

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“DISEÑO HIDRÁULICO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CANAL
LA ESTRELLA EN ATE - LIMA”**

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

KARINA MILAGROS MUÑOZ CASTILLO

LIMA – PERÚ

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA

“DISEÑO HIDRÁULICO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CANAL LA ESTRELLA EN ATE - LIMA”

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TITULO DE:

INGENIERA AGRÍCOLA

Presentado por:

BACH. KARINA MILAGROS MUÑOZ CASTILLO

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Dr. EDUARDO ABRAHAM CHÁVARRI VELARDE
Presidente

Mg.Sc. GONZALO RAMCÉS FANO MIRANDA
Asesor

Mg.Sc. TORIBIO SEBASTIÁN SANTAYANA VELA
Miembro

Dr. FREDY OMIS CÁCERES GUERRERO
Miembro

LIMA – PERU

2021

ÍNDICE GENERAL

I. PRESENTACIÓN	1
II. INTRODUCCIÓN	3
III. OBJETIVOS	4
3.1. OBJETIVO GENERAL	4
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
IV. DESARROLLO DEL TRABAJO	5
4.1. CONCEPTOS PRELIMINARES	5
4.1.1. Canales	5
4.1.2. Flujo en canales abiertos	5
4.1.3. Criterios para el trazado del canal	7
4.1.4. Geometría de un canal	8
4.1.5. Criterios para la elección del tipo de material	9
4.1.6. Criterios hidráulicos para el diseño de canales	10
4.1.7. Diseño hidráulico de canales	10
4.1.8. Disponibilidad del recurso hídrico	11
4.1.9. H-CANALES	11
4.2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO	16
4.2.1. Ubicación	16
4.2.2. Vías de acceso	19
4.2.3. Características climáticas	19
4.2.4. Geología	20
4.2.5. Suelos	20
4.2.6. Hidrología	20
4.2.7. Beneficiarios	22
4.3. METODOLOGÍA	22
4.3.1. Trabajo de campo	23
4.3.2. Trabajo de gabinete	36
4.3.3. Contribución de soluciones a las situaciones presentadas durante el desarrollo del proyecto	55
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
5.1. CONCLUSIONES	58

5.2. RECOMENDACIONES	58
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
VII. ANEXOS	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ubicación geográfica del canal proyectado.....	16
Tabla 2: Vía de acceso a la zona del proyecto.....	19
Tabla 3: Disponibilidad Hídrica según RA N° 371 - 2006 - AG-SGAM/ATDR.CHRL....	21
Tabla 4: Número de usuarios beneficiados.....	21
Tabla 5: Puentes vehiculares	26
Tabla 6: Pases peatonales	27
Tabla 7: Tomas laterales.....	30
Tabla 8: Poza de suspensión de sólidos.....	30
Tabla 9: Valores obtenidos del aforo en el canal actual	34
Tabla 10: Cálculo de la velocidad y caudal en el canal actual	34
Tabla 11: Velocidades máximas de erosión en canales.....	38
Tabla 12: Velocidades máximas en hormigón en función de su resistencia	38
Tabla 13: Velocidades máximas admisibles en canales	38
Tabla 14: Valores de rugosidad “n” de Manning, propuestos por Horton	39
Tabla 15: Borde libre respecto al ancho del canal.....	40
Tabla 16: Taludes apropiados para distintos tipos de material.....	40
Tabla 17: Taludes en canal según tipo de material, profundos y pocos profundos.....	41
Tabla 18: Características hidráulicas y geométricas del canal proyectado	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de los tipos de flujo en canales.....	6
Figura 2: Relaciones geométricas de las secciones transversales más frecuentes.....	9
Figura 3: Interfaz del software H-CANALES v.3.0.....	12
Figura 4: Elementos geométricos de un canal.....	12
Figura 5: Energía total de una sección de canal.....	14
Figura 6: Elementos de energía por unidad de peso.....	15
Figura 7: Ubicación del proyecto a nivel zonal - distrito de Ate Vitarte.....	17
Figura 8: Ubicación de los puntos de inicio y fin del canal proyectado.....	18
Figura 9: Vía de acceso hacia el inicio del tramo proyectado del canal.....	19
Figura 10: Punto de inicio del canal.....	24
Figura 11: Canal principal La Estrella y tramo proyectado.....	25
Figura 12: Puente vehicular (Pv2).....	26
Figura 13: Pase peatonal (Pp5).....	28
Figura 14: Pase peatonal (Pp8).....	28
Figura 15: Toma lateral (Tl2), en desuso.....	29
Figura 16: Toma lateral (Tl3).....	30
Figura 17: Poza de suspensión de sólidos.....	31
Figura 18: Tuberías de aguas servidas.....	32
Figura 19: Vía principal - Av. Horacio Zevallos, vista aguas abajo del canal.....	33
Figura 20: Estado actual del tramo del canal La Estrella.....	35
Figura 21: Planteamiento hidráulico.....	37
Figura 22: Sección típica del canal tapado.....	43
Figura 23: Sección del canal, tramo 0+000.00 – 0+040.00.....	44
Figura 24: Sección del canal, tramo 0+040.00 – 0+120.00.....	44
Figura 25: Sección del canal, tramo 0+120.00 – 0+140.00.....	45
Figura 26: Sección del canal, tramo 0+140.00 – 0+200.00.....	45
Figura 27: Sección del canal, tramo 0+200.00 – 0+437.00.....	46
Figura 28: Sección del canal, tramo 0+437.00 – 0+700.00.....	46
Figura 29: Sección del canal, tramo 0+700.00 – 0+759.00.....	47
Figura 30: Sección del canal, tramo 0+759.00 – 0+787.00.....	47
Figura 31: Sección del canal tramo 0+787.00 – 0+940.00.....	48

Figura 32: Sección del canal tramo 0+940.00 – 1+100.00.....	48
Figura 33: Sección del canal tramo 1+100.00 – 1+140.00.....	49
Figura 34: Sección del canal tramo 1+140.00 – 1+220.00.....	49
Figura 35: Sección del canal tramo 1+220.00 – 1+380.00.....	50
Figura 36: Sección del canal tramo 1+380.00 – 1+408.00.....	50
Figura 37: Sección del canal tramo 1+408.00 – 1+423.00.....	51
Figura 38: Sección del canal tramo 1+423.00 – 1+471.00.....	51
Figura 39: Sección del canal tramo 1+471.00 – 1+510.36.....	52
Figura 40: Estado actual del tramo del canal La Estrella	55
Figura 41: Colocado de afiches con apoyo de la Comisión de Usuarios	57
Figura 42: Licencia de uso de agua – canal La Estrella	61
Figura 43: Licencia de uso de agua – canal La Estrella	62
Figura 44: Licencia de uso de agua – canal La Estrella	63
Figura 45: Licencia de uso de agua – canal La Estrella	64
Figura 46: Licencia de uso de agua – canal La Estrella	65
Figura 47: Licencia de uso de agua – canal La Estrella	66
Figura 48: Plano de planta y perfil longitudinal – tramo 0+000.00 – 0+300.00 del canal La Estrella.....	67

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: DOCUMENTACIÓN RELEVANTE	61
ANEXO 2: PLANO.....	67

I. PRESENTACIÓN

En la presente monografía se desarrolla el diseño hidráulico del canal de riego para el proyecto “Mejoramiento del canal principal La Estrella, tramo: sector Pariachi II etapa – La Gloria zona 06, distrito de Ate – Lima”, elaborado por la consultora PRZ Ingenieros S.A.C. El objetivo principal del proyecto es mejorar la conducción y calidad del agua de riego del canal La Estrella, ubicada en el distrito de Ate, Lima.

Las funciones que se ejercieron durante la estancia en la consultora fueron, asistente de ingeniería y coordinadora de proyectos a nivel de expediente técnico. Dentro de las actividades asignadas como asistente de ingeniería, se realizaron trabajos de campo y de gabinete, entre los que se puede mencionar, supervisión de calicatas, inventario de infraestructura hidráulica, elaboración de estudios hidrológicos y diseño hidráulico. En cuanto al desempeño como coordinadora de proyectos, se realizaron funciones de supervisión y revisión de los avances del expediente técnico, seguimiento de trámites y ejecución de documentos, coordinaciones con el equipo profesional de trabajo para establecer el cronograma de actividades, así como también coordinaciones y reuniones con los representantes e ingenieros de las entidades involucradas en el desarrollo del expediente, Junta de Usuarios, Municipalidades, entre otros.

Durante el desempeño laboral se aplicaron los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos como estudiante de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Para elaborar el diseño hidráulico de diferentes estructuras hidráulicas, se pusieron en práctica los conocimientos brindados por el departamento de Recursos Hídricos en los cursos de hidráulica e hidrología, también, para verificar el trazo del eje, secciones transversales y perfil longitudinal del canal, los conceptos aprendidos en los cursos de topografía I y II ayudaron a conseguir el criterio suficiente para la definición final del trazo del eje del canal.

Por otro lado, la revisión y corrección de los planos de diseño de estructuras hidráulicas, se llevaron a cabo aplicando los conocimientos adquiridos en las asignaturas de concreto reforzado, estructuras hidráulicas, dibujo para ingeniería y diseño rural.

Actualmente, participando en la elaboración de diferentes proyectos de inversión pública, se ha logrado reforzar lo aprendido durante la formación universitaria de la carrera de Ingeniería Agrícola.

II. INTRODUCCIÓN

El canal de riego La Estrella, forma parte del sistema hidráulico del Subsector de Riego La Estrella; esta infraestructura es el principal soporte hídrico de las diversas áreas verdes presentes en el distrito de Ate, Lima, así como de un número significativo de pequeños agricultores. Este canal recorre, en toda su longitud, asentamientos humanos y asociaciones de vivienda, los cuales al no contar con servicios básicos y/o estar en proceso de implementación, arrojan al cauce sus vertidos, así como todo tipo de excretas y residuos sólidos, ocasionando innumerables casos de obstrucción y aniegos que afectan propiedades públicas y privadas; por otro lado, la infraestructura de riego presenta marcadas deficiencias técnicas, ya que un 90% se encuentra sin revestir y sus taludes se encuentran protegidos con mampostería superpuesta que no brinda ninguna seguridad para los pobladores que transitan por los márgenes del canal.

El proyecto busca evitar pérdidas de agua por infiltraciones y disminuir la incidencia de arrojado de residuos sólidos al canal, de acuerdo a ello, contribuyendo al mejoramiento de la infraestructura actual, la presente monografía desarrolla el diseño hidráulico elaborado para el canal La Estrella.

III. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño hidráulico para el mejoramiento del canal La Estrella en el tramo: sector Pariachi II etapa – La Gloria zona 06, distrito de Ate, Lima.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la situación actual del canal La Estrella.
- Formular el planteamiento hidráulico de las estructuras consideradas en el proyecto.
- Definir los criterios hidráulicos utilizados para el diseño del canal La Estrella.
- Diseño hidráulico del canal de riego La Estrella.

IV. DESARROLLO DEL TRABAJO

4.1. CONCEPTOS PRELIMINARES

4.1.1. Canales

Rojas (2010) dice que “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” (p. 19).

Villón (2007), define que los canales son conductos donde el agua circula gracias a la acción de la gravedad, es decir, la superficie libre del líquido se encuentra en contacto con la atmósfera. Los canales pueden ser naturales o artificiales, donde dentro de estos últimos se encuentran los conductos cerrados que trabajan parcialmente llenos, como las alcantarillas y tuberías.

Según Sotelo (2002), los canales se clasifican en naturales y artificiales, donde estos últimos son los construidos por el hombre, tales como canales de navegación, de centrales hidroeléctricas, de irrigación, los de laboratorios experimentales, entre otros; y los canales naturales son aquellos cursos de agua que existen de manera natural en la Tierra, como por ejemplo quebradas, arroyos, ríos, etc.

Rojas (2010) menciona que “se llaman canales abiertos a los conductos que van a cielo abierto, es decir a aquellos que se excavan a media ladera por lo general y el material excavado de ser posible se utiliza en el relleno del labio inferior” (p. 19).

4.1.2. Flujo en canales abiertos

El flujo en canales abiertos puede clasificarse en muchos tipos y describirse de varias maneras. La siguiente clasificación es de acuerdo al cambio en la profundidad, respecto al tiempo y al espacio (Chow, 2004).

a. Tipos de flujo

De acuerdo al tiempo, el flujo se clasifica en permanente y no permanente. Se dice que es permanente cuando la profundidad de flujo no cambia o es constante durante un intervalo de tiempo dado y es no permanente cuando la profundidad cambia con el tiempo (Chow, 2004). De acuerdo al espacio, el flujo puede ser uniforme o no uniforme (variado). Cuando el tirante es el mismo en cada sección del canal se denomina uniforme, por el contrario, si cambia, es no uniforme (Chow, 2004). Para un mejor entendimiento, se muestra en la Figura 1 un esquema de la clasificación del flujo en canales abiertos tomando como criterio el tiempo y el espacio.

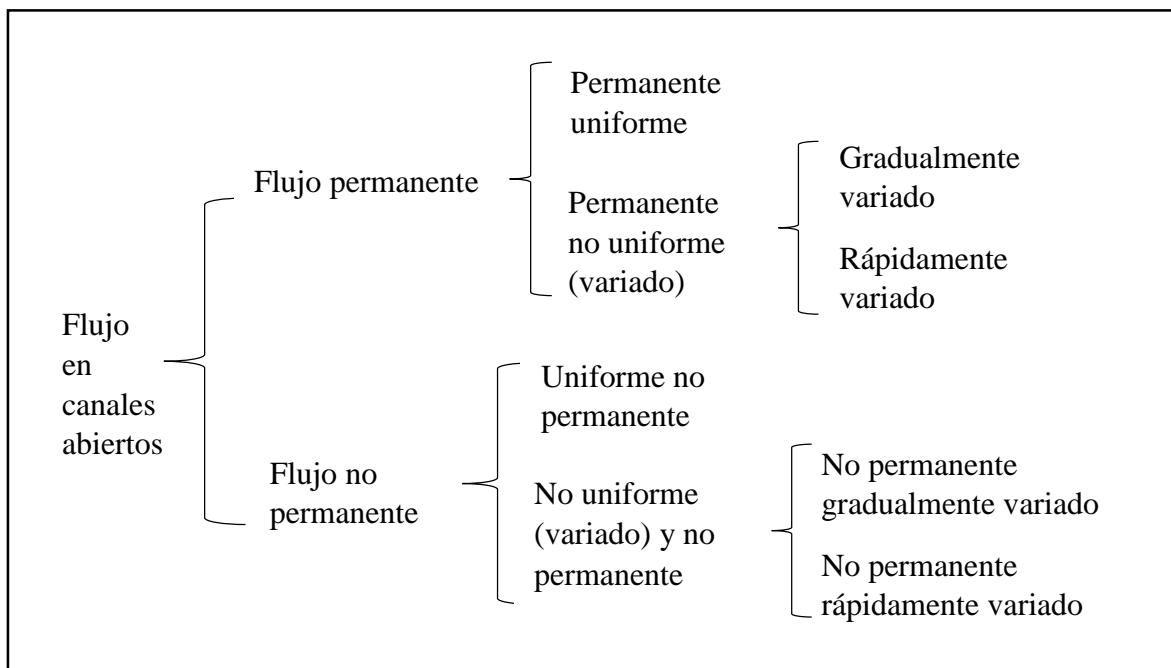


Figura 1: Esquema de los tipos de flujo en canales

FUENTE: García (1997)

b. Flujo crítico, subcrítico y supercrítico

Villón (2007) afirma que “en relación con el efecto de la gravedad, el flujo puede ser crítico, subcrítico o supercrítico” (p. 26). Cuando el flujo es crítico, la energía específica es mínima y su velocidad media es la raíz cuadrada de la gravedad por la longitud característica de la sección. Entre tanto el flujo subcrítico, presenta velocidades medias bajas y tiene influencia hacia aguas arriba; asimismo, para un flujo supercrítico, las velocidades son medias altas y tiene influencia hacia aguas abajo (Chow, 2004).

El número de Froude (F) determina la condición de flujo:

$F < 1$; existe flujo subcrítico

$F = 1$; existe flujo crítico

$F > 1$; existe flujo supercrítico

c. Canales revestidos

La mayor parte de los canales artificiales revestidos y construidos pueden resistir la erosión de manera satisfactoria y, por consiguiente, se consideran no erosionables (Rodríguez, 2008).

Según French (1988), los canales revestidos se construyen por las siguientes cinco razones principales:

1. Permitir el transporte de agua a altas velocidades a través de terreno con excavaciones profundas o difíciles en forma económica.
2. Permitir el transporte de agua a alta velocidad con un costo reducido de construcción.
3. Disminuir la infiltración, conservando el agua y reduciendo la sobrecarga en los terrenos adyacentes al canal.
4. Reducir el costo anual de operación y mantenimiento.
5. Asegurar la estabilidad de la sección transversal del canal

4.1.3. Criterios para el trazado del canal

Según Krochin (1986), uno de los criterios que se sigue para el trazado de canales es el de conseguir la mayor eficiencia hidráulica y seguridad de las obras al menor costo. Asimismo, la pendiente longitudinal de un canal debe ser siempre positiva, es decir bajando en la misma dirección del flujo del agua y varía dentro de ciertos límites.

Para trazar el eje de un canal, es necesario recolectar la siguiente información básica (ANA, 2010):

- Fotografías aéreas, imágenes satelitales
- Planos topográficos, catastrales
- Estudios de suelos, geológicos, sales

En caso de no contar con la información mencionada, se procede a realizar el levantamiento topográfico del área correspondiente al canal.

Una brigada topográfica realiza el levantamiento de la zona, para posteriormente hacer el levantamiento de las secciones transversales, las cuales van a depender del relieve del terreno, para zonas altamente accidentadas, la sección se hace cada 5 m, y máximo cada 20 m para terrenos uniformes. Luego se procede a realizar el trazo definitivo, teniendo en cuenta básicamente la topografía de la zona y la precisión que se desea.

4.1.4. Geometría de un canal

Sotelo (2002) menciona que, el corte transversal de un canal se refiere a la sección perpendicular al fondo o a la línea de inclinación media de su plantilla.

La sección de los canales naturales es de forma muy irregular y varía continuamente de un sitio a otro, los canales artificiales, sin embargo, son diseñados con secciones geométricas regulares, siendo las más utilizadas: trapezoidal, rectangular, triangular y la semicircular.

Krochin (1986) menciona que un canal con sección hidráulicamente óptima es aquel que para una misma área y pendiente conduzca el máximo caudal, la sección que cumple con estas características hidráulicas es la semicircular, sin embargo, su construcción es complicada y carece de estabilidad, por ello entre las secciones más usadas están la trapezoidal y rectangular. En la Figura 2, se muestra las secciones transversales más frecuentes y las características geométricas de cada una de ellas.

