

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE  
HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL  
CANAL PRINCIPAL CACHI, TRAMO CUCHOQUESERA -  
ICHUCRUZ - 2016**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÍCOLA**

**PRESENTADO POR:**

**JAVIER CARHUAS MELGAR**

**AYACUCHO – PERU**

**2016**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme la vida y por guiarme en cada paso hasta el día de hoy.

Con todo amor y gratitud a mis padres Oswaldo y Victoria por su incomparable sacrificio en mi formación profesional.

A mis hermanos y amigos por su apoyo incondicional durante mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi sincera gratitud a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (UNSCH), alma mater de mi formación profesional.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, por haberme acogido durante mi formación profesional.

A los docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, por su valiosa enseñanzas y orientaciones que me condujeron a lograr mis objetivos.

## ÍNDICE GENERAL

	Pag.
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
I REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
1.1 Antecedentes .....	3
1.2 Fundamento teórico.....	4
1.2.1. Eficiencia de riego .....	4
1.2.2 Eficiencia conducción y distribución .....	5
1.2.3 Eficiencias de conducción (Ec) .....	6
1.2.4 Eficiencias de distribución (Ed) .....	9
1.2.5 Eficiencia de aplicación .....	12
1.2.6 Demanda de agua .....	15
1.2.7 Mediciones de caudal de agua .....	15
1.2.8 Pérdida de agua en el riego.....	20
1.2.9 Evaporación .....	21
1.2.10 Pérdidas por filtración.....	23
1.2.11 Canales .....	25
1.2.12 Definición de canales.....	26
1.2.13 Clasificaciones de los canales.....	27

1.2.14 Canales de riego por su función .....	29
1.2.15 Elementos geométricos de un canal .....	30
1.2.16 Tomas laterales .....	32
1.2.17 Organización de los comités de riego .....	32
II MATERIALES Y MÉTODOS .....	34
2.1. Descripción de la zona de estudio .....	34
2.1.1 Ubicación política .....	34
2.1.2 Ubicación geográfica .....	35
2.1.3 Vías de comunicación .....	36
2.1.4 Características generales .....	37
2.1.5 Fisiografía .....	37
2.1.6 Topografía .....	37
2.1.7 Climatología .....	38
2.1.8 Caudal de la fuente .....	38
2.2 Materiales y equipo .....	39
2.2.1 Materiales .....	40
2.2.2 Equipo .....	40
2.3.1 Fase preliminar .....	40
2.3.1 Fase de campo .....	41
2.3.2 Fase de gabinete .....	42
III. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	47
3.1. Resultados .....	47
3.2 Discusión .....	77
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	78
4.1 Conclusiones .....	78
4.2 Recomendaciones .....	78

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1 Cantidad de agua útil para las plantas.	13
Tabla 1. 2 Profundidades para medir caudal con correntómetro.	18
Tabla 1. 3 Tipo de materia para canales.	25
Tabla 2. 1 Tabla de coordenadas.	35
Tabla 2. 2 Vías de comunicación.	37
Tabla 2. 3 Unidades de riego en tramo Cuchoquesera - Ichucruz.	41
Tabla 3. 1 Aforo canal salida de la presa.	48
Tabla 3. 2 Resultados de eficiencia de conducción.	55
Tabla 3. 3 Resultados de cálculo de eficiencia de distribución por sectores.	64
Tabla 3. 4 Pérdida de agua por evaporación en canales revestidos.	67
Tabla 3. 5 Pérdida por filtración en diferentes sectores.	68
Tabla 3. 6 Pérdida de agua por sifones no autorizados.	69
Tabla 3. 7 Aporte de agua hacia el canal para el mes de mayo	70
Tabla 3. 8 Pérdida por diferentes factores.	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Esquema hidráulico canal principal y distribución. ....	7
Figura 1. 2 Representación de las pérdidas de conducción. ....	9
Figura 1. 3 Representación de las pérdidas de distribución. ....	10
Figura 1. 4 Método flotador. ....	17
Figura 1. 5 Sección de un río. ....	19
Figura 1. 6 Aforo método flotador. ....	20
Figura 1. 7 En la figura se aprecia el ciclo hidrológico. ....	22
Figura 1. 8 Características del tanque clase A: ....	23
Figura 1. 9 Flujo en conducto. ....	26
Figura 1. 10 Sección transversal irregular. ....	27
Figura 1. 11 Secciones artificiales de un canal artificial. ....	29
Figura 1. 12 Elementos geométricos más importantes de un canal. ....	30
Figura 2. 1 Ubicación Nacional, Regional y distrital (INEI, 2007). ....	35
Figura 2. 2 Ubicación del proyecto en imagen satelital. ....	36
Figura 2. 3 Sección de canal principal Cachi. ....	43
Figura 3. 1 Ubicación del proyecto en imagen satelital. ....	47
Figura 3. 2 Aforo en canal de conducción con correntómetro. ....	48
Figura 3. 3 Eficiencia de conducción. ....	50
Figura 3. 4 Caudal perdido por tramo en el canal principal Cachi. ....	56
Figura 3. 5 Porcentaje de agua que se aprovecha y que se pierde. ....	56

Figura 3. 6 Aforo en Canal de distribución. ....	57
Figura 3. 7 Esquema de distribución del canal Cachi. ....	57
Figura 3. 8 Eficiencia de distribución por sectores. ....	66
Figura 3. 9 Eficiencia de conducción por tramos. ....	70
Figura 3. 10 Eficiencia de distribución por sectores de riego. ....	71
Figura 3. 11 Pérdida por evaporación. ....	71
Figura 3. 12 Pérdida por fracturas del canal. ....	72
Figura 3. 13 Pérdida de agua por Sifonamiento. ....	73
Figura 3. 14 Caudal aportante al canal Cachi. ....	73
Figura 3. 15 Perdida tramo Cuchoquesera Ichucruz por diferentes factores. ....	74
Figura 3. 16 salida presa-túnel Ichucruz caudal vs tiempo. ....	75
Figura 3. 17 Figura caudal vs tiempo (años). ....	76
Figura 3. 18 Caudal vs tempo (meses). ....	76

## RESUMEN

Se realizó la investigación en el canal de irrigación del río Cachi, que comprende desde la salida de la represa de Cuchoquesera hasta las entradas del túnel Ichucruz en una distancia de 48200 m. Se ha evaluado en el periodo marzo, abril y mayo del 2016, habiéndose elaborado el esquema hidráulico en los tramos del canal de conducción y distribución; de otro lado también se determinó la eficiencia de conducción de agua, con aforos haciendo uso de los métodos volumétrico y correntómetro en la entrada y salida del canal. Habiéndose encontrado que la eficiencia de conducción es de 66.49% con pérdidas equivalente de 0.028 m<sup>3</sup>/seg/km y en la distribución de 84.05%. Finalmente se elaboró el plan de operación y mantenimiento que será de mucha importancia para el sistema de irrigación del río Cachi.

**Palabra clave:** eficiencia, conducción y distribución.

## INTRODUCCIÓN

El agua es el recurso natural renovable mas importante y estratégico para el progreso social y desarrollo económico del país, ya que contribuye al desarrollo humano y representa un insumo vital para el crecimiento económico, sin embargo el principal problemas hoy en día es la pérdida del agua durante la distribución, tal como puede suceder en el canal de irrigación rio Cachi el mismo que tiene un uso multipropósito, es decir la dotación de agua para agricultura, uso doméstico, pecuario y generación de energía eléctrica. La irrigación rio Cachi del Departamento de Ayacucho, es un proyecto integral que consiste en la captación de las aguas del río Chicllarazo mediante una bocatoma de tipo convencional. Las aguas captadas tienen un incremento gracias al trasvase de las aguas de los ríos Choccoro y Apacheta. A partir de la bocatoma se inicia un canal de derivación de 23.3 Km de longitud y de 10.0 m<sup>3</sup>/s de gasto de diseño que conduce las aguas a la presa Cuchoquesera de 80 MMC de capacidad para su regulación. Las aguas almacenadas son conducidas mediante un canal de derivación hacia la cuenca baja entre los tramos Cuchoquesera - Allpachaka - Ichucruz que suman un total de 48200 ml de longitud. Así mismo su ámbito de influencia se viene presentando una serie de problemas, como pérdida por filtración, perdida por desborde, perdida por evaporación, perdía por sustracción de agua, inadecuado reparto y distribución del agua para riego, limitaciones en la asignación caudales a nivel de toma lateral, excesivo consumo de agua por algunos cultivos (Pastos), perdida por uso indebido del agua a nivel de parcela, que viene causando como consecuencia la ineficiencia de la distribución y dotación a las parcelas por esos eminentes problemas , surge la necesidad de realizar el trabajo de investigación que tiene como objetivos.

## **OBJETIVO GENERAL**

Calcular la eficiencia de conducción y distribución de agua del canal principal Cachi tramo Cuchoquesera- Ichucruz-2016.

## **OBJETIVO ESPECIFICO**

- Elaborar el esquema hidráulico y determinar los tramos que afectan y reducen la eficiencia de conducción y distribución de agua en el canal, principal de Cachi tramo Cuchoquesera – Ichucruz – 2016.
- Determinar la eficiencia de conducción y distribución de agua en el canal principal cachi y en la distribución del tramo Cuchoquesera – Ichucruz – 2016, en una longitud de 48+200 km de canal y 19 sectores de riego.
- Elaborar un plan de operación y mantenimiento del canal principal Cachi tramo Cuchoquesera – Ichucruz – 2016.

## I REVISIÓN DE LITERATURA

### 1.1 Antecedentes

Existen antecedentes de trabajos similares de determinación la eficiencia de conducción y distribución en canales de riego, así tenemos experiencias en:

Palacios et al., (2004) manifiesta que el uso del agua en el riego depende de la eficiencia de almacenamiento conducción y distribución en las parcelas de riego.

Ministerio de Agricultura (2004) manifiesta que la eficiencia de riego en el Perú, no está definida, en muchos casos se menciona que la eficiencia es del 30%, no se tiene claro por los profesionales la definición de la eficiencia de riego ya que ella se confunde con la eficiencia de aplicación, en la mayoría de los casos.

García et al., (2009) reporta un estudio grandes pérdidas de agua en conducción y distribución en la localidad de Comarca, también menciona que la eficiencia de conducción en canales no revestidos son relativamente bajos; se encontraron eficiencias de conducción en canales revestidos una eficiencia de 83.87% con pérdidas de 0.12 m<sup>3</sup>/seg/km, también se reportaron pérdidas de en las distribución de 79.44% de eficiencia con 0.20 l/seg/Km.

Mejía et al., (2002) analizó en México, que los recursos hidráulicos, además de ser escasos, se encuentran mal distribuidos, manifiesta que en los

canales no revestidos existen grandes pérdidas por filtraciones y falta de organización de los usuarios.

Programa Sub-sectorial de Irrigación (PSI) con el Programa de Entrenamiento en Servicio (PES), desde el año 2000 está trabajando en el fortalecimiento de las organizaciones de usuarios, capacitando y entrenando para que se haga un mejor uso y manejo del agua de riego. Tarea ya está encaminada y se necesita disponer de todos los elementos que ayuden a elevar cuanto antes la eficiencia de riego. Para esto, primero es necesario conocer cómo determinar la eficiencia y luego emprender el reto de elevar los niveles o porcentajes de eficiencia de riego.

## **1.2 Fundamento teórico**

### **1.2.1. Eficiencia de riego**

Olarte (1987) dice que se denomina eficiencia de riego todo el análisis del movimiento del agua desde la captación (bocatoma, presa, etc.) hasta que esta haya sido transpirada por las plantas, el resultado que durante este recorrido experimenta una serie de reducciones del volumen inicial derivado.

Cornejo (1964) menciona que los recursos de agua de la Costa no se aprovechan eficientemente y es posible hacer un mejor uso de ellos, e incrementarlos a costos razonables. El problema el agua en la costa Peruana es principalmente de oportunidad y distribución regulada en el transcurso del año.

Un buen manejo del agua de riego debe comprender las prácticas necesarias para que los cultivos dispongan siempre de la humedad aprovechable en el suelo, con una alta eficiencia en la conducción y aplicación del agua.

Israelsen (1963) manifiesta que ninguno tiene derecho a desperdiciar el agua que otro de sus semejantes pueda necesitar, teniendo presente que constituye una obligación para el regante si bien el concepto de rendimiento

varía con los distintos lugares de aplicación. Así en las zonas donde el agua es escasa, tiene precios altos y volumen disponible se aprovecha hasta el máximo, mientras, que en aquellas otras zonas en la que existen en abundancia, su valor es inferior y se tiende a desperdiciarla. El control y la gestión adecuada del riego reclaman métodos que permiten valorar prácticas de riego desde que el agua sale del repartidor hasta que es utilizada por las plantas.

### **1.2.2 Eficiencia conducción y distribución**

Palacios et al., (1989) mencionan la eficiencia que en el uso del agua en el riego se integra por varios componentes, considerando las pérdidas de éste recurso desde su almacenamiento, conducción y aplicación a las parcelas de los Regantes. Es importante conocer cómo se definen estos componentes, así como la forma en que pueden mejorarse para lograr la optimización de este importante y escaso recurso, en la mayoría de las zonas agrícolas de México.

También deben aclararse algunos enfoques erróneos al estimar estas eficiencias, ya que no siempre el agua que aparentemente se pierde es desperdiciada. Además, en el trabajo se muestra como a veces un pretendido mejoramiento de la eficiencia puede tener efectos negativos en el sistema o subsistemas hidrológicos considerados El volumen del agua captada en la bocatoma, al que le llamaremos ( $A_o$ ), este volumen para llegar a la finca recorrerá todo el canal de derivación ya sea el canal principal y de distribuciones, el volumen medido en la cabecera de dicha finca llamaremos ( $A_f$ ).

Durante ese recorrido, en términos generales, se pierde un porcentaje del volumen inicialmente medido por lo que el resultado final será lo siguiente:

$$A_o > A_f$$

Le porcentaje eficiencia de conducción o distribución (Ec) se puede obtener de la siguiente manera:

$$Ec = \frac{QS}{QE} \times 100 \dots\dots\dots .01$$

Donde:

Ec = Eficiencia de conducción o distribución.

QE = Caudal medido en la bocatoma o inicio del canal.

QS = Caudal medido en la cabecera de finca o al final del canal.

### 1.2.3 Eficiencias de conducción (Ec)

Palacios et al., (1989) estiman que en promedio en los Distritos de Riego del país se pierde un 40% del agua en la conducción; es decir la eficiencia media de conducción es del orden del 60%. No obstante, debe recordarse que no toda el agua se desperdicia, ya que parte va a los acuíferos y posteriormente puede ser nuevamente aprovechada; sin embargo, en los Distritos costeros, la mayor parte del agua perdida se va hasta el mar, sin que sea posible su utilización.

Ministerio de Agricultura (2004) define que la eficiencia de conducción permite evaluar el estado de operación y mantenimiento del canal principal o de derivación en el tramo desde la fuente de abastecimiento hasta que se empieza a distribuir el agua en los canales laterales L1, L2, L3, ..., Ln (Figura 1.1). Es mayor cuanto mejor sea el estado del canal o cauce que conduce el agua.

Esto quiere decir lo siguiente:

- a) Que, de preferencia sea revestido, para evitar que haya pérdidas de infiltración.
- b) Que no tenga roturas, ni en la base, ni en los taludes ni en los bordos.
- c) Que no tenga mucho espejo de agua expuesto a la evaporación.

d) 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.

e) 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 ( $V_e$ ) y la cantidad de agua que sale del canal o tramo del canal ( $V_s$ ) mediante la siguiente expresión:

$$E_c = \frac{V_n}{V_e} \quad \text{ó} \quad E_c(\%) = \frac{V_s}{V_e} * 100 \dots \dots \dots (2)$$

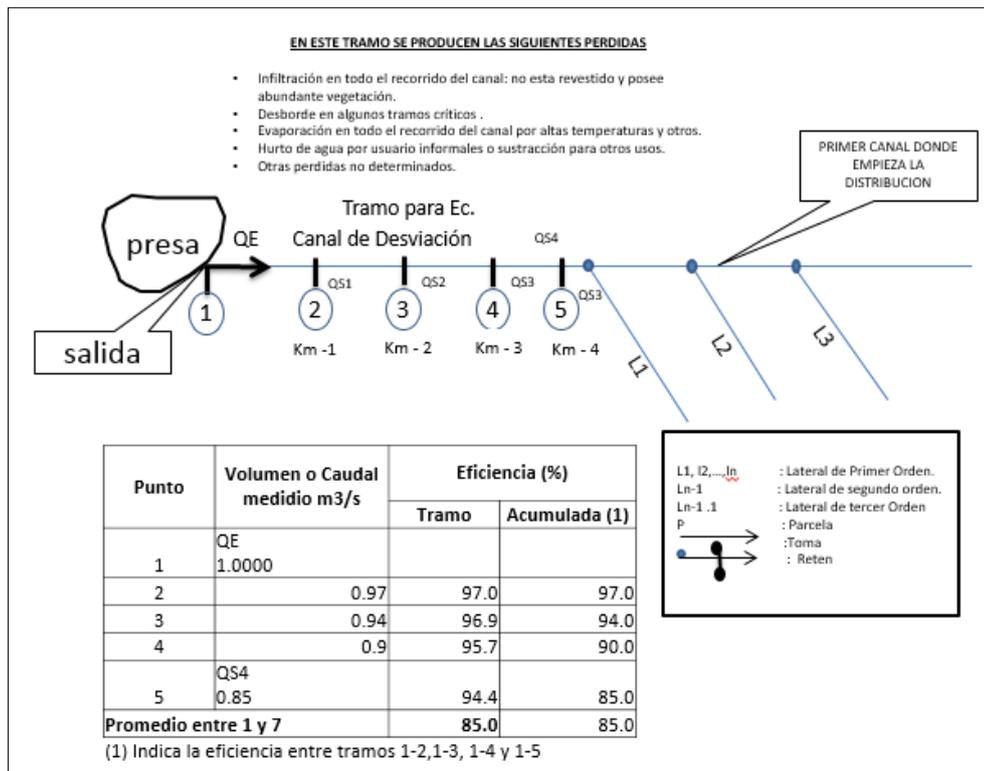


Figura 1. 1 Esquema hidráulico canal principal y distribución.

Fuentes: Ministerio de Agricultura (2004)

Tambien, cuando se utiliza caudales:

$$Ec = \frac{QS}{QE} \quad \text{ó} \quad Ec(\%) = \frac{QS}{QE} \times 100 \dots \dots \dots (3)$$

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

$$Vp = \frac{VE-VS}{VE} \quad \text{ó} \quad Vp(\%) = \frac{VE-VS}{VE} \times 100 \dots \dots \dots (4)$$

$$Qp = \frac{QE-QS}{QE} \quad \text{ó} \quad Qp(\%) = \frac{QE-QS}{QE} \times 100 \dots \dots \dots (5)$$

$$Ec = 100 - Vp (\%), \quad \text{ó} \quad Ec = 100 - QP(\%) \dots \dots \dots (6)$$

Donde:

Ec = Eficiencia de conducción.

Vp = Pérdidas de agua en el canal, expresadas en volumen.

Qp = 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.

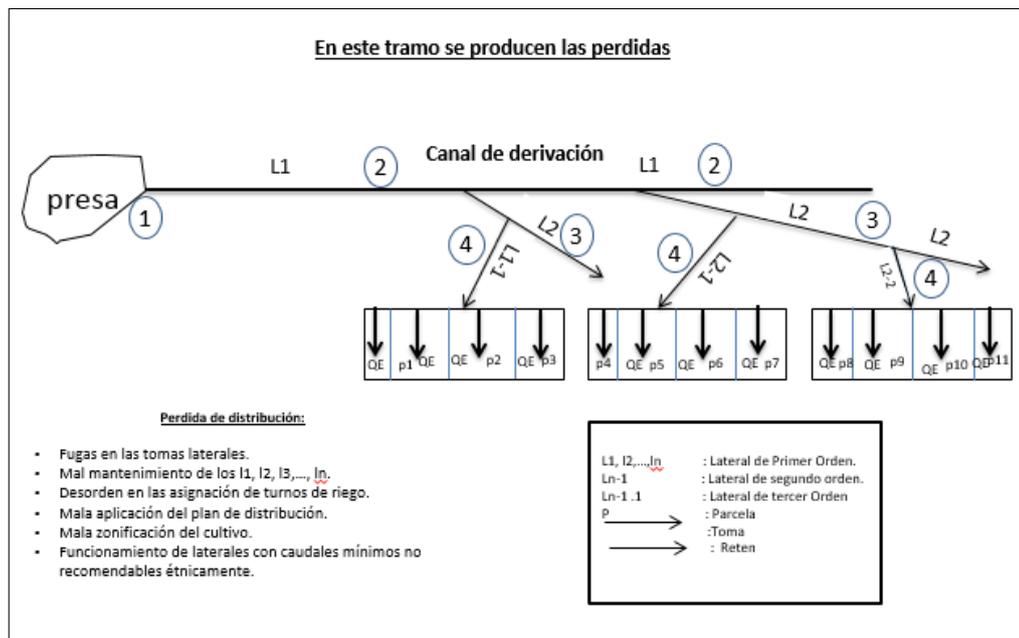


Figura 1. 2 Representación de las pérdidas de conducción.

Fuente: Ministerio de Agricultura (2004)

### 1.2.4 Eficiencias de distribución (Ed)

Palacios et al., (1989) mencionan que en los distintos sistemas de riego los administradores deben planear con anticipación cómo se utilizará el agua disponible, dada cierta demanda de éste recurso por parte de los volúmenes necesarios para satisfacer las demandas de los usuarios del distrito.

Doorembos et al., (1977) manifiesta que los principales factores que deciden la eficiencia de distribución son: el método de suministro de agua (continuo, con relación a la demanda), la superficie del proyecto y la eficiencia de la organización y la gestión.

Roda (2013) concluye que todo Sistema destinada a la distribución de agua debe contar con la adecuada infraestructura para su medición y control más eficiente a fin de economizar el recurso y evaluar en forma justa el cobro de agua.

Ministerio de Agricultura (2004) describe que en toda la red de canales, acequias, regadoras o cauces que sirven para distribuir el agua hacia las parcelas, fincas, predios o chacras de los usuarios (Figura 3). Es mayor cuanto mejor sea el estado de los canales y estructuras de distribución. Esto quiere decir:

- a) Que no haya fugas en la toma y estructuras de retención, partidores y otros debido a deterioros o daños causados a veces por los mismos usuarios.
- b) Que se programen uno, dos o tres canales para turno de riego con un caudal suficiente y no todos los canales al mismo tiempo, con caudales muy bajos que originan velocidades muy bajas.

La eficiencia de distribución ( $E_d$ ) está definida por la relación entre el caudal del agua entregada en la cabecera de un canal lateral ( $V_e$ ) y la sumatoria de los caudales o volúmenes distribuidos en las parcelas, predios o usuarios ( $V_n$ ), que tiene la siguiente expresión:

$$E_d = \frac{V_s}{V_e} \text{ ó } E_d(\%) = \frac{V_n}{V_e} \times 100 \dots \dots \dots (7)$$

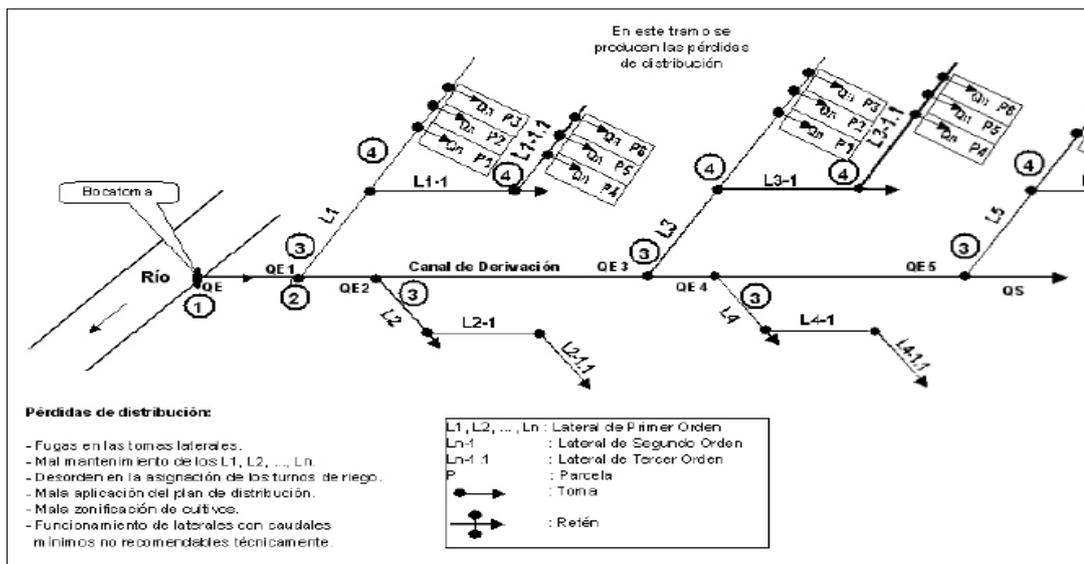


Figura 1. 3 Representación de las pérdidas de distribución.

Fuente: Ministerio de Agricultura (2004)

$$Ed = \frac{Qn}{Qe} \quad \text{ó} \quad Ed (\%) = \frac{Qn}{Qe} \times 100 \dots\dots\dots (8)$$

Existen otras formas de calcular la eficiencia de distribución, una de ellas es utilizando el concepto de pérdidas Vp o Qp, sea que se utilice datos de volúmenes o caudales; dichas relaciones tienen las formas siguientes:

$$Vp = \frac{Ve-Vn}{Ve} \quad \text{ó} \quad Vp(\%) = \frac{Ve-Vn}{Ve} \times 100 \dots\dots\dots (9)$$

$$Qp = \frac{Qe-Qn}{Qe} \quad \text{ó} \quad Qp(\%) = \frac{Qe-Qn}{Qe} \times 100 \dots\dots\dots (10)$$

$$Ed = 100 - VP (\%), \quad \text{ó} \quad Ed = 100 - Qp(\%) \dots\dots\dots (11)$$

Otra forma de cálculo es empleando caudales o volúmenes discriminados según el números de parcelas o usuarios.

$$Ed = \frac{Qs}{Qe-(Q1+Q2+\dots+Qn)} \times 100 \dots\dots\dots (12)$$

Donde:

Ed = Eficiencia de distribución en %.

Qe = Caudal o volúmenes que entra en el canal lateral.

Qn = Suma de los caudales o volúmenes que entran a las parcelas o predios.

Qs = Caudal o volumen que sale del canal lateral.

Determinación de eficiencia a partir de la eficiencia total del sistema y la eficiencia de Conducción (Ec)

$$Ed = 100 (Ec - Ets), Ets = \frac{Vd}{Ve} \quad \text{ó} \quad Ets(\%) = \frac{Vd}{Ve} \times 100 \dots\dots\dots (13)$$

$$Vp = Ve - Vd \quad \text{ó} \quad Vp(\%) = \frac{Ve-Vd}{Ve} \times 100 \dots\dots\dots (14)$$

$$Vp = Ve - Vd \quad \text{ó} \quad Vp(\%) = 100 - Ets(\%) \dots\dots\dots (15)$$

Donde:

Ed = Eficiencia de distribución del sistema.

$E_c$  = Eficiencia de conducción.

$E_{ts}$  = Eficiencia total del sistema.

$V_e$  = Volúmenes entregados en cabecera de canal lateral.

$V_d$  = Volúmenes distribuidos a los predios o parcelas.

$V_p$  = Volúmenes de pérdidas de agua.

### **1.2.5 Eficiencia de aplicación**

Cisneros (2003) menciona que la 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.

Se debe regar en forma eficiente los diferentes terrenos o cultivos que tiene el agricultor, aprovechando la mayor cantidad de agua posible. Por ejemplo,

Al regar con riego superficial generalmente se usa mucha agua, que es difícil controlar y gran parte va a caer a los desagües, comparado con el riego por aspersión, donde normalmente toda el agua que se aplica la absorbe el suelo, lográndose una gran eficiencia.

- El agua que se aplica al suelo, puede seguir los siguientes caminos:
- Infiltrarse en el suelo, mojando hasta la zona de las raíces del cultivo; ésta es el agua útil para las plantas y se debe tratar que la mayor parte del agua llegue hasta esta zona.
- Infiltrarse en el suelo penetrando a mayor profundidad que las raíces, esta agua no la aprovechan las plantas. A este tipo de pérdidas se le llama percolación profunda.
- Escurrir por la superficie más allá del sector a regar, esta agua generalmente cae en los desagües o inunda caminos, es una pérdida que se llama escurrimiento superficial.

- La eficiencia la determina en gran medida el método de riego utilizado cuyos valores se presentan en el Cuadro siguiente:

Tabla 1. 1 Cantidad de agua útil para las plantas.

Método de riego	Agua útil para el cultivo Litros por cada 100 litros aplicados
Riego tendido	20 a 30
Riego por surco	40 a 70
Riego por melgas	50 a 60
Riego por aspersión	65 a 80
Riego por goteo	90 a 95

Fuente: Cisneros (2003)

Mejorar la eficiencia de riego es regar mejor y significa:

Mantener la zona de raíces de los cultivos sin excesos ni falta de agua.

Evitar inundaciones en los sectores más bajos del terreno, con lo que se evitan las enfermedades del cuello de las plantas.

Disminuir los problemas de drenaje.

Aumentar los rendimientos de los cultivos.

Regar más superficie con la misma agua que llega al predio.

Para lograr una buena eficiencia con cualquier método de riego se deben conocer algunos problemas generales que se presentan al regar y sus posibles soluciones.

Ministerio de Agricultura (2004) describe que el instructivo tiene por finalidad sólo determinar la eficiencia de conducción y distribución, en este

capítulo solo se hace referencia a la eficiencia de aplicación para poder entender el concepto global de la eficiencia de riego, siendo necesario en este caso disponer de información más compleja de datos climáticos, para utilizar fórmulas y programas especiales, o realizar mediciones de campo también complejas.

La eficiencia de aplicación se obtiene dentro de la parcela o chacra del usuario

Es mayor, cuanto mejor sea usada el agua en la parcela. Esto quiere decir:

- a. Tener terrenos bien nivelados
- b. Utilizar métodos de riego adecuados, de acuerdo a las características físicas del suelo y el tipo de cultivo.
- c. No tener los desagües o botaderos abiertos durante el riego.
- d. Utilizar todas las 24 horas para regar y no solo las horas del día, desperdiciando los caudales de la noche.
- e. Estandarizar caudales en la toma parcelaria y tiempos de riego para áreas conocidas de cada usuario.

Para el cálculo de  $E_a$ , se aplica la siguiente relación

$$E_a = \frac{Q_{ue}}{Q_d} \times 100 \dots \dots \dots (16)$$

Esto si se aplica a una parcela en particular; para un sector viene a ser el promedio ponderado de las  $E_a$  de las parcelas de cada lateral del que está conformado. También se expresa como la relación entre la suma del caudal o volumen utilizado por los cultivos en las parcelas (uso consuntivo) de todos los laterales o sub-laterales del sector, entre la suma de volúmenes o caudales distribuidos a las parcelas correspondientes; o sea:

$$E_a = \frac{\sum(Q_{ue})}{\sum(Q_d)} \times 100 \dots \dots \dots (17)$$

Donde:

$\Sigma (Quc)$  = Sumatoria de los volúmenes o caudales utilizados por las plantas (uso consuntivo).

$\Sigma (Qd)$  = Sumatoria de los volúmenes o caudales distribuidos a las parcelas.

### **1.2.6 Demanda de agua**

Vásquez et al., (1988) define que la cantidad de agua que necesita la planta en un determinado tiempo, desde que se siembra hasta que se cosecha. Se determina como la cantidad de agua que necesita la planta para su desarrollo completo. Es otro modo de definir la necesidad de agua que requiere un cultivo a lo largo de su desarrollo.

Cuando se habla de dosis no se tiene en cuenta al tiempo (m<sup>3</sup>, mm/ha, mm). Refleja la cantidad de agua que puede almacenar el suelo en base a las características físicas del mismo y la profundidad radicular del cultivo en análisis. La dotación en cambio incluye al tiempo requiriendo tantos mm, m<sup>3</sup>/ha, m<sup>3</sup>; durante el período vegetativo o un mes o un día o un año.

### **1.2.7 Mediciones de caudal de agua**

Ochoa (1992) describe que 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.

Los métodos más conocidos de aforos de agua son los siguientes:

- a. Método del correntómetro.
- b. Método del Flotador.
- c. Método volumétrico
- d. Método usando dispositivos especiales tales como: vertederos y canaletas (Parshall, trapezoidal, etc.).

Para la medición del agua existen varios métodos, siendo los más utilizados el método del flotador; y el método del correntómetro.

#### **a. Método del flotador**

Ochoa (1992) menciona que 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 peligra la vida del que efectúa el aforo.
- Cuando peligra la integridad del correntómetro.

