



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Comportamiento del flujo en canales abiertos por cambios de
rugosidad – canal Sahuinto, Abancay, Apurímac, 2021

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Rojas Carrasco, Ronald (ORCID: [0000-0001-5140-4089](https://orcid.org/0000-0001-5140-4089))

ASESOR:

Mg. Olarte Pinares, Jorge Richard (ORCID: [0000-0001-5699-1323](https://orcid.org/0000-0001-5699-1323))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

Lima – Perú

2021

DEDICATORIA

Tu ayuda ha sido fundamental, has estado incluso en los momentos más difíciles, pero me ayudaste hasta donde tus alcances lo permitían, muchas gracias mi amor.

A mi madre Santusa Carrasco Flores por la fortaleza, a mi hija Alba Luciana, mi motor y motivo, a mis hermanos y familiares, por el aliento a seguir escalando como profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la protección frente a la covid 19, siendo mi mayor guía emocional, así mismo a la Universidad Cesar Vallejo por la oportunidad a cumplir una de mis metas.

Seguidamente, al Mg. Jorge Richard Olarte Pinares, por las lecciones y claridad al desarrollo del proyecto, a su vez a la Universidad Cesar Vallejo por la oportunidad de forjarme en el desarrollo profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA.....	17
3.1. Tipo y diseño de investigación	17
3.2. Variables y operacionalización.....	18
3.3. Población, muestra y muestreo.....	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.5. Procedimientos	20
3.7. Aspectos éticos	28
IV. RESULTADOS.....	29
V. DISCUSIÓN	40
VI. CONCLUSIONES.....	43
VII. RECOMENDACIONES	44
REFERENCIAS.....	45
ANEXOS	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Valores de rugosidad para Manning	13
Tabla 2.2. Método de los puntos reducidos	14
Tabla 3.1. Datos del canal	22
Tabla 3.2. Inventario canal Sahuinto – San Gabriel.....	22
Tabla 3.3. Sección transversal canal Sahuinto	22
Tabla 3.4. Presencia de sedimento.....	24
Tabla 3.5. Deterioro encontrado en el canal	26
Tabla 3.6. Ubicación de los puntos	27
Tabla 3.7. Velocidad y caudal	27
Tabla 3.8. Valores de la rugosidad	28
Tabla 4.1. Sedimento encontrado en el canal.....	30
Tabla 4.2. Deterioro total encontrado en el canal	32
Tabla 4.3. Caudales obtenidos en el canal Sahuinto.....	36
Tabla 4.4. Coeficientes de rugosidad en canal Sahuinto	38
Tabla 4.5. Comportamiento del flujo	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Canal natural	6
Figura 2.2. Secciones transversales más comunes	6
Figura 2.3. Elementos geométricos	7
Figura 2.4. Isotaca de un canal trapezoidal	12
Figura 2.5. Sección de control	15
Figura 2.6. Método de la sección media	16
Figura 3.1. Presencia de sedimento en el canal	23
Figura 3.2. Sedimento en el canal	24
Figura 3.3. Rotura de borde del canal	25
Figura 3.4. Grieta en la pared del canal	25
Figura 3.5. Desprendimiento del sello de junta	26
Figura 4.1. Plano de ubicación	29
Figura 4.2. Ubicación geográfica	30
Figura 4.3. Grafica de la presencia de sedimentos	31
Figura 4.4. Cantidad de deterioro	32
Figura 4.5 Caudal	37

RESUMEN

La presente investigación titula: Comportamiento del flujo en canales abiertos por cambios de rugosidad – canal Sahuinto, Abancay, Apurímac, 2021; tuvo el objetivo: Analizar la incidencia de los cambios de rugosidad en el comportamiento del flujo en canales abiertos. Como metodología, se aplicó el método: científico, tipo: Aplicada, nivel: Explicativo - Descriptivo.

Los resultados obtenidos fueron: En el tramo de estudio km 2+000 al km 3+050, obteniendo valores de la rugosidad de 0.011 a 0.058, N. Froude de 0.395 a 1.107, dando como resultado un flujo subcrítico y flujo supercrítico. La investigación muestra como conclusión: En el km 3 + 000 a km 3 + 050: tiene una rugosidad de 0.058, N. Froude de 0.395, dando como resultado un flujo subcrítico. Tramo km 2 + 500 a km 2 + 650: rugosidad de 0.017, N. Froude de 1.107, resultando un flujo supercrítico; la rugosidad es un valor que varía al pasar el tiempo, puede disminuir como aumentar, por consiguiente, el canal en estudio tiene un comportamiento subcrítico y rara vez un comportamiento supercrítico.

Palabras clave: Rugosidad; Velocidad; Mantenimiento, Comportamiento, flujo

ABSTRACT

This research is titled: Flow behaviour in open channels due to roughness changes – Sahuinto channel, Abancay, Apurímac, 2021; its objective was: To analyze the incidence of roughness changes in the flow behaviour in open channels. As a methodology, the following method was applied: scientific, type: applied, level: explanatory – descriptive.

The results obtained were: In the study range km 2+000 to km 3+050, obtaining roughness values from 0. 011 to 0. 058, N. Froude from 0. 395 to 1. 107, resulting in a subcritical and supercritical flow. The research shows as conclusion: In km 3 + 000 to km 3 + 050: it has a roughness of 0. 058, N. Froude of 0. 395, resulting in a subcritical flow. Route km 2 + 500 to km 2 + 650: roughness of 0. 017, N. Froude of 1. 107, resulting in a supercritical flow; roughness is a value that varies over time, it may decrease as it increases, therefore, the channel under study has a subcritical behavior and rarely a supercritical behavior.

Keywords: Roughness; Speed; Maintenance, Behavior, Flow

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú precolonial la actividad agraria fue fundamental para el desarrollo económico, mediante el análisis lograron evaluar cómo controlar los flujos de agua, se realizaron grandes obras como acueductos y canales en todo el país, los primeros canales construidos fueron de tierra y piedra, con el pasar del tiempo se empleó el concreto, material más resistente y trabajable para las infraestructuras hidráulicas.

En el 2015, la Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego (MINAGRI) promulga una normativa sobre los “Lineamientos de Política y Estrategia Nacional de Riego”, englobando la problemática del gobierno frente a los desafíos, principalmente la poca eficacia de los sistemas de riego, el cambio climático, deterioro de la calidad de agua, costos de operación y mantenimiento, también, considerando el riego en un componente importante para el crecimiento agrícola y progreso en las zonas rurales.

En la actualidad, la distribución de la demanda de agua para uso agrario es el 90.40 %, en el rubro industrial y minería tiene 9.40 %, según, la Autoridad Nacional del Agua (ANA) clasifica las cuencas hidrográficas en 12, distribuidos en todo el país. La zona de estudio se ubica en la cuenca hidrográfica de Pampas, donde el riego por medio de infraestructura hidráulica abarca el 30%, la provincia de Abancay cuenta con varias redes de canales, siendo una de ellas el canal Sahuinto - San Gabriel teniendo un área de influencia de 213.00 hectáreas de cultivo.