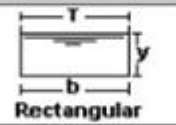


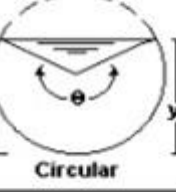
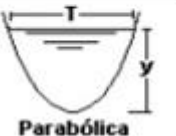
Sección	Area Hidraulica A	Perimetro mojado P	radio hidraulico R	Espejo de agua T
 Rectangular	by	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	b
 Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+Z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+Z^2}}$	$b+2zy$
 Triangular	zy^2	$2y\sqrt{1+Z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+Z^2}}$	$2zy$
 Circular	$\frac{(\theta - \text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$\frac{(1 - \text{sen}\theta) D}{\theta 4}$	$\frac{(\text{sen}\theta)D}{2}$
 Parabólica	$\frac{2}{3}Ty$	$\frac{T+8y^2}{3T}$	$\frac{2YT^2}{3T+8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$

Figura 2: Relaciones geométricas de las secciones transversales más frecuentes

FUENTE: ANA (2010)

4.1.5. Criterios para la elección del tipo de material

Los materiales no erosionables utilizados para formar el revestimiento de un canal, incluyen concreto, mampostería, acero, hierro fundido, madera, vidrio, plástico, etc. La selección de material depende de la disponibilidad, el costo, el método de construcción y el propósito para el cual se utilizará el canal. El propósito del revestimiento de un canal artificial, en la mayor parte de los casos, es prevenir la erosión, pero ocasionalmente puede ser de evitar las pérdidas de agua por infiltración. En canales artificiales revestidos, la velocidad máxima permisible, es decir, la velocidad máxima que no causará erosión, puede no considerarse siempre y cuando el agua no transporta arena, grava o piedras. Si van a existir velocidades muy altas sobre el revestimiento, sin embargo, debe recordarse que existe una tendencia en el agua que se mueve muy rápidamente, que puede llegar a desplazar los bloques del revestimiento y empujarlos por fuera de su posición. Por consiguiente, el revestimiento debe diseñarse contra estas posibilidades (Rodríguez, 2008, p. 70).

4.1.6. Criterios hidráulicos para el diseño de canales

Como criterios de diseño para todas las estructuras se tendrán los siguientes parámetros:

- Máxima eficiencia hidráulica.
- Mínima infiltración.
- Rugosidad
- Talud.
- Velocidad
- Borde libre

4.1.7. Diseño hidráulico de canales

Diseño de sección hidráulica

Para el diseño de la sección hidráulica de un canal, se debe considerar lo siguiente: tipo de material del cuerpo del canal, coeficiente de rugosidad, velocidad máxima y mínima permitida, pendiente del canal, talud, entre otros.

La ecuación más utilizada es la de Manning o Strickler, y su expresión es:

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

Q = Caudal (m³ /s)

n = Rugosidad

A = Área (m²)

R = Radio hidráulico = área de la sección húmeda / perímetro húmedo

Generalmente son conocidos el caudal Q que se desea conducir a través del canal y la pendiente de la que se dispone; así mismo, el coeficiente de rugosidad va a depender del tipo de revestimiento elegido (Krochin, 1986).

La sección hidráulica del canal es la estrictamente necesaria para conducir el agua. El diseño se plantea conociendo el caudal que debe conducir, el coeficiente de Manning y la pendiente longitudinal disponible de acuerdo a la topografía del terreno. Es importante considerar que el canal debe ser capaz de conducir el agua entre dos puntos de manera eficaz, segura y a costo efectivo (Sotelo, 2002).

4.1.8. Disponibilidad del recurso hídrico

La ley N° 29338, ley de recursos hídricos, en su artículo 15° inciso 7° señala que, la Autoridad Nacional del Agua tiene la función de otorgar el derecho de uso de agua, previo estudio técnico a través de sus órganos desconcentrados y que el uso de los recursos hídricos, según el artículo 34° se encuentran condicionado a su disponibilidad y se debe realizar en forma eficiente y con respeto a los derechos de terceros de acuerdo a lo establecido en la ley. En tal sentido considerando que, el derecho de uso de agua es otorgado actualmente por la Autoridad Nacional del Agua, para realizar cualquier estudio, se debe considerar y respetar los valores de caudales y volúmenes de agua dictados por la entidad a través de resoluciones.

4.1.9. H-CANALES

El software H-CANALES, desarrollado por el Ing. Máximo Villón Béjar, permite resolver los problemas más frecuentes que se presentan en el diseño de canales y estructuras hidráulicas, las cuales son: calcular el tirante normal, tirante crítico, resalto hidráulico, la curva de remanso, caudales y cálculos variados, como pendiente, ancho de solera, coeficiente de rugosidad, diámetro de tuberías para las secciones transversales artificiales de uso común: rectangular, trapezoidal, triangular, parabólica y circular. (Naranjo, 2016). En la Figura 3 se presenta el interfaz del software mencionado.



Figura 3: Interfaz del software H-CANALES v.3.0

FUENTE: Villón (2003)

a. Elementos geométricos – sección transversal de un canal

El software H-CANALES, utiliza los siguientes elementos geométricos para un canal de sección transversal trapezoidal, los cuales se muestran en la Figura 4.

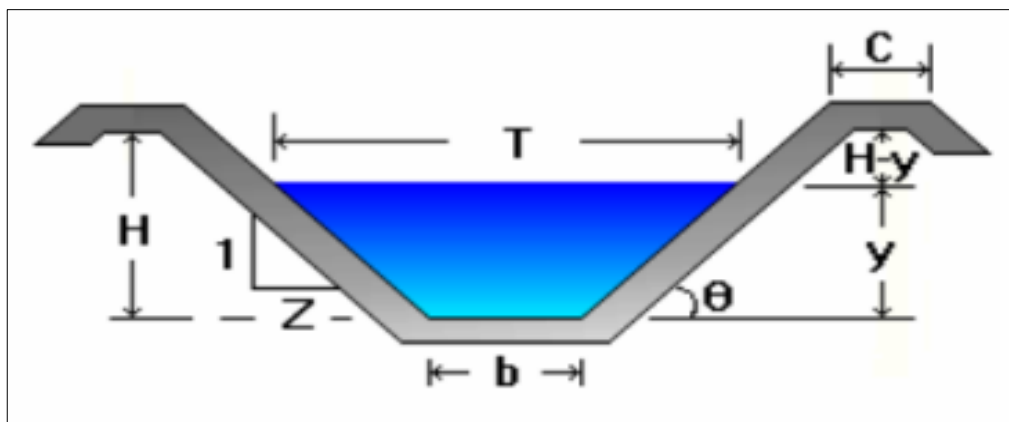


Figura 4: Elementos geométricos de un canal

FUENTE: Villón (2003)

Dónde:

y: tirante de agua, es la profundidad máxima del agua en el canal.

b: ancho de solera, plantilla o solera, es el ancho de la base del canal.

T: espejo de agua, ancho de la superficie del agua.

C: ancho de la corona del bordo.

H: profundidad total del canal o altura del bordo.

H-y: bordo libre

Θ : ángulo de inclinación de las paredes laterales con la horizontal.

Z: talud, indica la inclinación de las paredes del canal, representando la proyección horizontal cuando la vertical es 1.

A: área hidráulica, es el área transversal ocupada por el líquido

P: perímetro mojado, es la parte del contorno del conducto que está en contacto con el agua.

R: radio hidráulico, se obtiene de la siguiente relación:

$$R=A/P$$

\bar{y} : profundidad media, se obtiene de la siguiente ecuación, $\bar{y}= A/T$.

b. Principios teóricos

Para el diseño de canales se requiere del conocimiento de un conjunto de principios teóricos, que a continuación, se presentan en forma resumida las ecuaciones que se utilizan en el programa H-CANALES:

b.1 Ecuación de continuidad

La ecuación de continuidad se aplica, cuando el caudal es constante en un tramo, desde el punto de vista de conservación de la masa. Donde el caudal Q (m^3/s) o el volumen de flujo que circula por una sección en la unidad de tiempo, está dado por:

$$Q=V_1*A_1=V_2*A_2$$

Siendo v la velocidad media de la sección normal al flujo, expresada en m/s y A el área transversal del canal, en m^2 .

b.2 Ecuación de la Energía o ecuación de Bernoulli

La Energía total del agua de cualquier línea de corriente que atraviesa una sección de canal puede expresarse como la altura total en pies de agua que es igual a la suma de la elevación por encima del nivel de referencia, la altura de presión y la altura de velocidad, es decir:

Energía total = Energía de posición + Energía de presión + Energía de velocidad, tal como se muestra en las Figuras 5 y 6.

$$E = Z + \frac{P}{\gamma} + \alpha \frac{V^2}{2g}$$

Dónde:

E: energía total en la sección

Z: energía de posición o elevación

Y: Energía de presión

V: velocidad media que lleva el flujo en esa sección

α : coeficiente de Coriolis para la sección

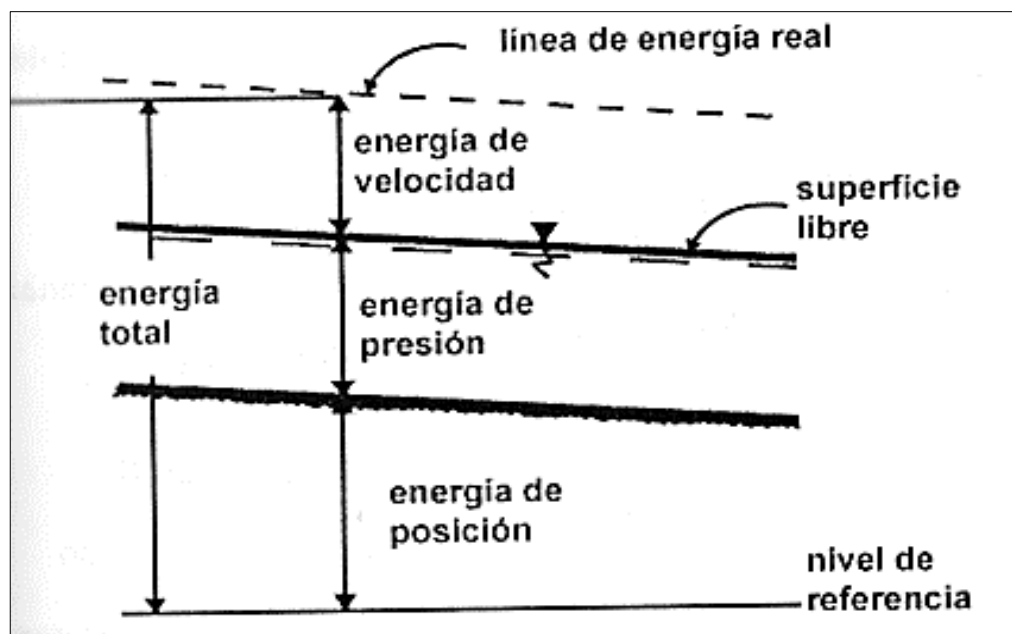


Figura 5: Energía total de una sección de canal

FUENTE: Villón (2003)

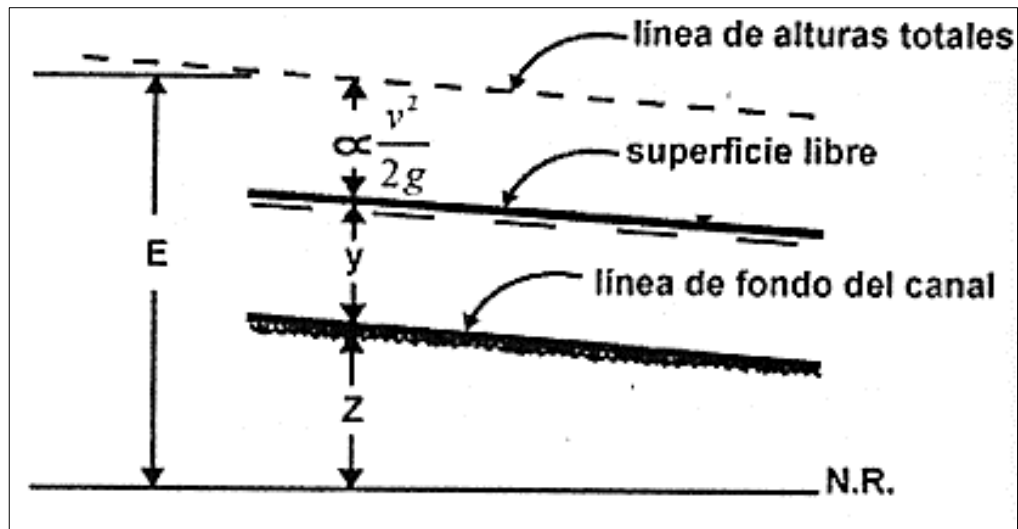


Figura 6: Elementos de energía por unidad de peso

FUENTE: Villón (2003)

b.3 Ecuación de Manning

Debido a la simplicidad de su forma y a los resultados satisfactorios que ofrece en aplicaciones prácticas, la ecuación de Manning se ha convertido en la más utilizada de todas las ecuaciones de flujo uniforme para cálculos de flujos en canales abiertos. La ecuación se expresa de la siguiente manera:

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

Q: caudal, m³/s

A: Área hidráulica, m²

R: radio hidráulico, m

S: pendiente de la línea de energía, m/m

n: coeficiente de rugosidad

El programa H-CANALES resuelve esta ecuación y permite calcular lo siguiente:

- El tirante normal m.
- Perímetro mojado m.
- Radio hidráulico m².

- Espejo de agua m.
- La velocidad m/s.
- El número de Froude
- La Energía específica m-kg/kg.
- El tipo de flujo

4.2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

4.2.1. Ubicación

a. Ubicación política

- Región : Lima
- Provincia : Lima
- Distrito : Ate
- Sector : Pariachi II etapa – La Gloria zona 06
- Altitud : 500,00 m.s.n.m.

b. Ubicación geográfica

La ubicación geográfica del canal proyectado se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Ubicación geográfica del canal proyectado

Punto	Coordenadas geográficas		Altitud (m.s.n.m.)
	Latitud	Longitud	
Inicio del canal	11° 59' 50.31"	76° 50' 21.15"	501.18
Fin del canal	12° 00' 12.39"	76° 50' 55.96"	482.07

c. Ubicación hidrográfica

El canal se ubica dentro de la cuenca del Río Rímac, perteneciente a la región hidrográfica del Pacífico.

d. Ubicación administrativa

La Administración de los recursos hídricos, corresponde a la Autoridad Administrativa del Agua Cañete –Fortaleza, por intermedio de la administración de la Autoridad Local del Agua Chillón – Rímac – Lurín y la Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Rímac.

En las Figuras 7 y 8 se presentan la ubicación de la zona de estudio perteneciente al sector Pariachi en el distrito de Ate y el tramo a ser intervenido, respectivamente.