El cálculo consiste en

$$Q = A \times v \dots\dots\dots (18)$$

$$v = e / t \dots\dots\dots (19)$$

V: es la velocidad en m / s

e: espacio recorrido en m del flotador

t: tiempo en segundos del recorrido e por el flotador

A: Área de la sección transversal

Q: Caudal

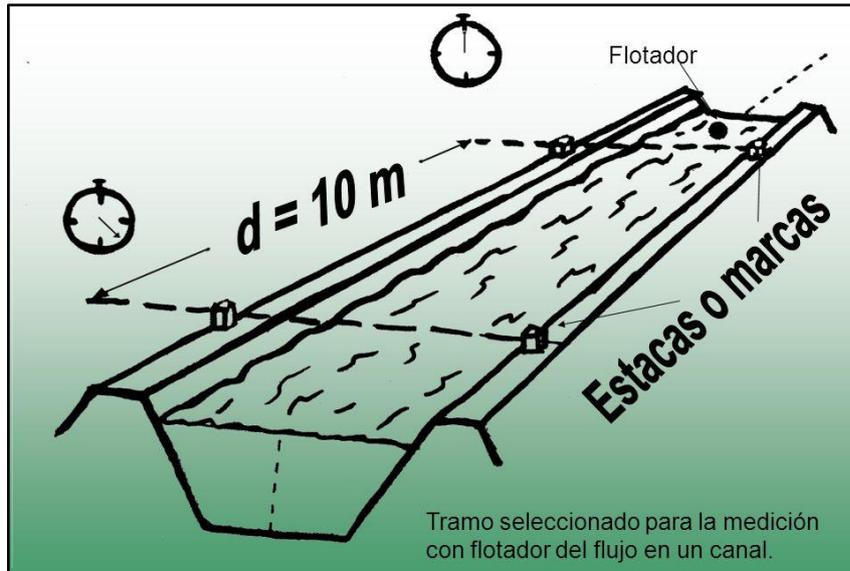


Figura 1. 4 Método flotador.

Fuente: Ochoa (1992)

#### b) Método del correntómetro

Ochoa (1992) menciona que 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.

Cada correntómetro debe tener un certificado de calibración en el que figura la fórmula para calcular la velocidad sabiendo él 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

$$V = AN+B.....(20)$$

Donde:

V: es la velocidad del agua, en m / s

N: es él 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.

Tabla 1. 2 Profundidades para medir caudal con correntómetro.

Tirante de agua(d)	Profundidad de lectura del correntómetro(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

Fuente: Ochoa (1992)

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

Donde:

$$Q = v \times A \dots\dots\dots (22)$$

V = velocidad determinada con el correntómetro

A = Área de la sección transversal

Procedimiento:

1. Buscar un sitio adecuado, de preferencia un tramo recto con sección uniforme
2. La sección se divide en varios tramos dependiendo de la anchura del canal
3. En cada tramo hallar el área parcial, la cual se obtiene al multiplicar la profundidad media (se calcula midiendo la profundidad del agua en el extremo de cada tramo) por su anchura.

4. La velocidad media se mide en el centro de cada área parcial a una distancia 40% de abajo hacia arriba cuando la profundidad es menor de 0.60 m .Si es mayor, se hacen mediciones a 20 % y 80% de la profundidad.
5. Se multiplica el área del tramo correspondiente por la velocidad media y se obtiene el caudal parcial. La suma de todos los caudales parciales proporciona el caudal total.

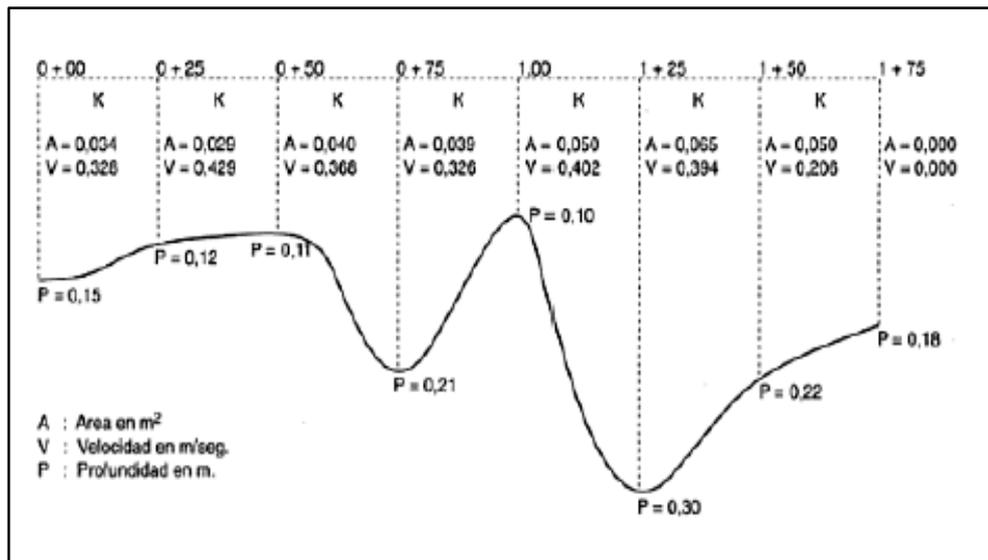


Figura 1. 5 Sección de un río.

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego (2004)

### c) Método volumétrico.

Ochoa (1992) menciona que el 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.

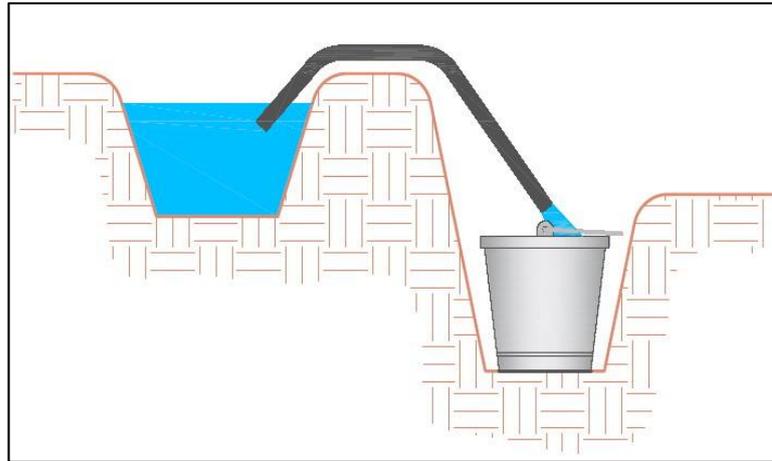


Figura 1. 6 Aforo método flotador.

Fuente: Ochoa (1992)

$$Q = V / T \dots\dots\dots(23)$$

Q = Caudal m<sup>3</sup> /s

V = Volumen en m<sup>3</sup>

T = Tiempo en segundos

### 1.2.8 Pérdida de agua en el riego

Ugarte (2004) comenta que el agua suministrada en los cultivos de riego, enfrentan muchos tipos de pérdidas potenciales y una de ellas es la pérdida por. Conducción del agua a las áreas de riego Son variables. Las pérdidas son mayores en:

- Suelos con textura gruesa.
- Canales con una elevación relativamente
- Mayor que la tierra circundante.
- Canales que son relativamente largos.
- Canales con un mantenimiento deficiente.

En general, no puede especificarse la magnitud de las pérdidas por conducción, pero en los trópicos húmedos fluctúa entre 15 y 40% del flujo desviado. Con un manejo cuidadoso, las pérdidas pueden disminuir del 5 al 10%.

Lam (1977) dice que el agua que se pierde en los canales es debido a los siguientes factores:

Calidad y tipo de suelo que constituye el cauce del canal.

Edad del canal y velocidad del agua.

Relación entre el agua libre del canal y el nivel freático.

Caudal de operación del canal.

Vegetación, animales.

Ugarte (2004) explican que para mejorar la eficiencia de distribución del agua de riego, los sectoristas de cada canal deben ser capacitados constantemente en cuanto al manejo y distribución del recurso, al que se refiere y a la vez es necesario que los comités de canal funcionen eficientemente.

### **1.2.9 Evaporación**

El concepto de evaporación es el resultado del proceso físico, por el cual el agua cambia de estado líquido a gaseoso, retornando, directamente, a la atmósfera en forma de vapor. También el agua en estado sólido (nieve, hielo) puede pasar directamente a vapor. Este fenómeno se conoce como sublimación.

La evaporación es un cambio de estado, y precisa una fuente de energía que proporcione a las moléculas de agua, la suficiente para efectuarlo. Esta energía procede de la radiación solar, tanto de forma directa como indirecta.

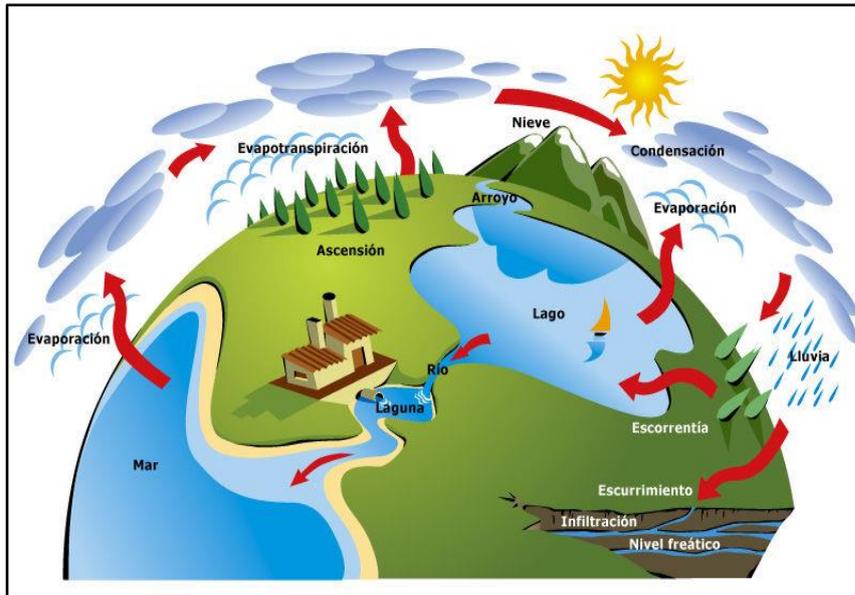


Figura 1. 7 En la figura se aprecia el ciclo hidrológico.

Fuente. Ugarte (2004)

#### - **Tanque evaporímetro clase A**

Es un depósito circular que contiene agua y está expuesto al ambiente, de donde se obtiene lecturas de evaporación, ( $E_v$ ), con el propósito de simular la evapotranspiración de referencia ( $E_{to}$ ) y estimar la evapotranspiración de un cultivo determinado ( $E_{tc}$ ).

La evapotranspiración involucra dos procesos; la evaporación de la humedad superficial del suelo y, la transpiración relacionada al agua que la planta extrae de la zona humedad del suelo y lo expone a la atmósfera.

El método del tanque evaporímetro ha sido utilizado extensivamente en áreas de riego, cuando no se tiene suficiente información climática. Debe utilizarse sólo cuando esté calibrado apropiadamente.

El tanque evaporímetro más conocido es el de clase "A", este tanque es circular, tiene un diámetro de 120.7 cm, una profundidad de 25 cm y el nivel del agua se mantiene 5 a 7.5 cm debajo del borde. El tanque está construido de hierro galvanizado de 0.8 mm de espesor y está montado 15 cm arriba de la superficie del suelo sobre una tarima o plataforma de madera. Los cultivos que se encuentran alrededor del tanque evaporímetro no deben ser más altos de 1 m.

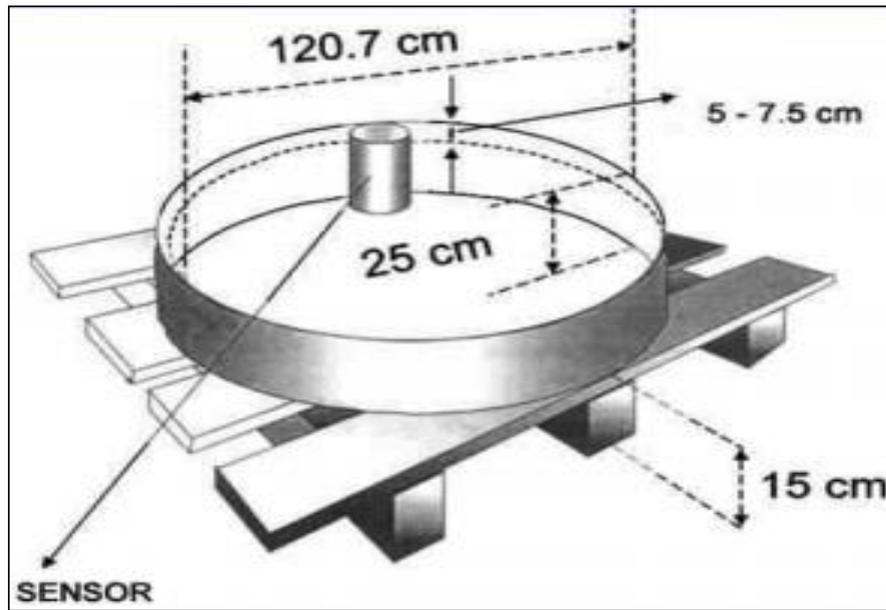


Figura 1. 8 Características del tanque clase A:

Fuente: FAO Riego y drenaje (2006)

### 1.2.10 Pérdidas por filtración

Villón (2007) manifiesta que los canales que sirven para el transporte de agua desde el punto de captación hasta el punto de entrega para su uso (generación de energía eléctrica, riego, uso poblacional, etc).

Generalmente los canales que sirven a las plantas hidroeléctricas son revestidos, en cambio por razones de costo en los que se refiere a la inversión inicial, en la mayoría de los casos, los canales con fines de irrigación se dejan sin revestir.

De los materiales que se usa como lecho del canal ninguno de ellos es 100% impermeable, pero cuando los canales no se revisten, las perdidas por infiltración se hacen muy considerable.

El cálculo de las perdidas por infiltración en un canal, resulta de gran importancia para la evaluación económica de los canales que se van a ejecutar o de los que ya se encuentran ejecutados, el cálculo se efectúa con base a un examen de las propiedades hidráulicas del suelo donde intervienen mucha variable.

Las pérdidas por infiltración en los canales, reducen la eficiencia del sistema, ya que representa pérdidas de agua valiosa para los cultivos, además las pérdidas elevan el nivel freático, lo que causa efectos perjudiciales a las plantas, y aguda a la salinización del suelo y se convierte en foco de enfermedades.

### **Factores que influyen en las pérdidas**

Dentro de los factores que afectan a la pérdida por infiltración, se tiene:

- **Permeabilidad del lecho del canal**, la percolación depende de la permeabilidad del suelo y son tanto mayores cuando más poroso y grueso es el suelo.
- **Edad del canal**, la pérdida de agua en los canales es generalmente máxima inmediatamente después de construido, y después disminuye gradualmente con el tiempo a medida que el fondo y los lados son cubiertos por el fango, las partículas de limo y arcilla llevadas por el agua son atraídas por las corrientes de percolación y se incrustan en los poros obstruyéndolos.
- **Caudal**, las pérdidas son proporcionalmente menores en los canales de grandes que en los pequeños,
- **Longitud de canal**, las pérdidas son directamente proporcionales a la longitud del canal de conducción.

### **Perdía en canales revestidos**

Villón (2007) manifiesta que el revestimiento de un canal no elimina completamente las pérdidas por infiltración, pues siempre hay fugas a través de grietas que se producen o del mismo hormigón, pero las reduce considerablemente.

También Villón manifiesta que para el cálculo de las pérdidas por infiltración en un canal revestido se usar la fórmula de Moritz.

$$q = 0.0375 * C * A^{0.5} \dots\dots\dots(25)$$

Donde:

$Q$  = Perdidas, en (m<sup>3</sup>/s-km) de canal.

$c$  = Coeficiente de perdida, depende del tipo de material del canal (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/día)

$A = Q/v$  = área mojado en (m<sup>2</sup>)

Tabla 1. 3 Tipo de materia para canales.

TIPO DE MATERIAL	$c$
Revestimiento de concreto (e =3" = 7.6 cm)	0.003
Suelo arcilloso	0.08 - 0.30
Suelo Arenoso	0.30 - 0.45
Suelo arenoso sucio	0.45 - 0.55
Grava con arena	0.55 - 0.75

Fuente: Villón (2007)

### 1.2.11 Canales

Villón (2007) describe que canales son el principal medio físico para la conducción de las aguas desde su fuente de origen hacia las áreas de riego. En algunas zonas, por razones climáticas, topográficas, de accesibilidad, o de costos de mantenimiento entre otras, se usan otros medios como las tuberías o túneles, etc. Sin embargo, por razones económicas, en prácticamente la totalidad de los proyectos el canal está siempre presente, ya sea en la conducción o en la distribución de las aguas. El buen diseño de un canal es, por lo tanto, muy importante para ahorrar costos de construcción, operación, mantenimiento y de pérdidas de agua. Este diseño queda condicionado por variados factores, pero muy especialmente por las características de permeabilidad de los terrenos que el canal recorre. Desde este punto de vista, se distinguen dos grandes grupos de canales, los revestidos y los que no requieren revestimiento.

### 1.2.12 Definición de canales

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. Villón (2007).

Los canales pueden ser naturales (ríos o arroyos) artificiales (construcción por el hombre). Dentro de estos últimos. Pueden incluirse aquellos conductos cerrados que trabajan parcialmente llenos (alcantarillas, tuberías) Villón (2007).

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. (Figura 1.9). Rodríguez (2008)

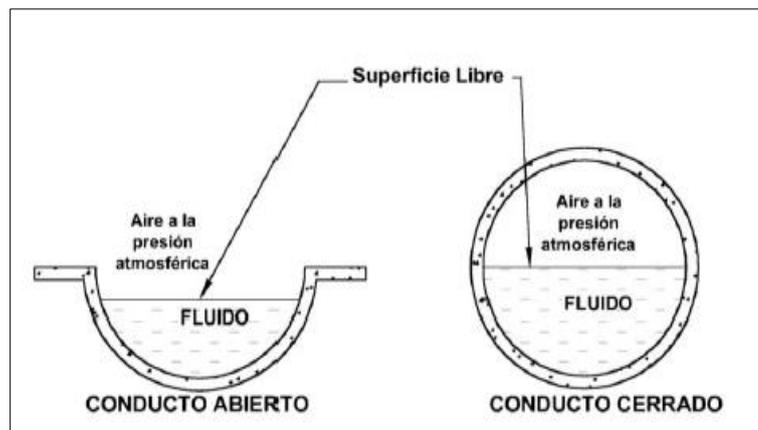


Figura 1. 9 Flujo en conducto.

Fuente: Rodríguez (2008)

### 1.2.13 Clasificaciones de los canales

Rodríguez (2008) describe que de acuerdo con su origen los canales se clasifican en:

- **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. La sección transversal de un canal natural generalmente de forma muy irregular y variable durante su recorrido (Figura 7), lo mismo que su alineación y las características y aspereza de los lechos.

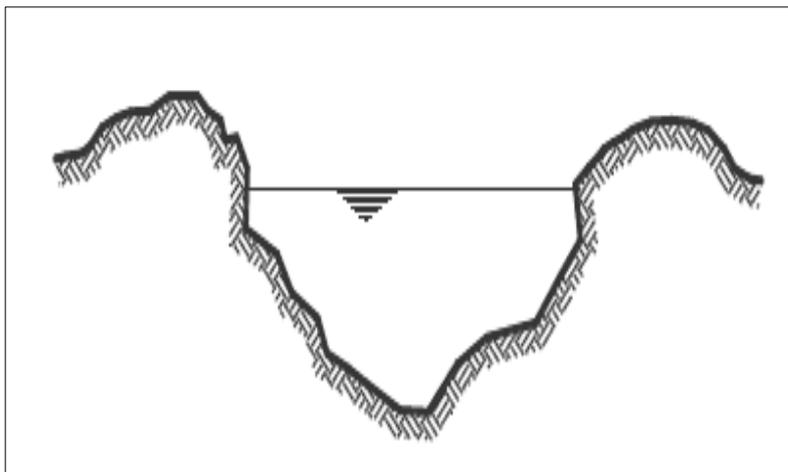


Figura 1. 10 Sección transversal irregular

Fuente: Rodríguez (2008)

- **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 construidos en el laboratorio. Los canales artificiales usualmente se diseñan con forma geométricas regulares (prismáticos), un canal construido con una sección transversal invariable y una pendiente de fondo constante se conoce como canal prismático. El término sección de canal se refiere a la sección transversal tomado en forma perpendicular a la dirección del flujo. (Fig. 6). Las secciones transversales más comunes son las siguientes:

- **Sección trapezoidal:** Se usa en canales de tierra debido a que proveen las pendientes necesarias para estabilidad, y en canales revestidos.
- **Sección rectangular:** Debido a que el rectángulo tiene lados verticales, por lo general se utiliza para canales construidos con materiales estables, acueductos de madera, para canales excavados en roca y para canales revestidos.
- **Sección triangular:** Se usa para cunetas revestidas en las carreteras, también en canales de tierra pequeños, fundamentalmente por facilidad de trazo. También se emplean revestidas, como alcantarillas de las carreteras.
- **Sección parabólica:** Se emplea en algunas ocasiones para canales revestidos y es la forma que toman aproximadamente muchos canales naturales y canales viejos de tierra.
- **Secciones cerradas:** Sección circular: El círculo es la sección más común para alcantarillados y alcantarillas de tamaños pequeño y mediano.
- **Sección parabólica:** Se usan comúnmente para alcantarillas y estructuras hidráulicas importantes.

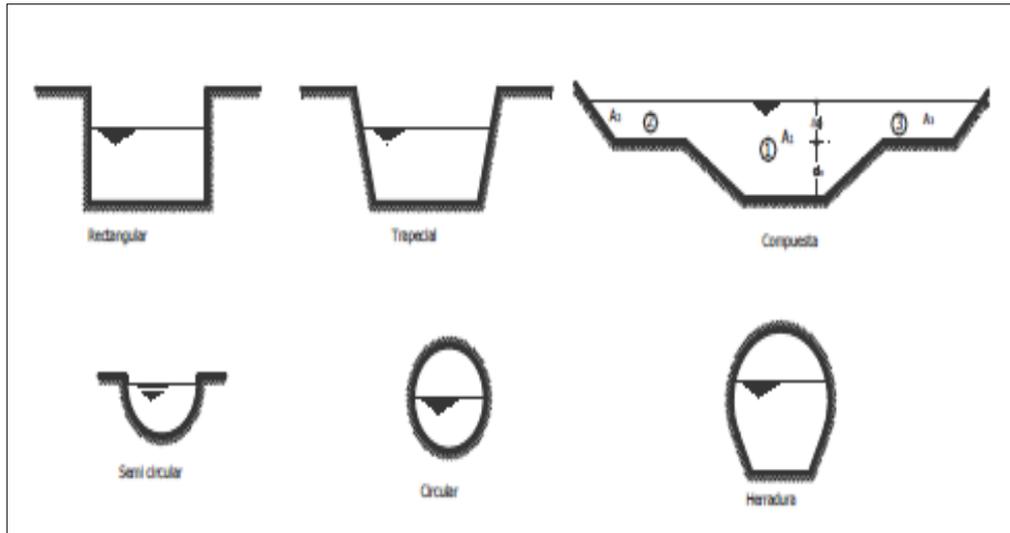


Figura 1. 11 Secciones artificiales de un canal artificial.

Fuente: Rodríguez (2008)

#### 1.2.14 Canales de riego por su función

Rodríguez (2008) manifiesta que los canales de riego por sus funciones adoptan las siguientes denominaciones:

- Canal de primer orden.- Llamado también canal principal 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 (cerros).
- Canal de segundo orden.- Llamados también laterales, son aquellos que salen del canal principal y el gasto 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 gasto que ingresa a ellos es repartido hacia las parcelas individuales a través de las tomas granjas.

### 1.2.15 Elementos geométricos de un canal

Rodríguez (2008) menciona que los elementos geométricos son propiedades de una sección de canal que pueden ser definidos por completo por la geometría de la sección y la profundidad del flujo. Estos elementos son muy importantes y se utilizan con amplitud en el cálculo de flujo. Para secciones de canal regulares y simples, los elementos geométricos pueden expresarse matemáticamente en términos de la profundidad de flujo y de otras dimensiones de la sección. La forma más conocida de la sección transversal de un canal es, como se muestra en la (figura 1.12).

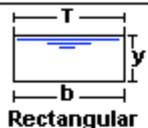
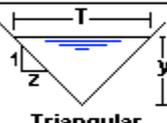
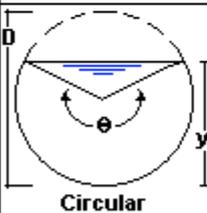
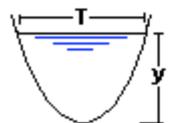
Tipo de sección	Área A (m <sup>2</sup> )	Perímetro mojado P (m)	Radio hidráulico Rh (m)	Espejo de agua T (m)
 Rectangular	$by$	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	$b$
 Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b+2zy$
 Triangular	$zy^2$	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$
 Circular	$\frac{(\theta - \text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta})\frac{D}{4}$	$(\text{sen}\frac{\theta}{2})D$ ó $2\sqrt{y(D-y)}$
 Parabólica	$\frac{2}{3}Ty$	$T + \frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T^2y}{3T+8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$

Figura 1. 12 Elementos geométricos más importantes de un canal.

Fuente: Rodríguez (2008)

- **Tirante de agua o profundidad de flujo (d):** Es la distancia vertical desde el punto más bajo de una sección del canal hasta la superficie libre, es decir la profundidad máxima del agua en el canal.

- **Ancho superficial o espejo de agua (T):** Es el ancho de la superficie libre del agua, en m.

- **Talud (m):** Es la relación de la proyección horizontal a la vertical de la pared lateral (se llama también talud de las paredes laterales del canal). Es decir "m" es el valor de la proyección horizontal cuando la vertical es 1, aplicando relaciones trigonométricas. Es la cotangente del ángulo de reposo del material ( $\theta$ ), es decir  $m = x/d$  y depende del tipo de material en que se construya el canal, a fin de evitar derrumbes. Por ejemplo, cuando se dice que un canal tiene talud 1.5:1, quiere decir que la proyección horizontal de la pared lateral es 1.5 veces mayor que la proyección vertical que es 1, por lo tanto el talud  $m = 1.5$ , esto resulta de dividir la proyección horizontal que vale 1.5 entre la vertical que vale 1.

- **Coefficiente de rugosidad (n):** depende del tipo de material en que se aloje el canal.

- **Pendiente(S):** es la pendiente longitudinal de la rasante del canal.

- **Área hidráulica(A):** es la superficie ocupada por el agua en una sección transversal normal cualquiera se expresada en  $m^2$ .

- **Perímetro mojado (P):** es la longitud de la línea de contorno del área mojada entre el agua y las paredes del canal, expresado en m.

- **Radio hidráulico (R):** es el cociente del área hidráulica y el perímetro mojado.  $R=A/P$ , en m.

- **Ancho de la superficial o espejo del agua (T):** es el ancho de la superficie libre del agua, expresado en m.

- **Tirante medio (dm):** es el área hidráulica dividida por el ancho de la superficie libre del agua. (T).  $dm = A/T$ , se expresa m, se expresa m.

- **Libre bordo ( $L_b$ ):** es la distancia que hay desde la superficie libre del agua hasta la corona del bordo, se expresa en m.

- **Gasto ( $Q$ ):** es el volumen de agua que pasa en la sección transversal del canal en la unidad de tiempo, y se expresa en  $m^3/s$ .

- **Velocidad media ( $V$ ):** es con la que el agua fluye en el canal, expresado en  $m/s$ .

#### **1.2.16 Tomas laterales**

Estas estructuras hidráulicas son muy frecuentes en los distritos de riego. Se proyectan por lo general para derivar agua de canales principales. La línea de derivación puede hacerse con tubería que atraviese el fondo de la berma del canal. Cuando así ocurre se diseña como un conducto a presión en donde se presentan pérdidas locales y pérdidas por fricción.

#### **1.2.17 Organización de los comités de riego**

Ley No.29338 Ley de Recursos Hídricos y su reglamento aprobado por D.S. No. 001-2010-AG. En su artículo 210 precisa sobre Infraestructura Hidráulica al conjunto de obras compuesta por captación, regulación conducción, distribución y abastecimiento de agua que permitan la satisfacción de las demandas de recursos hídricos para un objeto determinado y dentro de un ámbito definido. (Obras de Infraestructura mayor y menor).

**Artículo 37º.-** Operación de la infraestructura hidráulica mayor. La infraestructura hidráulica mayor a cargo del gobierno nacional y la transferida a los gobiernos regionales, es operada por los proyectos especiales o las juntas de usuarios teniendo en cuenta las exigencias técnicas, económicas, sociales y ambientales que emita la Autoridad Nacional del Agua, en concordancia con el Reglamento de Operación de Infraestructura Hidráulica. Ordenanza Regional No. 003-2008,

- Resolución Jefatural N° 315-2014 - Plan de aprovechamiento de los recursos hídricos.
- Ley N°29338 – Ley de los recursos hídricos.
- Decreto Supremo N° 001-2010-AG - Aprobación del Reglamento de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos.
- Resolución Jefatural N°265-2015-ANA - Proceso de adecuación de juntas de usuarios.

## **II MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Descripción de la zona de estudio**

El trabajo de investigación “Eficiencia de conducción y distribución del canal principal Chachi tramo Cuchoquesera – Ichucruz - 2016, se evaluó la eficiencia de conducción en una longitud de 48.200 km. Y Una distribución de 19 tomas laterales en 8 comisiones de riego en la cuenca alta.

#### **2.1.1 Ubicación política**

El canal principal de Cachi tramo Cuchoquesera - Ichucruz, se ubica en el departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga, en los distritos de Vinchos, Chiara, Morochucos y Chuschi, enmarcado dentro de la sub cuenca del río Chahuamayo.

Departamento : Ayacucho

Provincia : Huamanga - Cangallo

Distrito : Chuschi, Chiara, Vinchos y Moruchucos.

## 2.1.2 Ubicación geográfica

El canal principal Cachi tramo Cuchoquesera – Ichucruz cuenca alta, se ubica en la parte sierra – zona sur – central, de los andes del Perú, al norte de la región de Ayacucho.

Tabla 2. 1 Tabla de coordenadas.

TRAMO	UTM		LONGITUD	LATITUD	COTA Z
	ESTE	NORTE			
INICIO	8514824.44	571173.49	74°20,552'	13°26.013'	3725.12
FINAL	8524205.44	579017.63	74°16.192'	13°20.905'	3676.21

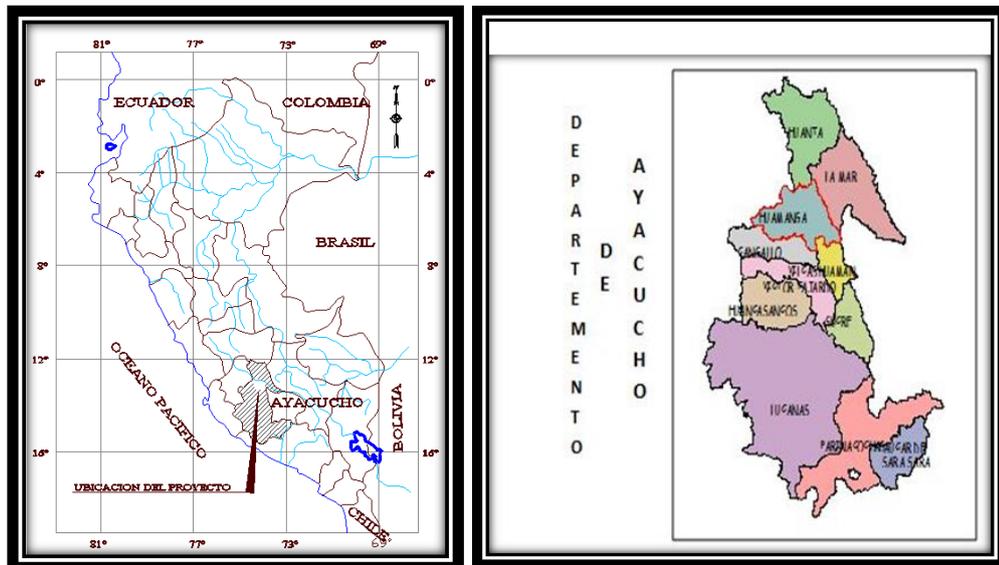


Figura 2. 1 Ubicación Nacional, Regional y distrital (INEI, 2007).

Fuente. Elaboración propia

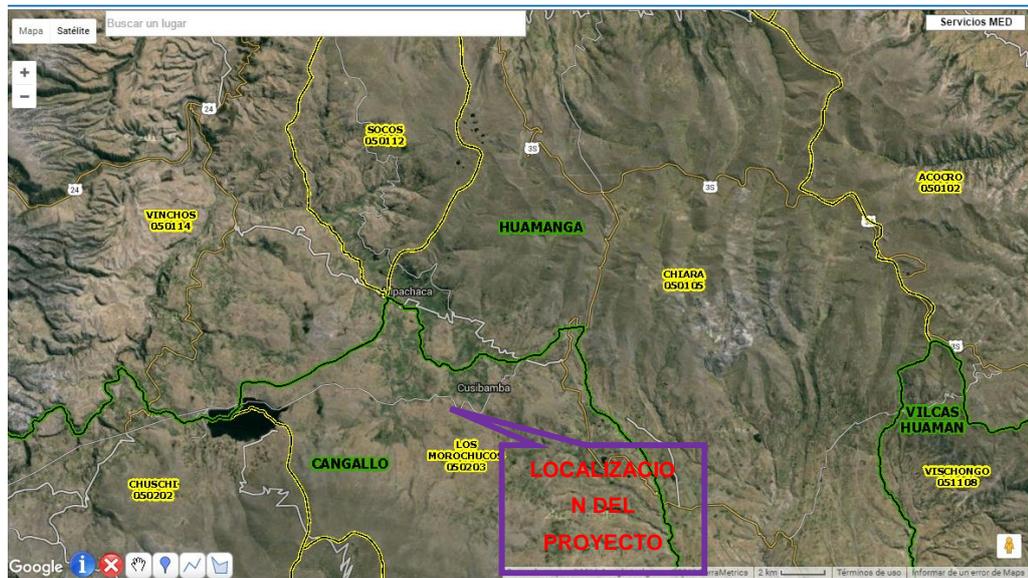


Figura 2. 2 Ubicación del proyecto en imagen satelital.

