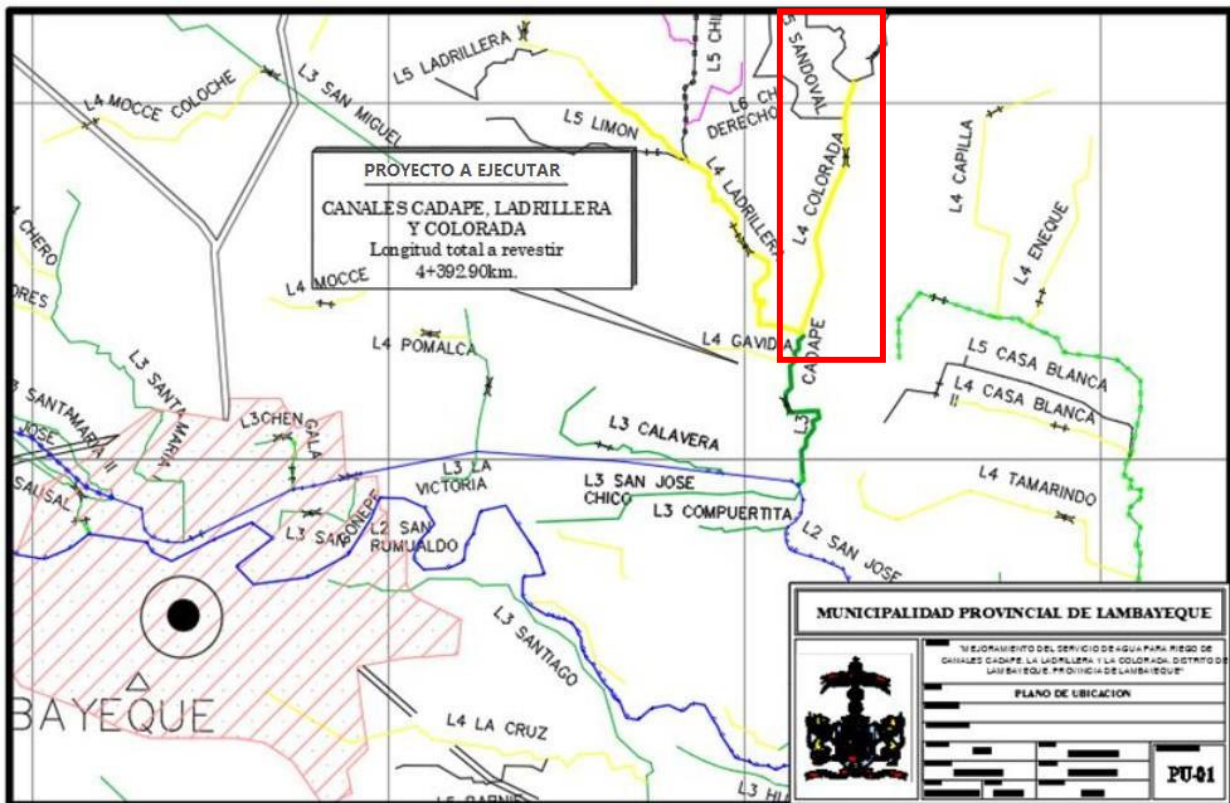
6.1.1. Objetivo específico 1: Eficiencia actual

En base a la

Figura 8 se identifican como es el recorrido del canal La Colorada y con este esquema se calcula la eficiencia.

Figura 11.

Mapa de área de proyecto



Para calcular la eficiencia se utilizará la fórmula de

$$E_{fr} = E_{fc} \times E_{fd} \times E_{fa}$$

Donde:

- Eficiencias conducción (E_{fc})
- Eficiencia de distribución (E_{fd})
- Eficiencia de aplicación (E_{fa})

Eficiencia de conducción

Qentrada al canal "La colorada" = 1151 l/s

Qsalida del canal "La colorada" = 483 l/s

$$Efc = \frac{\text{Caudal que llega al final del Canal principal} + \sum \text{caudales de distribución}}{\text{Caudal de agua que entra al canal principal}} \times 100$$

