

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**



**“Determinación de la Eficiencia de Conducción de Canales de Riego - Caso Puerto El Cura - Margen Derecha Del Rio Tumbes - 2020”.**

**Para optar el título de Ingeniero Agrícola**

**Autor, Bach. Edwin Adrian Polo Yengle**

**Tumbes, 2021**

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

## FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



**“Determinación de la Eficiencia de Conducción de Canales de Riego - Caso Puerto El Cura - Margen Derecha Del Rio Tumbes - 2020”.**

**Tesis aprobada en forma y estilo por:**

**Dr. José Modesto Carrillo Sarango (Presidente)**

**Dr. Maceda Nicolini Enrique Antonio (Secretario)**

**Ing. Atoche Ortiz Deciderio (Vocal):**

**Tumbes – 2021**

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

## FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



**“Determinación de la Eficiencia de Conducción de Canales de Riego - Caso Puerto El Cura - Margen Derecha Del Rio Tumbes - 2020”.**

**Los suscritos declararon que la tesis es original en su contenido y forma.**

**Bach. Edwin Adrian Polo Yengle (Autor)**

**Dr. Gines Tafur Eber (Asesor)**

**Dr. Cruz Martínez, José De La Rosa (Coasesor)**

**Tumbes, 2021**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA AGRÍCOLA**



.....  
**CAMPUS UNIVERSITARIO S/N "LA CRUZ"  
SECRETARIA ACADÉMICA  
TUMBES - PERU**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

En Tumbes, a los DOCE..... día (s) del mes de ENERO..... de dos mil veintiuno, se reunieron de manera virtual, los integrantes del jurado designados, según Resolución N° 043-2020/UNTUMBES-VRACAD-FCA-D (03-08-2020) y Resolución N° 047-2020/UNTUMBES-VRACAD-FCA-D (22-09-2020) donde se aprueba el Proyecto de Tesis y ratifica el jurado; con el objeto de evaluar la sustentación de la tesis denominada: "**Determinación de la eficiencia de conducción de canales de riego – caso Puerto el Cura – margen derecha del río Tumbes - 2020**", para optar el Título de Ingeniero Agrícola. **Cuyo Asesor de la mencionada tesis es el Dr. Eber Gines Tafur.**

A las OCHO..... horas con CERO... minutos y, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el presidente del jurado dio por iniciado el acto.

Luego de la exposición del trabajo, la formulación de preguntas y la deliberación del jurado lo declararon APROBADO..... por UNANIMIDAD..... con el calificativo de BUENO.....

Por lo tanto, el Bachiller: **POLO YENGLÉ EDWIN ADRIAN**, queda apto para que el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Tumbes, le expida el Título Profesional de INGENIERO AGRÍCOLA de conformidad con lo estipulado en el Artículo 90 del Estatuto de la Universidad Nacional de Tumbes y a lo normado en el Reglamento de Grados y Títulos.

Siendo las NOVE... horas con TREINTA... minutos, el presidente del jurado dió por concluido el presente acto académico y para mayor constancia de lo actuado firman en señal de conformidad todos los integrantes de este jurado, presentes en el acto de sustentación.

**Dr. JOSE MODESTO CARRILLO SARANGO**

*Presidente*  
DNI N° 00223850

**Dr. ENRIQUE ANTONIO MACEDA NICOLINI**

*Secretario*  
DNI N° 27750975

**Mg. DECIEDIO ATOCHE ORTIZ**

*Vocal*  
DNI N° 00251292

## INDICE GENERAL

	<b>Página</b>
RESUMEN .....	vi
Capitulo I .....	11
1 INTRODUCCION .....	11
Capitulo II .....	12
2 ESTADO DEL ARTE .....	12
2.1 REVISION LITERARIA.....	12
2.2 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS:.....	31
Capitulo III.....	34
3 MATERIALES Y METODOS.....	34
3.1 ubicación de proyecto .....	34
Capitulo IV.....	39
4 RESULTADOS y discusión .....	39
4.1 RESULTADOS:.....	39
4.2 DISCUSIÓN:.....	43
Capitulo V.....	44
5 CONCLUSIONES .....	44
Capitulo VI.....	45
6 RECOMENDACIONES .....	45
Capitulo VII .....	46
7 Referencia bibliográfica.....	46
Capitulo VIII .....	48
8 ANEXOS.....	48

## ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Caudal en el Canal de Riego Puerto El Cura TRAMO 1+750 al 2+250. .....	39
Tabla 2: Caudal en el Canal de Riego Puerto El Cura- TRAMO 3+000 al 3+500 .....	40
Tabla 3: Eficiencia De Conducción en el Canal de Riego Puerto El Cura TRAMO 1+750 al 2+250.....	41
Tabla 4: Eficiencia de Conducción en el Canal de Riego Puerto El Cura TRAMO 3+000 al 3+500.....	41
Tabla 5: Comparación de Eficiencia de Conducción en el Canal de Riego Puerto El Cura TRAMO 1+750 al 2+250. ....	42
Tabla 6: Comparación de Eficiencia de Conducción en el Canal de Riego Puerto El Cura TRAMO 3+000 al 3+500. ....	42
Tabla 7 Eficiencia de Conducción por fechas prog. 1+750 – 2+250.....	48
Tabla 8 Eficiencia de Conducción por fechas prog. 3+000 – 3+500.....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura N <sup>o</sup> . 1 Método del flotador.....	13
Figura N <sup>o</sup> . 2 Borde libre de un canal.....	24
Figura N <sup>o</sup> . 3: Coordenadas del primer tramo .....	34
Figura N <sup>o</sup> . 4: Coordenadas del segundo tramo .....	34
Figura N <sup>o</sup> . 5 Ubicación del Primer y segundo tramo del canal Puerto El Cura..	35

## ÍNDICE DE ANEXOS

Página

Foto N°. 1 Canal Puerto El Cura .....	49
Foto N°. 2 Canal Puerto El Cura .....	50
Foto N°. 3 Tubería del Canal Puerto El Cura .....	49
Foto N°. 4 Cámara de Carga .....	50
Foto N°. 5 Medición de Canal .....	50
Foto N°. 6 Medición Tramo .....	51
Foto N°. 7 Toma de Datos .....	50
Foto N°. 8 Toma de Tiempo .....	51
Foto N°. 9 Primer Tramo .....	51
Foto N°. 10 Segundo Tramo .....	52
Foto N°. 11 Flotador .....	51
Foto N°. 12 Flotador .....	52



## RESUMEN

El presente estudio de investigación cuyo tema tiene por nombre “DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE CONDUCCION DE CANALES DE RIEGO - CASO PUERTO EL CURA - MARGEN DERECHA DEL RIO TUMBES - 2020”. Está estructurado en seis capítulos: introducción, Estado del arte, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Recomendaciones. El canal de riego Puerto El Cura, ubicado en la margen derecha del Rio Tumbes, cuenta con un recubrimiento de concreto, por lo que se pretende con el presente estudio estimar los niveles de Eficiencia De Conducción. La toma de datos se realizó mediante visitas de campo y se tomó como muestra representativa el tramo de 500 m del Km 1+750 hasta el Km 2+250 y el otro tramo de 500 m del Km 3+000 hasta el Km 3+500, haciendo una determinación de Caudales de entrada y salida cada 50 m por tres días en los dos tramos cuya distancia en estudio es de 1Km. En la primera parte se hace referencia a que los usuarios tengan conocimiento sobre la Eficiencia De Conducción donde se contribuirá en la participación para la conservación y optimización del Recurso Hídrico. En la segunda parte se encuentra el sustento teórico, donde se presenta información relacionada con el tema de estudio. Información recolectada de libros, trabajos de investigación, etc. En la tercera parte se brinda información sobre la ubicación de la investigación, el tipo de estudio, los métodos e instrumentos de recolección de datos, el plan de procesamiento de datos y el análisis de datos. En la cuarta parte se brindan los resultados obtenidos de la fase de campo, visualizados en tablas con su respectiva interpretación. En la quinta parte se procede a la formulación de las conclusiones del trabajo realizado después de ser analizados los resultados obtenidos. En la sexta parte se finaliza la investigación con las recomendaciones que ayudaran a mejorar el uso Eficiente del Recurso Agua.