Fuente. Elaboración propia

### 2.1.3 Vías de comunicación

Desde Ayacucho por la Vía Los Libertadores hasta Casacancha, se desvía a la margen izquierda, pasando por las estaciones de trapiche (48 Km.) y Rosaspata (50 Km.), pasando por la estación de Putacca (60 Km.); siguiendo la carretera por la margen izquierda se llega a la Presa Cuchoquesera (68 Km.).

La vía Ayacucho – Andahuaylas conecta los sectores de Chiara – Lambras – Hospitalniyoc a 35 Km. En la salida del túnel Ichucruz, margen derecha existe un camino de servicio hacia cuenca baja el tramo Chiara – Chontaca.

En la ruta a Pampa Cangallo, asfaltado Ayacucho – Toqto 45 Km; Toqto Minascucho 13 Km; desvío a la altura de Minascucho que conecta al canal principal en el tramo Satuca – Llachoqmayo hasta la presa Cuchoquesera 30 Km; Total 78 Km.

Tabla 2. 2 Vías de comunicación.

Ruta	Vía – Distancia	Tiempo
Huamanga – Chiara	Carretera Asfaltada +afirmada 30 Km.	1 hora
Huamanga – Casacancha Casacancha – Putacca	Pista 45 Km. Carretera afirmada 15 Km. Total 60 Km.	2 horas
Huamanga – Chili Cruz Chili Cruz – Allpachaka	Pista 23 Km. Carretera afirmada 31 Km. Total 54 Km.	1 hora 45 minutos

Fuente. Elaboración propia.

#### 2.1.4 Características generales

La zona donde se desarrollan las actividades, presenta una topografía irregular de fuertes pendientes, laderas muy inclinadas y pequeñas lomas; suelos con erosiones moderadas a fuertes y afloraciones subterráneas que alimentan las quebradas y ríos.

#### 2.1.5 Fisiografía

La cuenca del Río Cachi pertenece al sistema del flanco occidental con montañas bajas y altas, con escasa vegetación natural, encontrándose quebradas con cultivos de secano. En la parte media y alta de la cuenca predomina el paisaje de las colinas altas, que comprende pastos naturales, paisajes de laderas y quebradas montañosas con altitudes que van de 2800 a 4200 m.s.n.m. aproximadamente.

#### 2.1.6 Topografía

En la parte del “Divortium Acuarium”, la configuración topográfica es variada, desde ligera y ondulada con gradiente moderada, hasta fuertes relieves de quebradas que en muchos casos presentan afloramientos rocosos. Su parte media presenta una configuración topográfica dominante de quebrada, donde los recursos principales son encañonados, relieves muy accidentados y laderas de fuertes pendientes. En la parte baja existe un valle de suave topografía, largo y estrecho.

### 2.1.7 Climatología

Aplicando los criterios de clasificación, el clima de la zona del Proyecto de investigación, según el mapa ecológico del Perú, pertenece a la zona de vida bosque húmedo-montano subtropical con una temperatura promedio de 9.8 °C y precipitación promedio anual de 859.9 mm, Según datos de estación Meteorológica de Cuchoquesera de 1991 hasta 2014, un total de 24 años de registro, para la zona del proyecto. Ver (Anexo N° 03) datos de estación meteorológicas de temperatura y precipitación media.

### 2.1.8 Caudal de la fuente

El objetivo general es dotar de agua para consumo humano; para la actividad agropecuaria; para energía eléctrica y otros usos, verificando la oferta y demanda con información recopilada de las estaciones hidrometeorológicas, realizando las actividades de operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica mayor y la generación de energía eléctrica en el ámbito de influencia de la Irrigación Río Cachi.

#### **La cuenca alta, colectora de agua**

Comprende toda la cuenca alta y sus numerosas microcuencas aportantes en agua a las obras de captación, antes de la presa de regulación:

- **Bocatoma Churiac.** Captación de fondo de 0.64 m<sup>3</sup>/seg, con 2 compuertas una de desgravación y otra de captación.
- **Bocatoma Apacheta.** Captación típica con barraje de 3.70 m<sup>3</sup>/seg mediante 3 compuertas, con canal que acaba en el Desarenador.
- **Bocatoma Choccoro.** Captación de fondo para 6.7 m<sup>3</sup>/seg, con 2 compuertas de desgravación y de captación.
- **Bocatoma Chiclarazo** Captación típica con barraje de 9.7 m<sup>3</sup>/seg, y 3 compuertas, con canal que acaba en el Desarenador.

- **Presa Cuchoquesera.**- La presa está construida en el vaso del lugar denominado Cuchoquesera, en el cauce del río Chaluamayo, sobre una cota de 3702 m.s.n.m. tiene una longitud de 2054 m. a nivel de coronación. Obra principal del proyecto que fue concluida el año 2001, y desde el año 2002 ha entrado en pleno funcionamiento.

Es una presa de tierra enrocada, cuenta con dos cuerpos, el primer cuerpo está sobre la quebrada de Chaluamayo de 43 m. de altura y una longitud de 720 m. y el segundo cuerpo está en una depresión de la margen derecha con una altura de 20 m. y una longitud de 1334.00 m. la cota de coronación es de 3745.00 m.s.n.m. La capacidad de embalse es de 80 MMC, con un espejo de agua máxima de 400 Ha. El vertedor de demasías es de 5.00 m. de longitud con capacidad para descargar un caudal de 9.00 m<sup>3</sup>/seg. En eventos máximos. La cresta del vertedor tiene la cota de 3741.70 m.s.n.m. el sistema de descarga tiene una capacidad para evacuar un caudal de 10.00 m<sup>3</sup>/seg.

- **Canal Cuchoquesera – Ichucruz.**- Se inicia en la presa de Cuchoquesera, con un tramo de longitud total de 48,200. ml. hasta el ingreso al túnel de trasvase Ichucruz - Chiara. La capacidad de conducción del canal es variable de 8.6 m<sup>3</sup>/s. a 7.0 m<sup>3</sup>/s., de sección trapezoidal revestido.  $F_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  [ $e=10 \text{ cm.}$ ], existiendo tramos de canal construidos con mampostería de piedra y conducto rectangular cubierto en zonas puntuales.

Cuenta con partidores a los canales de las unidades de riego, operativos administradas por el Gobierno Regional de Ayacucho y Los Usuarios de riego.

## **2.2 Materiales y equipo**

Para el presente trabajo de investigación se a utilizados los siguiente materiales, equipos y herramientas.

### **2.2.1 Materiales**

- Computadora
- Impresora.
- Papel bond.
- Libreta de campo
- Material Bibliográfico
- Documentos
- Planos, carta nacional
- Base de datos
- Datos meteorológicos de las estaciones: Allpachaka y Cuchoquesera.
- Hojas de cálculo.

### **2.2.2 Equipo**

- GPS
- Cámara Fotográfica.
- Wincha flexómetro.
- Correntómetro AOTT- ISO3455 Serie N°:232382.

### **2.3.1 Fase preliminar**

#### **a. Delimitación del área de trabajo.**

El esquema hidráulico Cachi cuenca alta está comprendido por 11 unidades de riego y 19 comités de riego como se observa en la (tabla 2.3)

Tabla 2. 3 Unidades de riego en tramo Cuchoquesera - Ichucruz.

TOMAS LATERALES DESPUES DE LA PRESA CUCHOQUESERA CUENCA ALTA						
UNIDAD DE RIEGO	N° DE TOMAS	SECTOR	NORTE	ESTE	Caudal L/seg.	Progresiva
Unidad de Riego Nº 04 Condorpaccha	T1	Condorpaccha	571163	8514927	92	0+052
Unidad de Riego Nº 05 Jatumpata	T1	Jatumpata	572233	8516396	43	5+280
	T2	Toropa Upianan	574622	8516451	15	8+540
Unidad de Riego Nº 06 Machomollo	T-1	Machomollo	575541	8517243	250	10+563.80
Unidad de Riego Nº 07 Munaypata	T-1	Union Paccha	576488	8517905	130	11+564
	T-2	Munaypata I	577797	8516989	49	14+638.60
	T-3	Munaypata II	577985	8516554	51	15+453.00
	T-4	Munaypata III	578744	8515164	5	17+497.20
Unidad de Riego Nº 08 Satica	T-1A	Satica	580542	8515114	13	17+830.00
	T-1	Satica	581542	8515014	51	19+530.35
Unidad de Riego Nº 09 Cusibamba	T-1	Cusibamba	582060	8514934	115	21+833.00
Unidad de Riego Nº 10 Tambocha	T-1	Tambocha	582932	8516309	42	24+500.00
	T-2	Pariahuanca	584414	8516667	8	27+450.00
Unidad de Riego Nº 11 Llachoccmayo	T-1	Llachoccmayo	583098	8517285	7	29+900.00
Unidad de Riego Nº 12 Chichucancha	T-1	Chichucancha	581501	8518623	67	33+400.00
Unidad de Riego Nº 13 Allpachaca	T-1	Allpachaca IA (C)	580594	8519951	24	35+542.00
	T-2	Allpachaca I	579321	8520583	19	38+500.00
	T-3	Allpachaca II	578813	8520772	74	39+462.00
Unidad de Riego Nº 14 Manzanayocc	T-1	Manzanayocc	577513	8522383	137	42+462.00
					<b>1192</b>	

Fuente: Gobierno Regional Ayacucho.

### 2.3.1 Fase de campo

Se determinó la eficiencia de conducción y distribución del canal principal Cachi en el tramo Cuchoquesera - Ichucruz.

#### a. Verificación in situ de tramo salida presa Cuchoquesera- tunel Ichucruz

Se realizó la visita o recorrido del tramo salida de la represa Cuchoquesera- túnel Ichucruz para realizar las siguientes observaciones en el tramo del canal.

- Se evaluó el estado del canal ubicando los puntos más críticos y cuantificando los lugares de mayor filtración.
- Se realizaron aforos en los puntos de control. tanto en conducción y distribución con equipo correntómetro.

- También se evaluó el estado de la toma lateral y toma parcelaria y así elaborar el manual de distribución en función a lo que se encontró.

#### **b. Medición de la velocidad-método correntómetro**

- En la trayectoria del canal se observaron filtraciones por las fisuras del canal y esto se aforaron con método volumétrico y de la misma manera se encontraron hurto de agua con sifonamiento por los usuarios de la zona.
- Se seleccionaron puntos de control a cada 5 km para aforos en canal principal hasta llegar al punto final que es la entrada al túnel Ichucruz.
- Se procedió a medir las velocidades con correntómetro en cada tramo, de acuerdo a la sección al canal; los aforos fueron realizados con personal técnico capacitado y con bastante cuidado ya que el caudal que recorría por el canal era muy fuerte.
- Del mismo modo se procedió los aforos en las diferentes sectores de distribución se procedió a realizar los aforos en la entrada y salida de cada sector de riego y así lograr los cálculos que se requiere.

#### **2.3.2 Fase de gabinete**

Se realizó el reconocimiento del esquema hidráulico del canal principal tramo salida de la presa Cuchoquesera – túnel Ichucruz. Donde se determinó la eficiencia de conducción y distribución.

Se elaboró un esquema hidráulico donde se determinó los puntos de aforo, lugares con mayores fisuras y pérdidas por filtraciones.

Para determinar la eficiencia de conducción se procedió de la siguiente manera.

Con un equipo correntómetro se procedió a realizar aforo en el canal como se muestra a continuación.

### a. Cálculo de velocidad

Se realizó el cálculo de velocidad con un equipo correntómetro, se realizaron en puntos de control tanto en conducción y distribución.

$$V = AN+B$$

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

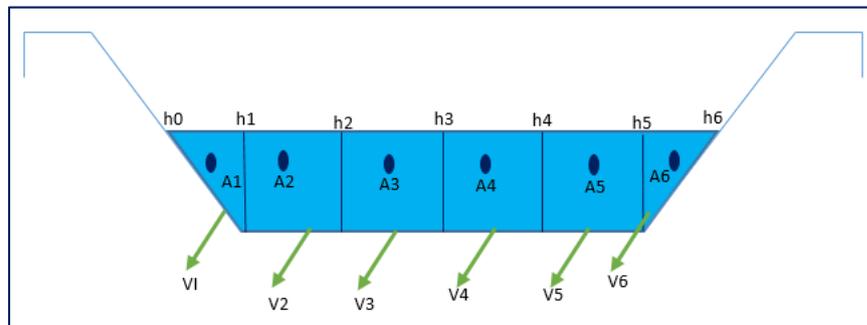


Figura 2. 3 Sección de canal principal Cachi.

### b. Cálculo de caudal

Se realizó el cálculo de caudal teniendo la velocidad y el caudal este procedimiento se realizó para conducción y distribución.

$$q = a \times v$$

$$v = e / t$$

V: es la velocidad en m / s

e: espacio recorrido en m del flotador

t: tiempo en segundos del recorrido e por el flotador

A: Área de la sección transversal

Q: Caudal

### c. Cálculo de la eficiencia de conducción

Se realizó la eficiencia de conducción basándose en la evaluaciones efectuadas en la fase anterior se procedió a calcular la eficiencia del canal por cada tramo utilizando el canal principal Chachi con los datos anteriores.

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

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

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

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

$$Ec = 100 - Vp (\%), \quad \text{ó} \quad Ec = 100 - QP(\%)$$

Donde:

Ec = Eficiencia de conducción.

Vp = Pérdidas de agua en el canal, expresadas en volumen.

Qp = 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.

#### **d. Cálculo de la eficiencia de distribución**

Se realizó la eficiencia de distribución con los cálculos anteriores de velocidad y caudal, se utilizaron las formula siguiente para determinar las perdidas en la distribución y la eficiencia en cada tramo del canal

$$Ed = \frac{Qn}{Qe} \quad \text{ó} \quad Ed (\%) = \frac{Qn}{Qe} \times 100$$

$$Ed = \frac{Qs}{Qe - (Q1 + Q2 + \dots + Qn)} \times 100$$

Donde:

Ed = Eficiencia de distribución en %.

Qe = Caudal o volúmenes que entra en el canal lateral.

Qn = Suma de los caudales o volúmenes que entran a las parcelas o predios.

Qs = Caudal o volumen que sale del canal lateral.

#### **e. Cálculo de perdida por infiltración**

Según Villón manifiesta que para el cálculo de las perdidas por infiltración en un canal revestido se usar la fórmula de Moritz.

$$q = 0.0375 * C * A^{0.5}$$

Donde:

q= Pérdidas, en (m<sup>3</sup>/s-km) de canal.

$c$  = Coeficiente de pérdida, depende del tipo de material del canal  
( $m^3/m^2/día$ )

$A = Q/v$  = área mojado en ( $m^2$ )

**f. Cálculo de pérdida por evaporación**

Se ha calculado utilizando los valores de tanque de evaporación de la estación meteorológica de Cuchoquesera mensual para el mes de mayo.

$E_v$  = Evaporación de tanque en  $mm/día$

**g. Cálculo de pérdida por filtraciones por fisuras**

El cálculo de filtraciones se realizó mediante aforos con método de volumétrico y algunos casos con método sección.

**h. Cálculo de pérdida por hurto (sifonamiento)** Para determinar las pérdidas por sifonamiento se realizó el recorrido del canal con una motocicleta y en los lugares que se encontraba se lograron medir con método volumétrico en cada punto encontrado.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 3.1. Resultados

##### a. Cálculo de eficiencia de conducción

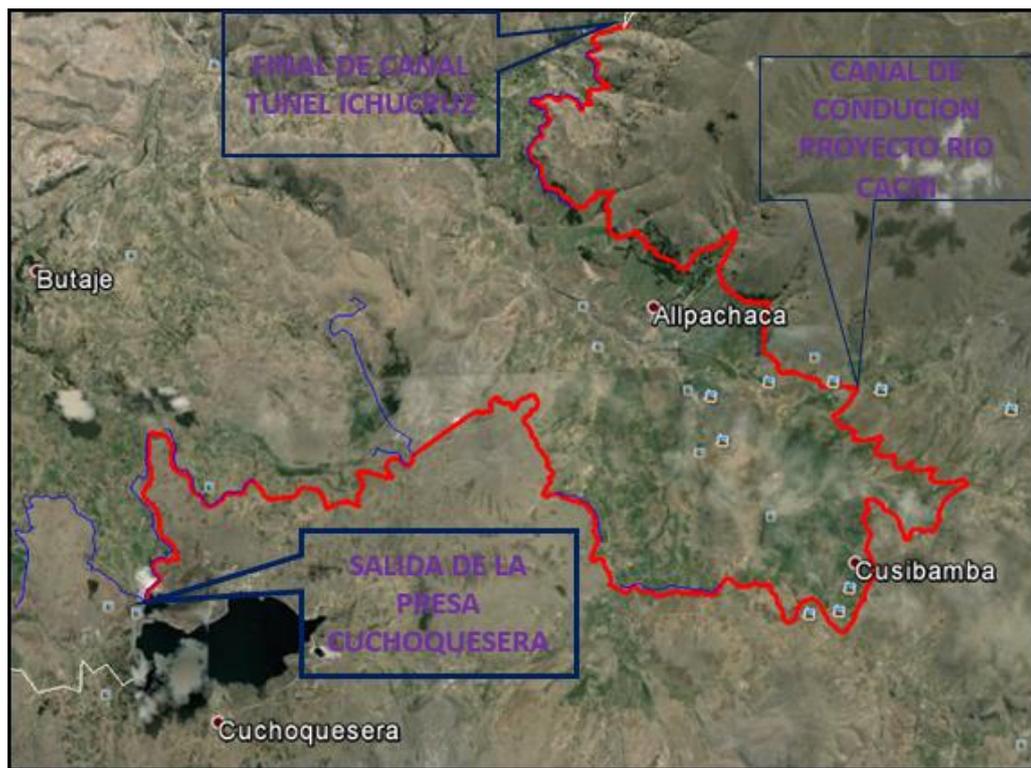


Figura 3. 1 Ubicación del proyecto en imagen satelital.

Se ubicaron puntos donde se aforo el canal; los aforos se realizaron con equipo correntómetro y a cada 5 km como se observa en la (figura. 14)



Figura 3. 2 Aforo en canal de conducción con correntómetro.

En el tramo seleccionado se realizaron aforos a cada distancia los aforos se realizaron con personas capacitados y con equipo calibrado.

Como primer aforo se realizó en salida de la presa Cuchuquesera.

Tabla 3. 1 Aforo canal salida de la presa.

**REGISTRO DE AFORO EN CAMPO**

Id de punto:	<u>1</u>	Fecha:	<u>25/04/2016</u>
Cauce:	<u>CANAL SALIDA DE EMBALSE</u>	Hora:	<u>08:30 a.m.</u>
Registrado por:	<u>LTV</u>	Método:	<u>Correntómetro OTT</u>
Ubicación:	<u>Este 571161 m</u>	Sistema:	<u>MKS</u>
	<u>Norte 8'514,892 m</u>		
	<u>Altitud 3,735 m. S.N.M.</u>		

Punto	Distancia (m)	Tirante (m)	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)	$\Delta A$ (m <sup>2</sup> )	$\Delta Q$ (m <sup>3</sup> /s)
1	0.000	0.000		0		
2	1.150	1.100	30	1.64	0.660	1.0824
3	1.488	1.100	30	1.68	0.371	0.6237
4	1.825	1.100	30	1.68	0.371	0.6237
5	2.163	1.100	30	1.69	0.371	0.6274
6	2.500	1.100	30	1.64	0.660	1.0828
7	3.650	0.000		0	0.158	0.0000
8						

**Resultados**

Caudal (L/s): 4040.0

$$N^{\circ} \text{ de vueltas por Rev.} = 190.47 \quad N = \frac{190.17}{30} = 6.349 \text{ Seg.}$$

$$T = 30 \text{ Seg.}$$

Calculo de velocidad.

$$V1 = 0.2567 N + 0.0102$$

$$V1 = (0.2567 \times 6.27) + 0.0102$$

$$V1 = 1.64 \text{ m/seg.}$$

Calculo de área

$$A1 = \frac{1.15 \times 1.10}{2} = 0.6625 \text{ m}^2$$

**- Cálculo de caudal.**

Cálculo de caudal

$$Q1 = a \times v$$

$$Q1 = 0.6325 \times 1.64$$

$$Q1 = 1.08 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$Q_t = (A1 \times V1) + (A2 \times V2) + (A3 \times V3) + (A4 \times V4) + (A5 \times V5)$$

$$Q_t = 4.040 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Se repite el mismo procedimiento para los demás aforos

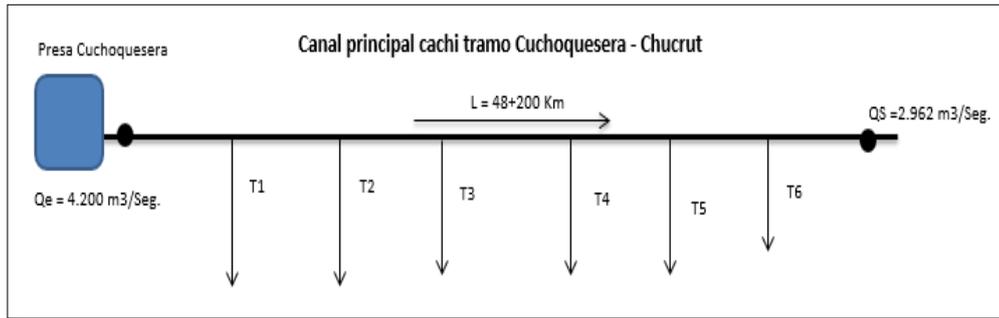
**- Determinación de la eficiencia de conducción:**

$$E_c = \frac{Q_S}{Q_E} = \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{2.686}{4.210} = 0.6649$$

Expresado en porcentaje: 66.49%.

Si se utiliza volúmenes diarios se tiene:

Figura 3. 3 Eficiencia de conducción.



$$\text{perdida por conducción en m}^3/\text{seg.} = Q_e - Q_s$$

$$= 4.040 - 2.686 = 1.354 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$\text{Perdida por conducción en \%} = \frac{Q_e - Q_s}{Q_e} = \frac{4.040 - 2.686}{4.040} \times 100 = 33.51\%$$

### Eficiencia de conducción por tramos

#### 1. Tramo 0+00 km a 5+000 km

PROGRESIVA	CAUDAL (m3/S)
0+000	4.040
5+000	3.964

La eficiencia de conducción del tramo es.

$$E_c = \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{3.964}{(4.040)} = 0.9812$$

Expresado en porcentaje: 98.12 %

$$\text{Perdida por conducción} = Q_e - Q_s$$

$$Q_p = 4.040 - 3.964 = 0.076 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

## 2. Tramo 5+00 km a 10+000 km

PROGRESIVA	CAUDAL (M3/S)
5+000	3.964
10+000	3.817

La eficiencia de conducción del tramo es.

$$E_c = \frac{Q_s}{Q_e} = \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{3.817}{(3.964)} = 0.9629$$

Expresado en porcentaje: 96.29%

$$\text{Pérdida por conducción} = Q_e - Q_s$$

$$= 3.964 - 3.817 = 0.147 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

## 3. Tramo 10+00 km a 15+000 km

PROGRESIVA	CAUDAL (M3/S)
10+000	3.817
15+000	3.714

La eficiencia de conducción del tramo es.

$$E_c = \frac{Q_s}{Q_e} = \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{3.714}{3.817} = 0.9730$$

Expresado en porcentaje: 97.30%

$$\text{Pérdida por conducción} = Q_e - Q_s$$

$$= 3.817 - 3.714 = 0.103 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

## 4. Tramo 15+00 km a 20+000 km

PROGRESIVA	CAUDAL (M3/S)
15+000	3.714
20+000	3.572

La eficiencia de conducción del tramo es.

$$E_c = \frac{Q_s}{Q_e} = \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{3.572}{(3.714)} = 0.9618$$

Expresado en porcentaje: 96.18%

Perdida por conducción =  $Q_e - Q_s$

$$= 3.714 - 3.572 = 0.142 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

#### 5. Tramo 20+00 km a 25+000 km

PROGRESIVA	CAUDAL (M3/S)
20+000	3.572
25+000	3.424

La eficiencia de conducción del tramo es.

$$E_c = \frac{Q_s}{Q_e} = \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{3.424}{(3.572)} = 0.9586$$

Expresado en porcentaje: 95.86%

Perdida por conducción =  $Q_e - Q_s$

$$= 3.572 - 3.424 = 0.148 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

#### 6. Tramo 25+00 km a 30+000 km

PROGRESIVA	CAUDAL (M3/S)
25+000	3.424
30+000	3.289

La eficiencia de conducción del tramo es.

$$E_c = \frac{Q_s}{Q_e} = \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{3.289}{(3.424)} = 0.9604$$

Expresado en porcentaje: 96.04%

Perdida por conducción =  $Q_e - Q_s$

$$= 3.424 - 3.289 = 0.136 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

### 7. Tramo 30+00 km a 35+000 km

PROGRESIVA	CAUDAL (M3/S)
30+000	3.289
35+000	3.104

La eficiencia de conducción del tramo es.

$$E_c = \frac{Q_s}{Q_e} = \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{3.104}{3.289} = 0.9439$$

Expresado en porcentaje: 94.39%

Perdida por conducción =  $Q_e - Q_s$

$$= 3.289 - 3.104 = 0.185 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

### 8. Tramo 35+00 km a 40+000 km

PROGRESIVA	CAUDAL (M3/S)
35+000	3.104
40+000	2.936

La eficiencia de conducción del tramo es.

$$E_c = \frac{Q_s}{Q_e} = \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{2.936}{(3.104)} = 0.9459$$

Expresado en porcentaje: 94.59%

Perdida por conducción =  $Q_e - Q_s$

$$= 3.104 - 2.936 = 0.168 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

### 9. Tramo 40+00 km a 45+000 km

PROGRESIVA	CAUDAL (M3/S)
40+000	2.936
45+000	2.729

La eficiencia de conducción del tramo es.

$$Ec = \frac{QS}{QE} = \frac{Q2}{Q1} = \frac{2.729}{2.936} = 0.9295$$

Expresado en porcentaje: 92.95%

Perdida por conducción =  $Q_e - Q_s$

$$= 2.936 - 2.729 = 0.207 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

#### 10. Tramo 45+00 km a 48.200+000 km.

PROGRESIVA	CAUDAL (M3/S)
45+000	2.729
48.200+000	2.686

La eficiencia de conducción del tramo es.

$$Ec = \frac{QS}{QE} = \frac{Q2}{Q1} = \frac{2.686}{(2.729)} = 0.9842$$

Expresado en porcentaje: 98.42%

Perdida por conducción =  $Q_e - Q_s$

$$= 2.729 - 2.686 = 0.043 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Tabla 3. 2 Resultados de eficiencia de conducción.

PROGRESIVA	CANAL DE CONDUCCIÓN		PERDIDA EN CADA TRAMO DEL CANAL(m3./seg)	EFICIENCIA POR TRAMO Y ACUMULADO EN %	EFICIENCIA
	CAUDAL(m3./seg)	CAUDAL EN CADA TRAMO EN %			
0+000	4.040				66.49%
5+000	3.964	98.12%	0.076	98.12%	
10+000	3.817	96.29%	0.147	94.48%	
15+000	3.714	97.30%	0.103	91.93%	
20+000	3.572	96.18%	0.142	88.42%	
25+000	3.424	95.86%	0.148	84.75%	
30+000	3.289	96.04%	0.136	81.40%	
35+000	3.104	94.39%	0.185	76.83%	
40+000	2.936	94.59%	0.168	72.67%	
45+000	2.729	92.95%	0.207	67.55%	
48+200	2.686	98.42%	0.043	66.49%	
CAUDAL PERDIDO (m3/Seg)			1.354		

En la figura (3.4) se muestra la variación de caudal que se pierde en diferentes progresivas, los caudales que se pierde son diferentes porque existe algunas partes que se encuentran en buen estado y otro con muchas fisuras y deteriorados por que ya cumplieron su vida útil.

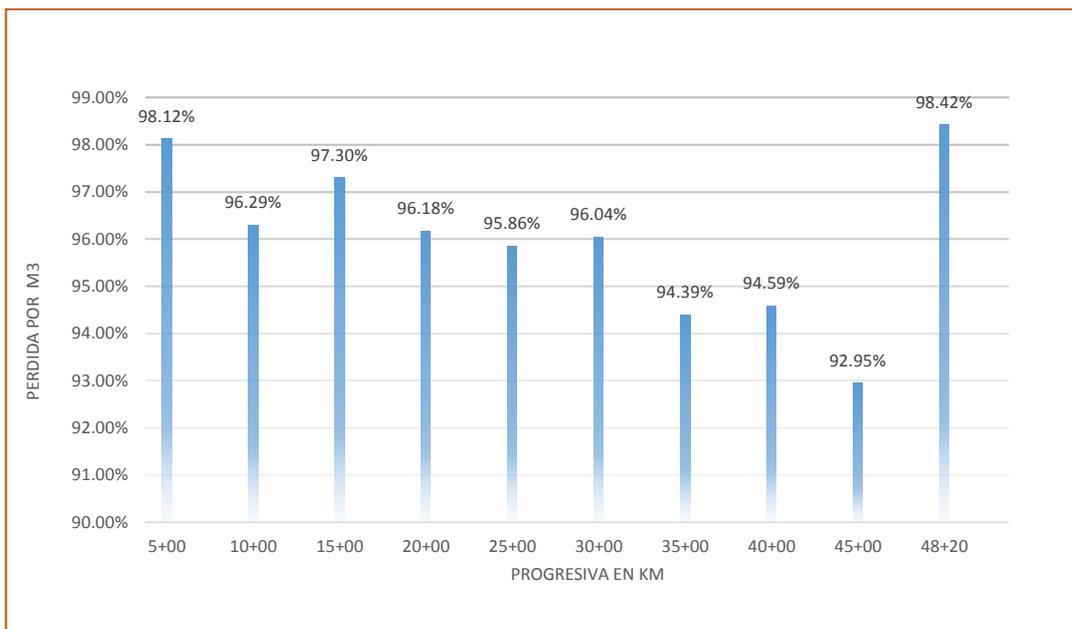


Figura 3. 4 Caudal perdido por tramo en el canal principal Cachi.



Figura 3. 5 Porcentaje de agua que se aprovecha y que se pierde.

a. Determinar la eficiencia de distribución



Figura 3. 6 Aforo en Canal de distribución.

En la (figura 3. 6) se observa los aforos realizados en canales de distribución con equipo correntómetro.

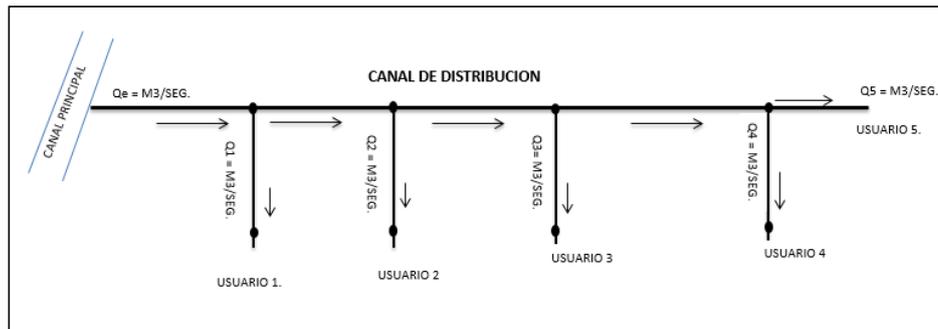


Figura 3. 7 Esquema de distribución del canal Cachi.

Para la Eficiencia de distribución se utilizó la fórmula que se observa a continuación.

