



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÍCOLA

TÍTULO

LA EFICIENCIA DE CONDUCCION EN EL CANAL TRONCAL TRAMO
NO REVESTIDO PROGRESIVA 5+400 - 5+900; TRAMO REVESTIDO
PROGRESIVA 17+006 -17+506 - CASO COMISION DE USUARIOS MARGEN
IZQUIERDA DEL RIO TUMBES 2017

AUTOR

Br. JIMENEZ BENAVIDES, JOSUE RAMON

TUMBES – PERU

2017

TESIS

**LA EFICIENCIA DE CONDUCCION EN EL CANAL TRONCAL TRAMO
NO REVESTIDO PROGRESIVA 5+400 - 5+900; TRAMO REVESTIDO
PROGRESIVA 17+006 -17+506 - CASO COMISION DE USUARIOS MARGEN
IZQUIERDA DEL RIO TUMBES 2017**

EJECUTOR:

JOSUE RAMON JIMENEZ BENAVIDES

Bachiller en Ingeniera Agrícola

ASESOR:

Dr. NAPOLEON PUÑO LECARNAQUE

Asesor del Proyecto de Tesis

TESIS

**LA EFICIENCIA DE CONDUCCION EN EL CANAL TRONCAL TRAMO
NO REVESTIDO PROGRESIVA 5+400 - 5+900; TRAMO REVESTIDO
PROGRESIVA 17+006 -17+506 - CASO COMISION DE USUARIOS MARGEN
IZQUIERDA DEL RIO TUMBES 2017**

SUPERVISADA Y APROBADA POR:

Dr. José Modesto Carrillo Sarango

PRESIDENTE

Dr. Eber Ginés Tafur

SECRETARIO

Dr. Enrique Maceda Nicolini

VOCAL

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

El abajo firmante declara que los resultados reportados en esta investigación, son producto de mi trabajo con el apoyo permitido de terceros en cuanto a su concepción y análisis. Asimismo, declaro que hasta donde yo sé no contiene material previamente publicado o escrito por otra persona excepto donde se reconoce como tal a través de citas y con propósitos exclusivos de ilustración o comparación. En este sentido, afirmo que cualquier información presentada sin citar a un tercero es de mi propia autoría. Declaro, finalmente, que la redacción de esta investigación es producto de mi trabajo con la dirección y apoyo de mi asesor de investigación y mi jurado calificador, en cuanto a la concepción y al estilo de la presentación o a la expresión escrita.

El presente:

Br. Jimenez Benavides Josué Ramón

CERTIFICACIÓN

Dr. Napoleón Puño Lecarnaque Docente Principal de la Universidad Nacional de Tumbes, adscrito a la Facultad de Ciencias agrarias, Departamento Académico de Ingeniería Agrícola.

CERTIFICA:

Que la presente Tesis:

“ LA EFICIENCIA DE CONDUCCION EN EL CANAL TRONCAL TRAMO NO REVESTIDO PROGRESIVA 5+400 - 5+900; TRAMO REVESTIDO PROGRESIVA 17+006 - 17+506 - CASO COMISION DE USUARIOS MARGEN IZQUIERDA DEL RIO TUMBES 2017”.

Presentado por el Bachiller de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agrícola, Josué Ramón Jiménez Benavides, ha sido asesorado y revisado por mi persona.

Tumbes, 11 de Diciembre de 2017.

Dr. Napoleón Puño Lecarnaque.

Asesor del Proyecto de Tesis

DEDICATORIA

A Jehová Dios y a Jesucristo, por permitir mi existencia, y estar siempre conmigo, en no abandonarme en esos momentos dificultosos, les dedico principalmente uno de mis mayores esfuerzos.

A mis padres, Josué Jimenez y Amanda Benavides por que han sabido guiarme y otorgarme modelo de vida, sacrificio y con sus consejos cultos que han sido valores primordiales en mi vida. Quienes han sido mi fuente de inspiración para seguir. Por su apoyo, les dedico este logro a ellos.

A mi abuela, Elicida Ricardi por brindarme su cariño y sincera confianza para lograr esta meta.

A mi hermano Luis Jimenez, por brindarme sus consejos quien me enseñó que la edad nunca es un inconveniente si se tiene ganas de progresar.

A mis tíos y primos por apoyarme comprenderme en todo momento y darme valor para no rendirme, por su amor y cariño incondicional.

A mis amigos y amigas por sus consejos y amistad incondicional.

Gracias miles.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por darme vida y salud, por elegirme y permitirme haberle conocido en esta etapa de mi vida y ayudarme a llegar a esta instancia de mi formación profesional.

A mi familia por su apoyo incondicional, consejos, esfuerzo y compañía en los buenos y severos momentos de mi vida.

Agradezco a la Universidad Nacional de Tumbes por ser el alma mater en mi formación profesional, bajo la dirección de los docentes que cada día están en constante preparación e investigación haciendo de esta, una universidad competitiva en el norte del país.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, que me dio la oportunidad de instruirme y capacitarme, facilitar los conocimientos para poder desempeñarme en el campo profesional. A mis docentes que cooperaron sus meritorios conocimientos. Por brindarme su cordialidad, enseñanza y orientación en la realización de la tesis.

A la Comisión de Usuarios Margen Izquierda del Rio Tumbes, por darme la oportunidad y el apoyo para ejecutar mi proyecto de investigación en el Canal Troncal del Sector Agrícola Pechichal y Los Cedros, el agradecimiento especial a toda la plana trabajadora de la “Comisión de Usuarios Margen Izquierda del Rio Tumbes”, por todo el apoyo brindado, Al señor Presidente Carlos Augusto Infante Quevedo, al Ingeniero Carlos Hugo Choez, a los Señores Ludeña, Cobeñas, Percy Lavalle, Tandazo, Karina, Socorro, Luz, Flor, Cris.

Al. Dr. José Modesto Carrillo Sarango Director de la Escuela de Ingeniería Agrícola, un agradecimiento muy especial quien con sus acertados consejos, permitió desarrollar y llevar a un feliz término el presente trabajo de investigación y por ser un gran amigo consejero.

Al Dr. Napoleón Puño Lecarnaque, asesor, por sus meritorias explicaciones y hábiles correcciones.

INFORMACIÓN GENERAL

1. TÍTULO.

`` La Eficiencia de Conducción en el Canal Troncal Tramo No Revestido Progresiva 5+400 - 5+900; Tramo Revestido Progresiva 17+006 -17+506 - Caso Comisión de Usuarios Margen Izquierda del Rio Tumbes 2017``.

2. AUTOR.

- Br. Jimenez Benavides, Josué Ramón.
- Facultad: Ciencias Agrarias.
- Escuela: Ingeniería Agrícola.

3. ASESOR.

- Asesor: Dr. Napoleón Puño Lecarnaque.

4. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

- De acuerdo al fin que se persigue: Aplicada.
- De acuerdo al enfoque de investigación: Descriptiva.

5. ÁREA Y LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.

- Área: Recursos Hídricos - Hidráulica.
- Línea de investigación: Eficiencia de Conducción en Canales.

6. LOCALIDAD E INSTITUCIÓN.

- Departamento: Tumbes.
- Provincia: Tumbes.
- Distrito: Corrales – San Jacinto.
- Comisión de Usuarios Corrales.
- Lugar: Margen Izquierda del Rio Tumbes.

7. PERIODO DE EJECUCIÓN.

- 2 meses.

RESUMEN

La presente estudio de investigación cuyo tema es “LA EFICIENCIA DE CONDUCCION EN EL CANAL TRONCAL TRAMO NO REVESTIDO PROGRESIVA 5+400 - 5+900; TRAMO REVESTIDO PROGRESIVA 17+006 -17+506 - CASO COMISION DE USUARIOS MARGEN IZQUIERDA DEL RIO TUMBES 2017”, está Estructurado en cinco Capítulos: Introducción, Marco de Referencia, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones y Recomendaciones.

En el primer capítulo se hace referencia a que los agricultores tengan conocimiento sobre la Eficiencia de Conducción el cual sirve para optimizar el recurso hídrico, y mejorar el rendimiento de la población agrícola. También se plantea el Objetivo General y Específico de esta investigación y la Hipótesis.

El segundo capítulo contiene el sustento teórico, se presenta información relacionada con los temas del estudio que permite sustentar la propuesta. Se recolectó información de: libros, tesis de grado e información electrónica.

En el tercer capítulo se describe la Ubicación del sector a Trabajar, Tipo de Estudio, Población, Muestra, Métodos e Instrumentos de Recolección de Datos, Plan de Procesamiento y Análisis de Datos.

En el cuarto capítulo se muestra los resultados obtenidos, hechos en tablas y gráficos con su debida interpretación.

En el quinto capítulo luego de haber analizado los resultados adquiridos se procedió a formular Conclusiones del trabajo realizado así como Recomendaciones que ayudarán a mejorar el Uso Eficiente del Agua en el Sector Hidráulico de la Margen Izquierda del Rio Tumbes especialmente en el Sector Pechichal, Bloque de Riego de Malval que no cuenta con Canal Revestido y existe pérdida de Infiltración y Evaporación.

Palabras clave:

Caudal, Aforo, Sección Hidráulica, Canal, Eficiencia, Conducción.

ABSTRAC

The present research study whose theme is "THE EFFICIENCY OF DRIVING IN THE TRONCAL CHANNEL UNPROTECTED SECTION 5 + 400 - 5 + 900; PROGRESSIVE COVERED SECTION 17 + 006 -17 + 506 - CASE STUDY OF USERS MARGIN LEFT OF THE TUMBES RIVER 2017 ", is structured in five Chapters: Introduction, Reference Framework, Materials and Methods, Results and Discussion, Conclusions and Recommendations.

In the first chapter reference is made to farmers having knowledge about the Driving Efficiency which serves to optimize the water resource, and improve the performance of the agricultural population. The General and Specific Objective of this investigation and the Hypothesis are also proposed.

The second chapter contains the theoretical support, presents information related to the topics of the study that supports the proposal. Information was collected from: books, thesis and electronic information.

The third chapter describes the location of the sector to be worked, type of study, population, sample, methods and instruments of data collection, processing plan and data analysis.

In the fourth chapter the results obtained are shown, made in tables and graphs with their proper interpretation.

In the fifth chapter after analyzing the results obtained, conclusions of the work carried out were formulated, as well as Recommendations that will help to improve the Efficient Use of Water in the Hydraulic Sector of the Left Bank of the Tumbes River, especially in the Pechichal Sector. Irrigation of Malval that does not have Canal Covered and there is loss of Infiltration and Evaporation.

Keywords:

Flow, Gauging, Hydraulic Section, Channel, Efficiency, Driving.