**Palabras Claves:** Canal, Eficiencia, Conducción, Flotador, Evaluación.

## ABSTRAC

This research study whose topic is called "DETERMINATION OF THE EFFICIENCY OF IRRIGATION CHANNELS - PUERTO EL CURA CASE - RIGHT MARGIN OF THE TUMBES RIVER - 2020". It is structured in six chapters: introduction, State of the art, Materials and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Recommendations. The Puerto El Cura irrigation canal, located on the right bank of the Tumbes River, has a concrete covering, so the aim of this study is to estimate the levels of Conduction Efficiency. Data collection was carried out through field visits and the 500 m stretch from Km 1 + 750 to Km 2 + 250 and the other 500 m stretch from Km 3 + 000 to Km 3 + 500 was taken as a representative sample, making a determination of inlet and outlet flows every 50 m for three days in the two sections whose distance under study is 1Km. In the first part, reference is made to users having knowledge about driving Efficiency where participation will be contributed to the conservation and optimization of Water Resources. In the second part is the theoretical support, where information related to the subject of study is presented. Information collected from books, research papers, etc. The third part provides information on the location of the research, the type of study, the data collection methods and instruments, the data processing plan and the data analysis. The fourth part provides the results obtained from the field phase, displayed in tables with their respective interpretation. In the fifth part we proceed to the formulation of the conclusions of the work carried out after the results obtained have been analyzed. In the sixth part, the investigation is completed with the recommendations that will help to improve the efficient use of the Water Resource.

**Keywords:** Channel, Efficiency, Conduction, Float, Evaluation.

## **CAPITULO I**

### **1 INTRODUCCION**

La Eficiencia de Riego Agrícola depende de muchos factores pero fundamentalmente de las Eficiencias de Conducción, Distribución Y Aplicación y si el valle es regulado se debe considerar la Eficiencia de Almacenamiento. Por lo que deben minimizarse las perdidas en los canales de riego de tal manera que se conduzca Eficientemente el Recurso Hídrico a nivel de parcela. Consecuentemente es de mucha importancia determinar la Eficiencia de Conducción.

La presente investigación permitirá conocer la Eficiencia de Conducción en el canal de riego Puerto El Cura a través de la Evaluación de la Eficiencia de Conducción conoceremos la realidad por la que está dicho canal de riego, que conducirá a tomar medidas que ayuden a mejorarla.

Se planificaran acciones que redundaran en beneficio de los usuarios, así como la conservación y optimización de este Recurso Hídrico.

Esta investigación contribuirá en lograr una mayor participación de los usuarios en el manejo de la Eficiencia de Conducción, considerando que cuanto mayor Eficiencia de Conducción se tenga, mayor cantidad de Recurso Hídrico estará disponible para los usuarios.

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.

## CAPITULO II

### 2 ESTADO DEL ARTE

#### 2.1 REVISION LITERARIA.

##### 2.1.1. Método del flotador

Es un “método muy práctico para medir la velocidad del agua en un cauce o canal y consiste en el uso de flotadores, que pueden de ser tapones de corcho o algún material liviano.” Se debe tener cuidado cuando se hace mucho viento, pues la velocidad se ve afectada.

El error cometido es aproximadamente del 10%. “Dado que la velocidad no es la misma en toda la sección del canal, por efecto del rozamiento con las paredes y el fondo, el valor obtenido se debe afectar por un factor de corrección que varía dependiendo del material de construcción del canal,” por ejemplo: para Canales Revestidos el factor es de 0.8 y para Canales de tierra es de 0.6.

El Flotador no debe rozar las paredes del Canal o Cauce, si ocurre se debe de repetir la operación.

##### **Procedimiento:**

- a. “Se escoge un tramo de canal recto y uniforme de unos 10 metros como mínimo.
- b. Se mide el tiempo que tarda el flotador en recorrer dicha distancia.
- c. Se mide el área de la sección; si es trapecial, se aplica la fórmula siguiente:”

$$A = BM + bm \cdot h/2$$

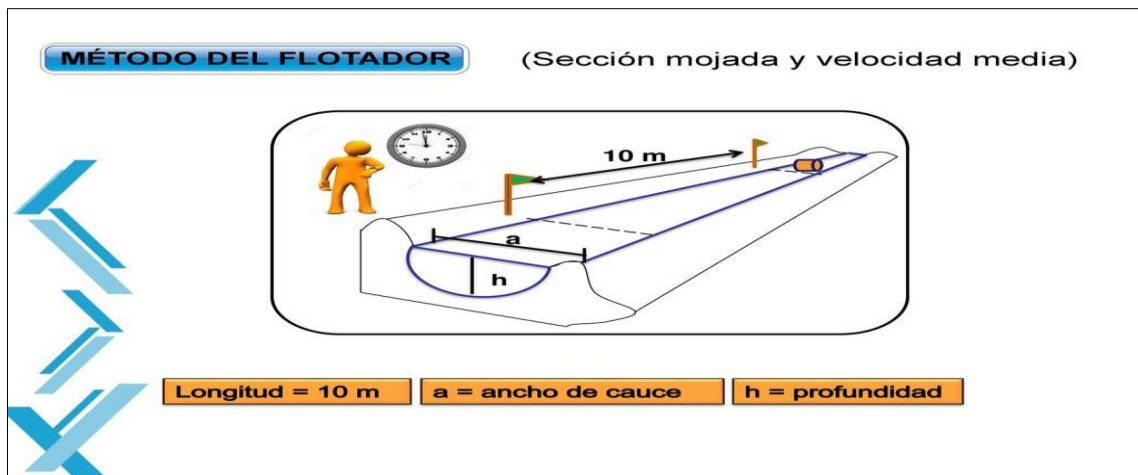
Si es parabólica, se aplica la fórmula:

$$A = \frac{2}{3} d \cdot h$$

Si es rectangular,

$$A = b \cdot h$$

- d. “En cada caso,  $h$  es la altura o tirante de agua en el canal y  $d$  o  $BM$  (base mayor) es el espejo de agua;  $b$  o  $bm$  (base menor) es la plantilla



o base del canal.” (Valverde, J. 2007).

Figura Nº. 1 Método del flotador

### 2.1.2. Flotador.

“Es una pieza en forma esférica fabricada de un material ligero que sirve para mantener a flote sobre el Agua.” Jiménez, A. (2014).

“Determinación de las eficiencias de conducción. Puno-Perú: UNA-PUNO”

### 2.1.3. Eficiencia.

“Relación entre la cantidad de agua que es efectivamente puesta a disposición del cultivo en su zona radicular y que es utilizada para el crecimiento de la planta y la cantidad de agua consumida en dar el

riego.” **Jiménez, A. (2014)**. Determinación de las Eficiencias de Conducción. Puno-Perú: UNA-PUNO

Canales. “Los canales son conductos abiertos o cerrados en los cuales el agua circula debido a la acción de la gravedad y sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera; esto quiere decir que el agua fluye impulsada por la presión atmosférica y de su propio peso” (Villón, B. 2008).

**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.

#### **Tipos de Revestimiento de Canales:**

El Revestimiento de Canales se hace por varios motivos como son:

- a. “Evitar pérdidas de conducción por filtraciones.
- b. Evitar erosiones en el cauce del canal, por exceso de velocidad del flujo de agua.
- c. Por estabilidad del canal, en el caso de canales en ladera, en que las filtraciones pueden causar asentamientos o deslizamientos de la plataforma del canal.
- d. Para disminuir la sección del canal, obteniendo coeficientes de fricción bajos.”
- i. El revestimiento con concreto o mampostería de piedra, puede cumplir la mayoría de los objetivos y el enrocado o revestimiento con piedras, puede cumplir relativamente el objetivo de evitar erosiones.

**(García, E. 2008)**, “El uso de madera o láminas de fierro (con cilindros) se usa solo en el caso de puentes, canales o tramos de canales provisionales.”

Este autor también manifiesta que “Los cilindros se usan también en tramos de canales tapados o entubados. Los revestimientos más frecuentes o más usados son:”

### **Concreto vaciado insitu.**

**(García, E. 2008),|**

*“Se usa cuando los taludes (H/V) son 1:1 o más inclinados. En estos casos con mezcla algo seca se vacía primero sobre la base y luego sobre los taludes y se iguala mediante un frotachado. En este tipo de revestimiento con mezcla 1:2:4, se obtiene buenos resultados con espesores de 7 a 12 cm., de acuerdo al dimensionamiento del canal.”*

*“La ventaja de este sistema es que no se necesita encofrado, pero es necesario que la sección del canal o caja de canal haya sido cuidadosamente trabajada o perfilada, para lograr uniformidad en el espesor del concreto vaciado.” Es necesario juntas de dilatación cada 3 a 6 metros relleno con juntas asfálticas.*

### **Canal con lozas prefabricadas.**

*“Para cumplir los mismos objetivos, que en el caso anterior, pero en canales con taludes más parados, se utiliza locetones prefabricados de 5 cm. de espesor para los lados o taludes del canal, el fondo del piso o base del canal se rellena con concreto vaciado insitu de 10 cm. de espesor. Igualmente se colocan bermas de concreto de 20 cm. de ancho y 10 cm. de espesor, para dar mayor estabilidad a los locetones. El*

vaciado y los locetones se hacen de concreto 1:2:4 con aprox. 7.2 bolsas de cemento/m<sup>3</sup>.”