Perdida por distribución: =  $Q_e - (Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n)$

$$\text{Perdida por distribución} = \frac{Q_e - (Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n)}{Q_e} \times 100$$

$$\text{Eficiencia de distribución} = \frac{(Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n)}{Q_e} \times 100$$

### 1. CONDORPACCHA

Perdida por distribución: =  $0.092 - (0.014 + 0.015 + 0.013 + 0.014 + 0.013) = 0.0227 \text{ m}^3/\text{seg.}$

$$\text{Perdida por distribución} = \frac{0.092 - (0.014 + 0.015 + 0.013 + 0.014 + 0.013)}{0.092} \times 100 = 25\%$$

$$\text{Eficiencia de distribución} = \frac{(0.014 + 0.015 + 0.013 + 0.014 + 0.013)}{0.092} \times 100 = 75\%$$

### 2. JATUMPATA -T1

Perdida por distribución: =  $0.043 - (0.013 + 0.014 + 0.011) = 0.00050 \text{ m}^3/\text{seg.}$

$$\text{Perdida por distribución} = \frac{0.043 - (0.013 + 0.014 + 0.011)}{0.043} \times 100 = 12\%$$

$$\text{Eficiencia de distribución} = \frac{(0.013 + 0.014 + 0.011)}{0.043} \times 100 = 88\%$$

### 3. TOROPA UPIANAN- T2

Perdida por distribución: =  $0.015 - (0.007 + 0.008) = 0.0003 \text{ m}^3/\text{seg.}$

$$\text{Perdida por distribución} = \frac{0.015 - (0.007 + 0.008)}{0.015} \times 100 = 2\%$$

$$\text{Eficiencia de distribución} = \frac{(0.007 + 0.008)}{0.015} \times 100 = 98\%$$

#### 4. MACHOMOLLO –T1

Perdida por distribución: =  $0.250 - (0.035 + 0.041 + 0.023 + 0.025 + 0.028 + 0.030) = 0.0682 \text{ m}^3/\text{seg}.$

Perdida por distribución =  $\frac{0.250 - (0.035 + 0.041 + 0.023 + 0.025 + 0.028 + 0.030)}{0.250} \times 100 = 27\%$

Eficiencia de distribución =  $\frac{(0.035 + 0.041 + 0.023 + 0.025 + 0.028 + 0.030)}{0.250} \times 100 = 73\%$

#### 5. UNION PACHCHA –T1

Perdida por distribución: =  $0.130 - (0.015 + 0.015 + 0.014 + 0.017 + 0.014 + 0.018) = 0.0375 \text{ m}^3/\text{seg}.$

Perdida por distribución =  $\frac{0.130 - (0.015 + 0.015 + 0.014 + 0.017 + 0.014 + 0.018)}{0.130} \times 100 = 29\%$

Eficiencia de distribución =  $\frac{(0.015 + 0.015 + 0.014 + 0.017 + 0.014 + 0.018)}{0.130} \times 100 = 71\%$

#### 6. MUNAYPATA I–T2

Perdida por distribución: =  $0.049 - (0.018 + 0.012 + 0.014) = 0.0048 \text{ m}^3/\text{seg}.$

Perdida por distribución =  $\frac{0.049 - (0.018 + 0.012 + 0.014)}{0.049} \times 100 = 10\%$

Eficiencia de distribución =  $\frac{(0.018 + 0.012 + 0.014)}{0.049} \times 100 = 90\%$

### 7. MUNAYPATA II-T3

Perdida por distribución: =  $0.051 - (0.015 + 0.013 + 0.014)$   
=0.0090m3/seg.

$$\text{Perdida por distribución} = \frac{0.051 - (0.015 + 0.013 + 0.014)}{0.051} \times 100 = 18\%$$

$$\text{Eficiencia de distribución} = \frac{(0.015 + 0.013 + 0.014)}{0.051} \times 100 = 82\%$$

### 8. MUNAYPATA III-T4

Perdida por distribución: =  $0.005 - (0.004) = 0.0013$  m3/seg.

$$\text{Perdida por distribución} = \frac{0.005 - (0.004)}{0.005} \times 100 = 24\%$$

$$\text{Eficiencia de distribución} = \frac{(0.004)}{0.005} \times 100 = 76\%$$

### 9. SATICA T-1A

Perdida por distribución: =  $0.013 - (0.012) = 0.0016$  m3/seg.

$$\text{Perdida por distribución} = \frac{0.013 - (0.012)}{0.013} \times 100 = 4\%$$

$$\text{Eficiencia de distribución} = \frac{(0.012)}{0.013} \times 100 = 96\%$$

### 10. SATICA T-1

Perdida por distribución: =  $0.051 - (0.014 + 0.013 + 0.008 + 0.011)$   
=0.0050 m3/seg.

$$\text{Perdida por distribución} = \frac{0.051 - (0.014 + 0.013 + 0.008 + 0.011)}{0.051} \times 100 = 10\%$$

$$\text{Eficiencia de distribución} = \frac{(0.014 + 0.013 + 0.008 + 0.011)}{0.051} \times 100 = 90\%$$

### 11. CUSIBAMBA T-1

Perdida por distribución: =  $0.115 - (0.017 + 0.015 + 0.013 + 0.012 + 0.010 + 0.012) = 0.0335$  m<sup>3</sup>/seg.

Perdida por distribución =  $\frac{0.130 - (0.017 + 0.015 + 0.013 + 0.012 + 0.010 + 0.012)}{0.115} \times 100 = 29\%$

Eficiencia de distribución =  $\frac{(0.017 + 0.015 + 0.013 + 0.012 + 0.010 + 0.012)}{0.115} \times 100 = 71\%$

### 12. TAMBOCHA T-1

Perdida por distribución: =  $0.042 - (0.017 + 0.012 + 0.009) = 0.0034$  m<sup>3</sup>/seg.

Perdida por distribución =  $\frac{0.130 - (0.017 + 0.012 + 0.009)}{0.042} \times 100 = 8\%$

Eficiencia de distribución =  $\frac{(0.017 + 0.012 + 0.009)}{0.042} \times 100 = 92\%$

### 13. TAMBOCHA T-2

Perdida por distribución: =  $0.008 - (0.007) = 0.0003$  m<sup>3</sup>/seg.

Perdida por distribución =  $\frac{0.008 - (0.007)}{0.008} \times 100 = 4\%$

Eficiencia de distribución =  $\frac{(0.007)}{0.008} \times 100 = 96\%$

### 14. LLACHOCHMAYO T-1

Perdida por distribución: =  $0.007 - (0.0069) = 0.0007$  m<sup>3</sup>/seg.

$$\text{Pérdida por distribución} = \frac{0.007 - (0.0069)}{0.007} \times 100 = 9\%$$

$$\text{Eficiencia de distribución} = \frac{(0.0069)}{0.007} \times 100 = 91\%$$

### 15. CHICHUCANCHA T-1

$$\text{Pérdida por distribución:} = 0.067 - (0.013 + 0.012 + 0.010 + 0.012 + 0.012) = 0.0056 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$\text{Pérdida por distribución} = \frac{0.067 - (0.013 + 0.012 + 0.010 + 0.012 + 0.012)}{0.067} \times 100 = 8\%$$

$$\text{Eficiencia de distribución} = \frac{(0.013 + 0.012 + 0.010 + 0.012 + 0.012)}{0.067} \times 100 = 92\%$$

### 16. ALLPACHAKA T-1

$$\text{Pérdida por distribución:} = 0.024 - (0.010 + 0.012) = 0.0024 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$\text{Pérdida por distribución} = \frac{0.024 - (0.010 + 0.012)}{0.024} \times 100 = 10\%$$

$$\text{Eficiencia de distribución} = \frac{(0.010 + 0.012)}{0.024} \times 100 = 90\%$$

### 17. ALLPACHAKA T-2

$$\text{Pérdida por distribución:} = 0.019 - (0.007 + 0.008) = 0.0045 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$\text{Pérdida por distribución} = \frac{0.019 - (0.007 + 0.008)}{0.019} \times 100 = 23\%$$

$$\text{Eficiencia de distribución} = \frac{(0.007 + 0.008)}{0.019} \times 100 = 77\%$$

### 18. ALLPACHAKA T-3

Perdida por distribución: =  $0.074 - (0.012 + 0.016 + 0.014 + 0.022)$   
=0.0098 m3/seg.

$$\text{Perdida por distribución} = \frac{0.074 - (0.012 + 0.016 + 0.014 + 0.022)}{0.074} \times 100 = 13\%$$

$$\text{Eficiencia de distribución} = \frac{(0.012 + 0.016 + 0.014 + 0.022)}{0.074} \times 100 = 87\%$$

### 19. MANZANAYOCC T-1

Perdida por distribución: =  $0.137 - (0.015 + 0.017 + 0.022 + 0.015 + 0.028)$   
=0.0403 m3/seg.

$$\text{Perdida por distribución} = \frac{0.137 - (0.015 + 0.017 + 0.022 + 0.015 + 0.028)}{0.137} \times 100 = 29\%$$

$$\text{Eficiencia de distribución} = \frac{(0.015 + 0.017 + 0.022 + 0.015 + 0.028)}{0.137} \times 100 = 71\%$$

Tabla 3. 3 Resultados de cálculo de eficiencia de distribución por sectores.

RESULTADOS DE CALCULO DE LA EFECIENCIA DE DISTRIBUCION						
DEPARTAMENTO: AYACUCHO			FECHA: 05/01/2016			
PROVINCIA: HUAMANGA- CANGALLO			CANAL DE DISTRIBUCION			
DISTRITO: VARIOS						
LOCALIDAD: TRAMO CUCHOQUESERA-ICHUCRUZ						
NOMBRE DEL CANAL DE DISTRIBUCION	PROGRESIVA DEL CANAL DE DISTRIBUCION	CUADAL DE CANAL DE DISTRIBUCION (M/SEG)	LATERALES DE RIEGO			EFICIENCIA
			NOMBRE DEL LATERAL	CAUDAL (M3/SEG.)	PERDIDA (M3/SEG)	
CONDORPACCHA	0+032	0.092	T1	0.0140	0.0227	75%
	0+0854		T2	0.0152		
	1+145		T3	0.0130		
	1+354		T4	0.0140		
	1+624		T5	0.0131		
JATUMPATA - T1	0+043	0.043	T1	0.0130	0.005	88%
	0+342		T2	0.0140		
	0+54		T3	0.0110		
TOROPA UPIANAN - T2	0+057	0.015	T1	0.0072	0.0003	98%
	0+123		T2	0.0075		
MACHOMOLLO - T1	0+054	0.250	T1	0.0350	0.0682	73%
	0+541		T2	0.0410		
	0+783		T3	0.0230		
	1+024		T4	0.0250		
	1+342		T5	0.0280		
	1+546		T6	0.0300		
UNION PACCHA - T1	0+012	0.130	T1	0.0150	0.0375	72%
	0+542		T2	0.0150		
	0+987		T3	0.0140		
	1+124		T4	0.0170		
	1+213		T5	0.0140		
	1+345		T6	0.0180		
MUNAYPATA I - T2	0+058	0.049	T1	0.0180	0.0048	90%
	0+130		T2	0.0120		
	0+465		T3	0.0140		
MUNAYPATA II - T3	0+034	0.051	T1	0.0150	0.009	82%
	0+563		T2	0.0130		
	0+713		T3	0.0140		
MUNAYPATA III - T4	0+150	0.005	T1	0.0040	0.0013	80%

SATICA T-1A		0.013				
	0+086		T1	0.0120	0.0016	92%
SATICA T-1		0.051			0.005	90%
	0+064		T1	0.0140		
	0+520		T2	0.0130		
	0+641		T3	0.0080		
	0+851		T4	0.0110		
CUSIBAMBA T-1		0.115			0.0335	71%
	0+0320		T1	0.0175		
	0+210		T2	0.0153		
	0+380		T3	0.0135		
	0+854		T4	0.0125		
	1+020		T5	0.0104		
	1+540		T6	0.0124		
TAMBOCHA T-1		0.042			0.0034	91%
	0+0124		T1	0.0172		
	0+1235		T2	0.0120		
	0+451		T3	0.0090		
TAMBOCHA T-2		0.008				
0+0321	T1		0.0074	0.0003	93%	
LLACHOCCMAYO T-1		0.007				
0+0547	T1		0.0065	0.0007	93%	
CHICHUCANCHA T-1		0.067			0.0056	91%
	0+0145		T1	0.0135		
	0+0865		T2	0.0125		
	0+125		T3	0.0103		
	0+425		T4	0.0125		
	0+721		T5	0.0125		
ALLPACHAKA IA T-1		0.024			0.0024	92%
	0+0124		T1	0.01		
	0+210		T2	0.012		
ALLPACHAKA IA T-2	0+054	0.019	T1	0.007	0.0045	79%
	0+264		T2	0.008		
ALLPACHAKA T-3	0+0145	0.074	T1	0.012	0.0098	87%
	0+215		T2	0.016		
	0+421		T3	0.014		
	0+654		T4	0.0225		
MANZANAYOCC T-1	0+0142	0.137	T1	0.015	0.0403	60%
	0+125		T2	0.017		
	0+256		T3	0.022		
	0+621		T4	0.0147		
	0+982		T5	0.028		

En la (tabla 3.3) se muestran los resultados de cálculo de eficiencia de distribución por cada sector, también se observa varían por sector esto principalmente que algunos canales se encuentran ya con mayor antigüedad.

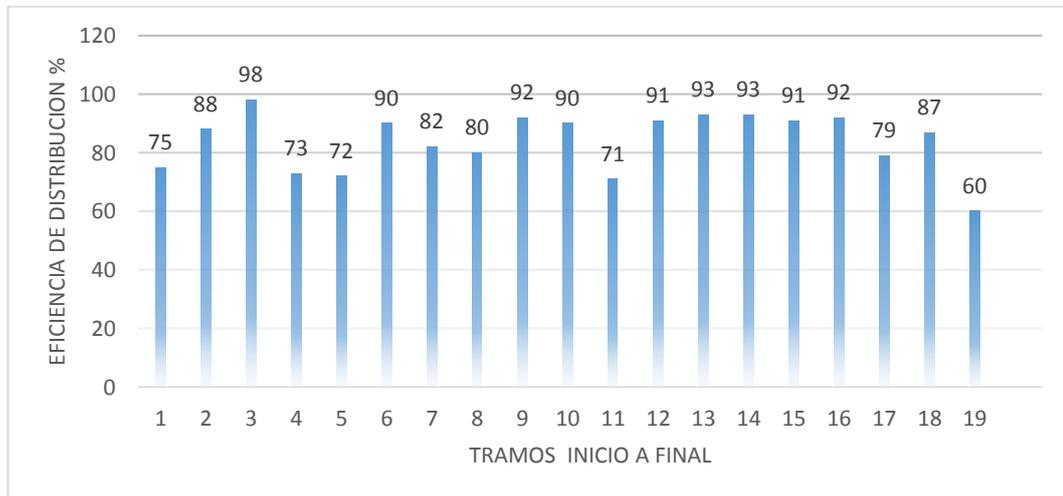


Figura 3. 8 Eficiencia de distribución por sectores.

#### b. Cálculo de pérdida por infiltración

$$q = 0.0375 * C * A^{0.5}$$

Donde:

q= Perdidas, en m<sup>3</sup>/s-km de canal.

c = coeficiente de pérdida, depende del tipo de material del canal (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/día)

A = Q/v = área mojado en m<sup>2</sup>

Tabla 3. 4 Pérdida de agua por evaporación en canales revestidos.

Descripción	q	Q	V	A	Agua filtrada por día (m3/día)	Agua filtrada por día (m3/día)
0	0.00178765	4.04	1.6	2.525	154.4532162	772.266081
5	0.00177076	3.964	1.6	2.4775	152.993541	764.967705
10	0.00173762	3.817	1.6	2.385625	150.1299547	750.649774
15	0.00171401	3.714	1.6	2.32125	148.0905081	740.452541
20	0.00168092	3.572	1.6	2.2325	145.2318932	726.159466
25	0.00164573	3.424	1.6	2.14	142.1913415	710.956708
30	0.00161296	3.289	1.6	2.055625	139.3600233	696.800117
35	0.00156694	3.104	1.6	1.94	135.3839341	676.91967
40	0.00152395	2.936	1.6	1.835	131.669231	658.346155
45	0.00146925	2.729	1.6	1.705625	126.9427907	406.21693
48.2	0.00145762	2.686	1.6	1.67875	125.9387208	629.693604
<b>Total de agua filtrada</b>						<b>6761.16267</b>

### c. Cálculo de pérdida por evaporación

Se ha calculado utilizando los valores de los datos de tanque de evaporación de la estación meteorológica de Cuchoquesera mensual para el mes de mayo.

Considerando promedio para el mes de mayo

$$E_v = 89.8 \text{ mm/mes.}$$

$$E_v = 2.9 \text{ mm/día}$$

Sabemos que 1mm =10 m3/ha entonces 2.9 mm equivale a 29.00 m3/has

$$E_v = 29.00 \text{ m3/ has}$$

Como tenemos un canal con un ancho de espejo al inicio 3.6 y un ancho de 2.8 al final y una longitud del canal 46900 ml

Que hace un total de A=15.008 ha

$$E_v (\text{total}) = 29.00 \text{ m3/ has} * 15.008 \text{ ha}$$

$$E_v (\text{total}) = 435.232 \text{ m3/día}$$

#### e. Pérdida de agua por filtración y sifones no autorizados

La pérdida de agua por filtración dentro del tramo de estudio es de mucha preocupación. Esta pérdida de agua es ocasionada por filtraciones de agua, el cual ocurre por las juntas de canal que se encuentran deterioradas, por roturas y fisuras de paños de canal; para determinar la filtración de agua se ha realizado un recorrido del tramo y se ubicó zonas donde hay mayor filtración, como se indica en (La tabla 3.5) siguiente.

Tabla 3. 5 Pérdida por filtración en diferentes sectores.

N°	PROG.	CAUDAL (Lt/Seg.)	DESCRIPCIÓN
1	03+ 420	11	Filtración por fisura de paño de canal
2	06+ 235	15	Filtración por fisura de paño de canal
3	06+430	10	Filtración por fisura de paño de canal
4	07+420	8	Filtración por rotura de paño de canal
5	07+655	8	Filtración por junta de canal
6	07+950	10	Filtración por la toma lateral con válvula
7	08 +540	10	Filtración por rotura de paño de canal
8	10 + 320	15	Filtración por rotura de paño de canal
9	19 + 315	10	Filtración por base del canal
10	21 + 440	16	Filtración por base del canal
11	35 + 338	10	Filtración por fisura de paño de canal
12	39 + 820	10	Filtración por fisura de paño de canal
13	39 + 990	15	Filtración por fisura de paño de canal
14	46 + 321	12	Filtración por fisura de paño de canal

Las zonas más críticas de filtraciones se ubican de la progresiva del km 03+420 hasta la entrada del Túnel Roculla (Prog. km 10+560), es el tramo de mayores pérdidas de agua por filtraciones. 160 l/seg. =0.160 m<sup>3</sup>/seg

La pérdida de agua por sifones no autorizados es muy común en el tramo de estudio, debido que los usuarios cometen frecuentemente este tipo de

infracción; Los sifones no autorizados en mayor cantidad encontrados dentro del tramo salida Presa Cuchoquesera – Túnel Ichucruz , son del comité de Munaypata, Satica, Cusibamba, Tambocha. Los caudales fueron realizados con el método volumétrico.

Tabla 3. 6 Pérdida de agua por sifones no autorizados.

Nº	PROG.	Ø	CAUDAL(Lt/seg)	COMITE
1	02 + 220	2"	5	SUNILLA, PUTACCA
2	12 + 870	3"	8	MUNAYPATA
3	13 +980	2"	6	SATICA
4	14 + 320	3"	8	
5	18 + 020	2"		
6	19 + 800	2"	6	CUSIBAMBA
7	20 + 130	2"	5	
8	20 + 220	2"	6	
9	26 +120	2"	5	TAMBOCHA
10	26 + 300	2"	5	
11	31 +140	2"	5	LLACHOCCMAYO
<b>CAUDAL UTILIZADO POR SIFONES = 59 lt/seg.</b>				

La pérdida por sifonamiento es de 59 lt/seg. En el tramo salida Presa Cuchoquesera. El más crítico es del km 12 al 15 (Túnel Roculla) y del km 18 al 20 . Que haciendo un total de perdía de 5097.6 m3/dia

**f. Aporte de agua captaciones Tambocha, Llachoqmayo y Allpachaka.**

En tramo salida presa Cuchoquesera-hacia ella entrada del túnel Ichucruz existe ríos que aportan hacia el canal en el siguiente tabla se puede observar las progresías y los caudales que aportan hacia el canal.

Tabla 3. 7 Aporte de agua hacia el canal para el mes de mayo

PROGRESIVA	QUEBRADA	CAUDAL LIT/SEG	TOTAL CAUDAL L/S
27+500	TAMBOCHA	50.00	683.00
32+000	LLACHOQMAYO	250.00	
40+000	ALLPACHAKA	383.00	

### Eficiencia del canal de conducción

PROGRESIVA	5+00	10+00	15+00	20+00	25+00	30+00	35+00	40+00	45+00	48+20
EFICIENCIA	98%	96%	97%	96%	96%	96%	94%	95%	93%	98%

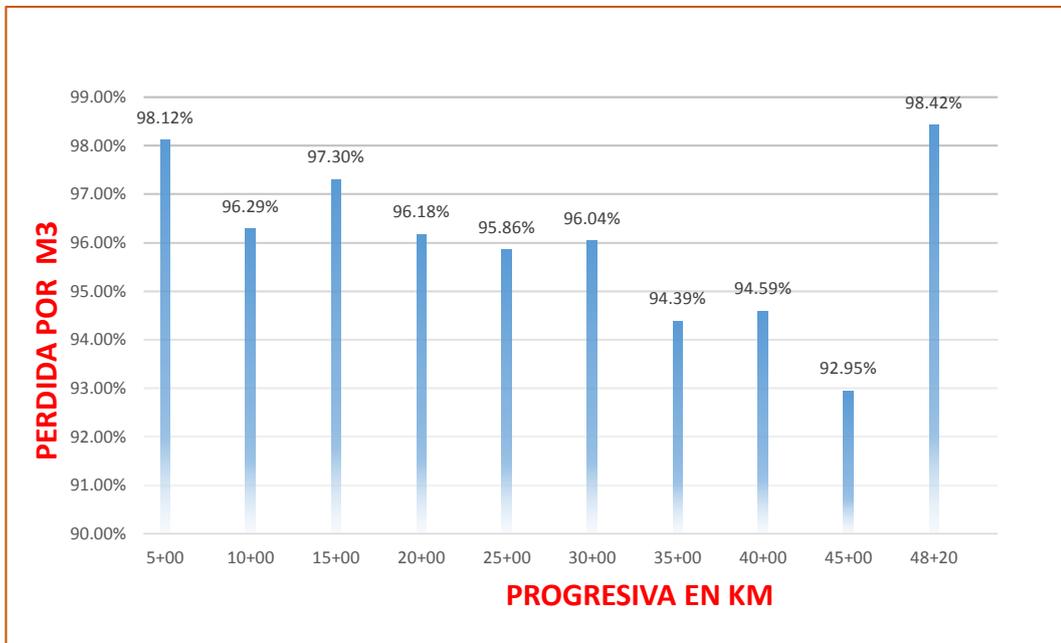


Figura 3. 9 Eficiencia de conducción por tramos.

Se puede observar en los resultados de cálculo de eficiencia de conducción para el mes de abril, mayo y junio en tramo salida de la presa Cuchoquesera –Ichucruz en 48+200 kilometros una eficiencia de 66.49% que es muy bajo comparado con resultados obtenidos por otros estudios para canales revestido. Que lo normal alcanza un 86 % de eficiencia.

### Eficiencia en canal de distribución

SECTORES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
EFICIENCIA	75%	88%	98%	73%	72%	90%	82%	80%	92%	90%	71%	91%	93%	93%	91%	92%	79%	87%	60%

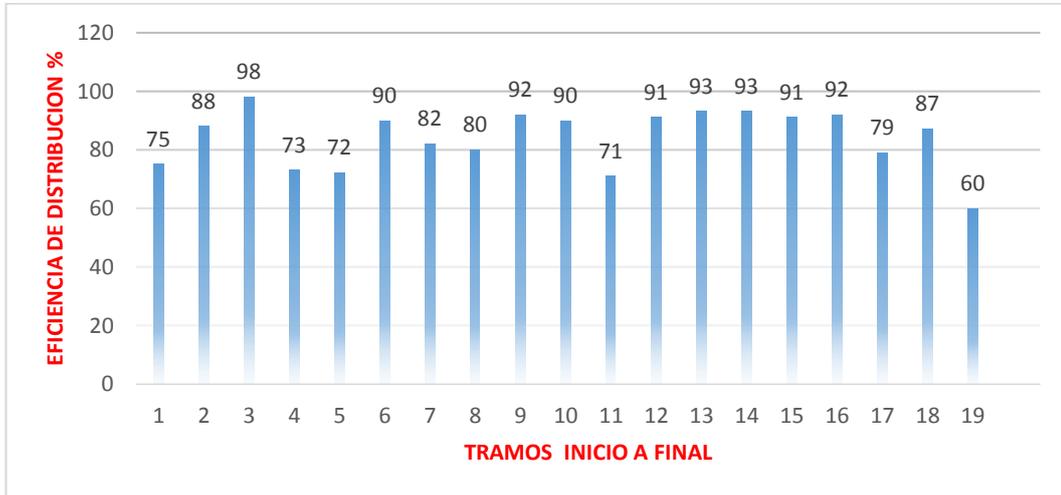


Figura 3. 10 Eficiencia de distribución por sectores de riego.

Se puede observar en los resultados de cálculo de eficiencia por distribución para el mes de abril, mayo y junio en tramo salida de la presa Cuchoquesera –Ichucruz en 19 sectores una eficiencia de que varía desde 60% hasta 98% con se puede observar en la (figura 3.10)

### Perdida por evaporación

CAUDAL	0+000	5+00	10+00	15+00	20+00	25+00	30+00	35+00	40+00	45+00	48.2+00
PROGRESIVA	154.45	152.99	150.13	148.09	145.23	142.19	139.36	135.38	131.67	126.94	125.94

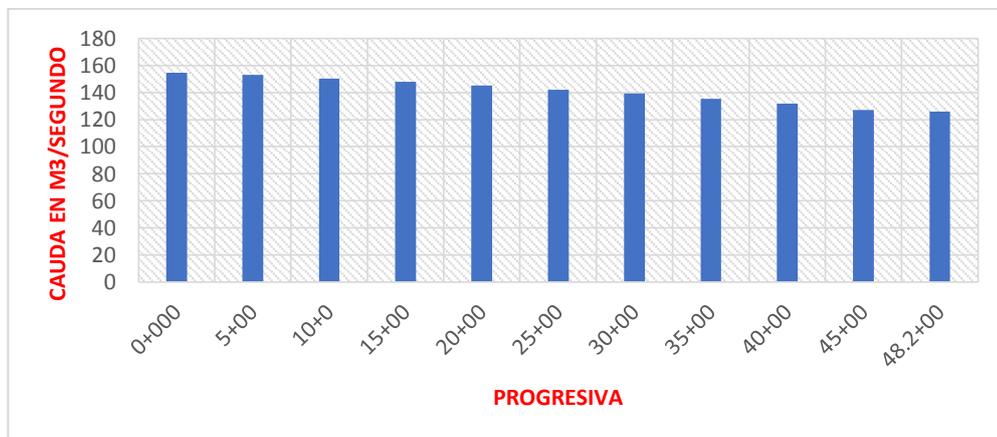


Figura 3. 11 Pérdida por evaporación.

En la (figura 3.11) se muestra la pérdida por evaporación nos muestra que las evaporación en el tramos son proporcionales, la única variación que se muestra es en los anchos de los canales. En recorrido del canal se obtuvo una pérdida de agua de 1.93% del total de agua y este resultado se encuentra en el rango según estudios realizado que el porcentaje de perdidas alcanza de 1% a 3% en canales revestidos

### Perdida por fractura del paños del canal

PROGRESIVA	03+420	06+235	06+430	07+420	07+655	07+950	08+540	10+320	19+315	21+440	35+338	39+820	39+990	46+321
CAUDAL	11	15	10	8	8	10	10	15	10	16	10	10	15	12

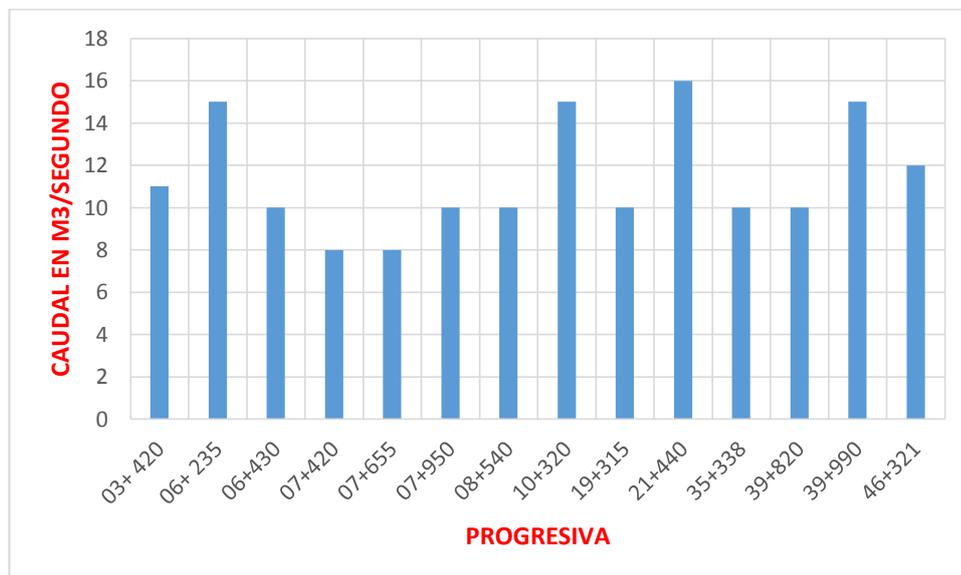


Figura 3. 12 Pérdida por fracturas del canal.

Las pérdidas por fractura de paños y agrietamiento del canal en el tramos Cuchoquesera –túnel Ichucruz estas pérdidas alcanzan un porcentaje de 3.96% de pérdida estoy resultados son muy altos ya que el canal que se a evaluado se encuentra a 20 años de vida útil.

### Perdida por sifonamiento

PROGRESIVA	02+220	12+870	13+980	14+320	18+020	19+800	20+130	20+220	26+120	26+300	31+140
CAUDAL	5	8	6	8	8	6	5	6	5	5	5

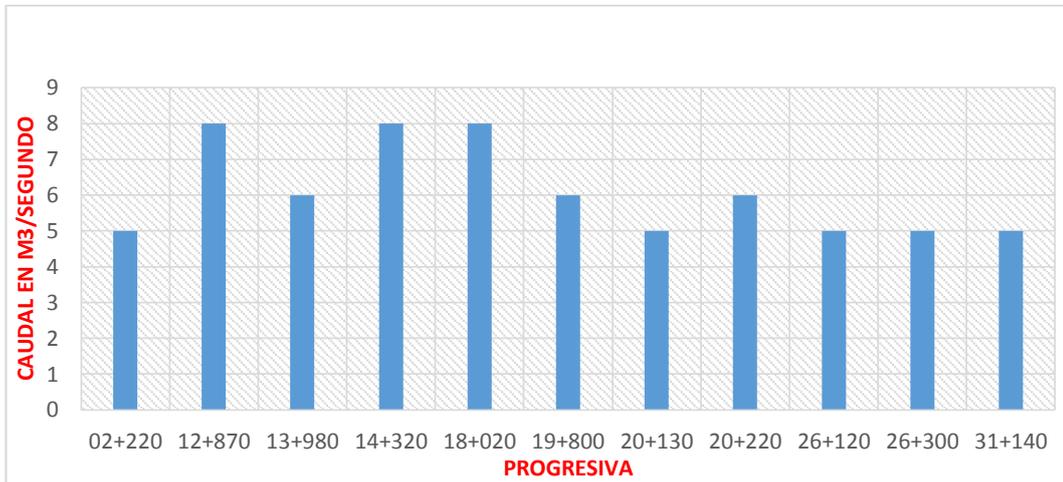


Figura 3. 13 Pérdida de agua por Sifonamiento.

Las pérdidas por sifonamiento varían por día por hora y por mes según la figura que se muestra se puede observar en que progresivas se pierden cantidad de agua por sifonamiento, estas pérdidas alcanzan un 1.46%.

### Caudal que ingresa al canal

PROGRESIVA	27+500	32+000	40+000
CAUDAL	50	250	383

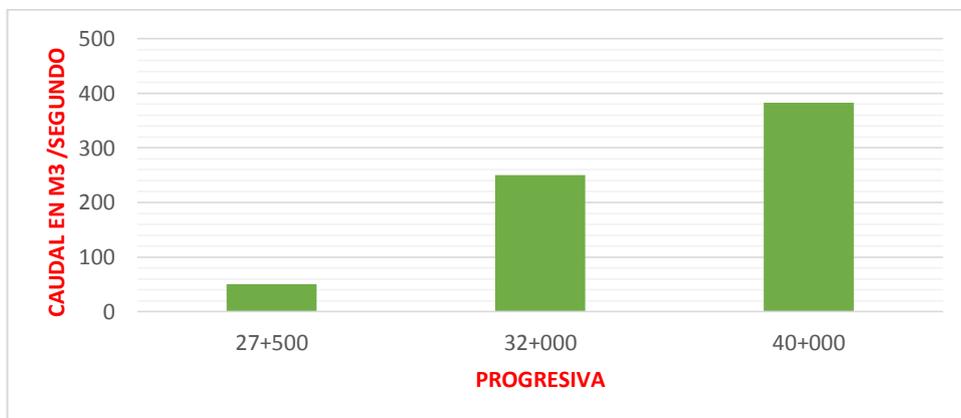


Figura 3. 14 Caudal aportante al canal Cachi

Tabla 3. 8 Pérdida por diferentes factores.

DESCRIPCIÓN	M3/DÍA	PORCENTAJE
Agua aprovechada	2.686	66.485%
Infiltración paredes del Canal	0.078	1.931%
Evaporación	0.005	0.124%
Sifonamiento	0.059	1.460%
Filtr. Por rotura del Canal	0.160	3.960%
Infiltr. Por fisuras o rajaduras	1.052	26.040%
<b>Total</b>	<b>4.040</b>	<b>1.00</b>

En la figura se muestra que las mayores pérdidas son por fisura del canal y las menores tenemos la evaporación. Como se muestra en la (figura 3.15)

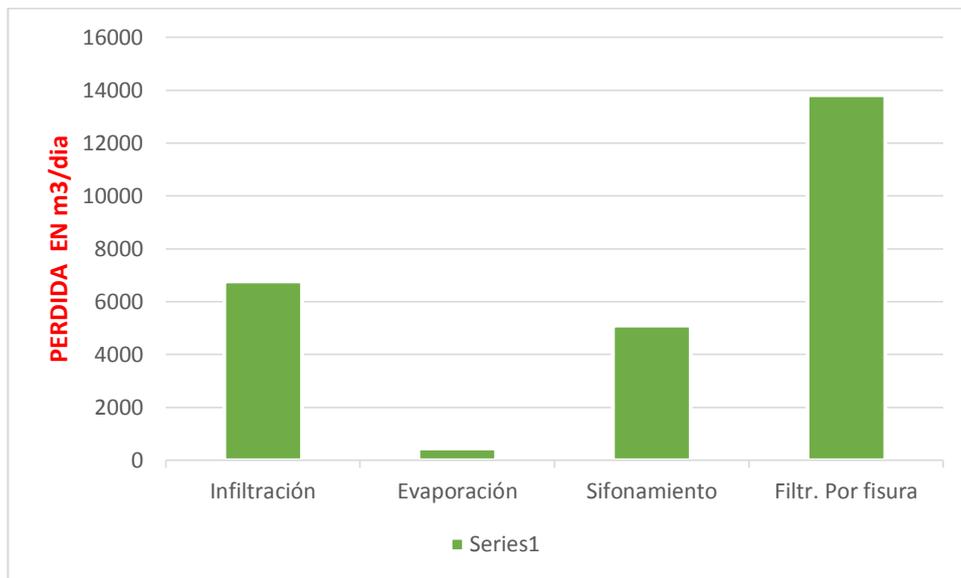


Figura 3. 15 Perdida tramo Cuchoquesera Ichucruz por diferentes factores.