La operación y mantenimiento en canales lo realiza la junta de usuarios los cuales son reconocidos por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) que a la vez cumple la función de fiscalizar dichas actividades aplicando las normativas promulgadas por la Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego, con ayuda de la Dirección General Agraria de la Región.

La presente investigación pretende analizar la rugosidad del canal y verificar el comportamiento del flujo, dado que el canal Sahuinto - San Gabriel en la

actualidad presenta deterioro en la estructura crecimiento de malezas y presencia de sedimentos afectando la normal circulación del agua.

Del mismo modo, en la investigación se estudia el comportamiento del flujo a partir de los cambios de la rugosidad del canal Sahuinto - San Gabriel, haciendo uso del correntómetro, también, se realizará un análisis de las irregularidades y plantear un plan de mantenimiento adecuados para el canal de estudio. Asimismo, la investigación en base a la problemática observada se evaluará la incidencia de la rugosidad en el comportamiento del canal. Finalmente, se planteará soluciones adecuadas para reducir la variación de la rugosidad en el canal Sahuinto - San Gabriel para fortalecer el riego en las zonas de influencia.

II. MARCO TEÓRICO

En los trabajos previos como antecedentes nacionales, Sinche (2018), presenta como objetivo: estudiar y calcular la influencia del material de revestido y el caudal de circulación del canal en el comportamiento hidráulico del flujo, aplicando una metodología: aplicada - explicativo identificado fallas para obtener los valores reales del coeficiente de rugosidad, obtuvo como resultados: coeficiente de rugosidad de 0.01839 con caudales de 122 l/s a 578 l/s con un comportamiento hidráulico subcrítico con valores de número de Froude que oscilan de 0.41 a 1.00, con velocidades de 0.74 m/s y 1.53 m/s con presencia de fallas como grietas, desprendimientos, asentamientos, finalmente, fijo como conclusión: coeficiente de rugosidad con valores entre 0,016 y 0,0277 y con un régimen subcrítico influenciado por la rugosidad del material en la velocidad.

Chiclote (2017), presenta como objetivo: determinar y cuantificar la eficiencia de la conducción de agua en el canal, obtuvo como resultados: caudales que varían de 0.4151 a 0.3967 y una velocidad superficial máxima de 0.732, la condición de canal presenta el crecimiento de arbustos y revestido deteriorado con profundidad de 20 cm, espesor de 4 cm, longitud de 80 cm, finalmente, fijo como conclusión: el canal Mayanal se encuentra en mal estado y existe 18 grietas, 3 rupturas, juntas sin sello asfáltico y la presencia de vegetación de un 25%.

Villar (2017), presenta como objetivo: aumentar la disponibilidad del agua en el canal Uruguay-Huaso canal para optimizar la producción agrícola, aplicando una metodología: de recolección de información de la zona aplicando cálculos matemáticos ordenados para el diseño del canal, obtuvo como resultados: taludes de corte en rocas fijas y conglomerados en un 80% con inclinación de 0.20:1 hasta 2:1 (H:V) con el cálculo realizado del canal obtiene un tipo de flujo subcrítico con un valor del número de Froude de 0.53 tramo y velocidad 0.8671 m/s con un tirante 0.37m, finalmente, fijo como conclusión: al calcular los canales y las obras de arte, se deben considerar los estándares técnicos de diseño hidráulico y la información topográfica del sitio.

Hanccoccallo (2017), presenta como objetivo: determinar si existe un cambio significativo en la velocidad de flujo causado por el cambio de rugosidad con el tiempo para verificar su influencia en el comportamiento hidráulico del canal de concreto, aplicando una metodología: de manera descriptiva – explicativa, porque se trata de un estudio cuantitativo que se utiliza para estudiar el comportamiento de la rugosidad del canal de concreto durante la vida útil, obtuvo como resultados: velocidades entre 0.3928 m/s a 1.5068 m/s también rugosidades de 0.01541 a 0.01596 y caudales entre 0.0186 m/s³ a 0.0281 m/s³ los cuales son obtenidos de la división de 6 tramos con secciones de canal rectangular y trapezoidal pero con el mismo material de revestido, finalmente, fijo como conclusión: de los 6 tramos de canal de concreto las rugosidades varían de la pared y fondo del canal de concreto de 0,014 a 0,0158 en promedio el cual afecta a la velocidad causando deterioros en el canal.

Roldan (2017), presenta como objetivo: comprobar factores que intervienen en las pérdidas de producción en el canal el Cascajal, aplicando una metodología: no experimental – correlacional examinado la relación entre las variables, obtuvo como resultados: velocidades de 0.8080 m/s entre 0.9490 m/s en diferentes tramos del canal con distancias de 500 metros, finalmente, fijo como conclusión: entre los factores que influyen en las pérdidas de conducción en el canal son las condiciones en la que se encuentra y por las evaporaciones e infiltración.

En los trabajos previos como antecedentes internacionales, Carrasco (2019), presenta como objetivo: caracterizar mediante la modelación numérica el comportamiento hidráulico del canal de riego, aplicando una metodología: descriptiva – experimental se describirá las fórmulas aplicadas realizando simulaciones del canal, obtuvo como resultados: rugosidades en la parte central del canal de 0.018 a 0.45 con velocidades medias de 0.89 m/s a 1.17 m/s y $N_{F\text{ máximo}} = 0.53$ con un tipo de flujo subcrítico, finalmente, fijo como conclusión: mediante la aplicación del modelamiento numérico se obtuvo con valor máximo el número de Froude 0.53 resultando ser un tipo de flujo subcrítico.

Jiménez (2015), presenta como objetivo: evaluar e identificar los problemas de la infraestructura para optimizar el recurso hídrica, aplicando una metodología: de recolección de información empleada en los sistemas de capacitación, obtuvo como resultados: se encontró 23 problemas en la infraestructura de irrigación y 12 problemas que afectan la estabilidad del canal, finalmente, fijo como conclusión: la implementación de programas como la capacitación a los usuarios y mejoramiento de la infraestructura de riego.

Tipantasing (2018), presenta como objetivo: fue de registrar información respectó a las velocidades y secciones transversales del canal, aplicando una metodología: que consistió en la obtención de datos caracterizando las propiedades hidráulicas realizando una modelación con software, obtuvo como resultados: caudales de 1.204 m³/s y velocidades de 0.75 m/s obtenidos de la simulación de los puntos tomados mostrando un tipo de flujo uniforme, finalmente, fijo como conclusión: considerar las velocidades más mínimas de 0.30 m/s y velocidades máximas 1.28 m/s y un caudal promedio de 1.01 m³/s.

