

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**“MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO EN EL DISTRITO DE  
HUAMATAMBO, PROVINCIA DE CASTROVIRREYNA-  
HUANCAVELICA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL  
PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÍCOLA**

**CARLOS RENATO REBAZA PINO**

**LIMA – PERÚ**

**2020**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**“MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO EN EL DISTRITO DE HUAMATAMBO, PROVINCIA DE CASTROVIRREYNA-HUANCAVELICA”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÍCOLA**

Presentado por:

**CARLOS RENATO REBAZA PINO**

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Dr. ABSALÓN VÁSQUEZ VILLANUEVA  
Presidente

Mg. Sc. TERESA OLINDA VELÁSQUEZ BEJARANO  
Asesor

Mg. Sc. TORIBIO SEBASTIÁN SANTAYANA VELA  
Miembro

Arq. TAÍCIA HELENA NEGRIN MARQUES  
Miembro

LIMA – PERÚ

2020

## ÍNDICE GENERAL

<b>I. PRESENTACIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Funciones desempeñadas y su vinculación con la ingeniería agrícola.....	1
1.1.1. Asistente de ingeniería .....	1
1.1.2. Consultor de proyectos de riego.....	2
1.2. Aspectos propios de la puesta en práctica de lo aprendido durante los 5 años de estudio .....	2
<b>II. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>III. OBJETIVOS</b> .....	<b>6</b>
3.1. Objetivo general .....	6
3.2. Objetivos específicos.....	6
<b>IV. DESARROLLO DEL TEMA</b> .....	<b>7</b>
4.1. Antecedentes .....	7
4.2. Revisión de literatura.....	7
4.2.1. Necesidades de agua en los cultivos .....	7
4.2.2. Balance hídrico.....	9
4.2.3. Canales .....	10
4.2.4. Flujo en canales .....	13
4.2.5. Sedimentación .....	14
4.3. Datos del proyecto.....	15
4.3.1. Ubicación política .....	15
4.3.2. Localización geográfica .....	15
4.3.3. Altitud.....	15
4.3.4. Vías de acceso .....	15
4.3.5. Suelos .....	16
4.3.6. Topografía .....	16
4.3.7. Beneficiarios.....	16
4.3.8. Áreas agrícolas .....	17
4.3.9. Cédula de cultivo y calendario de siembra.....	18
4.3.10. Oferta hídrica del proyecto.....	20
4.3.11. Demanda hídrica del proyecto.....	20
4.3.12. Balance hídrico del proyecto.....	27
4.4. Metodología.....	28

4.4.1. Trabajo de campo .....	28
4.4.2. Trabajo de gabinete .....	31
4.4.3. Planteamiento hidráulico del proyecto .....	31
4.4.4. Criterios técnicos para la elección del tipo de canal .....	34
4.4.5. Diseño hidráulico .....	34
4.4.6. Descripción técnica de las obras .....	44
4.5. Experiencias y aportes personales .....	45
4.5.1. Contribución a solución de las situaciones problemáticas presentadas .....	45
4.5.2. Análisis de la contribución profesional .....	49
4.5.3. Beneficios de la empresa debido a la contribución profesional .....	54
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>55</b>
5.1. Conclusiones .....	55
5.2. Recomendaciones .....	55
<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>56</b>
<b>VII. ANEXOS .....</b>	<b>58</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Vías de acceso a la zona proyecto .....	15
Tabla 2: Áreas bajo riego.....	17
Tabla 3: Áreas en campaña base.....	17
Tabla 4: Áreas en campaña de rotación.....	17
Tabla 5: Cédula de cultivo y calendario de siembra sin proyecto .....	19
Tabla 6: Cédula de cultivo y calendario de siembra con proyecto .....	19
Tabla 7: Demanda hídrica del proyecto.....	21
Tabla 8: Demanda hídrica del proyecto del canal Illapaza.....	22
Tabla 9: Demanda hídrica del proyecto del canal Cohete Cacharina.....	23
Tabla 10: Demanda hídrica del proyecto del canal Ayjoya.....	24
Tabla 11: Demanda hídrica del proyecto del canal Capaccancha .....	25
Tabla 12: Demanda hídrica del proyecto del canal Jonicha .....	26
Tabla 13: Oferta y demanda hídrica del proyecto .....	27
Tabla 14: Características de los canales de conducción del proyecto .....	32
Tabla 15: Velocidades máximas permisibles .....	35
Tabla 16: Coeficientes de Manning .....	36
Tabla 17: Diseño hidráulico y características geométricas del canal Illapaza .....	39
Tabla 18: Diseño hidráulico y características geométricas del canal Cohete Cacharina.....	40
Tabla 19: Diseño hidráulico y características geométricas del canal Ayjoya .....	42
Tabla 20: Diseño hidráulico y características geométricas del canal Capaccancha .....	43
Tabla 21: Diseño hidráulico y características geométricas del canal Jonicha.....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de la zona del proyecto .....	5
Figura 2: Curva típica del coeficiente de cultivo.....	9
Figura 3: Secuencia para determinar el balance hídrico en un sistema de riego .....	9
Figura 4: Curvas comunes de igual velocidad en diferentes secciones del canal.....	12
Figura 5: Flujo en canales abiertos .....	14
Figura 6: Flujo en canales abiertos .....	14
Figura 7: Balance hídrico del proyecto.....	27
Figura 8: Recopilación de información de los canales de conducción.....	28
Figura 9: Levantamiento topográfico con Estación total Leica TS 06 .....	29
Figura 10: Colocación de Benchmarks (BMs) pintados en rocas fijas .....	30
Figura 11: Monumentación de los puntos de control colocados a lo largo del canal.....	31
Figura 12: Esquema hidráulico del proyecto.....	33
Figura 13: Relaciones geométricas más frecuentes en canales .....	35
Figura 14: Ecuación de Manning.....	37
Figura 15: Vista del canal Ayjoya bloqueado por derrumbes .....	46
Figura 16: Derrumbe de rocas en camino hacia canal Illapaza .....	46
Figura 17: Vista del canal Cohete Cacharina con pendientes pronunciadas .....	47
Figura 18: Quiebres pronunciados en varios tramos del canal Cohete Cacharina .....	48
Figura 19: Vista del tramo del canal Jonicha que pasa por el medio del camino.....	48
Figura 20: Detalle de zanja para la instalación de las tuberías .....	50
Figura 21: Vista de una cámara disipadora de impacto.....	52
Figura 22: Levantamiento de información topográfica .....	53
Figura 23: Acreditación hídrica.....	58
Figura 24: Acreditación hídrica.....	59
Figura 25: Acreditación hídrica.....	60
Figura 26: Acreditación hídrica.....	61
Figura 27: Cotización de tubería .....	62
Figura 28: Cotización de tubería .....	63
Figura 29: Plano de planta y perfil longitudinal del canal Cohete Cacharina .....	64
Figura 30: Plano de planta y perfil longitudinal del canal Jonicha .....	65

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Documentación importante.....	58
Anexo 2: Planos.....	64

## **I. PRESENTACIÓN**

El presente trabajo fue desarrollado con la empresa HYD SOLUCIONES S.A.C., para la Municipalidad Distrital de Huamatambo, entre mayo y junio del 2018, con la finalidad de mejorar el sistema de riego para incrementar los niveles de producción agrícola de los sectores de Comunpata, Capaccancha y Cofradía del distrito de Huamatambo.

A continuación, se describen las funciones desempeñadas y la vinculación con campos temáticos de la carrera de Ingeniería Agrícola; así como los aspectos propios de la puesta en práctica de lo aprendido en los años de estudio en la Universidad Nacional Agraria La Molina durante el tiempo que se prestó servicios en dicha empresa.

### **1.1. Funciones desempeñadas y su vinculación con la ingeniería agrícola**

En la consultora Agrícola HYD SOLUCIONES S.A.C, se prestó servicios durante un periodo de 2 años, desempeñando los cargos de asistente de ingeniería (octubre de 2016 a noviembre de 2017) y consultor de proyectos de riego (mayo de 2018 a febrero de 2019), para la elaboración de estudios a nivel de Perfil y Expediente Técnico de proyectos de riego.

#### **1.1.1. Asistente de ingeniería**

Responsable de elaborar y coordinar las actividades, junto a los especialistas del equipo técnico de la empresa; así como, supervisar el desarrollo de las actividades y consolidar la información, tal como se detalla a continuación:

- Recopilación de información en campo y coordinación con las autoridades de la zona del proyecto para el desarrollo de las actividades para la elaboración del proyecto "Mejoramiento del servicio de agua para Riego en la Microcuenca del Rio Chucchun en los sectores de Señor de los Afligidos, Miosequia, Baños la Merced, Chacca Cucho - Tarpampa, Chuchin y Eccana-Chucchun".

- Apoyo en la elaboración de los diseños hidráulicos, metrados, presupuestos, especificaciones técnicas y planos de las líneas de conducción y obras de arte de proyectos de mejoramiento de servicio de agua para riego para las municipalidades distritales de Choras (Huánuco) y Carhuaz (Ancash).
- Supervisión y coordinación en campo y en gabinete de las actividades para la elaboración del proyecto de riego “Mejoramiento y ampliación de servicio de Agua para Riego en los sectores Ticrash, Mesapampa, Garo Puca Puca, San Antonio de Choras, Buenos Aires de Chainas, San Juan de Rurish y San Antonio de Chinchas del distrito de Choras, provincia de Yarowilca – Huánuco”.

### **1.1.2. Consultor de proyectos de riego**

Responsable de la elaboración de los diseños de la infraestructura hidráulica de los proyectos de riego, tal como se detalla a continuación:

- Elaboración de los diseños hidráulicos de las líneas de conducción y obras de arte de proyectos de mejoramiento de servicio de agua para riego para las municipalidades distritales de Chavinillo (Huánuco) y Huamatambo (Huancavelica).
- Elaboración de los metrados, presupuestos, planos y especificaciones técnicas de proyectos de construcción y mejoramiento de sistemas de riego para las municipalidades distritales de Huamatambo (Huancavelica) y Aparicio Pomares (Huánuco).

### **1.2. Aspectos propios de la puesta en práctica de lo aprendido durante los 5 años de estudio**

En este tiempo de desempeño de trabajos relacionados a la Ingeniería agrícola, se ha puesto en práctica los conocimientos adquiridos durante los años de formación universitaria. El curso de Estructuras hidráulicas sirvió para conocer los diferentes tipos de estructuras y su funcionamiento, a su vez, el curso de Hidráulica valió para conocer los diversos comportamientos de los flujos y su aplicación en los diseños de los diferentes componentes hidráulicos de los proyectos de ingeniería.

Por otro lado, los estudios topográficos que se hicieron en la empresa, para el posterior

diseño de las estructuras hidráulicas, se llevaron a cabo aplicando los conocimientos adquiridos en los cursos de Topografía. Del mismo modo, los cursos de Riegos I y II recibidos en la universidad, fueron de mucha utilidad para ponerlos en práctica en las distintas especialidades de los proyectos de riego desarrollados en los centros laborales en los que se brindó servicios.

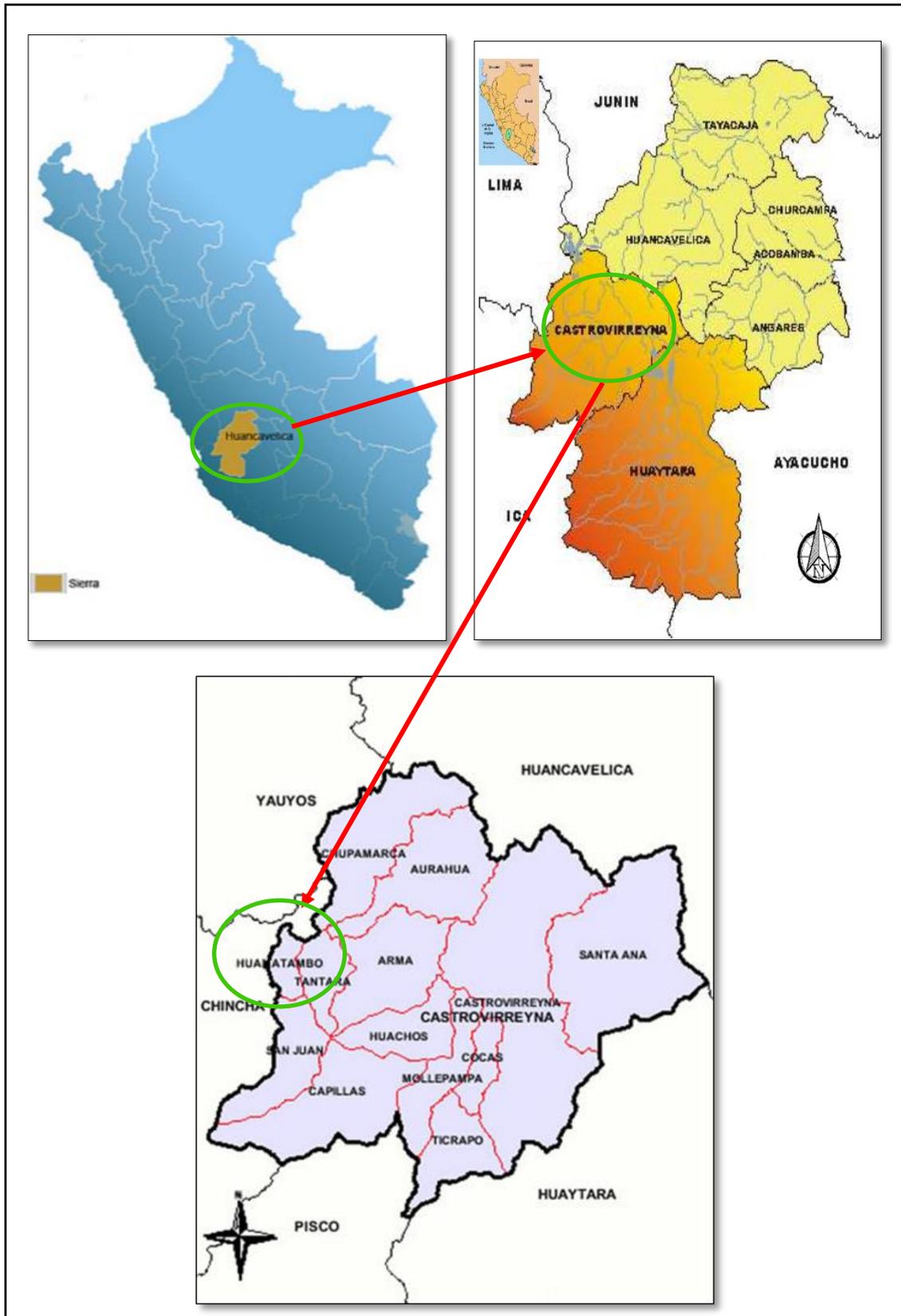
## **II. INTRODUCCIÓN**

La agricultura en los sectores Comunpata, Capaccancha y Cofradía del distrito de Huamatambo, ubicado en la provincia de Castrovirreyna en la región Huancavelica, tal como se muestra en la Figura 1, se desarrolla con un bajo nivel de producción y productividad, siendo las causas de esta situación la poca disponibilidad del recurso hídrico y un mal manejo agronómico de los cultivos.

El actual sistema de riego con el que cuentan los pobladores se encuentra en condiciones muy deterioradas. Una baja eficiencia de los canales de conducción y una ineficiente infraestructura de almacenamiento hace que se tenga un inadecuado servicio de agua para riego que se traduce en una muy baja producción de los cultivos para los pobladores de esta zona.

Hoy en día, la necesidad de contar con un sistema de riego adecuado es fundamental para el desarrollo de la agricultura. Una infraestructura de riego en deterioro y mal estado, así como la inadecuada dotación del recurso hídrico pone en peligro la permanencia de los agricultores en sus tierras.

La presente monografía describe los procedimientos que se llevaron a cabo para el mejoramiento de la infraestructura de riego (cinco canales de conducción), haciendo uso de los conocimientos aprendidos durante la etapa de formación universitaria y el periodo laboral en las distintas empresas en las que presté servicios, con la finalidad de mejorar la infraestructura de riego para incrementar la producción agrícola de la población.



*Figura 1: Ubicación de la zona del proyecto*

## **III. OBJETIVOS**

### **3.1. Objetivo general**

Elaborar los diseños hidráulicos del proyecto de mejoramiento del sistema de riego de los sectores Comunpata, Capaccancha y Cofradía, del distrito de Huamatambo, provincia de Castrovirreyna – Huancavelica.

### **3.2. Objetivos específicos**

- Descripción de las actividades realizadas para la elaboración de los planos topográficos.
- Planteamiento hidráulico de las estructuras a considerar en el proyecto.
- Definición de los criterios hidráulicos considerados para la elaboración de los diseños de las estructuras del proyecto.
- Diseño hidráulico de los canales de conducción.