Se muestra en la figura las pérdidas por infiltración, evaporación, sifonamiento y filtraciones por fisuras alcanzando mayores pérdidas por agrietamiento del canal y las menores pérdidas por evaporación alcanzando un total de eficiencia de canal 66.49% que está por debajo de lo normal que llega a 86% de eficiencia en canales revestidos.

La infraestructura del canal se encuentra en mal estado se requiere de mantenimiento como también en las tomas laterales como se puede observar en el anexo de figuras.

En la figura 3.16 se muestra la cantidad de agua que se pierde en tramo del canal tramo Cuchoquesera- Icrucruz tenemos datos desde el 2002 hasta el año 2015 como se puede observar la cantidad de agua que se pierde varia a mediada que el año pasaba y también se puede observar que en los meses de mayor demanda hay mayores pérdidas como son meses de agosto setiembre y octubre que alcanzan 1.0 m3/segundo en toda la trayectoria.

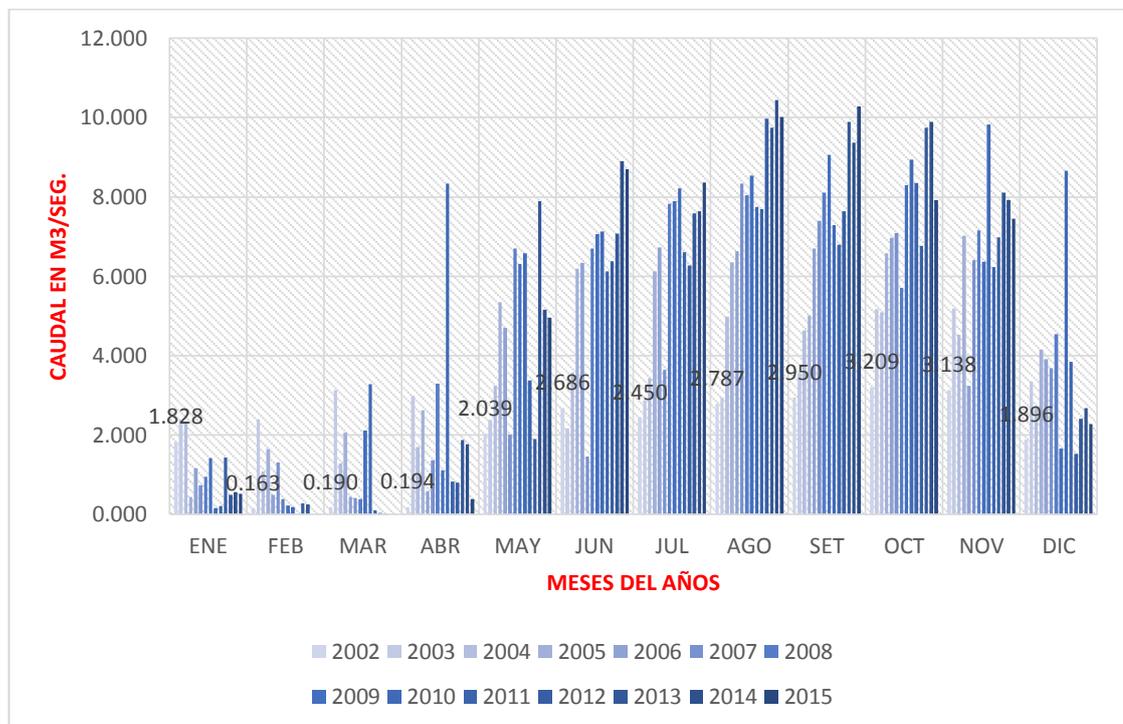


Figura 3. 16 salida presa-túnel Ichucruz caudal vs tiempo.

En la (figura 3.17) se muestra que en el años 2002 había menos perdida de agua y en el año 2015 existe una perdida que alcanza 1.00 m3/seg. Esto debido a que el canal con los años que pasa se iba deteriorando.

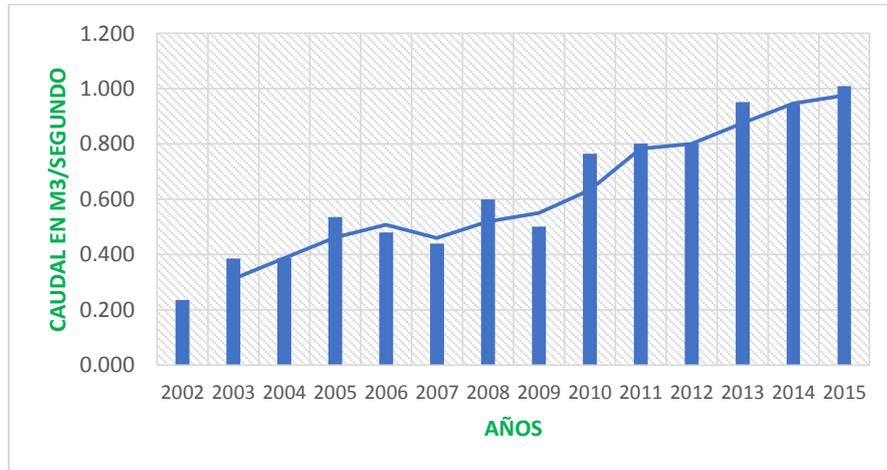


Figura 3. 17 Figura caudal vs tiempo (años).

En la (figura 3.18) se muestra diferente el panorama aquí se observa en que mes el agua tiende a perder , como se observa los meses de mayor pérdida se encuentran en los meses de agosto setiembre y octubre esto debido a que existe mayor demanda en estos meses .



Figura 3. 18 Caudal vs tempo (mese

### 3.2 Discusión

Los resultados obtenidos tramo salida de la represa Cuchoquesera hasta la entrada del túnel Ichucruz, la eficiencia alcanza es de 66.49 % y una eficiencia de distribución promedio de los 19 sectores de 84.05% estas resultados comparados con otros estudios son muy bajos.

Según (García et al., 2010) la eficiencia de conducción en las laterales y sub laterales en la ciudad de Comarca México, fue mayor alcanzando con valor máximo del 82.18% a diferencia de la eficiencia de distribución que obtuvo un valor del 61.37%.

Las pérdidas de conducción y distribución encontradas se asemejan a los resultados obtenidos en la ciudad de México por (Palacios, 2004) que son perdidas por evaporación, perdidas por filtración, perdidas por hurto perdidas por desborde y perdidas por deterioro de la infraestructuras de riego; Las cuales detallamos a continuación.

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.

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 Conclusiones.**

Se tiene las siguientes conclusiones:

1. Se elaboró un esquema hidráulico y se determinaron los tramos que afectan y reducen la eficiencia de conducción y distribución de agua en el canal principal de Cachi tramo Cuchoquesera – Ichucruz.
2. Se determinó la pérdida de agua en el Canal principal y en las distribuciones de Cachi tramo Cuchoquesera – Ichucruz – 2016 teniendo como resultado 66.49% de eficiencia de conducción y las distribuciones varían de acuerdo a las condiciones del canal, teniendo resultado promedio de los 19 sectores de riego 84.05%.
3. Se elaboró un plan de operación y mantenimiento del Canal Principal Cachi - tramo Cuchoquesera – Ichucruz. para su mejor funcionalidad y así mejorar el uso de agua ya que hoy en día el agua es cada vez más escaso y de mucha necesidad para la población de Ayacucho.

### **4.2 Recomendaciones.**

- Se recomienda a los encargados de irrigación rio Cachi realizar cambio de paños de canal, juntas de canal deteriorados (material

asfáltico), debido que ya vencieron su vida útil de la misma forma se recomienda realizar capacitaciones a los usuarios de los diferentes comités y comisiones en temas de agua, con participación de instituciones involucradas (JUDRA, ALA, OPEMAN).

- A los usuarios de cada comité y comisión de regantes se recomienda presentar su intención de siembra real, debida que empadronan menos áreas de lo real; lo cual altera el cálculo de demanda de agua de dicho comité y comisión.
- Por la información encontrada es recomendable poner más énfasis en el estudio de la eficiencia de distribución parcelaria ya que este tiene relación directa con el productor, por lo que sería pertinente hacerle saber los factores que están afectando el manejo eficiente del agua de riego a nivel parcelario.
- Se recomienda que la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga hacer convenios para realizar trabajos de investigación con Gobierno Regional de Ayacucho, especialmente en el proyecto Irrigación río Cachi, porque el agua es fuente principal para consumo, agricultura y generación de energía eléctrica de la ciudad de Ayacucho y así disminuir las perdidas por diferentes motivos o malos manejos.

## **REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA**

- Cisneros, D. (2003). *“Rendimiento evaluación e introducción de nuevos conceptos para mejorar la la distribución de agua a nivel de campo”*. PhD-tesis doctoral de la Facultad de Bioingeniería, Universidad Católica de Lovaina, Lovaina, Bélgica.
- Cornejo, A. (1964). *“El Riego en el Perú” Departamento de Agua y Tierra*. UNALM -Lima - Perú
- Dimas, L. (2006). *“Agua: Recurso estrategico para nuestro crecimineto económico y grogreso social. Situacion y desafio”*. 1° Edicion .- San Salvador, El salvador: FUSADES.
- Doorembos, J y Pruitt, W. (1977). *“Las necesidades de Agua de los cultivos Departamento de Agua y Tierra”*. UNALM Lima - Perú.
- FAO. (2006). *“Evaporación de cultivo”* Guías para determinar le los requerimientos de los cultivos. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentacion, Roma.
- García, D y Sánchez, C. (2009). *“Evaluación de la eficiencia de riego en el módulo iv del distrito de riego 017 comarca lagunera, México”*. Universidad Autónoma Chapingo. Universidad Autónoma Chapingo, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y pecuarias.
- Israelsen, O. (1963). *“Principios y Prácticas de Riego”*. Editorial Reverté, S.A. Barcelona.
- Lam, P. H. (1977). *“Pérdida eje Agua en Canales”*. Tesis Agronomía UNALM - Lima Perú.
- Mejia, E y Exebio, A. (2002). *“Problemas operativos en el manejo del agua en el distrito de riego”* Instituto de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados. Montecillo, estado de Mexico.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2004). *Manual de operacion y mantenimiento del canal revistido*. Peru.

- Ochoa , L. (1992). “ Metodo y sistema de medicion de gasto” instituto mexicano de tecnologia de agua. Mexico.
- Olarte, H. (1992). “*Producción agrícola alto andina bajo riego*”, Editorial Instituto de Investigación Universitaria y región, Cusco Perú.
- Olarte, H. (1987). “*Manual de riego por gravedad.*” Lima Perú
- Palacios,Vélez y Enrique, D. (2004). “*La eficiencia en el uso del agua en los distritos de riego*”. México.
- Palacios,V.E y Exebio, G.A.(1989). “*Introducción a la Teoría de la Operación de Distritos y Sistemas de Riego*”. Edit. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
- Roda, P.(2013). “*Problemática del Recurso Agua en la Región*”, centro de apoyo y promoción al desarrollo agrario legislación de aguas y ley de organizaciones y funciones del sector agrario". Arequipa - Perú.
- Rodríguez, P. (2008). *Hidráulica II*. Oaxaca México. Instituto Estatal Ecológico.
- Ugarte, M. (2004). Détermination de eficiencia de conducción y distribution.
- Vásquez, Villanueva, A y Vasques, I. (1988). “*Problemas de riegos*”, Edit. IRRICENT. Lima- Perú,
- Villón, M. (2007). “*Hidráulica de Canales*”. Lima Perú. Universidad Escuela de Administración, Finanzas y Tecnología,

## **ANEXO**

**ANEXO 01: Manual plan de operación y mantenimiento.**

**ANEXO 02: Panel Fotográfico.**

**ANEXO 03: Datos de estación meteorológica.**

**ANEXO 04: Registro de aforo de conducción.**

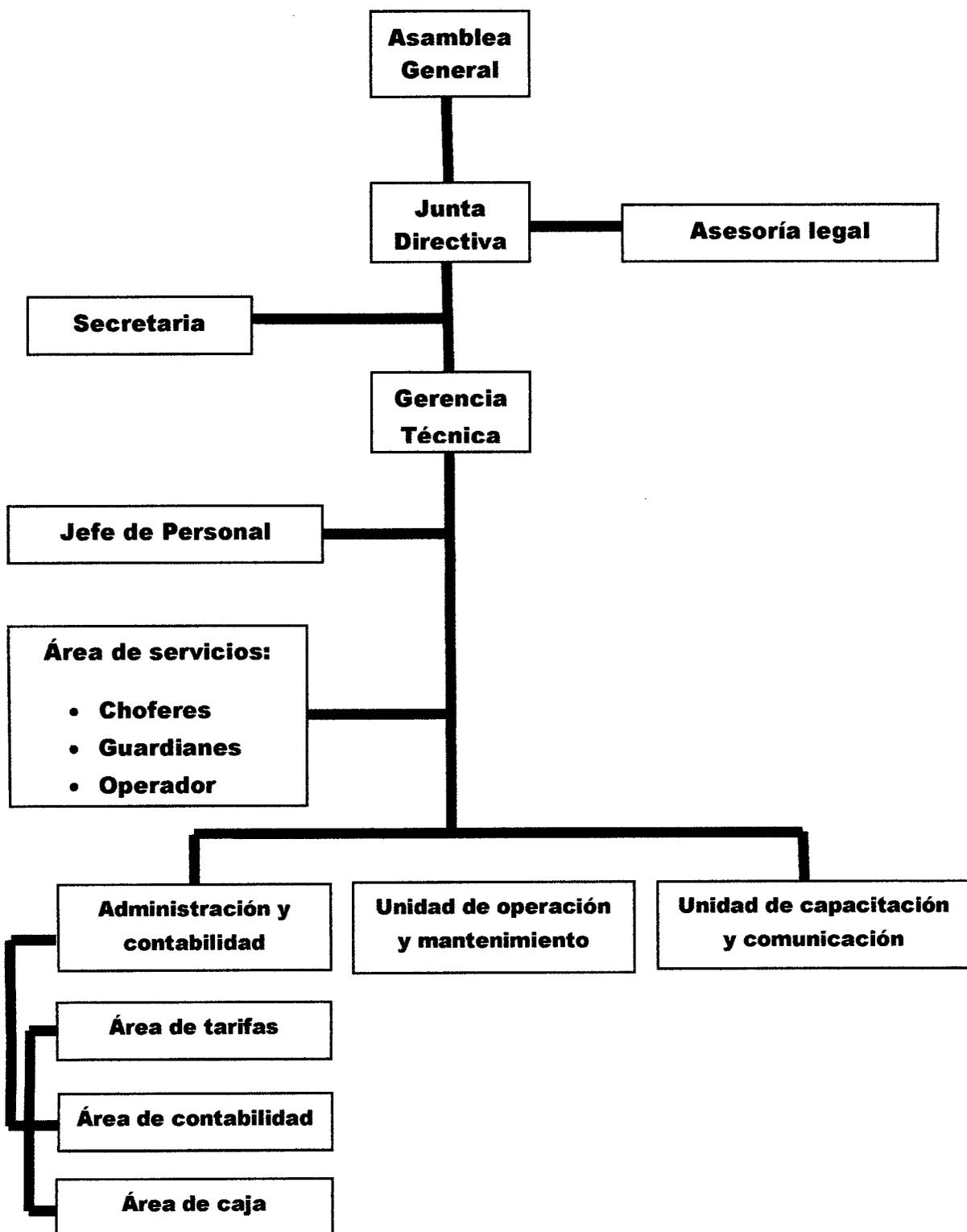
**ANEXO 05: Registro de aforo de distribución.**

**ANEXO 06: Esquema Hidráulico.**

# **ANEXO N° 01**

**MANUAL PLAN DE OPERACIÓN  
Y MANTENIMIENTO**

## ORGANIGRAMA DEL JUDRA



## **Mantenimiento y operación**

### **Aspectos generales**

El mantenimiento reviste gran importancia en los proyectos de riego, pues es frecuente que estos no funcionen adecuadamente solo por falta de mantenimiento, impidiendo un rendimiento óptimo de costosas obras de infraestructura.

El mantenimiento, conjuntamente con la operación, está ligado al diseño. Por ejemplo muchos canales de riego no se mantienen adecuadamente debido a que en el diseño no se considera un camino que facilite la inspección y traslado de materiales en caso de deterioros que tengan que repararse o el caso de instalación de compuertas pesadas en bocatomas llevadas a obra con vehículos que usaron la plataforma del canal como camino y luego este camino se anuló por la construcción del canal y cuando quiera llevarse la compuerta a un taller no es posible hacerlo.

Otro aspecto importante en el diseño, que tiene que ver con el mantenimiento es cuando se diseñan obras que requieran costosos y frecuentes mantenimientos. El campesino llega a sentirse incapaz de mantener un esquema de gastos y esfuerzos por encima de su capacidad, abandona la tarea y el proyecto se anula. Esto ocurre normalmente en canales que atraviesan zonas de deslizamientos.

### **Un plan de mantenimiento debe considerar lo siguiente:**

- Debe haber una organización que disponga de presupuesto, personal y equipo para el mantenimiento y reparaciones.
- El plan de mantenimiento debe cubrir todos los aspectos del proyecto de riego y obras complementarias como son caminos, equipo de comunicación, equipo de control (estaciones pluviométricas, de aforo, cabañas, etc).

En el sistema de riego debe estar comprendido el sistema primario como represas, bocatoma, canal principal, dren principal, etc. En el secundario los laterales y en el terciario las regaderas y drenes primarios.

### **b) Problemas más frecuentes**

Los problemas de mantenimiento más comunes en los proyectos de riego son los siguientes:

- Destrucción de compuertas.
- Falta de limpieza del canal.
- Falta de limpieza de estructuras de medición y desarenadores.
- Falta de limpieza y conservación de caminos de inspección.
- Falta de reparaciones de tramos revestidos de canal, facilitando las ampliación de los deterioros.
- En los drenes abiertos casi nunca se hace limpieza de sedimentos o vegetación.
- En los drenes entubados, no se hace control de su funcionamiento por tanto no se toman previsiones de mantenimiento.
- En los equipos de bombeo no se hace mantenimiento preventivo.
- En las represas se da muy poca atención a su control y mantenimiento de tomas y vertederos.
- En las bocatomas no se hace mantenimiento preventivo de compuertas.

### **c) Tipos de mantenimiento**

Todo proyecto requiere de diferentes tipos de mantenimiento, enunciados a continuación:

- Mantenimiento normal o rutinario.
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento de emergencia.
- Mantenimiento estructural esencial (estructuras).
- Actualización de mantenimiento diferido.
- Rehabilitación, cuando el volumen de trabajo del mantenimiento diferido, resulta muy alto. Este caso es el más frecuente en los proyectos de riego.

### **Guía de mantenimiento de las principales estructuras de riego**

La experiencia de campo de los usuarios de agua nos permite enfocar la siguiente guía de mantenimiento hacia las estructuras que más incidencia tiene en una apropiada gestión del recurso agua con fines agrícolas.

Las estructuras que deben tener un adecuado y especial programa de mantenimiento son:

## **Represas o reservorios.**

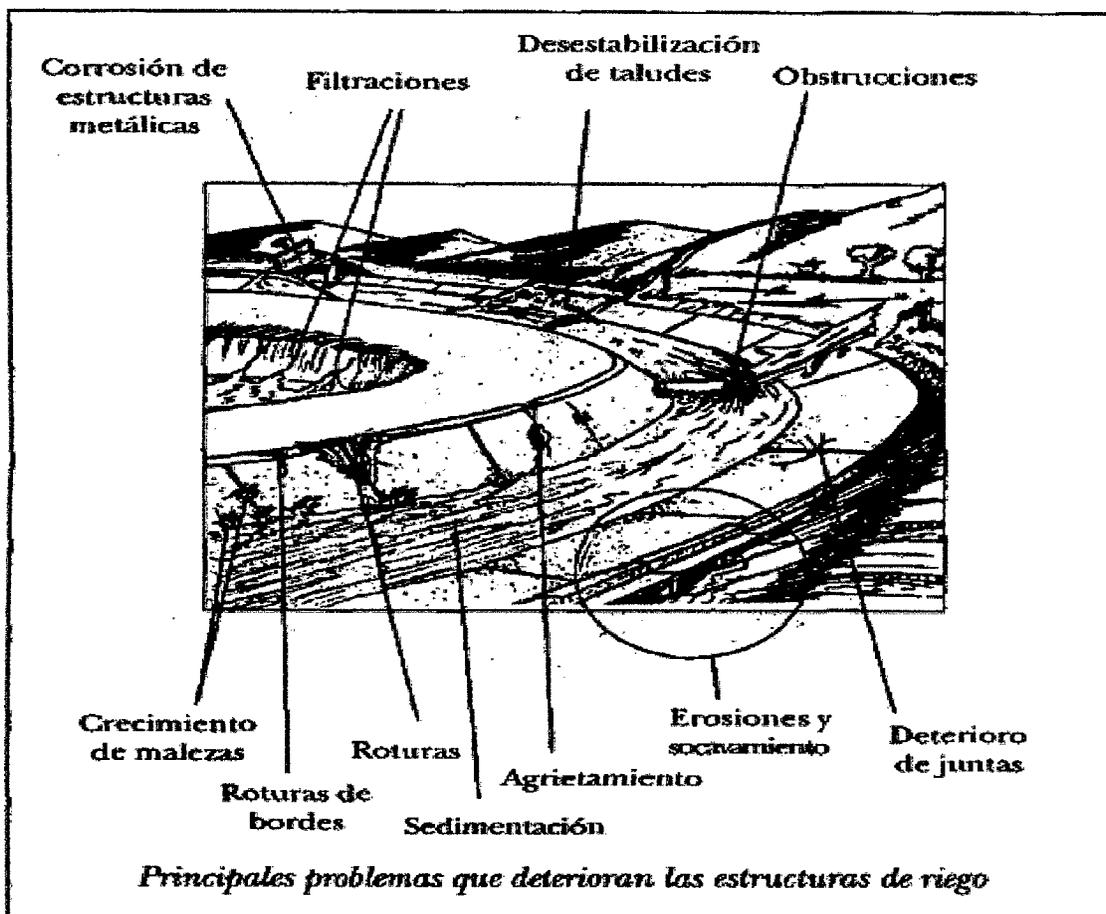
- Bocatomas.
- Canales de conducción.
- Drenes.
- Obras de arte y metálicas.
- Vías de comunicación y/o acceso.

Los principales problemas que deterioran las estructuras y reducen la eficiencia de riego son:

- Sedimentación y/o colmatación.
- Filtraciones por agrietamientos.
- Deterioro de juntas de dilatación (canales revestidos con concreto) .
- Erosiones y socavamientos.
- Crecimiento de malezas.
- Rotura de bordes.
- Otras roturas.
- Obstrucciones.
- Desestabilización de taludes.
- Acumulación de materiales de limpia.
- Corrosión de estructuras metálicas.
- Lubricación inadecuada de guías de compuertas.

Los programas de mantenimiento deben realizarse por lo general en la época de menor demanda de agua (en otras palabras, al finalizar la campana agrícola grande).

Durante la campana agrícola se deben realizar inspecciones periódicas y efectuarse las reparaciones necesarias previa planificación, para que los cortes de agua no perjudiquen demasiado a los usuarios.



### **Mantenimiento de bocatomas**

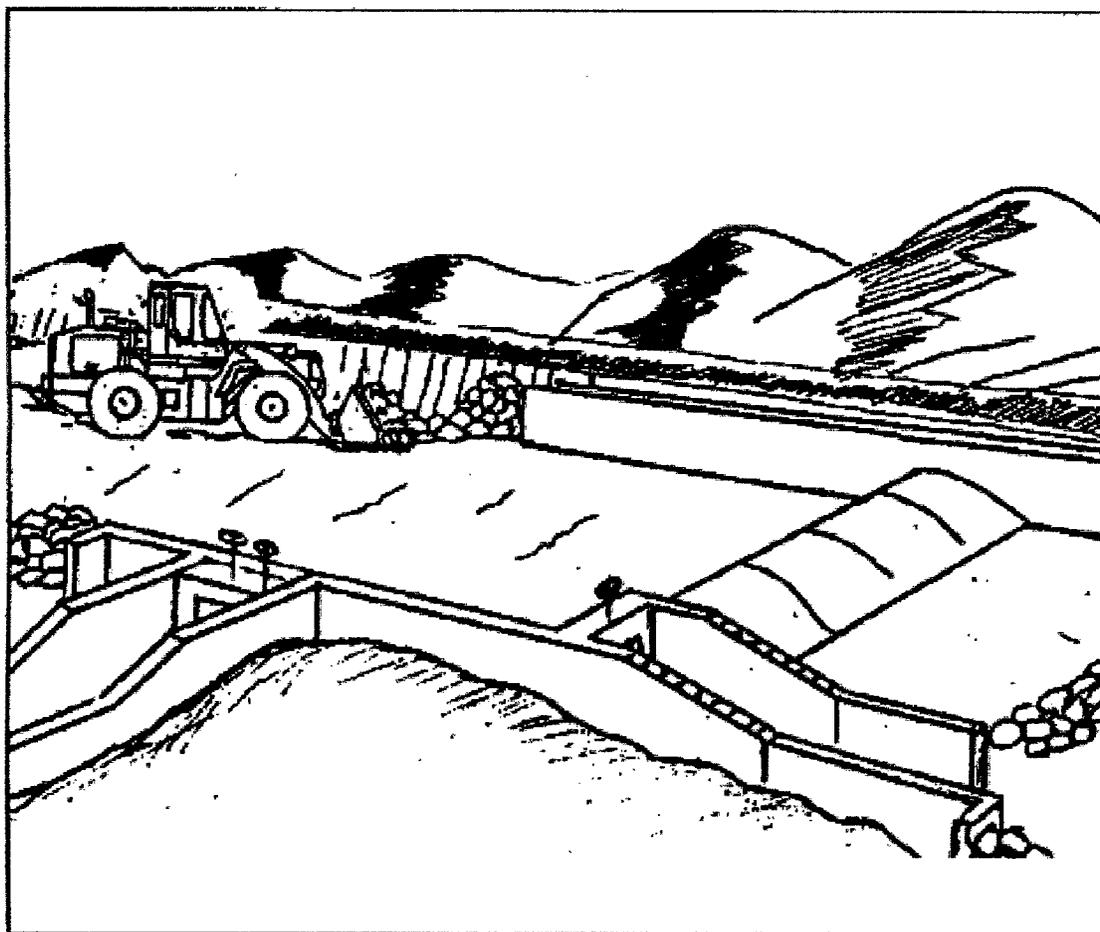
El mantenimiento de bocatomas y riberas de los ríos debe realizarse con maquinaria pesada que supere los 120 HP (tractores de oruga, cargadores frontales).

Los trabajos consisten fundamentalmente en reforzar y reparar las estructuras existentes; los diseños que se emplean están orientados a controlar y reducir la erosión hídrica que

Se produce sobre todo en los sectores críticos en las épocas de avenidas del río.

Estos trabajos garantizan una adecuada captación de las aguas del río hacia los canales de derivación, así como la protección de los terrenos de cultivo.

Los trabajos de mantenimiento deben realizarse indefectiblemente en las épocas de estiaje de los ríos; esto permitirá asegurar trabajos adecuados en los tiempos permisibles en todo sentido (acarreo de materiales, facilidad de maquinaria para ingreso al río, menor consumo de combustible).



*Trabajos de mantenimiento de bocatoma.*

### **Mantenimiento de canales**

El objetivo principal de esta acción de mantenimiento es garantizar la capacidad de conducción de agua de acuerdo con el diseño de caudal de la estructura.

#### ***En canales revestidos***

Los canales de riego revestidos requieren de labores de mantenimiento tales como:

- Extracción y/o descolmatación de sedimentos que se presentan después de cada campaña agrícola (descolmatación raspado de paños, eliminación de malezas). El crecimiento de malezas dentro de canales revestidos de concreto indica que existen agrietamientos y que el sistema empieza a colapsar (hundimientos, roturas, socavamientos) si no se le da la importancia y acción correctiva del caso en forma oportuna.

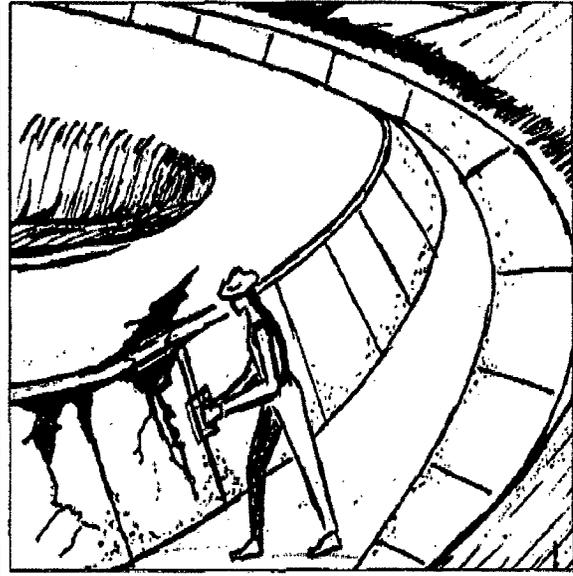
- Resane de grietas en las losas de concreto. Los agrietamientos o erosiones se reparan empleando morteros de cemento-arena, picando y limpiando previamente el agrietamiento y aplicando una lechada de agua-cemento sobre el concreto viejo antes de colocar el mortero. Si se producen fracturas de consideración o asentamientos del canal, es necesario reemplazar algunos paños del revestimiento, compactando antes el terreno donde este se apoyara.

En las juntas de dilatación, previa labor de limpieza de la misma, se debe restituir el material original deteriorado con materiales flexibles (brea, asfalto, resinas, etc.).

Aguas abajo del revestimiento o de las estructuras se producen generalmente erosiones o caídas en el canal no revestido, cuyos tramos deben ser protegidos mediante enrocados en el piso o en los taludes, en una longitud que permita amortiguar la velocidad de salida de las aguas.



*Mantenimiento de juntas de dilatación de canales revestidos.*



*Canales revestidos: resane de grietas.*

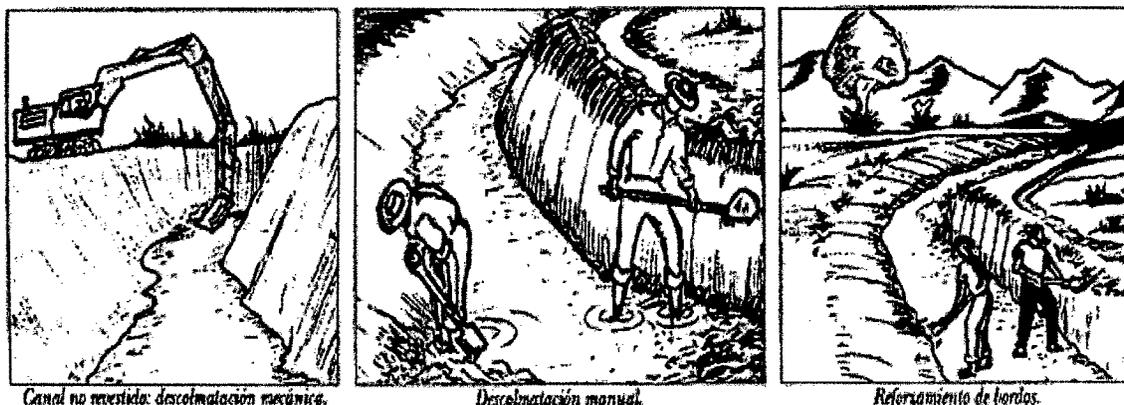
### **En canales no revestidos**

Las principales actividades de mantenimiento en este tipo de estructuras son:

- Descolmatación de la base del canal, llegando a las medidas originales de diseño.
- Deshierbo o desbroce de los bordes; eliminación de vegetación.

- Reforzamiento de bordes y relleno de roturas con material adecuado. Para estos trabajos se puede utilizar maquinaria bulldozer tipo D-4 a D-6, o se los puede hacer manualmente, dependiendo del tamaño y volúmenes (caudal) que conducen los canales.
- Cajeo o rectificación de taludes.
- Extendido de material de limpia, para evitar alturas exageradas. Cuando no existiera sitio para el extendido, es necesario el uso de volquetes para trasladar el material a otros lugares donde no obstaculice las labores ni el tránsito.
- Cuando recién se construye un canal (revestido o de tierra), pueden presentarse problemas como filtraciones, roturas, etc. Para observar estas imperfecciones, al principio es necesario poner relativamente pequeños caudales e ir represando el agua por tramos; luego, en forma progresiva, se irá llenando el canal en toda su longitud.
- Si hay filtraciones y estas no son excesivas, pueden corregirse regulando el caudal (altura del agua) dando tiempo para el asentamiento del bordo y drenando los excesos de agua. Al echar el agua hay que evitar los cambios repentinos y violentos, ya que estos producen erosión.
- En canales revestidos también se presentan problemas de filtraciones y asentamientos; por eso la puesta en operación debe ser gradual, y se deben supervisar las estructuras (caídas, tomas, alcantarillas, compuertas, etc.).
- También se aumenta la resistencia a la filtración cuando se extiende, antes, una capa impermeable de arcilla sobre el fondo y taludes del canal.
- Cuando los bordos se rompen se colocaran piedras sueltas y macizas (zampeado) para afirmar la base del suelo.