Casignia (2014), presenta como objetivo: diseñar una estructura para la unión de canales para garantizar el funcionamiento adecuado sin afectar la estructura, aplicando una metodología: de investigación de textos y guías especializadas con uso de paquetes computacionales, obtuvo como resultados: para la unión de dos canales de forma rectangular y trapezoidal se obtuvo tirantes que oscilan de 0.597 m a 1.175 m, velocidades de 2.149 m/s a 3.647 m/s, régimen de flujo $N_F = 0.648$ subcrítico y $N_F = 1.188$ supercrítico, finalmente, fijo como conclusión: para unir dos canales de distintas formas se necesita incrementar el ancho del canal aguas arriba y aguas abajo obteniendo flujos de tipo subcrítico y supercrítico.

Molina (2011), presenta como objetivo: obtener y comparar los ejes hidráulicos para los canales propuestos del estudio hidrológico, aplicando una metodología: de inspección de las condiciones de zona, obtención de datos, procesamiento y análisis de la información, obtuvo como resultados: predomina un flujo en el rango subcrítico, con velocidad media menores a 1.5 m/s, para no provocar erosión con presencia de taludes de 5 m de altura, finalmente, fijo como conclusión: para

condiciones normales de flujos según los análisis no sobrepasan los caudales al diseño, cubriendo necesidades de áreas verdes.

Las teorías relacionadas a la investigación en base a las variables y dimensiones.

Canales, para, Villón (2008), define que los canales son conductos por donde circula el agua, también, Rodríguez (2008), menciona que un canal puede ser cerrado o abierto por el cual circula el agua por acción de la gravedad. Los canales se clasifican en: Canales naturales, según, Rodríguez (2008) son todos los ríos, arroyos, riachuelos que discurre el agua y existen de forma natural (figura 2.1).

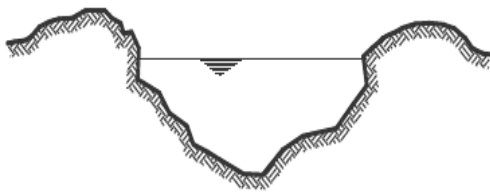


Figura 2.1. Canal natural

Fuente: Rodríguez (2008), "Hidráulica II"

Canales artificiales, Rodríguez (2008), precisa que los canales artificiales son aquellos que son realizados por la mano del hombre y posee una sección transversal invariable. Se tiene de sección transversal: trapezoidal, rectangular, triangular, parabólica, circular y sección de herradura (figura 2.2).

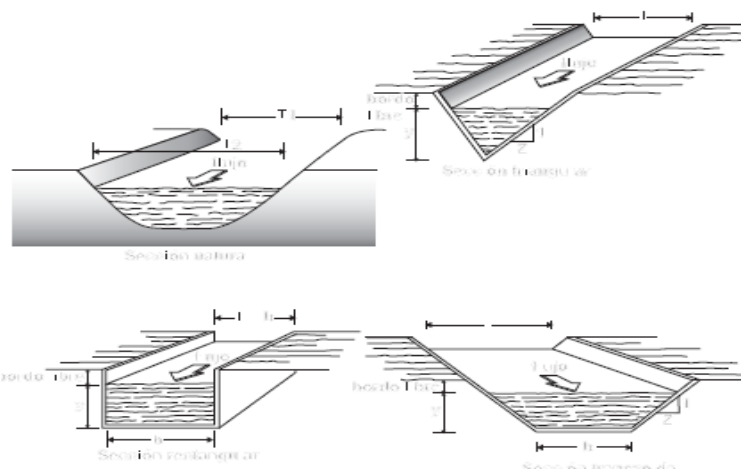
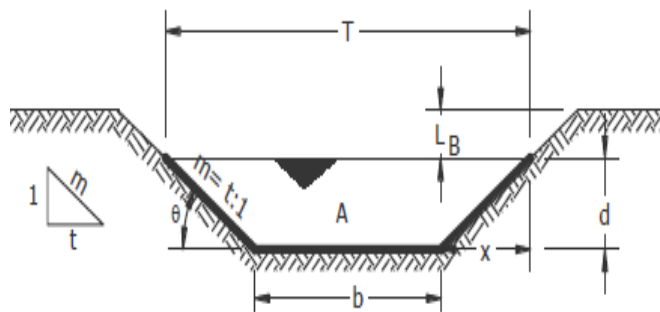


Figura 2.2. Secciones transversales más comunes

Fuente: Villón (2008), "Hidráulica de canales"

Elementos geométricos de un canal, Chow (1994), define como propiedades la geometría de la sección de un canal con forma regular que se expresa matemáticamente en términos de la profundidad de flujo y de otras dimensiones (figura 2.3).



Donde:

T: Ancho superficial o espejo de agua

d: Tirante de agua o profundidad de flujo

b: Base o solera

m: Talud

LB: Bordo libre

Figura 2.3. Elementos geométricos

Fuente: Rodríguez (2008), "Hidráulica II"

Componente de las secciones hidráulicas, la sección transversal es un corte vertical en un punto del canal de riego el cual permite definir las dimensiones de los elementos que forman el canal. Rodríguez (2008), recomienda para elegir una sección transversal depende del tipo de canal, lo más usado normalmente es la sección trapezoidal para canales de concreto, continuando se describe las relaciones geométricas en canales trapezoidales; Perímetro mojado (P), Es la longitud del contorno de las paredes del canal con el área mojada.

$$P = b + 2y\sqrt{1 + z^2} \dots\dots\dots (Ec. 1)$$

Donde:

b= Solera

y= Tirante

z= Talud del canal

Radio hidráulico (R), Chow (1994), describe que el radio hidráulico es la relación que existe entre el área mojada y el perímetro mojado.

$$R = \frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}} \dots\dots\dots (Ec. 2)$$

Donde:

b= Solera

y= Tirante

z= Talud del canal

Tirante de agua o profundidad de flujo (y, d), para, Rodríguez (2008) Es la distancia vertical desde el punto más bajo del canal hasta superficie libre, asimismo, Chow (1994) explica que el tirante puede ser crítico y normal dependiendo del estado del flujo. Solera, también conocido como ancho de plantilla es la base del fondo del canal de riego. Ancho superficial o espejo de agua (T), Es el ancho de la superficie libre del agua del canal.

$$R = b + 2zy \dots\dots\dots (Ec. 3)$$

Donde:

b= Solera

y= Tirante

z= Talud del canal

Talud (m), es la proyección horizontal en la vertical o la cotangente del ángulo de reposo del material. Chow (1994), aclara, para asumir el valor de talud debe verificarse con la máxima velocidad y el tamaño del canal. Se puede asumir para canales de concreto los valores 1:1 o 1.25:1, en ángulos tendría los valores de 45°,38°40´