## **IV. DESARROLLO DEL TEMA**

### **4.1. Antecedentes**

La agricultura es la actividad económica de mayor importancia, a ella se dedican la mayor parte de los pobladores del distrito de Huamatambo, quienes en su mayoría son pequeños y medianos propietarios, y en cuyo suelo cultivan plantaciones de papa, trigo, maíz amiláceo, arveja grano seco, haba grano seco, oca, etc. El proyecto consiste en captar las aguas de la quebrada Ccarjahuaycco y conducir las a través del canal Illapaza hasta la quebrada Pajchapata, la cual abastecerá los canales de Cohete Cacharina, Ayjoya, Ccapaccancha y Jonicha. Dichos canales se encargarán de regar las 129,5 ha pertenecientes a los sectores de Comunpata, Capaccancha y Cofradía.

### **4.2. Revisión de literatura**

#### **4.2.1. Necesidades de agua en los cultivos**

Un aspecto fundamental en la ingeniería de riego es lo referente a la cuantificación del consumo de agua o necesidades de agua de los cultivos. Éste es un elemento básico que se utiliza para dimensionar las obras de infraestructura de riego, así como planificar y programar el riego de los cultivos a nivel parcelario (Vásquez *et al.*, 2017).

#### **a. Evaporación**

La evaporación es un elemento muy importante en un sistema hidrológico; pues es un fenómeno físico que consiste en el paso del agua del estado líquido al estado de vapor (Vásquez *et al.*, 2000).

#### **b. Evapotranspiración**

La evapotranspiración es el proceso de flujo de agua hacia la atmósfera proveniente de la evaporación del agua del suelo y de la transpiración de las plantas. Es complejo y depende no sólo de los elementos físicos (climáticos) que afectan la evaporación, sino también de las características morfológicas y fisiológicas de la cobertura

vegetal. Del suelo y de su nivel de humedad (Vásquez *et al.*, 2000).

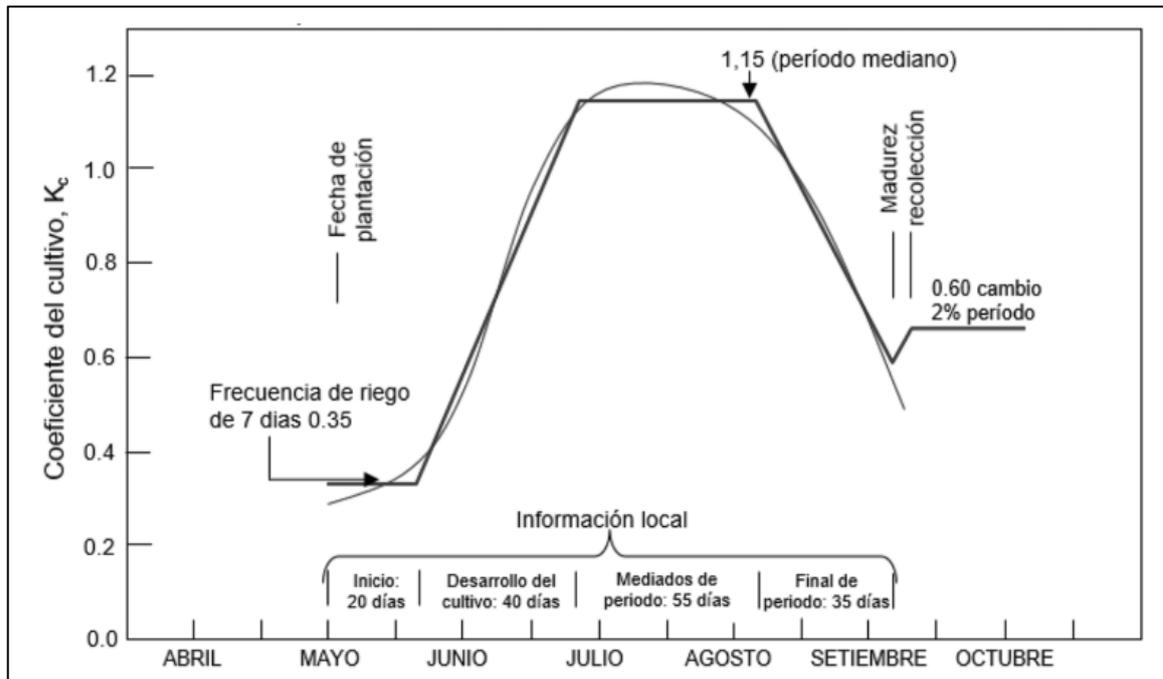
**a. Evapotranspiración del cultivo de referencia ( $ET_0$ )**

La tasa de evapotranspiración de una superficie de referencia, que ocurre sin restricciones de agua, se conoce como evapotranspiración del cultivo de referencia, y se denomina  $ET_0$ . La superficie de referencia corresponde a un cultivo hipotético de pasto con características específicas (FAO, 2006).

**b. Coeficiente de cultivo ( $K_c$ )**

Según Anten y Willet (2000), el  $K_c$  es un factor que corrige la evapotranspiración potencial referencial para un cultivo diferente al pasto cultivado, tomando en cuenta características específicas del cultivo y las etapas de su ciclo vegetativo.

Para diseñar un sistema de riego normalmente se toma la fase de desarrollo del cultivo con el requerimiento más alto, a fin de estar seguro que el cultivo no carezca de agua. Sin embargo, en la práctica campesina, en situaciones con limitada disponibilidad de agua, y además condiciones subóptimas del desarrollo de los cultivos por otros factores (fertilidad del suelo, calidad de semillas, condiciones fitosanitarias), conviene disminuir ligeramente los niveles de requerimiento hídrico calculados con las tablas de FAO. Para ello, se puede tomar como referencia el requerimiento promedio de los cultivos sobre su ciclo vegetativo para estimar el consumo de agua. En la Figura 2 se muestra los cambios en los coeficientes de cultivo  $k_c$  a lo largo de diferentes fases.

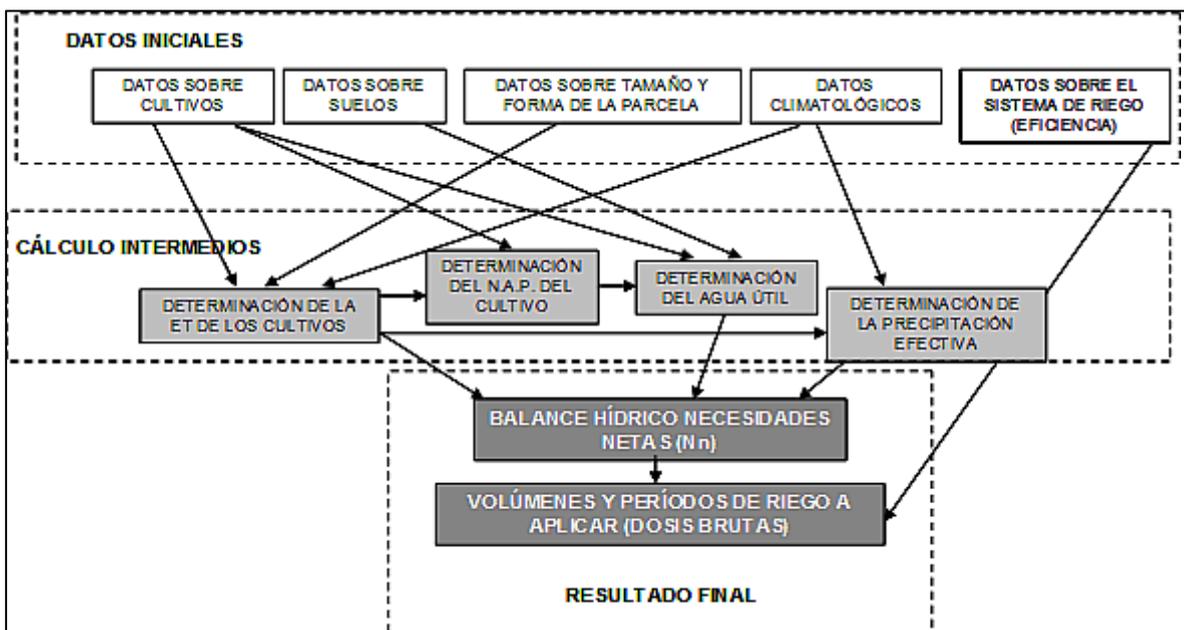


**Figura 2: Curva típica del coeficiente de cultivo**

Fuente: Vásquez *et al.* (2017)

#### 4.2.2. Balance hídrico

El balance hídrico para un sistema de riego se lleva a cabo según la secuencia mostrada en la Figura 3.



**Figura 3: Secuencia para determinar el balance hídrico en un sistema de riego**

Fuente: De Santaolalla (1993)

### **4.2.3. Canales**

#### **a. Definiciones**

Villón (2007), define los canales como conductos en los que 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.

Sotelo (2002), expresa que los canales pueden ser naturales o artificiales. Los naturales son las conducciones hidráulicas que existen para el drenaje natural sobre la tierra, como arroyos, ríos, estuarios, etc. Los artificiales son los construidos por el hombre para fines de riego, drenaje, generación de energía, navegación, etc.

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

Según Krochin (1986), se llaman canales a los cauces artificiales de forma regular que sirven para conducir agua. El flujo de agua se produce sin presión, o sea, siempre existe una superficie libre en el cual se tiene presión atmosférica.

Los 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, arroyos, ríos pequeños y grandes, y estuarios de mareas. Las corrientes subterráneas que transportan agua con una superficie libre también son consideradas como canales abiertos naturales (Chow, 1982).

Los canales artificiales son aquellos construidos o desarrollados mediante el esfuerzo humano: canales de navegación, canales de centrales hidroeléctricas, canales y canaletas de irrigación, cunetas de drenaje, vertederos, canales de desborde, canaletas de madera, cunetas a lo largo de carreteras, etc., así como canales de modelos construidos en el laboratorio con propósitos experimentales (Chow, 1982).

## **b. Canales de riego por su función**

Los canales de riego por sus diferentes funciones adoptan las siguientes denominaciones:

- **Canales de primer orden.-** Llamados canales madre, se trazan siempre con pendiente mínima y son usados por un solo lado, debido a que por el otro lado dan con terrenos altos.
- **Canales de segundo orden.-** Llamados laterales, son aquellos que nacen de los canales madre, y el caudal que ingresa a ellos es repartido hacia los sub laterales. El área de riego que sirve cada lateral se conoce como unidad de riego.
- **Canales de tercer orden.-** Llamados sub laterales, son aquellos que nacen de los laterales, y el caudal que ingresa a ellos es repartido hacia las áreas de riego por medio de tomas laterales. El área de riego que sirve un sub lateral se conoce como unidad de rotación.

## **c. Flujo en un canal**

Según Sotelo (2002), el flujo en un canal se produce, principalmente, por la acción de la fuerza de la gravedad y se caracteriza porque expone una superficie libre a la presión atmosférica, siendo el fluido siempre un líquido, por lo general agua.

## **d. Geometría de un canal**

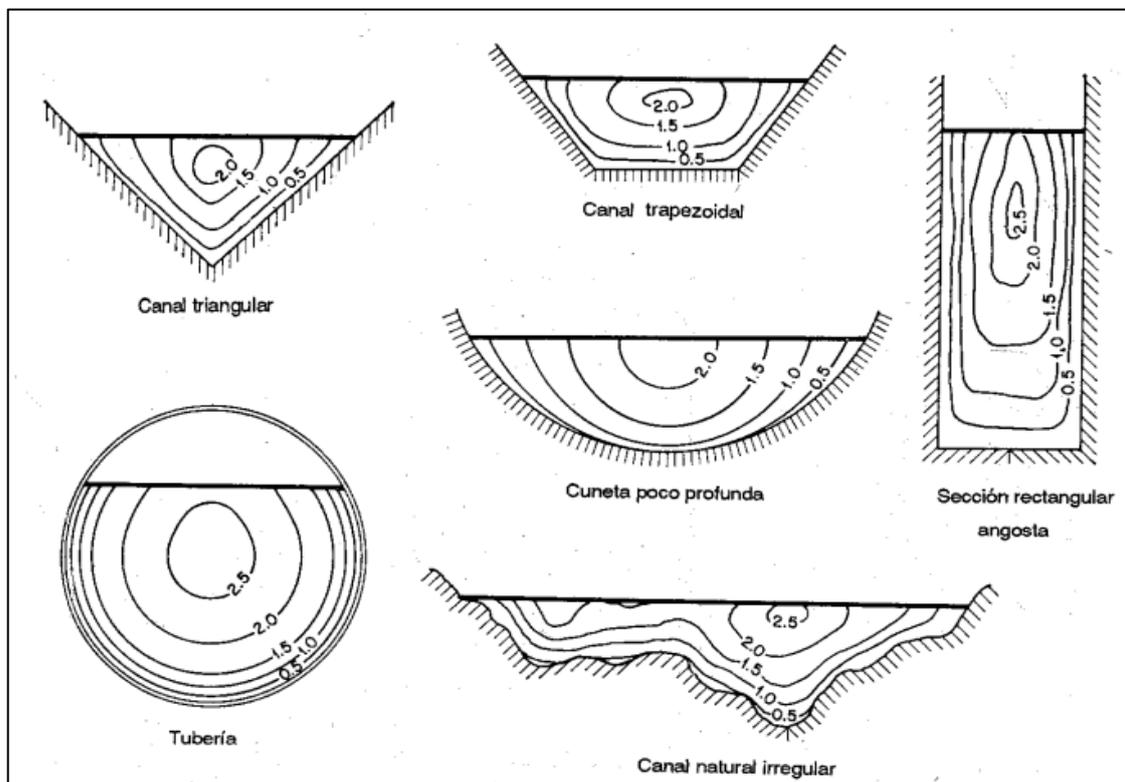
La selección de la forma de la sección depende del tipo de canal que se va a construir, siendo la trapecial la más común en los revestidos y no revestidos, la rectangular en los revestidos con materiales estables (concreto, mampostería, madera, etc.), la triangular en los pequeños y en cunetas de carreteras, y la circular en alcantarillas, colectores y túneles. Existen formas compuestas de las anteriores que son de gran utilidad en conductos abovedados, como grandes alcantarillas y emisores, que por sus dimensiones se permite el paso del hombre a su interior (Sotelo, 2002).

Anten y Willet (2000), expresa que de acuerdo al caudal que tiene que pasar por la tubería, se puede considerar dos opciones: conducción con tubos llenos, y conducción con tubos con tirante hasta 75 por ciento del diámetro del tubo.

### e. Velocidades permisibles en canales

Según Sotelo (2002), la velocidad mínima permisible se refiere a la menor velocidad del flujo con la cual se previene la sedimentación del material suspendido en el agua y el crecimiento de vegetación. En general, una velocidad media de 0,60 m/s en canales pequeños a 0,90 m/s en los grandes evita la sedimentación de la carga de material en suspensión. Una velocidad de 0,75 m/s es, normalmente, suficiente para evitar el crecimiento de vegetación que pudiera afectar de manera importante la capacidad de conducción del canal.

Debido a la presencia de la superficie libre y a la fricción a lo largo de las paredes del canal, las velocidades en un canal no están uniformemente distribuidas en su sección. La máxima velocidad medida en canales normales a menudo ocurre por debajo de la superficie libre a una distancia de 0,05 a 0,25 de la profundidad; cuanto más cerca de las bancas, más profundo se encuentra este máximo (Chow, 1982). La Figura 4 muestra las curvas comunes de igual velocidad en diferentes secciones del canal.



**Figura 4:** Curvas comunes de igual velocidad en diferentes secciones del canal

Fuente: Chow (1982)

#### **4.2.4. Flujo en canales**

Según Sotelo (2002), el flujo en un canal se produce, principalmente, por la acción de la fuerza de gravedad y se caracteriza porque expone una superficie libre a la presión atmosférica, siendo el fluido siempre un líquido, por lo general agua.