Se puede permitir el desarrollo de alguna vegetación en los bordos, pero con especies que impidan el crecimiento de malas hierbas. Se recomienda hacerlo sobre todo en tramos críticos (propensos a la erosión), con el fin de darles una mayor consistencia.



### **Mantenimiento del sistema de drenaje**

La principal función del drenaje es evitar la elevación del nivel freático, pues ella conduce a la salinización de las tierras y las vuelve improductivas (menos kilogramos por hectárea)

Las principales labores de mantenimiento en los sistemas de drenaje son:

- Extracción de sedimentos y/o colmatado.
- Desbroce o eliminación de vegetación.
- Reparación de taludes.
- Desarenamiento de salidas al mar.

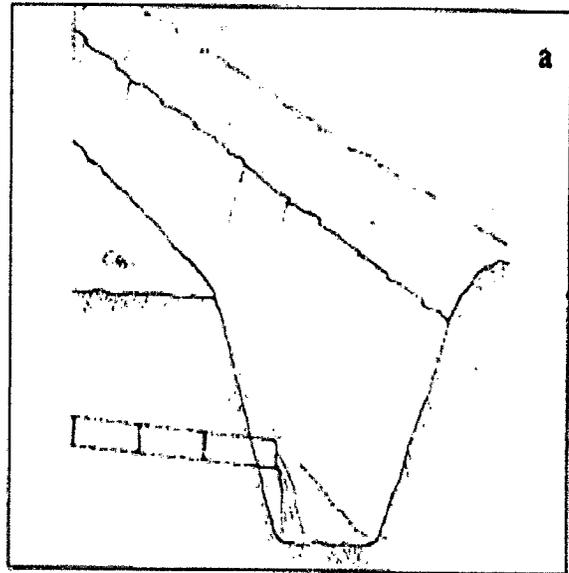
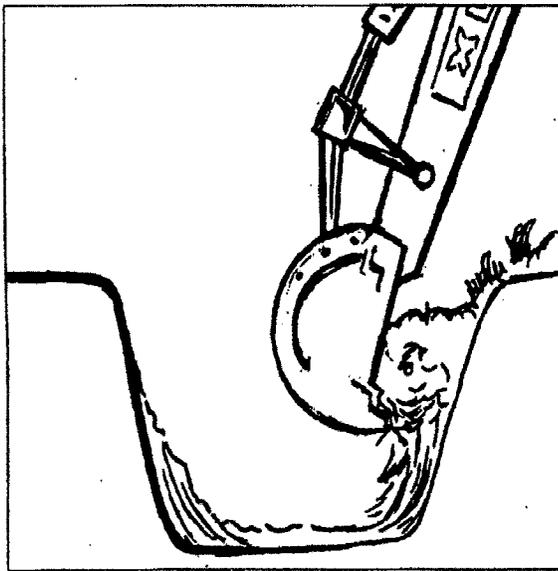
### **Drenes abiertos**

Las actividades de limpieza de sedimentos (descolmatación) se deben efectuar cuando el material acumulado en la sección haya alcanzado una altura mayor a 0,30 m. Ello se determinara por diferencias de altura. Esta acción debe realizarse por lo menos dos veces al año.

La frecuencia de la eliminación de la vegetación depende del ciclo vegetativo de la planta y de las condiciones climáticas de la zona. Esta acción se realiza manualmente o con utilización de maquinaria pesada (retroexcavadoras, palas mecánicas). La vegetación del fondo de los drenes aumenta el tirante de agua y pone en peligro las estructuras -como alcantarillas y salidas de drenes subterráneos-, por lo que debe realizarse dos veces al año, procurando extraerla de raíz.

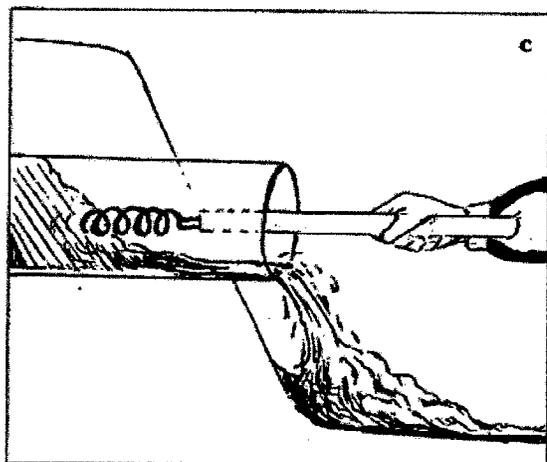
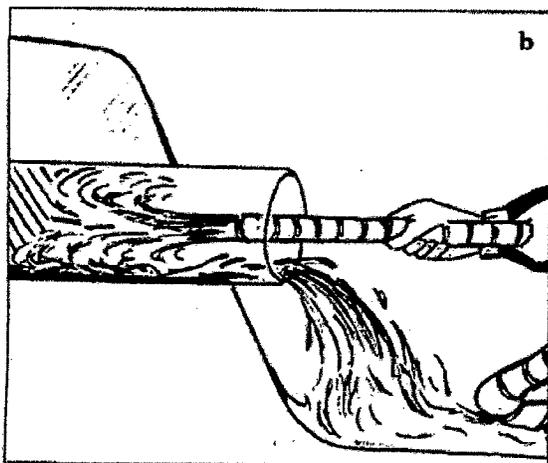
La vegetación de los taludes debe controlarse en forma sistemática con cortes periódicos; ello permitirá, en suelos arenosos, controlar la erosión y disminuir la resistencia al flujo de agua.





*Este mantenimiento puede hacerse mecánicamente.*

La limpieza de los tubos puede ser ejecutada, según la causa de la obstrucción, anualmente o de acuerdo con la capacidad de funcionamiento. Es más importante en los primeros años después de su instalación. La limpieza se efectúa introduciendo varillas o tubos semirrígidos (de PVC para agua a presión) en los tubos, o mangueras (figura b), y bombeando agua para arrastrar los sedimentos hacia la salida del dren, o mediante espirales de acero para extraer las raíces del interior de los tubos (figura c).



### **Mantenimiento de vías de acceso y/o vigilancia**

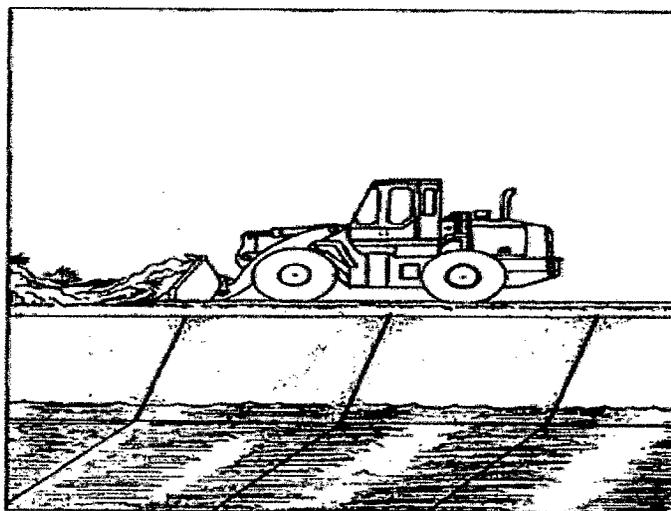
Los caminos deben estar en condiciones que permitan el tránsito normal de vehículos y de la maquinaria de mantenimiento.

Los trabajos consistirán en la limpieza, nivelación y relleno en todos los tramos necesarios; si se requiere, en algunos tramos se deberá efectuar labores de compactación.

Se debe evitar que los bancos de escombros eleven continuamente el camino, para lo cual es preciso efectuar trabajos de nivelación de los mismos.

Esta actividad es necesaria para mantener el material de sedimento o excavación de los drenes esparcido uniformemente sobre el camino de mantenimiento, o sobre los terrenos agrícolas aledaños. Esta fase se debe ejecutar una vez que el material se encuentre en condiciones físicas de fácil movimiento.

Como parte de los bordos y bermas de los canales y drenes constituyen también caminos necesarios para la operación del distrito, la conservación de estos es parte de la conservación de los caminos de vigilancia o servicio.



### **Mantenimiento de estructuras metálicas y obras de arte**

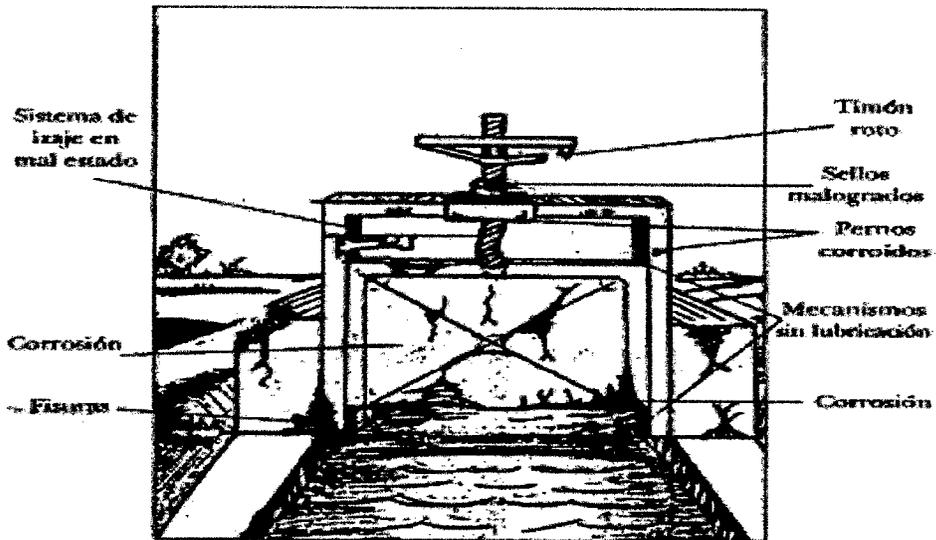
Desde su puesta en servicio, estas obras deben ser mantenidas eficientemente para evitar daños cuya reparación o su construcción resultan costosas. Una mala política de mantenimiento acorta la vida útil de la obra y anula el objetivo de la misma.

Principales acciones de mantenimiento:

#### **Estructuras metálicas**

- Revisión y/o cambio de sellos de hermeticidad.
- Cambios de pernos corroídos.
- Engrase periódico de cables de izaje y en las bocinas de los pivotes.
- Lubricación periódica de diversos mecanismos

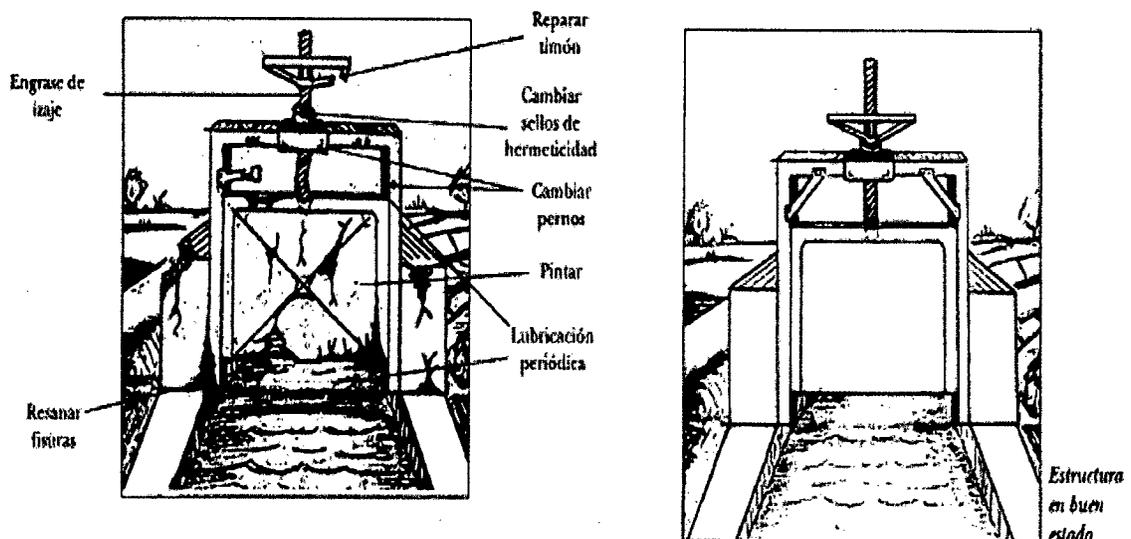
- Pintado de compuertas (rasqueteo, uso de pinturas epóxicas-anticorrosivas marinas).



### Estructuras de concreto

- Resane de fisuras.
- Todo concreto antiguo que deba removerse debe picarse y humedecerse con agua limpia, removiendo todo el material suelto para luego aplicar el material nuevo. Cuando el deterioro es excesivo es recomendable el cambio completo.

En general, las partes metálicas y de madera de las estructuras en los canales, tales como compuertas, tubos, válvulas, etc., deben pintarse y lubricarse para prolongar su duración.



## **MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO**

### **PARTES DEL SISTEMA DE RIEGO**

**Bocatoma:** Capta el agua de la quebrada, río, manantial o agua subterránea.

**Desripador:** Ayuda a retener las piedras que ingresan al sistema.

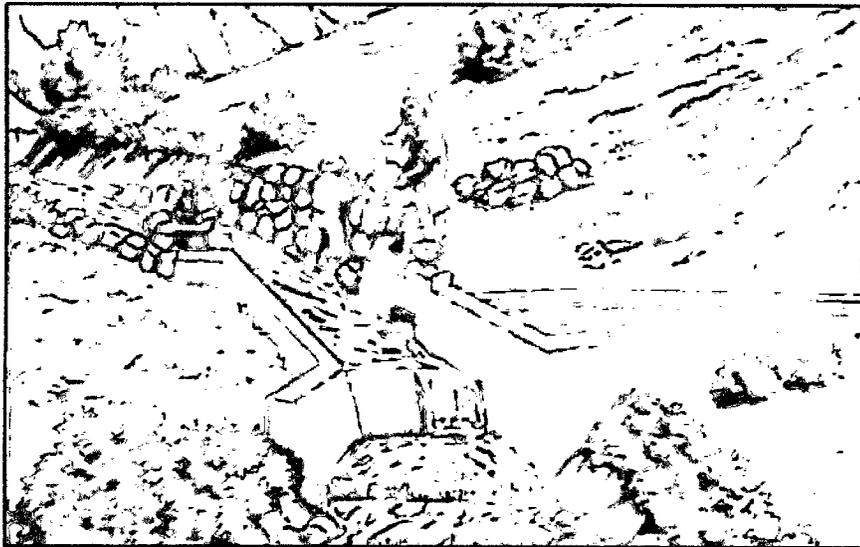
**Desarenador:** Ayuda a retener los sedimentos que ingresan por la bocatoma.

**Canal de conducción y Distribución:** Conduce el agua a los sectores hasta las tomas laterales para las parcelas a regar.

**Reservorio Nocturno:** Almacena el agua que no es utilizada en la noche para poder ser utilizada durante el día.

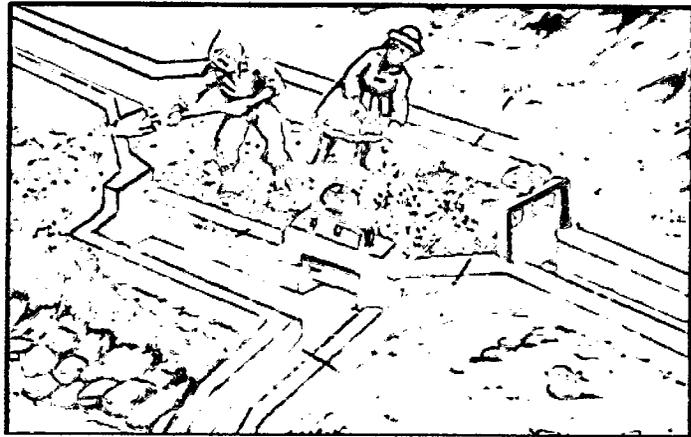


- **LA BOCATOMA SE DETERIORA PORQUE:**
  - La bocatoma se colmata y afecta los muros y compuertas, por las piedras, canto rodado, bolonería, palizada, etc., que son arrastradas por el río en épocas de lluvias o avenidas las mismas que golpean la estructura.
  - Las compuertas metálicas se oxidan por falta de mantenimiento.
  - El mantenimiento se realiza en la época de estiaje, es decir, en época cuando no llueve, en el caso de la región costa donde la precipitación es mínima se debe programar en los meses de menor caudal en los ríos que son en los meses de agosto o setiembre.
  - Proteger los bordes del río con muros de piedra.
  - Reparar los daños pequeños inmediatamente después del sucedido, no esperar a que el problema se agrande.
  - Se pueden utilizar materiales de la zona como piedra, cal o arcilla, o cemento con hormigón para los muros de encauzamiento.
  - Engrasar y pintar las compuertas de toma y de limpia para evitar que se oxiden (utilizar pintura anticorrosiva)
  - En el caso de una bocatoma tipo tirolesa, la rejilla y el canal colector, debe ser revisados y limpiados permanentemente.



### **EL DESARENADOR.**

- Es una estructura ubicada generalmente, inmediatamente después de la bocatoma y antes de una estructura de almacenamiento como un reservorio o también los canales de conducción.
- Sirve para retener arena y piedras pequeñas que transportan las aguas superficiales, no dejándolas pasar al canal de conducción.
- El desarenador tiene las siguientes partes: +
  - Poza desarenadora.
  - Transición de entrada y salida.
  - Compuertas.
  - Aliviadero.
  - Poza del desarenador.
- El aliviadero no permite que pase exceso de agua al canal de conducción.

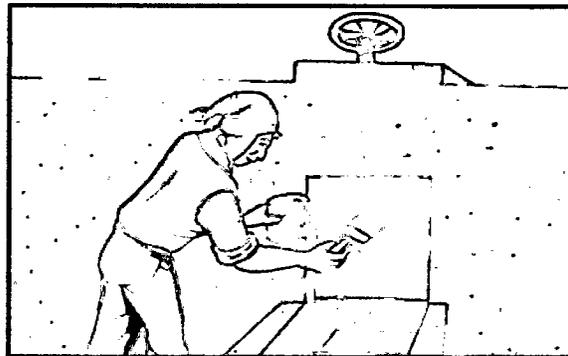


### **EL DESARENADOR SE MALOGRA PORQUE:**

- El material depositado en la estructura, provocan reboses que erosionan y debilitan las estructuras, para evitar se debe limpiar oportunamente la arena y lodo depositados en la poza del desarenador.
- No se protegen con pintura y grasa las compuertas y por ello se oxidan.

### **CÓMO SE REALIZA EL MANTENIMIENTO DEL DESARENADOR.**

- Limpiando la poza del desarenador en época de verano o cuando se observe que está colmatada de piedras y arena depositados en la poza.
- Engrasar y pintar las compuertas con pintura anticorrosiva, limpiar las hierbas que crecen alrededor, resanar fisuras en la estructura.

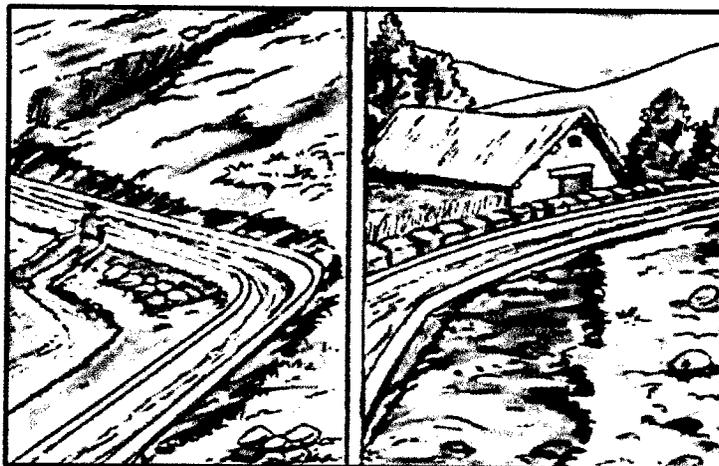


## **EL CANAL DE CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN Y ENTREGA A PARCELA.**

El canal de conducción lleva el agua desde la bocatoma hasta los canales secundarios o de distribución y finalmente hasta las parcelas donde se encuentran los cultivos a regar de acuerdo a la dotación hídrica que se requiere.

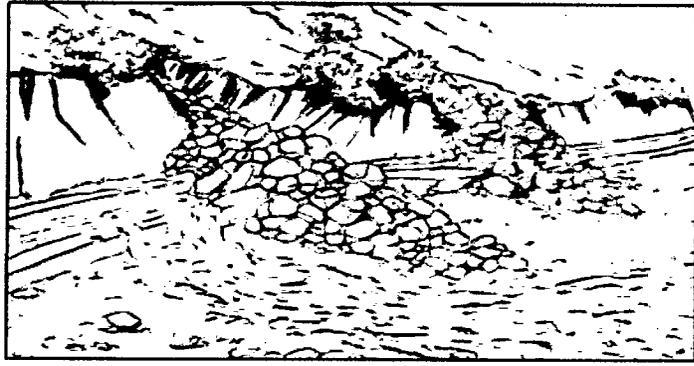
### **PUEDEN ESTAR CONSTRUIDOS:**

- Concreto ciclópeo, cuando las paredes y el piso del canal son de concreto con piedras medianas de 8 a 10 cm de diámetro.
- Concreto simple, es decir cemento y hormigón.
- Geomembrana, tuberías de PVC, HIPE entre otras.
- Con materiales del lugar como champas o mampostería de piedra, es decir con arcilla, cal y piedra.
- Canal en piedras labradas.
- Canal en tierra.

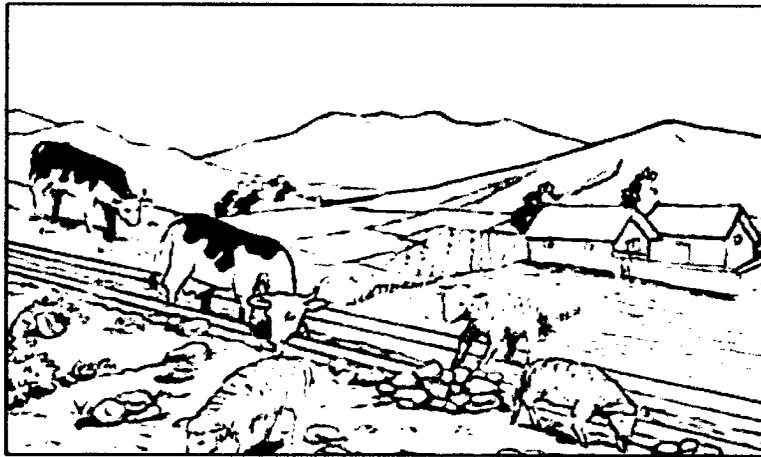


### **EL CANAL SE MALOGRA PORQUE:**

- El canal es tapado en su trayectoria por los derrumbes ocasionados por las fuertes lluvias que humedecen los terrenos que se ubican en ladera, ocasionando deslizamientos.



- Los animales al pasar o tomar agua pueden romper el muro del canal. Se debe construir bebederos o puentes.



- Algunos usuarios llevan el agua a sus chacras represando y haciendo rebalsar por encima de los muros del canal de conducción. Se debe solicitar al operador la colocación de una compuerta de ser necesaria.



- Las piedras y las hierbas que se encuentran en el canal no permiten el paso del agua. Estas se deben limpiar.



- Si se abren tomas de riego en cualquier parte del canal, se malogra el canal perjudicando a los vecinos y el agua no podrá llegar a las chacras de los demás.



### **LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO DEL CANAL.**

- Se debe hacer limpieza por lo menos cuatro (4) veces al año, al finalizar cada uno de los trimestres, que coinciden con las épocas de siembra, cosecha, época de lluvias, etc.
- Estos trabajos que se hacen en faenas con los usuarios, son dirigidos por los dirigentes de la organización de usuarios.
- Se debe cortar las hierbas cada vez que crece, tanto en la caja del canal como en el borde, para que el agua corra más rápido y no rebalse.



- Se debe reparar los canales malogrados con materiales comprados con el dinero de las tarifas de agua y cuotas de riego aprobados en la asamblea general.
- Estos materiales son generalmente de cemento, arena, cal y arcilla.



- Utilizando materiales del lugar como la champa, arcilla y piedra.



- Para evitar que los derrumbes malogren el canal, se debe proteger con plantación de arbustos y árboles en la ladera por encima del canal.



#### **EL RESERVORIO NOCTURNO.**

- El reservorio nocturno se construye cuando hay poca disponibilidad de agua en el riachuelo o manantial y ésta no va a alcanzar para regar todos los terrenos de día.
- El reservorio sirve para poder almacenar las aguas que discurren por la noche y que se pierde, al no poder ser retenida para el uso durante el día.
- Sirve para almacenar el agua durante toda la noche.

#### **PUEDE ESTAR CONSTRUIDO DE:**

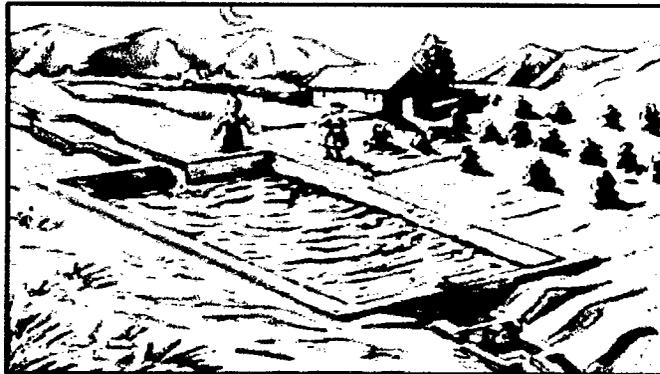
- Mampostería de piedra, es decir piedra, cemento, arena.
- Concreto simple, es decir cemento y arena.
- Concreto armado, es decir con concreto y fierro.
- Impermeabilizado con manta asfáltica o geomembrana, emulsión asfáltica o plástico especial.

## **LA CANTIDAD DE AGUA QUE ALMACENA EL RESERVORIO ESTÁ DE ACUERDO A:**

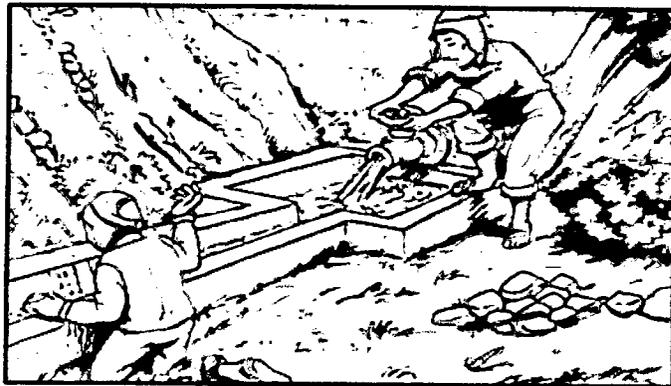
El planteamiento hidráulico del proyecto de riego ha considerado que en la zona sólo se riega de día, por ello requiere construir un reservorio nocturno, ya que en el día la cantidad de agua no es suficiente para satisfacer la demanda de agua de los cultivos, por lo que requiere almacenar el volumen de agua complementaria requerida durante la noche con el fin de utilizarla durante el día, es decir de 12 a 16 horas.



Determinándose el caudal de ingreso al reservorio y el tiempo de llenado se determina el volumen de almacenamiento; el tiempo de vaciado el cual en función al caudal de salida o descarga del reservorio.



- Para sacar agua del reservorio y regar se tiene que medir el caudal y regular la válvula.

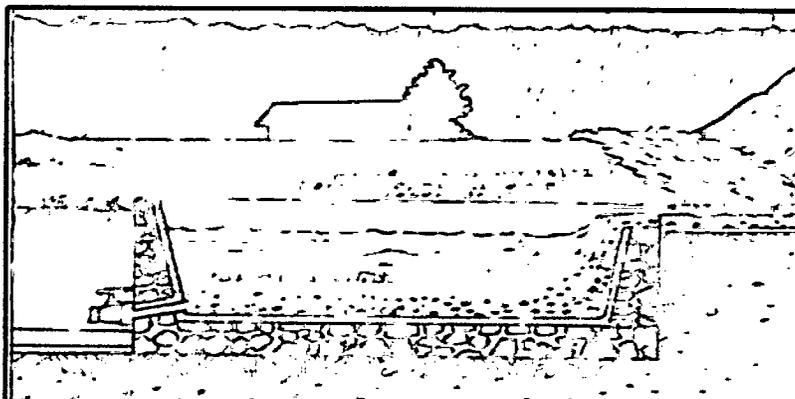


- Se prefiere regar de día, porque de noche no se puede regar por no poder visualizar o ver.



### EL RESERVORIO SE MALOGRA PORQUE:

- El agua del canal lleva tierra que se introducen al caer por los bordes del canal, se presentan en las laderas.
- El desarenador, no está funcionando porque está lleno de arena y gravas, el cual no retiene y permite el ingreso de estos materiales al reservorio.

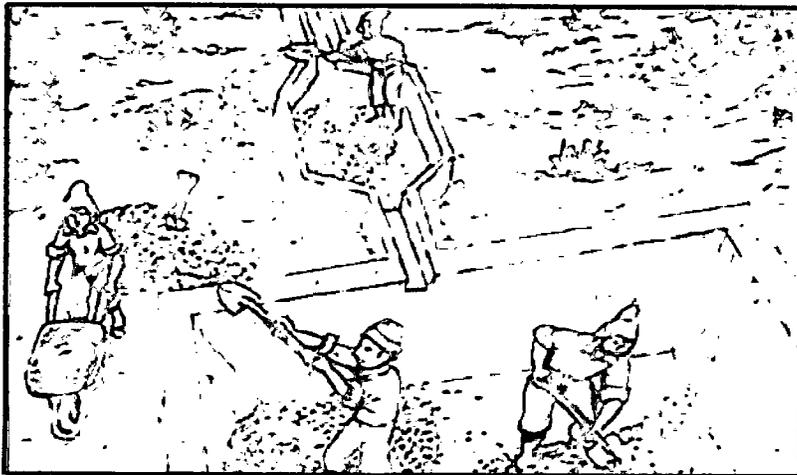


## QUÉ PASA CUANDO EL RESERVORIO ESTÁ SUCIO.

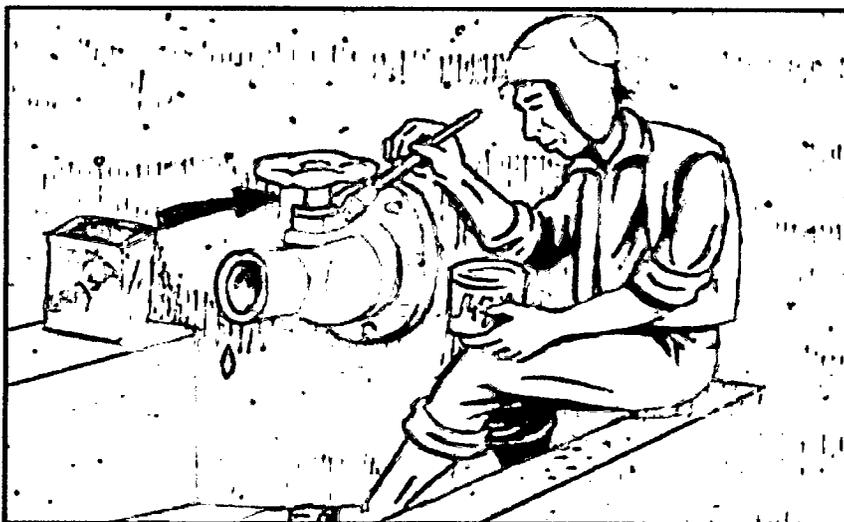
- Al estar sucio el reservorio, con bastante tierra, la capacidad de almacenamiento del reservorio disminuye.
- Se taponea u obstruye las válvulas.

## CÓMO REALIZAR EL MANTENIMIENTO DEL RESERVORIO.

- Sacar la tierra del reservorio cada vez que se deposita mucho material.

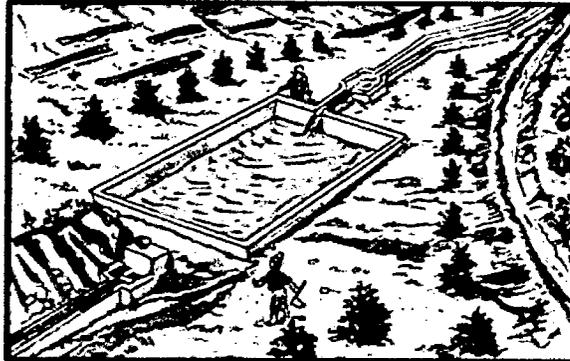


- Engrasar y pintar la válvula de salida.



- Proteger las laderas cercanas al reservorio con plantas arbustivas del lugar.

- Excavar zanjas de infiltración en las partes altas respecto al reservorio.



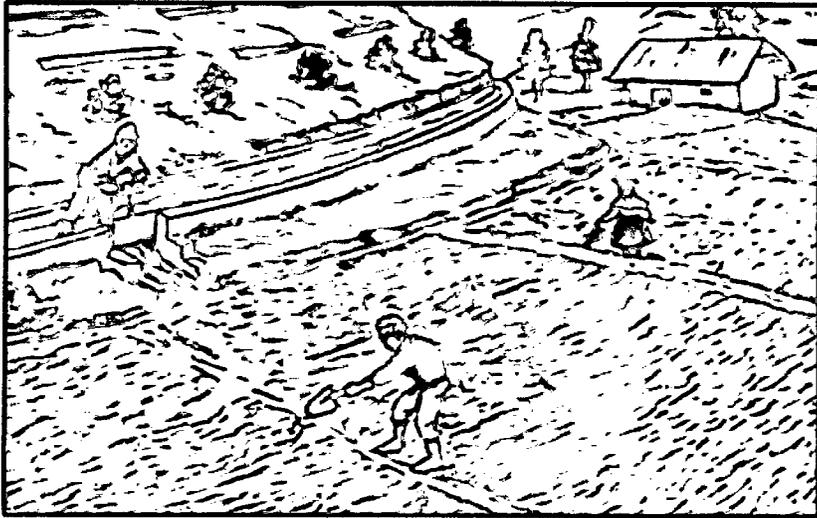
### **OBRAS DE ARTE MEDIDORES DE CAUDAL**

- Los medidores de caudal sirven para indicar cuánta agua se está utilizando.
- Se encuentran ubicados cerca de la bocatoma, a la salida del reservorio, en los canales laterales y en los partidores.
- Para que el medidor funcione bien, se debe tener limpio el canal de hierbas y tierra depositada.
- Limpiar la rejilla graduada.