*“Los locetones se fabrican normalmente fuera de obra y luego son trasladados en volquetas a la obra. La dimensión máxima aconsejable es de 0.6m x 0.8 m con un peso de 60 kg., para ser manejadas por 2 hombres. De acuerdo a las medidas del canal, éste loceton se puede usar parado o inclinado. Las juntas entre locetones se hacen con mortero con mezcla 1:4 y al igual que en el caso anterior se usa juntas de dilatación cada 3 a 6 metros”*

### **Canal con mampostería de piedra.**

*“Este método se utiliza, cuando se dispone de abundancia de piedras en la zona y no es necesario para su aplicación un refine cuidadoso de la caja del canal.”*

*“Se utiliza piedras bien lavadas, sin materia orgánica, unidas con mortero de cemento con mezcla 1:4. El espesor mínimo recomendado es de 0.2m. Una variante a este método, es la utilización de pizarras, en bloques grandes, que colocadas como locetones, se puede aceptar el espesor de la pizarra, como espesor del revestimiento que puede ser de 5 a 10 cm.”*

*“El talud mínimo recomendado es de 1/4:1, tampoco es necesario encofrado y utilizando 70% de piedras del volumen de mampostería se utiliza 2.75 bolsas/m<sup>3</sup>. 3 bolsas cuando se hace un buen emboquillado de las piedras” (García, E. 2008).*

### **Concreto ciclópeo con 30 a 60% de piedras.**



En este método es obligatorio el encofrado primero se vacía el piso y luego los lados del canal. En canales *rectangulares* se encofra ambas caras del muro del canal. “En trapezoidales puede prescindirse en algunos casos del lado exterior del muro, vaciándose directamente sobre la caja del canal. Se recomienda en canales rectangulares y trapezoidales.”

*“La mezcla de concreto a usarse es de 1:2:4, y se utiliza 3 a 5 bolsas/m<sup>3</sup>, de acuerdo a la cantidad de piedras que se logra introducir. El espesor mínimo recomendable en este tipo de obra es de 0.15 m. En canales rectangulares el espesor dependerá de la estabilidad del muro, soportando la presión del agua dentro del canal y el empuje lateral, asumiendo que el canal esta sin agua” (García, E. 2008).*

#### **2.1.4. Ventajas que ofrece el revestimiento de canales**

El revestimiento de canales, como está ampliamente demostrado por la experiencia, reduce o elimina las pérdidas por infiltración, dependiendo de la materialidad de éste, además de ofrecer otras importantes ventajas como se indican a continuación:

##### **a. Prevención de la erosión.**

**(FACM, 2009),**

“La variación de las velocidades en canales sin revestimiento produce sedimentación de materiales extraños y desprendimientos en los taludes. Estos fenómenos son más notables en zonas de suelos granulares que, por su menor cohesión, son fácilmente disgregables, lo que provocan modificaciones de la sección transversal, e incluso cambios en los perfiles longitudinales del canal.”

“El revestimiento de los canales permite adoptar velocidades de escurrimiento más elevadas y radios de curvas horizontales menores, lo que se traduce en longitudes y secciones menores, así como taludes más empinados que en los Canales sin Revestir.”

### **Imposibilidad de roturas.**

#### **(FACM, 2009).**

“Como consecuencia de socavaciones provocadas por erosión, embaucamientos por perturbaciones debidas a vegetación o sedimentación de materiales de arrastre, acción de animales cavadores u otras causas diversas, en los canales no revestidos pueden producirse roturas cuyas consecuencias pueden llegar a ser catastróficas, no sólo desde el punto de vista económico, sino de la seguridad personal de los habitantes de zonas situadas en niveles más bajos.”

En efecto, la rotura imprevista de una canalización puede provocar la pérdida de una cosecha por falta de agua en los sembrados durante el lapso que dure la reparación; por otra parte, una vez producida una abertura en el talud del canal la misma velocidad del agua provoca el ensanchamiento de esa abertura, con lo cual pueden formarse verdaderos aluviones que destruyen cultivos, vías de comunicación, y hasta poblaciones con el consiguiente peligro para sus habitantes

“Si el canal es revestido resulta casi imposible la producción de roturas, y aún en el caso en que ocurrieran agrietamientos, la resistencia a la erosión del material del revestimiento impide el ensanchamiento de la abertura con lo cual se evita la posibilidad de consecuencias

graves. Además que este tipo de eventos pueden ser reparables.”

### **Eliminación de vegetación.**

**(FACM, 2009).**

“En los canales sin revestimientos, tanto los taludes como el fondo tienden a cubrirse de vegetación, especialmente pastos y hierbas, aunque también suelen en algunos casos desarrollarse en las bermas arbustos y hasta árboles.”

“La vegetación afecta al canal, por una parte al restarle agua que las plantas utilizan para su desarrollo y por otra parte al contribuir a disminuir la velocidad del agua, con lo cual se reduce el caudal, y simultáneamente, se facilita el depósito de sedimentos, lo que, a su vez, tiende a disminuir la sección efectiva del canal.”

“El revestimiento impide el crecimiento de la vegetación anulando los inconvenientes enumerados.”

### **b. Aumento de la capacidad del canal.**

La eliminación de la erosión permite que el agua circule en los canales revestidos a mayor velocidad que en los de tierra, obteniéndose, como resultado, mayor caudal para igual sección.

Las velocidades límites para canales de tierra están comprendidas entre 0,50 y 1 m/s, dependiendo del tirante de agua y del tipo de suelo. En canales revestidos, son admisibles velocidades muy superiores **(FACM, 2009).**

### **c. Disminución de los costos de mantenimiento.**

La conservación de los canales de riego no revestidos incluye las tareas de extracción de vegetación, cierre de aberturas, perfilado transversal y longitudinal, cegado de cuevas y eliminación de animales excavadores. Las tareas mencionadas son permanentes y su abandono, aún por cortos períodos, puede provocar inconvenientes importantes. Estos ítems desaparecen casi totalmente en los canales revestidos.

“A los efectos de realizar estudios comparativos de costos entre canales revestidos y sin revestir, deben agregarse a los costos iniciales de ambos, los respectivos costos de mantenimiento; esta consideración adquiere gran importancia si se tiene en cuenta que en determinadas condiciones, y para algunas zonas,” el costo anual de la conservación se aproxima al costo inicial de un revestimiento de hormigón. **(FACM, 2009).**

#### **d. Reducción de los costos de riego.**

La simplificación en las tareas de distribución de las aguas, provenientes de la automatización que permiten los canales revestidos brinda una disminución sustancial de la incidencia de mano de obra; el valor de esta reducción puede llegar al 75% con respecto a los canales sin revestir; simultáneamente, la mencionada simplificación ahorra tiempo lo que resulta muy importante cuando se trata de hacer llegar el agua a las plantaciones en el momento oportuno.

#### **e. Protección de la salud pública.**

El medio ambiente existente en los canales sin revestir es propicio a la proliferación de insectos y en especial mosquitos.

Entre las causas que favorecen el desarrollo de mosquitos en los canales sin revestir pueden mencionarse las siguientes:

- 1 “Filtraciones que originan zonas pantanosas.
- 2 Fondos de canales no perfectamente a nivel, lo que causa la formación de charcos y crecimiento de pasto durante los períodos en que el canal no se usa.
- 3 Los mosquitos dejan sus huevos preferentemente en las espadañas y otras malezas que crecen en los canales no revestidos.
- 4 En los canales revestidos no se dan las condiciones favorables para el desarrollo de los mosquitos debido a que la filtración y formación de charcos se reducen y se elimina el crecimiento de malezas.” (FACM, 2009).

**f. Acortamiento del trazado por las mayores pendientes admisibles.**

Como consecuencia de la alta resistencia al desgaste que posee el hormigón, pueden adoptarse en los canales revestidos con este material, velocidades de circulación del agua muy superiores a las de los canales sin revestir. “Por tal razón en zonas de topografía accidentada es posible disminuir la longitud de los canales, aumentando la pendiente longitudinal del trazado y disminuyendo los radios de las curvas horizontales.” (FACM, 2009).

**2.1.5. Condiciones que deben de cumplir los revestimientos de canales.**

“Para que esas ventajas del revestimiento de los canales de riego se obtengan realmente es necesario que cumpla con determinadas condiciones, siendo las más importantes la impermeabilidad, resistencia estructural y a la erosión, durabilidad, máxima eficiencia hidráulica, resistencia a la acción destructiva de elementos externos al canal, costo moderado.” (FACM, 2009).

**Velocidad mínima.**-“General, para evitar el depósito de materiales en suspensión se recomienda diseñar un canal revestido con una velocidad mínima aceptable del orden de 0.4 a 1.0 m/s.” **(Valverde, J. 2007).**

**Velocidad máxima.**- La velocidad máxima en un canal trapecial se obtiene cuando este se diseña con la sección óptima o de área mínima por el hecho que si el gasto Q es constante y el área es mínima = Amin, entonces:  $Q/A_{min} = V_{max}$ .