INDICE

Contenido	Pág.
CERTIFICACIÓN	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
INFORMACIÓN GENERAL	viii
RESUMEN	ix
ABSTRAC	x
I. INTRODUCCIÓN	1
1.2 Formulación del Problema de Investigación	3
1.3 Justificación	3
1.4 Hipótesis	4
1.5 Objetivos	4
II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA	5
2.1 Antecedentes	5
2.2 Bases Teóricas Científicas	6
2.3 Definiciones Básicas	31
III. MATERIALES Y METODOS	37
3.1 Ubicación del Sitio Experimental y Duración de la Investigación	37

3.2 Tipo de Estudio y Diseño de Contrastación de Hipótesis	38
3.3 Población, Muestra y Muestreo.....	39
3.4 Métodos, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	40
3.5 Plan de Procesamiento y Análisis de Datos	41
IV. RESULTADOS.....	43
4.1 Determinación del Caudal en el Canal Troncal en el Sector Agrícola de la Irrigación Margen Izquierda del Rio Tumbes	43
4.2 Determinación de la Eficiencia de Conducción Tramo No Revestido Progresiva 5+400 – 5+900 (Sector Pechichal).....	45
4.3 Determinación de la Eficiencia de Conducción Tramo Revestido Progresiva 17+006 – 17+506 (Sector Los Cedros).....	46
4.4 Comparar la Eficiencia de Conducción en Canal Revestido y No Revestido.....	47
V. DISCUSION	49
5.1 Determinación del Caudal en el Canal Troncal en el Sector Agrícola de la Irrigación Margen Izquierda del Rio Tumbes	49
5.2 Determinación de la Eficiencia de Conducción Tramo No Revestido Progresiva 5+400 – 5+900 (Sector Pechichal).....	49
5.3 Determinación de la Eficiencia de Conducción Tramo Revestido Progresiva 17+006 – 17+506 (Sector Los Cedros).....	49
5.4 Comparar la Eficiencia de Conducción en Canal Revestido y No Revestido.....	50
VI. CONCLUSIONES	50

VII.	RECOMENDACIONES	51
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
IX.	ANEXOS.....	56
	Tablas de Datos de Campo.....	56
	Galería de Fotos	60
	Planos	63

INDICE DE FIGURAS

Contenido	Pág.
Figura 1 Ubicación del Canal No Revestido Sector Pechichal.....	37
Figura 2. Ubicación del Canal Revestido Sector Los Cedros.....	..38

INDICE DE TABLAS

Contenido	Pág.
Tabla 1 Caudal en el Canal No Revestido Sector Pechichal.....	43
Tabla 2 Caudal en el Canal Revestido Sector Los Cedros.....	44
Tabla 3 Eficiencia de Conducción en el Canal No Revestido Sector Pechichal.....	45
Tabla 4 Eficiencia de Conducción en el Canal Revestido Sector Los Cedros.....	46
Tabla 5 Comparación de Eficiencia de Conducción en Canal Revestido y No Revestido.....	47

Tabla 6 Eficiencia de Conducción en Canal No Revestido Sector Pechichal por Fecha de Aforo.....	56
Tabla 7 Eficiencia de Conduccion en el Canal Revestido Sector Los Cedros por Fecha de Aforo.....	57
Tabla 8 Eficiencia de Conduccion en el Canal No Revestido en el Tramo Total.....	58
Tabla 9 Eficiencia de Conduccion en el Canal Revestido en el Tramo Total.....	59

INDICE DE FOTOS

Contenido	Pág.
Foto 1. Ubicación del Canal No Revestido Sector Pechichal.....	60
Foto 2. Medición de los 500 m del Canal No Revestido Sector Pechichal.....	60
Foto 3. Anotando las Coordenadas del Canal No Revestido.....	60
Foto 4. Aforando el Canal No Revestido utilizando el Método del Flotador.....	61
Foto 5. Medición de la Profundidad del Canal No Revestido.....	61
Foto 6. Medición del Nivel del Agua del Canal No Revestido.....	61
Foto 7. Ubicación del Canal Revestido Sector Los Cedros.....	62
Foto 8. Medición de los 500 m del Canal Revestido Sector Los Cedros.....	62
Foto 9. Anotando las Coordenadas del Canal Revestido.....	62
Foto 10. Aforando el Canal Revestido utilizando el Método del Flotador.....	63
Foto 11. Medición de la Sección Hidráulica del Canal Revestido.....	63
Foto 12. Terminando de Realizar el Trabajo de Campo.....	63

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Situación Problemática

El agua es vital para la vida humana; usamos agua para beber, para producir nuestros alimentos, para sanear nuestro ambiente, como medio de transporte, para generar energía y mil otros fines. Los recursos hídricos son finitos y además se encuentran distribuidos desigualmente en las regiones del mundo.

Del consumo total de agua a **nivel mundial**, el sector agrícola bajo riego utiliza aproximadamente el 70%. Ante la perspectiva de crecientes períodos con balance hídrico negativo, resultado del uso ineficiente de los recursos, la influencia del cambio climático y el constante incremento en el consumo por parte de los sectores urbano e industrial, la mayoría de los países se verán obligados a implementar sistemas que promueven el uso eficiente del agua a fin de asegurar el desarrollo sostenible de su agricultura y mejorar las condiciones de vida de la población rural (CINADCO, 2015).

En Israel, un pequeño país ubicado en una región árida – semiárida, ha invertido grandes esfuerzos en la investigación y el desarrollo de tecnologías que aseguran el uso y manejo eficiente de sus escasos recursos hídricos. La incorporación de los sistemas de riego a presión ya en la década de los 50', ha inducido un cambio fundamental en las prácticas agrícolas tradicionales impulsando el desarrollo de una agricultura moderna y de alta productividad (MASHAV, 2015).

En México, El uso eficiente del agua en el campo es uno de los factores fundamentales para poder garantizar la producción alimentaria y el trabajo de las familias mexicanas vinculadas con el sector agrícola. La “eficiencia en el uso del agua (EUA)” o “productividad del agua (PA)” es la relación existente entre la biomasa presente en un cultivo por unidad de agua utilizada por éste

en un determinado momento. Cuando se pretende enfocar el empleo del agua por un componente meramente productivo y económico, se recurre a sustituir la biomasa por el rendimiento en kg de producto por m³ de agua utilizada (**Salazar, Rojano, & Lopez, 2016**).

En España, Almería se reduce el uso del agua entre 40-50% debido a la disminución en la radiación solar y el viento. Por otro lado, mencionan que la evapotranspiración en invernadero se reduce un 70% respecto a la del aire libre. En general, la producción bajo invernaderos incrementa la eficiencia en el uso del agua por tres razones:

1. Se reduce la evapotranspiración (menor radiación, mayor humedad).
2. Incremento de los rendimientos debido a un mejor control de plagas y enfermedades.
3. Técnicas avanzadas de riego (riego por goteo y reúso del agua).

Reportan que la producción de jitomate en Almería, España, requiere de 27 m³ /ton (37 kg/m³), en comparación con la producción a campo abierto, que usa de 50 a 60 m³ / ton (16-20 kg/ m³); las cifras anteriores muestran un notable incremento en la productividad del agua al pasar de campo abierto a invernaderos. Por ejemplo, en países como Estados Unidos se ha producido un cambio en zonas regables con recursos hídricos limitados de cultivos extensivos a cultivos hortícolas (**Camacho, Fernandez, & Eumedia, 2007**).

El Perú, enfrenta problemas bastante serios en la gestión del agua, los cuales se harán particularmente intensos en la próxima década en un contexto de crecientes demandas y limitada oferta del recurso. Estos problemas no pueden ser efectivamente enfrentados con la actual institucionalidad, la cual no genera incentivos para la eficiencia, equidad y sostenibilidad en el uso del agua. Existe por esto un creciente consenso sobre la necesidad de reformar esta institucionalidad, buscando mecanismos más eficaces para enfrentar los problemas (**Zegarra, 2004**).

En Tumbes, actualmente se cuenta, con la Bocatoma La Peña en un relativo buen estado a excepción de unas obras complementarias que se proyectan en este estudio; sin embargo, el Canal Principal es en Tierra (más del 80% de su recorrido), lo que degrada la Eficiencia del Riego y no permite dotar de la adecuada cantidad de recurso a los cultivos debido a las Pérdidas por Infiltración que se presentan en su recorrido **(ANA, 2010)**.

En el Sub Sector Hidraulico Margen Izquierda del Rio Tumbes esta conformado por cuatro bloques de riego La Peña, Malval, Variante, La Cruz. El trabajo de investigación se realizó en el bloque de riego Malval (Sector Pechichal) y bloque de riego La Cruz (Sector Los Cedros) para identificar si el Revestimiento y No Revestimiento influye en la Eficiencia de Conducción en el Canal Troncal y se determinó que en un Canal No Revestido hay mayores pérdidas que en un Canal Revestido ya sea por Infiltración, Evaporación, etc.

1.2 Formulación del Problema de Investigación

¿Influye el Revestimiento y el no Revestimiento de Canales de Riego en la Eficiencia de Conducción del Agua, en el Sector Agrícola de la Comisión de Usuarios de la Irrigación Margen Izquierda del Rio Tumbes?

1.3 Justificación

La investigación permitirá conocer si el revestimiento de canales de irrigación contribuye en el cálculo de la eficiencia de conducción, y así mejorar la eficiencia del uso del agua.

Esta investigación se realiza por el motivo que en los canales no revestidos se pierde agua por infiltración lo cual disminuye su eficiencia, por eso esta investigación será muy importante porque demostrará si el revestimiento de canales de irrigación contribuirá a aumentar la eficiencia de conducción.

Esta investigación contribuirá a que los agricultores tengan conocimiento sobre la eficiencia de conducción el cual sirve para optimizar el recurso hídrico, y mejorar el rendimiento de la producción agrícola.

La presente investigación se justificara en la práctica porque los resultados obtenidos permitirán plantear soluciones frente al problema de infiltración en canales no revestidos.

También tendrá una justificación metodológica porque sus instrumentos técnicos de observación (resultados) podrán ser usados en otras investigaciones similares.

1.4 Hipótesis

El Revestimiento y el no Revestimiento de Canales de Riego Influyen Significativamente en la Eficiencia de Conducción del Agua en el Sector Agrícola de la Comisión de Usuarios de la Irrigación Margen Izquierda del Rio Tumbes.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Determinar la Eficiencia de Conducción en Canales Revestidos y No Revestidos en el Sector Agrícola de la Comisión de Usuarios de la Irrigación Margen Izquierda del Rio Tumbes.

1.5.2 Objetivos Específicos

- 1** Determinar el Caudal en el Canal de la Irrigación Margen Izquierda del Rio Tumbes.
- 2** Calcular la Eficiencia de Conducción en Tramos No Revestidos en el Sector Pechichal (Progresiva 5+400 y 5+900).
- 3** Calcular la Eficiencia de Conducción en Tramos Revestidos en el Sector Los Cedros (Progresiva 17+006 y 17+506).
- 4** Comparar la Eficiencia de Conducción en Canal Revestido y No Revestido.

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1 Antecedentes

Aguilar, Z. (2004). En su investigación “Evaluación de la Infraestructura de Riego y Cálculo de la Eficiencia de Riego en el Proyecto de Becerra Belén -2004”, Concluyó que en el Proyecto de Irrigación Becerra Belén se ha determinado una Eficiencia de Conducción de 84%.

Alvarez, O. (2007). En su investigación “Eficiencia en el Uso del Agua en una Plantación de Palma de Aceite”, Concluyó que las condiciones actuales (Año 2007) de eficiencia del uso del agua de la plantación indican que de 100 litros de agua almacenados en el reservorio, solo 5,8 llegan a la zona radical de la palma, perdiéndose cerca de 65 litros en la conducción, y que el canal de conducción del reservorio a la plantación posee una eficiencia total de 50,6%.

Espinoza, L & Saavedra, Y. (2010). En su investigación “Evaluación de la Eficiencia de Riego Caso Laterales “A y B” del Sub Sector de Riego “La Cruz” de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes”; Concluyó que La Eficiencia de Conducción del Lateral A es 61%, y La Eficiencia de Conducción del Lateral B es 83%.

Garcia, M. (2009). En su investigación “Evaluación de la Eficiencia de Riego en el Módulo IV del Distrito de Riego 017 Comarca Lagunera, México”, Concluyó que la Eficiencia de Conducción en los laterales y sublaterales fue mayor alcanzando un valor máximo del 82.18%.

Goicochea, R. (2013). En su investigación “Determinación de la Eficiencia de Conducción del Canal de Riego Huayrapongo, Distrito de Baños del Inca-Cajamarca”; Concluyó que la Eficiencia de Conducción del canal de riego Huayrapongo, es de 91.40%, en un tramo de 1.00 Km. de canal, correspondiente a las progresivas 0+500 al 1 +500, siendo esta una Eficiencia de Conducción alta”.

Portillo, E.(1994). En su investigación “Evaluación de la Eficiencia de Riego en la Unidad de Riego la Palma, Rio Hondo, Zacapa”; Concluyó que la eficiencia de conducción para los canales revestidos es de 88.83% y para los canales no revestidos es de 63.40%”.

Ruiz, T.(1997). En su investigación “Eficiencia de Riego en el Canal Troncal de la Margen Izquierda del Rio Tumbes-1997”; Concluyó que la Eficiencia de Conducción en el canal sin Revestir en la Irrigación Margen Izquierda del Rio Tumbes es 70%”.

Tandaypan, H. (2015). En su investigación “Evaluación de las Eficiencias de Conducción en los Canales de Derivación de la Comisión de Usuarios de Sausal, su Impacto en la Dotación de Agua en la Distribución”; Concluyó que la Eficiencia de Conducción que presentaron los canales de derivación CD-Pampas de Jagüey, CD-Salina de Quemazón, CD-Barranca plan 2, CD-Chicamita son de 77.69%, 64.52%, 84.89% y 84.28%, respectivamente.

El promedio de las Eficiencias de Conducción de dichos canales de derivación, es de 77.85%, el cual está por debajo de la Eficiencia de Conducción que presento el Valle Moche (81.50%) en el año 2005.