##### **a. Flujo en canales abiertos**

Según Chow (1982), el flujo en canales abiertos puede clasificarse de la siguiente manera:

##### **1. Flujo permanente**

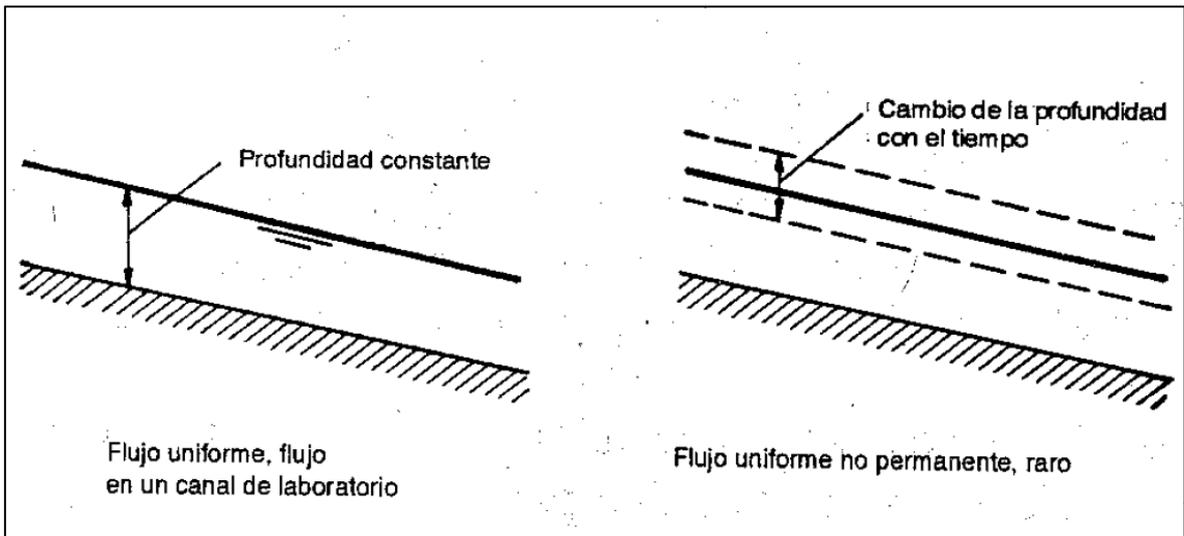
- Flujo uniforme
- Flujo variado
  - Flujo gradualmente variado
  - Flujo rápidamente variado

##### **2. Flujo no permanente**

- Flujo uniforme no permanente (raro)
- Flujo no permanente (es decir, flujo variado no permanente)
  - Flujo gradualmente variado no permanente
  - Flujo rápidamente variado no permanente

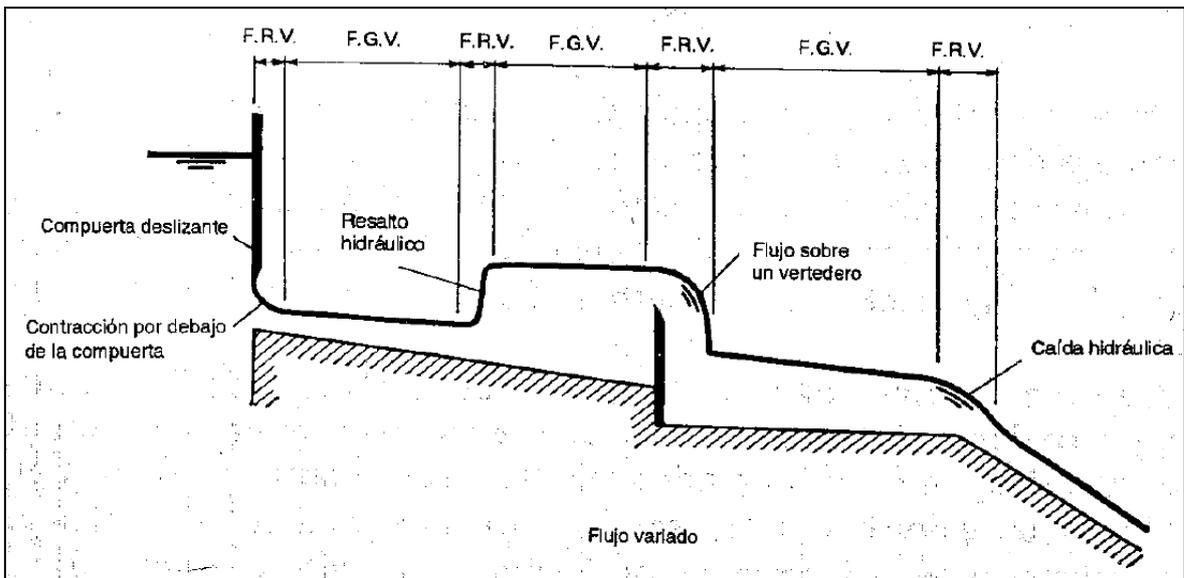
##### **b. Flujo permanente y flujo no permanente**

El flujo en un canal abierto es permanente si la profundidad del flujo no cambia o puede suponerse constante durante el intervalo de tiempo en consideración. El flujo es no permanente si la profundidad cambia con el tiempo (Chow, 1982). Las Figuras 5 y 6 muestran los tipos de flujo en canales abiertos.



**Figura 5: Flujo en canales abiertos**

Fuente: Chow (1982)



**Figura 6: Flujo en canales abiertos**

Fuente: Chow (1982)

#### 4.2.5. Sedimentación

Según Pérez (2005), la sedimentación es el proceso natural por el cual las partículas más pesadas que el agua, que se encuentran en su seno en suspensión, son removidas por la acción de la gravedad.

Las impurezas naturales se pueden encontrar en las aguas según tres estados de suspensión

en función del diámetro. Éstos son:

- a. Suspensiones hasta diámetros de  $10^{-4}$  cm.
- b. Coloides entre  $10^{-4}$  y  $10^{-6}$  cm.
- c. Soluciones para diámetros aún menores de  $10^{-6}$  cm.

### 4.3. Datos del proyecto

#### 4.3.1. Ubicación política

Región: Huancavelica  
Provincia : Castrovirreyna  
Distrito : Huamatambo

#### 4.3.2. Localización geográfica

El proyecto se localiza en las siguientes coordenadas:

Latitud :  $13^{\circ} 5' 41''$   
Longitud :  $75^{\circ} 40' 38.5''$

#### 4.3.3. Altitud

La altitud del distrito de Huamatambo se encuentra entre los 2900 y 3700 m.s.n.m. La capital del distrito se encuentra a 3056 m.s.n.m.

#### 4.3.4. Vías de acceso

El distrito de Huamatambo está articulado con las principales ciudades de la región y la costa según se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1: Vías de acceso a la zona proyecto**

Ruta	Tiempo (h)	Tipo de vía
Lima - Cañete	2	Asfaltada
Cañete - Chíncha	0.50	Asfaltada
Chíncha - Huamatambo	3,5	Trocha carrozable
Huamatambo - anexo Illapaza	2,5	Trocha carrozable

#### **4.3.5. Suelos**

Los suelos del canal Illapaza presentan depósitos deluviales coluviales y coluviales deluviales, constituidos mayormente con mezclas de clastos en porcentajes variables. Estos no forman acuíferos y la pendiente que presenta el talud del cerro es de moderada a alta.

Los suelos predominantes del canal Cohete Cacharina presentan depósitos coluviales deluviales, constituidos por gravas con arenas mezcladas con clastos y finos. Así mismo, afloran rocas en un 20% del total del canal.

Los suelos del canal Ayjoya están conformados por gravas limosas con mezclas de clastos de rocas.

El canal CapaccanCHA presenta dos tipos de suelos: depósitos de flujos de barro y deluviales coluviales, ambos están compuestos por gravas limosas.

El canal Jonicha es un canal de tierra con presencia de afloramiento de rocas en los primeros 40 m de su longitud.

#### **4.3.6. Topografía**

La topografía de la zona del proyecto presenta pendientes pronunciadas que varían entre los 10 y 40 por ciento a lo largo de todo el recorrido de los canales, siendo el canal Cohete Cacharina el que presenta las pendientes más pronunciadas. Las cotas de la zona del proyecto van desde los 3750 m.s.n.m. (captación del canal Illapaza), hasta los 3020 m.s.n.m. (Final del canal Jonicha).

#### **4.3.7. Beneficiarios**

Según el Censo de población y vivienda del 2007, la población total del distrito de Huamatambo es de 447 habitantes, de los cuales, 292 son beneficiarios del proyecto y pertenecen a los sectores de Comunpata, CcapaccanCHA y Cofradía.

#### 4.3.8. Áreas agrícolas

##### a. Áreas agrícolas sin proyecto

Las áreas bajo riego en situación sin proyecto se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2: Áreas bajo riego**

Cultivos	Área (ha)
Papa	13,00
Trigo	4,50
Maíz amiláceo	7,00
Arveja grano seco	7,50
Haba grano seco	5,00
Oca	2,00
Total (ha)	39,00

##### b. Áreas agrícolas con proyecto

Con el proyecto se pretende irrigar 126,5 ha en la campaña base, teniendo como cultivos principales a la papa, trigo, maíz amiláceo, arveja grano seco, haba grano seco y oca. Además, en campaña de rotación, se pretende cubrir alrededor de 7 ha con los cultivos de papa y haba grano seco. Las áreas bajo riego en situación con proyecto se muestran en las Tablas 3 y 4.

**Tabla 3: Áreas en campaña base**

Cultivos base	Área (ha)
Papa	42,50
Trigo	24,30
Maíz amiláceo	23,30
Arveja grano seco	15,50
Haba grano seco	12,60
Oca	8,30
Total (ha)	126,50

**Tabla 4: Áreas en campaña de rotación**

Cultivos de rotación	Área (ha)
Papa	5,00
Haba grano seco	2,00
Total (ha)	7,00

#### **4.3.9. Cédula de cultivo y calendario de siembra**

La cédula de cultivos muestra su distribución durante todo el año, para su elaboración se ha tenido en consideración las fechas de siembra y cosecha, el período vegetativo y el tipo de cultivo, para este último ha sido considerado de acuerdo a los factores climatológicos, tamaño de la unidad agrícola y la disponibilidad hídrica (Ver las Tablas 5 y 6).

**Tabla 5: Cédula de cultivo y calendario de siembra sin proyecto**

Cultivos base	Área (ha)	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Área (ha)	Cultivos de rotación
Papa	13,00	13,00	13,00	13,00	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50		13,00	13,00	1,50	Haba grano seco
Trigo	4,50	4,50	4,50	4,50							4,50	4,50	4,50		
Maíz amiláceo	7,00	7,00	7,00	7,00		1,50	1,50	1,50	1,50	1,50		7,00	7,00	1,50	Papa
Arveja grano seco	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50							7,50	7,50		
Haba grano seco	5,00	5,00	5,00	5,00							5,00	5,00	5,00		
Oca	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00							2,00	2,00		
Área total (ha)	39,00	39,00	39,00	39,00	11,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	9,50	39,00	39,00	3,00	

**Tabla 6: Cédula de cultivo y calendario de siembra con proyecto**

Cultivos base	Área (ha)	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Área (ha)	Cultivos de rotación
Papa	42,50	42,50	42,50	42,50	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00		42,50	42,50	2,00	Haba grano seco
Trigo	24,30	24,30	24,30	24,30							24,30	24,30	24,30		
Maíz amiláceo	23,30	23,30	23,30	23,30		5,00	5,00	5,00	5,00	5,00		23,30	23,30	5,00	Papa
Arveja grano seco	15,50	15,50	15,50	15,50	15,50							15,50	15,50		
Haba grano seco	12,60	12,60	12,60	12,60							12,60	12,60	12,60		
Oca	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30							8,30	8,30		
Área total (ha)	126,50	126,50	126,50	126,50	25,80	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	36,90	126,50	126,50	7,00	

#### **4.3.10. Oferta hídrica del proyecto**

Las aguas del proyecto provienen de la quebrada Ccarjahuaycco, y son conducidas por el canal Illapaza, con una disponibilidad hídrica máxima de hasta 64 l/s, según Resolución Directoral N° 278- 2017-ANA-AAA-CH.CH. del 03 de febrero del 2017, emitida por la Autoridad Administrativa del Agua Chaparra - Chíncha, en la cual se autoriza el uso de las aguas con fines agrícolas, tal como se muestra en el Anexo 1.

#### **4.3.11. Demanda hídrica del proyecto**

Los requerimientos hídricos fueron calculados en base a la información climatológica, calendario de siembra y los coeficientes de cultivo. Según la demanda total agrícola sin proyecto, para un área bajo riego en campaña base de 39 ha y rotación de 3 ha, se requiere un caudal promedio de 0,012 m<sup>3</sup>/s, con un caudal de diseño en el mes más crítico equivalente a 0,039 m<sup>3</sup>/s.

En cuanto a la demanda total agrícola con proyecto, para un área bajo riego en campaña base de 126,5 ha y rotación de 7 ha, se requiere un caudal promedio de 0,017 m<sup>3</sup>/s, con un caudal de diseño en el mes más crítico equivalente a 0,063 m<sup>3</sup>/s (63,05 l/s). A continuación se muestran las demandas hídricas del proyecto según las Tablas 7 a 12.

**Tabla 7: Demanda hídrica del proyecto**

Descripción	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Área total (ha)	126,50	126,50	126,50	25,80	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	36,90	126,50	126,50
K <sub>C</sub> promedio	0,94	0,97	0,74	0,65	0,32	0,63	0,93	1,01	0,76	0,30	0,35	0,64
ET <sub>o</sub> (mm/día)	4,29	4,04	3,76	3,36	2,95	2,70	2,85	3,26	3,84	4,33	4,68	4,56
ET <sub>c</sub> (mm/día)	4,01	3,91	2,79	2,17	0,94	1,71	2,66	3,30	2,91	1,30	1,64	2,93
Precipitación efectiva (mm/día)	2,29	2,63	2,49	1,22	0,39	0,21	0,38	0,65	1,04	1,23	1,07	2,00
Necesidades netas (mm/día)	1,72	1,28	0,29	0,96	0,55	1,50	2,28	2,65	1,87	0,07	0,57	0,93
Eficiencia de riego (Er)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Necesidades totales (mm/día)	4,31	3,20	0,74	2,39	1,37	3,75	5,71	6,62	4,67	0,18	1,43	2,32
Demanda unitaria (m <sup>3</sup> /ha)	43,06	31,96	7,37	23,89	13,67	37,53	57,05	66,19	46,73	1,82	14,27	23,23
Volumen total (m <sup>3</sup> /día)	5447,31	4043,54	932,83	616,41	95,67	262,71	399,36	463,32	327,08	67,32	1805,16	2938,24
Días	31,00	28,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00
Volumen total mensual (m <sup>3</sup> /mes)	168866,6	113219,2	28917,8	18492,3	2965,8	7881,2	12380,2	14362,9	9812,3	2086,7	54154,8	91085,5
Módulo de riego (l/s/ha) para 24 h	0,50	0,37	0,09	0,28	0,16	0,43	0,66	0,77	0,54	0,02	0,17	0,27
Caudal (l/s) para 24 h	63,05	46,80	10,80	7,13	1,11	3,04	4,62	5,36	3,79	0,78	20,89	34,01

**Tabla 8: Demanda hídrica del proyecto del canal Illapaza**

Descripción	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Área total (ha)	11,90	11,90	11,90	2,30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,80	11,90	11,90
K <sub>c</sub> promedio	0,94	0,96	0,74	0,68	0,23	0,54	0,92	1,04	0,75	0,30	0,36	0,65
ET <sub>o</sub> (mm/día)	4,29	4,04	3,76	3,36	2,95	2,70	2,85	3,26	3,84	4,33	4,68	4,56
ET <sub>c</sub> (mm/día)	4,02	3,90	2,79	2,27	0,68	1,46	2,62	3,39	2,88	1,30	1,68	2,97
Precipitación efectiva (mm/día)	2,29	2,63	2,49	1,22	0,39	0,21	0,38	0,65	1,04	1,23	1,07	2,00
Necesidades netas (mm/día)	1,73	1,26	0,30	1,05	0,29	1,25	2,24	2,74	1,85	0,07	0,62	0,97
Eficiencia de riego (Er)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Necesidades totales (mm/día)	4,31	3,16	0,75	2,64	0,71	3,12	5,60	6,85	4,62	0,18	1,54	2,43
Demanda unitaria (m <sup>3</sup> /ha)	43,13	31,58	7,51	26,36	7,13	31,17	56,03	68,52	46,18	1,82	15,41	24,29
Volumen total (m <sup>3</sup> /día)	513,20	375,78	89,36	60,62	7,13	31,17	56,03	68,52	46,18	6,93	183,42	289,11
Días	31,00	28,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00
Volumen total mensual (m <sup>3</sup> /mes)	15909,1	10521,7	2770,2	1818,7	221,1	935,1	1737,0	2124,0	1385,2	214,9	5502,5	8962,2
Módulo de riego (l/s/ha) para 16 h	0,75	0,55	0,13	0,46	0,12	0,54	0,97	1,19	0,80	0,03	0,27	0,42
Caudal (l/s) para 16 h	8,91	6,52	1,55	1,05	0,12	0,54	0,97	1,19	0,80	0,12	3,18	5,02