“En los canales revestidos, las velocidades máximas aconsejadas están entre 1.5 y 3 m/s en tramos rectos. Sin embargo, en tramos curvos, en zonas donde se ubican compuertas, partidores, etc., la velocidad recomendada es 1m/s.” **(Valverde, J. 2007).**

**Velocidad superficial.**- “La velocidad de superficie de corriente, Vs, se toma igual a la velocidad del cuerpo flotante y se calcula mediante la relación el espacio recorrido L, y el tiempo de viaje t.” **(Valverde, J. 2007).**

$$V_s=L/t$$

**Velocidad media.**- “Se considera que la velocidad media de corriente, Vm, es del orden de 0.75Vs a 0.90Vs, donde el valor mayor se aplica a las corrientes de aguas más profundas y rápidas (con velocidades mayores de 2 m/s, habitualmente, se usa la siguiente ecuación para estimar la velocidad media de corriente  $V_m=0.85V_s$  si se divide el área de la sección transversal del flujo en varias secciones, de área A, para las cuales se miden velocidades superficiales, Vs, y se calculan velocidades medias, Vm el caudal total se podrá determinar como la sumatoria de la sumatorias de los caudales parciales Q de las siguiente manera.” **(Valverde, J. 2007).**

$$Q=V_{m1} \cdot A_1 + V_{m2} \cdot A_2 + \dots + V_{mn} \cdot A_n$$

### **2.1.6. Deformaciones: grietas y fisuras.**

**a. Grietas:** Todas aquellas aberturas incontroladas de un elemento superficial que afectan a todo su espesor.

**b. Fisuras:** Todas aquellas aberturas incontroladas que afectan solamente a la superficie del elemento o a su acabado superficial.

**2.1.7. Taludes.** “Se refiere a la inclinación que poseen las paredes laterales del canal y las cuales se expresan en forma de proporción. La forma más usada en canales es la trapecial, con taludes que dependen del terreno en el cual el canal será excavado.” (Villón, B. 2008)

### **2.1.8. Borde Libre**

**(Aguirre, P. 1974),**

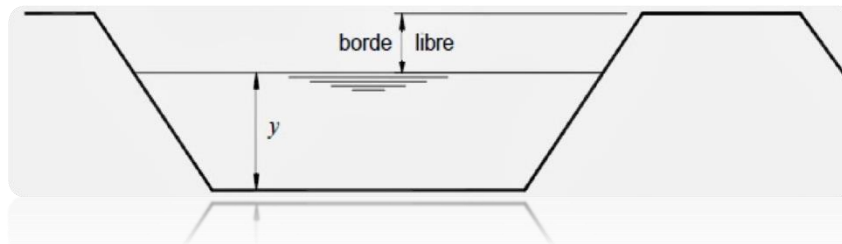
Se denomina borde libre (free board) a la altura (tirante) adicional que se da a fin de absorber los niveles extraordinarios que puedan presentarse por encima del caudal de diseño de un canal.

El borde libre es una seguridad que toma el ingeniero diseñador contra fenómenos que tienen una cierta probabilidad de ocurrencia.

Entonces la magnitud del borde libre depende esencialmente del grado de seguridad que se debe dar al canal como consecuencia de su importancia y de una estimación de la posibilidad que ocurra algún fenómeno extraordinario.

En consecuencia, en la determinación de la magnitud del borde libre juega un gran papel la naturaleza del terreno en que está construido el canal. Si el canal rebalsa y está en

zona arenosa las consecuencias pueden ser mucho más graves que en otro tipo de suelo. “Para dimensionar el borde libre (entendido como una altura vertical adicional al tirante) debemos tener en cuenta la forma de la sección transversal y esencialmente la curva gasto-tirante. Ven Te Chow señala que el borde libre varía entre menos del 5 % y más del 30 % del tirante. Indudablemente se trata de valores extremos.”



**Figura Nº. 2 Borde libre de un canal**

### 2.1.9. Eficiencia de conducción.

Se entiende como relación entre el volumen de agua realmente utilizado, necesario para la planta y el volumen de agua que se entrega.

$$E_{fc} = V / V_e \quad V = \text{Volumen útil} \quad V_e = \text{Volumen entregado}$$

“En los proyectos de riego nuevos, no se concibe solamente llevar el agua hasta nivel de bocatoma, sino que se está dando énfasis al sistema de distribución interna en la parcela, lo que redundará en un aumento en las eficiencias de riego.” En la medida que se conozcan las pérdidas de conducción y aplicación, se mejorará la programación de los riegos y el control de la operación, pues permitirá atender los pedidos en el menor tiempo posible. Las pérdidas en un canal se pueden resumir en cuatro formas, a saber **(Valverde, J. 2007):**



- a. **“Pérdidas por evaporación:** usualmente son de poca dimensión y no se toman en cuenta.
- b. **Pérdidas por fugas:** se producen por el mal estado de las estructuras, desajustes en las compuertas, empaques viejos, etc. Si no se les da importancia, pueden ser de grandes dimensiones
- c. **Pérdidas por mal manejo de la operación:** se producen por descuidos del personal, que abren las compuertas más de lo debido, o bajan el tirante sin haber terminado el ciclo de riego, etcétera.
- d. **Pérdidas por infiltración:** son las de más importancia; dependen del perímetro mojado, longitud del canal, coeficiente de infiltración y carga hidráulica. A este nivel, se reportan pérdidas que oscilan de 15 a 45%.” **(Grassi, C. 2001).**

Se define como infiltración al movimiento del agua a través de la superficie del suelo, y hacia adentro del mismo, producido por la acción de fuerzas gravitacionales y capilares. “Cuando un canal lleva mucho tiempo transportando agua y el suelo por el que está trazado se satura, las fuerzas capilares pierden importancia paulatinamente hasta llegar un momento en el que el movimiento del agua se produce sólo por la acción de la gravedad y la velocidad de infiltración se hace constante.” **(Aparicio, F. 1992).**

Esta velocidad de infiltración se define como infiltración básica. La textura del suelo, las porciones de partículas finas, la compactación, y la estructura son los factores que afectan las fuerzas gravitacionales. “Por su parte, exponen que la infiltración es afectada por la antigüedad y la forma del canal, por la longitud de su perímetro mojado, por la profundidad del agua en el canal (altura del pelo de agua), por la proximidad de acuíferos freáticos o la presencia fronteras impermeables en el subsuelo

(filtración sujeta), y por la cercanía de drenes. Como factores de menor importancia menciona la viscosidad, la carga de sedimentos y su distribución de tamaño, la presencia de plantas acuáticas y la edad de canal.” (Alam, M y Bhutta, M. 2004)

#### **A. Métodos de medición de pérdidas por infiltración:**

Para medición de las pérdidas por infiltración existen métodos directos y métodos analíticos y empíricos.

##### **Métodos directos:**

##### **Método del estanque o endicamiento:**

Consiste en aislar un sector del canal lleno de agua y medir las pérdidas registradas en función del tiempo. Las pérdidas se expresan en m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/día.

Las mediciones por el método del estanque -ponding method en inglés, se pueden llevar a cabo durante el período de corta del canal, inmediatamente después del cese del flujo normal, mientras que el perímetro del canal está todavía saturado. “Se debe aislar un sector del canal de por lo menos 300 m, por medio de diques temporales; conviene sellar los extremos con una lámina de plástico. Se observa el nivel del agua estancada en la sección a intervalos regulares, generalmente durante varios días y se observa la velocidad de caída de nivel de agua después del llenado inicial. Se debe tener en cuenta la evaporación diaria.”

Para los cálculos, los autores proponen la fórmula sugerida por Kraatz (Alam, M y Bhutta, M. 2004).

$$S = W(d_1 - d_2)L / P * L$$

“Donde **S** es la filtración del promedio en m<sup>3</sup> por m<sup>2</sup> cada 24 h, **W** el ancho medio de la superficie del agua estancada (**m**), **d1** la profundidad del agua al comienzo de la medición (**m**), **d2** la profundidad del agua después de 24 h (**m**), **P** el perímetro mojado promedio (**m**) y **L** es la longitud del canal (**m**).”

“Las principales limitaciones que mencionan los autores son: no puede ser utilizado mientras que los canales están funcionando y no se corresponde con las velocidades y cargas de sedimentos de las condiciones de funcionamiento. Por otra parte es aplicable en pequeños canales, que pueden no tener servicio permanente. No es aplicable a todas las condiciones, requiere de la ejecución de diques, y es un método intrusivo, otra desventaja es que el material en suspensión se puede depositar en el perímetro mojado, alterando las condiciones naturales de infiltración.” (Kinzi, K. 2010).