Sin embargo esta en relación con los estudios del PROFODUA (año 2009) el cual considera a la Eficiencia de Conducción en promedio para el Valle Chicama de 75%”.

2.2 Bases Teóricas Científicas

Canales (Rojas , H. 2015). Se llaman canales a los cauces artificiales de forma regular que sirven para conducir agua. El flujo del agua se produce sin presión; o sea, siempre existe una superficie libre en el cual se tiene la presión atmosférica.

Puede por lo tanto considerarse canal cualquier conducto cerrado, como un tubo o túnel que se encuentra funcionando parcialmente lleno.

Se llaman canales abiertos a los conductos que van a cielo abierto, es decir aquellas que se excavan a media ladera por lo general, y el material excavado de ser posible se utiliza en el relleno del labio inferior.

Se llaman túneles a los conductos que se excavan bajo tierra con el objeto de atravesar una loma.

Según la Sección:

- Rectangulares.
- Trapezoidales.
- Triangulares.
- Circulares.
- Herradura (Horse-Shoe).

Criterios de Diseño Para Canales de Flujo Uniforme

En el diseño hidráulico de los canales, se debe tener en cuenta las leyes de la hidráulica y los criterios siguientes a continuación:

Velocidad Máxima de Erosión.-

Durante el diseño hay que tener en cuenta el hecho de que las velocidades de la corriente del agua en el canal excesivamente grande, pueden actuar de una manera destructiva sobre el fondo y las paredes de este. La velocidad media del agua en el canal debe ser menor que la velocidad de socavación. En el cuadro siguiente se dan las velocidades admisibles límites en función de los suelos y el tipo de revestimiento en los cuales discurre el agua:

VELOCIDAD MAXIMA DE EROSION

CARACTERISTICAS DEL SUELO O DEL REVESTIMIENTO DEL CANAL		VELOCIDADES MAXIMAS EN M/S
-	Suelo Limoso, Turba descompuesta	0.25-0.50
	Arena Arcillosa suelta, arcillas	0.70-0.80
	blandas	0.70-1.00
	Turba Fibrosa poca descompuesta	1.00-1.20
	Arcilla arenosa madias y compactas	1.20-1.80
	Arcillas duras	0.80-1.00
	Encespedado	1.80-2.40
	Conglomerado	6.00-6.50
	Madera cepillada	3.80-4.40
	Concreto f'c 140 Kg/cm2	6.60-7.40
	Concreto f'c 210 Kg/cm2	12.00-30.00
	Plancha de acero	

Velocidad Mínima de Sedimentación.-

Otro de los problemas que tiene que afrontar el ingeniero hidráulico al proyectar canales consiste en el transporte de los sedimentos. La velocidad demasiada baja produce el depósito de los sedimentos, disminuyendo la sección del canal y a veces azolvándolo por completo. La corrección de estos defectos es costosa y por eso desde hace mucho tiempo se ha estudiado la forma de crear un canal estable. Por definición un canal estable, es aquel en el que no se presenta ni erosión ni sedimentación (asolvamiento). El primer estudio sobre canales estables fue publicado por Robert G. Kennedy, en base a proyectos de irrigación de ISRAEL, LA INDIA, LA UNIÓN SOVIÉTICA y los EE.UU., llegando a establecer la siguiente expresión como velocidad limite que no produce sedimentación:

$$V_o = \beta h^{0.64}$$

V_o = Velocidad Media Limite que no Produce Asolvamiento (m/s).

β = Coeficiente que Depende del Material en Suspensión.

h = Profundidad del Agua (mts).

Coefficientes de Sedimentación:	
Material en Suspensión	Valores β
Arcilla muy fina	0.59
Arena muy fina	0.58
Barro arenoso	0.64
Arcilla Gruesa	0.70

Canales de Riego por su Función (Condori , H. 2010). Los canales de riego por sus diferentes funciones adoptan las siguientes denominaciones.

Canal de primer orden.-

Llamado también canal madre o de derivación y se le traza siempre con pendiente mínima, normalmente es usado por un solo lado ya que por el otro lado da con terrenos altos.

Canal de segundo orden.-

Llamados también laterales, son aquellos que salen del canal madre y el caudal que ingresa a ellos, es repartido hacia los sub – laterales, el área de riego que sirve un lateral se conoce como unidad de riego.

Canal de tercer orden.-

Llamados también sub – laterales y nacen de los canales laterales, el caudal que ingresa a ellos es repartido hacia las propiedades individuales a través de las tomas del solar, el área de riego que sirve un sub – lateral se conoce como unidad de rotación.

De lo anterior se deduce que varias unidades de rotación constituyen una unidad de riego, y varias unidades de riego constituyen un sistema de riego, este sistema adopta el nombre o codificación del canal madre o de primer orden.

Clasificación de los Canales (Perez, G. 2013). Los canales pueden clasificarse según, la función que cumplen en los sistemas en:

Canal de Derivación:

Es el canal que conduce las aguas desde la toma hasta el punto inicial de reparto de las aguas.

Canales Laterales:

Son los que llevan las aguas a las áreas de riego y finalmente a las parcelas.

De acuerdo a su origen:

Naturales:

Son los cursos de agua existentes en forma natural como consecuencia del escurrimiento de la lluvia.

Artificiales:

Son los contruidos por el hombre.

Información básica para el diseño:

- Capacidad.
- Trazo.
- Topografía.
- Geología.
- Geotecnia.

Información inicial para el diseño:

- Fotografía aérea (google map).
- Planos topográficos y catastrales.
- Estudios geológicos, salinidad, suelos.
- Levantamiento topográfico (1/500, 1/1000, 1/2000).

Trazado del Canal

Criterios para el trazado:

El trazo de canales es una actividad que se realiza después que se ha construido la plataforma, de acuerdo a las especificaciones técnicas:

- Verificar las características geométricas del canal en recta y curva.
- Trazar la base inferior y superior del canal, teniendo en cuenta si va ser o no revestido.
- Replantear las medidas trazadas con las especificaciones.
- Trazo del eje del canal: tramo recto y curvo.
- Conseguir la mayor eficiencia y seguridad de las obras con el menor costo.

Por lo general el sitio de la iniciación de la utilización del agua, como tanque de presión, comienza de la zona de riego, etc. Está establecido y desde allí se traza la línea de gradiente hacia el río para determinar la ubicación de las obras de toma.

Se debe estudiar la posibilidad de rectificar la alineación acortando su longitud por medio de túneles, acueductos, rellenos u otro tipo de obras.

En este caso es necesario comparar el costo de las distintas alternativas.

Filtración de canales:

Factores que afectan la filtración de las aguas:

- La permeabilidad del suelo.
- El calado del agua en el canal (y).
- Temperatura
- Edad del canal.
- Caudal.

$$P = K/Q \text{ (Kostiakov)}$$

Caudal (m3/s)	Perdida en % del caudal por kilometro
0.03 - 0.1	6-12
0.1-0.2	12-9
0.2-0.3	9-6
0.5-1	4-6
1-1.5	4.5-3
1.5-2	3-2.5
2-3	2.5-1.8
3-10	1.1-0.6
10-20	0.6-0.5
20-50	0.5-0.2
50-100	0.2-0.15
100-200	0.15-0.05
200-300	0.05-0.02

Fórmulas para calcular la filtración en canales revestidos

Formula de T. Ingham:

$$P = 0.0025\sqrt{d} (b + 2md)$$

Donde:

P = Perdidas m3/s.km.

d = Calado en metros.

b = Ancho de la solera (m).

m = Tangente del Ángulo del Talud con la Vertical.

Formula de Echeverry:

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

Donde:

P = Perdidas m3/s.km.

Ce = Coeficiente de Permeabilidad.

d = Calado en Metros (y).

b = Ancho de la Solera (m).

m = Tangente del Ángulo del Talud con la Vertical.

Clase de suelo	Ce
Arcillosos	0.25-0.50
Franco Arcillosos	0.50-0.75
Limosos Francos	0.75-1.00
Franco Arenosos	1.00 -1.50
Arenas finas	1.50-1.75
Arenas gruesas	2.00-2.50
Gravas	2.50-6.00

Formula de Pavlovski:

$$P = 1000k [b + 2d(1 + m)]$$

Donde:

P = Perdidas m³/s.km.

k = Coeficiente de Permeabilidad en m/s.

b = Ancho de la Solera (m).

d = Calado en Metros (y).

m = Tangente del Ángulo del Talud con la Vertical.

Formula de Punjab:

$$P = C_p Q^{0.53}$$

Donde:

Q = Caudal (m³/s).

C_p = Un Valor que Varía Según el Suelo.

Clase de suelo	Cp
Suelos muy permeables	0.03
Suelos comunes	0.02
Suelos impermeables	0.01

Formula de Kostiakov:

$$P = 1000k(b + 2.4d\sqrt{1 + m^2})$$

Donde:

P = Perdidas m³/s.km.

k= Coeficiente de Permeabilidad en m/s.

b = Ancho de la Solera (m).

d = Calado en Metros (y).

m = Tangente del Ángulo del Talud con la Vertical.

La Variación de los Suelos de Permeabilidad para Distintos Suelos Según Tabla Adjunta.

Clase de suelo	K en cm/s
Grava	0.01-0.1
Arena Gruesa	0.1-0.001
Arena Fina	0.01-0.0001
Tierra arenosa	0.001-0.00001
Tierra Franco-Arcillosa	0.00001-0.000000001
Tierra Franca	0.0001-0.0000001
Limo	0.0001-0.00001
Arcilla	0.000001-0.00000001
Arcilla Compacta	0.0000001-0.0000000001

Formula de E.A. Motitz:

$$P = 0,0375 C_m A^{\frac{1}{2}}$$

Donde:P = Perdidas m³/s.km.C_m = Coeficiente que Depende del Material en el que esta Excavado el Canal.

A = Superficie.

Tiene los siguientes valores:

Clase de suelo	C _m
Franco Arcilloso	0.08-0.3
Franco Arenoso	0.3-0.45
Arenas Sucias	0.45-0.55
Arenas y gravas	0.55-0.75

Formula de V Vedernikov:**Donde:**

$$P = K C_v (b + 2d\sqrt{1 + m^2})$$

P = Perdidas m³/s.km.

k= Coeficiente de Permeabilidad en m/s.

C_v = Coeficiente que Depende de Características Geométricas del Canal, tales como relación entre ancho y calado e inclinación de taludes, varía entre los valores 1.0 - 1.4.

b = Ancho de la Solera (m).

d = Calado en Metros (y).

m = Tangente del Ángulo del Talud con la Vertical.

Pérdidas en Canales Revestidos

Según **Davis**, todo canal debe estar revestido cuando las pérdidas por filtración exceden 0.00053 cm/s.

De acuerdo a **Hinds**, el revestimiento de 3 pulg, hecho en hormigón, de buena calidad debe reducir las pérdidas a 0.000000141 cm/s.

Según **Uginchus**, las pérdidas de en un canal revestido se pueden obtener multiplicando por un factor las pérdidas que se producen en el mismo canal revestido.

Para el caso de un canal revestido de hormigón de 7.5 cm de espesor, se ha encontrado que el coeficiente es igual a 0.13 o sea que las pérdidas se reducen a una octava parte. O empleando la fórmula:

Pérdidas en Canales Revestidos:

$$P = K \frac{d}{t} (b + d(\sqrt{1 + m^2}))$$

Donde:

P = Perdidas m³/s.km.

t = Espesor del Revestimiento.

k = Permeabilidad del Revestimiento de Hormigón que varía de 0.00001 – 0.0000001 cm/s.

b = Ancho de la Solera (m).

d = Calado en Metros (y).

m = Tangente del Ángulo del Talud con la Vertical.

Revestimiento en Canales

Finalidad y Justificación:

Los revestimientos deben satisfacer los siguientes requerimientos:

- Crear una barrera impermeable al paso del agua, disminuyendo las pérdidas de esta y permitiendo extender el beneficio del riego a una mayor superficie cultivable.
- Proteger las tierras colindantes de los daños que en ellas causa la filtración eliminando con esto la necesidad de costosas obras de drenaje.
- Proteger el canal contra la erosión permitiendo una mayor velocidad.
- Esto a su vez permite reducir la sección con la consiguiente economía en la excavación.
- Reducir el coeficiente de rugosidad permitiendo el aumento de la velocidad.
- Evitar el crecimiento de plantas acuáticas en las paredes del canal.
- Como consecuencia de los numerales anteriores reducen considerablemente los costos de mantenimiento.