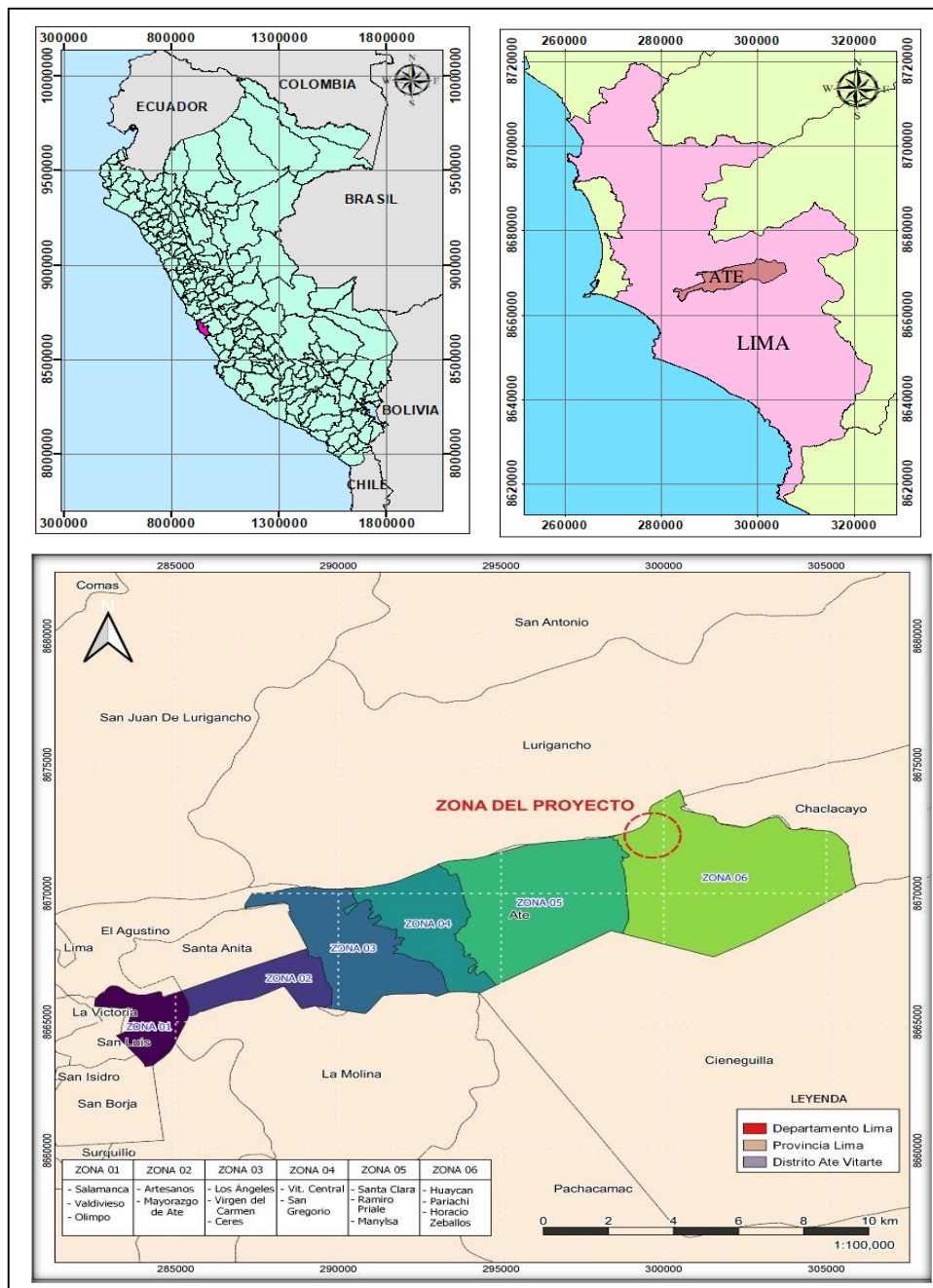


Figura 7: Ubicación del proyecto a nivel zonal - distrito de Ate Vitarte

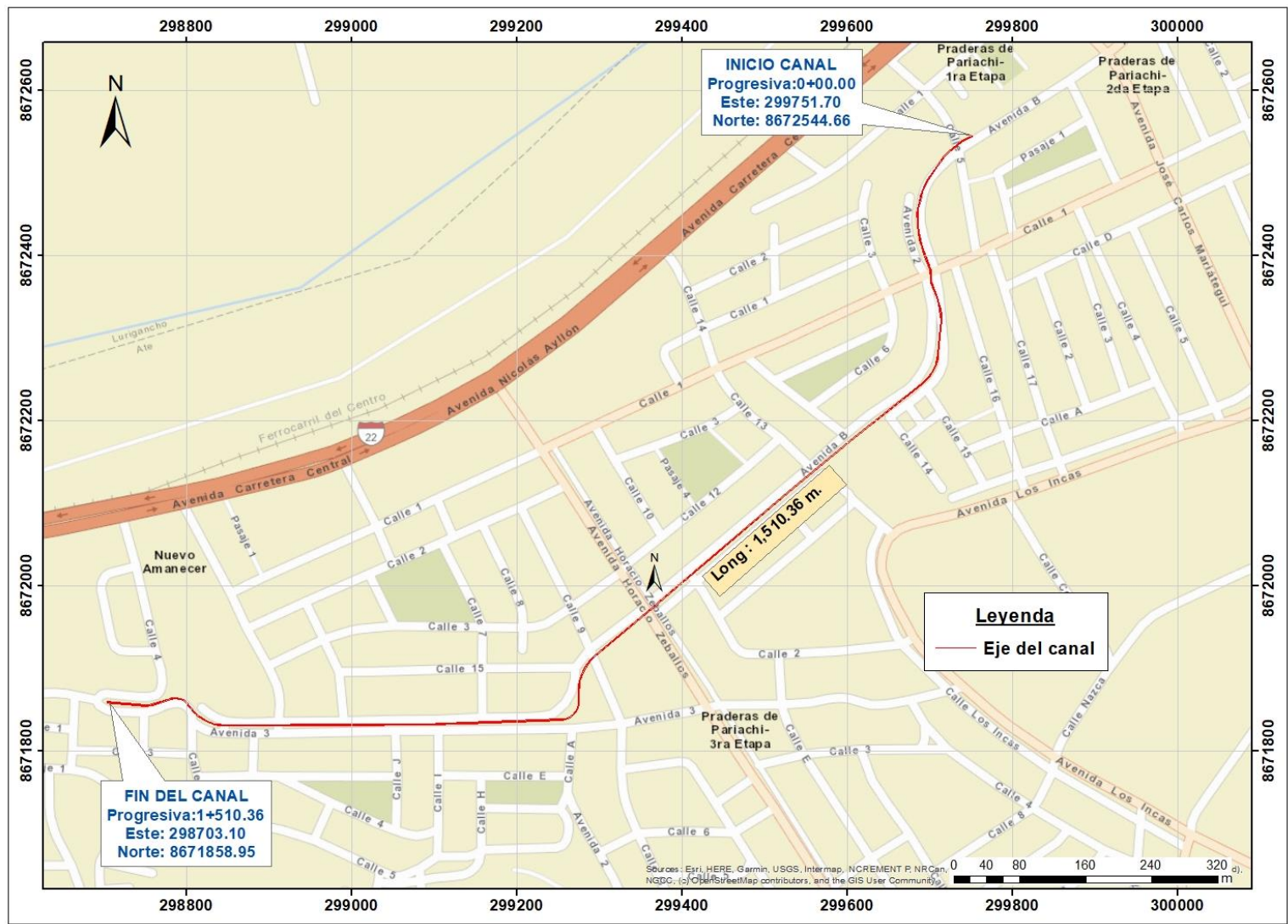


Figura 8: Ubicación de los puntos de inicio y fin del canal proyectado

4.2.2. Vías de acceso

La zona del proyecto se encuentra ubicada en el distrito de Ate, en el sector Pariachi II Etapa. Para llegar al lugar, se parte desde el centro de Lima recorriéndose por la vía Evitamiento hasta llegar al cruce con la avenida Ramiro Prialé, luego se dirige hacia la avenida Nicolás Ayllón, que se conecta con la carretera central. El punto de inicio del tramo del canal se encuentra a la altura del kilómetro 16 km de la carretera. La vía de acceso descrita anteriormente se muestra en la Tabla 2 y Figura 9.

Tabla 2: Vía de acceso a la zona del proyecto

De	A	Tipo de Vía	Distancia (km)	Tiempo (min)
Centro de Lima	Sector Pariachi (Ate)	Asfaltada	27	39

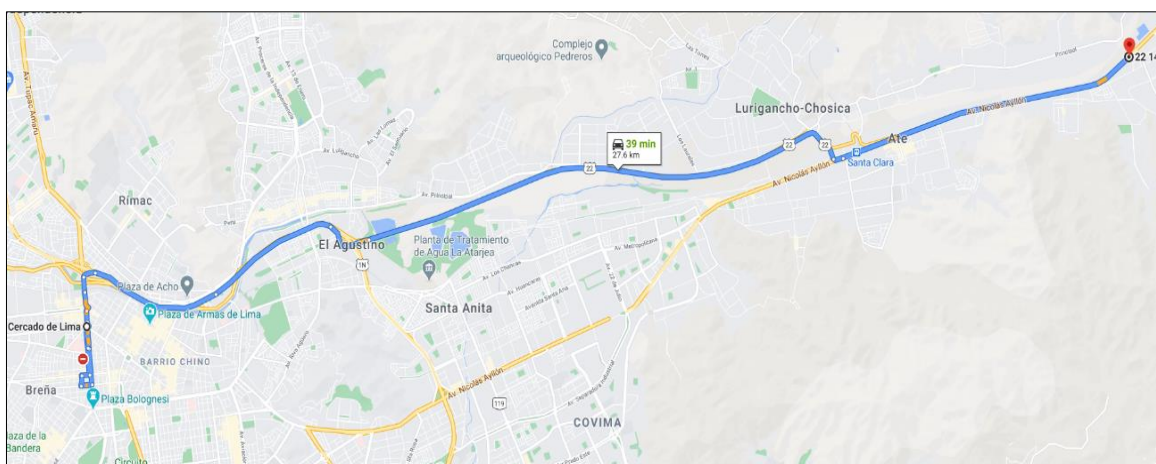


Figura 9: Vía de acceso hacia el inicio del tramo proyectado del canal

FUENTE: Google Maps

4.2.3. Características climáticas

La zona del proyecto se encuentra ubicada en la zona costera central, que según el Servicio de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) posee características áridas y temperaturas semicálidas, sustentada en base a información meteorológica desde el año 1965 a 1984.

La temperatura en el área del proyecto varía de acuerdo a la estación del año que se encuentre, sin embargo, no presenta grandes oscilaciones, llegando a sus valores máximos en verano, desde noviembre hasta abril, para luego descender a partir de junio. En invierno

(junio – agosto) la temperatura mínima registrada fue de 15.71 °C para agosto del 2017, en tanto en verano (diciembre – febrero) la temperatura máxima registrada fue de 20.03 °C para diciembre del mismo año.

La precipitación anual es escasa, siendo variable y de mayor registro de agosto a setiembre; manifestándose bajo la forma de llovizna. En el área del proyecto, los valores máximos de humedad se registran en invierno, con un pico de 84.59% en junio. El valor mínimo registrado es en febrero, con 66.56%.

4.2.4. Geología

El marco geológico regional se analiza para comprender los procesos y eventos geológicos que ocurrieron a gran escala. Por tal motivo, se recopiló la información geológica regional del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico-INGEMMET (versión digital, 2002) a escala 1:50,000; correspondiente al cuadrángulo geológico de La Molina (hoja Lurín 25j-4). En esta, se describen las unidades geológicas aflorantes cuyas edades se encuentran desde el Cretáceo Inferior (125 M.A) hasta el Cuaternario Reciente. El área de estudio comprende rocas del Grupo Casma que conforman el substrato rocoso, rocas intrusivas de tipo dioritas y depósitos Cuaternarios de origen aluvial, coluvial y fluvial.

4.2.5. Suelos

Los suelos presentes en el área de estudio, presentan depósitos aluviales, coluviales y fluviales, constituidos mayormente con materiales de suelos y rocas en porcentajes variables, siendo en mayor proporción los fragmentos angulosos heterogéneos envueltos en matriz limo-arenosa. Se componen de grava pobremente gradada con limo y arena (GP-GM), grava pobremente gradada con arena (GP) y arena limosa con grava (SM) y arenas arcillosas con grava (SC).

4.2.6. Hidrología

Diagnóstico situacional

En el Subsector Hidráulico La Estrella, la actividad económica más practicada es la agricultura, predominando el minifundio, lo cual hace que la rentabilidad de dicha actividad

sea en muchos casos bastante baja. Esta situación ha permitido un rápido crecimiento de zonas urbanizadas, que actualmente ocupan áreas significativas de la Comisión de usuarios.

Método de riego

El método de riego que utilizan los usuarios de la Comisión de Regantes La Estrella es por gravedad. A lo largo del canal se ubican estratégicamente los laterales, implementados de su respectiva compuerta de distribución, la cual es accionada de acuerdo al rol de riego pre determinado.

Disponibilidad del recurso hídrico

Según la Resolución Administrativa R.A. N°371 – 2006 – AG-SGAM/ATDR.CHRL, presentada en la Tabla 3, se otorga una licencia de uso de agua igual a 5 812 939 m³/año de volumen de agua asignable en cabecera de bloque para la Comisión de Regantes del Subsector de Riego La Estrella, y se encuentra conformado por 150 usuarios y 158 predios, los cuales cuentan con un área bajo riego de 174.39 has.

Tabla 3: Disponibilidad Hídrica según RA N° 371 - 2006 - AG-SGAM/ATDR.CHRL

Dirección Regional	Administración Local de Aguas	Junta de Usuarios	Comisión de Regantes	Área total (ha)	N° Usuarios	Predios	Volumen de agua otorgado (hm³/año)
Lima	Chillón Rímac Lurín	Rímac	La Estrella	174,39	150	158	5,81

FUENTE: RA N° 371 - 2006 - AG-SGAM/ATDR.CHRL

Sin embargo, para el proyecto “Mejoramiento del canal principal La Estrella, tramo: sector Pariachi II Etapa - La Gloria, zona 6, distrito de Ate – Lima - Lima”, se tiene como área total a beneficiar 131.59 ha con un total de 90 usuarios, en la Tabla 4 se muestra el número de usuarios beneficiarios.

Tabla 4: Número de usuarios beneficiados

Dirección Regional	Administración Local de Aguas	Junta de Usuarios	Comisión de Regantes	Área total (ha)	N° Usuarios
Lima	Chillón Rímac Lurín	Rímac	La Estrella	131,59	90

FUENTE: Perfil del Proyecto de Inversión Pública: “Mejoramiento del canal principal La Estrella, tramo: sector Pariachi II Etapa - La Gloria, zona 6, distrito de Ate – Lima - Lima”

4.2.7. Beneficiarios

Población Beneficiada

La población beneficiaria, está conformada por los pobladores que integran las Asociaciones de vivienda y Asentamientos Humanos que se ubican entre el tramo sector Pariachi II etapa – La Gloria, los cuales se ven afectados por la situación actual del canal principal La Estrella, el cual se encuentra a tajo abierto, y presenta taludes erosionados y/o con vegetación que impide la libre circulación de sus aguas, con el peligro de que sus moradores sufran accidentes por la proximidad del cauce a sus casas y de contraer enfermedades infecto contagiosas por el arrojado de residuos sólidos, aguas de desagüe y presencia de roedores.

La comisión de regantes La Estrella, encargada de la operación y mantenimiento del canal, también se beneficiarán con la ejecución de la obra, ya que la calidad del agua en el canal mejorará significativamente, ya que se eliminarán desagües clandestinos, así como el arrojado indiscriminado de todo tipo de desechos que realiza la población. Asimismo, las pérdidas por conducción y distribución disminuirán significativamente al contarse con una infraestructura mejorada (canalización cerrada y tomas laterales adecuadamente diseñadas). La población directamente beneficiaria se contabilizó en función al número de lotes que se ubican en forma paralela, margen izquierda y derecha del canal principal La Estrella. El número de lotes asciende a 248, con un promedio de 5.5 habitantes por unidad según estimación del INEI, lo que sería un total de 1364 habitantes aproximadamente.

Hectáreas Beneficiadas

El diagnóstico para el presente estudio se realiza en el área de influencia de la Comisión de Regantes La Estrella, la cual está conformada por 90 usuarios que conducen un total de 131.59 has, entre cultivos permanentes, semipermanentes y pan llevar, cuyo método de riego es por gravedad.

4.3. METODOLOGÍA

Se inició con un trabajo de campo, el cual consistió en recorrer el canal existente, y a su vez, se identificó el estado actual de la infraestructura, el tipo de suelo y los problemas existentes en el canal tal como la contaminación desmesurada del mismo. También se realizaron

mediciones de la sección hidráulica presente y actividades correspondientes al levantamiento topográfico, realizado por el equipo técnico. Asimismo, se tomaron muestras de suelo y agua.

El caudal de diseño se estableció según Resolución Administrativa R.A. N°371 – 2006 – AG-SGAM/ATDR.CHRL, el cual es de 0.95 m³/s, valor que se aproxima al obtenido en el aforo realizado.

Con la información recopilada, se trazó la rasante del eje, estableciéndose las características hidráulicas y geométricas del canal La Estrella en el tramo: sector Pariachi II etapa – La Gloria zona 06, Ate - Lima.

4.3.1. Trabajo de campo

1. Reconocimiento de terreno

El objeto principal del reconocimiento de terreno fue para conocer las características, detalles y condiciones del canal y su área de influencia para la elaboración de los estudios definitivos a nivel de Expediente Técnico del Proyecto: “MEJORAMIENTO DEL CANAL PRINCIPAL LA ESTRELLA, TRAMO: SECTOR PARIACHI II ETAPA – LA GLORIA ZONA 06, DISTRITO DE ATE – LIMA – LIMA”.

El trabajo de campo se llevó a cabo desarrollando las siguientes actividades:

- Recopilación de información
- Reconocimiento y toma de fotografías identificando detalles característicos del canal y de los elementos involucrados con el canal.

Canal de Conducción

Inicio del Canal

Se partió del inicio del tramo del canal por mejorar tal como se muestra en la Figura 10 y se tomó las coordenadas de dicho punto con el GPS, así mismo, se identificó el punto en el aplicativo UTM Geo Maps para realizar el trazo preliminar el canal.



Figura 10: Punto de inicio del canal

El proyecto involucra el revestimiento del canal de tierra, el cual es continuación de un canal revestido de dimensiones hidráulicas iguales a 0.9 m de alto y 1.00 m de base, este canal construido parte de la toma rústica La Estrella ubicada 4 km aguas arriba, donde capta agua del río Rímac.

La Figura 11 presenta el canal total desde su captación, así como también el tramo a intervenir (proyectado).

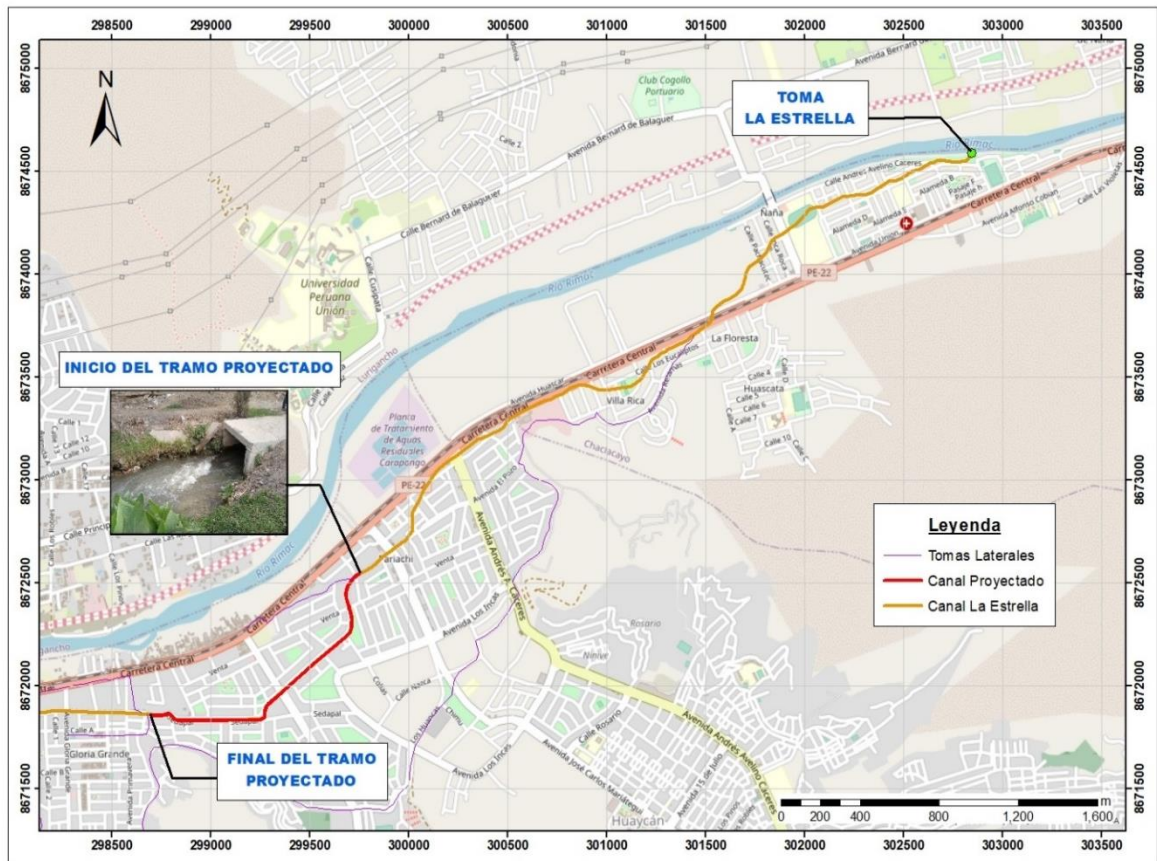


Figura 11: Canal principal La Estrella y tramo proyectado

Obras de arte identificadas en el canal

Se identificaron las obras de arte existentes a lo largo del canal, entre los cuales se encuentran puentes vehiculares, pases peatonales y tomas laterales. A continuación, se describe la ubicación y características de la infraestructura existente.

a. Puentes vehiculares

Son aquellas estructuras ubicadas en lugares estratégicos que cruzan el canal de un margen a otro, entre las principales vías se encuentra el cruce ubicado en la Av. Horacio Zevallos, denominado Pv3.

En la Figura 12 se puede apreciar uno de los puentes encontrados en el trabajo de campo, reconociendo un total de 5 puentes vehiculares tal y como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5: Puentes vehiculares

N°	Puente vehicular	Este (m)	Norte (m)	Observación
1	Pv1	299729.938	8672528.503	Rústico
2	Pv2	299699.007	8672378.341	Rústico, cruce con vía pública
3	Pv3	299358.910	8671970.653	Ubicado en la Av. Horacio Zevallos
4	Pv4	298908.475	8671829.958	Rústico
5	Pv5	298844.316	8671829.689	Rústico



Figura 12: Puente vehicular (Pv2)

b. Pases Peatonales

Los pases peatonales existentes se encuentran en estado rústico rudimentario, se lograron identificar 16 pases, éstos son utilizados por los pobladores para el cruce entre ambas márgenes del canal, y varios de estos han sido construidos por la misma población. Se muestra en la Tabla 6 la ubicación y estado actual de los mismos.