**Tabla 9: Demanda hídrica del proyecto del canal Cohete Cacharina**

Descripción	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Área total (ha)	31,70	31,70	31,70	7,20	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	8,50	31,70	31,70
K <sub>C</sub> promedio	0,93	0,98	0,75	0,63	0,39	0,71	0,95	0,99	0,76	0,30	0,34	0,64
ET <sub>o</sub> (mm/día)	4,29	4,04	3,76	3,36	2,95	2,70	2,85	3,26	3,84	4,33	4,68	4,56
ET <sub>c</sub> (mm/día)	4,00	3,94	2,82	2,11	1,14	1,90	2,69	3,23	2,92	1,30	1,60	2,90
Precipitación efectiva (mm/día)	2,29	2,63	2,49	1,22	0,39	0,21	0,38	0,65	1,04	1,23	1,07	2,00
Necesidades netas (mm/día)	1,71	1,31	0,33	0,90	0,74	1,69	2,31	2,58	1,89	0,07	0,54	0,91
Eficiencia de riego (Er)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Necesidades totales (mm/día)	4,27	3,26	0,82	2,24	1,86	4,23	5,78	6,44	4,71	0,18	1,34	2,27
Demanda unitaria (m <sup>3</sup> /ha)	42,72	32,64	8,24	22,41	18,57	42,30	57,82	64,44	47,14	1,82	13,41	22,67
Volumen total (m <sup>3</sup> /día)	1354,18	1034,81	261,30	161,33	37,14	84,60	115,63	128,88	94,27	15,51	425,05	718,52
Días	31,00	28,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00
Volumen total mensual (m <sup>3</sup> /mes)	41979,7	28974,7	8100,4	4840,0	1151,2	2537,9	3584,5	3995,3	2828,2	480,6	12751,4	22274,0
Módulo de riego (l/s/ha) para 7 h	1,70	1,30	0,33	0,89	0,74	1,68	2,29	2,56	1,87	0,07	0,53	0,90
Caudal (l/s) para 7 h	53,74	41,06	10,37	6,40	1,47	3,36	4,59	5,11	3,74	0,62	16,87	28,51

**Tabla 10: Demanda hídrica del proyecto del canal Ayjuya**

Descripción	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Área total (ha)	38,80	38,80	38,80	8,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	11,80	38,80	38,80
K <sub>c</sub> promedio	0,94	0,97	0,74	0,64	0,39	0,71	0,95	0,99	0,76	0,30	0,35	0,64
ET <sub>o</sub> (mm/día)	4,29	4,04	3,76	3,36	2,95	2,70	2,85	3,26	3,84	4,33	4,68	4,56
ET <sub>c</sub> (mm/día)	4,01	3,90	2,78	2,16	1,14	1,90	2,69	3,23	2,92	1,30	1,66	2,92
Precipitación efectiva (mm/día)	2,29	2,63	2,49	1,22	0,39	0,21	0,38	0,65	1,04	1,23	1,07	2,00
Necesidades netas (mm/día)	1,72	1,26	0,29	0,94	0,74	1,69	2,31	2,58	1,89	0,07	0,59	0,93
Eficiencia de riego (Er)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Necesidades totales (mm/día)	4,30	3,16	0,73	2,35	1,86	4,23	5,78	6,44	4,71	0,18	1,47	2,32
Demanda unitaria (m <sup>3</sup> /ha)	42,97	31,58	7,28	23,50	18,57	42,30	57,82	64,44	47,14	1,82	14,72	23,18
Volumen total (m <sup>3</sup> /día)	1667,35	1225,39	282,52	188,03	37,14	84,60	115,63	128,88	94,27	21,53	571,11	899,44
Días	31,00	28,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00
Volumen total mensual (m <sup>3</sup> /mes)	51687,8	34310,9	8758,2	5640,7	1151,2	2537,9	3584,5	3995,3	2828,2	667,3	17133,3	27882,7
Módulo de riego (l/s/ha) para 9 h	1,33	0,97	0,22	0,73	0,57	1,31	1,78	1,99	1,45	0,06	0,45	0,72
Caudal (l/s) para 9 h	51,46	37,82	8,72	5,80	1,15	2,61	3,57	3,98	2,91	0,66	17,63	27,76

**Tabla 11: Demanda hídrica del proyecto del canal Capaccancha**

Descripción	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Área total (ha)	23,10	23,10	23,10	4,30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	6,30	23,10	23,10
K <sub>c</sub> promedio	0,94	0,97	0,74	0,65	0,23	0,54	0,92	1,04	0,75	0,30	0,34	0,64
ET <sub>o</sub> (mm/día)	4,29	4,04	3,76	3,36	2,95	2,70	2,85	3,26	3,84	4,33	4,68	4,56
ET <sub>c</sub> (mm/día)	4,02	3,92	2,77	2,18	0,68	1,46	2,62	3,39	2,88	1,30	1,61	2,91
Precipitación efectiva (mm/día)	2,29	2,63	2,49	1,22	0,39	0,21	0,38	0,65	1,04	1,23	1,07	2,00
Necesidades netas (mm/día)	1,73	1,28	0,27	0,96	0,29	1,25	2,24	2,74	1,85	0,07	0,55	0,92
Eficiencia de riego (Er)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Necesidades totales (mm/día)	4,31	3,21	0,69	2,40	0,71	3,12	5,60	6,85	4,62	0,18	1,37	2,29
Demanda unitaria (m <sup>3</sup> /ha)	43,13	32,11	6,87	24,00	7,13	31,17	56,03	68,52	46,18	1,82	13,68	22,88
Volumen total (m <sup>3</sup> /día)	996,19	741,81	158,66	103,18	7,13	31,17	56,03	68,52	46,18	11,49	316,06	528,43
Días	31,00	28,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00
Volumen total mensual (m <sup>3</sup> /mes)	30881,8	20770,7	4918,4	3095,4	221,1	935,1	1737,0	2124,0	1385,2	356,2	9481,7	16381,2
Módulo de riego (l/s/ha) para 16 h	0,75	0,56	0,12	0,42	0,12	0,54	0,97	1,19	0,80	0,03	0,24	0,40
Caudal (l/s) para 16 h	17,29	12,88	2,75	1,79	0,12	0,54	0,97	1,19	0,80	0,20	5,49	9,17

**Tabla 12: Demanda hídrica del proyecto del canal Jonicha**

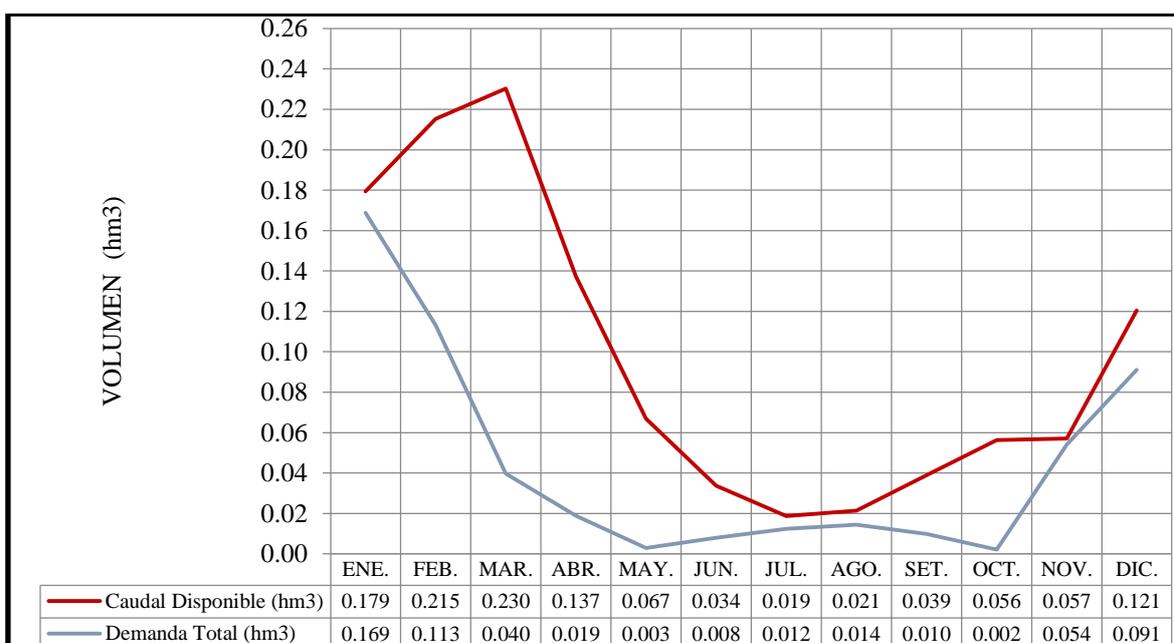
Descripción	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Área total (ha)	21,00	21,00	21,00	4,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	6,50	21,00	21,00
K <sub>c</sub> promedio	0,94	0,97	0,73	0,67	0,23	0,54	0,92	1,04	0,75	0,30	0,35	0,65
ET <sub>o</sub> (mm/día)	4,29	4,04	3,76	3,36	2,95	2,70	2,85	3,26	3,84	4,33	4,68	4,56
ET <sub>c</sub> (mm/día)	4,04	3,90	2,76	2,25	0,68	1,46	2,62	3,39	2,88	1,30	1,66	2,95
Precipitación efectiva (mm/día)	2,29	2,63	2,49	1,22	0,39	0,21	0,38	0,65	1,04	1,23	1,07	2,00
Necesidades netas (mm/día)	1,75	1,27	0,27	1,03	0,29	1,25	2,24	2,74	1,85	0,07	0,59	0,96
Eficiencia de riego (Er)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Necesidades totales (mm/día)	4,36	3,17	0,67	2,58	0,71	3,12	5,60	6,85	4,62	0,18	1,47	2,39
Demanda unitaria (m <sup>3</sup> /ha)	43,64	31,70	6,71	25,81	7,13	31,17	56,03	68,52	46,18	1,82	14,74	23,94
Volumen total (m <sup>3</sup> /día)	916,39	665,75	140,98	103,24	7,13	31,17	56,03	68,52	46,18	11,86	309,52	502,75
Días	31,00	28,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00
Volumen total mensual (m <sup>3</sup> /mes)	28408,0	18641,0	4370,5	3097,3	221,1	935,1	1737,0	2124,0	1385,2	367,5	9285,7	15585,2
Módulo de riego (l/s/ha) para 16 h	0,76	0,55	0,12	0,45	0,12	0,54	0,97	1,19	0,80	0,03	0,26	0,42
Caudal (l/s) para 16 h	15,91	11,56	2,45	1,79	0,12	0,54	0,97	1,19	0,80	0,21	5,37	8,73

### 4.3.12. Balance hídrico del proyecto

En cuanto al balance hídrico del Proyecto, se tiene una disponibilidad hídrica al 75 % de persistencia y una eficiencia de riego de 40 %, lo cual permitió aumentar las áreas de cultivo hasta 126,5 ha en campaña base y 7 ha en campaña de rotación, observándose que durante todos los meses del año, se cubre las necesidades hídricas, tal como se muestra en la Tabla 13.

**Tabla 13: Oferta y demanda hídrica del proyecto**

Mes	Caudal disponible (hm <sup>3</sup> )	Demanda total (hm <sup>3</sup> )	Superávit (hm <sup>3</sup> )	Déficit (hm <sup>3</sup> )
Enero	0,179	0,169	0,011	0,000
Febrero	0,215	0,113	0,102	0,000
Marzo	0,230	0,040	0,191	0,000
Abril	0,137	0,019	0,119	0,000
Mayo	0,067	0,003	0,064	0,000
Junio	0,034	0,008	0,000	0,000
Julio	0,019	0,012	0,006	0,000
Agosto	0,021	0,014	0,007	0,000
Septiembre	0,039	0,010	0,029	0,000
Octubre	0,056	0,002	0,054	0,000
Noviembre	0,057	0,054	0,003	0,000
Diciembre	0,121	0,091	0,029	0,000



**Figura 7: Balance hídrico del proyecto**

#### **4.4. Metodología**

##### **4.4.1. Trabajo de campo**

Para elaborar los diseños hidráulicos de las líneas de conducción para el mejoramiento del sistema de riego se llevaron a cabo los trabajos en campo, los cuales consistieron en la recopilación de información de la zona del proyecto.

Se hizo un recorrido por los canales del proyecto con la finalidad de obtener información del tipo de canal, tipo de suelo, infraestructura existente y el estado en el que se encontraban. Además, se identificaron zonas de derrumbes que afectaban el libre flujo.

Por otro lado, se realizó mediciones de las secciones transversales de los canales, para la elaboración de los diseños hidráulicos, tal como se muestra en la Figura 8.



**Figura 8: Recopilación de información de los canales de conducción**

El levantamiento topográfico de los canales del proyecto se realizó con la Estación Total Leica TS-06 (Figura 9). Se tomaron un total de 3818 puntos de relleno topográfico para una extensión total de 4,68 km de canal, considerándose 25 m antes de la captación y 25 m posteriores al final del canal, con un margen mínimo de 10 m a cada lado del canal.



**Figura 9: Levantamiento topográfico con Estación total Leica TS 06**

Para el levantamiento topográfico de la zona del proyecto se utilizaron los siguientes equipos y materiales:

- 02 baterías para estación total
- 01 trípode de aluminio
- 03 prisma y portaprismas
- 01 GPS navegador marca Garmin
- 01 wincha de 50 m.
- 05 radios motorola
- 01 laptop
- 01 cámara fotográfica
- 01 camioneta

- Pintura spray y esmalte color rojo
- Martillo de carpintero
- Estacas de madera y de fierro
- Tubo de PVC
- Clavos
- Cemento

Durante el levantamiento topográfico se ubicaron los Benchmarks (BMs) a lo largo de toda la longitud del trazo del canal, estos BMs se colocaron cada 500 m, además, se colocaron puntos de control adicionales que sirvieron de apoyo topográfico donde se proyectaron obras de arte.

La monumentación de los BMs y puntos de control se realizó mediante la colocación de tubos de PVC de 2" y fierro de 3/8" en el centro de un dado de concreto, en casos de terrenos rocosos se procedió al pintado directo en las rocas del lugar, tal como se muestra en las Figuras 10 y 11.



**Figura 10: Colocación de Benchmarks (BMs) pintados en rocas fijas**



**Figura 11: Monumentación de los puntos de control colocados a lo largo del canal**

#### **4.4.2. Trabajo de gabinete**

El trabajo de gabinete consistió en el procesamiento de los datos obtenidos en campo, los cuales sirvieron para la elaboración de los planos topográficos y posteriores diseños hidráulicos de los canales del proyecto. Para esta etapa se utilizó el software Autodesk AutoCAD civil 3D versión 2016, mediante el cual se obtuvo planos a curvas de nivel de planta y perfil longitudinal del terreno, tal como se puede apreciar en el Anexo 2.

#### **4.4.3. Planteamiento hidráulico del proyecto**

El proyecto consiste en captar las aguas de la quebrada Ccarjahuaycco y conducir las a través del canal Illapaza hasta la quebrada Pajchapata, la cual abastecerá a los canales de Cohete Cacharina, ayjoja, Ccapaccancha y Jonicha, tal como se muestra en la Figura 12.

El Canal de conducción de Illapaza conduce 64 l/s durante las 24 horas, y llena el reservorio existente, ubicado en la progresiva 1+530, el cual descarga durante 16 horas un caudal de 32 l/s hacia el canal Illapaza. Los caudales del canal Illapaza y el canal de salida del reservorio

se encuentran en una caja de reunión ubicada en la progresiva 1+592, haciendo un total de 96 l/s, los cuales salen en dirección de la quebrada Pajchapata, la misma que abastecerá a los canales Cohete Cacharina, Ayjoya, Capaccancha y Jonicha.

La distribución del caudal hacia las parcelas del proyecto fue de la siguiente manera:

- El canal Illapaza distribuirá hacia las áreas de cultivo un caudal de 96 l/s durante un tiempo de 16 horas diarias, irrigando con 9 l/s un total de 11,90 ha en campaña base y 1 ha en campaña de rotación. El caudal restante, equivalente a 87 l/s, se dirigirá hacia la quebrada Pajchapata, la cual abastecerá el resto de canales.
- El canal Cohete Cacharina distribuirá hacia las áreas de cultivo un caudal de 54 l/s durante un tiempo de 7 horas diarias, irrigando un total de 31,70 ha en campaña base y 2 ha en campaña de rotación.
- El canal Ayjoya distribuirá hacia las áreas de cultivo un caudal de 51 l/s durante un tiempo de 9 horas diarias, irrigando un total de 38,80 ha en campaña base y 2 ha en campaña de rotación.
- El canal Capaccancha distribuirá hacia las áreas de cultivo un caudal de 17 l/s durante un tiempo de 16 horas diarias, irrigando un total de 23,10 ha en campaña base y 1 ha en campaña de rotación.
- El canal Jonicha distribuirá hacia las áreas de cultivo un caudal de 16 l/s durante un tiempo de 16 horas diarias, irrigando un total de 21 ha en campaña base y 1 ha en campaña de rotación.

En la Tabla 14 se muestra la longitud, caudal y material de los canales del proyecto.