Las características de un buen revestimiento deben ser las siguientes:

- Ser impermeable.
- Resistencia a la erosión.
- De bajo costo en cuanto a construcción como a mantenimiento.
- Durable ante la acción de agente atmosféricos, plantas y animales.

Tipos de Revestimiento

Mezclas con cemento: fundidas en el sitio prefabricadas:

Revestimiento de hormigón.

Revestimiento de mortero.

Revestimiento de mampostería.

Revestimiento de ladrillo.

Revestimiento de terrocemento.

Mezclas Asfálticas.

- Membrana enterrada.
- Concreto asfáltico.

Materiales térreos: azolve artificial.

Tratamientos químicos del terreno.

Canales Revestidos (Rocha, A. 2009). El revestimiento y la protección de las márgenes de canalizaciones pueden representar hasta el 25% de costo de implementación de estas obras. Para disminuir las pérdidas de infiltración por durante el transporte, para asegurarse contra el agrietamiento, para determinar la conveniencia económica del revestimiento de canales hay que hacer un estudio.

Canal Revestido (Jimenez, J. 2017). Canal abierto cubierto por una capa impermeable o semipermeable, esta capa de revestimiento puede ser de concreto, ladrillo, piedra, u otro material que facilite el flujo del agua.

Canal no Revestido (Jimenez, J. 2017). Canal abierto el cual carece de una capa de revestimiento.

Canalización (Arbulu, J. 2015). Por canalización se entiende al acto o hecho de encauzar por medio de obras artificiales del cauce natural de un curso de agua. Las finalidades de una canalización pueden ser múltiples delimitar el cauce, proteger las márgenes contra erosiones o inundaciones, recuperar terrenos.

Eficiencia de Conducción (Arbulu, J.2015). La eficiencia de conducción se define típicamente como la relación entre el agua que llega a una granja o campo y que es desviado de la fuente de agua de riego.

Donde:

$$E_c = 100 \frac{V_f}{V_t}$$

E_c = es la Eficiencia en la Conducción (%).

V_f = es el Volumen de Agua que llega a la Granja o Campo (m³).

V_t = es el Volumen de Agua Trasvasada (m³) de la fuente.

Eficiencia de conducción (Calvache, M. 2007). Las pérdidas de agua en los sistemas de conducción reducen la disponibilidad del agua para los cultivos a nivel predial, contribuyen considerablemente a crear problemas de drenaje en predios locales e incrementan los requerimientos de mantenimiento a lo largo del canal. La eficiencia de conducción de un canal de riego puede estimarse si se conoce la cantidad de agua recibida a la entrada de un canal (Q_i), comparada con el agua recibida a la salida del canal (Q_f), multiplicado por 100.

$$E_c = (Q_f/Q_i) \times 100$$

Donde:

E_c = Eficiencia en la Conducción (%).

Q_i = Cantidad de Agua Recibida a la Entrada de un Canal (m³).

Q_f = Cantidad Agua Recibida a la Salida del Canal (m³).

Eficiencia de Conducción (Lam, H. 1997). Considera que la eficiencia de conducción es aceptable cuando varía entre el siguiente valor: 75%-85%.

Eficiencia de Conducción (Ruiz, G. 1989). Es la relación entre el caudal o volumen conducido en un período de tiempo (diario, semanal, mensual) por los laterales y el caudal o

volumen conducido por el canal principal en el mismo período de tiempo. Se expresa literalmente de la siguiente manera.

$$ECP = \frac{VCL}{VCP}$$

Donde:

VCL : Volumen Conducido por los Laterales.

VCP : Volumen Conducido por el Canal Principal.

Eficiencia de Conducción (Manrique, M. 2016). La eficiencia de conducción permite evaluar la pérdida de agua en el canal principal desde la Bocatoma hasta el punto final del canal principal. Existe casos en que no es factible tener cerrado la compuertas de los canales laterales de distribución L1, L2, L3,..., Ln los mismos que se consideran en la forma de cálculo de la eficiencia de Conducción.

Es mayor cuanto mejor sea el estado del canal o cauce que conduce el agua. Esto quiere decir lo siguiente:

- Que, de preferencia sea revestido, para evitar que haya pérdidas de infiltración.
- Que no tenga roturas, ni en la base, ni en los taludes ni en los bordos.
- Que no tenga mucho espejo de agua expuesto a la evaporación.
- Que no se produzcan hurtos o sustracción de agua en el recorrido, como el caso de usuarios informales, carguío de agua en cisternas, abastecimiento permanente de uso pecuario etc.
- Que se deriven los caudales mínimos recomendables técnicamente, para tener velocidad aceptable y no producir sedimentación que reduce la capacidad del canal o erosión que deforma la sección, exponiendo una mayor superficie a la infiltración.

La eficiencia de conducción (E_c) está dada por la relación entre la cantidad de agua que entra al canal o tramo de canal de derivación (VE) y la cantidad de agua que sale del canal o tramo del canal (VS) mediante la siguiente expresión:

$$\text{También, cuando se } E_c = \frac{VS}{VE} \quad \text{ó} \quad E_c(\%) = \frac{VS}{VE} \times 100 \quad \text{utiliza caudales:}$$

$$E_c = \frac{QS}{QE} \quad \text{ó} \quad E_c(\%) = \frac{QS}{QE} \times 100$$

Otra forma de cálculo de la eficiencia de conducción es utilizando los conceptos de pérdidas mediante las siguientes expresiones:

$$V_p = \frac{VE - VS}{VE} \quad \text{ó} \quad V_p(\%) = \frac{VE - VS}{VE} \times 100$$

$$Q_p = \frac{QE - QS}{QE} \quad \text{ó} \quad Q_p(\%) = \frac{QE - QS}{QE} \times 100$$

$$E_c = 100 - V_p(\%), \quad \text{ó} \quad E_c = 100 - Q_p(\%)$$

Donde:

E_c = Eficiencia de Conducción.

V_p = Pérdidas de Agua en el Canal, expresadas en Volumen.

Q_p = Pérdidas de Agua en el Canal expresadas en Caudal.

VS = Volumen de Agua que Sale del Canal o Tramo de Canal.

VE = Volumen de Agua que Entra al Canal o Tramo de Canal.

QS = Caudal que Sale del Canal o Tramo de Canal.

QE = Caudal que Entra al Canal o Tramo de Canal.

Hidráulica (Rodriguez, H. 2011). Es una es una de las principales ramas de la Ingeniería Civil que trata los problemas relacionados con la utilización y el manejo de los fluidos, principalmente el agua. Esta disciplina se avoca, en general, a la solución de problemas tales

como, el flujo de líquidos en tuberías, ríos y canales y a las fuerzas desarrolladas por líquidos confinados en depósitos naturales, tales como lagos, lagunas, estuarios, etc., o artificiales, como tanques, pilas y vasos de almacenamiento, en general.

Hidráulica Experimental (Riaño, F. 2015). El surgimiento de la Hidráulica Experimental se inserta en la llamada Revolución Científica en la cual se incrementa el valor de la observación, de la experiencia y la necesidad de la verificación práctica. Así mismo se establecen los fundamentos conceptuales e institucionales de la ciencia moderna de la que Galileo fue uno de sus máximos representantes.

Infiltración (Hillel, L. 1971). El proceso por el cual el agua penetra desde la superficie del terreno hacia el interior.

Infiltración (Salazar, O. 2008). Si se aplica agua a determinada superficie del suelo, a una intensidad uniforme, se llegara a un punto en que comience a exceder la tasa del suelo para absorber agua y el exceso se acumula sobre la superficie como agua en detención, posteriormente escurre si las condiciones de pendiente lo permiten. El movimiento del agua, a través de la superficie del suelo y hacia el interior del mismo, se produce por la acción de la fuerza gravitacional y capilar. Juega un papel de primer orden en la relación lluvia-escurrimiento y, por lo tanto, en los problemas de manejo de los recursos naturales, diseño y predicción asociados a la dimensión y operaciones a obras hidráulicas, etc.

Ley de Darcy (Villon, M. 2002). Formulo la ley fundamental que describe el movimiento del agua de la zona saturada a través del suelo.

$$Q = K * A * \frac{\phi_1 - \phi_2}{L} \quad \text{o'} \quad Q = K * A * \frac{\Delta\phi}{L}$$

Donde:

Q = Volumen.

A = Área.

L = Longitud.

ϕ_1 Y ϕ_2 = Potenciales.

$\phi\Delta$ = Perdida de Carga.

K = Constante.

Medición de Agua (Condori, H. 2008). La medición del caudal o gasto de agua que pasa por la sección transversal de un conducto (río, riachuelo, canal, tubería) de agua, se conoce como aforo o medición de caudales. Este caudal depende directamente del área de la sección transversal a la corriente y de la velocidad media del agua.

La fórmula que representa este concepto es la siguiente:

$$Q = A \times V$$

Donde:

Q = Caudal o Gasto (m^3/s).

A = Área de la Sección Transversal (m^2).

V = Velocidad Media del Agua en el Punto (m/s).

Importancia:

La función principal de la hidrometría es proveer de datos oportunos y veraces que una vez procesados proporcionen información adecuada para lograr una mayor eficiencia en la programación, ejecución y evaluación del manejo del agua en un sistema de riego.

El uso de una información ordenada nos permite:

- Dotar de información para el ajuste del pronóstico de la disponibilidad de agua. Mediante el análisis estadístico de los registros históricos de caudales de la fuente (río, aguas

subterráneas, etc.), no es posible conocer los volúmenes probables de agua que podemos disponer durante los meses de duración de la campaña agrícola.

- Esta información es de suma importancia para la elaboración del balance hídrico, planificación de siembras y el plan de distribución del agua de riego.
- Monitorear la ejecución de la distribución. La hidrometría proporciona los resultados que nos permiten conocer la cantidad, calidad y la oportunidad de los riegos; estableciendo si los caudales establecidos en el plan de distribución son los realmente entregados y sobre esta base decidir la modificación del plan de distribución, en caso sea necesario.
- Además de los anteriormente la hidrometría nos sirve para determinar la eficiencia en el sistema de riego y eventualmente como información de apoyo para la solución de conflictos.

Velocidad y Sección:

Los métodos de aforo basados con este método son los más empleados; se requiere medir el área de la sección transversal del flujo de agua y la velocidad media de este flujo.

$$Q = A \times V$$

Donde:

Q = es el Caudal del Agua (m³/s).

A = es Área de la Sección Transversal del Flujo de Agua (m²).

V = es la Velocidad Media del Agua (m/s).

T = es el tiempo (seg).

Generalmente el caudal Q se expresa en litros por segundo (L/s) o en metros cúbicos por segundo m³/s.

En la ecuación si Q el caudal se expresa en m^3/s , A se expresa en m^2 y v en m/s , V se expresa en m^3 y T que es el tiempo en seg.

Es fácil convertir m^3/s a L/s , sabiendo que un m^3 equivale a 1,000 litros.

L/s , se puede expresar también como LPS (litros por segundo).

El problema principal es medir la velocidad media en los canales o causes ya que la velocidad varía en los diferentes puntos al interior de una masa de agua.

Los Métodos más conocidos de Aforos de Agua son los siguientes:

- Método del correntómetro.
- Método del Flotador.
- Método usando dispositivos especiales tales como: vertederos y canaletas (parshall, trapezoidal, sin cuello, orificio, etc.).
- Para la medición del agua existen varios métodos, siendo los más utilizados el método del correntómetro y el método del flotador.

Método del Correntómetro:

En este método la velocidad del agua se mide por medio de un instrumento llamado correntómetro que mide la velocidad en un punto dado de la masa de agua.

Existen varios tipos de correntómetros, siendo los más empleados los de hélice de los cuales hay de varios tamaños; cuando más grandes sean los caudales o más altas sean las velocidades, mayor debe ser el tamaño del aparato.

Cada correntómetro debe tener un certificado de calibración en el que figura la fórmula para calcular la velocidad sabiendo el número de vueltas o revoluciones de la hélice por segundo. Estos correntómetros se calibran en laboratorios de hidráulica, una fórmula de calibración es la siguiente:

$$V = a n + b$$

Donde:

V = es la Velocidad del Agua, en m/s.

n = es el Número de Vueltas de la Hélice por Segundo.

a = es el Paso Real de la Hélice en Metros.

b = es la llamada Velocidad de Frotamiento en m/s.