Tabla 6: Pases peatonales

N°	Pase peatonal	Este (m)	Norte (m)	Observación
1	Pp1	299695.022	8672491.134	Puente de madera
2	Pp2	299683.931	8672448.489	Puente de madera
3	Pp3	299689.255	8672243.907	Puente de concreto
4	Pp4	299653.213	8672217.580	Puente de concreto
5	Pp5	299603.531	8672182.484	Puente de madera
6	Pp6	299570.046	8672145.016	Puente de tronco
7	Pp7	299547.099	8672126.065	Puente de concreto
8	Pp8	299526.450	8672109.013	Puente de madera
9	Pp9	299486.298	8672075.854	Puente de concreto
10	Pp10	299411.266	8672013.890	Puente de concreto
11	Pp11	299333.964	8671950.051	Puente de madera
12	Pp12	299297.118	8671919.623	Puente de concreto
13	Pp13	299227.041	8671836.263	Puente de concreto
14	Pp14	299154.235	8671830.985	Puente de concreto
15	Pp15	298998.728	8671830.335	Puente de madera
16	Pp16	298815.467	8671840.134	Puente de concreto

En las Figuras 13 y 14, se presentan los pases peatonales Pp5 y Pp8 encontrados en el canal.



Figura 13: Pase peatonal (Pp5)



Figura 14: Pase peatonal (Pp8)

c. Tomas laterales

A lo largo del recorrido del canal La Estrella, se encontraron dos tomas laterales con compuertas rústicas y una toma con compuerta de metal, que actualmente no cumplen con su función.

Éstas tomas permiten la distribución del recurso hídrico hacia los predios de los diferentes sectores beneficiarios, la misma que son manejados por la Junta de Usuarios del Subsector Hidráulico del río Rímac (JUSHR); su ubicación fue identificada en coordinación con el presidente de la Comisión de Usuarios del canal La Estrella. En la Tabla 7 se presenta la ubicación actual de las tomas laterales y en las Figuras 15 y 16 se puede apreciar las condiciones en las que se encuentran.



Figura 15: Toma lateral (Tl2), en desuso



Figura 16: Toma lateral (TI3)

Tabla 7: Tomas laterales

N°	Tomas laterales	Este (m)	Norte (m)	Margen	Observación
1	TI1	299721.054	8672521.866	Derecha	Compuerta rústica (Q = 30 l/s)
2	TI2	299291.503	8671914.610	Derecha	Compuerta de metal tipo T, no se utiliza.
3	TI3	298806.485	8671847.702	Derecha	Compuerta rústica (Q = 25 l/s)

d. Poza de suspensión de sólidos

La poza de suspensión de sólidos, cuya ubicación se muestra en la Tabla 8, se encuentra actualmente en buen estado, tal y como se puede visualizar en la Figura 17.

Tabla 8: Poza de suspensión de sólidos

N°	Poza	Este (m)	Norte (m)	Observación
1	Poza	298704.51	8671858.63	Poza de suspensión de sólidos



Figura 17: Poza de suspensión de sólidos

Conexiones clandestinas de aguas servidas

Se identificaron varias tuberías de aguas servidas con desfogue al canal, tal como se muestra en la Figura 18.



Figura 18: Tuberías de aguas servidas

Identificación de avenidas principales que cruzan el canal La Estrella

Se identificaron vías que cruzan el canal, entre las que están una vía principal que es la avenida Horacio Zeballos y dos vías secundarias, Calle S/N y Calle Venta. En la Figura 19 se aprecia el cruce entre el canal con una de las avenidas principales.



Figura 19: Vía principal - Av. Horacio Zevallos, vista aguas abajo del canal

2. Topografía

Para el trazo del canal ha sido necesario recolectar la siguiente información básica: planos topográficos del perfil y planos catastrales existentes.

En base a los planos de perfil, se inició con la nivelación del canal y posteriormente por radiación del relieve en toda la zona del proyecto, realizando los siguientes pasos, reconocimiento del terreno, trazo preliminar, nivelación y finalmente el trazo definitivo.

Una vez obtenido los datos de campo, se procedió a trabajar en gabinete generando un trazo preliminar, el cual fue replanteado en campo, donde se hacen los ajustes necesarios, obteniéndose finalmente el trazo definitivo.

Los trabajos topográficos que se efectuaron, consistieron en el levantamiento en planta del trazo del canal a revestir, perfil longitudinal, secciones transversales y la ubicación de obras de arte que formarán parte del canal proyectado.

En campo, luego de ubicarse el punto de inicio del proyecto, se procedió a realizar el trazo del tramo del canal La Estrella. Se trató de que coincida el eje proyectado con el cauce del canal de tierra existente, tomando en cuenta la proyección futura de la Vía Colectora y la distribución de las redes públicas de gas natural, agua potable, desagüe y alumbrado público, con el fin de evitar interferencias.

3. Aforo

El aforo fue realizado el 18 de enero del 2021, para ello se consideró emplear el método del flotador, se tomó un tramo del canal lo más uniforme posible y mediante el uso de un objeto flotante, se procedió a realizar la medición respectiva, logrando obtener valores reales y con errores mínimos. Los parámetros que se midieron se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9: Valores obtenidos del aforo en el canal actual

Tiempo (s)	Longitud (m)	Tirante (m)	Base (m)
6.3	8.67	0.4	1.35

Con los valores obtenidos del aforo, se calculó la velocidad y, posteriormente el caudal en m³/s, los resultados se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10: Cálculo de la velocidad y caudal en el canal actual

Velocidad (m/s)	Caudal (m ³ /s)
1.38	0.74

Análisis de la situación actual del canal

El canal La Estrella capta agua del río Rímac. La bocatoma se ubica a 4 km aguas arriba desde el inicio del tramo a mejorar, en las coordenadas UTM 302849 m E, 8674581 m N. Actualmente, el tramo del canal a intervenir se encuentra excavado en tierra, con una sección trapezoidal y una longitud total de 1517 m; sin embargo, se consideró mejorar 1510,36 m, ya que al final del tramo existe una poza de suspensión de sólidos en buen estado, que por su condición actual no forma parte del proyecto. Se ha observado que, en ambas márgenes del canal, los taludes se encuentran colmatados y erosionados, mayormente cubiertos de vegetación como arbustos y árboles, asimismo, cabe mencionar que no cuenta con bermas de servicio, tal como se aprecia en la Figura 20.

El canal de tierra existente carece de mantenimiento, razón por la cual se encuentra mayormente cubierto de vegetación, grama o carrizales, asimismo, presenta secciones no definidas.



Figura 20: Estado actual del tramo del canal La Estrella

A lo largo del tramo evaluado, se pudo identificar obras de artes, tales como, tomas laterales, cruces de vías, poza de suspensión de sólidos, así como también pases peatonales, de estos

últimos la mayoría son de madera colocados por la propia población.

4.3.2. Trabajo de gabinete

a. Planteamiento hidráulico del proyecto

El proyecto consiste en mejorar el canal La Estrella, a través del revestimiento de sus paredes, así como dotar de estructuras hidráulicas necesarias para el buen funcionamiento del sistema de riego, tal como se muestra en la Figura 21, para ello se consideran los siguientes planteamientos:

- El canal en su recorrido total, independientemente de su sección geométrica, debe dar la seguridad de no desbordamiento y no rotura por sobrepresión.
- Con la finalidad de optimizar el arrastre de sedimentos, cuya carga es extremadamente alta en esta zona, básicamente por la presencia de Asentamientos Humanos en los márgenes del canal, se plantea que los 1510,36 m del canal a revestir tengan un acabado pulido en la base y muro con mortero 1:2 y un espesor $e=1.5$ cm; garantizando así que el agua fluya libremente sin que se produzca sedimentación excesiva. A su vez la característica de este revestimiento evitará que se produzcan pérdidas por filtración.
- El canal presenta una gradiente que varía entre: 0.5% y 2.7%, estos valores permiten inferir una rasante hidráulicamente bien definida, garantizándose a lo largo de la estructura una gradiente sin efecto erosivo y con escasas posibilidades de sedimentación, se consideran estas gradientes dado que es lo que permite el relieve del terreno, las cotas de los cruces vehiculares existentes y redes públicas.
- Con la finalidad de permitir el acceso vehicular y la interconexión entre las calles que tendrán salida hacia la futura Av. Colectora (paralela a la carretera Central), se ha identificado cinco puntos en los cuales se reforzará adecuadamente el canal optando por características constructivas de una alcantarilla reforzada con un relleno para que funcione como pase vehicular.
- Para garantizar el adecuado mantenimiento de la nueva estructura, se ha previsto, de acuerdo a las normas de construcción, la ubicación de tapas móviles, cada 30.00 m para la evaluación y mantenimiento del canal.

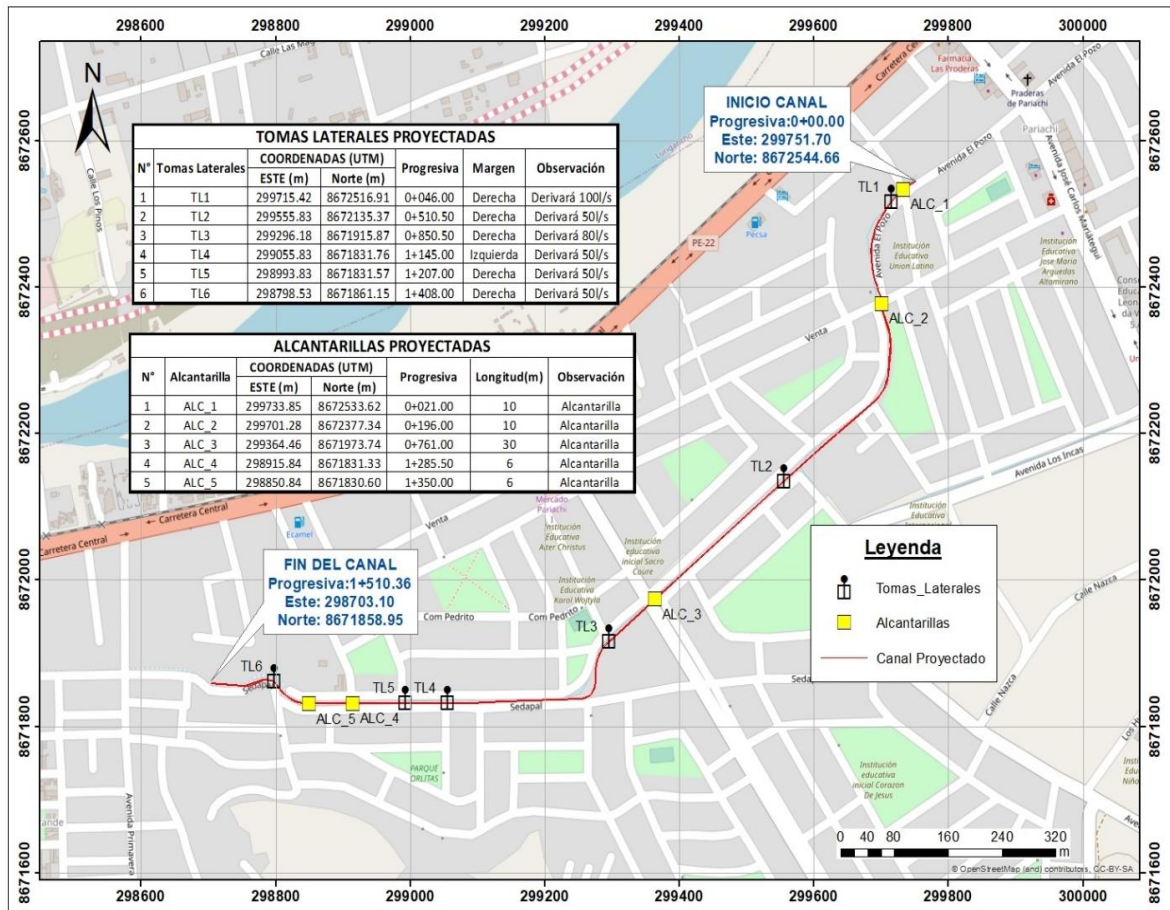


Figura 21: Planteamiento hidráulico

b. Criterios hidráulicos utilizados para el diseño del canal

b.1 Velocidades mínimas y máximas admisibles

Conocer la velocidad del flujo es importante para el diseño de un canal, ya que, a bajas velocidades se originan depósitos de sedimentos, por lo que, para evitar este problema la Autoridad Nacional del Agua (2010) considera el valor de 0.8 m/s como la velocidad apropiada para evitar sedimentación e impedir el crecimiento de plantas en el canal. Por otro lado, la velocidad máxima del agua permisible para evitar la erosión, va a depender del material de la estructura.

En las Tablas del 11 al 13, se presentan valores de velocidad máxima que puede alcanzar el flujo de agua en un canal según el material de revestimiento.

Tabla 11: Velocidades máximas de erosión en canales

Características del Suelo o del Revestimiento del Canal	Velocidad en m/s
- Suelo Limos, Turba descompuesta	0.25-0.50
- Arena Arcillosa suelta, arcillas blandas	0.70-0.80
- Turba Fibrosa poca descompuesta	0.70-1.00
- Arcilla arenosa medias y compactas	1.00-1.20
- Arcillas duras	1.20-1.80
- Encespedado	0.80-1.00
- Conglomerado	1.80-2.40
- Madera cepilladas	6.00-6.50
- Concreto f'c 140 Kg/cm ²	3.80-4.40
- Concreto f'c 210 Kg/cm ²	6.60-7.40
- Plancha de acero	12.00-30.00

FUENTE: Rojas (2010)

Tabla 12: Velocidades máximas en hormigón en función de su resistencia

RESISTENCIA (kg/cm ²)	PROFUNDIDAD DEL TIRANTE (m)				
	0,5	1	3	5	10
50	9,6	10,6	12,3	13,0	14,1
75	11,2	12,4	14,3	15,2	16,4
100	12,7	13,8	16,0	17,0	18,3
150	14,0	15,6	18,0	19,1	20,6
200	15,6	17,3	20,0	21,2	22,9

FUENTE: Krochin (1986)

Tabla 13: Velocidades máximas admisibles en canales

Material	US BUREAU (m/s)	Ejchevarry (m/s)	Gomez (m/s)
1. Arena muy fina	0,75	0,30	0,40
2. Arena ligera	0,75	0,40	-
3. Grada limosa (Barro)	0,90	0,91	1,0
4. Arcilla Dura	1,06	1,14	-
5. Limo aluvial Coloidal	1,06	-	-
6. Arcilla Esquistosa	1,82	1,52	-
7. Grava Fina	1,52	1,52	1,15
8. Grava Gruesa	1,82	1,82	1,20
9. Grava Sementada	-	2,44	2,4
10. Roca dura	-	4,57	4,0
11. Concreto Hormigón	-	6,10	4,5

FUENTE: Sparrow (2008)

Las velocidades calculadas en el canal varían entre 1.98 m/s a 3.64 m/s, siendo consideradas aceptables para canales revestidos de concreto, según autores mencionados anteriormente.

b.2 Coeficiente de rugosidad

Tal como se puede apreciar en la Tabla 14, los valores del coeficiente de rugosidad utilizados para canales revestidos con concreto, están comprendidos entre 0.013 y 0.015. En este caso se ha considerado, para canales revestidos con concreto, una rugosidad $n = 0.014$.

Tabla 14: Valores de rugosidad “n” de Manning, propuestos por Horton

Superficie	Condiciones de las paredes			
	Perfectas	Buenas	Medianas	Malas
Tubería hierro forjado negro comercial	0,012	0,013	0,014	0,015
Tubería hierro forjado galvanizado comercial	0,013	0,014	0,015	0,017
Tubería de latón o vidrio	0,009	0,010	0,011	0,013
Tubería acero remachado en espiral	0,013	0.015*	0.017*	
Tubería de barro vitrificado	0,010	0.013*	0,015	0,017
Tubos comunes de barro para drenaje	0,011	0.012*	0.014*	0,017
Tabique vidriado	0,011	0,012	0,013	0,015
Tabique con mortero de cemento; albañiles de tabique	0,012	0,013	0.015*	0,017
Superficies de cemento pulido	0,010	0,011	0,012	0,013
Superficies aplanadas con mortero de cemento	0,011	0,012	0.013*	0,015
Tubería de concreto	0,012	0,013	0.015*	0,016
Tubería de duela	0,010	0,011	0,012	0,013
<i>Acueductos de tablón:</i>				
Labrado	0,010	0.012*	0,013	0,014
Sin labrar	0,011	0.013*	0,014	0,015
Con astillas	0,012	0.015*	0,016	
Canales revestidos con concreto	0,012	0.014*	0.016*	0,018
Superficie de mampostería con cemento	0,017	0,020	0,025	0,03
Superficie de mampostería en seco	0,025	0,030	0,033	0,035
Acueducto semicirculares metálicos, lisos	0,011	0,01	0,013	0,015

FUENTE: Villón (2007)

b.3 Borde libre

El borde libre se obtiene de la diferencia entre el tirante de agua (Y) y la altura hidráulica del canal (H).

En la Tabla 15, se presentan los valores de borde libre respecto al ancho del canal definidos

por Villón (2007), dónde considera 0.5 m para un ancho de canal que varía entre 0.8 m a 1.5 m.

Tabla 15: Borde libre respecto al ancho del canal

Ancho de la plantilla (m)	Borde libre (m)
Hasta 0.8	0,4
0.8 - 1.5	0,5
1.5 - 3.0	0,6
3.0 - 20.0	1

FUENTE: Villón (2007)

En la Tabla 18, se puede observar que, el borde libre promedio calculado es igual a 0.57 m, lo cual cumpliría con los estándares establecidos para un borde libre aceptable para un canal con ancho de base igual a 1 metro.

b.4 Talud

García (1997), presenta dos tablas, la primera donde el talud está en función del tipo de material y la segunda en función del tipo de material y profundidad de canal. Las tablas indicadas son la 16 y 17, respectivamente:

Tabla 16: Taludes apropiados para distintos tipos de material

Material	Talud (Horizontal: Vertical)
Roca	Prácticamente vertical
Suelo de turba y detritos	0.25:1
Arcilla Compacta o tierra Con recubrimiento de concreto	0.5: hasta 1:1
Tierra con recubrimiento de piedra o tierra en grandes canales	1:1
Arcilla firme o tierra en canales pequeños	1.5:1
Tierra arenosa suelta	2:1
Greda arenosa o arcilla porosa	3:1

FUENTE: García (1997)

Tabla 17: Taludes en canal según tipo de material, profundos y pocos profundos

Material	Canales poco profundos	Canales profundos
Roca en buenas condiciones	Vertical	1/4:1
Arcillas Compactas o conglomerados	0.5:1	1:1
Limos arcillosos	1:1	1.5:1
Limos arenosos	1.5:1	2:1
Arenas sueltas	2:1	3:1
Concreto	1:1	1.5:1

FUENTE: García (1997)

b.5 Pendiente

Se ha considerado que la pendiente del canal sea igual a la del terreno natural, para evitar gran cantidad de movimiento de tierras y velocidades erosivas; así mismo, que no exista interferencia con las cotas de las redes públicas de agua, alcantarillado, gas, etc.

b.6 Caudal

Para el diseño del canal y obras de arte, el caudal es un parámetro clave en el dimensionamiento de las mismas ya que está asociado a la disponibilidad del recurso hídrico, tipo de suelo, tipo de cultivo, condiciones climáticas, métodos de riego, etc., es decir mediante la conjunción de la relación agua – suelo – planta. En el caso de este proyecto, el canal La Estrella cuenta con Licencia de Uso de Recurso Hídrico según la Resolución Administrativa N° 371-2006-AG-SGAM/ATDR.CHRL, la cual ha sido otorgada en bloque de acuerdo al número de usuarios y áreas bajo riego correspondiente al sector hidráulico La Estrella.