#### **Método de la diferencia de caudales o de entradas y salidas:**

Consiste en el aforo entre dos secciones de un tramo de canal. Cuando se hace en varias porciones de canal también se lo denomina de entradas y salidas. “Las pruebas se realizan en las condiciones de funcionamiento y para el caudal de operación del canal.”

“Históricamente, la determinación de pérdidas por infiltración en canales usando el método de entradas y salidas ha sido una tarea muy compleja. La determinación de pérdidas requiere de mucho tiempo, a la vez que la minuciosidad es fundamental para obtener resultados precisos.” (Kinzi, K. 2010).

## **Métodos analíticos y empíricos:**

**Modelos empíricos:** “Con valores conocidos y medidos de pérdidas por infiltración, para diferentes condiciones de medio físico, se pueden establecer ecuaciones empíricas y gráficos. Estos métodos permiten realizar estimaciones que se pueden emplear con fines de planificación, para situaciones similares en las que se han hecho las determinaciones.” (Grassi, C. 2001).

Sin embargo, a “los efectos de la operación resulta conveniente medir las pérdidas. Para la provincia de Isfahan, en Irán, se han desarrollado modelos empíricos para indicar la relación entre la Ec. y la textura de los suelos, la capacidad del canal, la cobertura vegetal en canales de tierra. Estos modelos pueden ser eficaces según el autor para diferentes condiciones de las variables mencionadas.” (Sepaskhah, A y Salemi, H. 2009).

“Por el contrario, para la realidad mendocina es más razonable sostener lo expresado por que expresa que las formulas empíricas y analíticas en la realidad no son de mayor ayuda desde el punto de vista de la operación, pues en este caso se requiere de mayor precisión y es por lo tanto más lógico medir las pérdidas. En zonas de suelos homogéneos puede ser de utilidad la aplicación de modelos empíricos para la estimación de la Ec.”  
**(Grassi, C. 2001).**

“La eficiencia de conducción de un canal se puede determinar si se aforan todas las tomas y desfuegos que cubre el canal y la toma donde se abastece ese canal; esa eficiencia solo se puede medir realizando muchos aforos, por lo que la operación eficiente va estar muy relacionada con la hidrometría del lugar.” La eficiencia de conducción se puede expresar por medio de la siguiente ecuación:

$$E_{\text{cond.}} = \frac{V_p}{V_t} \cdot 100$$

En donde:

$V_p$  : volumen de agua entregado a nivel de parcela

$V_t$  : volumen total derivado de la fuente de abastecimiento

Pero una forma práctica de determinar las pérdidas de conducción es aplicando la siguiente ecuación:  $Q_T = Q$  (pérdidas) +  $Q$  (servicios)

“El caudal de ‘servicios’ se conoce porque se refiere al listado de solicitudes de riego, pero el caudal de pérdidas no se conoce; entonces se pueden establecer tres alternativas para asignar un valor al  $Q$  (pérdidas): Que sea mayor que el real, Que sea menor que el real O que sea igual al real.” (Valverde, J. 2007)

### **Medición de la Eficiencia de Conducción.**

Tal como se menciona en distintos trabajos, las pérdidas por infiltración pueden medirse directamente o estimarse en base a procedimientos analíticos y empíricos. Estas pérdidas se expresan comúnmente como:

- a. “Caudal infiltrado por unidad de longitud, en  $m^3/s/km$
- b. Volumen por unidad de superficie de área mojada del canal y por unidad de tiempo; en  $m^3/m^2/día$ .
- c. Caudal infiltrado con relación al caudal que conduce el canal por unidad de longitud, en tanto por ciento por  $km$ .”

Siguiendo al mismo autor, desde el punto de vista de las condiciones hidrodinámicas del flujo de filtración, cabe distinguir entre infiltración libre e infiltración sujeta. La infiltración libre ocurre cuando el acuífero freático y su capa capilar, se encuentra a

profundidad tal que no ejerce influencia sobre la infiltración desde el canal.

“La infiltración sujeta se produce cuando el nivel freático es somero, tiene una marcada influencia sobre la infiltración, que se produce según el gradiente creado entre el agua en el canal y el agua en la freática.” **(Grassi, C. 2001).**

#### **2.1.10. Parámetros de Eficiencia de Conducción de Canales Revestidos.**

“En los canales totalmente revestidos, con mampostería de piedra con mortero de cemento o con concreto es de esperarse eficiencias próximas al 95%, hasta 20 Km. y de 90%, hasta 50 Km”. **(García, E. 2008).**

#### **2.1.11. Riesgo**

INDECI (2009),

*“es la estimación o evaluación matemática de pérdidas de vidas, de daños a los bienes materiales, a la propiedad economía, para un período específico y áreas conocidos, de un evento específico de emergencia. Se calcula en función del peligro y la vulnerabilidad.”*

#### **2.1.12. Vulnerabilidad**

INDECI (2009), refiere que “es el grado de resistencia y exposición física social de un elemento o conjunto de elementos (vidas humanas, patrimonio, servicios vitales, infraestructura, áreas agrícolas y otros), como resultado de la ocurrencia de un peligro de origen natural o inducido por el hombre.” Se expresa en términos de probabilidad en porcentaje de 0 a 100. Es el grado de facilidad con que estos elementos sufren daños por exposición al peligro.

“La vulnerabilidad de una comunidad es el reflejo del estado individual y colectivo de sus condiciones físicas, sociales, culturales, económicas, institucionales, medioambientales, y otros que cambian continuamente según su nivel de preparación, actitud, comportamiento, normas, condiciones socio-económicas y políticas de los individuos, familias, comunidades, instituciones y países.”

**a. “Vulnerabilidad de las infraestructuras de servicio público.-** Son infraestructura de servicio público, los puentes, bocatomas, carreteras, canales de irrigación, instalación de suministros de energía eléctrica, instalaciones de comunicaciones, etc. que están expuestos frente a la ocurrencia de un peligro y que pueden ser cuantificados matemáticamente, su colapso está en función del diseño bajo los conocimientos predominantes del juicio ingenieril.

**b. Vulnerabilidad de la vida humana.-** Las vidas humanas pueden o no estar expuestas a la ocurrencia de un peligro debido a que las reactivaciones de las alertas, salvo en casos de algún tipo de falla en el sistema de comunicaciones y alertas, por lo tanto, esta vulnerabilidad es casual.

**c. Vulnerabilidad de las áreas agrícolas.** - Las áreas agrícolas comprenden los suelos de cultivo, donde existen productos vegetales de sustento económico para la población, que están expuestos a la ocurrencia de un peligro y que pueden ser también cuantificados matemáticamente.”

## **2.2 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS:**

**1 “Eficiencia:** es la capacidad de lograr ese efecto en cuestión con el mínimo de recursos posibles o en el menor tiempo posible.

- 2 Eficiencia de riego:** manejo adecuado del agua en el predio agrícola; en otras palabras implica el grado de habilidad que tiene el regante para manejar el agua.
- 3 Eficiencia conducción:** permite evaluar la pérdida de agua en el canal principal desde la Bocatoma hasta el punto final del canal principal.
- 4 Eficiencia distribución:** Se obtiene de todos los canales de distribución de 1er, 2do, 3er, etc., orden, que sirven para distribuir el agua hacia las parcelas o chacras de los usuarios. Mide la pérdida que se produce entre la toma lateral del canal principal, hasta la entrega a los usuarios de una zona de riego.
- 5 Eficiencia de aplicación:** es la cantidad de agua útil para el cultivo que queda en el suelo después de un riego, en relación al total del agua que se aplicó. Generalmente se mide en porcentaje o litros de agua útil en el suelo por cada 100 litros aplicados.
- 6 Aforo:** consiste en medir el caudal de agua de un curso o río.
- 7 Hidrometría:** es la parte de la hidráulica que tiene por objeto medir el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo por una sección transversal de un río un canal o tubería.
- 8 Caudal:** se define como el volumen líquido que pasa por una sección normal de corriente de agua en una unidad de tiempo. (Organización Meteorológica Mundial, 2012)
- 9 CAUCE:** curso de agua claramente definido por el que fluye agua de forma periódica o continua. (Organización Meteorológica mundial, 2012)
- 10 Socavación:** acción erosiva del agua en un curso de agua que da lugar a la excavación y al transporte de materiales del lecho y de las márgenes. (Organización Meteorológica Mundial, 2012).



**11 coeficiente de rugosidad:** Coeficiente que caracteriza la rugosidad de un cauce o tubería y que se utiliza para calcular la resistencia al flujo en el cauce o tubería. (Organización Meteorológica Mundial, S.F.)

**12 Erosión:** Desgaste y transporte de suelos y rocas por el paso de corrientes de agua, glaciares, vientos y olas. (Organización Meteorológica Mundial, 2012)

**13 Tirante hidráulico:** resultado de dividir el área hidráulica por el ancho superficial del agua, parámetro fundamental en el estudio del movimiento de un fluido en un canal abierto, y también, en un canal rectangular la distancia entre la lámina de agua y el fondo. (Real Academia DE Ingeniería, S.F.).