Como el Correntómetro mide la velocidad en un punto, para obtener la velocidad media de un curso de agua se deben en ciertos casos, medir la velocidad en dos, tres o más puntos, a diversas profundidades a lo largo de una vertical y a partir de la superficie del agua.

Las profundidades en las cuales se mide las velocidades con el correntómetro en función de la altura del tirante de agua d.

Tirante de agua (d)	Profundidad de lectura del Correntómetro
Cm	cm
< 15	d / 2
15 < d < 45	0,6 d
> 45	0,2 d y 0.8 d o 0.2 d, 0.6 d y 0.8 d

Conocidas las profundidades se calcula el área de la sección transversal, la que se utilizara para el cálculo del caudal.

$$Q = V \times A$$

Donde:

V = Velocidad Determinada con el Correntómetro (m/s).

A = Área de la Sección Transversal (m²).

Método del Flotador:

El método del flotador se utiliza cuando no se tiene equipos de medición y para este fin se tiene que conocer el área de la sección y la velocidad del agua, para medir la velocidad se utiliza un flotador con él se mide la velocidad del agua de la superficie, pudiendo utilizarse como flotador cualquier cuerpo pequeño que flote: como un corcho, un pedacito de madera, una botellita lastrada, Este método se emplea en los siguientes casos:

- A falta de correntómetro.
- Excesiva velocidad del agua que dificulta el uso del correntómetro.
- Presencia frecuente de cuerpos extraños en el curso del agua, que dificulta el uso del correntómetro.
- Cuando pelagra la vida del que efectúa el aforo.
- Cuando pelagra la integridad del correntómetro.

El cálculo consiste en:

$$Q = A \times V$$

$$V = e / t$$

Donde:

V = es la Velocidad en m/s.

e = espacio Recorrido en m del Flotador (m).

t = Tiempo en Segundos del Recorrido por el Flotador.

A = Área de la Sección Transversal (m²).

Q = Caudal (m³/s).

Estructuras Hidrométricas:

Para la medición de caudales también se utilizan algunas estructuras intencionalmente construidas, llamadas medidores. Las estructuras que actualmente se usan se basan en los dispositivos hidráulicos son: Orificio, vertedero y sección crítica.

Orificio:

La ecuación general del orificio es:

$$Q = CA (2gh)^{1/2}$$

Donde:

Q = Caudal (m³/s).

C = Coeficiente.

A = Área (m²).

g = Gravedad (m/s²).

h = Tirante de Agua (y).

Vertedero:

Pueden ser de descarga libre o ahogada, de cresta delgada o ancha.

La ecuación general de los vertederos es:

$$Q = K L H^N$$

Donde:

Q = Caudal (m³/s).

K, N = Coeficiente.

L = Longitud de Cresta (m).

H = Tirante de Agua (y).

Sección Crítica:

Es el paso de una sección estrecha hacia una más amplia provocando un cambio del régimen, donde es posible establecer la relación tirante-gasto.

La ecuación general utilizada es:

$$Q = K B H^N$$

Donde:

Q = Caudal (m^3/s).

K, N = Coeficientes.

B = Ancho de Garganta (m).

H = Tirante (y).

Método Volumétrico:

Se emplea por lo general para caudales muy pequeños y se requiere de un recipiente para coleccionar el agua. El caudal resulta de dividir el volumen de agua que se recoge en el recipiente entre el tiempo que transcurre en coleccionar dicho volumen.

$$Q = V / T$$

Donde:

Q = Caudal m^3/s .

V = Volumen en m^3 .

T = Tiempo en segundos.

Método de Infiltración (Kostiakov & Guevara, E. 1932). Este autor presentó una fórmula empírica para relacionar la lámina infiltrada para un tiempo determinado y el tiempo.

$$F = C * t^m$$

Donde:

F = Lámina total infiltrada en el tiempo t .

t = tiempo (Seg).

C y m = parámetros a determinar con datos experimentales.

Método del Flotador (Cuba, G. 1995). Es un método de poca precisión, pero de utilización, en caso de no contarse con elementos de mayor confiabilidad consiste.

Seleccionar una longitud “ L ” en un tramo recto de canal o acequia, determinando los puntos A y B.

- Determinar, el Área de la sección húmeda.
- Luego de medir el tiempo empleado por el flotador en recorrer la longitud “ L ” (AB).
- Calcular la velocidad.

$$V = \frac{L}{T} \quad (AB)(m) = m/seg$$

$$Q (m^3 /seg) = A.V$$

Donde:

V = Velocidad en m/s.

L = Tramo recto de canal o acequia.

Q = Caudal m^3/s .

T = Tiempo en segundos.

A = Área de la Sección Húmeda (m^2).

Riego (Pacheco, J. 1997). Es un procedimiento que consiste en el aporte artificial de agua a un determinado terreno, generalmente con la intención de intentar con el mismo facilitar el crecimiento de vegetales. Es implementado desde la antigüedad por su relevancia en el desarrollo de la agricultura.

2.3 Definiciones Básicas

Eficiencia

Eficiencia es la capacidad de hacer las cosas bien, la eficiencia comprende y un sistema de pasos e instrucciones con los que se puede garantizar calidad en el producto final de cualquier tarea (**Diccionario de la Real Academia Española**).

Conducción

Transporte del agua de una parte a otra, Conjunto de conductos dispuestos para el paso del agua (**Glosario de Riegos**).

Canal

Cauce artificial por donde se conduce el agua para diversos usos (**Glosario de Riegos**).

Canal Revestido

Son aquellos capaces de transportar el agua entre dos puntos de una forma segura a un costo óptimo, se tienen canales rectangulares, trapezoidales y triangulares (**Wikipedia**).

Canales Naturales

Incluyen todos los cursos de agua que existen de manera natural en la tierra, los cuales varían en tamaño desde pequeños arroyuelos en zonas montañosas, hasta quebradas, ríos pequeños y grandes, arroyos, lagos y lagunas. Las corrientes subterráneas que transportan agua con una superficie libre también son consideradas como canales abiertos naturales (**Civilgeeks**).

Canales Artificiales

Los canales artificiales son todos aquellos construidos o desarrollados mediante el esfuerzo de la mano del hombre, tales como: canales de riego, de navegación, control de inundaciones, canales de centrales hidroeléctricas, alcantarillado pluvial, sanitario, canales de desborde,

canaletas de madera, cunetas a lo largo de carreteras, cunetas de drenaje agrícola y canales de modelos contruidos en el laboratorio **(Civilgeeks)**.

Acueducto

Construcción para la conducción de agua a fin de salvar un desnivel **(Glosario de Hidraulica)**.

Aforo

Es la acción o efecto de aforar corrientes de agua en una unidad de tiempo **(Glosario de Hidráulica)**.

Aforar

Medir la cantidad de agua que lleva una corriente en una unidad de tiempo **(Glosario de Hidráulica)**.

Alcantarilla

Construcción que se deja bajo un camino o carretera para que circulen las aguas. Acueducto subterráneo, o sumidero, para recoger las aguas de riego **(Glosario de Hidráulica)**.

Bocatoma

Estructura hidráulica diseñada para captar y dirigir el agua directamente de ríos sin regular o de embalses, a la estructura de conducción. Las bocatomas son frecuentemente parte de un nudo hidráulico compuesto por una presa derivadora, vertedero de descarga de aguas de excesos, descargas de fondo para evacuar sedimentos, canal de aproximación, cámara de entrada, sistema de conducción y obras de control fluvial. Las bocatomas trabajan junto con estructuras de conducción para llevar el agua al sitio de consumo o para regular y dar salida al agua durante crecientes **(Glosario de Hidráulica)**.

Captación

Conjunto de estructuras hidráulicas, de forma y características variadas, que permiten tomar y derivar un determinado caudal desde la fuente (generalmente un río), sin o con regulación o embalse, para luego ser conducido a los sitios de consumo **(Glosario de Hidráulica)**.

Cauce

Conducto abierto, creado natural o artificialmente, el cual contiene agua en movimiento periódico o continuamente **(Glosario de Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres)**.

Caudal

Volumen de fluido que circula en un tiempo determinado. Unidades: m³/min, cm³/min, l/min, gpm **(Glosario de Hidráulica)**.

Compuerta

Especie de puerta pequeña levadiza, compuesta de dos o más tablones anchos y gruesos, unidos y asegurados con barras o chapas de hierro, que se pone en el canal o portillo hecho en la presa del río por donde pasa y baja el agua, para detenerla cuando se quisiere **(Glosario de Hidráulica)**.

Drenaje Hídrico Agrícola Reutilizado

El drenaje hídrico agrícola es agua extraída para usos agrícolas que no se consume y se devuelve. Se puede recuperar y reutilizar, en cuyo caso se considera que es una fuente secundaria de agua, por oposición a los recursos hídricos primarios, que son los recursos renovables de agua dulce. Al igual que las aguas desalinizadas y las aguas residuales, se considera que es un tipo de agua no convencional **(Glosario de Riegos)**.

Eficiencia de Riego

La proporción entre el agua de riego consumida por los cultivos de una explotación, un terreno o un proyecto y el agua desviada desde la fuente de suministro. Se denomina eficiencia del riego en la explotación o eficiencia del suministro a la explotación cuando se mide desde la entrada a la explotación; eficiencia de riego en el terreno o parcela cuando se mide en el terreno o parcela; eficiencia de suministro y conducción del agua o eficiencia general cuando se mide en la fuente de suministro **(Glosario de Riegos)**.

Efluente

Aguas residuales (aguas cloacales u otros residuos líquidos, particularmente los tóxicos) que fluyen a una masa de agua, como un río o un lago **(Glosario de Riegos)**.

Fluido

Líquido o gas. Un líquido que es específicamente compuesto para usarlo como medio de transmitir potencia en un sistema hidráulico **(Glosario de Hidráulica)**.

Hidrometría

Se encarga de medir, registrar, calcular y analizar los volúmenes de agua que circulan en una sección transversal de un río, canal o tubería en la unidad de tiempo **(Convenio de Cooperación Interinstitucional Inrena – UCPSI)**.

Infiltración

Flujo de agua que penetra en un medio poroso a través de la superficie del suelo **(Glosario Hidrológico Internacional)**.

Medición de Agua

Es la cuantificación del caudal de agua que pasa por la sección transversal de un conducto (río, riachuelo, canal, tubería) de agua; también se le conoce como aforo caudal de agua **(Convenio de Cooperación Interinstitucional Inrena – UCPSI).**

Medidores

Contador de agua. Mide la cantidad de agua que está pasando por un determinado lugar **(Glosario de Hidráulica).**

Obra de Arte

Son aquellas estructuras de concreto que sirven para solucionar obstáculos que se presentan en la conducción de los canales. Por ejemplo: puentes, sifones, acueductos, compuertas **(Glosario de Hidráulica).**

Perdida Hídrica

Agua que sale del dominio hidrográfico de un sistema de riego sin cumplir el objetivo para el que fue allí aportada **(Glosario de Riegos).**

Puente

Construcción que permite pasar el agua de riego por determinados puntos **(Diccionario de la Real Academia Española).**

Red de Distribución de Riego

Parte de un sistema de riego constituida por acequias o por tuberías que se derivan de su red de conducción y que disponen de elementos para entregar los módulos que correspondan a la diferente toma o bocas de riego de las unidades que atiende **(Glosario de Riegos).**

Rendimiento de Conducción

Relación entre el agua útil entregada en la toma, tras su transporte y distribución, y la derivada en cabeza del sistema (**Glosario de Riegos**).

Riego

Acción y efecto de regar o esparcir agua al suelo o a plantas cultivadas (**Glosario de Riegos**).

Riego por Gravedad

Método de operación de un sistema o parte de un sistema mediante el uso único de la acción de la gravedad; hay suficiente agua disponible (o ésta está a una presión suficiente) para garantizar su conducción o suministro a los campos y su distribución en los campos (**Glosario de Riegos**).

Sifones

Canales cerrados o tubos que sirven para hacer pasar el agua por un punto inferior a sus dos extremos. El agua entra por la cavidad de uno de ellos y sale por el otro (**Glosario de Hidráulica**).

Sistema Hidráulico

Conjunto de obras e instalaciones hidráulicas necesarias para organizar funciones de captación, de almacenamiento, de conducción, de bombeo, de distribución y de evacuación (**Glosario de Riegos**).