El comportamiento del flujo, según, Chow (1994), el comportamiento hidráulico de flujo en canales está regido por efectos de la viscosidad, gravedad y las fuerzas inerciales. Tipo de flujo, Chow (1994), define como el efecto de la gravedad sobre

el estado del flujo, como la relación de las fuerzas inerciales con las fuerzas gravitacionales. French (1988), si $F=1$, es un flujo crítico donde las fuerzas gravitacionales e inerciales están en equilibrio; si $F<1$, es un flujo subcrítico donde las fuerzas gravitacionales son mayores (tranquilo); si $F>1$, es un flujo supercrítico donde las fuerzas de la inercia predominan (rápido).

$$F = \frac{V}{\sqrt{gxD}} \dots\dots\dots (Ec. 4)$$

Donde:

V= Velocidad media (m/s)

g=es la aceleración de la gravedad (9.81m/s²)

D= es la profundidad hidráulica (Área hidráulica/ Espejo de agua)

Condición de talud, Suarez (2009) El talud de corte se refiere a una superficie inclinada con respecto a la horizontal compuestas del mismo suelo o roca, la inestabilidad talud ocasiona caídas de sedimentos por factores como una mala inclinación, falta de perfilado a lo largo del canal. Garnica y Pérez (2012) es necesario realizar una inspección visual al talud en estos casos el aspecto, color, vegetación y las marcas de agua.

Sedimento, Chow (1994), Son las que se encuentran en el perímetro mojado o en la sección transversal por presencia de arenas, depresiones, montículos en el fondo del canal que generan el cambio de tamaño en la sección transversal. A su vez, Mery (2013), menciona que, si las partículas se mueven en una distribución con la velocidad, se depositan en las zonas bajas produciendo la disminución de la capacidad del caudal.

Mantenimiento, el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) (2013), manifiesta que es una actividad muy importante para el normal funcionamiento de los canales de riego, se refiere al conjunto de trabajos a realizar con el propósito de conservar en condiciones óptimas de servicio de las estructuras, a través de un listado o inventario de los canales, actividades de mantenimiento, Plan de

mantenimiento y periodo de ejecución. Existen 3 tipos de mantenimiento, los cuales son; Mantenimiento preventivo o normal: Se hace rutinariamente para prevenir daños y mantener la infraestructura en condiciones óptimas, se realiza en el transcurso de cada año. Mantenimiento correctivo: Son acciones de mejoramiento para recuperar la capacidad original, incluye modificaciones en la red de canales y estructuras. Mantenimiento especial: Son las actividades de reparar, reemplazar, construir obras o equipos, que se hace para reparar daños en la infraestructura causados por calamidades o siniestros tales como terremotos e inundaciones. Asimismo, para el plan de mantenimiento, se determina para cada tipo de trabajo, haciendo el análisis del grado de deterioro que pueden tener las estructuras. Para ello es importante tener en cuenta las siguientes actividades más comunes según la magnitud: Erradicación de la vegetación, descolmatación, arreglo de taludes, bordos y bermas, control de erosión, tratamiento de agujeros y grietas.

Deterioro, es el deterioro de los elementos que intervienen en el canal como el descascamiento o desprendimiento de la superficie del concreto, Gardea (1999) menciona, los canales revestidos que transportan agua con sustancias sólidas en suspensión, están sujetos a cambios constantes en su forma y funcionamiento hidráulico. Desprendimiento del sello de juntas, es la desintegración del material que sella las juntas y produce la separación del revestido y el sello de junta con valores de 2 mm y 10 mm. Broto (2005), Grieta, es una abertura profunda que afecta el espesor del material, y su dimensión puede variar de 0.5 mm y 2 mm, en muchos casos por medio de las grietas aflora la vegetación el cual reduce la capacidad del canal y retarda el flujo.

Caudal, Arboleda et al. (2018) es la cantidad de agua que circula por una sección transversal, también, ANA (2010), manifiesta que es un componente importante para el dimensionamiento de los canales de riego, el cual se asocia a la disponibilidad del recurso para tener una relación agua-suelo-planta. Para, Cadavid (2006), el caudal se puede conceptualizar de dos formas como la producción y el transporte. En el punto de vista de producción, se debe de considerar el origen más remoto desde algún evento como las precipitaciones, en

caso de transporte el caudal debe tener relación con la pendiente del trazado y radio hidráulico; establecen la máxima capacidad de transporte de caudal.

Ecuación de continuidad

$$Q = VA \dots \dots \dots (\text{Ec. 5})$$

Donde:

Q= Gasto en m³/seg.

A= área hidráulica del canal en m²

V= velocidad media del agua en canales m/seg.

Área hidráulica (A), también llamado área mojada es la superficie que ocupa el agua en la sección transversal del canal.

$$A = (b + zy)y \dots \dots \dots (\text{Ec. 6})$$

Donde:

b= Solera

y= Tirante

z= Talud del canal

Velocidad, es una magnitud física que denota la relación entre el desplazamiento y el tiempo que tarda en realizar este cambio de posición. La velocidad para el diseño de canales se considera tener la velocidad mínima y la velocidad máxima. ANA (2010) define la velocidad mínima permisible es aquella que no permite sedimentación y recomienda el valor de 0.8 m/seg como la velocidad apropiada, por otro lado, Rodríguez (2008), considera una velocidad mínima que no produce sedimentación son los que oscilan de 0.61 m/s a 0.91 m/s. Rocha (2010), la velocidad máxima permisible es aquella que no causara erosión en el cuerpo del canal, esta velocidad es muy variable y algunos casos se estima en base a la experiencia y criterio. ANA (2010), recomienda trabajar con velocidades máximas

los valores que no excedan los 2.5 – 3.0 m/seg, para evitar la posibilidad de que el revestimiento se levante, también, Rodríguez (2008), menciona que una velocidad máxima no debe exceder el $0.85(V \text{ máx. o crítica})$. ANA (2010), menciona que el cauce y talud influyen en las paredes laterales del canal, también la vegetación, la irregularidad, el trazo del canal, el radio hidráulico y las obstrucciones, en general, cuando se proyectan canales revestidos, se asume que el canal es de reciente apertura, limpio y un trazado uniforme, sin embargo, el valor de velocidad originalmente asumido apenas se conserva en el tiempo, lo que significa que en la práctica está expuesto a un cambio continuo.

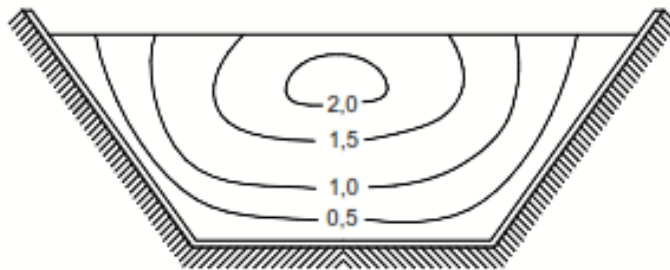


Figura 2.4. Isotaca de un canal trapezoidal

Fuente: Coronado (1992) “Diseño y construcción de canales”

Rugosidad, según, Rocha (2010), conceptualiza la rugosidad como la aspereza que tiene cada material y su estado de conservación, que posee diferente tamaño y forma. También, ANA (2010), menciona que el cauce y talud influyen en las paredes laterales del canal, también la vegetación, la irregularidad, el trazo del canal, el radio hidráulico y las obstrucciones, en general, cuando se proyectan canales revestidos, se asume que el canal es de reciente apertura, limpio y un trazado uniforme, sin embargo, el valor de rugosidad originalmente asumido apenas se conserva en el tiempo, lo que significa que en la práctica está expuesto a un cambio continuo de rugosidad. Asimismo, French (1988) , indica que, en muchos canales artificiales, y en la mayoría de canales naturales, la rugosidad varía a lo largo del perímetro del canal, y se debe calcular el valor de rugosidad equivalente para todo el perímetro.