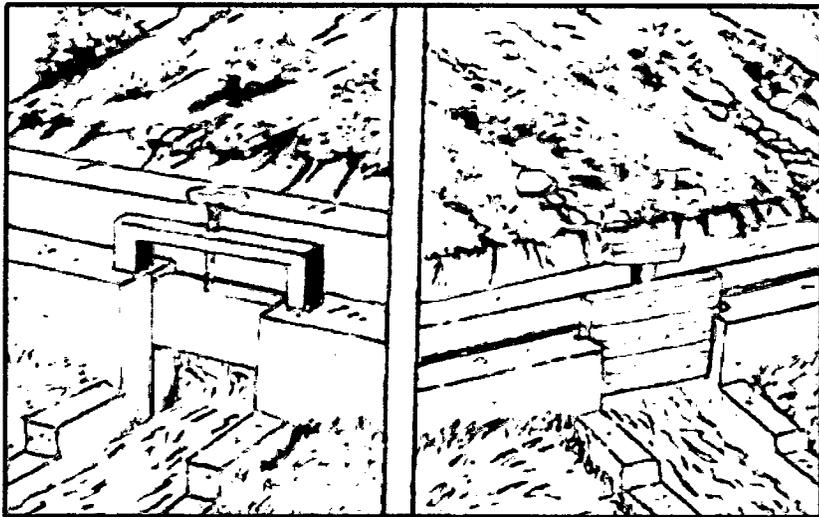


### **TOMAS LATERALES**

- Se ubica a lo largo del canal de conducción, cada cierto tramo a fin de proveer de agua a cada uno de los sectores de riego.



- Se debe engrasar y pintar las compuertas de metal o de madera.



## **ACUEDUCTOS.**

- Sirven para que el canal pase una quebrada profunda.
- Pueden ser de concreto armado o colgantes de cables de acero.
- Los animales no deben pasar por estas estructuras, porque su función únicamente es hacer pasar el agua.
- Los acueductos pueden ser:
  - ✓ Concreto armado, es decir, concreto y fierro.
  - ✓ Tuberías de pvc o metálicos.

- Para el mantenimiento se deben pintar las tuberías con materiales especiales para su protección del sol.
- Para los de concreto, se debe revisar que no presente piedras y tierras en su interior, para se debe limpiar y en caso de filtraciones, se debe cubrir con concreto con una brocha, sika al a fin de impermeabilizar la estructura.



### **CANOAS.**

- Sirve para que el agua con piedras y tierra, que vienen de las quebradas o manantes, pase por encima del canal.
- Cuando no existe esta estructura, el agua de las quebradas malogra el canal.
- Se deben limpiar y proteger los extremos de la canoa con muros de piedra, a manera de muros de encauzamiento.
- La estructura en la entrada como en la salida debe tener un buen empedrado en el piso, a fin de evitar socavamiento.



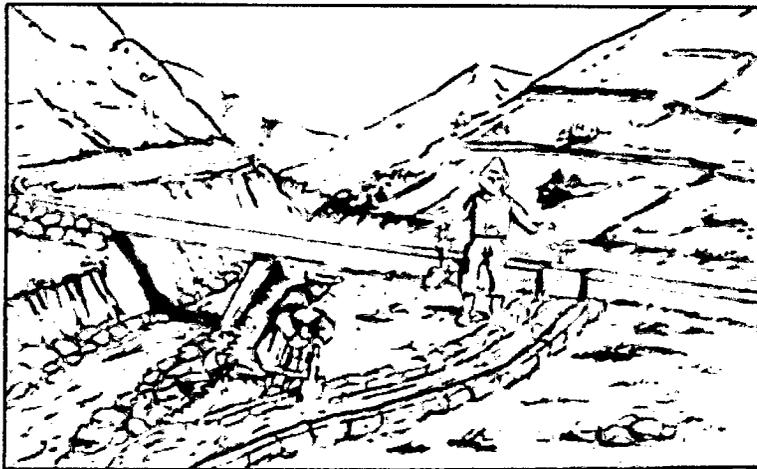
### **PASARELAS O PUENTES.**

- Se ubica donde los caminos cruzan canales y así se evita que el paso de la gente y de los animales malogren el canal.
- Si no se cuida, la gente y los animales vuelven a pasar por el canal, malográndola.



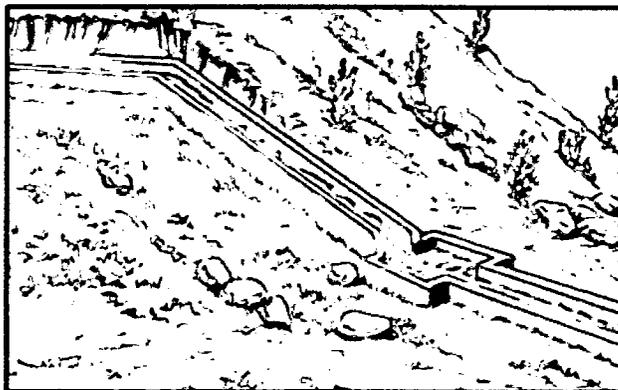
### **ESTRUCTURAS DE CONTROL DE CAUDAL.**

- Se necesita a veces derivar el agua del canal principal a una quebrada natural, cuando no se va a utilizar el recurso hídrico.
- Cuando se va a ejecutar la limpieza y mantenimiento del canal deben tener necesariamente su tarjeta de control.
- El cauce debe estar protegido adecuadamente con piedra en el piso y muros.



### **RÁPIDAS.**

- Son estructuras que se ubican donde existe un fuerte desnivel del terreno, por donde pasa el canal.
- Para el mantenimiento, se requiere revisar las juntas de empalme y mantener sin piedras la rápida, así mismo se debe aplicar Sika con brocha en las paredes y piso para evitar las filtraciones.
- Al final de la caída, se tiene una POZA DISIPADORA, que sirve para que el agua no salte, se debe revisar que ella no contenga piedras y/o arenas, ni rajaduras en sus paredes y/o piso. Debe aplicar concreto: Cemento más Hormigón con sika.



### **SIFONES.**

- Son tubos en forma de "U" invertida que sirven para sacar directamente el agua del canal a la parcela.
- A veces no se puede hacer toma lateral o portillos para las parcelas que están cerca del canal.

- Establecer en asamblea cuándo vamos a hacer mantenimiento.
- Conversar si necesitamos fondos / cuotas.
- Definir cuánto contribuye cada uno.
- Definir quién va a registrar y controlar las tareas.
- Ponernos de acuerdo respecto a estos puntos anteriores para evitar que después surjan malentendidos entre los usuarios.

### **ES IMPORTANTE PAGAR LA TARIFA DE AGUA Y LAS CUOTAS DE RIEGO**

- Se deben pagar las cuotas y tarifas de agua con fines agrarios, que nos servirán para comprar materiales como cemento, arena, repuestos y herramientas.



- En otros casos será necesario poner cuotas extraordinarias o vender parte de nuestras cosechas comunales.



# **ANEXO N° 02**

**PANEL FOTOGRAFICO**

FIGURA .01 En la figura se observa el deterioro del canal y las tomas laterales del canal.



FIGURA .02 En la figura se observa requiere manteamiento.

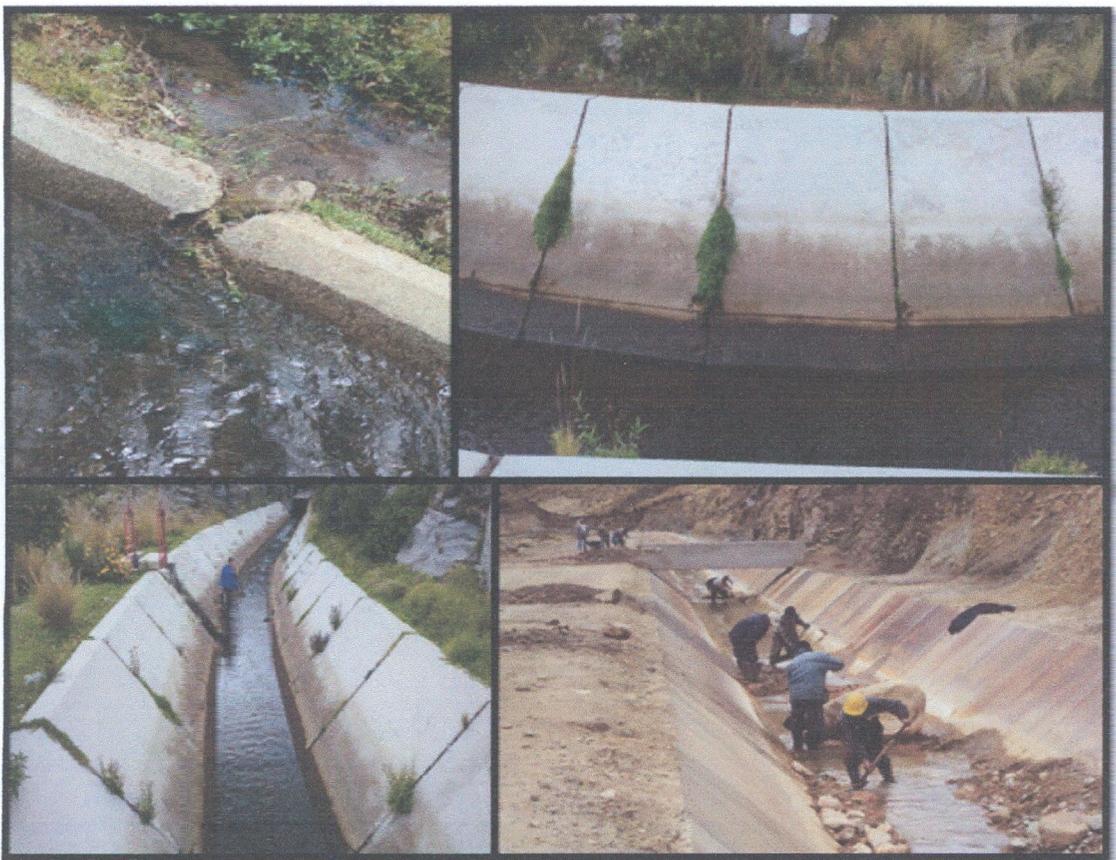


FIGURA .03 En la figura se observa en algunos tramos sifoneo de agua por algunos usuarios.



FIGURA .04 En la figura se observa colocación de miras para el control adecuado del caudal.

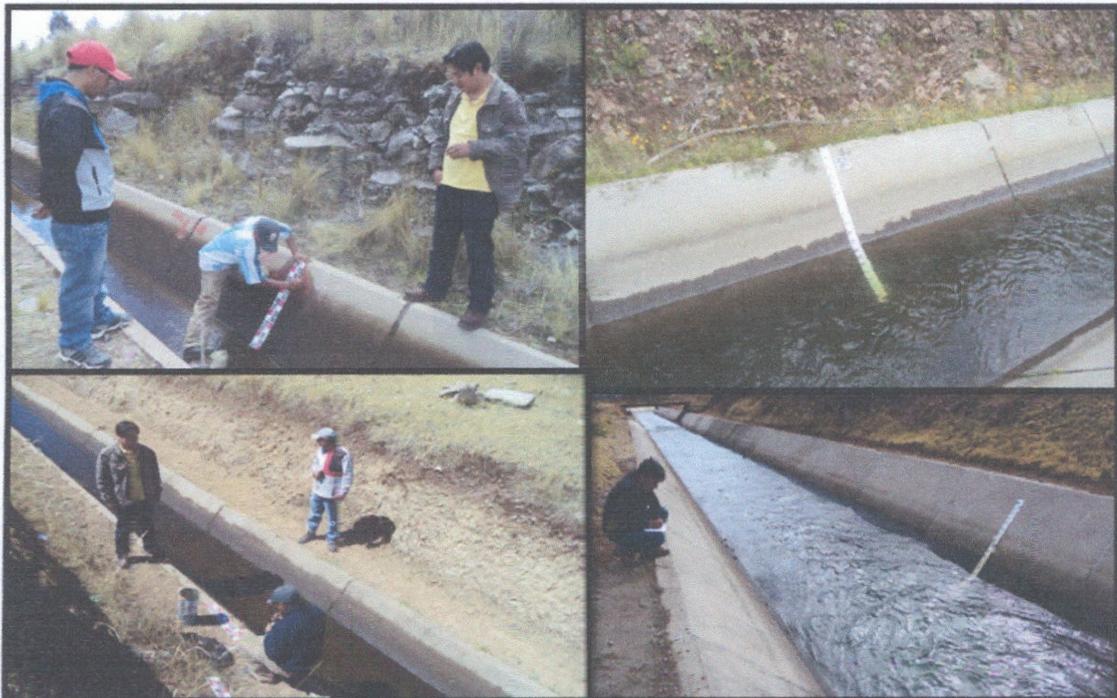
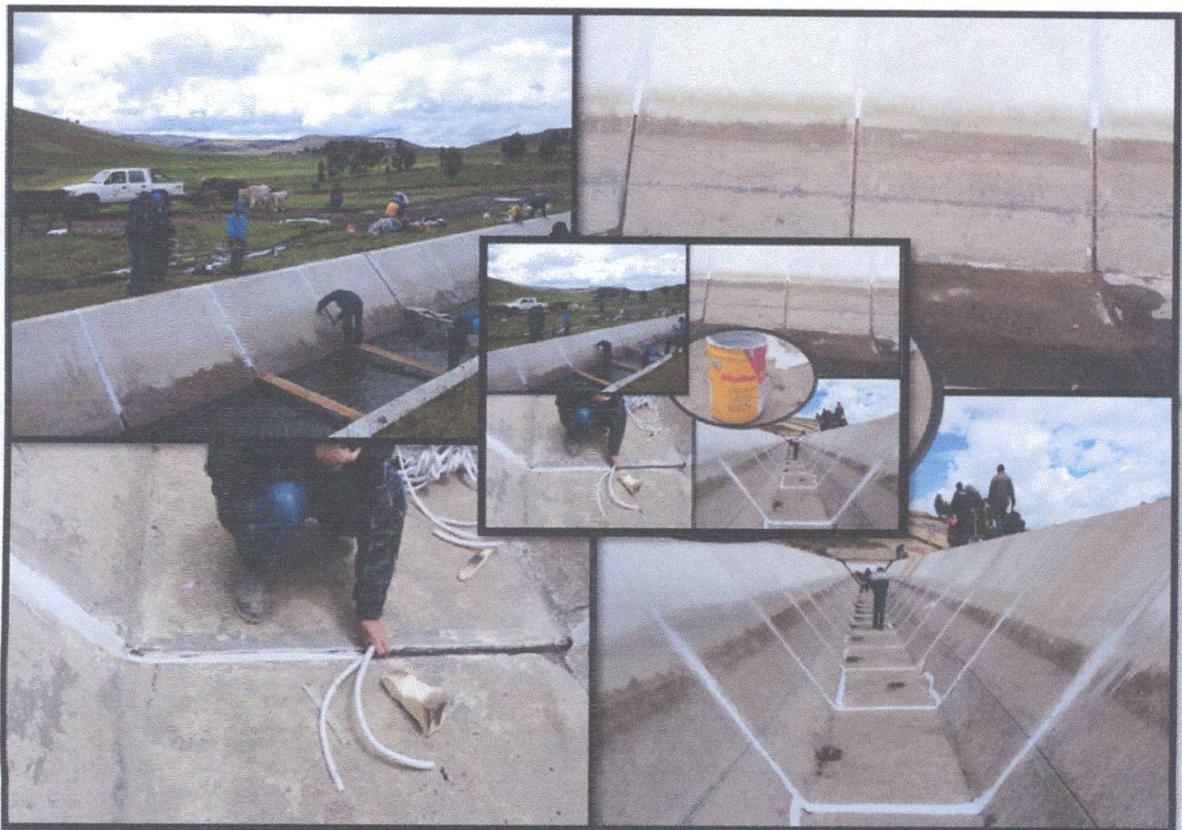


FIGURA .05 En la figura se observa la realización de aforos en los puntos del control.



FIGURA .06 En la figura se observa mantenimiento del canal por deterioro en la juntas de dilatación y algunas fisuras.



# **ANEXO N° 03**

**DATOS DE ESTACIÓN METEOROLÓGICA**



GUBIERNU REGIONAL DE AYACUCHO  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
RED HIDROMETEOROLOGICA

REGISTRO DE MEDIA MENSUAL TANQUE DE EVAPORACION (mm)

Estación : CUCHOQUESERA

Latitud : 13°25'50,22"S

Dpto: AYACUCHO

Código : 007

Longitud : 74°20'32,42" W

Prov: CANGALLO

Año : 2014

Altitud : 3724 msnm

Dist: CHUSCHI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1992	117.3	129.6	153.9	118.2	95.7	94.5	78.3	80.7	103.3	117.6	152.1	110.8	1352.0
1993	104.9	133.4	150.4	99.9	93.3	192.3	93.5	107.1	113.2	107.4	94.6	105.9	1395.9
1994	104.6	78.6	67.3	75.0	89.1	99.2	122.5	135.7	99.8	108.4	S/D	S/D	980.2
1995	104.9	134.3	132.1	63.5	28.6	40.3	42.5	61.0	53.7	70.5	71.8	77.5	880.7
1996	97.5	89.0	97.7	79.7	69.6	63.7	71.6	76.1	67.9	83.1	81.5	87.8	965.2
1997	101.2	83.9	85.0	74.2	81.2	123.8	128.4	106.2	119.1	138.4	108.0	114.8	1264.2
1998	97.0	109.7	97.5	96.5	116.8	100.4	119.2	121.4	121.8	107.5	102.2	95.3	1285.3
1999	86.7	74.4	79.4	74.1	75.6	83.7	76.6	89.8	85.7	98.1	111.7	114.7	1050.5
2000	85.1	91.1	72.2	83.3	89.6	82.6	88.9	98.0	123.6	102.7	127.7	107.1	1151.8
2001	105.0	91.2	84.4	80.2	79.5	72.6	84.6	97.9	98.9	111.6	105.7	147.6	1159.2
2002	116.5	86.0	83.5	70.1	72.8	79.7	79.0	95.9	82.8	114.5	103.8	140.2	1124.7
2003	108.0	70.0	72.0	75.5	116.2	86.4	89.2	87.6	108.7	111.6	106.0	120.8	1151.9
2004	98.8	72.5	82.7	82.4	88.4	76.3	77.7	81.3	83.8	88.4	91.5	88.0	1011.7
2005	87.3	78.5	81.2	87.0	102.4	124.6	93.5	107.1	106.6	108.4	124.9	107.7	1209.2
2006	112.7	84.7	81.2	81.4	105.5	92.4	108.2	111.3	113.0	134.7	94.6	103.1	1222.8
2007	100.7	90.4	75.1	81.4	95.3	102.5	102.1	122.2	92.4	124.1	137.9	114.0	1238.1
2008	70.4	68.2	76.7	95.1	S/D	87.0	114.5	119.1	130.5	116.8	127.0	130.1	1135.4
2009	81.4	59.5	71.5	90.7	101.9	112.2	110.0	127.9	112.4	125.3	125.3	125.3	1243.4
2010	86.2	97.8	104.2	106.3	107.0	111.9	126.7	132.9	124.4	118.9	114.5	94.4	1325.1
2011	92.6	69.6	92.3	50.4	97.5	117.5	85.7	82.7	92.6	91.4	132.3	124.0	1128.7
2012	73.1	63.2	77.6	69.7	89.5	82.4	85.7	88.6	82.0	S/D	S/D	S/D	711.9
<b>MEDIA</b>	<b>96.8</b>	<b>88.4</b>	<b>91.3</b>	<b>82.6</b>	<b>89.8</b>	<b>96.5</b>	<b>94.2</b>	<b>101.4</b>	<b>100.8</b>	<b>109.0</b>	<b>111.2</b>	<b>111.0</b>	<b>1142.3</b>

El tanque de evaporación fue retirado por personal Tec. Jony Arias Gutierrez para poder llevarlo a la estación de Ayna San Francisco. Lo cual dejo de registra este parámetro desde Octubre del 2012



GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
RED HIDROMETEOROLOGICA

REGISTRO DE TEMPERATURAS AMBIENTALES MENSUALES °C

Estación : CUCHOQUESERA

Latitud

: 13°25'50,22"S

Dpto: AYACUCHO

Código : 007

Longitud

: 74°20'32,42" W

Prov: HUAMANGA

Año : 2014

Altitud

: 3724 msnm

Dist: VINCHOS

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1995	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	8.0	8.1	9.3	9.1	10.4	10.3	10.2
1996	9.5	9.7	10.0	9.7	8.8	7.0	7.2	8.7	9.5	10.3	10.4	9.9
1997	9.7	9.4	9.5	8.9	8.7	7.3	7.8	7.5	9.5	10.6	10.0	11.1
1998	10.8	11.4	11.2	11.0	9.1	8.6	8.1	9.4	9.8	10.0	9.0	8.8
1999	8.9	8.6	8.9	8.2	8.1	7.2	6.6	7.4	8.5	8.2	9.1	8.9
2000	8.7	8.8	8.7	8.8	8.4	7.3	6.5	8.0	9.3	8.9	9.9	9.0
2001	10.0	9.6	8.8	8.3	8.0	7.2	7.6	7.7	9.4	10.5	10.7	S/D
2002	8.7	9.4	7.6	7.4	6.9	6.9	5.3	6.4	5.2	7.8	8.2	8.5
2003	9.8	9.8	9.3	8.9	8.5	8.2	7.4	8.0	8.6	10.3	10.7	9.8
2004	9.8	9.1	9.1	8.8	8.5	7.0	5.1	7.7	8.7	9.7	9.9	9.2
2005	9.3	9.5	9.0	11.6	8.6	8.9	8.9	9.6	10.0	11.0	11.7	10.9
2006	10.8	11.0	10.9	10.9	9.4	9.3	8.1	10.8	11.9	11.5	10.9	11.9
2007	11.1	10.3	9.4	9.9	9.6	9.4	8.2	9.7	8.9	10.3	11.3	10.2
2008	10.5	10.0	10.2	10.3	9.6	9.4	9.1	10.3	10.6	11.0	12.0	11.1
2009	10.6	10.6	10.6	10.7	10.2	9.8	9.3	10.0	10.9	12.0	11.5	11.5
2010	11.1	11.6	11.9	12.0	11.2	10.5	10.4	10.9	10.8	11.0	12.0	10.9
2011	10.3	10.2	9.4	5.5	8.1	8.5	8.3	8.5	9.5	10.0	10.7	10.3
2012	10.1	9.5	9.5	9.5	8.6	8.0	8.4	9.0	8.9	10.1	10.6	10.0
2013	10.8	11.4	11.2	11.0	9.1	8.6	8.1	9.4	9.8	10.0	9.0	8.8
2014	10.5	10.0	10.2	10.3	9.6	9.4	9.1	10.3	10.6	11.0	12.0	11.1
<b>MEDIA</b>	<b>10.0</b>	<b>10.0</b>	<b>9.8</b>	<b>9.6</b>	<b>8.9</b>	<b>8.3</b>	<b>7.9</b>	<b>8.9</b>	<b>9.5</b>	<b>10.2</b>	<b>10.5</b>	<b>10.1</b>



GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
RED HIDROMETEOROLOGICA

REGISTRO DE TEMPERATURAS MINIMAS MENSUALES °C

Estación : CUCHOQUESERA      Latitud : 13°25'50,22"S      Dpto: AYACUCHO  
Codigo : 007                      Longitud : 74°20'32,42" W      Prov: CANGALLO  
Año : 2014                        Altitud : 3724 msnm              Dist: CHUSCHI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1995	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	-3.4	-3.2	-1.8	-2.0	-1.2	-1.0	-1.4
1996	2.0	0.8	0.0	0.0	-3.8	-6.8	-5.4	-1.6	-1.4	-3.4	-0.6	0.4
1997	0.2	0.4	-0.2	-0.4	-3.0	-5.2	-4.2	-1.6	-1.0	-1.6	-1.2	1.4
1998	3.8	2.8	3.6	1.6	-3.8	-2.2	-3.6	-2.2	-5.4	-2.2	-3.0	-1.0
1999	0.2	0.6	0.2	-0.4	-2.4	-6.2	-7.6	-4.0	-4.4	-2.2	-5.4	-2.6
2000	0.0	-1.8	0.0	-1.6	-2.2	-3.6	-6.2	-3.4	-4.8	-1.8	-5.4	-1.8
2001	0.2	0.2	0.4	-2.6	-5.8	-5.8	-3.4	-5.0	-1.8	-1.4	-1.8	-0.4
2002	-3.4	0.8	0.2	-1.4	-0.8	-3.4	-5.0	-3.0	-4.0	0.0	0.6	0.2
2003	-1.4	1.6	0.4	-0.4	-2.0	-2.8	-4.6	-3.6	-3.8	-2.8	-0.8	0.2
2004	-1.0	0.2	0.6	-2.2	-5.0	-4.8	-6.0	-6.2	-2.8	-1.4	-0.8	0.0
2005	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	-2.8	-1.1	-1.0	-1.4	1.8	0.2	2.4
2006	2.2	3.2	5.0	3.8	0.2	-0.2	-4.0	1.2	2.3	0.4	2.5	3.6
2007	4.2	-0.1	2.6	3.6	-0.9	1.1	0.0	0.6	1.2	0.0	1.3	-0.7
2008	3.0	2.8	2.4	2.1	0.3	0.7	-1.2	-1.2	0.7	1.1	2.5	1.3
2009	3.2	2.4	3.9	3.3	0.9	0.7	0.3	0.8	1.5	1.5	1.6	2.8
2010	4.1	5.4	3.9	3.8	2.1	1.5	0.2	0.3	0.4	0.4	1.1	2.4
2011	2.9	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	1.9	1.0
2012	0.3	1.3	0.6	0.6	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.8	0.8
2013	0.2	0.4	-0.2	-0.4	-3.0	-5.2	-4.2	-1.6	-1.0	-1.6	-1.2	1.4
2014	0.2	0.6	0.2	-0.4	-2.4	-6.2	-7.6	-4.0	-4.4	-2.2	-5.4	-2.6
MIN	-3.4	-1.8	-0.2	-2.6	-5.8	-6.8	-7.6	-6.2	-5.4	-3.4	-5.4	-2.6



GUBIERNU REGIONAL DE AYACUCHO  
 GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
 RED HIDROMETEOROLOGICA

REGISTRO DE TEMPERATURAS MAXIMA MENSUALES °C

Estació : CUCHOQUESERA

Latitud : 13°25'50,22"S

Dpto: AYACUCHO

Código : 007

Longitud : 74°20'32,42" W

Prov: CANGALLO

Año : 2014

Altitud : 3724 msnm

Dist: CHUSCHI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1995	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	19.0	19.5	22.0	20.0	22.5	22.0	21.5
1996	19.0	18.0	18.5	18.5	18.5	17.5	19.5	18.0	20.5	22.5	21.5	19.5
1997	21.5	17.5	18.5	19.0	18.0	19.5	19.0	18.0	21.0	22.0	20.7	23.0
1998	19.5	18.8	19.0	19.0	20.0	18.5	19.0	20.0	23.0	21.0	3.6	21.0
1999	19.0	18.0	17.0	17.0	18.0	20.0	18.0	19.5	20.5	18.5	22.5	20.0
2000	20.0	18.0	18.0	19.5	18.5	17.5	18.0	20.0	22.0	20.7	23.5	21.0
2001	17.5	18.8	18.3	18.5	19.2	18.5	19.7	20.2	21.2	24.3	24.0	22.3
2002	23.0	21.0	19.0	18.5	18.8	19.3	18.0	19.2	21.0	20.8	20.2	21.0
2003	20.5	18.7	18.2	18.4	19.2	20.0	18.6	19.5	22.0	23.5	22.5	22.0
2004	21.0	19.3	19.0	19.5	20.5	19.5	20.0	20.0	21.0	21.5	22.0	21.0
2005	20.7	20.5	19.3	18.5	19.0	21.2	18.6	21.5	20.2	22.0	22.7	22.5
2006	19.0	19.5	21.2	19.2	19.7	18.1	17.7	19.8	20.0	22.6	20.8	21.5
2007	21.9	21.7	18.6	18.3	19.1	18.3	18.9	21.6	18.4	21.4	22.6	22.0
2008	17.7	18.1	19.6	19.2	20.3	18.9	19.4	20.4	20.6	21.5	21.1	23.0
2009	19.6	17.8	18.5	19.2	18.8	19.1	18.6	20.2	21.2	22.7	23.0	22.2
2010	21.1	21.4	20.7	21.2	20.8	19.5	20.0	23.1	23.3	22.7	22.4	21.0
2011	19.6	18.7	19.8	17.1	17.5	18.8	17.5	18.2	20.8	19.6	20.8	19.2
2012	18.9	18.0	18.9	18.2	17.0	17.5	18.2	18.8	19.8	20.8	20.4	19.7
2013	17.5	18.8	18.3	18.5	19.2	18.5	19.7	20.2	21.2	24.3	24.0	22.3
2014	23.0	21.0	19.0	18.5	18.8	19.3	18.0	19.2	21.0	20.8	20.2	21.0
<b>MAX</b>	<b>23.0</b>	<b>21.7</b>	<b>21.2</b>	<b>21.2</b>	<b>20.8</b>	<b>21.2</b>	<b>20.0</b>	<b>23.1</b>	<b>23.3</b>	<b>24.3</b>	<b>24.0</b>	<b>23.0</b>

# **ANEXO N° 04**

**REGISTRO DE AFORO DE CONDUCCIÓN**



### REGISTRO DE AFORO EN CAMPO

Id de punto: 1 Fecha: 25/04/2016  
Cauce: CANAL SALIDA DE EMBALSE Hora: 08:30 a.m.  
Registrado por: LTV Método: Correntómetro OTT  
Ubicación: Este 571161 m Sistema: MKS  
Norte 8'514,892 m  
Altitud 3,735 m. S.N.M.

Punto	Distancia (m)	Tirante (m)	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)	$\Delta A$ (m <sup>2</sup> )	$\Delta Q$ (m <sup>3</sup> /s)
1	0.000	0.000		0		
2	1.150	1.100	30	1.64	0.660	1.0824
3	1.488	1.100	30	1.68	0.371	0.6237
4	1.825	1.100	30	1.68	0.371	0.6237
5	2.163	1.100	30	1.69	0.371	0.6274
6	2.500	1.100	30	1.64	0.660	1.0828
7	3.650	0.000		0	0.158	0.0000
8						

#### Resultados

Caudal (L/s): 4040.0

### REGISTRO DE AFORO EN CAMPO

Id de punto: 2 Fecha: 25/04/2016  
Cauce: 5+000 km Hora: 03:00 p.m.  
Registrado por: LTV Método: Correntómetro OTT  
Ubicación: Este 572012.321 m Sistema: MKS  
Norte 8516544.00 m  
Altitud 3730.609 m. S.N.M.

Punto	Distancia (m)	Tirante (m)	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)	$\Delta A$ (m <sup>2</sup> )	$\Delta Q$ (m <sup>3</sup> /s)
1	0.000	0.000		0		
2	1.020	1.080	30	1.62	0.652	1.0563
3	1.463	1.080	30	1.63	0.421	0.6866
4	1.800	1.080	30	1.65	0.365	0.6014
5	2.138	1.080	30	1.61	0.365	0.5868
6	2.475	1.080	30	1.62	0.638	1.0334
7	3.600	0.000	30	0	0.152	0.0000
8					0.000	0.0000

#### Resultados

Caudal (L/s): 3964.5



### REGISTRO DE AFORO EN CAMPO

Id de punto: 3 Fecha: 26/04/2016  
Cauce: 10+000 km Hora: 08:30 a.m.  
Registrado por: LTV Método: Correntómetro OTT  
Ubicación: Este 575136.321 m Sistema: MKS  
Norte 8517162.00 m  
Altitud 3,725.24 m. S.N.M.

Punto	Distancia (m)	Tirante (m)	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)	$\Delta A$ (m <sup>2</sup> )	$\Delta Q$ (m <sup>3</sup> /s)
1	0.000	0.000		0		
2	1.020	0.950	30	1.52	0.606	0.9206
3	1.530	0.950	30	1.54	0.485	0.7461
4	2.040	0.950	30	1.52	0.485	0.7364
5	2.550	0.950	30	1.53	0.499	0.7631
6	3.090	0.950	30	1.51	0.431	0.6509
7	3.580	0.000	30	0	0.058	0.0000
8					0.000	0.0000

#### Resultados

Caudal (L/s): 3817.1

### REGISTRO DE AFORO EN CAMPO

Id de punto: 4 Fecha: 26/04/2016  
Cauce: 15+000 km Hora: 03:00 p.m.  
Registrado por: LTV Método: Correntómetro OTT  
Ubicación: Este 577607.476 m Sistema: MKS  
Norte 8516617.975 m  
Altitud 3720.92 m. S.N.M.