**14 Velocidad del flujo:** vector que indica en un punto la velocidad y dirección del movimiento de un líquido. (Organización Meteorológica Mundial, 2012).

**15 Caudal máximo:** caudal máximo instantáneo de una determinada corriente de agua representado en un hidrógrama de caudales para un fenómeno específico. (Organización Meteorológica Mundial, 2012).

**16 Infiltración:** es el proceso por el cual el agua en la superficie de la tierra ingresa en el suelo de forma vertical.”

## CAPITULO III

### 3 MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 UBICACIÓN DE PROYECTO

##### 3.1.1 Ubicación Política

La presente investigación se realizó en el Departamento: Tumbes.  
Provincia: Tumbes. Distrito: Tumbes.

##### 3.1.2 Ubicación geográfica

PRIMER TRAMO PROG. 1+750-2+250

INICIO	FINAL
Latitud: -3° 35' 445" S	Latitud: -3° 35' 264" S
Longitud: -80° 26' 614" W	Longitud: -80° 26' 497" W

Figura Nº. 3: Coordenadas del primer tramo

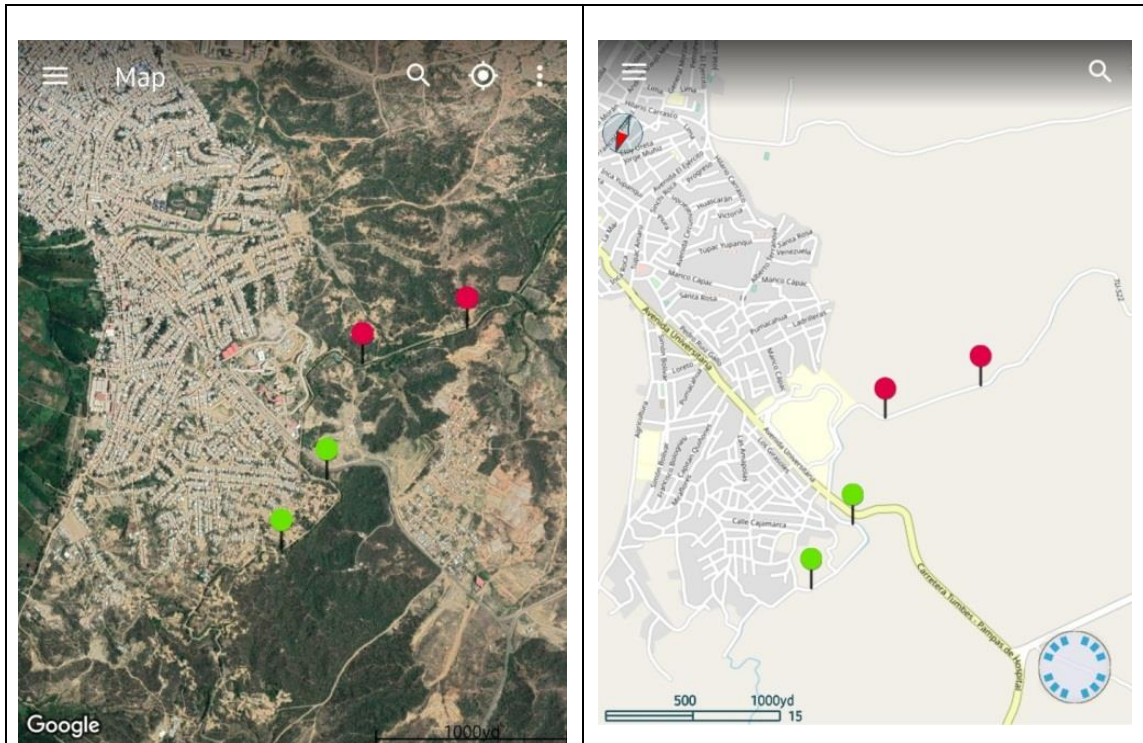
Fuente: Elaboración propia

SEGUNDO TRAMO PROG. 3+000 - 3+500

INICIO	FINAL
Latitud: -3° 34' 964" S	Latitud: -3° 34' 872" S
Longitud: -80° 26' 405" W	Longitud: -80° 26' 135" W

Figura Nº. 4: Coordenadas del segundo tramo

Fuente: Elaboración propia



**Figura N<sup>o</sup>. 5** Ubicación del Primer y segundo tramo del canal Puerto El Cura

### **3.2 MÉTODOS TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

#### **3.2.1 Método.**

El método de investigación que se usara será el método Inductivo y Deductivo.

#### **3.2.2 Técnicas.**

La técnica que se utilizo es de Observación.

### **3.2.3 Instrumentos de recolección de Datos**

Los instrumentos para la recolección de datos fueron diseñados en formas de tablas

#### **MATERIALES:**

- Canal de riego
- Estacas (Madera)
- Wincha
- Martillo
- Machetes
- Flotador
- Lápiz, lapiceros
- Libreta de apuntes
- Pintura (esmalte)

#### **EQUIPOS:**

- Laptop HP
- Calculadora Casio fx-991.
- Cámara fotográfica
- Navegador GPS
- Celular Samsung Galaxy A50
- Memoria USB Kingston de 16 GB.
- Cronometro

#### **METODO DE INVESTIGACION.**

La metodología a emplear es por el método Aplicada – Cuantitativa, dado que se utilizara los registros de Caudales de los tramos en estudio y serán elaborados en forma de tablas para recolectar la información del lugar en estudio

## CALCULO DE CAUDALES USANDO EL METODO 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:”

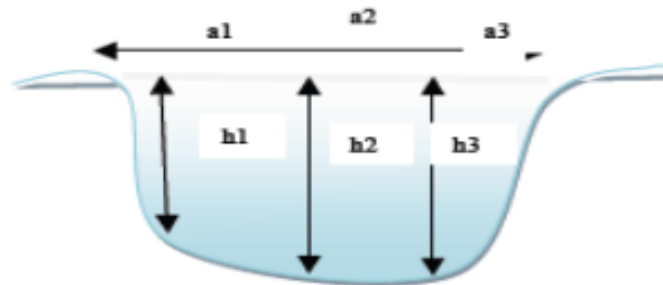
Medición de la Velocidad del Agua (V):  $V = \frac{L}{T}$

Primera medición: Por Fecha

Segunda medición: Por Fecha

Tercera medición: Por Fecha

## CALCULO DEL AREA PARA CANAL NO REVESTIDO



$$\text{Área } i = \frac{(h0 + h1) * e}{2}$$

## CALCULO DE AREA PARA CANAL REVESTIDO



## CALCULO DEL CAUDAL

$$Q = fc \times A \times V$$

<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

## CAPITULO IV

### 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 RESULTADOS:

##### **Determinación del Caudal en el Canal de Riego Puerto El Cura de la margen derecha del Rio Tumbes Canal Revestido Progresiva (1+750 – 2+250) Y (3+000 – 3+500)**

Para la realización del siguiente objetivo, se ubicó un tramo semi recto y recto de 500m. En el que se aplicó el método del flotador y se aforo una vez por fecha y se promedió, determinando la velocidad por medio de un Flotador y se calculó un caudal de ingreso y de salida cada 50m. Determinando el área hidráulica del canal en estudio.

**Tabla 1: Caudal en el Canal de Riego Puerto El Cura TRAMO 1+750 al 2+250.**

Progresivas		Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad	Caudal ( $m^3/S$ )
Inicio	Final				
1+750	1+800	50	53.41	0.75	4.44
1+800	1+850	50	54.65	0.73	4.33
1+850	1+900	50	55.05	0.73	4.33
1+900	1+950	50	55.81	0.72	4.24
1+950	2+000	50	57.17	0.70	4.14
2+000	2+050	50	57.93	0.69	4.09
2+050	2+100	50	58.47	0.68	4.05
2+100	2+150	50	58.97	0.68	4.02
2+150	2+200	50	59.00	0.68	4.01
2+200	2+250	50	59.48	0.67	3.98
2+250	2+300	50	59.96	0.67	3.98

Fuente: Trabajo de campo.

Elaboración: Propia.

**Interpretación:** En el Canal de riego Puerto El Cura progresivas 1+750 – 2+250 se Determinó un Caudal de entrada de  $4.44 \text{ m}^3/\text{S}$  y un caudal de salida de  $3.98 \text{ m}^3/\text{S}$ .