Tipo de revestido, Chow (1994), menciona que la rugosidad es muy variable y depende de factores, es representado por el tamaño y forma de los granos del

material que forman el canal, como cuando el grano es más liso los valores de la rugosidad disminuye y en el caso que el grano es grueso la rugosidad se incrementa. Se está despejando la ecuación de Manning para encontrar “n”.

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots (Ec. 7)$$

Despejando “n” se tiene:

$$n = \frac{1}{v} R^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots (Ec. 8)$$

Donde:

V= velocidad media (m/seg)

n= coeficiente de rugosidad

R= radio hidráulico m)

S= pendiente

Continuando, se muestra la tabla con los valores de “n” de los materiales utilizados en la construcción de canales.

Tabla 2.1.
Valores de rugosidad para Manning

Material	Valores		
	Mínimo	Normal	Máximo
Arroyo de montaña con muchas piedras	0.035	0.040	0.050
Tierra en buenas condiciones	0.017	0.020	0.025
Tierra libre de vegetación	0.020	0.025	0.033
Concreto	0.013	0.017	0.020
Mampostería con cemento	0.017	0.020	0.025

Fuente: Rodríguez (2008), Hidráulica II

Cabe aclarar que el coeficiente "n", rugosidad de Manning más utilizado es 0.014 para canales de concreto.

Topografía de la zona, Tezanos y Bottega (2012), recomienda para trazar el canal debe adecuarse a la zona, no exceder en relleno y excavación, lo más importante

es verificar que no exista cambio de régimen bruscos en el canal. Pendiente (S), Chow (1994), La pendiente del fondo del canal de la rasante está dada por la energía requerida para el flujo. Rodríguez (2008), menciona que la pendiente depende del propósito del canal y mayormente necesita un nivel alto con una pendiente pequeña para evitar las pérdidas en elevación. Urrutia (1992), la pendiente está determinada por la función que cumpla el canal y las características topográficas de la ruta seleccionada.

Correntómetro, Es un instrumento que mide la velocidad del flujo en canales, ríos, arroyos, cuenta con un molinete que posee un mecanismo que cuenta el número de vueltas de su hélice, al mismo tiempo registran su dirección e inclinación con respecto a la vertical y la modalidad de registro puede ser papeleta, cinta magnética o memoria de estado sólido. Arboleda et al. (2018), el método utilizado es área – velocidad. La velocidad se obtendrá mediante la aplicación del método de los puntos reducidos, donde D es la profundidad del agua en cm.

Tabla 2.2.

Método de los puntos reducidos

Numero de mediciones	Profundidad del curso de agua (cm)	Puntos de observación	Velocidad media
1	30 – 60	0.6D	$V_{media} = V_{0.6}$
2	60 – 300	0.2 y 0.8D	$V_{media} = 0.5(V_{0.2} + V_{0.8})$
3	300 – 600	0.2, 0.6 y 0.8D	$V_{media} = 0.25(V_{0.2} + 2V_{0.6} + V_{0.8})$

Fuente: Arboleda et al. (2018) “Manual de Hidrometría Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú”

Mediante sondeos de las profundidades en tramos constantes y a lo ancho de la sección

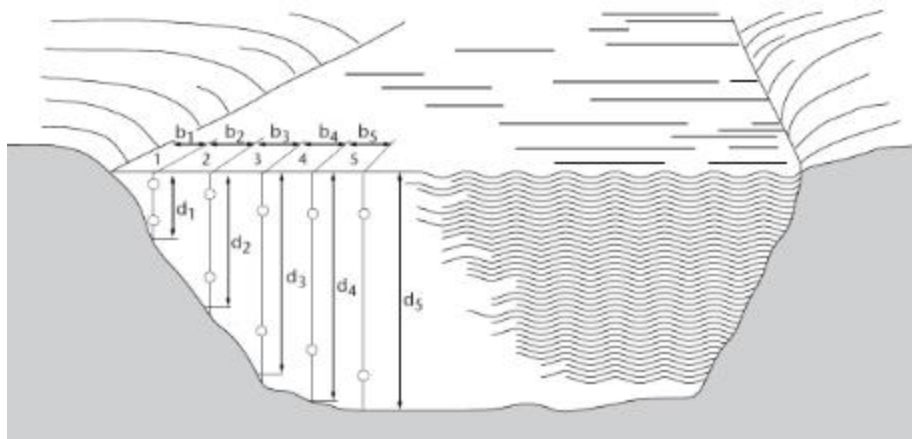


Figura 2.5. Sección de control

Fuente: Arboleda et al. (2018) “Manual de Hidrometría Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú”

Para obtener el caudal se aplica el método de la sección media, para cada una de los tramos y el caudal total será la sumatoria de todos los caudales parciales, donde:

$$q_{1-2} = \frac{v_1+v_2}{2} * \frac{d_1+d_2}{2} * B \dots\dots\dots Ec. 9$$

$$Q = \sum qi - i + 1 \dots\dots\dots Ec. 10$$

v_1, v_2 : Promedio de las velocidades en cada línea de medición 1 y 2.

d_1, d_2 : Profundidades de las líneas de medición.

B : Ancho entre las líneas de medición 1-2.

q_{1-2} : Caudal parcial en el tramo 1-2.

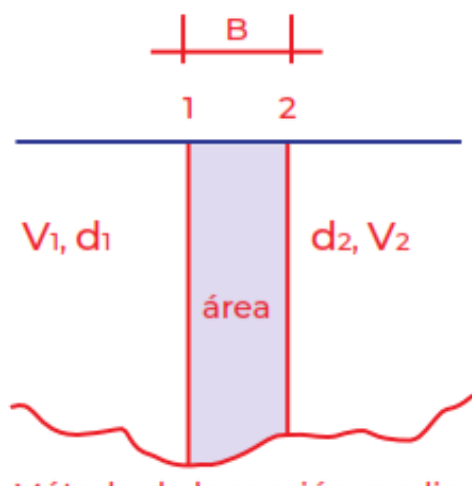


Figura 2.6. Método de la sección media

Fuente: Arboleda et al. (2018) "Manual de Hidrometría Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú"

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Método

Según, Baena (2017), el método científico son procesos para obtener conocimientos que, mediante la persistencia de la deducción, el científico procura obtener información precisa y concisa al comprender, integrar, modificar o aplicar los conocimientos. La investigación se realizará mediante la observación directa en el canal como objeto de estudio, debido a fenómenos que se originan en el espacio y tiempo. Con lo descrito en la investigación se aplicará el método científico.