Considerando la formula

$$Efc = (483/1151) \times 100 = 41.96 \%$$

Eficiencia de distribución

$$Efd = \frac{\text{Caudal que llega al final del Canal de Distribución} + \sum \text{Caudales de los laterales}}{\text{Caudal de agua que entra al canal lateral}} \times 100$$

Qentrada al canal lateral de "La colorada" = 483l/s

Qsalida del canal "La colorada" = 200l/s

Sumatoria de caudal laterales = 200

$$Efc = (200+200/483) \times 100 = 82.82\%$$

Eficiencia de aplicación

$$Efa = \frac{\text{Sumatoria de eficiencias de Aplicación de parcelas}}{\text{Número total de parcelas}}$$

Figura 12.

Datos para cálculo de eficiencia de aplicación

$$EFICIENCIA DE APLICACIÓN (Ea \%) = \frac{A_1 \times Er_1 + A_2 \times Er_2 + \dots + A_n \times Er_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

An= Área de Parcela

Ern =Eficiencia de riego en parcela

SUPERFICIAL	
Riego Tradicional o Tendido	10 – 30
Riego en Curvas de Nivel	30 – 60
Riego por Bordes	40 – 80
Riego por Surcos	40 – 85
PRESURIZADO	
Riego por Aspersión	50 – 90
Riego por Microjet	60 – 95
Riego por Goteo	65 – 95

Nota. Tomado de
(MIDAGRI, 2015).

Tabla 16.*Eficiencia de los cultivos regados por el canal La Colorada*

Cultivos	Ha	Rango de eficiencia (ha*efic)	Producto para formula
Algodón	0.05	0.5	0,025
Arroz	711.09	0.5	355.545
Total (Ha)			355,57

En base a la determinación de la necesidad del cultivo=

$$\text{Efa} = (355.57/711.14) * 100 = 50\% = 0.5$$

$$\text{Eficiencia total} = 0.4196 \times 0.8282 \times 0.5 = 0.1738 = 17.38 \%$$

6.1.2. Objetivo específico 2: Trabajos de preingeniería

Ramal La Colorada

Este sector de riego comprende un canal de concreto simple con las siguientes características:

- Longitud del canal: 1+470.95 m.
- Es de sección trapezoidal con las características geométricas siguientes: b: 0.60 x h: 0.90m.
- El caudal de diseño considerado es de $Q = 483 \text{ l/s}$
- Según la topografía y la pendiente que se tiene, se ha considerado diseñar con una pendiente de $s = 0.00025 \text{ m/m}$
- El coeficiente de rugosidad es de, $n = 0.013$ para régimen sub-crítico.

6.1.3. Objetivo específico 3: Disponibilidad del recurso hídrico en el canal

Tabla 17.*Balance hídrico sin proyecto*

Sin Proyecto													
Parámetro	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
arroz	l/s	1054,46	729,71	736,12	849,71	1065,49	0	0	0	0	0	837,09	983,55
algodón	l/s	20,78	17,45	17,53	17,25	24,61	0	0	0	0	0	23,14	21,18
Q total	l/s	1075,24	747,16	753,65	866,96	1090,1	0	0	0	0	0	860,23	1004,73
área - arroz	ha	589,88	589,88	589,88	589,88	589,88	589,88	589,88	589,88	589,88	589,88	589,88	589,88
área - algodón	ha	15,58	15,58	15,58	15,58	15,58	15,58	15,58	15,58	15,58	15,58	15,58	15,58
Área	ha	605,46	605,46	605,46	605,46	605,46	605,46	605,46	605,46	605,46	605,46	605,46	605,46
Mod. Riego	l/s/ha	1,77590592	1,23403693	1,24475605	1,43190302	1,80044925	0	0	0	0	0	1,4207875	1,65944901