**Tabla 14: Características de los canales de conducción del proyecto**

Canal	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Material
Illapaza	1592,00	64,00	Concreto existente
	338,97	96,00	Tubería lisa HDPE
Cohete Cacharina	1363,71	54,00	Tubería lisa HDPE
Ayjoya	759,33	51,00	Tubería lisa HDPE
Capaccancha	275,53	17,00	Tubería lisa HDPE
Jonicha	358,00	16,00	Tubería lisa HDPE
Total	4687,54		

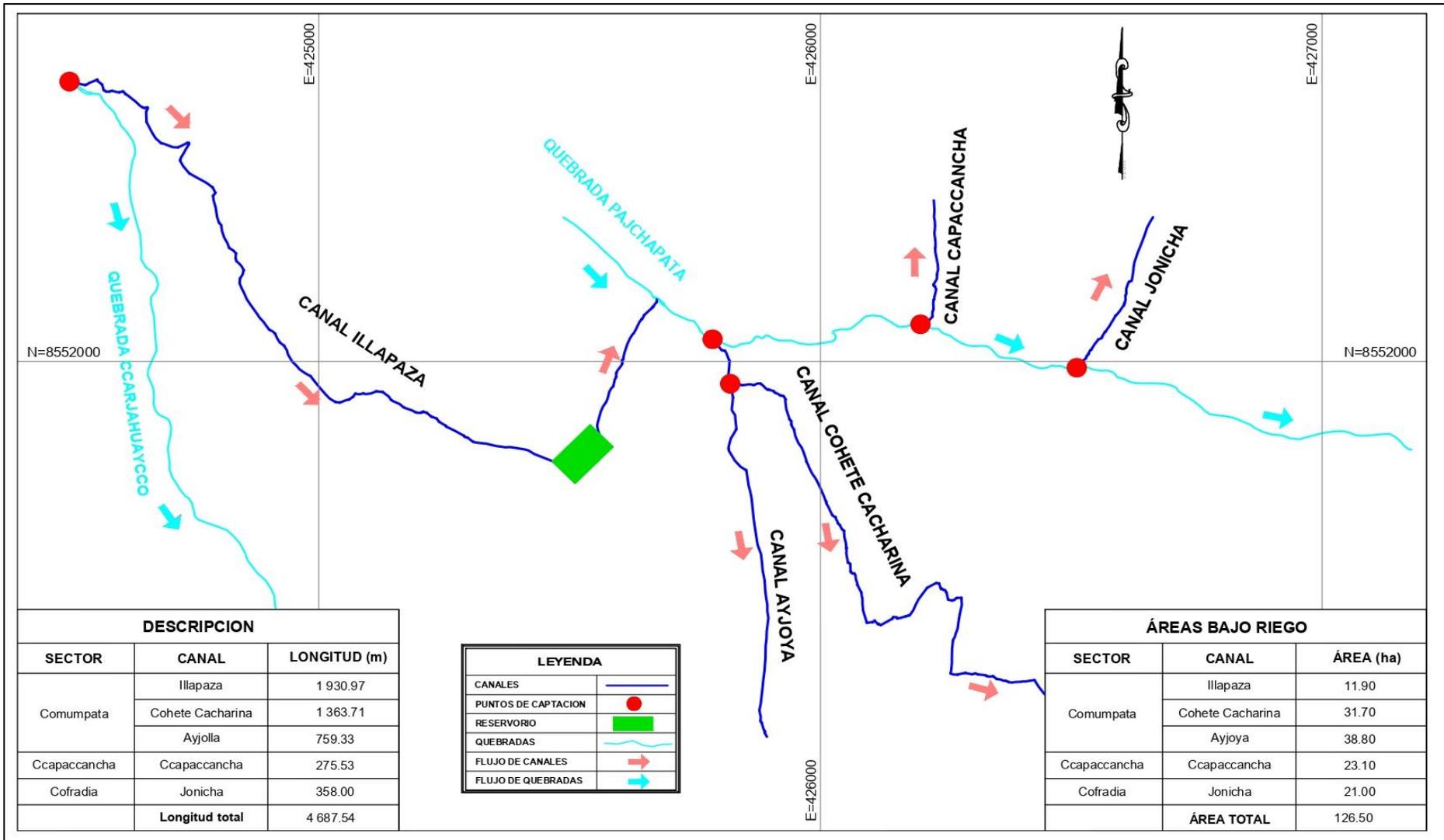


Figura 12: Esquema hidráulico del proyecto

#### **4.4.4. Criterios técnicos para la elección del tipo de canal**

Para los canales del proyecto se escogió la tubería Lisa HDPE ASTM PE - 4710 SDR 41, la cual fue elegida mediante los criterios técnicos que se mencionan a continuación:

- Debido a que los canales existentes eran de tierra, se optó por una sección cerrada, con la finalidad de evitar las pérdidas por infiltración y evaporación.
- La zona del proyecto presenta muchos tramos donde frecuentemente ocurren derrumbes, por ello se propuso una sección cerrada para evitar el bloqueo de la sección del canal.
- La tubería lisa HDPE soporta velocidades más elevadas que los canales de tierra o de concreto, incluso soporta más velocidades que las tuberías de PVC y HDPE corrugadas de doble pared.
- Debido a los pronunciados quiebres que presentan los canales a lo largo de su recorrido, se decidió por la tubería lisa, la cual es más flexible que las tuberías de PVC y HDPE corrugada.
- Debido a la existencia de tramos rocosos, en los cuales la tubería necesariamente tenía que ir a la intemperie, se decidió por la de tubería lisa HDPE, la cual presenta mucha resistencia a las cargas externas.
- Son de bajo peso, entre un 70 a 90 por ciento menos que el concreto, facilitando su manejo, transporte e instalación.
- Presentan gran resistencia a la abrasión.
- Presentan bajo coeficiente de rugosidad que se encuentra entre 0,009 y 0,011.
- Son de larga durabilidad, llegando a tener una vida útil de hasta más de 50 años.
- La tubería cuenta con protección ante los rayos ultravioletas, lo cual le permite instalarse a la intemperie.
- Las tuberías lisas de HDPE ASTM PE - 4710 SDR 41 al ser muy resistentes se pueden elegir de menores espesores cuando los diámetros son pequeños, lo cual económicamente es más rentable. Las cotizaciones para los diferentes diámetros de las tuberías lisas HDPE se muestran en el Anexo 1.

#### **4.4.5. Diseño hidráulico**

A continuación, se detallan algunos criterios básicos para el diseño de canales. En este caso, canales de tubería parcialmente llenos.

### a. Velocidad

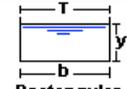
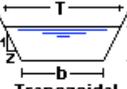
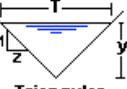
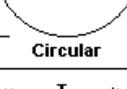
La velocidad del agua en los canales es un factor muy importante que debe ser considerado para el diseño, es recomendable que no supere los límites permitidos para evitar la erosión de la superficie en contacto; a su vez, no debe ser tan baja para evitar la sedimentación de partículas. En la Tabla 15 se muestra las velocidades máximas permisibles en distintos tipos de materiales.

**Tabla 15: Velocidades máximas permisibles**

Material	Velocidad (m/s)
Concreto simple	3,00
Concreto reforzado	3,50
Acero	5,00
Acero galvanizado	5,00
Fierro fundido	5,00
HDPE	5,00
PVC (polivinilo de cloruro)	5,00

### b. Factores geométricos e hidráulicos

La geometría de la sección a elegir es muy importante al momento del diseño. En la Figura 13 se presenta las secciones geométricas más utilizadas.

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	$\frac{(\theta - \text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta}) \frac{D}{4}$	$(\frac{\text{sen}\theta}{2}) D$ 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 13: Relaciones geométricas más frecuentes en canales**

Fuente: Coronado (1992)

### c. Sección de máxima eficiencia hidráulica

Para un canal, la máxima eficiencia hidráulica se da cuando para la misma área, pendiente y calidad de paredes pasa el mayor caudal, la sección de máxima eficiencia hidráulica es la semicircular.

### d. Pendiente

La pendiente adecuada es la que permita reducir al mínimo el movimiento de tierra y velocidades no erosivas, evitando en lo posible la construcción de estructuras de disipación de energía.

### e. Coeficiente de Manning

La Tabla 16 muestra los coeficientes de Manning para distintos materiales.

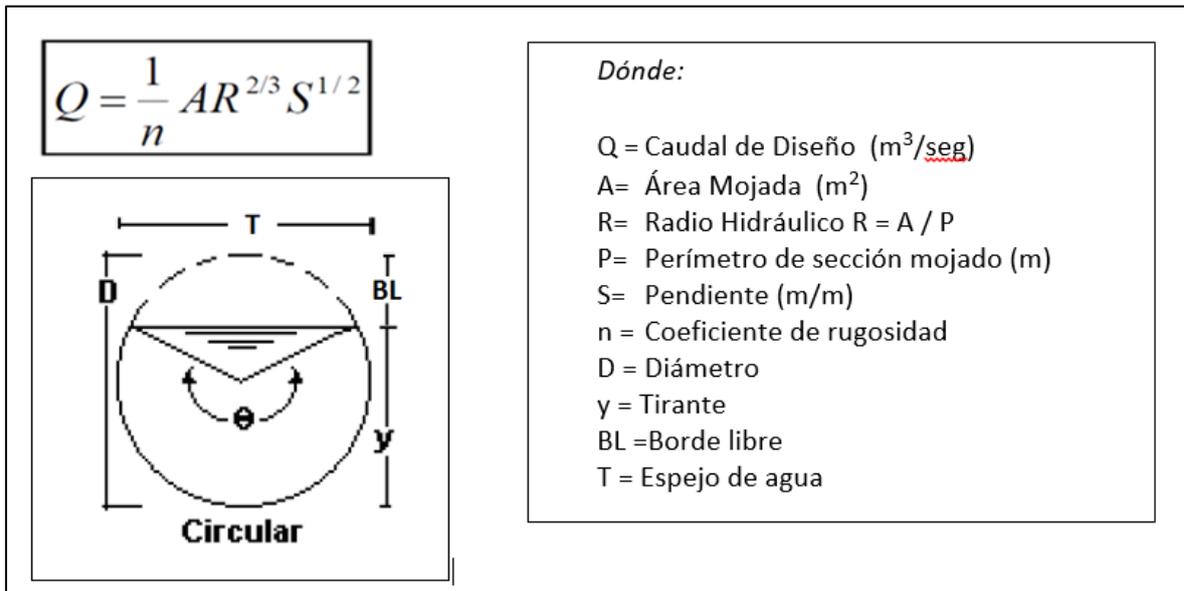
**Tabla 16: Coeficientes de Manning**

Material	Coeficiente de Manning (n)
Asbesto cemento	0,011
Latón	0,011
Tabique	0,015
Fierro fundido (nuevo)	0,012
Concreto (Cimbra metálica)	0,011
Concreto (Cimbra madera)	0,015
Concreto simple	0,013
Cobre	0,011
Acero corrugado	0,022
Acero Galvanizado	0,016
Acero (esmaltado)	0,010
Acero (nuevo, sin recubrimiento)	0,011
Acero (remachado)	0,019
Plomo	0,011
Plástico (PVC)	0,009
HDPE	0,009
Madera (duelas)	0,012
Vidrio (laboratorio)	0,011

Fuente: Meadows *et al.* (2002)

#### f. Caudal de diseño

La capacidad del canal está relacionada directamente con la demanda de agua requerida. Para el diseño hidráulico de los canales se utilizó la ecuación de Manning (Figura 14).



**Figura 14: Ecuación de Manning**

#### g. Trazo de la rasante de los canales

Con los datos obtenidos del levantamiento topográfico, y los planos en planta y perfil con las escalas adecuadas, se procedió al diseño del canal mediante el trazo de la rasante. Para ello se tomó en cuenta los siguientes criterios:

- Al ser canales existentes, se deberá en lo posible realizar el trazo de la rasante tratando de seguir la forma del terreno para reducir el movimiento de tierra.
- Tratar, en la medida que se pueda, hacer trazos largos para evitar muchos cambios de pendiente.
- Al ser canal de tubería, el trazo deberá ir por debajo de la línea del terreno, a una distancia aproximada de la altura de zanja en la que se colocará la tubería.
- Se realizó el trazo de la rasante en simultáneamente con el cálculo hidráulico, con la finalidad de controlar las velocidades en distintos tramos de los canales.
- Se tuvo en cuenta los puntos de captación donde se proyectaron obras de arte.

#### **h. Cálculo de la sección del canal**

Una vez definidas las pendientes, y conociendo la rugosidad y el caudal de diseño de cada canal, se procedió a realizar el cálculo de su sección haciendo uso del software H-CANALES versión 3.0, con el cual se determinaron los parámetros hidráulicos en distintos tramos tales como el tirante normal, área hidráulica, espejo de agua, número de Froude, perímetro mojado, radio hidráulico, velocidad, energía específica y el tipo de flujo. Los resultados se presentan en las Tablas 17 a 21.

**Tabla 17: Diseño hidráulico y características geométricas del canal Illapaza**

<b>Progresiva inicial</b>	<b>Progresiva final</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>n</b>	<b>s (m/m)</b>	<b>Dnom (pulg)</b>	<b>Dint (m)</b>	<b>Y (m)</b>	<b>Y/D</b>	<b>A</b>	<b>P</b>	<b>R=A/P</b>	<b>T</b>	<b>F</b>	<b>V (m/s)</b>
1592,00	1600,00	8,00	0,096	0,01	0,06	8,00	0,20	0,14	0,70	0,02	0,40	0,06	0,18	3,63	4,07
1600,00	1740,00	140,00	0,096	0,01	0,05	8,00	0,20	0,15	0,76	0,03	0,42	0,06	0,17	3,09	3,75
1740,00	1820,00	80,00	0,096	0,01	0,09	8,00	0,20	0,12	0,60	0,02	0,35	0,06	0,20	4,91	4,87
1820,00	1880,00	60,00	0,096	0,01	0,17	8,00	0,20	0,10	0,50	0,02	0,31	0,05	0,20	6,99	6,14
1880,00	1910,01	30,01	0,096	0,01	0,12	8,00	0,20	0,11	0,55	0,02	0,33	0,05	0,20	5,88	5,46
1910,01	1930,97	20,96	0,096	0,01	0,10	8,00	0,20	0,12	0,59	0,02	0,35	0,05	0,20	5,14	5,01

**Tabla 18: Diseño hidráulico y características geométricas del canal Cohete Cacharina**

Progresiva inicial	Progresiva final	Longitud (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	n	s m/m	Dnom (pulg)	Dint (m)	Y (m)	Y/D	A	P	R=A/P	T	F	V (m/s)
0,00	10,00	10,00	0,054	0,009	0,12	6,00	0,15	0,09	0,61	0,01	0,27	0,04	0,15	5,38	4,69
10,00	40,00	30,00	0,054	0,009	0,29	6,00	0,15	0,07	0,46	0,01	0,23	0,04	0,15	8,96	6,55
40,00	100,00	60,00	0,054	0,009	0,17	6,00	0,15	0,08	0,54	0,01	0,25	0,04	0,15	6,67	5,38
100,00	120,00	20,00	0,054	0,009	0,46	6,00	0,15	0,06	0,41	0,01	0,21	0,03	0,15	11,43	7,74
120,00	170,00	50,00	0,054	0,009	0,67	6,00	0,15	0,06	0,37	0,01	0,20	0,03	0,15	13,96	8,90
170,00	223,56	53,56	0,054	0,009	0,68	6,00	0,15	0,06	0,37	0,01	0,20	0,03	0,15	14,12	8,97
223,56	280,00	56,44	0,054	0,009	0,22	6,00	0,15	0,08	0,51	0,01	0,24	0,04	0,15	7,59	5,86
280,00	310,00	30,00	0,054	0,009	0,33	6,00	0,15	0,07	0,45	0,01	0,22	0,04	0,15	9,57	6,84
310,00	380,00	70,00	0,054	0,009	0,18	6,00	0,15	0,08	0,54	0,01	0,25	0,04	0,15	6,78	5,44
380,00	420,00	40,00	0,054	0,009	0,28	6,00	0,15	0,07	0,47	0,01	0,23	0,04	0,15	8,87	6,50
420,00	450,00	30,00	0,054	0,009	0,16	6,00	0,15	0,08	0,56	0,01	0,26	0,04	0,15	6,32	5,20
450,00	490,00	40,00	0,054	0,009	0,12	8,00	0,20	0,08	0,39	0,01	0,27	0,04	0,20	6,25	4,72
490,00	530,00	40,00	0,054	0,009	0,19	6,00	0,15	0,08	0,53	0,01	0,25	0,04	0,15	7,05	5,58
530,00	594,70	64,70	0,054	0,009	0,05	8,00	0,20	0,10	0,52	0,02	0,32	0,05	0,20	3,65	3,28
594,70	630,00	35,30	0,054	0,009	0,27	6,00	0,15	0,07	0,47	0,01	0,23	0,04	0,15	8,69	6,41
630,00	650,00	20,00	0,054	0,009	0,10	6,00	0,15	0,10	0,64	0,01	0,28	0,04	0,15	4,85	4,40
650,00	670,00	20,00	0,054	0,009	0,31	6,00	0,15	0,07	0,45	0,01	0,22	0,04	0,15	9,37	6,75
670,00	736,51	66,51	0,054	0,009	0,06	8,00	0,20	0,10	0,48	0,01	0,30	0,05	0,20	4,31	3,66
736,51	750,00	13,49	0,054	0,009	0,33	6,00	0,15	0,07	0,45	0,01	0,22	0,04	0,15	9,62	6,87