Para el diseño hidráulico del proyecto, se ha considerado el caudal máximo con el que opera el sector hidráulico del canal principal La Estrella, el cual es igual a 0.95 m³/s; a pesar de las tomas laterales presentes, este valor se mantuvo a lo largo de todo el tramo, debido a que, el riego parcelario no es permanente, es decir, no cuenta con turnos de riego definidos. Es por ello que se evitó diseñar con caudales menores que generen un dimensionamiento del canal menor y que al momento del riego, la estructura no soporte la cantidad de agua originando desbordamientos.

Asimismo, cabe mencionar que el tramo del canal se conecta, tanto aguas arriba como aguas abajo, con un canal existente revestido de concreto, cuya sección transversal es de 0.90 m de alto y 1.00 m de ancho, es por ello que, con la finalidad de no aumentar costos por estructuras de transición, se propuso mantener la sección del canal existente.

b.7 Trazo de la rasante del canal

- La rasante se ha trabajado sobre la base del perfil longitudinal del trazo, considerando preferentemente que la sub rasante no debe estar en material de relleno.
- Se ha considerado que la pendiente de la rasante de fondo, sea igual a la del terreno natural, para lograr optimizar el movimiento de tierras, pero cuando no es posible debido a fuertes pendientes, es necesario cambiar la rasante.
- Para definir la rasante definitiva se generó una hoja de cálculo donde se ingresa el caudal de diseño, pendientes, la rugosidad del material que conduce el agua, a partir de la cual se va obteniendo las diferentes velocidades del flujo en el canal, verificando que la velocidad obtenida se mantenga entre los límites mínimos y máximos permisibles.

c. Diseño hidráulico

El software H-CANALES proporciona los valores de velocidad y tirante normal del flujo en condiciones reales.

Antes de ejecutar el programa se debe considerar los siguientes datos de entrada:

- Caudal (Q) que circula por el canal en m^3/s
- Ancho de solera (b), en m
- Talud (Z)
- Rugosidad (n), que depende del material del canal
- Pendiente (S) en m/m, valor que se asume en cada tramo hasta cumplir con los parámetros de velocidad.

Se inicia el programa, previamente instalado, luego se selecciona la opción de cálculo del tirante normal para el tipo de sección a diseñar, en este caso, rectangular. En la ventana emergente se debe introducir los datos solicitados, tales como caudal, ancho, talud,

rugosidad y pendiente.

Datos de entrada

Q: 0.95 m³/s

b: 1.00 m

Talud: 0

n: 0.014

S: varía por tramo

Con la definición previa del caudal de diseño, la rugosidad y las pendientes, en los diferentes tramos del canal, se realizó el cálculo de la sección del canal, obteniendo las características hidráulicas en cada uno de los tramos considerados, para ello se utilizó el software H-CANALES v3.0. Los resultados se presentan en las Figuras 23 a 39 y en la Tabla 18.

En la Figura 22 se muestra la sección típica del canal rectangular proyectado.

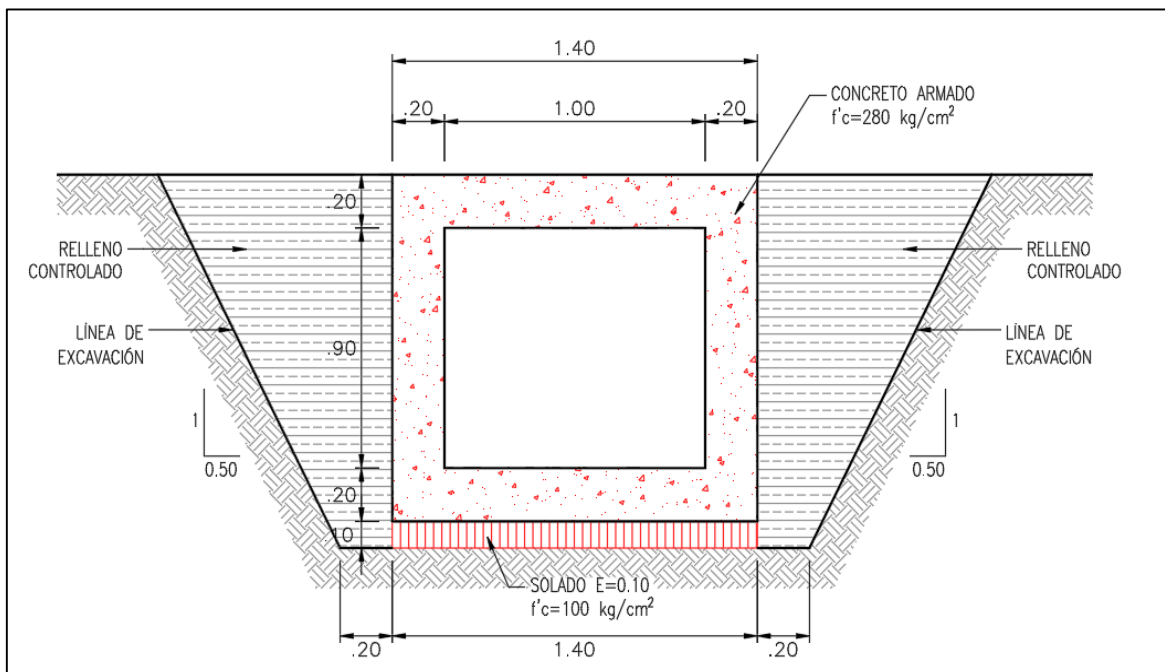


Figura 22: Sección típica del canal tapado

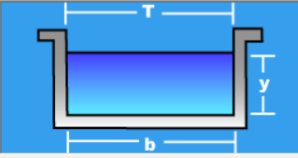
TRAMO 0+000 – 0+040.00

Desde el inicio del canal proyectado (progresiva 0+000) hasta la progresiva 0+040.00, la pendiente es de -2.24%, lo que genera un tirante de agua igual a 0.28 m y una velocidad del

flujo de 3.40 m/s, estableciéndose un régimen supercrítico.

Lugar:	Ate-Lima	Proyecto:	Canal La Estrella
Tramo:	0+000.00-0+040.00	Revestimiento:	Concreto 210 kg/cm ²

Datos:	
Caudal (Q):	0.95 m ³ /s
Ancho de solera (b):	1 m
Talud (Z):	0
Rugosidad (n):	0.014
Pendiente (S):	0.0224 m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	0.2795 m	Perímetro (p):	1.5590 m
Área hidráulica (A):	0.2795 m ²	Radio hidráulico (R):	0.1793 m
Espejo de agua (T):	1.0000 m	Velocidad (v):	3.3990 m/s
Número de Froude (F):	2.0527	Energía específica (E):	0.8683 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico		

Calcular	Limpiar Pantalla	Imprimir	Menú Principal	Calculadora
----------	------------------	----------	----------------	-------------

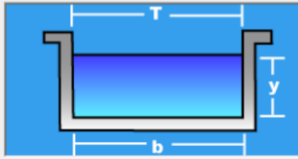
Figura 23: Sección del canal, tramo 0+000.00 – 0+040.00

TRAMO 0+040.00 – 0+120.00

En este tramo, la pendiente es de -1.63%, se obtuvo un tirante de agua igual a 0.31 m y una velocidad del flujo de 3.04 m/s, estableciéndose un régimen supercrítico.

Lugar:	Ate-Lima	Proyecto:	Canal La Estrella
Tramo:	0+040.00-0+120.00	Revestimiento:	Concreto 210 kg/cm ²

Datos:	
Caudal (Q):	0.95 m ³ /s
Ancho de solera (b):	1 m
Talud (Z):	0
Rugosidad (n):	0.014
Pendiente (S):	0.0163 m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	0.3126 m	Perímetro (p):	1.6252 m
Área hidráulica (A):	0.3126 m ²	Radio hidráulico (R):	0.1924 m
Espejo de agua (T):	1.0000 m	Velocidad (v):	3.0388 m/s
Número de Froude (F):	1.7352	Energía específica (E):	0.7833 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico		

Calcular	Limpiar Pantalla	Imprimir	Menú Principal	Calculadora
----------	------------------	----------	----------------	-------------

Figura 24: Sección del canal, tramo 0+040.00 – 0+120.00

TRAMO 0+120.00 – 0+140.00

En este tramo, la pendiente es de -1.55%, se obtuvo un tirante de agua igual a 0.32 m y una velocidad del flujo de 2.98 m/s, estableciéndose un régimen supercrítico.

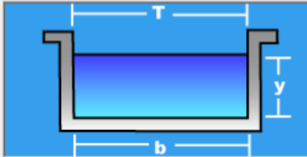





Lugar:	Ate-Lima	Proyecto:	Canal La Estrella
Tramo:	0+120.00-0+140.00	Revestimiento:	Concreto 210 kg/cm2
Datos:			
Caudal (Q):	0.95 m3/s		
Ancho de solera (b):	1 m		
Talud (Z):	0		
Rugosidad (n):	0.014		
Pendiente (S):	0.0155 m/m		
Resultados:			
Tirante normal (y):	0.3183 m	Perímetro (p):	1.6365 m
Area hidráulica (A):	0.3183 m2	Radio hidráulico (R):	0.1945 m
Espejo de agua (T):	1.0000 m	Velocidad (v):	2.9850 m/s
Número de Froude (F):	1.6894	Energía específica (E):	0.7724 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico		
			
			

Figura 25: Sección del canal, tramo 0+120.00 – 0+140.00

TRAMO 0+140.00 – 0+200.00

En este tramo, la pendiente es de -1.35%, se obtuvo un tirante de agua igual a 0.33 m y una velocidad del flujo de 2.84 m/s, estableciéndose un régimen supercrítico.

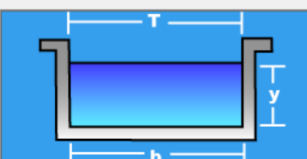




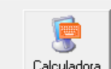
Lugar:	Ate-Lima	Proyecto:	Canal La Estrella
Tramo:	0+140.00-0+200.00	Revestimiento:	Concreto 210 kg/cm2
Datos:			
Caudal (Q):	0.95 m3/s		
Ancho de solera (b):	1 m		
Talud (Z):	0		
Rugosidad (n):	0.014		
Pendiente (S):	0.0135 m/m		
Resultados:			
Tirante normal (y):	0.3343 m	Perímetro (p):	1.6686 m
Area hidráulica (A):	0.3343 m2	Radio hidráulico (R):	0.2004 m
Espejo de agua (T):	1.0000 m	Velocidad (v):	2.8416 m/s
Número de Froude (F):	1.5691	Energía específica (E):	0.7459 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico		
			
			

Figura 26: Sección del canal, tramo 0+140.00 – 0+200.00

TRAMO 0+200.00 – 0+437.00

En este tramo, la pendiente es de -1.11%, se obtuvo un tirante de agua igual a 0.36 m y una velocidad del flujo de 2.65 m/s, estableciéndose un régimen supercrítico.

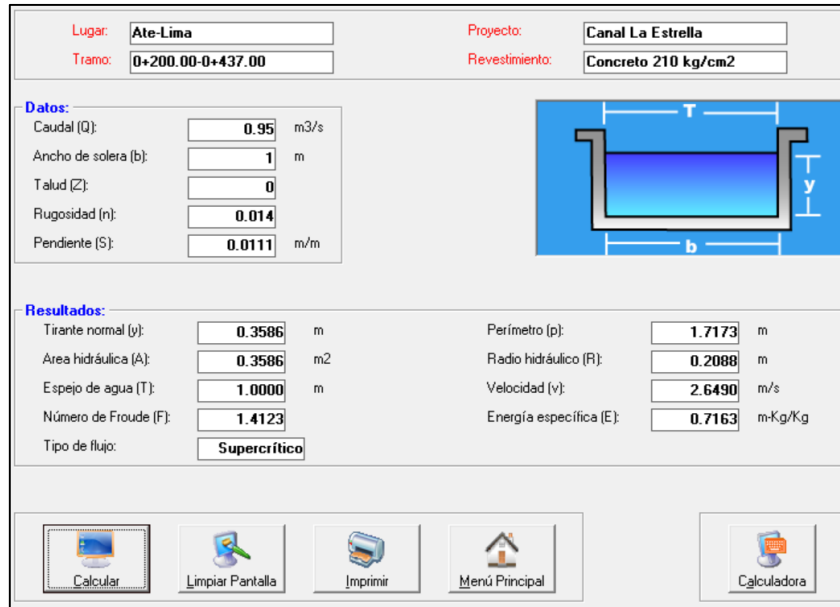


Figura 27: Sección del canal, tramo 0+200.00 – 0+437.00

TRAMO 0+437.00 – 0+700.00

En este tramo, la pendiente es de -0.5%, se obtuvo un tirante de agua igual a 0.48 m y velocidad del flujo de 1.98 m/s, estableciéndose un régimen subcrítico.

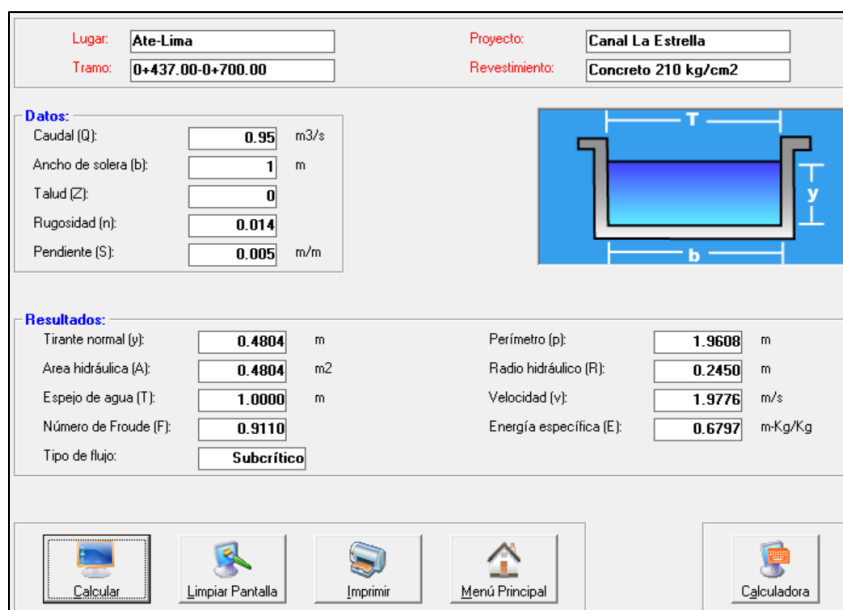


Figura 28: Sección del canal, tramo 0+437.00 – 0+700.00

TRAMO 0+700.00 – 0+759.00

En este tramo, la pendiente es de -0.97%, se obtuvo un tirante de agua igual a 0.38 m y una velocidad del flujo de 2.52 m/s, estableciéndose un régimen supercrítico.

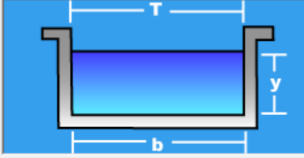




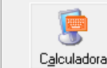
Lugar:	Ate-Lima	Proyecto:	Canal La Estrella
Tramo:	0+700.00-0+759.00	Revestimiento:	Concreto 210 kg/cm2
Datos:			
Caudal (Q):	0.95 m3/s		
Ancho de solera (b):	1 m		
Talud (Z):	0		
Rugosidad (n):	0.014		
Pendiente (S):	0.0097 m/m		
Resultados:			
Tirante normal (y):	0.3765 m	Perímetro (p):	1.7531 m
Area hidráulica (A):	0.3765 m2	Radio hidráulico (R):	0.2148 m
Espejo de agua (T):	1.0000 m	Velocidad (v):	2.5230 m/s
Número de Froude (F):	1.3128	Energía específica (E):	0.7010 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico		
			
			

Figura 29: Sección del canal, tramo 0+700.00 – 0+759.00

TRAMO 0+759.00 – 0+787.00

En este tramo, la pendiente es de -1.94%, se obtuvo un tirante de agua igual a 0.30 m y una velocidad del flujo de 3.24 m/s, estableciéndose un régimen supercrítico.

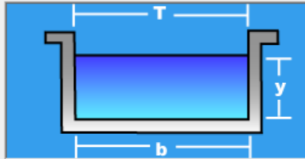




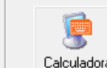
Lugar:	Ate-Lima	Proyecto:	Canal La Estrella
Tramo:	0+759.00-0+787.00	Revestimiento:	Concreto 210 kg/cm2
Datos:			
Caudal (Q):	0.95 m3/s		
Ancho de solera (b):	1 m		
Talud (Z):	0		
Rugosidad (n):	0.014		
Pendiente (S):	0.0194 m/m		
Resultados:			
Tirante normal (y):	0.2940 m	Perímetro (p):	1.5879 m
Area hidráulica (A):	0.2940 m2	Radio hidráulico (R):	0.1851 m
Espejo de agua (T):	1.0000 m	Velocidad (v):	3.2316 m/s
Número de Froude (F):	1.9030	Energía específica (E):	0.8263 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico		
			
			

Figura 30: Sección del canal, tramo 0+759.00 – 0+787.00

TRAMO 0+787.00 – 0+940.00

En este tramo, la pendiente es de -1.28%, se obtuvo un tirante de agua igual a 0.34 m y una velocidad del flujo de 2.79 m/s, estableciéndose un régimen supercrítico.

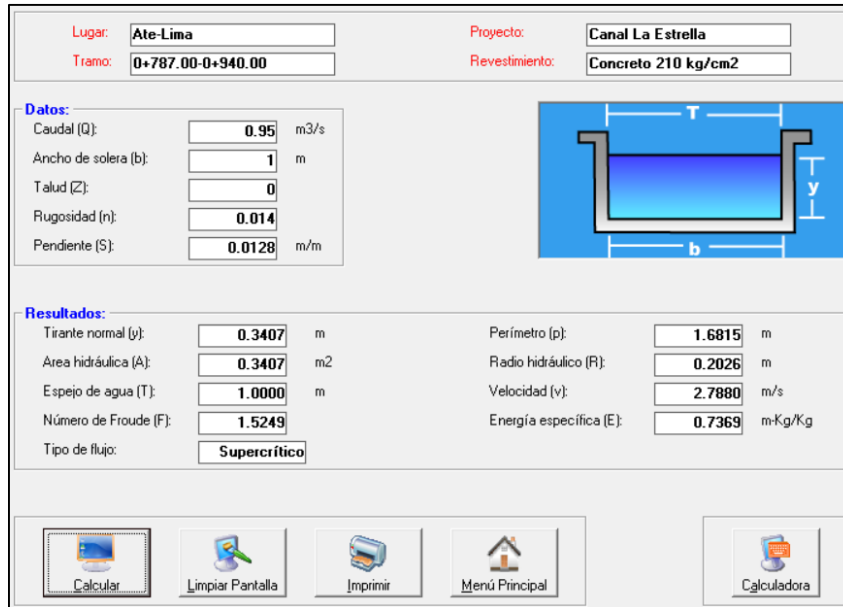


Figura 31: Sección del canal tramo 0+787.00 – 0+940.00

TRAMO 0+940.00 – 1+100.00

En este tramo, la pendiente es de -1.42%, se obtuvo un tirante de agua igual a 0.33 m y una velocidad del flujo de 2.89 m/s, estableciéndose un régimen supercrítico.