6.1.4. Objetivo específico 4:

Presupuesto

PLANILLA GENERAL DE METRADOS								
Proyecto	: MEJORAMIENTO DE CANAL LA COLORADA, DISTRITO DE LAMBAYEQUE, PROVINCIA LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE							
Ubicación	LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE							
Fecha	martes, 16 de Diciembre de 2025							
Item	Descripción	Unid.	Nro veces	Dimensiones			Parcial	Total
				Largo	Ancho	Altura		
1.00	OBRAS PROVISIONALES							
1.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA 3.60 X 4.80 m	Und.	1.00	1.00			1.00	1.00
1.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO Y MAQUINARIA	glb	1.00	1.00			1.00	1.00
2.00	TRABAJOS PRELIMINARES							
2.01	LIMPIEZA Y DESBROCE	m2	1.00	1475.00	2.00		2,950.00	2,950.00
2.02	TRAZO Y REPLANTEO	km	1.00	538.00			538.00	538.00
3.00	DEMOLICIONES							
3.01	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES	m3	-	0.00	0.00	0.00	-	-
4.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
4.01	EXCAVACION Y REFINE CAJA DE CANAL EN MATERIAL CONGLOMERADO	m3	1.00	1475.00	1.50	0.30	663.75	663.75
4.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1.00				2,564.00	2,564.00
5.00	CONCRETOS							
5.01	CONCRETO SIMPLE F'c=100 kg/cm2 PARA SOLADO	m3	1.00	1475.00	0.60	0.20	177.00	177.00
5.02	CONCRETO REFORZADO F'c=175 kg/cm2	m3	1.00	1475.00	1.30	0.90	1,725.75	1,725.75
5.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	2.00	1475.00	0.90		2,655.00	2,655.00
5.04	ACERO DE REFUERZO FY=4200 kg/cm2 (3/8")	kg		Nº Veces	Long	Kg/m		2,442,482.00
	ACERO VERTICAL		1.00	7.00	1475.00	0.56	5,782.00	
	ACERO HORIZONTAL		1.00	2950.00	1475.00	0.56	2,436,700.00	
5.05	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO QUIMICO	m2	1.00	1475.00	3.15		4,646.25	4,646.25
6.00	JUNTAS							
6.01	JUNTA ASFALTICA E=1"	m	1.00	245.83	3.15		774.38	774.38
								2,450,805.50

6.1.5. Objetivo General:

Entonces, se plantea la **propuesta técnica** para la mejora del canal “La Colorada”, respondiendo el **Objetivo General**:

1. Antecedentes

El canal “La Colorada” es un componente del sistema de irrigación del subsector Lambayeque regando una superficie de cultivo de 711.14 hectáreas. En la actualidad, el canal tiene restricciones en su capacidad de

transporte, debido a que el flujo de aplicación necesario para satisfacer la demanda de riego es de 1123.94 l/s, en cambio, el canal solo puede llevar 483 l/s. Esta carencia disminuye la eficacia del riego y extiende la duración del riego hasta 56 horas por jornada.

2. Objetivo General

Optimizar la capacidad de conducción del canal La Colorada para garantizar un suministro de agua eficiente y oportuno, con la finalidad de mejorar la productividad agrícola en la zona beneficiaria.

3. Objetivos Específicos

- Incrementar la capacidad de conducción del canal para reducir el tiempo de riego.
- Minimizar las pérdidas por infiltración y evaporación mediante mejoras estructurales.
- Optimizar el uso del presupuesto disponible de S/. 2,450,805.50 en soluciones viables y sostenibles.

4. Descripción De La Propuesta

4.1. Mejoras en la Infraestructura del Canal

Se sugiere el revestimiento del canal en las zonas más cruciales con el fin de disminuir las pérdidas por infiltración y potenciar la capacidad de manejo.

La optimización se basará en:

- Revestimiento con concreto armado en tramos estratégicos para mejorar la eficiencia hidráulica.
- Ampliación de la sección hidráulica en puntos clave, optimizando el flujo de agua.
- Reconstrucción de tomas laterales mejoradas para garantizar una distribución equitativa, implementar las propuestas.
- Rehabilitación de compuertas para mejorar la regulación del caudal.

4.2. Optimización del Turno de Riego

- Implementación de un plan de rotación optimizado para maximizar la disponibilidad del agua con el caudal actual (483 l/s)
- Evaluación de un sistema de almacenamiento temporal (reservorios pequeños o zanjas de infiltración) para compensar la diferencia entre la demanda y la oferta hídrica.