«continuación»

<b>Progresiva inicial</b>	<b>Progresiva final</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>n</b>	<b>s m/m</b>	<b>Dnom (pulg)</b>	<b>Dint (m)</b>	<b>Y (m)</b>	<b>Y/D</b>	<b>A</b>	<b>P</b>	<b>R=A/P</b>	<b>T</b>	<b>F</b>	<b>V (m/s)</b>
750.00	790.00	40.00	0.05	0.01	0.25	6.00	0.15	0.07	0.48	0.01	0.23	0.04	0.15	8.27	6.20
790.00	810.00	20.00	0.05	0.01	0.40	6.00	0.15	0.06	0.42	0.01	0.22	0.03	0.15	10.65	7.37
810.00	830.00	20.00	0.05	0.01	0.23	6.00	0.15	0.08	0.50	0.01	0.24	0.04	0.15	7.86	5.99
830.00	840.00	10.00	0.05	0.01	0.42	6.00	0.15	0.06	0.42	0.01	0.21	0.03	0.15	11.00	7.54
840.00	870.00	30.00	0.05	0.01	0.12	6.00	0.15	0.09	0.60	0.01	0.27	0.04	0.15	5.46	4.73
870.00	900.00	30.00	0.05	0.01	0.34	6.00	0.15	0.07	0.44	0.01	0.22	0.04	0.15	9.76	6.94
900.00	926.79	26.79	0.05	0.01	0.58	6.00	0.15	0.06	0.38	0.01	0.20	0.03	0.15	12.92	8.43
926.79	940.00	13.21	0.05	0.01	0.17	6.00	0.15	0.08	0.54	0.01	0.25	0.04	0.15	6.68	5.38
940.00	950.00	10.00	0.05	0.01	0.48	6.00	0.15	0.06	0.40	0.01	0.21	0.03	0.15	11.80	7.91
950.00	970.00	20.00	0.05	0.01	0.20	6.00	0.15	0.08	0.52	0.01	0.24	0.04	0.15	7.29	5.70
970.00	996.42	26.42	0.05	0.01	0.51	6.00	0.15	0.06	0.40	0.01	0.21	0.03	0.15	12.10	8.05
996.42	1155.95	159.53	0.05	0.01	0.04	8.00	0.20	0.11	0.70	0.02	0.33	0.05	0.20	3.45	3.17
1155.95	1234.51	78.56	0.05	0.01	0.51	6.00	0.15	0.06	0.40	0.01	0.21	0.03	0.15	12.07	8.04
1234.51	1280.00	45.49	0.05	0.01	0.42	6.00	0.15	0.06	0.42	0.01	0.21	0.03	0.15	10.90	7.49
1280.00	1323.71	43.71	0.05	0.01	0.47	6.00	0.15	0.06	0.40	0.01	0.21	0.03	0.15	11.67	7.85
1323.71	1344.49	20.78	0.05	0.01	0.13	6.00	0.15	0.09	0.60	0.01	0.27	0.04	0.15	5.51	4.76
1344.49	1363.71	19.22	0.05	0.01	0.41	6.00	0.15	0.06	0.42	0.01	0.21	0.03	0.15	10.82	7.45

**Tabla 19: Diseño hidráulico y características geométricas del canal Ayjoya**

Progresiva inicial	Progresiva final	Longitud (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	n	s m/m	Dnom (pulg)	Dint (m)	Y (m)	Y/D	A	P	R=A/P	T	F	V (m/s)
0,00	70,00	70,00	0,051	0,009	0,01	6,00	0,20	0,15	0,74	0,02	0,42	0,06	0,18	1,72	2,04
70,00	147,00	77,00	0,051	0,009	0,11	6,00	0,15	0,09	0,61	0,01	0,27	0,04	0,15	5,03	4,40
147,00	180,00	33,00	0,051	0,009	0,10	6,00	0,15	0,09	0,62	0,01	0,28	0,04	0,15	4,86	4,31
180,00	200,00	20,00	0,051	0,009	0,21	6,00	0,15	0,08	0,49	0,01	0,24	0,04	0,15	7,50	5,70
200,00	230,00	30,00	0,051	0,009	0,04	8,00	0,20	0,11	0,54	0,02	0,33	0,05	0,20	3,23	2,97
230,00	330,00	100,00	0,051	0,009	0,17	6,00	0,15	0,08	0,53	0,01	0,25	0,04	0,15	6,59	5,23
330,00	360,00	30,00	0,051	0,009	0,13	6,00	0,15	0,09	0,57	0,01	0,26	0,04	0,15	5,75	4,79
360,00	380,00	20,00	0,051	0,009	0,21	6,00	0,15	0,08	0,50	0,01	0,24	0,04	0,15	7,45	5,67
380,00	410,00	30,00	0,051	0,009	0,02	8,00	0,20	0,13	0,65	0,02	0,37	0,06	0,19	2,24	2,36
410,00	450,00	40,00	0,051	0,009	0,13	6,00	0,15	0,09	0,56	0,01	0,26	0,04	0,15	5,84	4,84
450,00	510,00	60,00	0,051	0,009	0,08	6,00	0,15	0,10	0,66	0,01	0,29	0,04	0,14	4,33	4,03
510,00	610,00	100,00	0,051	0,009	0,06	8,00	0,20	0,09	0,47	0,01	0,30	0,05	0,20	4,10	3,48
610,00	690,00	80,00	0,051	0,009	0,10	6,00	0,15	0,09	0,62	0,01	0,28	0,04	0,15	4,83	4,30
690,00	759.33	69.33	0,051	0,009	0,09	6,00	0,15	0,10	0,65	0,01	0,29	0,04	0,14	4,38	4,05

**Tabla 20: Diseño hidráulico y características geométricas del canal Capaccancha**

Progresiva inicial	Progresiva final	Longitud (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	n	s m/m	Dnom (pulg)	Dint (m)	Y (m)	Y/D	A	P	R=A/P	T	F	V (m/s)
0,00	12,69	12,69	0,017	0,009	0,28	4,00	0,10	0,05	0,45	0,00	0,15	0,02	0,10	8,30	4,85
12,69	70,00	57,31	0,017	0,009	0,09	4,00	0,10	0,06	0,63	0,01	0,19	0,03	0,10	4,27	3,15
70,00	97,29	27,29	0,017	0,009	0,35	4,00	0,10	0,04	0,42	0,00	0,14	0,02	0,10	9,26	5,23
120,43	140,00	19,57	0,017	0,009	0,20	4,00	0,10	0,05	0,50	0,00	0,16	0,03	0,10	6,79	4,23
140,00	180,00	40,00	0,017	0,009	0,09	4,00	0,10	0,06	0,63	0,01	0,19	0,03	0,10	4,27	3,14
180,00	220,00	40,00	0,017	0,009	0,07	4,00	0,15	0,05	0,36	0,01	0,20	0,03	0,15	4,56	2,88
220,00	275,53	55,53	0,017	0,009	0,03	6,00	0,15	0,07	0,46	0,01	0,23	0,04	0,15	2,93	2,14

**Tabla 21: Diseño hidráulico y características geométricas del canal Jonicha**

Progresiva inicial	Progresiva final	Longitud (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	n	s m/m	Dnom (pulg)	Dint (m)	Y (m)	Y/D	A	P	R=A/P	T	F	V (m/s)
0,00	30,00	30,00	0,016	0,009	0,03	6,00	0,15	0,07	0,46	0,01	0,23	0,04	0,15	2,66	1,94
30,00	50,00	20,00	0,016	0,009	0,10	6,00	0,15	0,05	0,32	0,00	0,18	0,03	0,14	5,46	3,21
50,00	100,00	50,00	0,016	0,009	0,04	6,00	0,15	0,06	0,42	0,01	0,22	0,03	0,15	3,17	2,19
100,00	180,00	80,00	0,016	0,009	0,07	4,00	0,10	0,07	0,68	0,01	0,20	0,03	0,09	3,49	2,72
180,00	230,00	50,00	0,016	0,009	0,05	4,00	0,10	0,07	0,74	0,01	0,21	0,03	0,09	3,00	2,51
230,00	330,00	100,00	0,016	0,009	0,07	4,00	0,10	0,07	0,68	0,01	0,20	0,03	0,09	3,52	2,74
330,00	358,00	28,00	0,016	0,009	0,17	4,00	0,10	0,05	0,50	0,00	0,16	0,03	0,10	6,34	3,96

De los resultados obtenidos, se analizaron los distintos tramos en los que la velocidad del flujo para el canal de tubería excedía los límites permisibles para el HDPE, con lo cual se proyectaron cámaras disipadoras de impacto en los tramos más críticos con la finalidad de evitar velocidades erosivas en tramos muy largos de los canales.

#### **4.4.6. Descripción técnica de las obras**

##### **a. Canal de conducción entubado Illapaza**

El canal Illapaza, que conduce las aguas de la captación de la quebrada Ccarjahuaycco, será de tubería lisa HDPE ASTM PE - 4710 SDR 41 de diámetro de 8 pulgadas y tendrá una longitud total de 338,97 m. La tubería será colocada en zanjas de 0,50 m de ancho, 0,60 m de profundidad y se apoyará sobre una cama de apoyo de 0,10 m de espesor y rellena con material propio seleccionado a una altura mínima de 0,30 m por encima de la clave de la tubería.

##### **b. Canal de conducción entubado Cohete Cacharina**

El canal Cohete Cacharina, que conduce las aguas de la captación de la quebrada Pajchapata, será de tubería lisa HDPE ASTM PE - 4710 SDR 41 de diámetros de 6 y 8 pulgadas y tendrá una longitud total de 1363,71 m. La tubería será colocada en zanjas de 0,50 m de ancho, 0,60 m de profundidad y se apoyará sobre una cama de apoyo de 0,10 m de espesor y rellena con material propio seleccionado a una altura mínima de 0,30 m por encima de la clave de la tubería.

##### **c. Canal de conducción entubado Ayjoya**

El canal Ayjoya, que conduce las aguas de la captación de la quebrada Pajchapata, será de tubería lisa HDPE ASTM PE - 4710 SDR 41 de diámetros de 6 y 8 pulgadas y tendrá una longitud total de 759,33 m. La tubería será colocada en zanjas de 0,50 m de ancho, 0,60 m de profundidad y se apoyará sobre una cama de apoyo de 0,10 m de espesor y rellena con material propio seleccionado a una altura mínima de 0,30 m por encima de la clave de la tubería.

##### **d. Canal de conducción entubado Capaccancha**

El canal Capaccancha, que conduce las aguas de la captación de la quebrada

Pajchapata, será de tubería lisa HDPE ASTM PE - 4710 SDR 41 de diámetros de 4 y 6 pulgadas y tendrá una longitud total de 252,39 m. La tubería será colocada en zanjas de 0,40 m de ancho, 0,50 m de profundidad y se apoyará sobre una cama de apoyo de 0,10 m de espesor y rellena con material propio seleccionado a una altura mínima de 0,20 m por encima de la clave de la tubería.

**e. Canal de conducción entubado Jonicha**

El canal Jonicha, que conduce las aguas de la captación de la quebrada Pajchapata, será de tubería lisa HDPE ASTM PE - 4710 SDR 41 de diámetros de 4 y 6 pulgadas y tendrá una longitud total de 358 m. La tubería será colocada en zanjas de 0,40 m de ancho, 0,50 m de profundidad y se apoyará sobre una cama de apoyo de 0,10 m de espesor y rellena con material propio seleccionado a una altura mínima de 0,20 m por encima de la clave de la tubería.

**f. Cámaras disipadoras de impacto**

Son estructuras hidráulicas que cumplen la función de disipar la energía del agua que se conduce por las tuberías, se ubicaron en tramos donde la velocidad es erosiva o en algunos quiebres pronunciados de algunos tramos de los canales.

**4.5. Experiencias y aportes personales**

A continuación, se describen las situaciones problemáticas presentadas en los trabajos y los aportes brindados a la empresa HYD SOLUCIONES S.A.C. durante el periodo de prestación de servicios.

**4.5.1. Contribución a solución de las situaciones problemáticas presentadas**

A continuación, se presentan cuatro situaciones problemáticas presentadas en la empresa:

**Problemática 1: La zona del proyecto presenta algunos deslizamientos y desprendimientos de rocas, causando el bloqueo de los canales.**

Se pudo identificar los tramos en donde se habían presentado derrumbes de piedras, los cuales generaban obstrucciones en los canales y causaban desbordes y pérdidas de agua para riego de las áreas de cultivo, tal como se muestra en las Figuras 15 y 16.



**Figura 15:** Vista del canal Ayjoya bloqueado por derrumbes



**Figura 16:** Derrumbe de rocas en camino hacia canal Illapaza

**Problemática 2: Las fuertes pendientes y los quiebres pronunciados en algunos tramos generaban la erosión de los canales de tierra**

Los canales de riego existentes de la zona del proyecto en su gran mayoría son de tierra, con pendientes muy pronunciadas, lo que ocasionaba que las velocidades superen los límites permitidos, generando la erosión de los mismos. Además, existían pérdidas por infiltración debido al mal estado en el que se encontraban, ocasionando el desaprovechamiento del recurso hídrico, tal como se muestra en la Figura 17.



**Figura 17: Vista del canal Cohete Cacharina con pendientes pronunciadas**

Por otro lado, se pudo apreciar que diversos tramos de los canales del proyecto presentaban quiebres pronunciados en algunos tramos, esto con el tiempo ha ido erosionando cada vez más la base y los taludes de los canales de tierra, generando desbordes, inundaciones y pérdida de los cultivos, tal como se aprecia en la Figura 18.



**Figura 18:** Quiebres pronunciados en varios tramos del canal Cohete Cacharina

**Problemática 3:** El canal Jonicha, siendo un canal abierto y de tierra, recorría en algunos tramos por el medio de los caminos de trocha del distrito de Huamatambo

Se pudo apreciar que el canal Jonicha, recorría en algunos tramos por el medio de la trocha. Dicho canal, al ser de tierra y de sección abierta, estaba expuesto a constantes daños en su estructura, lo cual derivaba en una deficiente conducción del recurso hídrico, tal como se aprecia en la Figura 19.



**Figura 19:** Vista del tramo del canal Jonicha que pasa por el medio del camino

#### **Problemática 4: No se contaba con la totalidad del personal de trabajo de la zona para realizar los trabajos de levantamiento de información topográfica**

El personal de trabajo para realizar el levantamiento topográfico era reducido debido a la presencia de la ejecución de una obra de saneamiento cerca de la zona del proyecto que concentraba casi la totalidad de la mano de obra, poniendo en peligro el desarrollo de los trabajos en campo al no contar con personal óptimo para realizar los trabajos. Los aportes brindados a la empresa HYD SOLUCIONES S.A.C., que sirvieron para la solución de las situaciones problemáticas presentadas, se detallan a continuación:

Los conocimientos adquiridos en la etapa de formación universitaria, sumado a la experiencia obtenida en otros centros laborales, permitieron aportar a la empresa, alternativas de solución técnica y de gestión de los problemas identificados en los distintos proyectos.

Desde el punto de vista técnico, se contribuyó en la búsqueda de alternativas de solución a las distintas problemáticas presentadas haciendo uso de los criterios topográficos e hidráulicos aprendidos en la etapa de formación universitaria, definiendo los materiales y metodologías que sirvieron para el levantamiento de información de los canales, eligiendo el tipo y sección de canal que mejor se ajuste a la realidad del proyecto y realizando los diseños hidráulicos de los canales de conducción contemplados en el proyecto.

Por otro lado, desde el punto de vista de la gestión, se contribuyó con la empresa al estar a cargo de dirigir los trabajos de levantamiento topográfico en campo y los trabajos en gabinete de los diseños de la infraestructura hidráulica del proyecto. Además, se hizo seguimiento a los avances de los trabajos de los otros estudios que conforman el proyecto como son los estudios hidrológicos y estudios de geología, con la finalidad de que se cumplan las fechas establecidas de presentación.