Sistema Hidrométrico

Es el conjunto de actividades y procedimientos que permiten conocer los caudales de agua que circulan en los cauces de los ríos y canales de un sistema de riego, con el fin de registrar, procesar y programar la distribución del agua. El sistema hidrométrico tiene como soporte físico la red hidrométrica (**Convenio de Cooperación Interinstitucional Inrena – UCPSI**).

III. MATERIALES Y METODOS

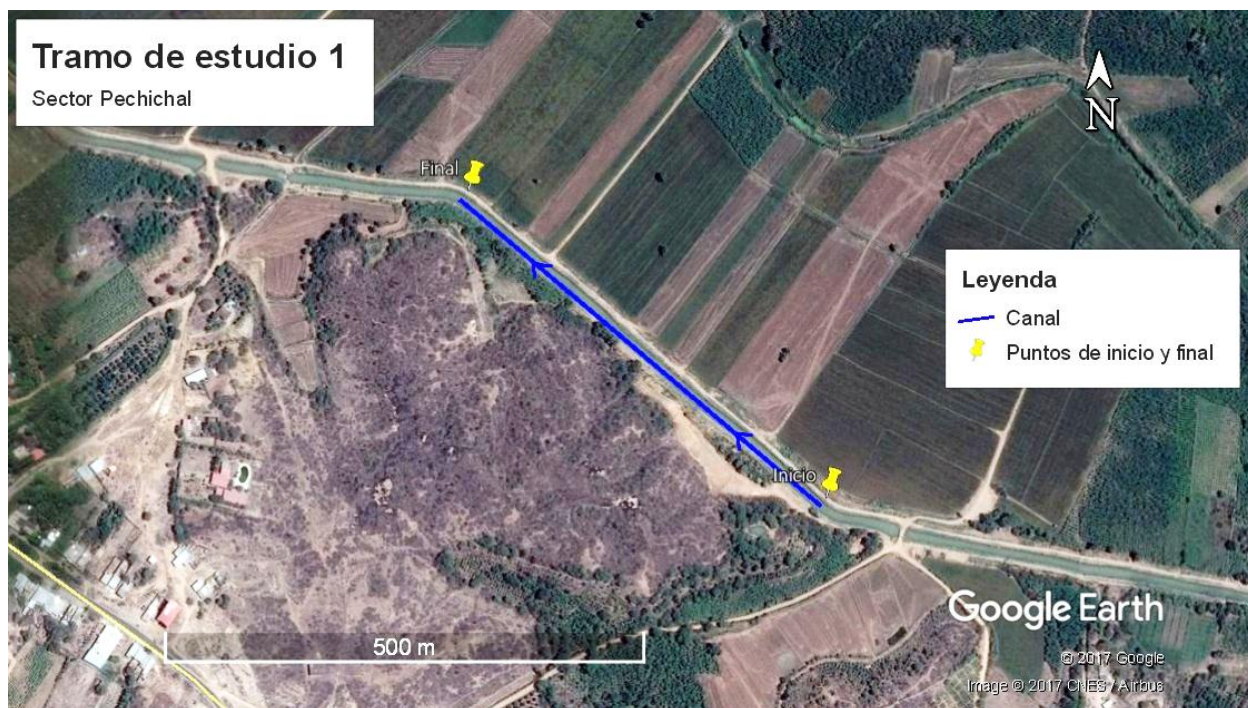
3.1 Ubicación del Sitio Experimental y Duración de la Investigación

El presente trabajo de investigación se realizó en el Sector agrícola Pechichal y Los Cedros de la Margen Izquierda del Río Tumbes, tiene una duración de 2 meses la investigación, Localizado en el Sub Sector Hidráulico, bloque de riego Malval y La Cruz, Provincia de Tumbes, Departamento Tumbes.

Sector Pechichal:

UBICACIÓN GEODÉSICA		
	Inicio	Final
NORTE	561070 m	560692 m
ESTE	9598095 m	9598417 m

Figura 1
Ubicación del Canal No Revestido Sector Pechichal.



Fuente: Trabajo de Campo
Elaboración: Propia

Sector Los Cedros:

UBICACIÓN GEODÉSICA		
	Inicio	Final
NORTE	553422 m	552934 m
ESTE	9600514 m	9600483 m

Figura 2.
Ubicación del Canal Revestido Sector Los Cedros



Fuente: Trabajo de Campo
Elaboración: Propia

3.2 Tipo de Estudio y Diseño de Contrastación de Hipótesis

Practico: Se plantearan soluciones para mejorar la Eficiencia de Conducción en Canales No Revestidos en el Sub Sector Hidráulico de la Irrigación Margen Izquierda del Rio Tumbes. En la presente investigación no se realizó ninguna prueba de contrastación de hipótesis dado que la recogida de datos fue directa y observacional.

3.2.1 Diseño de contrastación de hipótesis

3.2.1.1 *No Experimental:*

El presente proyecto de investigación es de tipo No Experimental, por lo que se va observar el efecto de la Eficiencia de Conducción en el Canal Troncal en Tramos No Revestidos y Tramos Revestidos en el Sub Sector Hidráulico en el Bloque de Riego Malval y La Cruz, en el Canal Troncal del Sector Agrícola Pechichal y los Cedros en la Irrigación Margen Izquierda del Rio Tumbes.

3.2.1.2 *Diseño Transeccional - Descriptivo – Causal:*

El presente proyecto de investigación se realizó en un tiempo de 2 meses, Donde se recogió información en el Sub Sector Hidráulico en el Bloque de Riego Malval y La Cruz, en el Canal Troncal del Sector Agrícola Pechichal y los Cedros en la Irrigación Margen Izquierda del Rio Tumbes, Determinando el Caudal de entrada y salida y así poder determinar su Eficiencia de Conducción en Canales Revestidos y No Revestidos.

3.3 Población, Muestra y Muestreo

3.3.1 Población

- Canales Revestidos y No Revestidos del Sub Sector Hidráulico de Riego de la Margen Izquierda del Rio Tumbes.

3.3.2 Muestra

- Un Tramo de 500 m del Canal Troncal No Revestido en el Sector Agrícola Pechichal.
- Un Tramo de 500 m del Canal Troncal Revestido en el Sector Agrícola Los Cedros.

3.3.3 Muestreo

No Aleatorio, se Asignó el Tramo de Canal no Revestido Progresiva (5+400 – 5+900) en el Sector Pechichal y el Tramo Revestido Progresiva (17+006 – 17+506) Sector Los Cedros, Donde se Determinó un Caudal y la Eficiencia de Conducción.

3.4 Métodos, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

- El método de investigación a usar será el Método Inductivo – Deductivo Partiendo de un Tramo de Canal y Poder Generalizar a Todo el Canal Revestido y No Revestido.
- La Técnica utilizada fue la técnica de Observación y los instrumentos fueron confeccionados a forma de Tablas para recolectar la información del campo.

3.4.1 Materiales

- Wincha de 50 m.
- Lapiceros.
- Libreta de apuntes.
- Aforador (botella).
- Vara (Para Medir Profundidad).
- Estacas
- Entre otros.

3.4.2 Equipos

- Laptop.
- Motocicleta.
- Calculadora.
- Navegador Satelital GPS.
- Cronometro.

- Cámara Fotográfica.
- Memoria USB
- Entre otros.

3.5 Plan de Procesamiento y Análisis de Datos

3.5.1 Cálculo Aproximado de Caudales Usando el Método del Flotador

Para el cálculo de los Caudales en el punto de inicio y punto final del tramo, usamos el método denominado "Método del Flotador", para lo cual se selecciona un tramo de 500 m de Canal No Revestido y 500 m Revestido, en el cual hemos realizado una medición por fecha para ver el tiempo que demora una botella en recorrer los 50 m marcados por tramo, el cálculo de los Caudales se muestra a continuación:

Medición de la Velocidad del Agua (V):

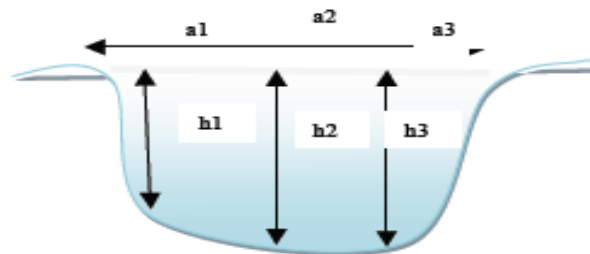
$$V = \frac{L}{t}$$

1º medición: Por Fecha

2º medición: Por Fecha

3º medición: Por Fecha

Calculo del Área para Canal No Revestido:





$$\text{Área i} = \frac{(h_0 + h_1)}{2} * e$$

Calculo del Área para Canal Revestido:



Cálculo del Caudal (Q):

$$Q = f_c \times A \times V$$

<i>Tipo de Canal o río</i>	<i>Factor K</i>
Canal revestido en concreto, profundidad del agua > 15 cm.	0,8
Canal de tierra, profundidad del agua > 15 cm.	0,7
Río o riachuelo, profundidad del agua > 15 cm.	0,5
Ríos o canales de tierra, profundidad del agua < 15 cm.	0,25 -0,5

IV.RESULTADOS

4.1 Determinación del Caudal en el Canal Troncal en el Sector Agrícola de la Irrigación

Margen Izquierda del Rio Tumbes

4.1.1 Canal No Revestido Progresiva 5+400 – 5+900 (Sector Pechichal)

Para realizar el siguiente Objetivo, se realizó el Método del Flotador, donde se ubicó un tramo recto de 500 m y se aforo una vez por fecha y se sacó un promedio, determinando la velocidad por medio de un flotador de una botella y se calculó un caudal de ingreso y de salida cada 50 metros y se determinó el área hidráulica del canal, cuyos resultados se pueden observar en la tabla 1.

Tabla 1
Caudal en el Canal No Revestido Sector Pechichal

PROGRESIVAS		Distancia	CAUDAL (m ³ /s)
INICIO	TERMINO	“Recorrida por el flotador” (m)	
5+350	5+400	50 m	4,28
5+400	5+450	50 m	4,06
5+450	5+500	50 m	3,92
5+500	5+550	50 m	3,72
5+550	5+600	50 m	3,58
5+600	5+650	50 m	3,43
5+650	5+700	50 m	3,29
5+700	5+750	50 m	2,47
5+750	5+800	50 m	2,42
5+800	5+850	50 m	2,30
5+850	5+900	50 m	2,25

Fuente: Trabajo de Campo

Elaboración: Propia

4.1.1.1 Interpretación:

En el Canal Troncal No Revestido del Sector Pechichal, bloque de riego Malval se determinó un Caudal de entrada de 4,28 m³/s y un Caudal de salida de 2,25 m³/s.

4.1.2 Canal Revestido Progresiva 17+006 – 17+506 (Sector Los Cedros)

Para realizar el siguiente Objetivo, se realizó el Método del Flotador, Donde se Ubicó un tramo recto de 500 m y se aforo una vez por fecha y se sacó un promedio, determinando la velocidad por medio de un flotador de una botella y se calculó un Caudal de ingreso y de salida cada 50 metros y se determinó el Área Hidráulica del Canal, Cuyos resultados se pueden observar en la Tabla 2.

Tabla 2
Caudal en el Canal Revestido Sector Los Cedros

PROGRESIVAS		Distancia "Recorrida por el flotador" (m)	CAUDAL (m ³ /s)
INICIO	TERMINO		
16+956	17+006	50 m	0,85
17+006	17+056	50 m	0,83
17+056	17+106	50 m	0,81
17+106	17+156	50 m	0,79
17+156	17+206	50 m	0,77
17+206	17+256	50 m	0,75
17+256	17+306	50 m	0,72
17+306	17+356	50 m	0,70
17+356	17+406	50 m	0,70
17+406	17+456	50 m	0,68
17+456	17+506	50 m	0,66

Fuente: Trabajo de Campo

Elaboración: Propia

4.1.2.1 Interpretación:

En el Canal Troncal Revestido del Sector Los Cedros, Bloque de Riego La Cruz se determinó un Caudal de entrada de 0,85 m³/s y un Caudal de Salida de 0,66 m³/s.