5. Beneficios Esperados

- Reducción del tiempo de riego de 56 horas a un rango de 30-35 horas por turno.
- Reducción de pérdidas por infiltración hasta en un 40%.
- Aumento de la productividad agrícola mediante un suministro hídrico más confiable.

6.2. DISCUSIÓN

Con los datos disponibles se calcularon las eficiencias de conducción y distribución, siendo 0.41 y 0.83, respectivamente. El valor de conducción se encuentra bajo, mientras que el valor de distribución tiene un valor satisfactorio. Sin embargo, estos valores se sugieren ser medidos en campo, como en el caso de los trabajos elaborados por Díaz (2020) y Jurado (2022), entonces los datos calculados pueden ser contrastados con los medidos en campo y tener un resultado más preciso.

Mientras la eficiencia de aplicación resultó con el valor de 0.5, siendo un valor también bajo, dando como resultado una eficiencia de riego de 0.17 o 17%, este valor es menos de lo esperado para sistemas de riego por gravedad (0.4) según el Cuadernillo de Cálculo de Eficiencia para Sistemas de Riego (MIDAGRI, 2015)

Con esta eficiencia se comprende que, es necesario mejorar el sistema de riego mediante la implementación de estructuras hidráulicas, revestimiento de los canales de riego y, de no mejorar en un siguiente estudio se debería

transitar a la alternativa de un sistema de riego por aspersión para utilizar el agua de manera más eficiente y aumentar la superficie agrícola.

La región estudiada está situada a una altura de 25.00 a 35.00 metros sobre el nivel del mar, la topografía del lugar es ondulada, con una pendiente media del 2% en los terrenos del camino del Canal. El canal tiene una longitud total de 1.471 km, con un tipo de suelo predominante arcilloso con un índice de plasticidad de 20% (plasticidad media), contenido de humedad del 17%. Respecto al canal, este funciona con un caudal de 0.483 m³/s, tirante de 0.68m, velocidad de 0.58 m/s, siendo un tipo de flujo subcrítico. Revisando el EMS y la topografía se considera que el canal se encuentra dentro de los parámetros como el trabajo de Montoya (2021).

Respecto al caudal demandado por los cultivos, es decir Algodón y Arroz, resulta ser mayor que el caudal de diseño, por lo que se espera que las estructuras planteadas (pase peatonal, toma lateral, retenciones, etc) por este trabajo deberán proveer del volumen necesario para estos cultivos y su desarrollo para la comunidad.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los resultados se concluye:

1. Con el nuevo diseño de la infraestructura hidráulica permitirá asegurar de manera óptima y eficiente el recurso hídrico en su forma de uso público, pacífico y continuo del mismo.
2. La tipología del canal serán las siguientes Q :1.18 m³/s; tirante :0.9 ancho 0.60; TALUD 1; PENDIENTE m: 0.00024m/m, L: 1.471 Km
3. Aumento de la eficiencia de riego de un 17.38% a un 33 %; para la atención 181.1104 has de algodón y arroz, en beneficio de 84 usuarios.
4. Se concluye que el presupuesto total del diseño del canal es de S/.2.450.805,50 soles Según planilla de metrados de costos y presupuestos.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda Usar el recurso hídrico en forma eficiente para el objeto y lugar que les fueran otorgados sin afectar derechos de terceros, bajo responsabilidad, sanción administrativa y denuncia ante los órganos pertinentes.
2. Se recomienda que el operador de infraestructura hidráulica Contribuya en la operación, mantenimiento y desarrollo de la infraestructura hidráulica y la conservación de las fuentes naturales ubicadas en la cuenca hidrográfica sin afectar derechos de terceros, incluyendo aquellos establecidos en contratos de asociaciones público-privadas.
3. Se recomienda que la junta usuarios gestione ante las entidades gubernamentales el financiamiento para la ejecución de la canalización.
4. Se recomienda realizar una asamblea general extraordinaria con la finalidad de acordar el aporte de una cuota extraordinaria de cada usuario por ha, con la finalidad de poder ejecutar la canalización en beneficio de los usuarios del canal la colorada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro Alejo, R., & Espinoza Mamani, A. (2021). Caracterización geotécnica de suelos mediante ensayos de laboratorio. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/354736223>
- Alvarez, C. S., & Torres, T. C. (2019). *Estudio y diseño de obra hidráulica, destinada al riego por aspersión, para incrementar la producción agrícola en el caserío Sexemayo Lote I, centro poblado el Cumbe, distrito de Cajamarca*. Cajamarca: Universidad Cesar Vallejo. doi:repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/43407
- ANA. (2008). *Proyecto de Modernización de la Gestión de los Recursos Hídricos (PMGRH)*. Ministerio de Agricultura. Lima: Autoridad Nacional del Agua. Obtenido de <https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/2044/ANA0000895.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Asalde, J. (2020). *Diseño del canal de riego con máxima eficiencia hidráulica mediante el software HEC-RAS, del tramo km 0+000 al km 3+085, en el distrito de Salas, región Lambayeque*. [Tesis de ingeniería, Universidad de San Martín de Porres]. Repositorio Académico USMP. <https://hdl.handle.net/20.500.12727/6942>
- Castellanos, H., Collazos, C., Farfán, J., & Meléndez-Pertuz, F. (2017). *Información tecnológica*, 28(6), 103-114. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642017000600012>
- Carveche, F. O. (2020). ANÁLISIS DEL COSTO – BENEFICIO UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN. *Contribucion a la Economía*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/9031809.pdf>
- Carrasco, H. & Gamonal, R. (2022). *Evaluación y mejoramiento del servicio de agua para riego de los canales Cadape, La Ladrillera y La Colorada del subsector de riego Lambayeque, Lambayeque* [Tesis ingeniería, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional UNPRG. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/11421>