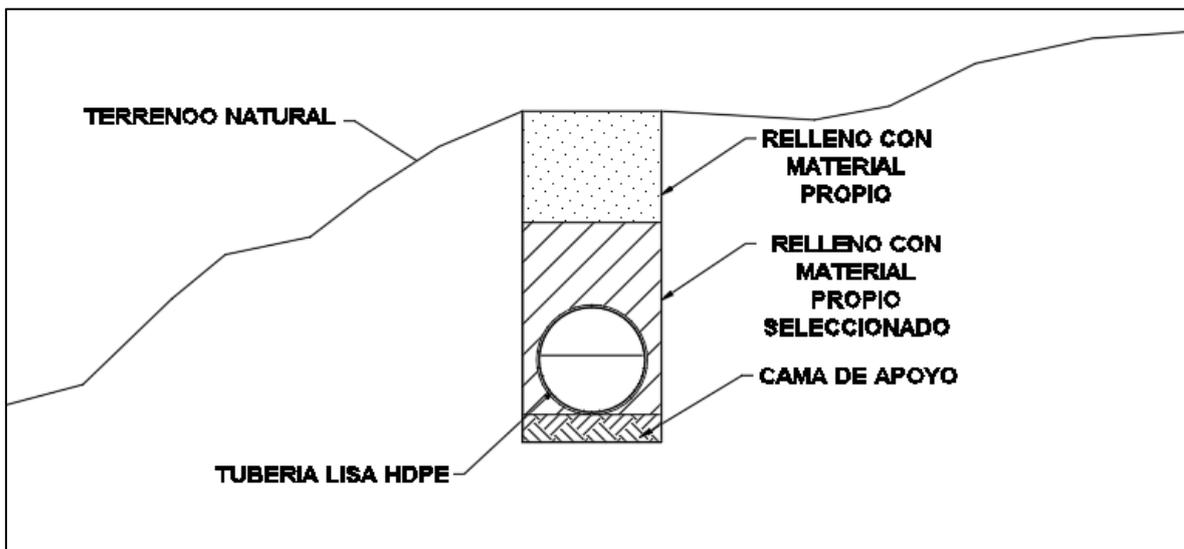
#### **4.5.2. Análisis de la contribución profesional**

Respecto a la problemática 1, se pudo verificar en campo que en la zona del proyecto ocurren deslizamientos de piedras, llegando a bloquear varios tramos de los canales; a su vez, estos deslizamientos terminan afectando las vías de acceso a la zona del proyecto. En ese sentido,

haciendo uso de los conocimientos y experiencias adquiridas en trabajos anteriores con la empresa PIDES SAC en el 2015, y con la cual se elaboró el Expediente Técnico “Mejoramiento del Servicio de Agua para el sistema de riego en el centro poblado de Huambocancha Alta, caserío Plan Porconcillo y caserío Porconcillo bajo - distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca, región Cajamarca”, se propuso el cambio de sección de canal abierto a uno de sección cerrada, con la finalidad de evitar que el flujo del canal se vea interrumpido.

Por otro lado, según el estudio a nivel de perfil técnico del proyecto, se consideró para los diseños hidráulicos tuberías de PVC. Si bien con este tipo de canal se soluciona el tema de las posibles obstrucciones del flujo a causa de los deslizamientos, presenta muchos inconvenientes debido a que existen tramos donde la tubería necesariamente se colocará expuesta a la intemperie, motivo por el cual no será conveniente el uso del PVC debido a su baja resistencia ante los rayos ultravioleta. Es por ello que se optó por la tubería lisa de HDPE, la cual es más resistente a la intemperie y más resistente tanto a presiones internas como a cargas de impacto.

Las tuberías se han propuesto para que vayan enterradas en zanjas como se aprecia en la Figura 20, excepto en los tramos donde el terreno es rocoso y van expuestas a la intemperie.

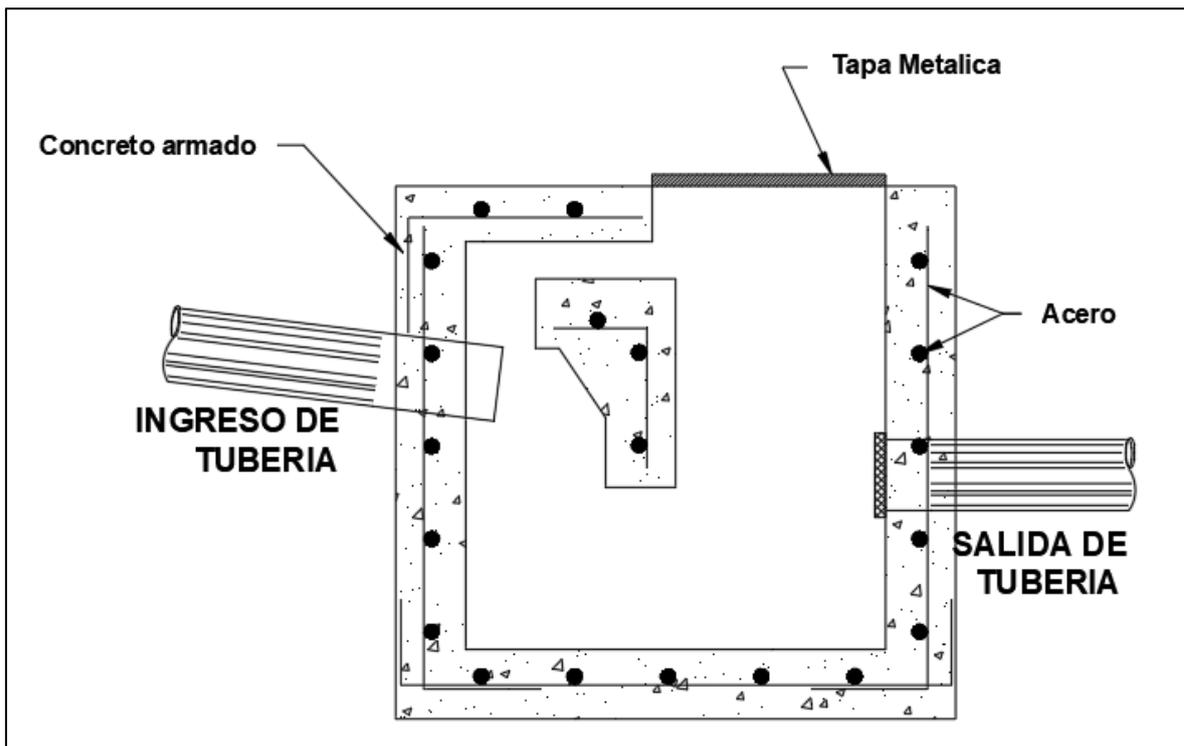


**Figura 20: Detalle de zanja para la instalación de las tuberías**

Acerca de la problemática 2, cabe mencionar que, de acuerdo a los conocimientos adquiridos en el curso de Hidráulica en la etapa de formación universitaria, se propuso el cambio de sección abierta a cerrada con tubería lisa HDPE, debido a que este material soporta altas velocidades, evitando la erosión y reduciendo la cantidad de estructuras de disipación, contribuyendo así a una solución más económica.

Los canales en varios tramos presentan quiebres pronunciados, que, sumado a las altas velocidades del flujo, habían originado la erosión de los taludes, a tal punto que habían sido reparados de una manera muy rústica, utilizando piedras y costales de rafia. Para dar solución a esta problemática se pusieron en práctica los conocimientos aprendidos en el curso de Estructuras hidráulicas I, con lo cual se proyectaron estructuras de disipación de energía para evitar las velocidades erosivas.

Las estructuras proyectadas en los quiebres pronunciados o en tramos de las tuberías, donde las velocidades eran muy erosivas, fueron las cámaras disipadoras de impacto, las cuales tienen la finalidad de disipar la energía del agua que se conduce por los canales. Además, los buzones de inspección y las tomas laterales proyectadas a lo largo de los canales cumplieron, en algunos casos, una función complementaria que fue la de servir como estructuras de disipación, por ello algunas de estas estructuras que estaban cerca a los quiebres fueron reubicadas para evitar construir muchas cámaras disipadoras de impacto, permitiendo así una solución a la problemática de una manera técnica y más económica. En la Figura 21 se puede apreciar el esquema de una cámara disipadora de impacto.



**Figura 21: Vista de una cámara disipadora de impacto**

Adicionalmente, la tubería lisa HDPE al ser muy flexible puede curvarse y absorber cargas de impacto, esto permitió que sean instaladas sin problemas en terrenos con obstáculos facilitando el trabajo de instalación y evitando la necesidad de accesorios, ya que pueden colocarse en forma serpenteada.

Con respecto a la problemática 3, dado que el canal Jonicha a partir de la progresiva 0+220 continuaba su recorrido por el medio del camino, se tuvo que modificar en gabinete el trazo, haciendo uso de los conocimientos aprendidos en los cursos de topografía e hidráulica y la experiencia conseguida en estos años como egresado de la carrera de ingeniería agrícola. Con la información topográfica (plano topográfico con detalles) y conociendo el tipo de canal, se procedió a realizar el nuevo trazo, verificando a su vez la pendiente del canal para realizar su respectivo diseño hidráulico.

Acerca de la problemática 4, cabe mencionar que, para las fechas programadas de levantamiento topográfico en campo, se venía ejecutando una obra de saneamiento en el pueblo, la cual tenía casi a la totalidad de la mano de obra no disponible para realizar los trabajos del levantamiento topográfico. Esto motivó a tomar la decisión de realizar los

trabajos con gente de pueblos cercanos y con algunas personas mayores de la zona. Esta decisión se tomó debido a que conseguir mano de obra que no sean cercanas a la zona podría generar retrasos en los trabajos por desconocimiento del lugar, además, no sería rentable económicamente.

Por otro lado, se conformaron brigadas de trabajo y reuniones previas antes de los inicios de las jornadas laborales en campo, tal como se realizaban en los talleres durante los cursos de topografía recibidos en la universidad. En dichas reuniones se capacitó al personal de trabajo para cumplir las metas propuestas del día; a su vez, se supervisó el trabajo que venía realizando el personal para garantizar un buen levantamiento de información para la elaboración del estudio de topografía. En la Figura 22 se muestra los trabajos realizados por el personal de la zona para el levantamiento de información topográfica.



**Figura 22: Levantamiento de información topográfica**

#### **4.5.3. Beneficios de la empresa debido a la contribución profesional**

Según los trabajos descritos anteriormente para la solución de las problemáticas presentadas durante el periodo de prestación de servicios, la empresa HYD SOLUCIONES S.A.C. pudo cubrir con todos los requerimientos que exigían los términos de referencia en los tiempos establecidos según estipulaban los contratos de los distintos proyectos, evitando así incurrir en penalidad que conlleven a una sanción económica. Además, la empresa fue ganando prestigio, experiencia y crecimiento económico debido a la presentación de buenos trabajos en los plazos establecidos.

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Conclusiones**

- Se realizó el levantamiento topográfico de los canales con mucha precisión, el cual sirvió para la elaboración de los planos topográficos.
- Se plantearon las estructuras hidráulicas necesarias para el correcto funcionamiento del sistema de riego del proyecto.
- Se definieron los criterios hidráulicos que fueron considerados para la elaboración de los diseños hidráulicos de los canales de conducción del proyecto.
- Se elaboraron los diseños hidráulicos de los canales de conducción, determinando sus características geométricas e hidráulicas.

### **5.2. Recomendaciones**

- Realizar los estudios a nivel de Perfil técnico con bastante precisión, con la finalidad de tener información más precisa que sirva para la elaboración del Expediente técnico.
- Solicitar información a empresas del rubro de las estructuras hidráulicas y consultar a diversos profesionales permitirá definir mejores alternativas de solución a las situaciones problemáticas que se presenten.
- Contratar mano de obra de la zona ayudará a realizar los trabajos de campo en un menor tiempo y con un menor costo económico.
- Realizar el levantamiento topográfico de los canales con equipos de mucha precisión y en buen estado, lo cual ayudará a obtener planos y diseños hidráulicos más precisos.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anten, M. y Willet, H. (2000). Diseños de pequeños sistemas de riego por aspersión en laderas. Pronamach - Servicio holandés de cooperación al desarrollo (SNV). Cajamarca, Perú.
- Coronado, F. (1992). Diseño y construcción de canales. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Chow, V.T. (2010). *Hidráulica de canales abiertos*. México: Editorial Diana.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (FAO). (2006). Evapotranspiración del cultivo. *Riego y Drenaje*. Manual 56. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/x0490s/x0490s00.htm>.
- De Santaolalla, F.; De Juan, J. (1993). Agronomía del riego. Universidad de Castilla-La Mancha. Mundiprensa.
- Krochin, S. (1986). *Diseño hidráulico*. (3ra ed.). Quito, Ecuador: Editorial Escuela.
- Meadows, M.; Walski, T.; Barnard, T.; Rocky Durrans, S. (2000). *Computer Applications in Hydraulic Engineering*. (5th Edition). United States of America: Haestad Methods Inc. ISBN 10: 0971414149
- Pérez, L. (2005). Teoría de la sedimentación. Cátedra de hidráulica aplicada a la ingeniería sanitaria. Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. 25 pp.
- Sotelo, G. (2002). *Hidráulica de canales*. Universidad nacional Autónoma de México. D.F, México.

Vásquez., A; Vásquez, I.; Vásquez, C.; Cañamero, M. (2017). *Fundamentos de la Ingeniería de Riego*. Universidad nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.

Vásquez, A. (2000). *Manejo de Cuencas Altoandinas*. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.

Villón, M. (2007). *Hidráulica de canales*. (2da ed.). Lima, Perú: Editorial Villón. 508 pp.



instrucción a cargo de la Sub Dirección de Administración de Recursos Hídricos, son entre otros; acreditación de disponibilidad hídrica...";

Que, mediante el expediente del Visto, Don Nahun, Masiel Lázaro Paucar, Alcalde de la Municipalidad Distrital de Huamatambo, solicita la Acreditación de Disponibilidad Hídrica Superficial para el Proyecto denominado "Mejoramiento del Servicios de Agua del Sistema de Riego Ccarjahuyocco - Pajchapata en los Sectores Comupata, Capacancha y Cofradía, Distrito de Huamatambo, Provincia de Castrovireyna-Huancavelica", ubicado políticamente en el Distrito Santo de Huamatambo, Provincia de Castrovireyna, Región Huancavelica, adjuntando entre otras instrumentales que corre folios 01 al 93 de lo actuado;



Que, mediante Oficio N° 1282-2016-ANA-AAA-CH.CH-ALA. S.J., la Administración Local de Agua San Juan, comunica a la administrada que tiene que subsanar observaciones respecto a presentar un plano en coordenadas UTM (DATUM WGS 84) donde se visualice el punto de captación y se precise sus coordenadas, su conducción almacenamiento y punto de entrega, identificar el volumen de la demanda de agua mensualizada, así como también el balance hídrico en función al área a beneficiar, evaluar los derechos de uso de agua otorgados cercanos al punto de captación, a fin de no afectar derechos de terceros, otorgándole un plazo de Diez (10) días, a fin de proseguir con el trámite; absolviendo la administrada con escrito de fecha 02.12.2016;



Que, el expediente fue instruido por personal técnico de la Sub Dirección de Administración de Recursos Hídricos, con actuación de la Administración Local de Agua San Juan, la que remite los actuados con Oficio N° 088-2017-ANA-AAA-CH.CH-ALA.S.J., para la prosecución del trámite; siendo evaluado por la Sub Dirección de Administración de Recursos Hídricos, emitiéndose el Informe Técnico N° 043-2017-ANA-AAA-CH.CH-SDARHWAOH, concluyendo que:

- a) El procedimiento administrativo de Acreditación de la Disponibilidad Hídrica para Aprovechamiento Hídrico Superficial para el proyecto denominado "Mejoramiento del Servicios de Agua del Sistema de Riego Ccarjahuyocco - Pajchapata en los Sectores Comupata, Capacancha y Cofradía, Distrito de Huamatambo, Provincia de Castrovireyna-Huancavelica", ubicado políticamente en el Distrito Santo de Huamatambo, Provincia de Castrovireyna, Región Huancavelica, cumple con los requisitos de acuerdo al Reglamento de Procedimientos Administrativos para el Otorgamiento de Derechos de Uso de Agua y Autorización de Ejecución de Obras en Fuentes Naturales de Agua, aprobado por Resolución Jefatural N°007-2015-ANA, Resolución Ministerial N°186-2015-MINAGRI y el TUPA de la ANA;
- b) La administrada ha dado cumplimiento a las publicaciones (obrando sus constancias de publicación) se ha absuelto las observaciones y se ha dado cumplimiento a la inspección ocular en el punto de captación, además se ha constatado que existe disponibilidad hídrica para atender el proyecto; asimismo de la evaluación técnica del expediente administrativo se desprende que el proyecto captará las aguas del punto de captación que se ubica en la Micro Cuenca de la Quebrada Illapaza que forma parte de la Cuenca del Río San Juan, ubicado en el Distrito de Huamatambo, provincia de Castrovireyna, Departamento de Huancavelica, siendo las coordenadas del punto de captación UTM (Datum WGS 84): 424,502 mE - 8'552,572 mN;
- c) El Proyecto contempla mejorar las condiciones de vida de las localidades de Ilapaza, Cacharina, Comupaza, Capacancha, Cohetecachorina y Jonicha-Huamatambo, con la creación de un sistema de conducción de agua para riego a través de un canal revestido,