3.1.2. Tipo

Según, Cegarra (2004), la investigación aplicada es el desarrollo de los conocimientos para aplicar en procedimientos al resolver problemas. Al aplicar las teorías permite obtener conocimientos, respecto a situaciones específicas respecto a ocurrencias de fenómenos. De acuerdo con la teoría revisada la investigación será de tipo aplicada.

3.1.3. Nivel

Según, Hernández y Mendoza (2018), considera al nivel de investigación explicativa que son más estructuradas dirigidas a responder por causas de eventos o hechos proporcionan un sentido de entendimiento del fenómeno. Tamayo (2004), el nivel descriptivo trata de describir acontecimientos y poner explicaciones. La presente tesis de investigación, está ligado al comportamiento hidráulico del canal de irrigación al obtener información de los fenómenos y características y como se manifiestan. Con la información revisada la presente tesis se clasifica del nivel explicativo - descriptivo.

3.1.4. Diseño

Según, Hernández et al. (2014), establece que el diseño no experimental, no manipula variables y solo se observa en su estado natural como se manifiestan los fenómenos. En mención a la consideración anterior, en la presente investigación no se manipulará las variables independientes y dependientes solo se determinará las velocidades mediante el correntómetro para obtener los resultados. La investigación se clasifica del diseño no experimental.

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variable independiente

Rugosidad

Definición conceptual

Se conceptualiza la rugosidad como la aspereza que tiene cada material y el estado de conservación, el cual posee diferente tamaño y forma. Rocha (2010).

Definición operacional

En el caso de la rugosidad se va obtener mediante la fórmula de Manning con los datos recogidos del canal mediante el correntómetro en las zonas donde exista irregularidades.

3.2.2. Variable dependiente

Comportamiento del flujo

Definición conceptual

El comportamiento hidráulico de flujo en canales está regido por efectos de la viscosidad, gravedad y las fuerzas inerciales, define como el efecto de la gravedad sobre el estado del flujo, como la relación de las fuerzas inerciales con las fuerzas gravitacionales. Chow (1994).

Definición operacional

Se realizará mediante la ecuación del Número de Froude para saber cuál es el comportamiento del flujo en el canal.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Según, Arias (2012), La población, es una colectividad de elementos con características comunes para los cuales van a ser extensivas las conclusiones de la investigación. En la presente investigación, la población está conformada por 4.09 km de longitud de canal ubicados en el distrito de Abancay

3.3.2. Muestra

Según, Behar (2008), es el subconjunto de elementos que pertenecen a un conjunto llamada población. La muestra en la presente investigación está representada desde el Km 2+000 al km 3+050 con una distancia de 1.050 km.

3.3.3. Muestreo

Según, Ñaupas et al. (2018), a criterio del investigador se da la selección para obtener las unidades muestrales de acuerdo a las características requeridas por el investigador. En referencia al párrafo anterior, de acuerdo con la información revisada la presente investigación aplicara un muestreo no probabilístico.

3.3.4. Unidad de análisis

Según, Bernal (2010), es el objeto de estudio integrado que interactúa en un contexto específico. De lo expuesto, en la presente investigación la unidad de análisis es el canal de irrigación Sahuinto - San Gabriel con una longitud del canal de 4.09 km en el distrito de Abancay.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnica

Según, Egg (2011), señala que es parte del conocimiento adquirido en lo cotidiano referente a hechos o acontecimiento se obtiene mediante el empleo de los sentidos visuales. En referencia al párrafo anterior, se aplicará la técnica de la observación directa.

3.4.2. Instrumentos

Según, Arias (2020), son herramientas para lograr un propósito de estudio. En la presente investigación se concretará la información en las fichas de recolección de datos

3.4.3. Validez

Para, Niño (2011), es la cualidad de un instrumento que sirve para medir algo específico y no otra cosa. Los instrumentos de investigación se validaron mediante el juicio de expertos. (ver anexo 4)

3.4.4. Confiabilidad

Para, Ruiz (2013), la confiabilidad es la seguridad con que la prueba se mide o se intenta medir la cual se expresa en índices. La confiabilidad se define generalmente con la comprobación del alfa de Cronbach.

3.5. Procedimientos

Cumplido con los análisis de validez y confiabilidad, se aplicó los instrumentos en la muestra, cuyos datos se procesó con el software Microsoft Excel y AutoCAD Civil3D.

3.5.1. Estudios de campo

a. Exploración del canal

Se realizó una exploración visual de todo el canal Sahuinto – San Gabriel, para tener un mejor conocimiento de la condición actual, encontrando el tramo km 2+00 al km 3+050 es el más dañado con presencia de grietas, desprendimiento de juntas, vegetación y tomas laterales informales.

b. Levantamiento topográfico

Para el levantamiento topográfico del canal Sahuinto – San Gabriel se realizó con una estación total LEYCA, para poder obtener las pendientes del canal, se marcó puntos BM auxiliares para poder georreferenciar el levantamiento topográfico.

c. Mediciones con correntómetro

Las mediciones con el correntómetro se realizaron en zonas del canal donde el revestido tenga irregularidad obteniendo la velocidad.

3.6. Método de análisis de datos

En análisis de datos se realizó con los programas AutoCAD Civil 3D para los levantamientos topográficos, para el análisis de la geometría de sección del canal.

3.6.1. Características del canal en estudio

El canal Sahuinto – San Gabriel, tiene una sección transversal trapezoidal revestido de concreto, con una longitud total 4.090 km, administrado por el comité de regantes San Gabriel. En el área de influencia total es de 213 hectáreas.

Tabla 3.1.*Datos del canal*

Fuente hídrica	Coordenadas UTM			Caudal (l/s)	Área beneficiada (Ha)
	Este	Norte	Altitud msnm		
Rio Sahuinto	726521	8486227	2061	349.3	213.00

Fuente: Proyecto de gestión integral de la microcuenca Mariño – Apurímac (2013)

Se realiza el inventario de la infraestructura hidráulica en estudio:

Tabla 3.2.*Inventario canal Sahuinto – San Gabriel*

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Bocatomas	Und.	1
2	Desarenador	Und	5
3	Medidores	Und.	0
4	Longitud total del canal	Km	4.09
5	Canoas	Und.	2
6	Pasarelas	Und	5
7	Pases vehiculares	Und.	2
8	Tomas laterales, sub laterales	Und.	3
9	Portillos	Und	12
10	Rápidas	Und.	0
11	Cámaras de captación	Und.	3
12	Reservorio	Und	0

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3.2, se observa las obras de arte pertenecientes al canal de estudio, para la presente investigación se considera la longitud 1050.00 metros de canal.