- CEPAL (2004). *Uso eficiente del recurso hídrico*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://repositorio.cepal.org/entities/publication/2afd874a-ddf0-4eca-8626-1609f101a301>
- CEPAL. (23 de Noviembre de 2022). *CEPAL*. Obtenido de Comisión Económica para América Latina y el Caribe: <https://biblioguias.cepal.org/c.php?g=934230&p=6736670>
- Chaulagain, R. K., Poudel, L., & Maharjan, S. (2024). Design and experimental analysis of a new vertical ultra-low-head hydro turbine with the variation of outlet flow level on the head drop section of an open canal. *Results in Engineering*, 22(102240). doi:10.1016/j.rineng.2024.102240
- Cieza, B. M., & Quintana, T. R. (2021). *Mejoramiento del servicio de agua del sistema de riego de los canales Huascarcocha – La Primavera, caserío de Huascarcocha, Centro Poblado de Cuyumalca, Distrito de Chota – Chota - Cuyumalca*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Obtenido de <hdl.handle.net/20.500.12893/9751>
- Comino, R., Iserloh, T., Lassu, T., Cerdà, A., Keestra, S., Prosdocimi, M., Brings, C., Marzen, M., Ramos, M. Senciales, J., Ruiz, J., Seeger, M. & Ries, J. (2016). Quantitative comparison of initial soil erosion processes and runoff generation in Spanish and German vineyards. *Science of the Total Environment*, 565,1165-1174. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.163>
- Coria, I. D. (2008). *ELESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL: CARACTERÍSTICAS Y METODOLOGÍAS*. Argentina: Universidad del Centro Educativo Latinoamericano Rosario. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87702010>
- Crespo, V. C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. Obtenido de https://books.google.com.pe/books/about/Mec%C3%A1nica_de_suelos_y_cimentaciones.html?id=Db2SQbBHVPQC&redir_esc=y
- del Río Santana, O., Gómez, C. F., López, C. N., Saenz Esqueda, J., & Espinoza, F. A. (2020). Análisis comparativo de levantamiento topográfico tradicional y

tecnología de Drones. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 14(2). Obtenido de www.redalyc.org/journal/1939/193963490001/193963490001.pdf

Delgado, J., Campos, W., & Dueñas, A. (2020, 10 02). Ecoeficiencia de la infraestructura hidráulica del sistema Chancay-Lambayeque y su impacto en la huella hídrica de la producción agrícola. *Campus*, 25(30), 227-250. doi:10.24265/campus.2020.v25n30.03