4.2 Determinación de la Eficiencia de Conducción Tramo No Revestido Progresiva 5+400 – 5+900 (Sector Pechichal)

Para realizar el siguiente Objetivo, se aforo una vez por fecha y se sacó un promedio de Caudal de entrada y de salida y se determinó la Eficiencia de Conducción por cada tramo de 50 m, Cuyos resultados se pueden observar en la Tabla 3.

Tabla 3
Eficiencia de Conducción en el Canal No Revestido Sector Pechichal

AFOROS	PROGRESIVA		CAUDAL DE ENTRADA	CAUDAL DE SALIDA	EFICIENCIA DE CONDUCCION
	DE ESTACION (m)	TERMINO	(Qe) m3/S	(Qs) m3/S	(Ec) %
	5+400	5+450	4,28	4,06	95
	5+450	5+500	4,06	3,92	97
	5+500	5+550	3,92	3,72	95
MEDICION	5+550	5+600	3,72	3,58	96
PROMEDIO	5+600	5+650	3,58	3,43	96
	5+650	5+700	3,43	3,29	96
	5+700	5+750	3,29	2,47	75
	5+750	5+800	2,47	2,42	98
	5+800	5+850	2,42	2,30	95
	5+850	5+900	2,30	2,25	98

Fuente: Trabajo de Campo

Elaboración: Propia

4.2.1 Interpretación:

En el Canal Troncal No Revestido del Sector Pechichal, Bloque de Riego Malval se determinó una Eficiencia de Conducción de 94% por fecha y la Eficiencia de Conducción Promedio en el tramo total es de 55%.

4.3 Determinación de la Eficiencia de Conducción Tramo Revestido Progresiva 17+006 – 17+506 (Sector Los Cedros)

Para realizar el siguiente Objetivo, se aforo una vez por fecha y se sacó un promedio de Caudal de entrada y de salida y se determinó la Eficiencia de Conducción por cada tramo de 50 m, Cuyos resultados se pueden observar en la Tabla 4.

Tabla 4
Eficiencia de Conducción en el Canal Revestido Sector Los Cedros

AFOROS	PROGRESIVA		CAUDAL DE ENTRADA	CAUDAL DE SALIDA	EFICIENCIA DE CONDUCCION
	DE ESTACION (m)	TERMINO	(Qe) m3/S	(Qs) m3/S	(Ec) %
	17+006	17+056	0,85	0,83	98
	17+056	17+106	0,83	0,81	98
	17+106	17+156	0,81	0,79	98
MEDICION	17+156	17+206	0,79	0,77	97
PROMEDIO	17+206	17+256	0,77	0,75	97
	17+256	17+306	0,75	0,72	96
	17+306	17+356	0,72	0,70	97
	17+356	17+406	0,70	0,70	100
	17+406	17+456	0,70	0,68	97
	17+456	17+506	0,68	0,66	97

Fuente: Trabajo de Campo

Elaboración: Propia

4.3.1 Interpretación:

En el Canal Troncal Revestido del Sector Los Cedros, Bloque de Riego La Cruz se determinó una Eficiencia de Conducción de 98% por fecha y la Eficiencia de Conducción Promedio en el tramo total es de 80%.

4.4 Comparar la Eficiencia de Conducción en Canal Revestido y No Revestido

Para realizar el siguiente Objetivo, se comparó la Eficiencia de Conducción promedio en el tramo total para un Canal Revestido y un Canal No Revestido, Cuyos resultados se pueden observar en la Tabla 5.

Tabla 5

Comparación de Eficiencia de Conducción en Canal Revestido y No Revestido

AFOROS	PROGRESIVA DE ESTACION (m)		EFICIENCIA DE CONDUCCION (Ec)	EFICIENCIA DE CONDUCCION EN EL TRAMO
	INICIO	TERMINO	%	TOTAL %
MEDICION PROMEDIO	5+400	5+450	95	55
	5+450	5+500	97	
	5+500	5+550	95	
	5+550	5+600	96	
	5+600	5+650	96	
	5+650	5+700	96	
	5+700	5+750	75	
	5+750	5+800	98	
	5+800	5+850	95	
	5+850	5+900	98	
MEDICION PROMEDIO	17+006	17+056	98	80
	17+056	17+106	98	
	17+106	17+156	98	
	17+156	17+206	97	
	17+206	17+256	97	
	17+256	17+306	96	
	17+306	17+356	97	
	17+356	17+406	100	
	17+406	17+456	97	
	17+456	17+506	97	

Fuente: Trabajo de Campo

Elaboración: Propia

4.4.1 Interpretación:

En el Canal Troncal No Revestido del Sector Pechichal, Bloque de Riego Malval se determinó una Eficiencia de Conducción en el tramo total de 500 m de 55% y en el Canal Troncal Revestido del Sector Los Cedros, Bloque de Riego La Cruz se determinó una Eficiencia de Conducción en el tramo total de 500 m de 80%.

V. DISCUSION

5.1 Determinación del Caudal en el Canal Troncal en el Sector Agrícola de la Irrigación

Margen Izquierda del Rio Tumbes

Según Goicochea, R. (2013), en el Canal de Riego Huayrapongo, Distrito de Baños del Inca-Cajamarca; se Determinó un Caudal de entrada de 0,065 y un Caudal de salida de 0,060 en un tramo de 10 m.

En el Canal Troncal No Revestido del Sector Pechichal, Bloque de Riego Malval se Determinó un Caudal de entrada de 4,28 m³/s y un Caudal de salida de 2,25 m³/s.

En el Canal Troncal Revestido del Sector Los Cedros, Bloque de Riego La Cruz se determinó un Caudal de entrada de 0,85 m³/s y un Caudal de salida de 0,66 m³/s.

5.2 Determinación de la Eficiencia de Conducción Tramo No Revestido Progresiva 5+400 –

5+900 (Sector Pechichal)

Según Ruiz, T. (1997), La Eficiencia de Conducción En el Canal Troncal No Revestido de la Irrigación Margen Izquierda del Rio Tumbes es de 70%.

En el Canal Troncal No Revestido del Sector Pechichal, Bloque de Riego Malval se Determinó una Eficiencia de Conducción promedio en el tramo total de 55%.

5.3 Determinación de la Eficiencia de Conducción Tramo Revestido Progresiva 17+006 –

17+506 (Sector Los Cedros)

Según Portillo, E. (1994), la Eficiencia de Conducción En el Canal Troncal Revestido de la Irrigación Margen Izquierda del Rio Tumbes es de 89%.

En el Canal Troncal Revestido del Sector Los Cedros, Bloque de Riego La Cruz se determinó una Eficiencia de Conducción promedio en el tramo total de 80%.

5.4 Comparar la Eficiencia de Conducción en Canal Revestido y No Revestido

Según Lam, H. (1989), Considera que la Eficiencia de Conducción es aceptable cuando varía entre el 75% – 85%.

En el Canal Troncal Revestido del Sector Los Cedros, Bloque de Riego La Cruz tiene una Eficiencia de Conducción de 80% la cual es aceptable pero en el Canal Troncal No Revestido del Sector Pechichal, Bloque de Riego Malval la Eficiencia de Conducción es de 55% ya que no está entre los rangos del autor.

VI. CONCLUSIONES

1. En el Canal Troncal No Revestido del Sector Pechichal (Progresiva 5+400 – 5+900), Bloque de Riego Malval se determinó un Caudal de Entrada de 4,28 m³/s y un Caudal de Salida de 2,25 m³/s.
2. En el Canal Troncal Revestido del Sector Los Cedros (Progresiva 17+006 – 17+506), Bloque de Riego La Cruz se determinó un Caudal de Entrada de 0,85 m³/s y un Caudal de Salida de 0,66 m³/s.
3. En el Canal Troncal No Revestido del Sector Pechichal, Bloque de Riego Malval se determinó una Eficiencia de Conducción Promedio de 94%.
4. En el Canal Troncal Revestido del Sector Los Cedros, Bloque de Riego La Cruz se determinó una Eficiencia de Conducción Promedio de 98%.
5. Se determinó que en el Canal Revestido existen perdidas mínimas en cambio para el Canal No Revestido hay mayor pérdida debido a la Infiltración, Evaporación. Pues de las eficiencias calculadas, para el tramo total del canal Revestido sólo es del 80% en cambio para el tramo total del canal No Revestido disminuye hasta el 55%.

VII. RECOMENDACIONES

1. Seguir realizando estos tipos de proyectos de investigación relacionados a determinar el Caudal y la Eficiencia de Conducción en un Canal de Riego, se considere un tramo de mayor longitud al adoptado en este proyecto de investigación.
2. Se invita a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agrícola - Facultad de Ciencias Agrarias, continuar con esta investigación, tomando en cuenta más Variables, tales como: Perdidas por Evaporación, Diseño hidráulico del canal, entre otros.
3. Se recomienda a las Autoridades de la Comisión de Usuarios del Sub Sector Hidráulico Margen Izquierda del Rio Tumbes Considerar Presupuesto para Revestir todo el Canal Troncal y sus Canales L1, L2, L3 en el Bloque de Riego Malval para mejorar el Uso Eficiente del Agua.
4. El tener una mejor Eficiencia en un Sector de Riego nos conduce a:
 - Conseguir una mayor contribución de los Usuarios en el Manejo Eficiente del Agua.
 - A Pagar por menos cantidad de Agua Utilizada en el Sector de Riego, ya que no se Pagara por Agua que antes se perdía. Al entregarse el Agua en Bloques de Riego, Cuanta más Eficiencia se tenga, mayor cantidad de Agua le llegara a los Usuarios.
 - Al elevar la tarifa de Agua por m³, para financiar las obras que se requieren para optimizar la Eficiencia, porque redundara en mayor disponibilidad del recurso.
 - A contribuir en la supervivencia del Medio Ambiente y no degradar las tierras, ya que preservando los excesos de Agua habrá menos deterioro de los demás Recursos Naturales.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, J. (2004). ``Evaluacion de la Infraestructura de Riego y Calculo de la Eficiencia de Riego en el Proyecto de Becerra Belen - 2004``. Tumbes: Tesis de la Universidad Nacional de Tumbes.

Alvarez, O. (2007). ``Eficiencia en el Uso del Agua en una Plantacion de Palma de Aceite``. Colombia: Balance Hidrico, Riego, Canales Eficiencia.

ANA. (2010). ``Proyecto Mejoramiento del Canal Margen Izquierda del Rio Tumbes``. Tumbes: Direccion de Estudios de Proyectos Hidraulicos Multisectoriales.

Arbulu, J. (2015). ``Hidraulica Aplicada``. Lambayeque: Eficiencia de Riego, Modulo de Riego, Calculo de la Demanda para un Proyecto de Irrigacion, Metodos de Riego.

Calvache, M. (2007). ``Estudio de Distribución Técnica del Agua para 251 Usuarios del Ramal la Viña del Sistema de Riego``. Quito: XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo.

Camacho, Fernandez, & Eumedia. (2007). ``La Eficiencia del Uso del Agua en la Agricultura Controlada``. España: Centro de Investigacion en Economia y Matematicas Aplicadas.

CINADCO. (2015). ``La Implementacion del Fertiriego en la Agricultura Intensiva``. ISRAEL: Centro Internacional de Cooperacion para el Desarrollo Agricola Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Civilgeeks. (2017). ``Canales Naturales, Canales Artificiales``. Tumbes: Sf.

Condori , H. (2010). ``Criterios de Diseño de Obras Hidraulicas para la Formulacion de Proyectos Hidraulicos Multisectoriales y de Afianzamiento Hidrico``. Lima: Autoridad Nacional del Agua.

Condori, H. (2008). ``Manual de Hidrometria``. Lima.

Convenio de Cooperacion Interinstitucional Inrena. (2017). ``Hidrometria, Medicion de Agua, Sistema Hidrometrico``. Tumbes: Sf.

Cuba, G. (1995). ``Medición del Agua de riego, Proyecto de Irrigación Tumbes``. Peru: Componente de Desarrollo Agrícola Tumbes-Perú.

Desastres, G. d. (2017). ``Cauce``. Tumbes: Sf.

Diccionario de la Real Academia Española. (2017). ``Eficiencia, Puente``. Tumbes: Sf.

Espinoza, L., & Saavedra, Y. (2010). ``Evaluacion de la Eficiencia de Riego caso Laterales `` A Y B`` del Sub Sector de Riego ``La Cruz`` de la Irrigacion Margen Izquierda del Rio Tumbes``. Tumbes: Universidad Nacional de Tumbes.