Se realizo las medidas del canal en estudio.

Tabla 3.3.*Sección transversal canal Sahuinto*

Tramo	Parte superior (m)	Solera (m)	Profundidad total (m)	Talud
km 2 + 000 a km 2 + 050	1.18	0.61	0.61	0.67
km 2 + 050 a km 2 + 150	1.28	0.62	0.61	0.70
km 2 + 150 a km 2 + 300	1.20	0.60	0.58	0.66
km 2 + 300 a km 2 + 450	1.40	0.62	0.57	0.64
km 2 + 450 a km 2 + 500	1.20	0.58	0.62	0.69

km 2 + 500 a km 2 + 650	1.20	0.67	0.60	0.67
km 2 + 650 a km 2 + 750	1.17	0.64	0.61	0.67
km 2 + 750 a km 2 + 825	1.20	0.64	0.60	0.66
km 2 + 825 a km 3 + 000	1.14	0.64	0.28	0.63
km 3 + 000 a km 3 + 050	1.20	0.56	0.63	0.71

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 3.3, muestra los valores obtenidos de la medición hecha a las secciones transversales del tramo en estudio km 2+000 al km 3+050.

3.6.2. Irregularidades presentes en el canal.

Deterioro

Se efectuó el recorrido observando que los taludes de corte adyacentes al canal no tenían el perfilado adecuado, generando la sedimentación en el canal de estudio siendo la piedra la más frecuente.

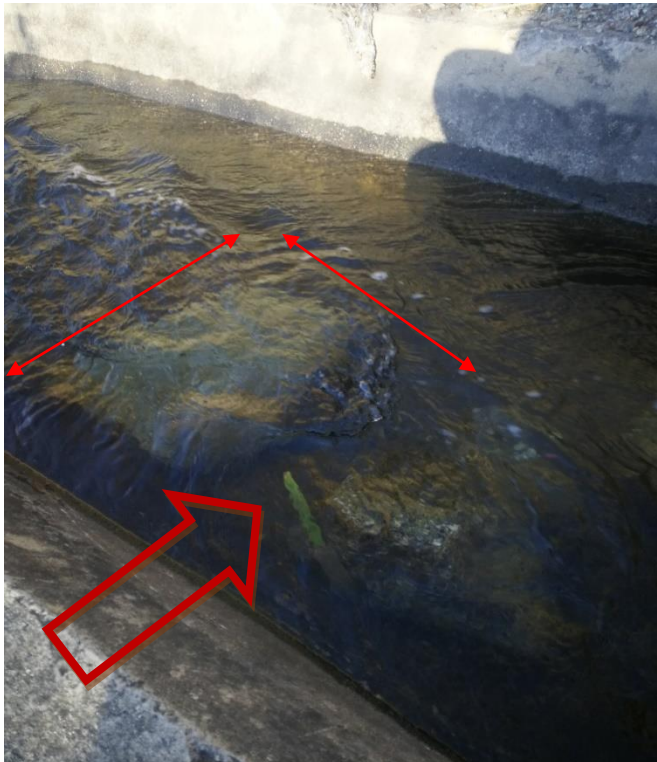


Figura 3.1. Presencia de sedimento en el canal

Fuente: Elaboración propia.



Figura 3.2. Sedimento en el canal

Fuente: Elaboración propia.

En las imágenes anteriores, se observan la presencia de sedimentos, en la imagen 3.1, la presencia de piedras, la imagen 3.2, presencia de gravas en el fondo del canal.

A continuación, se presenta la tabla 3.9., de los sedimentos encontrados en el canal.

Tabla 3.4.

Presencia de sedimento

Progresiva	Distancia (m)	Tramo	Sedimento (m3)	Observaciones
km 2 + 000 a km 2 + 050	50.00	A	0.183	Piedras
km 2 + 050 a km 2 + 150	100.00	B	0.122	Piedras
km 2 + 150 a km 2 + 300	150.00	C	0.192	Piedras
km 2 + 300 a km 2 + 450	150.00	D	0.044	Piedras
km 2 + 450 a km 2 + 500	50.00	E	0.081	Piedras
km 2 + 500 a km 2 + 650	150.00	F	0.015	Gravas y arena
km 2 + 650 a km 2 + 750	100.00	G	0.050	Gravas y arena
km 2 + 750 a km 2 + 825	75.00	H	0.120	Gravas y arena
km 2 + 825 a km 3 + 000	175.00	I	0.061	Gravas y arena
km 3 + 000 a km 3 + 050	50.00	J	0.084	Gravas y arena
TOTAL	1050.00		0.952	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el volumen de sedimentos encontrados en el canal, piedras, gravas, por acción de la erosión se desprenden del talud caen en el canal, también, son material de arrastre que trae el caudal.



Figura 3.3. Rotura de borde del canal

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.3., se observa la rotura de borde del canal por agentes externos como piedras, animales.



Figura 3.4. Grieta en la pared del canal

Fuente: Elaboración propia.

En la figura se observa la presencia de grietas del cual está aflorando vegetación.



Figura 3.5. Desprendimiento del sello de junta

Fuente: Elaboración propia.

En la imagen se observa que la junta ya no tiene el sello asfáltico en el canal.

Tabla 3.5.

Deterioro encontrado en el canal

Progresiva	Distancia (m)	Grieta	Despren. sello de junta	Ruptura de borde	Observación
km 2 + 000 a km 2 + 050	50.00	3	5	2	Crecimiento de vegetación
km 2 + 050 a km 2 + 150	100.00	9	13	3	Crecimiento de vegetación
km 2 + 150 a km 2 + 300	150.00	14	17	5	Crecimiento de vegetación
km 2 + 300 a km 2 + 450	150.00	13	20	6	Crecimiento de vegetación
km 2 + 450 a km 2 + 500	50.00	1	5	3	Crecimiento de vegetación
km 2 + 500 a km 2 + 650	150.00	7	26	9	Crecimiento de vegetación
km 2 + 650 a km 2 + 750	100.00	7	9	2	Toma lateral- clandestina
km 2 + 750 a km 2 + 825	75.00	12	17	4	Crecimiento de vegetación
km 2 + 825 a km 3 + 000	175.00	30	17	2	Crecimiento de vegetación
km 3 + 000 a km 3 + 050	50.00	5	9	1	Pasarela rota – vegetación
Total		101	138	37	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3.5., se tiene las irregularidades encontradas en el canal de estudio, desde este punto se plantea actividades para mejorar la situación del canal.

3.6.3. Mediciones con el correntómetro

Se realizaron mediciones en el canal Sahuinto desde el km 2+000 al km 3+050.

Tabla 3.6.