Díaz, G. E. (2020). *Diseño de la red de distribución del servicio de riego tecnificado para la producción agrícola*. Huancayo: Universidad Peruana Los Andes. doi:repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1549

Effendi, H. (2016). River Water Quality Preliminary Rapid Assessment Using Pollution Index☆. *Procedia Environmental Sciences*, 30, 562-567. doi:10.1016/j.proenv.2016.03.108

Emara, A., Abd-Elgawad, A. M., & Emara, K. (2024). Innovative eco-friendly design solutions for energy demands using swirl- induced burner by jets. *Energy*. doi:10.1016/j.energy.2024.131900

Farfán, A. (2022). *Diseño de canales de riego en zonas agrícolas altoandinas* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Institucional UNSCH. <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/20.500.14077/4121>

Figuerola, D. ,. (2021). CORRELACIONES DE CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA EN SUELOS BLANDOS CON ENSAYOS CPTU Y SPT: CASO DE SUELOS ARCILLOSOS DEL OCCIDENTE DE BOGOTÁ. Bogotá. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfindmkaj/<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/f96a16df-845a-40c6-81e7-21a70b3b6fd6/content>

Grindlay, A., Zamorano, M., Rodríguez, M., Molero, E., & Urrea, M. (2011, 01). Implementation of the European Water Framework Directive: Integration of hydrological and regional planning at the Segura River Basin, southeast Spain. *Land Use Policy*, 28(1), 242 - 256. doi:10.1016/j.landusepol.2010.06.005

- Hernandez, M. E. (2020). *Analisis de Precios Unitarios*. Venezuela. Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/analisis-de-precio-unitario-eduard-hernandez/220617263>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Interamericana. <https://doi.org/10.22201/fesc.20072236e.2019.10.18.6>
- Hong-Chen, L., Shuai, W., Zhao, L., Fei, Z., Zhi-Guang, L., Wen-Long, L., & Chun-Tang, W. (2024). A Study of Hydraulic Automatic Surge Irrigation Equipment Based on Double Floater. *Water Saving Irrigation*. Retrieved from <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85190732821&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=bb3de7aacc869b529a57af3d51fd02f8&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28Canal+efficiency%2C+water+resource%29&sl=47&sessionSearchId=bb3de7aacc869b529a57af3d51f>
- Huamani Curasma, R. J. (2020). La granulometría del agregado proyectada con el equipo Ocmer y su influencia en el efecto rebote en el lanzado de shotcrete vía seca para labores permanentes, MARSA – Trujillo 2020. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12894/7205>
- Jurado, S. (2022). *Propuesta de mejoramiento del sistema de riego, sector Cotaquite, distrito de Kishuara, provincia de Andahuaylas y región de Apurímac*. [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Académico UNALM. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/5232>
- Liu, G., Chen, Z., Chen, Z., Liu, B., Zhang, Y., & Huang, X. (2024). Physical design for microfluidic biochips considering actual volume management and channel storage. *Integration*. doi:10.1016/j.vlsi.2024.102228
- Lozada Pérez, J., Cieza Carrasco, J., Castañeda Payano, R., Vásquez Cruzado, J., Santimperi Alcantara, G., Porras Flores, P., & Dávila Bravo, J. (2018). Ensayo de los limites de atterberg. Perú. Retrieved from <https://es.slideshare.net/JOSELUISCIEZACARRASC/informe-ensayo-de-los-limites-de-consistencia-o-de-atterberg>