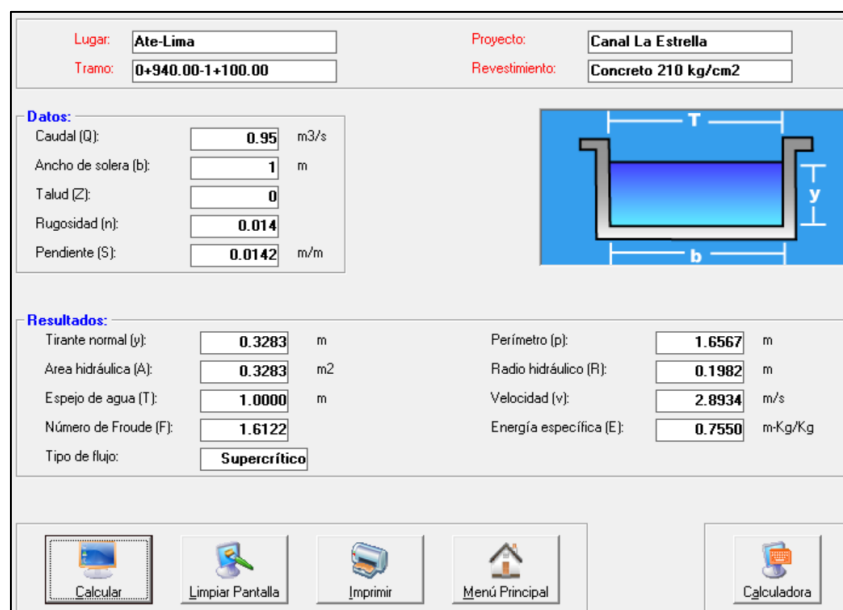


Figura 32: Sección del canal tramo 0+940.00 – 1+100.00

TRAMO 1+100.00 – 1+140.00

En este tramo, la pendiente es de -1.72%, se obtuvo un tirante de agua igual a 0.31 m y una velocidad del flujo de 3.09 m/s, estableciéndose un régimen supercrítico.

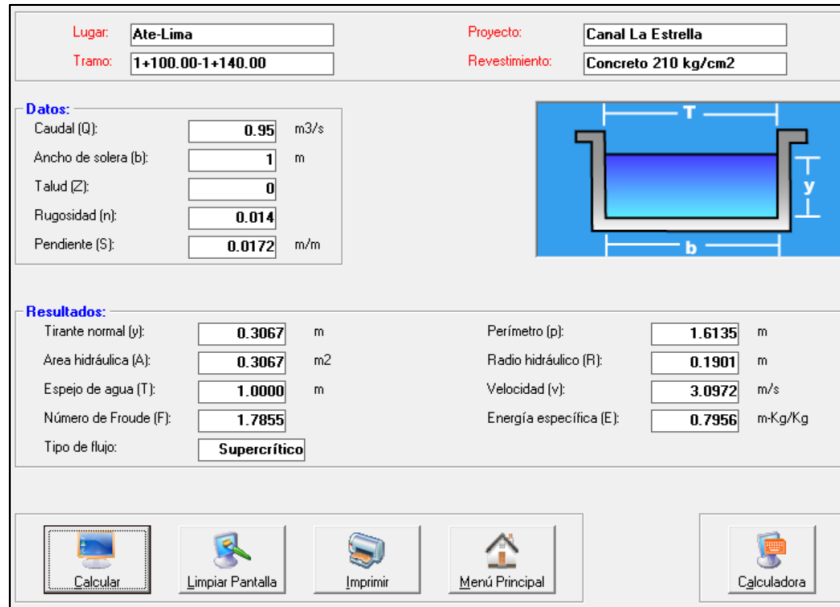


Figura 33: Sección del canal tramo 1+100.00 – 1+140.00

TRAMO 1+140.00 – 1+220.00

En este tramo, la pendiente es de -1.59%, se obtuvo un tirante de agua igual a 0.32 m y una velocidad del flujo de 3.01 m/s, estableciéndose un régimen supercrítico.

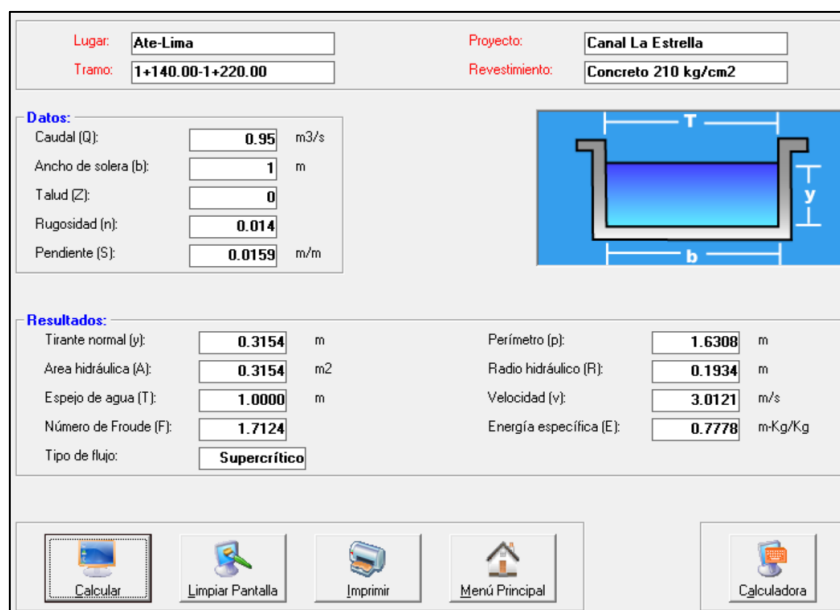


Figura 34: Sección del canal tramo 1+140.00 – 1+220.00

TRAMO 1+220.00 – 1+380.00

En este tramo, la pendiente es de -0.88%, se obtuvo un tirante de agua igual a 0.39 m y una velocidad del flujo de 2.44 m/s, estableciéndose un régimen supercrítico.

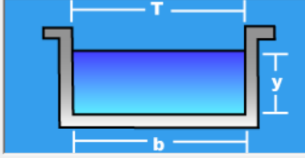

Lugar:	Ate-Lima	Proyecto:	Canal La Estrella
Tramo:	1+220.00-1+380.00	Revestimiento:	Concreto 210 kg/cm2
Datos:			
Caudal (Q):	0.95	m3/s	
Ancho de solera (b):	1	m	
Talud (Z):	0		
Rugosidad (n):	0.014		
Pendiente (S):	0.0088	m/m	
			
Resultados:			
Tirante normal (y):	0.3901	m	Perímetro (p): 1.7802 m
Area hidráulica (A):	0.3901	m2	Radio hidráulico (R): 0.2191 m
Espejo de agua (T):	1.0000	m	Velocidad (v): 2.4354 m/s
Número de Froude (F):	1.2450		Energía específica (E): 0.6924 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico		
			

Figura 35: Sección del canal tramo 1+220.00 – 1+380.00

TRAMO 1+380.00 – 1+408.00

En este tramo, la pendiente es de -2.34%, se obtuvo un tirante de agua igual a 0.28 m y una velocidad del flujo de 3.45 m/s, estableciéndose un régimen supercrítico.

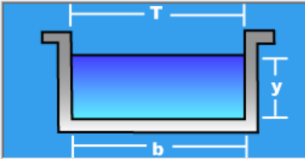

Lugar:	Ate-Lima	Proyecto:	Canal La Estrella
Tramo:	1+380.00-1+408.00	Revestimiento:	Concreto 210 kg/cm2
Datos:			
Caudal (Q):	0.95	m3/s	
Ancho de solera (b):	1	m	
Talud (Z):	0		
Rugosidad (n):	0.014		
Pendiente (S):	0.0234	m/m	
			
Resultados:			
Tirante normal (y):	0.2753	m	Perímetro (p): 1.5505 m
Area hidráulica (A):	0.2753	m2	Radio hidráulico (R): 0.1775 m
Espejo de agua (T):	1.0000	m	Velocidad (v): 3.4513 m/s
Número de Froude (F):	2.1003		Energía específica (E): 0.8824 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico		
			

Figura 36: Sección del canal tramo 1+380.00 – 1+408.00

TRAMO 1+408.00 – 1+423.00

En este tramo, la pendiente es de -2.73%, se obtuvo un tirante de agua igual a 0.26 m y una velocidad del flujo de 3.64 m/s, estableciéndose un régimen supercrítico.

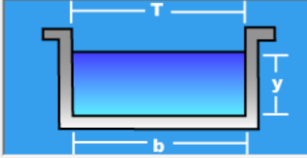





Lugar:	Ate-Lima	Proyecto:	Canal La Estrella		
Tramo:	1+408.00-1+423.00	Revestimiento:	Concreto 210 kg/cm2		
Datos:					
Caudal (Q):	0.95	m3/s			
Ancho de solera (b):	1	m			
Talud (Z):	0				
Rugosidad (n):	0.014				
Pendiente (S):	0.0273	m/m			
					
Resultados:					
Tirante normal (y):	0.2609	m	Perímetro (p):	1.5217	m
Area hidráulica (A):	0.2609	m2	Radio hidráulico (R):	0.1714	m
Espejo de agua (T):	1.0000	m	Velocidad (v):	3.6419	m/s
Número de Froude (F):	2.2767		Energía específica (E):	0.9369	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				
					
					
					

Figura 37: Sección del canal tramo 1+408.00 – 1+423.00

TRAMO 1+423.00 – 1+471.00

En este tramo, la pendiente es de -1.87%, se obtuvo un tirante de agua igual a 0.30 m y una velocidad del flujo de 3.19 m/s, estableciéndose un régimen supercrítico.

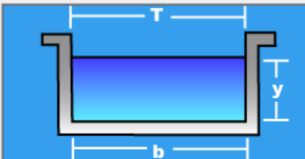





Lugar:	Ate-Lima	Proyecto:	Canal La Estrella		
Tramo:	1+423.00-1+471.00	Revestimiento:	Concreto 210 kg/cm2		
Datos:					
Caudal (Q):	0.95	m3/s			
Ancho de solera (b):	1	m			
Talud (Z):	0				
Rugosidad (n):	0.014				
Pendiente (S):	0.0187	m/m			
					
Resultados:					
Tirante normal (y):	0.2978	m	Perímetro (p):	1.5956	m
Area hidráulica (A):	0.2978	m2	Radio hidráulico (R):	0.1866	m
Espejo de agua (T):	1.0000	m	Velocidad (v):	3.1900	m/s
Número de Froude (F):	1.8664		Energía específica (E):	0.8165	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				
					
					
					

Figura 38: Sección del canal tramo 1+423.00 – 1+471.00

TRAMO 1+471.00 – 1+510.36

En este tramo, la pendiente es de -1.50%, se obtuvo un tirante de agua igual a 0.32 m y una velocidad del flujo de 2.95 m/s, estableciéndose un régimen supercrítico.

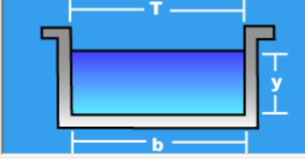

Lugar:	<input type="text" value="Ate-Lima"/>	Proyecto:	<input type="text" value="Canal La Estrella"/>
Tramo:	<input type="text" value="1+471.00-1+510.36"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto 210 kg/cm2"/>
Datos:			
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.95"/>	m ³ /s	
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="1"/>	m	
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>		
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>		
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.0150"/>	m/m	
			
Resultados:			
Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.3220"/>	m	Perímetro (p): <input type="text" value="1.6440"/> m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.3220"/>	m ²	Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.1959"/> m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="1.0000"/>	m	Velocidad (v): <input type="text" value="2.9504"/> m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="1.6601"/>		Energía específica (E): <input type="text" value="0.7657"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Supercrítico"/>		
			

Figura 39: Sección del canal tramo 1+471.00 – 1+510.36

Tabla 18: Características hidráulicas y geométricas del canal proyectado

No	Tramo		Longitud (m)	Q (m ³ /s)	n	s m/m	A (m ²)	P (m)	R (m)	Z	Y (m)	b (m)	bl (m)	T (m)	H (m)	V (m/s)	F
	De	A															
1	0+000.00	0+040.00	40.00	0.95	0.014	0.022	0.280	1.56	0.18	0.00	0.28	1.00	0.62	1.00	0.90	3.40	2.05
2	0+040.00	0+120.00	80.00	0.95	0.014	0.016	0.313	1.63	0.19	0.00	0.31	1.00	0.59	1.00	0.90	3.04	1.74
3	0+120.00	0+140.00	20.00	0.95	0.014	0.016	0.318	1.64	0.19	0.00	0.32	1.00	0.58	1.00	0.90	2.98	1.69
4	0+140.00	0+200.00	60.00	0.95	0.014	0.014	0.335	1.67	0.20	0.00	0.34	1.00	0.57	1.00	0.90	2.84	1.57
5	0+200.00	0+437.00	237.00	0.95	0.014	0.011	0.358	1.72	0.21	0.00	0.36	1.00	0.54	1.00	0.90	2.65	1.41
6	0+437.00	0+700.00	263.00	0.95	0.014	0.005	0.480	1.96	0.24	0.00	0.48	1.00	0.42	1.00	0.90	1.98	0.91
7	0+700.00	0+759.00	59.00	0.95	0.014	0.010	0.377	1.75	0.21	0.00	0.38	1.00	0.52	1.00	0.90	2.52	1.31
8	0+759.00	0+787.00	28.00	0.95	0.014	0.019	0.295	1.59	0.19	0.00	0.30	1.00	0.61	1.00	0.90	3.24	1.90
9	0+787.00	0+940.00	153.00	0.95	0.014	0.013	0.340	1.68	0.20	0.00	0.34	1.00	0.56	1.00	0.90	2.79	1.53
10	0+940.00	1+100.00	160.00	0.95	0.014	0.014	0.328	1.66	0.20	0.00	0.33	1.00	0.57	1.00	0.90	2.89	1.61
11	1+100.00	1+140.00	40.00	0.95	0.014	0.017	0.306	1.61	0.19	0.00	0.31	1.00	0.59	1.00	0.90	3.09	1.79
12	1+140.00	1+220.00	80.00	0.95	0.014	0.016	0.315	1.63	0.19	0.00	0.32	1.00	0.59	1.00	0.90	3.01	1.71
13	1+220.00	1+380.00	160.00	0.95	0.014	0.009	0.390	1.78	0.22	0.00	0.39	1.00	0.51	1.00	0.90	2.44	1.25
14	1+380.00	1+408.00	28.00	0.95	0.014	0.023	0.275	1.55	0.18	0.00	0.28	1.00	0.63	1.00	0.90	3.45	2.10
15	1+408.00	1+423.00	15.00	0.95	0.014	0.027	0.260	1.52	0.17	0.00	0.26	1.00	0.64	1.00	0.90	3.64	2.28
16	1+423.00	1+471.00	48.00	0.95	0.014	0.019	0.298	1.60	0.19	0.00	0.30	1.00	0.60	1.00	0.90	3.19	1.87
17	1+471.00	1+510.36	39.36	0.95	0.014	0.015	0.323	1.65	0.20	0.00	0.32	1.00	0.58	1.00	0.90	2.95	1.66
LONGITUD TOTAL =			1510.36														

d. Estructuras hidráulicas proyectadas

d.1 Canal

La sección del canal se proyectó de forma rectangular con una base (b) igual a 1.00 m y una altura (H) de 0.90 m, con una pendiente que varía de 0.05% a 2.7%. Se ha considerado un espesor $e = 0.20$ m para los muros laterales, la tapa superior y la losa inferior, y para el solado un espesor $e = 0.10$ m. Todo el canal se diseñó con concreto armado con una calidad constructiva igual a $f'c = 210$ kg/cm² a excepción del solado que se consideró de $f'c = 100$ kg/cm². El acabado de los muros y losa será tarrajado con mortero 1:2 y espesor $e = 1.5$ cm. Cada 6.00 m se colocarán juntas de dilatación con sello elastomérico de poliuretano 1"x1" y junta wáter stop de 6".

d.2 Toma lateral

Estructuras hidráulicas diseñadas para derivar el agua del canal alimentador hacia un canal pequeño (canal lateral), que es función de las áreas bajo riego. Son estructuras en concreto armado, equipadas con compuertas metálicas de izaje manual. El ancho mínimo de estas compuertas es igual a 0.40 m.

d.3 Alcantarillas

Se construirán 5 alcantarillas cuyas estructuras serán tipo cajón de concreto armado de calidad $f'c = 210$ kg/cm², con piso, muros y techo de espesores $e = 0.25$ m, también contará con solado de espesor $e = 0.10$ m y a su vez los muros y base serán tarrajados con mortero 1:2 y $e = 1.5$ cm.

Las alcantarillas serán reforzadas con relleno de material de cantera para el soporte de carga de vehículos (situación más crítica). Tal relleno será de concreto armado $f'c = 210$ kg/cm² y acero de refuerzo $f'y = 4200$ kg/cm².

d.4 Estructuras de control y mantenimiento

Con la finalidad de efectuar el mantenimiento o limpieza periódica del canal cubierto, cada 30.00 m en promedio se proyecta colocar tapas móviles de concreto armado $f'c = 210$ kg/cm², compuestas por losas removibles prefabricadas con sus respectivas asas de izaje de

fierro de ½". Asimismo, estas estructuras se proyectan en todos los lugares donde sea necesario por razones de inspección, limpieza y en general en los siguientes casos:

- En los cambios de dirección
- En los cruces de vías
- En la articulación con los sub-laterales
- En la derivación para el riego de las áreas agrícolas comisión de regantes La Estrella

4.3.3. Contribución de soluciones a las situaciones presentadas durante el desarrollo del proyecto

Uno de los problemas principales que afecta al canal, es la pérdida de su capacidad hidráulica para conducir el caudal requerido para el riego de áreas verdes y cultivos. Esto se debe a que no se encuentra revestido, y a su vez por encontrarse a tajo abierto, por lo que es vulnerable al arrojado indiscriminado de residuos sólidos y vertimiento de aguas residuales, en todo su cauce, presentando serios problemas de contaminación, tal como puede apreciarse en la Figura 40.