Punto	Distancia (m)	Tirante (m)	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)	$\Delta A$ (m <sup>2</sup> )	$\Delta Q$ (m <sup>3</sup> /s)
1	0.000	0.000		0		
2	1.005	0.940	30	1.52	0.587	0.8921
3	1.500	0.940	30	1.54	0.468	0.7202
4	2.000	0.940	30	1.54	0.470	0.7238
5	2.500	0.940	30	1.57	0.470	0.7379
6	3.000	0.940	30	1.53	0.418	0.6400
7	3.520	0.000	30	0	0.061	0.0000
8					0.000	0.0000

#### Resultados

Caudal (L/s): 3714.0



### REGISTRO DE AFORO EN CAMPO

Id de punto: 5 Fecha: 27/04/2016  
Cauce: 20+000 km Hora: 08:00 a.m.  
Registrado por: LTV Método: Correntómetro OTT  
Ubicación: Este 580883.321 m Sistema: MKS  
Norte 8515130.00 m  
Altitud 3715.391 m. S.N.M.

Punto	Distancia (m)	Tirante (m)	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)	$\Delta A$ (m <sup>2</sup> )	$\Delta Q$ (m <sup>3</sup> /s)
1	0.000	0.000		0		
2	1.002	0.920	30	1.51	0.575	0.8679
3	1.500	0.920	30	1.54	0.464	0.7141
4	2.010	0.920	30	1.512	0.465	0.7025
5	2.510	0.920	30	1.538	0.446	0.6863
6	2.980	0.920	30	1.52	0.396	0.6013
7	3.500	0.000	30	0	0.060	0.0000
8					0.000	0.0000

#### Resultados

Caudal (L/s): 3572.0

### REGISTRO DE AFORO EN CAMPO

Id de punto: 6 Fecha: 27/04/2016  
Cauce: 25+ 000 km Hora: 03:00 p.m.  
Registrado por: LTV Método: Correntómetro OTT  
Ubicación: Este 582938.331 m Sistema: MKS  
Norte 8516468.00 m  
Altitud 3710.145 m. S.N.M.

Punto	Distancia (m)	Tirante (m)	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)	$\Delta A$ (m <sup>2</sup> )	$\Delta Q$ (m <sup>3</sup> /s)
1	0.000	0.000		0		
2	0.960	0.900	30	1.5	0.540	0.8100
3	1.440	0.900	30	1.562	0.432	0.6748
4	1.920	0.900	30	1.532	0.432	0.6618
5	2.400	0.900	30	1.54	0.432	0.6653
6	2.880	0.900	30	1.5	0.408	0.6126
7	3.450	0.000	30	0	0.064	0.0000
8					0.000	0.0000

#### Resultados

Caudal (L/s): 3424.5



### REGISTRO DE AFORO EN CAMPO

Id de punto: 7 Fecha: 28/04/2019  
Cauce: 30+000 km Hora: 09:00 a.m.  
Registrado por: LTV Método: Correntómetro OTT  
Ubicación: Este 583100.354 m Sistema: MKS  
Norte 8517383.00 m  
Altitud 3705.45 m. S.N.M.

Punto	Distancia (m)	Tirante (m)	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)	$\Delta A$ (m <sup>2</sup> )	$\Delta Q$ (m <sup>3</sup> /s)
1	0.000	0.000		0		
2	0.970	0.880	30	1.48	0.531	0.7863
3	1.450	0.880	30	1.56	0.422	0.6589
4	1.930	0.880	30	1.54	0.422	0.6505
5	2.410	0.880	30	1.53	0.422	0.6463
6	2.890	0.880	30	1.44	0.380	0.5465
7	3.400	0.000		0	0.056	0.0000
8					0.000	0.0000

#### Resultados

Caudal (L/s): 3288.5

### REGISTRO DE AFORO EN CAMPO

Id de punto: 8 Fecha: 28/04/2016  
Cauce: 35+000 km Hora: 03:00 p.m.  
Registrado por: LTV Método: Correntómetro OTT  
Ubicación: Este 380988.324 m Sistema: MKS  
Norte 8519736.00 m  
Altitud 3600.405 m. S.N.M.

Punto	Distancia (m)	Tirante (m)	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)	$\Delta A$ (m <sup>2</sup> )	$\Delta Q$ (m <sup>3</sup> /s)
1	0.000	0.000		0		
2	0.910	0.850	30	1.5312	0.486	0.7435
3	1.370	0.850	30	1.562	0.391	0.6107
4	1.830	0.850	30	1.585	0.391	0.6197
5	2.290	0.850	30	1.582	0.391	0.6186
6	2.750	0.850	30	1.511	0.339	0.5121
7	3.200	0.000			0.048	0.0000
8					0.000	0.0000

#### Resultados

Caudal (L/s): 3104.7



### REGISTRO DE AFORO EN CAMPO

Id de punto: 9 Fecha: 29/04/2016  
Cauce: 40+000 km Hora: 08:00 a.m.  
Registrado por: LTV Método: Correntómetro OTT  
Ubicación: Este 578716.321 m Sistema: MKS  
Norte 8521426.00 m  
Altitud 3695.165 m. S.N.M.

Punto	Distancia (m)	Tirante (m)	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)	$\Delta A$ (m <sup>2</sup> )	$\Delta Q$ (m <sup>3</sup> /s)
1	0.000	0.000		0		
2	0.860	0.820	30	1.58	0.441	0.6964
3	1.290	0.820	30	1.64	0.353	0.5783
4	1.720	0.820	30	1.68	0.353	0.5924
5	2.150	0.820	30	1.65	0.353	0.5818
6	2.580	0.820	30	1.58	0.309	0.4875
7	3.010	0.000		0	0.044	0.0000
8					0.000	0.0000

#### Resultados

Caudal (L/s): 2936.3

### REGISTRO DE AFORO EN CAMPO

Id de punto: 10 Fecha: 29/04/2016  
Cauce: 45+000 km Hora: 02:00 p.m.  
Registrado por: LTV Método: Correntómetro OTT  
Ubicación: Este 578415.403 m Sistema: MKS  
Norte 8523168.906 m  
Altitud 3686.994 m. S.N.M.

Punto	Distancia (m)	Tirante (m)	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)	$\Delta A$ (m <sup>2</sup> )	$\Delta Q$ (m <sup>3</sup> /s)
1	0.000	0.000		0		
2	0.820	0.800	30	1.62	0.414	0.6707
3	1.240	0.800	30	1.64	0.324	0.5314
4	1.630	0.800	30	1.56	0.328	0.5117
5	2.060	0.800	30	1.583	0.336	0.5319
6	2.470	0.800	30	1.57	0.308	0.4836
7	2.950	0.000		0	0.048	0.0000
8					0.000	0.0000

#### Resultados

Caudal (L/s): 2729.2



### REGISTRO DE AFORO EN CAMPO

Id de punto: 11 Fecha: 29/04/2016  
Cauce: 48+800 km Hora: 04:00 p.m.  
Registrado por: LTV Método: Correntómetro OTT  
Ubicación: Este 5790033.113 m Sistema: MKS  
Norte 8524256.708 m  
Altitud 3686.033 m. S.N.M.

Punto	Distancia (m)	Tirante (m)	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)	$\Delta A$ (m <sup>2</sup> )	$\Delta Q$ (m <sup>3</sup> /s)
1	0.000	0.000		0		
2	0.800	0.780	30	1.68	0.390	0.6552
3	1.200	0.780	30	1.68	0.312	0.5242
4	1.600	0.780	30	1.68	0.312	0.5242
5	2.000	0.780	30	1.68	0.312	0.5242
6	2.400	0.780	30	1.68	0.273	0.4586
7	2.800	0.000		0	0.039	0.0000
8					0.000	0.0000

#### Resultados

Caudal (L/s): 2686.3

# **ANEXO N° 05**

**REGISTRO DE AFORO DE DISTRIBUCIÓN**



GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO  
 GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
 OFICINA DE LA RED HIDROMETEOROLOGICA

### LECTURAS DE AFORO CON CORRENTOMETRO

Hr. INICIO	08:00	REGION :	AYACUCHO	MEDICION :	VADEO	OPERADOR :	Tec. J.A.G.
Hr. FINAL	16:30	PROVINCIA :	HUAMANGA	MOLINETE :	AOTT	RESIDENTE	
DMS		MAYO DISTRITO :	VINCHOS				
FECHA	02-may	CUENCA :	CACHTI				

#### CONDORPACCHA - 0+032

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)		
MI	0.26	0.18		0.00						
1	0.25			34.00	30.0	0.303	0.046	0.014	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.014	m <sup>3</sup> /seg	

#### CONDORPACCHA 0+0854

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)		
MI	0.25	0.17		0.00						
1	0.20			44.00	30.0	0.388	0.038	0.015	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.015	m <sup>3</sup> /seg	

#### CONDORPACCHA - 1+145

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)		
MI	0.25	0.17		0.00						
1	0.20			38.00	30.0	0.337	0.038	0.013	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.013	m <sup>3</sup> /seg	

#### CONDORPACCHA 1+354

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)		
MI	0.28	0.18		0.00						
1	0.20			36.00	30.0	0.320	0.043	0.014	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.014	m <sup>3</sup> /seg	

#### CONDORPACCHA - 1+624

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)		
MI	0.30	0.18		0.00						
1	0.20			32.00	30.0	0.286	0.045	0.013	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.013	m <sup>3</sup> /seg	



GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
OFICINA DE LA RED HIDROMETEOROLOGICA

### LECTURAS DE AFORO CON CORRENTOMETRO

Hr. INICIO	06:00	REGION :	AYACUCHO	MEDICION	: VADEO	OPERADOR	: Tec. J.A.G.
Hr. FINAL	14:30	PROVINCIA :	HUAMANGA	MOLINETE	: AOTT	RESIDENTE	
MES	MAYO	DISTRITO :	VINCHOS				
FECHA	03-may	CUENCA :	CACHI				

#### JATUNPATA 0+043

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m2)	(m3/s)		
MI	0.32	0.18		0.00						
1	0.20			30.00	30.0	0.269	0.047	0.013	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.013	m3/seg	

#### JATUNPATA 0+342

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m2)	(m3/s)		
MI	0.32	0.18		0.00						
1	0.20			33.00	30.0	0.294	0.047	0.014	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.014	m3/seg	

#### JATUNPATA 0+540

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m2)	(m3/s)		
MI	0.32	0.17		0.00						
1	0.20			29.00	30.0	0.260	0.044	0.011	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.011	m3/seg	



GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
OFICINA DE LA RED HIDROMETEOROLOGICA

### LECTURAS DE AFORO CON CORRENTOMETRO

Hr. INICIO	08:08	REGION :	AYACUCHO	MEDICION	: VADEO	OPERADOR	: Tec. J.A.G.
Hr. FINAL	15:38	PROVINCIA :	HUAMANGA	MOLINETE	: AOTT	RESIDENTE	
MES		MAYO	DISTRITO :	VINCHOS			
FECHA		04-may	CUENCA :	CACHI			

#### TOROPA OPIANAN 0+057

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m2)	(m3/s)		
MI	0.30	0.15		0.00						
1	0.20			20.00	30.0	0.183	0.038	0.007	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.007	m3/seg	

#### TOROPA OPIANAN 0+123

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m2)	(m3/s)		
MI	0.30	0.15		0.00						
1	0.20			20.00	30.0	0.183	0.038	0.007	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.007	m3/seg	



GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO  
 GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
 OFICINA DE LA RED HIDROMETEOROLOGICA

### LECTURAS DE AFORO CON CORRENTOMETRO

HE. INICIO	02:00	REGION :	AYACUCHO	MEDICION :	VADEO	OPERADOR :	Tec. J.A.G.
HE. FINAL	17:30	PROVINCIA :	HUAMANGA	MOLINETE :	AOTT	RESIDENTE	
MES	MAYO	DISTRITO :	VINCHOS				
FECHA	05-may	CUENCA :	CACHI				

#### UNION PACCHA 0+012

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA							
MI	0.35	0.18		0.00					
1	0.20			35.00	30.0	0.311	0.050	0.015	SUPERF.
2									
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.015	m3/seg

#### UNION PACCHCHA 0+541

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA							
MI	0.34	0.18		0.00					
1	0.20			34.00	30.0	0.303	0.049	0.015	SUPERF.
2									
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.015	m3/seg

#### UNION PACCHA 0+987

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA							
MI	0.33	0.18		0.00					
1	0.20			32.00	30.0	0.286	0.048	0.014	SUPERF.
2									
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.014	m3/seg

#### UNION PACCHCHA 1+124

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA							
MI	0.32	0.17		0.00					
1	0.20			44.00	30.0	0.388	0.044	0.017	SUPERF.
2									
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.017	m3/seg



GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO  
 GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
 OFICINA DE LA RED HIDROMETEOROLOGICA

### LECTURAS DE AFORO CON CORRENTOMETRO

Hr. INICIO	08:00	REGION :	AYACUCHO	MEDICION	: VADEO	OPERADOR	: Tec. J.A.G.
Hr. FINAL	23:30	PROVINCIA :	IHUAMANGA	MOLINETE	: AOTT	RESIDENTE	
MES	MAYO	DISTRITO :	VINCHOS				
FECHA	09-may	CUENCA :	CACHI				

#### MUNAYPATA-1 0+058

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE	NUMERO DE	TIEMPO	VELOCIDAD	AREA DEL	DESCARGA	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA	LUCES	REVOLUCION		DEL AGUA	SEGMENTO	PARCIAL		
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m2)	(m3/s)		
Mi	0.30	0.17		0.00		.	.			
1	0.20			47.00	30.0	0.414	0.043	0.018	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.018	m3/seg	

#### MUNAYAPATA 0+130

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE	NUMERO DE	TIEMPO	VELOCIDAD	AREA DEL	DESCARGA	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA	LUCES	REVOLUCION		DEL AGUA	SEGMENTO	PARCIAL		
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m2)	(m3/s)		
Mi	0.32	0.15		0.00		.	.			
1	0.20			35.00	30.0	0.311	0.039	0.012	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.012	m3/seg	

#### MUNAYAPATA 0+465

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE	NUMERO DE	TIEMPO	VELOCIDAD	AREA DEL	DESCARGA	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA	LUCES	REVOLUCION		DEL AGUA	SEGMENTO	PARCIAL		
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m2)	(m3/s)		
Mi	0.32	0.15		0.00		.	.			
1	0.20			40.00	30.0	0.354	0.039	0.014	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.014	m3/seg	



GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
OFICINA DE LA RED HIDROMETEOROLOGICA

## LECTURAS DE AFORO CON CORRENTOMETRO

Hr. INICIO	08:00	REGION :	AYACUCHO	MEDICION	: VADEO	OPERADOR	: Tec. J.A.G.
Hr. FINAL	12:30	PROVINCIA :	HUAMANGA	MOLINETE	: AGIT	RESIDENTE	
MES		MAYO	DISTRITO :	VINCHOS			
FECHA		11-may	CUENCA :	CACHI			

### MUNAYPATA- 3 0+150

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE	NUMERO DE	TIEMPO	VELOCIDAD	AREA DEL	DESCARGA	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA	LUCES	REVOLUCION	(seg)	DEL AGUA	SEGMENTO	PARCIAL		
	(m)	(m)		(rpm)		(m/s)	(m2)	(m3/s)		
MI	0.18	0.10		0.00						
1	0.20			26.00	30.0	0.234	0.019	0.004	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.004	m3/seg	



GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
OFICINA DE LA RED HIDROMETEOROLOGICA

### LECTURAS DE AFORO CON CORRENTOMETRO

Hr. INICIO	08:00	REGION :	AYACUCHO	MEDICION	: VADEO	OPERADOR	: Tec. J.A.G.
Hr. FINAL	12:30	PROVINCIA :	HUAMANGA	MOLINETE	: AOTT	RESIDENTE	
MES		MAYO	DISTRITO :	VINCHOS			
FECHA		12-may	CUENCA :	CACHI			

SATICA: 10-F086

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE	NUMERO DE	TIEMPO	VELOCIDAD	AREA DEL	DESCARGA	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA	LUCES	REVOLUCION		DEL AGUA	SEGMENTO	PARCIAL		
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m2)	(m3/s)		
MI	0.18	0.18		0.00						
1	0.20			40.00	30.0	0.354	0.034	0.012	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.012	m3/seg	



GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO  
 GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
 OFICINA DE LA RED HIDROMETEOROLOGICA

### LECTURAS DE AFORO CON CORRENTOMETRO

DI. INICIO	08-06	REGION :	AYACUCHO	MEDICION	: VADEO	OPERADOR	: Tec. J.A.G.
DI. FINAL	16-06	PROVINCIA :	HUAMANGA	MOLINETE	: AOTT	RESIDENTE	
MES	MAYO	DISTRITO :	VINCHOS				
FECHA	13-may	CUENCA :	CACHTI				

#### SATICA - 1 0+064

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)		
MI	0.32	0.15		0.00						
1	0.20			40.00	30.0	0.154	0.039	0.014	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.014	m <sup>3</sup> /seg	

#### SATICA - 1 0+520

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)		
MI	0.80	0.20		0.00						
1	0.40			125.00	30.0	1.082	0.120	0.130	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.130	m <sup>3</sup> /seg	

#### SATICA - 1 0+641

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)		
MI	0.28	0.15		0.00						
1	0.20			26.00	30.0	0.234	0.036	0.008	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.008	m <sup>3</sup> /seg	

#### SATICA - 1 0+851

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)		
MI	0.28	0.18		0.00						
1	0.20			28.00	30.0	0.252	0.043	0.011	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.011	m <sup>3</sup> /seg	



GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO  
 GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
 OFICINA DE LA RED HIDROMETEOROLOGICA

### LECTURAS DE AFORO CON CORRENTOMETRO

DEL INICIO	05:00	REGION :	AYACUCHO	MEDICION	: VADEO	OPERADOR	: Tec. J.A.G.
DEL FINAL	17:30	PROVINCIA :	HUAMANGA	MOLINETE	: AOTT	RESIDENTE	
MIS		MAYO DISTRITO :	VINCHOS				
FECHA	16-may	CUENCA :	CACHI				

#### CUSIBAMBA 0+032

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE	NUMERO DE	TIEMPO	VELOCIDAD	AREA DEL	DESCARGA	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA	LUCES	REVOLUCION		DEL AGUA	SEGMENTO	PARCIAL		
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m2)	(m3/s)		
MI	0.32	0.18		0.00						
1	0.20			42.00	30.0	0.371	0.047	0.017	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.017	m3/seg	

#### CUSIBAMABA 0+210

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE	NUMERO DE	TIEMPO	VELOCIDAD	AREA DEL	DESCARGA	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA	LUCES	REVOLUCION		DEL AGUA	SEGMENTO	PARCIAL		
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m2)	(m3/s)		
MI	0.30	0.18		0.00						
1	0.20			38.00	30.0	0.337	0.045	0.015	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.015	m3/seg	

#### CUSIBAMBA 0+380

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE	NUMERO DE	TIEMPO	VELOCIDAD	AREA DEL	DESCARGA	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA	LUCES	REVOLUCION		DEL AGUA	SEGMENTO	PARCIAL		
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m2)	(m3/s)		
MI	0.28	0.20		0.00						
1	0.20			30.00	30.0	0.269	0.048	0.013	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.013	m3/seg	

#### CUSIBAMABA 0+854

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE	NUMERO DE	TIEMPO	VELOCIDAD	AREA DEL	DESCARGA	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA	LUCES	REVOLUCION		DEL AGUA	SEGMENTO	PARCIAL		
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m2)	(m3/s)		
MI	0.28	0.18		0.00						
1	0.20			30.00	30.0	0.269	0.043	0.012	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.012	m3/seg	



GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO  
 GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
 OFICINA DE LA RED HIDROMETEOROLOGICA

### LECTURAS DE AFORO CON CORRENTOMETRO

PL. INICIO	08:00 REGION :	AYACUCHO	MEDICION	: VADEO	OPERADOR	: Tec. J.A.G.
PL. FINAL	15:30 PROVINCIA :	HUAMANGA	MOLINETE	: AOTT	RESIDENTE	
MES	MAYO DISTRITO :	VINCHOS				
FECHA	17-may CUENCA :	CACHTI				

#### TAMBOCHA2 0+0124

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								(m)
MI	0.32	0.19		0.00						
1	0.20			40.00	30.0	0.354	0.048	0.017	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.017	m3/seg	

#### TAMBOCHA2 0.1235

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								(m)
MI	0.28			0.00						
1	0.20	0.18		30.00	30.0	0.269	0.043	0.012	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.012	m3/seg	

#### TAMBOCHA2 0+451

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								(m)
MI	0.30			0.00						
1	0.20	0.18		22.00	30.0	0.200	0.045	0.009	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.009	m3/seg	



GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
OFICINA DE LA RED HIDROMETEOROLOGICA

### LECTURAS DE AFORO CON CORRENTOMETRO

Hr. INICIO	08:00	REGION :	AYACUCHO	MEDICION	: VADEO	OPERADOR	: Tec. J.A.G.
Hr. FINAL	12:30	PROVINCIA :	HUAMANGA	MOLINETE	: AOTT	RESIDENTE	
MES		MAYO	DISTRITO :	VINCHOS			
FECHA		18-may	CUENCA :	CACHI			

TAMBUCCHA-1-00371

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE	NUMERO DE	TIEMPO	VELOCIDAD	AREA DEL	DESCARGA	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA	LUCES	REVOLUCION		DEL AGUA	SEGMENTO	PARCIAL		
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)		
MI	0.18	0.15		0.00						
1	0.20			30.00	30.0	0.269	0.029	0.008	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.008	m <sup>3</sup> /seg	



GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
OFICINA DE LA RED HIDROMETEOROLOGICA

## LECTURAS DE AFORO CON CORRENTOMETRO

Hr. INICIO	08:00	REGION :	AYACUCHO	MEDICION	: VADEO	OPERADOR	: Tec. J.A.G.
Hr. FINAL	12:30	PROVINCIA:	HUAMANGA	MOLINETE	: AGT	RESIDENTE	
MES	MAYO	DISTRITO :	VINCHOS				
FECHA	20-may	CUENCA :	CACHI				

LAGHOGGMAYO 30-0547

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE	NUMERO DE	TIEMPO	VELOCIDAD	AREA DEL	DESCARGA	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA	LUCE	REVOLUCION		DEL AGUA	SEGMENTO	PARCIAL		
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m2)	(m3/s)		
MI	0.20	0.18		0.00						
1	0.20			20.00	30.0	0.183	0.036	0.007	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.007	m3/seg	



GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO  
 GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
 OFICINA DE LA RED HIDROMETEOROLOGICA

### LECTURAS DE AFORO CON CORRENTOMETRO

HR. INICIO	08:00	REGION :	AYACUCHO	MEDICION :	VADEO	OPERADOR :	Tec. J.A.G.
HR. FINAL	17:30	PROVINCIA :	HUAMANGA	MOLINETE :	ADIT	RESIDENTE	
KMS		MAYO DISTRITO :	VINCHOS				
FECHA		23-may CUENCA :	CACHI				

#### CHICHUCANCHA TOMA-1 0+0145

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m2)	(m3/s)		
MI	0.20	0.15		0.00						
1	0.20			48.00	30.0	0.423	0.030	0.013	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.013	m3/seg	

#### CHICHUCANCHA TOMA-1 0+0865

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m2)	(m3/s)		
MI	0.22	0.18		0.00						
1	0.20			36.00	30.0	0.320	0.038	0.012	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.012	m3/seg	

#### CHICHUCANCHA TOMA-1 0+125

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m2)	(m3/s)		
MI	0.22	0.16		0.00						
1	0.20			34.00	30.0	0.303	0.034	0.010	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.010	m3/seg	

#### CHICHUCANCHA TOMA-1 0+25

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m2)	(m3/s)		
MI	0.38	0.15		0.00						
1	0.20			32.00	30.0	0.286	0.044	0.012	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.012	m3/seg	

#### CHICHUCANCHA TOMA-1 0+721

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m2)	(m3/s)		
MI	0.38	0.15		0.00						
1	0.20			32.00	30.0	0.286	0.044	0.012	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.012	m3/seg	



GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
OFICINA DE LA RED HIDROMETEOROLOGICA

### LECTURAS DE AFORO CON CORRENTOMETRO

Hr. INICIO	08:00	REGION :	AYACUCHO	MEDICION :	VADEO	OPERADOR :	Tec. J.A.G.
Hr. FINAL	03:00 p.m.	PROVINCIA :	HUAMANGA	MOLINETE :	AOTT	RESIDENTE	
MES		MAYO DISTRITO :	VINCHOS				
FECHA		24-may CUENCA :	CACHI				

#### ALLPACHAKA TOMA-01.0+0124

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)		
MI	0.20	0.14		0.00						
1				40.00	30.0	0.354	0.028	0.010	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.010	m <sup>3</sup> /seg	

#### ALLPACHAKA TOMA-01.0+0120

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)		
MI	0.20	0.18		0.00						
1				36.00	30.0	0.320	0.036	0.012	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.012	m <sup>3</sup> /seg	



GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
OFICINA DE LA RED HIDROMETEOROLOGICA

### LECTURAS DE AFORO CON CORRENTOMETRO

Hr. INICIO	06:00	REGION :	AYACUCHO	MEDICION	: VADEO	OPERADOR	: Tec. J.A.G.
Hr. FINAL	15:38	PROVINCIA :	HUAMANGA	MOLINETE	: AOTT	RESIDENTE	
MES	MAYO	DISTRITO :	VINCHOS				
FECHA	23-may	CUENCA :	CACHI				

#### ALLPACHAKA TOMA-02 0+054

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)		
MI	0.18	0.16		0.00						
1	0.20			26.00	30.0	0.234	0.030	0.007	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.007	m <sup>3</sup> /seg	

#### ALLPACHAKA TOMA - 02 0+264

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)		
MI	0.18	0.16		0.00						
1	0.20			30.00	30.0	0.269	0.030	0.008	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.008	m <sup>3</sup> /seg	



GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO  
 GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
 OFICINA DE LA RED HIDROMETEOROLOGICA

### LECTURAS DE AFORO CON CORRENTOMETRO

Hr. INICIO	08:00	REGION :	AYACUCHO	MEDICION	: VADEO	OPERADOR	: Tec. J.A.G.
Hr. FINAL	14:00	PROVINCIA :	HUAMANGA	MOLINETE	: ADIT	RESIDENTE	
MES	MAYO	DISTRITO :	VINCHOS				
FECHA	26-may	CUENCA :	CACCHI				

#### ALLPACHAKA-3 0+0145

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE	NUMERO DE	TIEMPO	VELOCIDAD	AREA DEL	DESCARGA	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								LUCES
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m2)	(m3/s)		
MI	0.20	0.18		0.00						
1				36.00	30.0	0.320	0.036	0.017	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.012	m3/seg	

#### ALLPACHAKA-3 0+215

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE	NUMERO DE	TIEMPO	VELOCIDAD	AREA DEL	DESCARGA	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								LUCES
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m2)	(m3/s)		
MI	0.20	0.22		0.00						
1				40.00	30.0	0.354	0.044	0.016	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.016	m3/seg	

#### ALLPACHAKA-3 0+421

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE	NUMERO DE	TIEMPO	VELOCIDAD	AREA DEL	DESCARGA	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								LUCES
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m2)	(m3/s)		
MI	0.20	0.26		0.00						
1				30.00	30.0	0.269	0.052	0.014	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.014	m3/seg	

#### ALLPACHAKA-3 0+654

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE	NUMERO DE	TIEMPO	VELOCIDAD	AREA DEL	DESCARGA	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								LUCES
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m2)	(m3/s)		
MI	0.30	0.27		0.00						
1				30.00	30.0	0.269	0.081	0.027	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.022	m3/seg	



### LECTURAS DE AFORO CON CORRENTOMETRO

Hr. INICIO	08:50	REGION :	AYACUCHO	MEDICION :	VADEO	OPERADOR :	Tec. J.A.G.
Hr. FINAL	16:00	PROVINCIA :	HUAMANGA	MOLINETE :	AOTT	RESIDENTE	
MES	MAYO	DISTRITO :	VINCHOS				
FECHA	27-may	CUENCA :	CACHI				

#### MANZANAYOCC T1 0+0142

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m2)	(m3/s)		
MI	0.20	0.25		0.00						
1				34.00	30.0	0.303	0.050	0.015	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.015	m3/seg	

#### MANZANAYOCC T1 0+125

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m2)	(m3/s)		
MI	0.22	0.20		0.00						
1				44.00	30.0	0.388	0.044	0.017	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.017	m3/seg	

#### MANZANAYOCC T1 0+256

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m2)	(m3/s)		
MI	0.20	0.22		0.00						
1				56.00	30.0	0.491	0.044	0.022	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.022	m3/seg	

#### MANZANAYOCC T1 0+621

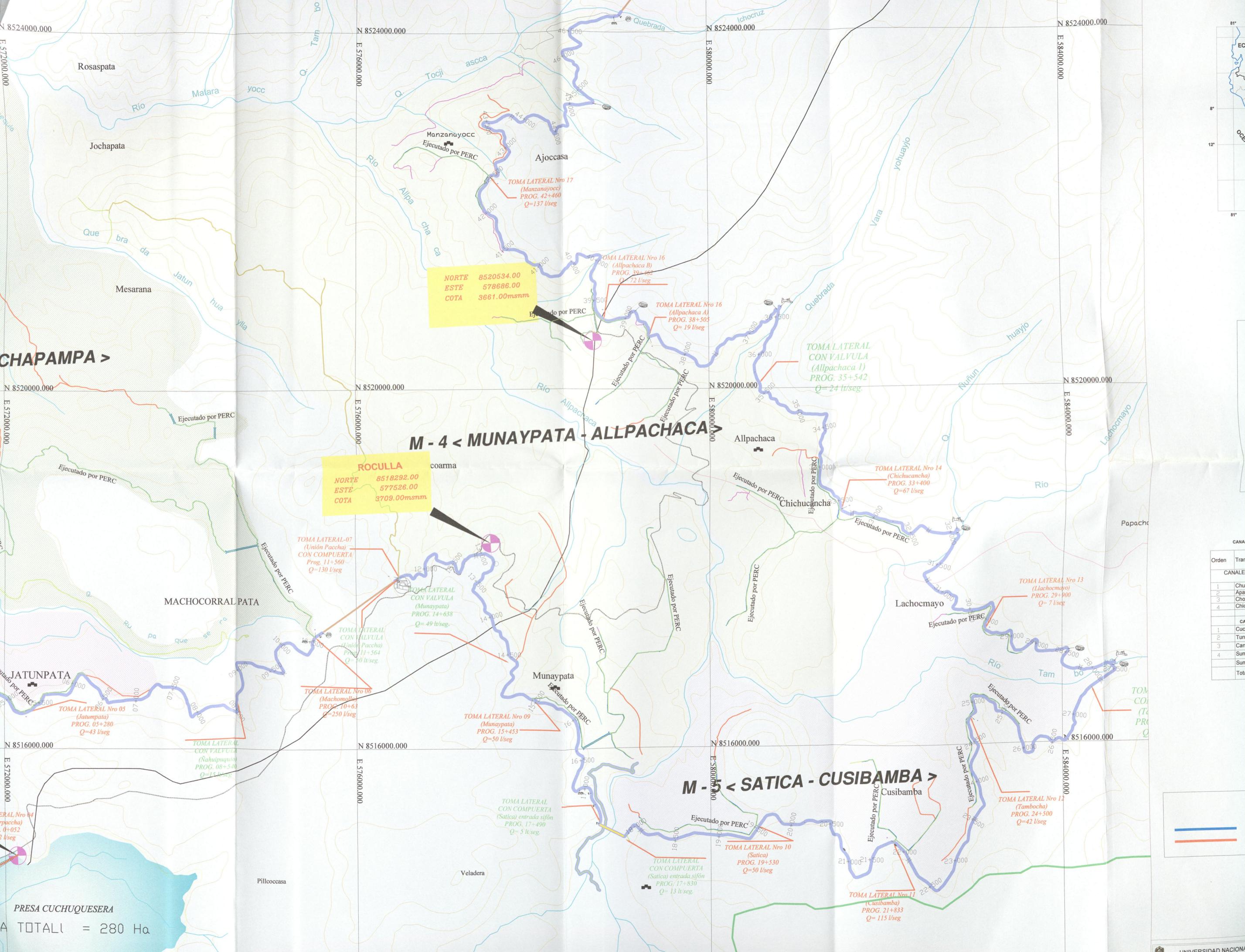
PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m2)	(m3/s)		
MI	0.20	0.22		0.00						
1				37.00	30.0	0.329	0.044	0.014	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.014	m3/seg	

#### MANZANAYOCC T1 0+982

PTOS	DISTANCIA	PROFUND.	NUMERO DE LUCES	NUMERO DE REVOLUCION	TIEMPO	VELOCIDAD DEL AGUA	AREA DEL SEGMENTO	DESCARGA PARCIAL	OBSERV.	
	PUNTO INICIAL	DEL AGUA								
	(m)	(m)		(rpm)	(seg)	(m/s)	(m2)	(m3/s)		
MI	0.20	0.28		0.00						
1				58.00	30.0	0.508	0.056	0.028	SUPERF.	
2										
a)	CAUDAL REGISTRADO							0.028	m3/seg	

# ANEXO N° 06

ESQUEMA HIDRÁULICO



**NORTE** 8520534.00  
**ESTE** 578686.00  
**COTA** 3661.00msnm

**ROCULLA**  
**NORTE** 8518292.00  
**ESTE** 577526.00  
**COTA** 3709.00msnm

**M-4 < MUNAYPATA - ALLPACHACA >**

**M-5 < SATICA - CUSIBAMBA >**

**PRESA CUCHUQUESERA**  
**AREA TOTAL = 280 Ha**

Orden	Tran
CANALE	
1	Chu
2	Apa
3	Cho
4	Chic
CANAL	
1	CU
2	Tun
3	Can
4	Sun
5	Sun
6	Tot