- Martines, E., & Lira, L. (2021). *Guía para la determinación de contenido de Humedad en granos y cereales*. Bogota. Obtenido de <https://inm.gov.co/web/wp-content/uploads/2021/12/GUIA-DETERMINACION-CONTENIDO-DE-HUMEDAD.pdf>
- Montoya, R. (2021). *Diseño Hidráulico Del Canal Espino para Mejorar la Eficiencia de Conducción, Distrito de Pitipo, Ferreñafe, Lambayeque*. Universidad César Vallejo. Chiclayo: Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/69237/Montoya_CRB-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Morote, Á., Hernández, M., & Lois, R. (2019). Propuestas al déficit hídrico en la provincia de Alicante: medidas desde la gestión de la demanda y oferta de recursos hídricos. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*(80), 1–48. doi:10.21138/bage.2655
- Mosquera, J. E., & López, P. W. (2022). *GUÍA PRÁCTICA PARA LA APLICACIÓN DEL MÓDULO “AUTODESK SUBASSEMBLY COMPOSER”, EN LA CREACIÓN DE SECCIONES TRANSVERSALES CON MUROS, UTILIZADAS EN EL DISEÑO VIAL EMPLEANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23082>
- Municipalidad de Roldán. (2017). *Plan de manejo hídrico para el distrito de Roldán, provincia de Santa Fe*. Ministerio del Interior y Transporte de la Nación. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/plan_manejo_hidrico_rolan.pdf
- Norma Técnica, N. (2011). *METRADOS PARA OBRAS DE EDIFICACIÓN Y HABILITACIONES URBANAS*. Peru. Obtenido de <https://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2011/Mayo/18/RD-073-2010-VIVIENDA-VMCS-DNC.pdf>
- PSI. (2004). *Programa de entrenamiento en Servicios-PES. Proyecto. Subsectorial de Irrigación*. <https://es.scribd.com/document/288527688/Psi>
- Qu, Z., Yang, X., Huang, Y., Du, B., & Yang, J. (2015, 07 01). Analysis of efficiency of water utilization in canal-system in Hetao irrigation district based on Horton fractal. *Nongye Gongcheng Xuebao/Transactions of the Chinese Society of*

Agricultural Engineering, 31(13), 120 - 127. doi:10.11975/j.issn.1002-6819.2015.13.017

Ramírez de Arellano, A. A. (2014). *Presupuestación de Obras. 5ª Edición*. España: Manuales Universitarios. Obtenido de <https://editorial.us.es/es/detalle-libro/719474/presupuestacion-de-obras-5-edicion>

Rivva, E. (2007). Patologías del concreto. *Instituto de la Construcción y Gerencia*. <https://www.nehuenpeuman.edu.ar/gallery/ataques%20al%20concreto.pdf>

Singh, A. (2024). Effective Management of Water Resources Problems in Irrigated Agriculture Through Simulation Modeling. *Water Resources Management*. doi:10.1007/s11269-024-03796-x

UNESCO. (2017). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos. Obtenido de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247552_spa

UNICEF. (2018). *Agua, saneamiento e higiene (WASH)*. Obtenido de El agua potable, los aseos y una buena higiene mantienen a niños y niñas vivos y sanos: <https://www.unicef.org/es/agua-saneamiento-higiene>

Yáñez, M. (2017). Caracterización ecopedológica en vertisoles bajo cuatro sistemas de uso de suelo. [Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Nuevo León]. Repositorio Académico UANL. <http://eprints.uanl.mx/id/eprint/16722>