Figura 40: Estado actual del tramo del canal La Estrella

Gracias a la formación académica como ingeniera agrícola, en temas de manejo del recurso hídrico y diseño de estructuras hidráulicas, además, por conceptos básicos de medio ambiente, se ha dado la solución más óptima al problema que aqueja a la población del sector Pariachi. Se planteó realizar capacitación a la población para el cuidado y mantenimiento del canal. Para solucionar el problema antes mencionado, se ha optado por el revestimiento y tapado del canal, para ello se realizó el diseño hidráulico, descrito en el presente trabajo. Por otro lado, para el diseño y trazo del eje, se ha considerado los siguientes criterios:

- El canal La Estrella, desde la toma en el río Rímac hasta el punto de interés, se encuentra revestido de concreto armado, con dimensiones igual a $b = 1.00$ m y $h = 0.90$ m, por lo que se propone para el tramo intervenido, se respete la sección rectangular existente para evitar la construcción de estructuras de transición.
- Otro criterio que se tomó para plantear la sección rectangular, es que se debe respetar el ancho de la futura Vía Colectora Metropolitana, que se proyecta construir por donde se ubica actualmente el canal La Estrella, por lo que es imposible proyectar un canal trapezoidal debido al espacio que abarcaría, además, por el problema de contaminación del canal, este debe ser tapado, por lo que proyectar una sección trapezoidal hubiera generado mayor costo.
- Por ser una zona donde transitan vehículos pesados, se consideró como material de construcción concreto armado, con una resistencia igual a $f'c = 210$ kg/cm² y un recubrimiento interno de 1.50 cm, para asegurar que el agua fluya sin problemas.
- Debido a que el canal cruza con avenidas principales como la Av. Horacio Zevallos, el trazo de la rasante se consideró al nivel en el que se encuentran los actuales cruces vehiculares.
- Al encontrarse el canal La Estrella en zona urbanizada, el trazo del canal se vio afectado por las interferencias con redes públicas, tales como gas natural, agua potable, alcantarillado y luz eléctrica; para ello, como solución se tuvo que solicitar los planos respectivos a las entidades públicas correspondientes para ejecutar el trazo sin que exista cruce con las redes mencionadas, teniendo presente que la profundidad del canal era de 1.40 m (considerando el espesor de las losas); sin embargo, para tener la certeza que realmente no existan interferencias, se realizaron calicatas con la finalidad de cerciorarse a qué profundidad exacta se encontraban las tuberías correspondientes a cada servicio público. Ya con lo realizado en campo se pudo trazar con certeza el eje del

canal y la rasante definitiva, optando por evitar alguna interferencia, para reducir costos.

Es importante en todo proyecto contar con el apoyo de la población y darle a conocer lo que se está elaborando o ejecutando en cada proyecto, por ello siempre se estuvo en contacto con la comisión de usuarios del canal de riego con el fin de que faciliten el acceso a la zona, especialmente, cuando se han realizado los trabajos de campo mencionados, así como también, brinden cualquier documentación requerida. En la Figura 41, se puede apreciar el trabajo en conjunto con la Comisión de Usuarios.



Figura 41: Colocado de afiches con apoyo de la Comisión de Usuarios

Nota: Uno de los trabajos realizados también en campo fue el de informar y dar a conocer a la población sobre la elaboración del proyecto.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se realizó el trabajo de campo, para identificar el estado en que se encontraba el canal y recopilar información necesaria para el desarrollo del proyecto. Se observó que el canal presenta un alto índice de contaminación por residuos que los mismos pobladores vierten en él, siendo un foco infeccioso para el agua de riego de áreas verdes y cultivos; asimismo, al no ser revestido el flujo pierde su capacidad hidráulica de transportar el caudal requerido.
- Se planteó el revestimiento del canal con material de concreto armado, y las estructuras hidráulicas necesarias para que el sistema funcione correctamente.
- Se definieron los criterios hidráulicos utilizados para elaborar el diseño hidráulico del canal, que cumplen con los valores establecidos y recomendados por la literatura especializada.
- Se elaboró el diseño hidráulico del canal utilizando el software H-CANALES v.3.0, determinando sus características geométricas e hidráulicas por tramos, siendo un total de 1510.36 m de canal a intervenir.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para realizar un buen diseño hidráulico es importante efectuar el levantamiento topográfico, al mayor detalle posible, por lo que se recomienda tener cuidado durante el trabajo de campo, calibrar los equipos a utilizar, así como contar con un personal técnico capacitado para realizar los estudios.
- Capacitar a los pobladores, así como a la comisión y junta de usuarios sobre el manejo, operación y mantenimiento del canal.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2010). Manual: Criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico. Lima: ANA.

Chow, V. (2004). Hidráulica de canales abiertos. Colombia: Nomos S.A.

French, R. (1988). Hidráulica de canales abiertos. McGraw-Hill Interamericana.

García, E. (1997). Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte. <https://qdoc.tips/manual-de-diseño-hidraulico-de-canales-y-obras-de-arte-elmer-garcia-rico-pdf-free.html>

Krochin, S. (1986). Diseño hidráulico (3° ed.). Quito: Escuela Politécnica Nacional.

Naranjo, C. (2016). Desarrollo de un software para el cálculo de canales abiertos de flujo uniforme. (Tesis de bachiller, Universidad Técnica de Ambato de Ecuador). <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/27228>

Rojas, H. (2010). Manual del curso de irrigación y drenaje. Universidad Nacional del Santa. Ancash, Perú.

Sotelo, G. (2002). Hidráulica de canales. Universidad Nacional Autónoma de México. D.F, México.

Sparrow, E. (2008). Hidráulica básica de canales. Manual de Mecánica de Fluidos II. Universidad Nacional del Santa. Ancash, Perú.


Villón, M. (2003). HCANALES, manual del usuario. Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Villón, M. (2007). Hidráulica de canales. (2° ed.). Editorial Villón.

VII. ANEXOS

ANEXO 1: DOCUMENTACIÓN RELEVANTE

"Año de la Consolidación Democrática"


MINISTERIO DE AGRICULTURA
SUB GERENCIA REGIONAL AGRARIA METROPOLITANA
ADMINISTRACIÓN TÉCNICA DEL DISTRITO DE RIEGO
CHILLÓN-RÍMAC-LURÍN

RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA N° 371-2006-AG-SGAM/ATDR.CHRL

Lima, **27 DIC. 2006**

VISTO:

Los expedientes con Registro Número N° 521, 1363, 1467, 1472, 1673, 1937, 2208, 2210, 2211 y 2243-2006, seguidos por la Junta de Usuarios del Sub Distrito de Riego Rímac, mediante los cuales remiten, para su aprobación, modificaciones en el Padrón de Usuarios de Agua con Fines Agrarios de la Comisión de Regantes del Sub Sector de Riego La Estrella, ubicada en el Distrito de Riego Chillón-Rímac-Lurín, provincia y departamento de Lima;

CONSIDERANDO:

Que, con Resolución Administrativa N° 334-2003-AG-DRA.LC/ATDR.CHRL, de fecha 09 de Octubre del 2003, se aprobó el padrón de usuarios de agua con fines agrarios de la Comisión de Regantes del Sub Sector de Riego La Estrella y se otorgó en vías de regularización licencia de uso de agua con fines agrarios, por un volumen anual de hasta 5'812,939 m³;

Que, con los documentos del visto la recurrente presenta el respectivo sustento para las modificaciones al padrón de usuarios con respecto al último padrón aprobado en el año 2006, mediante Resoluciones Administrativas N° 061-2006-AG-SGRAM/ATDR.CHRL;

Que, mediante Informe Técnico N° 116-2006-FCCC, la Administración Técnica del Distrito de Riego Chillón-Rímac-Lurín, luego revisado y evaluados los expedientes, emite su opinión favorable para la aprobación del padrón de usuarios de agua con fines agrarios, con las respectivas modificaciones, quedando el padrón compuesto por 150 usuarios y 158 predios, con un área bajo riego de 174.39 Has;

Que, mediante Resolución Administrativa N° 052-2005-AG-DRA.LC/ATDR.CHRL, de fecha 25 de Enero del 2005, la Administración Técnica del Distrito de Riego Chillón-Rímac-Lurín ha aprobado el Estudio: "Conformación de Bloques de Riego del Sub-distrito de Riego Rímac", en el cual se han establecido 13 (trece) bloques de distribución de agua para riego, en adelante Bloques de Riego Rímac, y así mismo el Estudio "Propuesta Asignación de Agua en Bloques de Riego del Valle del Rímac", estableciendo las dotaciones volumétricas anuales y mensuales respectivamente, concluyéndose de estos que no es factible incrementos de áreas bajo riego que demanden volúmenes adicionales de agua superficial, por no existir disponibilidad de estas para tal fin;

Que, los usuarios de cada distrito de riego deberán abonar la tarifa correspondiente por el uso del agua y estar inscrito en los registros o padrones respectivos, tal como se señala en los Artículos 12° y 37° del Decreto Ley N° 17752;

Figura 42: Licencia de uso de agua – canal La Estrella

FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA

Que, las obligaciones de los usuarios de agua con fines agrarios se encuentran establecidas en los Artículos 20° del Decreto Ley N° 17752 y el Artículo 6° del Reglamento de Organización Administrativa del Agua, aprobado con Decreto Supremo N° 057-2000-AG;

Estando a lo expuesto, con la opinión de la Junta de Usuarios del Sub Distrito de Riego Rimac, en uso de las atribuciones señaladas en el Art. 133° de la Ley General de Aguas, Art. 58° del Decreto Legislativo 653 Ley de Promoción de las Inversiones en el Sector Agrario, Art. 120° incisos e) de su reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 048-91-AG, modificada mediante Decreto Supremo N° 061-2002-AG y al amparo de la Resolución Ministerial N° 1251-2006-AG;

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR el Padrón de Usuarios de la Comisión de Regantes del Sub Sector de Riego La Estrella de la Junta de Usuarios del Sub Distrito de Riego Rimac, el cual se encuentra conformado por 150 usuarios y 158 predios, los cuales cuentan con un área bajo riego de 174.39 Has, un volumen de agua asignable en cabecera de bloque de hasta 5'812,939 m³/año, conforme a la licencia otorgada y de acuerdo a la disponibilidad hídrica existente, tal como se detalla a continuación:

PADRÓN DE USUARIOS DE AGUA CON FINES AGRARIOS

Orden	Codigo	Dirección	Usuario	TOTAL	Area Bajo Riego (Has)
01	05066	PUQUIAL CARRIZAL L-5	ACHULLI ACHULLI GREGORIO	0.20	0.20
02	05347	AV. PIEROLA Mz. B - LOTE 64	AGUADO DE LUJAN ANDREA	0.30	0.30
03	05071	CC. KM. 14.8 GLORIA BAJA L-05 SAN GERMAN	ALHUA FLORES REMIGIO	0.80	0.80
04	05345	CC. KM. 13.0 ALCANFORES L-28	ALIAGA MUERAS ISIDRO	0.50	0.50
05	05076	CC. KM. 12.0 ALCANFORES L-06	ALVARADO ADAUTO JUSTA	0.50	0.50
06	05398	CC. KM. 12.0 ALCANFORES L-10	ANCELMO FLORES MODESTO	0.50	0.50
07	05427	GONZALES PRADA N° 13	ARIAS SILVA MANUEL	0.25	0.25
08	05086	AV. BOLNAR N° 302 - SANTA CLARA	ASATO OSHIRO PEDRO EINO	0.50	0.50
09	05528	PARIACHI - C.C. Km. 16.50 CARRETERA CENTRAL	ASOC. AGROPECUARIA DE PRODUCTORES EL NINIVE	0.50	0.50
10	05431	CC. KM. 16.5 EL DESCANSO S/N	ASOC. DE PROPIETARIOS BARRIO EL DESCANSO	7.00	5.00
11	05430	CC. KM. 16.5 EL DESCANSO S/N	ASOC. DE PROPIETARIOS BARRIO DE DESCANSO	7.00	7.00
12	05530	MZ. A LITE. 4 3ERA ETAPA ASOC. HIJOS APURIMAC	ASOC. DE VIVIENDA HIJOS DE APURIMAC	1.00	1.00
13	05087	AV. JOSE QUIRONES S/N° - SANTA CLARA	ASOS. GRANJA AZUL CONTRY CLUB DE GOLF	5.00	5.00
14	05087	AV. JOSE QUIRONES S/N° - SANTA CLARA	ASOS. GRANJA AZUL CONTRY CLUB DE GOLF	7.50	7.50
15	05089	CC. KM. 13.8 SAN GERMAN L-03B	AVENDAÑO CHAVEZ ALBERTA	0.50	0.50
16	05338	CC. KM. 16.5 PUQUIAL CARRIZAL L-08	BAEZ RAMIREZ TEODOSIA	0.50	0.50
17	05094	CC. KM. 14.0 GLORIA BAJA SAN GERMAN L-08B	BALBIN ALBAÑO GERONIMO	0.50	0.50
18	05096	CC. KM. 14 GLORIA BAJA SAN GERMAN Mz. B L-67	BALBIN PALIAN RAYMUNDO	0.50	0.50
19	05007	CC. KM. 11.5 LA ERA L-27 SAN JUAN DE PARIACHI	BARTOLO RODRIGUEZ TEODORO	0.50	0.50
20	05520	CC. KM. 13.2 ALCANFORES FAJA MARGINAL S/N°	BERROCAL VILCAPOMA ALEJANDRO	1.00	1.00
21	05101	CC. KM. 13.2 ALCANFORES L-32	BERROCAL VILCAPOMA MAURO MANUEL	1.00	1.00
22	05137	CC. KM. 15.0 S. J. PARIACHI - FAJA MARGINAL S/N°	CALLAHUA CASTRO VICTORIA	0.80	0.80
23	05349	AV. SANTA ROSA S/N	CALLAUZ IJOOCHEA CARLOS	0.30	0.30
24	05105	CC. KM. 14.4 PUQUIAL CARRIZAL L-07	CAMASI ZORRILLA HERMINIA	0.80	0.80

Figura 43: Licencia de uso de agua – canal La Estrella

FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA

25	05106	CC. KM. 12.1 ALCANFORES L-17	CANCHANYA ALBINO CLAUDIO	0.50	0.50
26	05108	CC. KM. 12.1 ALCANFORES L-16	CANCHANYA ALBINO JUAN DE DÍOS	0.50	0.50
27	05116	CC. KM. 16.4 PUQUIAL CARRIZAL L-02	CANCHANYA CARRASCO MOISES	0.50	0.50
28	05108	PUQUIAL CARRIZAL L-01	CANCHANYA CARRASCO ROMAN	0.50	0.50
29	05111	VILLA RICA S/N	CANESILLAS ROJAS ZENOBIO	0.50	0.50
30	05506	AV. PEDRO RUIZ GALLO N° 124	CAPCHA AGUIPPE JOSE MANUEL	0.50	0.50
31	05114	CC. KM. 13.0 ALCANFORES L-27	CAPCHA PALIAN GLICERIO	0.75	0.75
32	05119	CC. KM. 14.5 GLORIA ALTA RANCHERIA L-19	CARHUALLANQUI PALACIOS MAXIMILIANO	0.50	0.50
33	05011-I	CC. KM. 12.0 LA ERA L-09 - L-12 SAN JUAN DE PARIACHI	CARHUALLANQUI PALIAN MANUAL TEODOSIO	0.50	0.50
34	05118	CC. KM. 13.0 ALCANFORES L-31	CARHUALLANQUI TICLLAS HONORATO	0.50	0.50
35	05388	AV. GRAU L-08 SANTA CLARA	CARRERA MENDOZA JOSE	0.80	0.27
36	05437	AV. PRIMAVERA 280 - RANCHO EL DORADO	CARTER DENEGRI DOUGLAS	0.50	0.50
37	05123	CC. KM. 17.5 VILLA TUSAN PARIACHI S/N	CENTRO CULTURAL PERLIANO CHINO	12.00	12.00
38	05519 - I	CC. KM. 15.5 - PARIACHI	CIA INMOVIILIARIA LOS CONSTRUCTORES	1.00	1.00
39	05519 - II	CC. KM. 15.5 - PARIACHI	CIA INMOVIILIARIA LOS CONSTRUCTORES	1.00	1.00
40	05519 - IV	CC. KM. 15.5 - PARIACHI	CIA INMOVIILIARIA LOS CONSTRUCTORES	1.00	1.00
41	05519 - V	CC. KM. 15.5 - PARIACHI	CIA INMOVIILIARIA LOS CONSTRUCTORES	1.50	1.50
42	05519 - I	CC. KM. 15.5 PARIACHI S/N	CIA. INMOVIILIARIA LOS CONSTRUCTORES	1.00	1.00
43	05373	AV. ALFONSO UGARTE S/N* - SANTA CLARA	COCHELLA FRISANCHO SANDRO	0.50	0.50
44	05515	CC. KM. 11.50 - SANTA CLARA	COMPLEJO TURISTICO CASA REAL	0.35	0.35
45	05485	HUAYCAN VERDE S/N	COM. URB. AUTOGESTIONARIA DE HUAYCAN	1.00	1.00
46	05417	AV. NICOLAS DE PIÉROLA S/N* - SANTA CLARA	COMUNIDAD DE TELECOMUNICACIONES DE LA CPTSA	7.88	7.88
47	05126	RAMON CASTILLA N° 202 - SANTA CLARA	CONOPEGACION NUESTRA SRA. DE LA PAZ	1.00	1.00
48	05413	HUASCATA - CARRETERA CENTRAL KM. 18 - RAÑA	CORPORACION PERUANA DE PRODUCTOS QUIMICOS S. A.	5.00	5.00
49	05135	AV. BOLOGNESI 1516 - SANTA CLARA	CRADERO BERGAMO S.A.	1.00	1.00
50	05136	CC. KM. 13 SAN JUAN DE PARIACHI - LAGUNA L-02	CHAMORRO LEON ESTEFANIA	0.50	0.50
51	05134	CC. KM. 13.6 GLORIABAJA FALDA SAN GERMAN S/N*	CHATE HUACAUSE JUSTINA	0.25	0.25
52	05140	CC. KM. 13.5 GLORIA BAJA - SAN GERMAN L-03A	CHAVEZ SANCHEZ TEOFILA	0.50	0.50
53	05438	AV. PRIMAVERA L-61 - SAN GREGORIO	CHONG FELICITA DE	0.50	0.50
54	05150	CC. KM. 14.0 GLORIA BAJA SAN GERMAN L-13	CHUCHON LIMACO CARMELA VICTORIA	0.50	0.50
55	05143	CC. KM. 16.4 PUQUIAL CARRIZAL L-08	DE LA CRUZ MANTURANO GENARD	0.30	0.30
56	05144	CC. KM. 16.4 PUQUIAL CARRIZAL L-05	DE LA CRUZ RAYMUNDEZ DONATILDA	0.25	0.25
57	05418	AV. PRIMAVERA 180	DELGADO CANEPA VDA DE SEKULA IDA NELLY	0.25	0.25
58	05439	AV. PEDRO RUIZ GALLO S/N*	DERIVADOS DEL MAIZ S. A.	1.50	1.50
59	05350	LA ERA L-02 SAN JUAN DE PARIACHI	DIAZ LIZANA PABLO	0.50	0.50
60	05382	CC. KM. 12.89 ALCANFORES L-22	DIAZ MORAN DANIEL	0.50	0.50
61	05148	CC. KM. 13.0 PACAYAL L-0 SAN JUAN DE PARIACHI	DURAN CASTAÑEDA CESAR	0.50	0.50
62	05381	VILLA RICA L-10	ENCISO URBINA JUANA	0.25	0.25
63	05459	AV. ALFONSO UGARTE S/N* - SANTA CLARA	FORTUNATO CASCIONE VICENTE	0.50	0.50
64	05296	CC. KM. 17.5 PARIACHI - EL DESCANSO	FRANCISCANOS COLONIA CHINA PARA EL PERU	1.50	1.50
65	05157	CC. KM. 16.4 PUQUIAL CARRIZAL L-09	GARCIA CAMASI ROMULO	1.00	1.00
66	05421	AV. SANTA ROSA N° 342 - SANTA CLARA	GARCIA MARQUEZ GONZALO SABINO	5.62	5.62
67	05162	CC. KM. 13.0 - SAN JUAN DE PARIACHI - 03 COMPUERTAS	GILBONIO YARIN VIRGILIO	3.00	3.00
68	05511	GLORIA ALTA PAMPA PARIACHI L-21	GILBONIO YARIN VIRGILIO	3.00	3.00
69	05521	CC. KM. 13.5 GLORIA ALTA FAJA MARGINAL S/N*	GILBONIO YARIN VIRGILIO	4.00	4.00
70	05163	GLORIA BAJA SAN GERMAN S/N*	GOMEZ CANCHARI PEDRO	0.50	0.50