ANA  
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA  
AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DE RECURSOS HÍDRICOS - CHACHA  
El presente que suscribe certifica que el presente documento que ha sido a la vista de COPA FIEL DEL ORIGINAL, y al que me he referido en caso necesario de lo que soy fe.  
06 FEB 2017  
ECON. CAROL SANDY CONTRAQUESE MARRINO  
FEDATARIO TITULAR

Figura 24: Acreditación hídrica

evitando pérdida de agua y así beneficiar a la población asentados en el área del proyecto, con una demanda de 568,080.00 m<sup>3</sup>/año;

- d) La acreditación de la Disponibilidad Hídrica no autoriza la ejecución de la obra ni el uso del recurso hídrico; debiendo la administrada, solicitar la Autorización de Ejecución de Obra y el derecho de uso de las aguas, de conformidad a lo previsto en el Reglamento de Procedimientos Administrativos;

Que, de lo expuesto y del análisis de lo actuado, se colige que el procedimiento administrativo se encuentra enmarcado dentro de los alcances establecidos en los dispositivos legales señalados precedentemente, y cumple con los requisitos señalados en el Reglamento de Procedimientos Administrativos para el Otorgamiento de Derechos de Uso de Agua y Autorización de Ejecución de Obras en Fuentes Naturales, aprobado por Resolución Jefatural N°007-2015-ANA y existiendo la disponibilidad hídrica para atender y satisfacer la demanda para el proyecto denominado "Mejoramiento del Servicio de Agua del Sistema de Riego Ccarjahuaycco - Pajchapata en los Sectores Comupata, Capacancha y Cofradía, Distrito de Huamatambo, Provincia de Castrovirreyna-Huancavelica"; además cuenta con la opinión favorable emitida por la Sub Dirección de Administración de Recursos Hídricos de la Autoridad Administrativa del Agua Chaparra Chíncha; por lo que, deviene procedente aprobar lo solicitado por la Municipalidad Distrital de Huamatambo;



Que, mediante Informe Legal N°365-2017-ANA-AAA-CH.CH-SDUAIJHAL, la Sub Dirección de la Unidad de Asesoría Jurídica de esta Dirección, concluye entre otros, que es procedente atender la solicitud presentada por la Municipalidad Distrital de Huamatambo;



Estando a lo opinado por la Sub Dirección de la Unidad de Asesoría Jurídica, con el visto de la Sub Dirección de Administración de Recursos Hídricos y en ejercicio de las funciones conferidas por el literal c) del artículo 38 del Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua, aprobado por Decreto Supremo N°006-2010-AG;

**SE RESUELVE:**

**ARTICULO 1°.- ACREDITAR** a favor de la Municipalidad Distrital de Huamatambo, la Disponibilidad Superficial con Fines Poblacionales, para llevar a cabo el proyecto "Mejoramiento del Servicio de Agua del Sistema de Riego Ccarjahuaycco - Pajchapata en los sectores Comupata, Capacancha y Cofradía, Distrito de Huamatambo, Provincia de Castrovirreyna, Huancavelica"; ubicado políticamente en el distrito de Huamatambo, Provincia de Castrovirreyna, Huancavelica, específicamente en las coordenadas UTM (Datum WGS 84): 424,502 mE - 8'552,572 mN, con un volumen anual de 568,080.00 m<sup>3</sup>/año, cuyo balance hídrico se detalla en el siguiente cuadro:



Indicador	Unidad	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	Total
Demanda	m <sup>3</sup>	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568
	m <sup>3</sup>	20,632	22,632	24,632	26,632	28,632	30,632	32,632	34,632	36,632	38,632	40,632	42,632	44,632	46,632	48,632	568,080
Disponibilidad superficial	m <sup>3</sup>	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188
	m <sup>3</sup>	2,028	2,228	2,428	2,628	2,828	3,028	3,228	3,428	3,628	3,828	4,028	4,228	4,428	4,628	4,828	568,080
<b>Saldo Hídrico</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>132</b>	<b>568,080</b>														

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA  
 ALFONSO AGUIRRE PATIÑO DEL AGUA CHAPERNA - CHICHA  
 El fedatario que suscribe certifica que el presente documento que ha tenido a la vista es COPIA FIEL DEL ORIGINAL, y al que me remito en caso necesario de lo que doy fe  
 los **06 FEB. 2017**  
 EGON KARDT SINDY COTAQUISPE NARIÑO  
 FEDATARIO TITULAR

Figura 25: Acreditación hídrica



**ARTICULO 2°.-** PRECISAR que la presente Resolución no autoriza la Ejecución de las Obras propuestas en el Estudio ni el aprovechamiento del recurso hídrico; debiendo la administrada solicitar la autorización de ejecución de obras hidráulicas para el aprovechamiento hídrico, y posteriormente, previo trámite y autorización respectiva, el otorgamiento de la Licencia de Uso de Agua Superficial con fines Poblacionales de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Procedimientos Administrativos para el Otorgamiento de Derechos de Uso de Agua y Autorización de Ejecución de Obras en Fuentes Naturales, aprobado por Resolución Jefatural N°007-2015-ANA.

**ARTICULO 3°.-** NOTIFICAR la presente resolución a la Municipalidad Distrital de Huamatambo, poniendo de conocimiento de la Administración Local de Agua San Juan de la Autoridad Administrativa del Agua Chápara Chíncha.



Regístrese, notifíquese y publíquese



**ING. JORGE JUAN GANOZA RONCAL**  
Director  
Autoridad Administrativa del Agua Chápara Chíncha.

ANA  
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA  
AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA CHÁPARA - GUCHA  
El fedatario que suscribe certifica que el presente documento que ha tenido a la vista es COPIA FIEL DEL ORIGINAL, y al que me refirió en caso necesario de lo que doy fe  
el **06 FEB, 2017**  
*César Soto*  
EDD. KAREL SOTO COTAQUIPE MARINO  
FEDATARIO TITULAR

**Figura 26: Acreditación hídrica**

San Juan de Miraflores, 12 de Junio del 2018

Cot\_info\_201206-1

 Señores:  
**Hy D SOLUCIONES SAC**

**ATENCIÓN: ING. IVAN CARRASCO**
**PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE RIEGO CCARJAHUAYCCO – PAJCHAPATA EN LOS SECTORES COMUNPATA, CAPACCANCHA Y COFRADIA**

 Asunto: Suministro de **TUBERIA LISA HDPE**  
 Referencia: Solicitud de cotización

De nuestra consideración.

De acuerdo a su solicitud de cotización de Tubería Lisa HDPE, por la presente le hacemos llegar nuestra oferta para el suministro del material.

**SUMINISTRO OPC1:**

Item	DESCRIPCION	UNID	CANT	Precio US\$	Precio Total US\$
1	TUBERÍA LISA HDPE ASTM PE-4710 SDR33 8"	m	1872	12.5675	21012.88
2	TUBERÍA LISA HDPE ASTM PE-4710 SDR33 6"	m	2442	7.425	18131.85
3	TUBERÍA LISA HDPE ASTM PE-4710 SDR33 4"	m	208	3.875	798.25
<b>SUBTOTAL US\$</b>					<b>30942.98</b>
<b>IGV US\$</b>					<b>7189.73</b>
<b>P.TOTAL US\$</b>					<b>47132.69</b>

**SUMINISTRO OPC2:**

Item	DESCRIPCION	UNID	CANT	Precio US\$	Precio Total US\$
4	TUBERÍA LISA HDPE ASTM PE-4710 SDR41 8"	m	1872	9.4325	15771.14
5	TUBERÍA LISA HDPE ASTM PE-4710 SDR41 6"	m	2442	5.5825	13632.465
6	TUBERÍA LISA HDPE ASTM PE-4710 SDR41 4"	m	208	2.9375	605.125
<b>SUBTOTAL US\$</b>					<b>30008.73</b>
<b>IGV US\$</b>					<b>5401.57</b>
<b>P.TOTAL US\$</b>					<b>35410.30</b>

**Figura 27: Cotización de tubería**



**CONDICIONES COMERCIALES**

PRECIO:	Precios en Dólares Americanos.
FORMA DE PAGO:	A tratar
TIEMPO DE ENTREGA:	De acuerdo al cronograma de obra
LUGAR DE ENTREGA:	En nuestro almacén de Lurín
VALIDEZ DE OFERTA:	5 días.

Atentamente,

**Eduardo Guzman Llerena**  
Asesor Técnico Comercial –  
Tel.: 617-8787 Anexo: 216  
Cel.: 965 397 370  
[eguzman@cidelsa.com](mailto:eguzman@cidelsa.com)

**Germán Rodríguez Faverón**  
Director Comercial – CIDELSA  
Tel.: 617-8787  
Cel.: 996 780 338  
[gerodifa@cidelsa.com](mailto:gerodifa@cidelsa.com)

CIDELSA



**Figura 28:** Cotización de tubería

Anexo 2: Planos

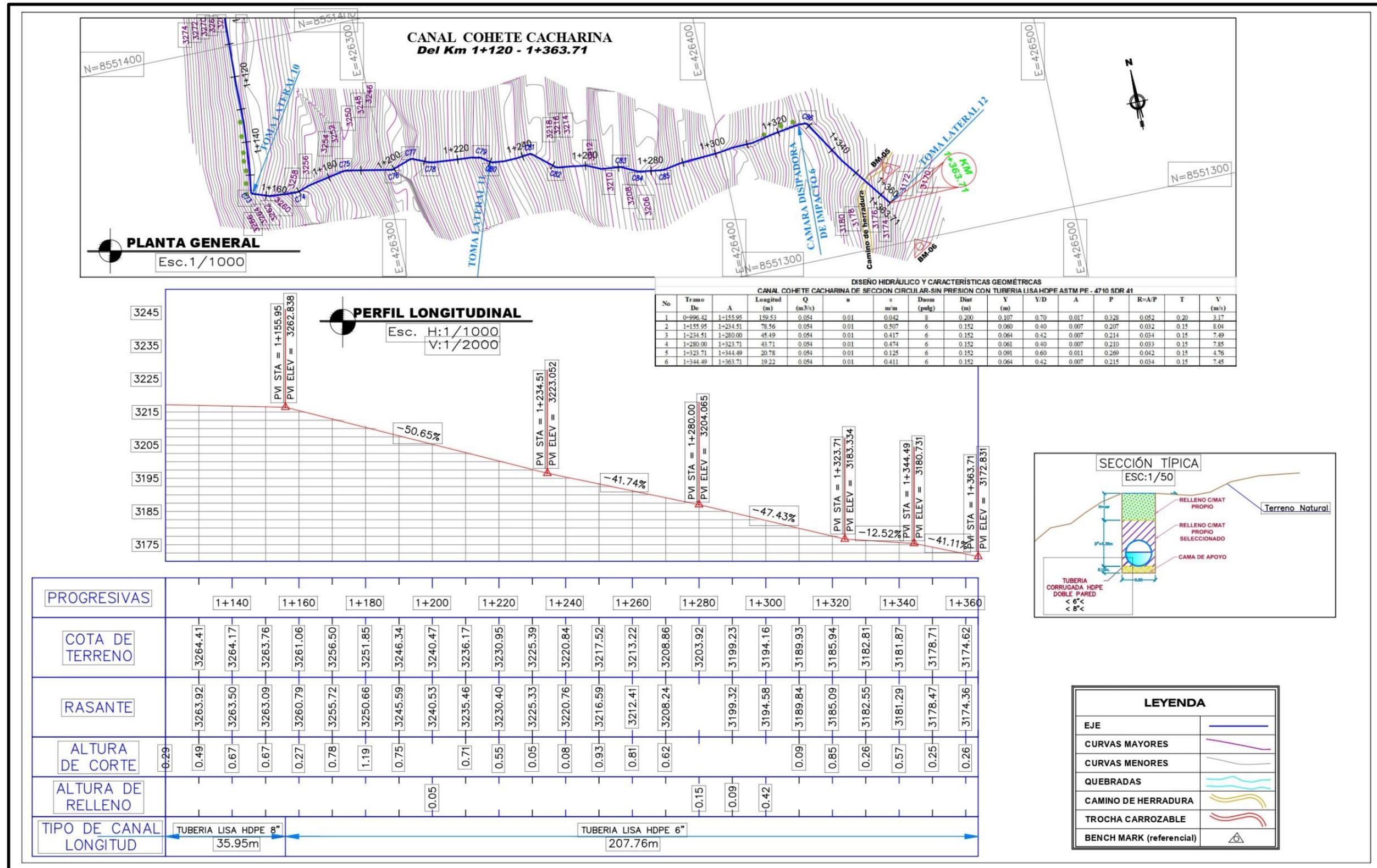


Figura 29: Plano de planta y perfil longitudinal del canal Cohete Cacharina

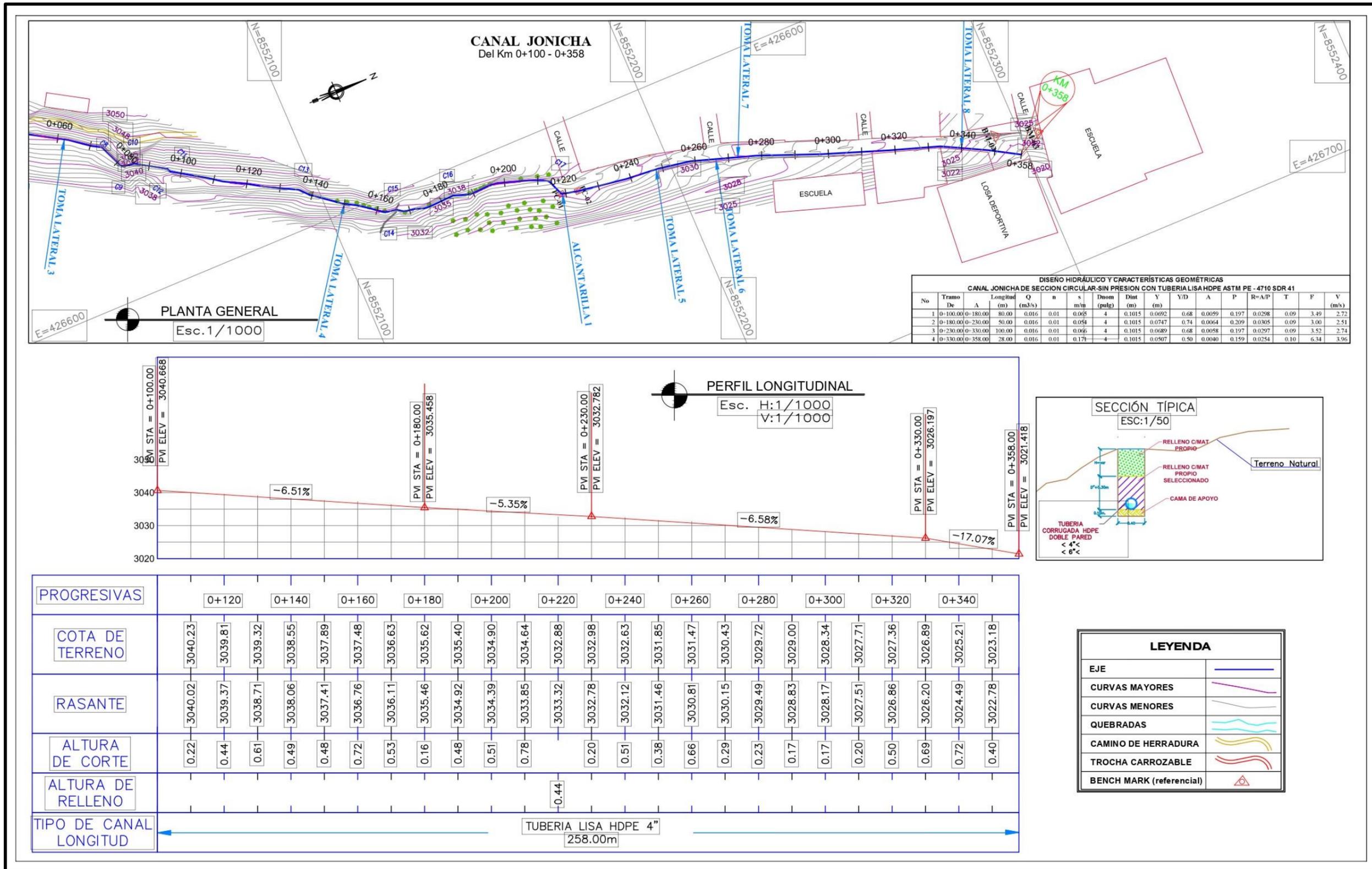


Figura 30: Plano de planta y perfil longitudinal del canal Jonicha