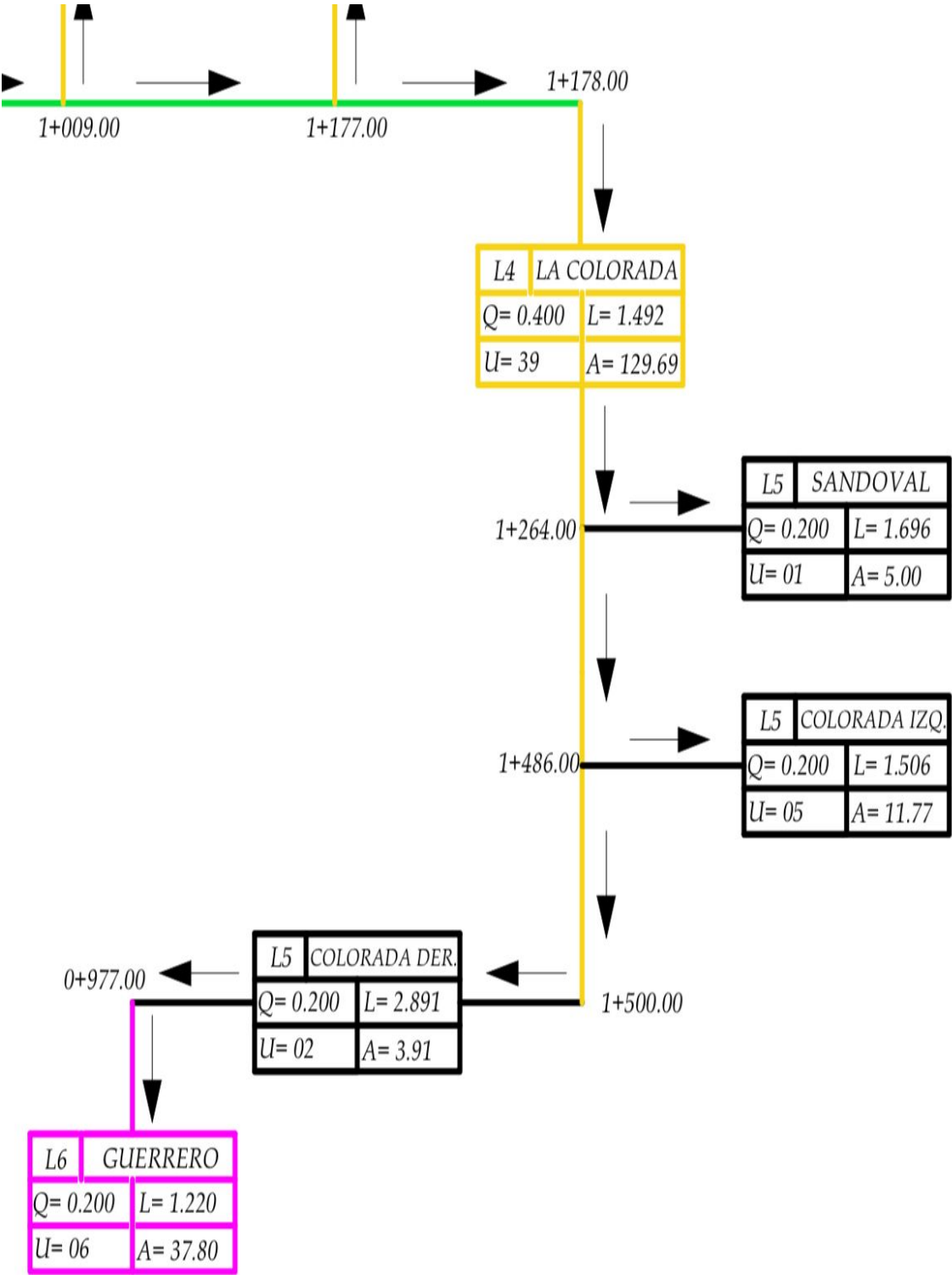
Villón, M. (2007). *Hidráulica de canales*. Ediciones Villón. <https://acortar.link/NTFpOk>

Zheng, Q., Yue, C., Zhang, S., Yao, C., & Zhang, Q. (2024). Optimal Allocation of Water Resources in Canal Systems Based on the Improved Grey Wolf Algorithm. *Sustainability (Switzerland)*, 16(3635). doi:10.3390/su16093635

ANEXOS

GALERÍA DE IMÁGENES

Plano



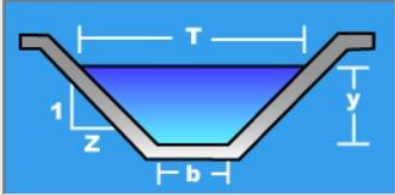
CÁLCULOS HIDRÁULICOS (H CANALES)

Cálculo del caudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:	CANAL LA COLORADA	Proyecto:	REVESTIMIENTO
Tramo:	1.471 KM	Revestimiento:	CANALIZACION

Datos:

Tirante (y):	0.9	m
Ancho de solera (b):	0.6	m
Talud (Z):	1	
Coefficiente de rugosidad (n):	0.010	
Pendiente (S):	0.00024	m/m



Resultados:

Caudal (Q):	1.1899	m ³ /s	Velocidad (v):	0.8814	m/s
Area hidráulica (A):	1.3500	m ²	Perímetro (p):	3.1456	m
Radio hidráulico (R):	0.4292	m	Espejo de agua (T):	2.4000	m
Número de Froude (F):	0.3752		Energía específica (E):	0.9396	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

PANEL FOTOGRÁFICO