**Tabla 2: Caudal en el Canal de Riego Puerto El Cura- TRAMO 3+000 al 3+500**

PROGRESIVAS		DISTANCIA (m)	TIEMPO (S)	VELOCIDAD	CAUDAL ( $\text{m}^3/\text{S}$ )
INICIO	FINAL				
3+000	3+050	50	53.63	0.75	4.42
3+050	3+100	50	55.15	0.73	4.29
3+100	3+150	50	55.27	0.72	4.28
3+150	3+200	50	56.86	0.70	4.16
3+200	3+250	50	57.26	0.70	4.14
3+250	3+300	50	57.33	0.70	4.14
3+300	3+350	50	57.43	0.70	4.12
3+350	3+400	50	58.52	0.68	4.05
3+400	3+450	50	59.91	0.67	3.97
3+450	3+500	50	59.97	0.67	3.97
3+500	3+550	50	59.87	0.67	3.96

Fuente: Trabajo de campo.

Elaboración: Propia.

**Interpretación:** En el canal de riego Puerto El Cura progresivas 3+000 – 3+500 se Determinó un Caudal de entrada de  $4.42 \text{ m}^3/\text{S}$  y un Caudal de salida de  $3.96 \text{ m}^3/\text{S}$

### **Determinación de la Eficiencia de Conducción en el Canal de Riego Puerto El Cura de la Margen Derecha del Rio Tumbes Canal Revestido Progresiva (1+750 – 2+250) Y (3+000 – 3+500)**

Para la realización del siguiente objetivo, se aforo una vez por fecha, se calculó un promedio de caudal de entrada y salida. Se determinó la Eficiencia De Conducción por cada tramo de 50m.



**Tabla 3: Eficiencia De Conducción en el Canal de Riego Puerto El Cura TRAMO 1+750 al 2+250.**

Progresivas		Caudal ( $m^3/S$ )		Eficiencia
Inicio	Final	E	S	conducción (%)
1+750	1+800	4.44	4.33	97.52
1+800	1+850	4.33	4.33	100
1+850	1+900	4.33	4.24	97.92
1+900	1+950	4.24	4.14	97.64
1+950	2+000	4.14	4.09	98.79
2+000	2+050	4.09	4.05	99.02
2+050	2+100	4.05	4.02	99.26
2+100	2+150	4.02	4.01	99.75
2+150	2+200	4.01	3.98	99.25
2+200	2+250	3.98	3.98	100

Fuente: Trabajo de campo.

Elaboración: Propia.

**Interpretación:** En el canal de riego Puerto El Cura se determinó una Eficiencia de Conducción de 78.6% - 94.5% - 95,7% por fecha y la Eficiencia de Conducción promedio en el tramo de estudio es de 89.6%.

**Tabla 4: Eficiencia de Conducción en el Canal de Riego Puerto El Cura TRAMO 3+000 al 3+500.**

Progresivas		Caudal ( $m^3/S$ )		Eficiencia
Inicio	Final	E	S	conduccion (%)
3+000	3+050	4.42	4.29	97.06
3+050	3+100	4.29	4.28	99.77
3+100	3+150	4.28	4.16	97.20
3+150	3+200	4.16	4.14	99.52
3+200	3+250	4.14	4.14	100
3+250	3+300	4.14	4.12	99.52
3+300	3+350	4.12	4.05	98.30
3+350	3+400	4.05	3.97	98.02
3+400	3+450	3.97	3.97	100
3+450	3+500	3.97	3.96	99.75

Fuente: Trabajo de campo.

Elaboración: Propia.

**Interpretación:** En el canal de riego Puerto El Cura se determinó una Eficiencia de Conducción de 78.6% - 94.5% - 95,7% por fecha y la Eficiencia de Conducción promedio en el tramo de estudio es de 89.6%.

## Comparación de la Eficiencia de Conducción de los tramos en Estudio del Canal de Riego Puerto El Cura.

Para realizar el siguiente objetivo, se hizo una comparación de la Eficiencia de Conducción promedio en el tramo total para el canal de riego Puerto El Cura.

**Tabla 5: Comparación de Eficiencia de Conducción en el Canal de Riego Puerto El Cura TRAMO 1+750 al 2+250.**

Progresivas		Caudal( $m^3/S$ )		Eficiencia Conducción (%)	Perdida	Eficiencia Conducción del tramo (%)
Inicio	Final	E	S			
1+750	1+800	4.44	4.33	97.52	2.48	
1+800	1+850	4.33	4.33	100	-	
1+850	1+900	4.33	4.24	97.92	2.08	
1+900	1+950	4.24	4.14	97.64	2.36	
1+950	2+000	4.14	4.09	98.79	1.21	
2+000	2+050	4.09	4.05	99.02	0.98	89.6
2+050	2+100	4.05	4.02	99.26	0.74	
2+100	2+150	4.02	4.01	99.75	0.25	
2+150	2+200	4.01	3.98	99.25	0.75	
2+200	2+250	3.98	3.98	100	-	

Fuente: Trabajo de campo.

Elaboración: Propia.

Interpretación: En el canal de riego Puerto El Cura, se determinó una Eficiencia de Conducción de 89.6% en el primer tramo en estudio de 500m.

**Tabla 6: Comparación de Eficiencia de Conducción en el Canal de Riego Puerto El Cura TRAMO 3+000 al 3+500.**

Progresivas		Caudal ( $m^3/S$ )		Eficiencia Conducción (%)	Perdida	Eficiencia conducción del tramo (%)
Inicio	Final	E	S			
3+000	3+050	4.42	4.29	97.06	2.94	
3+050	3+100	4.29	4.28	99.77	0.23	
3+100	3+150	4.28	4.16	97.20	2.80	
3+150	3+200	4.16	4.14	99.52	0.48	
3+200	3+250	4.14	4.14	100	-	
3+250	3+300	4.14	4.12	99.52	0.48	89.6
3+300	3+350	4.12	4.05	98.30	1.70	
3+350	3+400	4.05	3.97	98.02	1.98	
3+400	3+450	3.97	3.97	100	-	
3+450	3+500	3.97	3.96	99.75	0.25	

Fuente: Trabajo de campo.

Elaboración: Propia.

**Interpretación:** En el canal de riego Puerto El Cura, se determinó una Eficiencia De Conducción de 89.6% en el segundo tramo en estudio de 500m.

## **4.2 DISCUSIÓN:**

### **Determinación de la Eficiencia de Conducción en los tramos en Estudio del Canal Revestido Puerto El Cura Progresivas (1+750 – 2+250) Y (3+000 – 3+500)**

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

Para el sistema de canales revestidos la Eficiencia de Conducción es de 89.6%, resultado que al compararse con el rango fijado para Canales Revestidos con cemento (80-90%), establecido por Grassi (12), es aceptable, aunque las longitudes son cortas, factor que contribuye a elevar la Eficiencia debido a que las pérdidas por filtración y evaporación son menores.

### **Comparación de la Eficiencia de Conducción en el Canal de Riego Puerto El Cura**

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

En el canal de riego Puerto El Cura. Tiene una Eficiencia de Conducción de 89.6% la cual es aceptable por estar entre los rangos del autor.

## CAPITULO V

### 5 CONCLUSIONES

1. En el canal de riego revestido Puerto El Cura progresivas (1+750 – 2+250) se Determinó un Caudal de entrada de  $4.44(m^3/S)$  y un Caudal de salida de  $3.98(m^3/S)$  y en la progresiva (3+000 – 3+500) se Determinó un Caudal de entrada  $4.42(m^3/S)$  y un Caudal de salida de  $3.97(m^3/S)$
2. En la progresiva 1+750 – 2+250 del canal de riego revestido Puerto El Cura se Determinó una Eficiencia de Conducción promedio por fechas de 78.6 %, 94.5% y 95.7%
3. En la progresiva 3+000 – 3+500 del canal de riego revestido Puerto El Cura se determinó una Eficiencia de Conducción promedio por fechas de 85.3%, 98.0% y 85.5%
4. Se Determina que el canal de riego Puerto El Cura existen perdidas mínimas, ya que la Eficiencia calculada para ambos tramos del canal es de 89.6%

## **CAPITULO VI**

### **6 RECOMENDACIONES**

- 1.** Teniendo una mayor Eficiencia en la parte de riego nos conduce a conseguir una mayor contribución por parte de los usuarios en el manejo del Recurso Hídrico.
- 2.** Seguir realizando este tipo de estudio relacionados a la Eficiencia de conducción, Determinación del caudal en un canal de riego. Así se realizara un estudio más completo de todo el recorrido y se obtendrán datos más confiables y exactos.
- 3.** Se recomienda a las autoridades locales considerar un presupuesto más para subsanar y lograr su mejoramiento del canal de riego Puerto El Cura para una mejor Eficiencia del Recurso Hídrico.
- 4.** Se pagaría menos por la cantidad de agua que se pierde. Al tener mayor Eficiencia, mayor cantidad de agua le llegara a los usuarios.

## CAPITULO VII

### 7 REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

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

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.”

Jimenez, A. (2014). *“Determinación de la eficiencia de conducción. PUNO-Peru: UNA\_PUNO.”*

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

Palacios, E. 2004. *“La eficiencia en el uso del agua en los distritos de riego. México.”* Colegio de posgraduados Montecillo.250p.