Figura 44: Licencia de uso de agua – canal La Estrella

FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA

71	05023	CC. KM. 13.0 LAGUNA L-09 SAN JUAN DE PARIACHI	GONZALES PAUCAR ANTINO	0.50	0.50
72	05166	ALCANFORES L-30	GONZALES RICSE CIRILO	1.00	1.00
73	05165	CC. KM. 12 ALCANFORES L-08	GONZALES RICSE RUFINO	0.41	0.41
74	05025	CC. KM. 11.8 LA ERA L-04 SAN JUAN DE PARIACHI	GONZALES SURICHAGUI JULIO ABRAHAM	0.50	0.50
75	05171	AV. BOLIVAR N° 310 L-96B - SANTA CLARA	GOYA ARAKAKI KAGEN	1.00	1.00
76	05172	CC. KM. 13.0 ALCANFORES L-18 CC. KM. 14.8 GLORIA ALTA RANCHERIA - LOS NISPEROS	GUERRERO BAZALAR HERMOGENES	0.50	0.50
77	05442		GUIZADO QUISPE AMALIO	0.25	0.25
78	05513	VILLA RICA SIN	HERMOSA PUMAHUACRE EVARISTA	0.50	0.50
79	05174	CC. KM. 11.5 ALCANFORES L-01	HERRERA ROMANI JUSTINA	1.00	1.00
80	05443	AV. SANTA ROSA N° 317 - SANTA CLARA	HYAGON HYAGON HOAN	0.20	0.20
81	05425	JOSE DE LA TORRE UGARTE L-10 SANTA CLARA	INMOBILIARIA CONSTRUCTORA PERUANA S.A.	0.24	0.24
82	05488	PARIACHI SIN	INSTITUTO NACIONAL DE CULTURA	2.00	2.00
83	05420	GRANJA VILLA SILVIA	ITURRIAGA CARRION LUIS	0.50	0.50
84	05376	AV. GONZALES PRADA SIN	KEIL ROJAS CARLOS	0.50	0.50
85	05184	CC. KM. 16.5 CERRO ANGELES SIN	LAGUNA ARONI MARGARITA	0.50	0.50
86	05488	AV. DANIEL ALCIDES CARRION N° 268	LEON MENDEZ MARIO JACINTO	0.20	0.20
87	05195	CC. KM. 12.5 ALCANFORES L-21	LIMAYMANTA CARHUAMACA PRIMITIVO	0.50	0.50
88	05532	CC. KM. 13.0 PACAYAL SUB LOTE B-63 - S. J. PARIACHI	MALLQUI AMBROSIO TIMOTEO	0.08	0.08
89	05403	CC. KM. 13.0 LAGUNA L-05 SAN JUAN DE PARIACHI	MALLQUI AMBROSIO TIMOTEO Y SINA	0.50	0.50
90	05201	CC. KM. 12.5 ALCANFORES L-30	MALLQUI PRADO WALTER TIMOTEO	0.75	0.75
91	05038	CC. KM. 12.5 PACAYAL L-0 SAN JUAN DE PARIACHI	MENDOZA FLORES TEOFILO	0.50	0.50
92	05499	PARIACHI SIN - FAJA MARGINAL	MITMA DE ROCA MERCEDES	2.00	2.00
93	05494	11 DE OCTUBRE SIN	MONTANA S.A. DIV. PIPDAVICO	0.10	0.10
94	05209	CC. KM. 13.8 GLORIA ALTA SAN GERMAN L-11	MONTES DE LA CRUZ NICETA	1.00	1.00
95	05402	AV. PRIMAVERA L-29 SANTA CLARA	MORAN ALVAREZ ANTOJIN	1.78	1.78
96	05215	CC. KM. 14.8 GLORIA BAJA L-23	MUEDAS GUERRA MARCIAL MARIO	1.10	1.10
97	05529	AREAS VERDE HUAYCA, PARIACHI - STA. CLARA	MUNICIPALIDAD DE ATE	4.00	4.00
98	05207	LA ERA L-03 SAN JUAN DE PARIACHI	MUNOZ MARTINEZ CLODIALDO	0.50	0.50
99	05218	AV. SANTA ROSA N° 371 - SANTA CLARA	NAKAMATSU MIYASHIRO ALEJANDRO	0.50	0.50
100	05220	ALCANFORES L-09 CC. KM. 12.8 LA VINA LT2 Y LT3 SAN JUAN DE PARIACHI	ÑAÑA PRIETO LEONCIO	0.50	0.50
101	05041		OCHOA BALBUENA AMALIA	0.82	0.82
102	05354	PEDRO RUIZ GALLO	OLIVER GUTIERREZ MERCEDES YDA DE	0.60	0.60
103	05222 - II	AV. J. QUIRIONES SIN STA CLARA - LA RONCADORA	ONRUBIA ROMERO JOSE ANTONIO	3.00	3.00
104	05222 - I	AV. J. QUIRIONES SIN STA CLARA - LA RONCADORA	ONRUBIA ROMERO JOSE ANTONIO	7.00	7.00
105	05224	CC. KM. 14.5 GLORIA BAJA - SAN GERMAN SIN	ORHUELA DE DE LA CRUZ GREGORIA	0.60	0.60
106	05534	AV. PRIMAVERA N° 184	OTONE OTOYA ENRIQUE ERNESTO	0.25	0.25
107	05414	SAN ALFONSO - SANTA CLARA SIN	PADRES REDENT. SEMINARIO SAN ALFONSO	1.50	1.50
108	05272	CC. KM. 12.0 ALCANFORES L-02	PAHUACHON CARHUALLANQUI PELICIA	1.00	1.00
109	05236	CC. KM. 12.0 ALCANFORES L-04	PAHUACHON CARHUALLANQUI GUILLERMO	1.00	1.00
110		URB. PROGRESIVA SAN ALFONSO MZ. C LT 1	PATAN VILLAR, ALEJANDRO	0.15	0.10
111	05233	CC. KM. 13.0 ALCANFORES L-29	PALACIOS MONTES PABLO ANDRES	0.95	0.95
112	05232	CC. KM. 13.0 ALCANFORES L-26	PALIAN BALBIN PASTOR MARCELINO	0.95	0.95
113	05493	AV. ALFONSO UGARTE LOTE 19 - 32	PATRON ARIAS ENRIQUE	0.80	0.80
114	05531	PARIACHI SIN	POPPE HAGUE EDUARDO	1.00	1.00
115	05097	CC. KM. 12.5 LAGUNA L-06 SAN JUAN DE PARIACHI	POZO PACHECO DORA	0.55	0.55
116	05252	CC. KM. 12.0 ALCANFORES L-19	PRIETO CANCHANYA TERESA	0.50	0.50
117	05276	CC. KM. 13.5 GLORIA BAJA SAN GERMAN L-01	RAMIREZ CCANTO DANIEL FLORENCIO	0.30	0.30

Figura 45: Licencia de uso de agua – canal La Estrella

FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA

118	05404	OC. KM. 5.5 PARIACHI EL PORVENIR SIN*	RAMPEZ RICO DIOGENES	1.28	1.28
119	05047	OC. KM. 13.0 LA VIÑA L-19 SAN JUAN DE PARIACHI	RAMPEZ SALCEDO VICTOR	0.50	0.50
120	05237	OC. KM. 12.0 ALCANFORES L-03	RAMOS SALAZAR GERMAN	1.00	1.00
121	05274	OC. KM. 14.5 GLORIA BAJA - SAN GERMAN L-05	REMIZGO GONZALES MANUEL	1.00	0.60
122	05285	OC. KM. 13.5 GLORIA BAJA - SAN GERMAN SIN*	RICSE ROMERO REYNALDA	1.00	0.50
123	05167	OC. KM. 10.5 DOS PINOS SIN* - SANTA CLARA	ROBS CONSUELO	2.00	1.50
124	05292	RANCHERIA L - 26	ROJAS COLLAO EDUARDA	0.50	0.50
125	05401	AV. PEDRO RUBIS GALLO L-227	ROJAS CONDORMASMA MARTHA	1.50	1.50
126	05285	OC. KM. 14.5 GLORIA ALTA Mz. A L-04	ROJAS JULCAHUAMAN TEODORA	0.50	0.50
127	05286	PACAYAL L-03 SAN JUAN DE PARIACHI	ROJAS VELASCO PEDRO JULIO	0.50	0.50
128	05051	PACAYAL L-10 SAN JUAN DE PARIACHI	ROMERO CANCHANYA FIDEL	0.50	0.50
129	05450	PARIACHI	ROMERO CRISPIN LIDIO Y HNOS	0.50	0.50
130	05280	OC. KM. 12.2 ALCANFORES L-15	ROMERO CYDIA JESUSA	0.50	0.50
131	05291 - II	OC. KM. 12.5 LA ERA L-13 SAN JUAN DE PARIACHI	ROMERO PARIONA TITO	0.20	0.20
132	05292	OC. KM. 14.5 GLORIA BAJA L-06	ROMERO RAMOS LEONARDO	1.00	1.00
133	05294	AV. DANIEL ALCIDES CARRION L-21	ROQUE MENDEZ JULIAN	1.00	1.00
134	05297	OC. KM. 16.5 EL ROSARIO SIN - PARIACHI	SACRAMENTO ESPINOZA CONCEPCION	2.50	2.50
135	05422	SECTOR LA LAGUNA LT.3	SALAZAR CASTAÑEDA DE HEREDIA, AURELIA	0.24	0.24
136	05452	GLORIA ALTA SIN*	SALVADOR VALENTIN RODRIGO	1.00	1.00
137	05464	OC. KM. 13.5 GLORIABAJA - SAN GERMAN SIN*	SANCHEZ RAYA JUAN	0.50	0.50
138	05364	OC. KM. 12.5 PACAYAL L-11 SAN JUAN DE PARIACHI	SEDANO ACEVEDO JUAN	0.50	0.50
139	05055	OC. KM. 12.0 PACAYAL L-12A - SAN JUAN DE PARIACHI	SINCHI LAIPA DANIEL	0.25	0.25
140	05524	AV. JOSE QUIÑONES 106 - SANTA CLARA	SOLDI NICHOLSON JORGE	0.80	0.80
141	05058	OC. KM. 12.0 LA ERA L-08 SAN JUAN DE PARIACHI	TINEO HUMBERTA TINOCO VDA DE	0.50	0.50
142	05311	OC. KM. 14.0 GLORIA BAJA - SAN GERMAN SIN*	TIFE LLOCLLA CASHIRO	0.50	0.50
143	05061	OC. KM. 13.0 LA VIÑA -02 SAN JUAN DE PARIACHI	TOLEDO CHAVEZ GUILLERMO	0.50	0.50
144	05463	AV. PEDRO RUBIS GALLO L-124 SANTA CLARA	TORBIO AYLAS DELICIA	1.00	1.00
145	05454	AV. PEDRO RUBIS GALLO L-128A - L-146C	TORBIO BALBIN SILVANO	1.50	1.50
146	05317	ALCANFORES L-07	UNSHUAY BERROCAL CESAR	0.50	0.50
147	05501	AV. ALFONSO UGARTE 31 - 32 SANTA CLARA	URBINA ASANTO DARIO	0.11	0.11
148	05318	OC. KM. 15.0 PARIACHI - LOS PALTOS SIN*	URCUIHUAPANGA YUPANQUI ESTELA	0.50	0.50
149	05526	OC. KM. 14.5 GLORIA ALTA - FAJA MARGINAL SIN*	VARGAS QUISPE EUGENIA	0.40	0.40
150	05326	OC. KM. 12.2 PACAYAL L-08 SAN JUAN DE PARIACHI	VASQUEZ CRUZALEQUI CESAR	0.25	0.25
151	05327	AV. DANIEL ALCIDES CARRION SIN*	VICUÑA VIDAL ZOSIMO	1.00	1.00
152	05386	AV. ALFONSO UGARTE 199 LOTE 31 - 32	VIDALON VDA DE RAMOS MARIA ESTHER	0.50	0.50
153	05326	OC. KM. 13.8 GLORIA BAJA - SAN GERMAN L-08A	VILA AGUIRRE EULOGIO	0.50	0.50
154	05510	OC. KM. 14.0 GLORIA BAJA - SAN GERMAN L-08B	VILA AGUIRRE FELIX	0.50	0.50
155	05323	OC. KM. 14.5 GLORIA BAJA SAN GERMAN L-09	VILLA VARGAS DE TAPIA MARGARITA SILVERIA	0.80	0.80
156	05458	OC. KM. 13.5 GLORIA BAJA - SAN GERMAN L-15	YARANGA BARRIONIEVO PEDRO ESTEBAN	1.00	1.00
157	05332	OC. KM. 14.0 ALCANFORES L-13	YALURI HUAMAN DEMETRIO	0.50	0.50
158	05333	OC. KM. 12.0 PACAYAL L-02 SAN JUAN DE PARIACHI	YALPILCA REYNOSO ELEODORO ALEJANDRO	0.50	0.50
TOTAL NUMERO DE USUARIOS: 193				178.37	174.39
TOTAL AREA BAJO RIEGO (HAS.)					

Figura 46: Licencia de uso de agua – canal La Estrella

FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA

ARTÍCULO SEGUNDO.- El padrón de usuarios aprobado en el artículo primero, será empleado para la emisión de recibos de tarifa de agua para el periodo 2007, considerando los volúmenes obtenidos en el Plan de Cultivo y Riego para la campaña 2006-2007, para el cálculo de la tarifa, la distribución y el control de volúmenes de agua entregados a cada usuario.

REGÍSTRESE Y COMUNÍQUESE

LPP/ccc
cc: C.R.S.S.R. La Estrella
INRENA - IRRI
Archivo

Figura 47: Licencia de uso de agua – canal La Estrella

FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA

ANEXO 2: PLANO

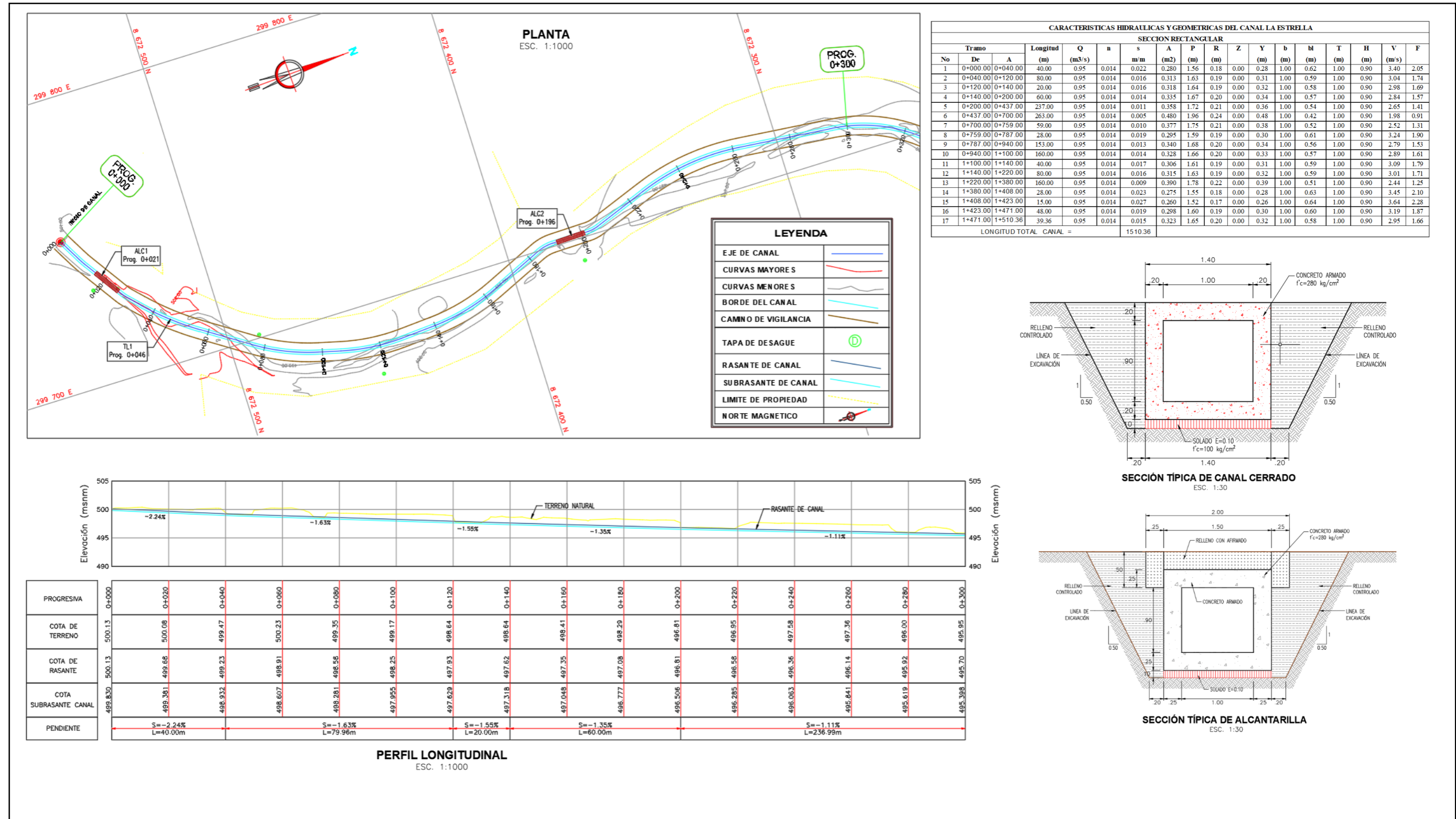


Figura 48: Plano de planta y perfil longitudinal – tramo 0+000.00 – 0+300.00 del canal La Estrella