Garcia, M. (2009). ``Evaluacion de la Eficiencia de Riego en el Modulo IV del Distrito de Riego 017 Comarca Lagunera, Mexico``. Mexico: Tesis de la Universidad Autonoma de Chapingo.

Glosario de Hidraulica. (2017). ``Acueducto, Aforo, Aforar, Alcantarilla, Bocatoma, Captacion, Caudal, Compuerta, Fluido, Medidores, Obra de Arte, Sifones``. Tumbes: Sf.

Glosario de Riegos. (2017). ``Conduccion, Drenaje Hidrico Agricola Reutilizado, Eficiencia de Riego, Efluente, Perdida Hidrica, Red de Distribucion de Riego, Rendimiento de Conduccion, Riego, Riego por Gravedad, Sistema Hidraulico``. Tumbes: Sf.

Glosario Hidrologico Internacional. (2017). ``Infiltracion``. Tumbes: Sf.

Goicochea, R. (2013). ``Determinacion de la Eficiencia de Conduccion del Canal de Riego Huayrapongo, Distrito de Baños del Inca - Cajamarca``. Cajamarca: Tesis de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Hillel, L. (1971). ``Hidrologia Aplicada al Estudio y Manejo de Cuencas``. New York.

Jimenez, J. (2017). ``Definiciones de Canales``. Tumbes: Universidad Nacional de Tumbes.

Kostiakov, & Guevara, E. (1932). ``Modelacion de la Infiltracion en un Campo Agricola de la Cuenca del Rio Chirgua, Estado Carabobo, Venezuela``. Venezuela: Trabajo de la Universidad de Carabobo.

Lam, H. (1997). ``Pérdidas de Agua en Canales``. Lima: Universidad Nacional Agraria — Facultad de Ingeniería Agrícola, Tesis. Perú.

Manrique, M. (2016). ``Determinacion de Eficiencias de Conduccion y Distribucion``. Lima: Programa de Entrenamiento en Servicios.

MASHAV. (2015). ``La Implementacion del Fertirriego en la Agricultura Intensiva``. Israel: Agencia Israeli de Cooperacion Internacional para el Desarrollo Ministerio de Relaciones Exteriores.

Pacheco, J. (1997). ``Estudio de Riegos por Surcos en Suelos Pesados``. Universidad Central de las Villas.

Perez, G. (2013). ``Diseño Hidraulico de Canales``. Lima: CivilGeek.

Portillo, E. (1994). ``Evaluacion de la Eficiencia de Riego en la Unidad de Riego la Palma, Rio Hondo, Zacapa``. Guatemala: Tesis de la Universidad San Carlos de Guatemala.

Riaño, F. (2015). ``El Nacimiento de la Hidraulica Experimental``. La Habana.

Rocha, A. (2009). ``Libro Completo de Hidraulica de Canales``. Colombia.

Rodriguez, J. (2011). ``La Ingenieria Hidraulica``. Universidad Tecnologica de Santiago.

Rojas , H. (2015). ``Curso de Irrigacion y Drenaje, Obras de Conduccion``. Ancash: Universidad Nacional del Santa.

Ruiz, G. (1989). ``Requerimientos de Aguas de los Cultivos Bajo Riego de la irrigación Margen Izquierda del Río ``. Tumbes: Tesis UNT.

Ruiz, T. (1997). ``Eficiencia de Riego en el Canal Troncal de la Margen Izquierda del Rio Tumbes - 1997``. Tumbes: Tesis de la Universidad Nacional de Tumbes.

Salazar, O. (2008). ``Estudio de Infiltracion en el Campo Experimental de Zonas Aridas y Semiaridas Noria de Guadalupe, Concepcion del Oro, Zacatecas``. Mexico: Tesis de la Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro.

Salazar, R., Rojano, A., & Lopez, I. (2016). ``La Eficiencia del Uso del Agua en la Agricultura Controlada``. Mexico: Universidad Autonoma de Chapingo.

Tandaypan, H. (2015). ``Evaluacion de las Eficiencias de Conduccion en los Canales de Derivacion de la Comision de Usuarios de Sausal, su Impacto en la Dotacion de Agua en la Distribucion``. Trujillo: Tesis de la Universidad Nacional de Trujillo.

Villon, M. (2002). ``Libro de Hidrologia``. Costa Rica: Escuela de Ingenieria Agricola.

Wikipedia. (2017). ``Canal Revestido``. Tumbes: Sf.

Zegarra, E. (2004). ``Mercado de Aguas: Viabilidad y Potencialidades de un Instrumento para la Reforma de la Gestion Hidrica en el Peru``. Peru: Revista de Gstion del Agua de America Latina.

IX. ANEXOS

Tablas de Datos de Campo

Tabla 6

Eficiencia de Conducción en Canal No Revestido Sector Pechichal por Fecha de Aforo

AFOROS	PROGRESIVA		CAUDAL DE ENTRADA	CAUDAL DE SALIDA	EFICIENCIA DE CONDUCCION	PERDIDAS EN EL TRAMO	EFICIENCIA DE CONDUCCION
	DE ESTACION (m)		(Qe) m3/S	(Qs) m3/S	(Ec) %	%	EN EL TRAMO %
1º MEDICION LUNES 30/10/2017	5+400	5+450	4,50	4,28	95	5	94
	5+450	5+500	4,28	4,06	95	5	
	5+500	5+550	4,06	3,86	95	5	
	5+550	5+600	3,86	3,72	96	4	
	5+600	5+650	3,72	3,58	96	4	
	5+650	5+700	3,58	3,43	96	4	
	5+700	5+750	3,43	2,59	76	24	
	5+750	5+800	2,59	2,53	98	2	
	5+800	5+850	2,53	2,42	96	4	
	5+850	5+900	2,42	2,30	95	5	
2º MEDICION VIERNES 10/11/2017	5+400	5+450	4,28	4,06	95	5	94
	5+450	5+500	4,06	3,92	97	3	
	5+500	5+550	3,92	3,72	95	5	
	5+550	5+600	3,72	3,58	96	4	
	5+600	5+650	3,58	3,43	96	4	
	5+650	5+700	3,43	3,29	96	4	
	5+700	5+750	3,29	2,47	75	25	
	5+750	5+800	2,47	2,42	98	2	
	5+800	5+850	2,42	2,30	95	5	
	5+850	5+900	2,30	2,25	98	2	
3º MEDICION MARTES 21/11/2017	5+400	5+450	4,06	3,92	97	3	94
	5+450	5+500	3,92	3,77	96	4	
	5+500	5+550	3,77	3,58	95	5	
	5+550	5+600	3,58	3,43	96	4	
	5+600	5+650	3,43	3,29	96	4	
	5+650	5+700	3,29	3,15	96	4	
	5+700	5+750	3,15	2,42	77	23	
	5+750	5+800	2,42	2,30	95	5	
	5+800	5+850	2,30	2,25	98	2	
	5+850	5+900	2,25	2,19	97	3	

Fuente: Trabajo de Campo

Elaboración: Propia

Tabla 7
Eficiencia de Conducción en el Canal Revestido Sector Los Cedros por Fecha de Aforo

AFOROS	PROGRESIVA		CAUDAL DE ENTRADA	CAUDAL DE SALIDA	EFICIENCIA DE CONDUCCION	PERDIDAS EN EL TRAMO	EFICIENCIA DE CONDUCCION EN EL TRAMO
	DE ESTACION (m) INICIO	TERMINO	(Qe) m3/S	(Qs) m3/S	(Ec) %	%	%
1º MEDICION MIERCOLES 25/10/2017	17+006	17+056	0,87	0,85	98	2	98
	17+056	17+106	0,85	0,83	98	2	
	17+106	17+156	0,83	0,81	98	2	
	17+156	17+206	0,81	0,79	98	2	
	17+206	17+256	0,79	0,77	97	3	
	17+256	17+306	0,77	0,74	96	4	
	17+306	17+356	0,74	0,72	97	3	
	17+356	17+406	0,72	0,70	97	3	
	17+406	17+456	0,70	0,70	100	-	
	17+456	17+506	0,70	0,68	97	3	
2º MEDICION VIERNES 03/11/2017	17+006	17+056	0,85	0,83	98	2	98
	17+056	17+106	0,83	0,81	98	2	
	17+106	17+156	0,81	0,79	98	2	
	17+156	17+206	0,79	0,77	97	3	
	17+206	17+256	0,77	0,75	97	3	
	17+256	17+306	0,75	0,72	96	4	
	17+306	17+356	0,72	0,70	97	3	
	17+356	17+406	0,70	0,70	100	-	
	17+406	17+456	0,70	0,68	97	3	
	17+456	17+506	0,68	0,66	97	3	
3º MEDICION LUNES 13/11/2017	17+006	17+056	0,83	0,81	98	2	98
	17+056	17+106	0,81	0,79	98	2	
	17+106	17+156	0,79	0,77	97	3	
	17+156	17+206	0,77	0,75	97	3	
	17+206	17+256	0,75	0,73	97	3	
	17+256	17+306	0,73	0,70	96	4	
	17+306	17+356	0,70	0,70	100	-	
	17+356	17+406	0,70	0,68	97	3	
	17+406	17+456	0,68	0,66	97	3	
	17+456	17+506	0,66	0,66	100	-	

Fuente: Trabajo de Campo
 Elaboración: Propia

Tabla 8
Eficiencia de Conducción en el Canal No Revestido en el Tramo Total

AFOROS	PROGRESIVA		CAUDAL DE ENTRADA	CAUDAL DE SALIDA	EFICIENCIA DE CONDUCCION	PERDIDAS EN EL TRAMO	EFICIENCIA DE CONDUCCION EN EL TRAMO
	DE ESTACION (m)		(Qe)	(Qs)	(Ec)		
	INICIO	TERMINO	m3/S	m3/S	%	%	%
	5+400	5+450	4,28	4,06	95	5	
	5+450	5+500	4,06	3,92	97	3	
	5+500	5+550	3,92	3,72	95	5	
MEDICION	5+550	5+600	3,72	3,58	96	4	
PROMEDIO	5+600	5+650	3,58	3,43	96	4	55
	5+650	5+700	3,43	3,29	96	4	
	5+700	5+750	3,29	2,47	75	25	
	5+750	5+800	2,47	2,42	98	2	
	5+800	5+850	2,42	2,30	95	5	
	5+850	5+900	2,30	2,25	98	2	

Fuente: Trabajo de Campo
 Elaboración: Propia

Tabla 9
Eficiencia de Conducción en el Canal Revestido en el Tramo Total

AFOROS	PROGRESIVA		CAUDAL DE ENTRADA	CAUDAL DE SALIDA	EFICIENCIA DE CONDUCCION	PERDIDAS EN EL TRAMO	EFICIENCIA DE CONDUCCION
	DE ESTACION (m)		(Qe)	(Qs)	(Ec)		EN EL TRAMO
	INICIO	TERMINO	m3/S	m3/S	%	%	%
	17+006	17+056	0,85	0,83	98	2	
	17+056	17+106	0,83	0,81	98	2	
	17+106	17+156	0,81	0,79	98	2	
MEDICION	17+156	17+206	0,79	0,77	97	3	
PROMEDIO	17+206	17+256	0,77	0,75	97	3	80
	17+256	17+306	0,75	0,72	96	4	
	17+306	17+356	0,72	0,70	97	3	
	17+356	17+406	0,70	0,70	100	-	
	17+406	17+456	0,70	0,68	97	3	
	17+456	17+506	0,68	0,66	97	3	

Fuente: Trabajo de Campo
 Elaboración: Propia

Galería de Fotos



Foto 1. Ubicación del Canal No Revestido Sector Pechichal



Foto 2. Medición de los 500 m del Canal No Revestido Sector Pechichal



Foto 3. Anotando las Coordenadas del Canal No Revestido



Foto 4. Aforando el Canal No Revestido utilizando el Método del Flotador



Foto 5. Medición de la Profundidad del Canal No Revestido



Foto 6. Medición del Nivel del Agua del Canal No Revestido



Foto 7. Ubicación del Canal Revestido Sector Los Cedros



Foto 8. Medición de los 500 m del Canal Revestido Sector Los Cedros



Foto 9. Anotando las Coordenadas del Canal Revestido



Foto 10. Aforando el Canal Revestido utilizando el Método del Flotador



Foto 11. Medición de la Sección Hidráulica del Canal Revestido



Foto 12. Terminando de Realizar el Trabajo de Campo

Planos