APARICIO MIJARES, F.J. 1992. *“Fundamentos de Hidrología de superficie. Ed Limusa.”* México. 302 p.

ALAM, M.M. y BHUTTA, M.N. 2004. *“Comparative evaluation of canalvseepage investigation techniques. Agricultural Water Management”* 66  
(2004) 65-76

[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_1507.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_1507.pdf)

FACM (Fuente Asociación Canales de Maipo, Pirqué), 2009.

- 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.
- 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.
- SEPASKHAH, A. R. y SALEMI, H. R., 2009. “An empirical model for prediction of conveyance Efficiency for small earth canals.” Technical note Oct 11, 2009 Dept. of Irrigation, Shiraz University, Shiraz, I. R. of Iran.
- GRASSI, C. 2001. *“Operación y Mantenimiento de Sistemas de Riego.”* Serie Riego y Drenaje. RD-44. CIDIAT. Mérida. Venezuela
- KINZLI, K., MARTINEZ, OAD, R., DAVID, A.P. 2010. *“Using an ADCP to determine canal seepage loss in an irrigation district. Agricultural Water”* Management, Volume 97, (Issue 6), June 2010, Pages 801-810
- Rojas, H. (2015). “Curso de Irrigacion y Drenaje, Obras de Conduccion. Ancash: Universidad Nacional del Santa.”
- De Valverde, J.C. 2007. Riego y Drenaje 1ª edición, Costa Rica
- De Villón B.M. 2008, Hidráulica de canales, 2ª edición, Lima.
- Glosario de Hidráulica. (2017). “Acueducto, Aforo, Aforar, Alcantarilla, Bocatoma, Captación, Caudal, Compuerta, Fluido, Medidores, Obra de Arte, Sifones. Tumbes: Sf.”
- AGUIRRE PE, 1974. “Julián Hidráulica de canales CIDIAT, Mérida, Venezuela.”

## CAPITULO VIII

### 8 ANEXOS

**Tabla 7 Eficiencia de Conducción por fechas prog. 1+750 – 2+250**

AFORO (FECHAS)	PROGRESIVAS		CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)		EFICIENCIA CONDUCCION (%)	PERDIDA (%)	EFICIENCIA CONDUCCION DEL TRAMO (%)
	I	F	E	S			
25/07/2020	1+750	1+800	5.04	4.44	88.1	11.9	78.6
	1+800	1+850	4.44	4.52	101.8	-1.8	
	1+850	1+900	4.52	4.99	110.4	-10.4	
	1+900	1+950	4.99	4.54	90.9	9.1	
	1+950	2+000	4.54	4.31	94.9	5.1	
	2+000	2+050	4.31	3.95	91.6	8.4	
	2+050	2+100	3.95	4.25	107.5	-7.5	
	2+100	2+150	4.25	4.02	94.5	5.5	
	2+150	2+200	4.02	3.96	98.5	1.5	
	2+200	2+250	3.96	3.95	99.7	0.25	
	2+250	2+300	3.95	-	-	-	
01/08/2020	1+750	1+800	4.20	4.58	109.0	-9.0	94.5
	1+800	1+850	4.58	4.31	94.1	5.9	
	1+850	1+900	4.31	3.95	91.6	8.4	
	1+900	1+950	3.95	3.99	101.0	-1.0	
	1+950	2+000	3.99	3.95	99.0	1.0	
	2+000	2+050	3.95	4.02	101.7	-1.7	
	2+050	2+100	4.02	4.04	100.5	-0.5	
	2+100	2+150	4.04	3.97	98.2	1.8	
	2+150	2+200	3.97	3.97	100.0	-	
	2+200	2+250	3.97	3.95	99.5	0.5	
	2+250	2+300	3.95	-	-	-	
08/08/2020	1+750	1+800	4.20	4.02	95.7	4.3	95.7
	1+800	1+850	4.02	4.09	101.7	-1.7	
	1+850	1+900	4.09	3.95	96.5	3.5	
	1+900	1+950	3.95	3.95	100.0	-	
	1+950	2+000	3.95	4.03	102.0	-2.0	
	2+000	2+050	4.03	3.96	98.2	1.8	
	2+050	2+100	3.96	4.06	102.5	-2.5	
	2+100	2+150	4.06	4.05	99.7	0.3	
	2+150	2+200	4.05	4.02	99.2	0.8	
	2+200	2+250	4.02	3.95	98.2	1.8	
	2+250	2+300	3.95	-	-	-	

Fuente: Trabajo de campo  
Elaboración: Propia



**Tabla 8 Eficiencia de Conducción por fechas prog. 3+000 – 3+500**

AFORO (FECHAS)	PROGRESIVAS		CAUDAL ( $m^3/s$ )		EFICIENCIA CONDUCCION (%)	PERDIDA (%)	EFICIENCIA CONDUCCION DEL TRAMO (%)
	I	F	E	S			
25/07/2020	3+000	3+050	4.63	4.62	99.7	0.3	85.3
	3+050	3+100	4.62	4.52	97.8	2.2	
	3+100	3+150	4.52	4.64	102.6	-2.6	
	3+150	3+200	4.64	4.22	90.9	9.1	
	3+200	3+250	4.22	3.94	93.3	6.7	
	3+250	3+300	3.94	4.03	102.2	-2.2	
	3+300	3+350	4.03	3.94	97.7	2.3	
	3+350	3+400	3.94	3.94	100.0	-	
	3+400	3+450	3.94	3.95	100.2	-0.2	
	3+450	3+500	3.95	3.98	100.7	-0.7	
	3+500	3+550	3.98	-	-	-	
01/08/2020	3+000	3+050	4.03	3.95	98.0	2.0	98.0
	3+050	3+100	3.95	4.00	101.2	-1.2	
	3+100	3+150	4.00	3.98	99.5	0.5	
	3+150	3+200	3.98	3.95	99.2	0.8	
	3+200	3+250	3.95	3.98	100.7	-0.7	
	3+250	3+300	3.98	4.04	101.5	-1.5	
	3+300	3+350	4.04	3.95	97.7	2.3	
	3+350	3+400	3.95	3.97	100.5	-0.5	
	3+400	3+450	3.97	3.94	99.2	0.8	
	3+450	3+500	3.94	3.94	100.0	-	
	3+500	3+550	3.94	-	-	-	
08/08/2020	3+000	3+050	4.62	4.36	94.3	5.7	85.5
	3+050	3+100	4.36	4.36	100.0	-	
	3+100	3+150	4.36	3.95	90.6	9.4	
	3+150	3+200	3.95	4.25	107.5	-7.5	
	3+200	3+250	4.25	4.52	106.3	-6.3	
	3+250	3+300	4.52	4.31	95.3	4.7	
	3+300	3+350	4.31	4.27	99.0	1.0	
	3+350	3+400	4.27	3.94	92.2	7.8	
	3+400	3+450	3.94	3.95	100.2	-0.2	
	3+450	3+500	3.95	3.95	100.0	-	
	3+500	3+550	3.95	-	-	-	

Fuente: Trabajo de campo

Elaboración: Propia



Foto N°. 1 Canal Puerto El Cura



Foto N°. 2 Canal Puerto El Cura



Foto N°. 3 Tubería del Canal Puerto El Cura



Foto N°. 4 Cámara de Carga



Foto N°. 5 Medición de Canal



Foto N°. 6 Medición Tramo



Foto N°. 7 Toma de Datos

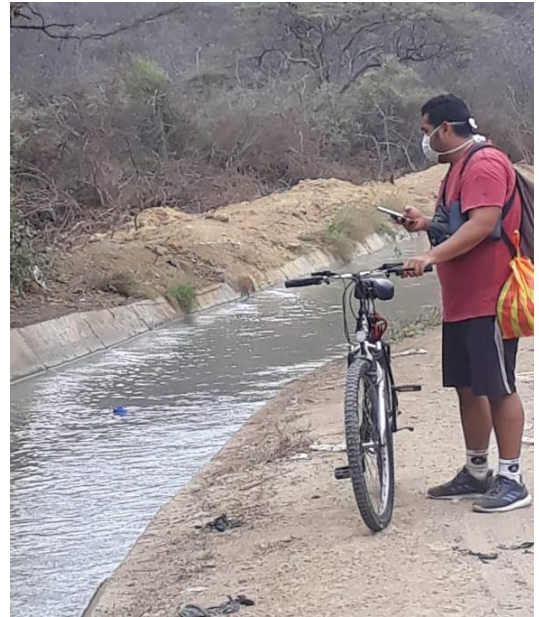


Foto N°. 8 Toma de Tiempo



Foto N°. 9 Primer Tramo



Foto N°. 10 Segundo Tramo



Foto N°. 11 Flotador



Foto N°. 12 Flotador