Ubicación de los puntos

N°.	Progresiva	Descripción	Coordenadas		
			Este	Norte	Cota
1	km 2 + 000	Aforo - 1	725513	8487048	1820
2	km 2 + 100	Aforo - 2	725554	8487140	1970
3	km 2 + 200	Aforo - 3	725595	8487231	1971
4	km 2 + 400	Aforo - 4	725627	8487415	1964
5	km 2 + 490	Aforo - 5	725625	8487502	1962
6	km 2 + 530	Aforo - 6	725646	8487588	1965
7	km 2 + 705	Aforo - 7	725712	8487686	1963
8	km 2 + 800	Aforo - 8	725692	8487773	1960
9	km 2 + 855	Aforo - 9	725711	8487874	1963
10	km 3 + 015	Aforo - 10	725698	8488021	1959

Fuente: Elaboración propia.

Los valores encontrados insitu con el correntómetro y levantamiento topografico.

Tabla 3.7.

Velocidad y caudal

Tramo	Progresiva	Pendiente (m/m)	Área mojada (m ²)	Velocidad (m/s)	Caudal (m ³ /s)
km 2 + 000 a km 2 + 050	km 2 + 000	0.009	0.233	1.300	0.256
km 2 + 050 a km 2 + 150	km 2 + 100	0.007	0.253	0.900	0.192
km 2 + 150 a km 2 + 300	km 2 + 200	0.003	0.320	0.830	0.250
km 2 + 300 a km 2 + 450	km 2 + 400	0.003	0.209	1.370	0.269
km 2 + 450 a km 2 + 500	km 2 + 490	0.004	0.266	1.070	0.250
km 2 + 500 a km 2 + 650	km 2 + 530	0.008	0.150	1.500	0.220
km 2 + 650 a km 2 + 750	km 2 + 705	0.007	0.205	1.170	0.211
km 2 + 750 a km 2 + 825	km 2 + 800	0.006	0.230	1.070	0.210
km 2 + 825 a km 3 + 000	km 2 + 855	0.004	0.200	1.130	0.210
km 3 + 000 a km 3 + 050	km 3 + 015	0.011	0.220	0.670	0.140

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3.7., se presenta los valores encontrados en canal, obteniendo velocidades erosivas y sedimentaras que varían de 0.67m/s a 1.50m/s.

Tabla 3.8.*Valores de la rugosidad*

Tramo	Área mojada (m ²)	Perímetro mojado (m)	Radio	Velocidad (m/s)	Caudal (m ³ /s)	Rugosidad
km 2 + 000 a km 2 + 050	0.233	1.293	0.180	1.300	0.256	0.024
km 2 + 050 a km 2 + 150	0.253	1.346	0.188	0.900	0.192	0.031
km 2 + 150 a km 2 + 300	0.320	1.612	0.198	0.830	0.250	0.023
km 2 + 300 a km 2 + 450	0.209	1.319	0.158	1.370	0.269	0.011
km 2 + 450 a km 2 + 500	0.266	1.162	0.229	1.070	0.250	0.022
km 2 + 500 a km 2 + 650	0.150	0.997	0.150	1.500	0.220	0.017
km 2 + 650 a km 2 + 750	0.205	1.083	0.189	1.170	0.211	0.023
km 2 + 750 a km 2 + 825	0.230	1.125	0.204	1.070	0.210	0.025
km 2 + 825 a km 3 + 000	0.200	1.250	0.160	1.130	0.210	0.017
km 3 + 000 a km 3 + 050	0.220	0.986	0.223	0.670	0.140	0.058

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3.8., se tiene los coeficientes de rugosidad con valores que varían de 0.011 a 0.058, a medida del deterioro del revestido se observa el incremento de la rugosidad.

3.7. Aspectos éticos

En esta investigación se respetarán: la validez de los resultados, propiedad intelectual, confiabilidad de la información conseguida, los criterios éticos como confidencialidad, originalidad y el consentimiento de las personas implicadas en la información son tomadas.

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción de la zona de estudio

4.1.1. Ubicación política

La investigación se realizó en el Canal Sahuinto – San Gabriel, en el distrito de Abancay, provincia de Abancay, departamento de Apurímac.



Figura 4.1. Plano de ubicación

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Ubicación geográfica

El canal Sahuinto se encuentran dentro de la Microcuenca del río Mariño, específicamente abarca el sector San Gabriel, que se ubican en la parte suroeste de la MC Mariño. Ubicado A $72^{\circ}55'$ de longitud oeste y $13^{\circ}40'$ de latitud sur a una altitud de 1,700 a 2,000 msnm.

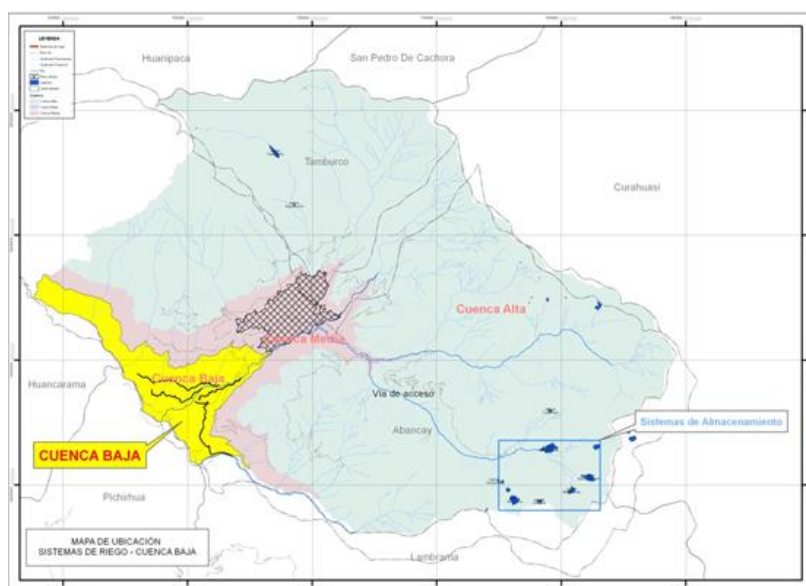


Figura 4.2. Ubicación geográfica

Fuente: Elaboración propia.

4.2. OE 1: Determinación de la intervención de la condición del talud adyacente al recorrido del canal

Para determinar la intervención del talud, se cuantifico los materiales que se desprenden del talud encontrados en el canal de estudio.

Tabla 4.1.

Sedimento encontrado en el canal

Tramo	Sedimento (m3)	Observaciones
A	0.183	Piedras
B	0.122	Piedras
C	0.192	Piedras
D	0.044	Piedras
E	0.081	Piedras
F	0.015	Gravas y arena
G	0.050	Gravas y arena
H	0.120	Gravas y arena
I	0.061	Gravas y arena
J	0.084	Gravas y arena
	0.952	

Fuente: Elaboración propia.

Los tramos con más presencia de sedimentos son el A, B y C, que se extiende desde el km 2+000 al km 2+ 300, teniendo el valor máximo de 0.1923 m³, y el tramo F, tiene menos presencia de sedimento es el km 2 + 500 a km 2 + 650 con 0.015 m³.

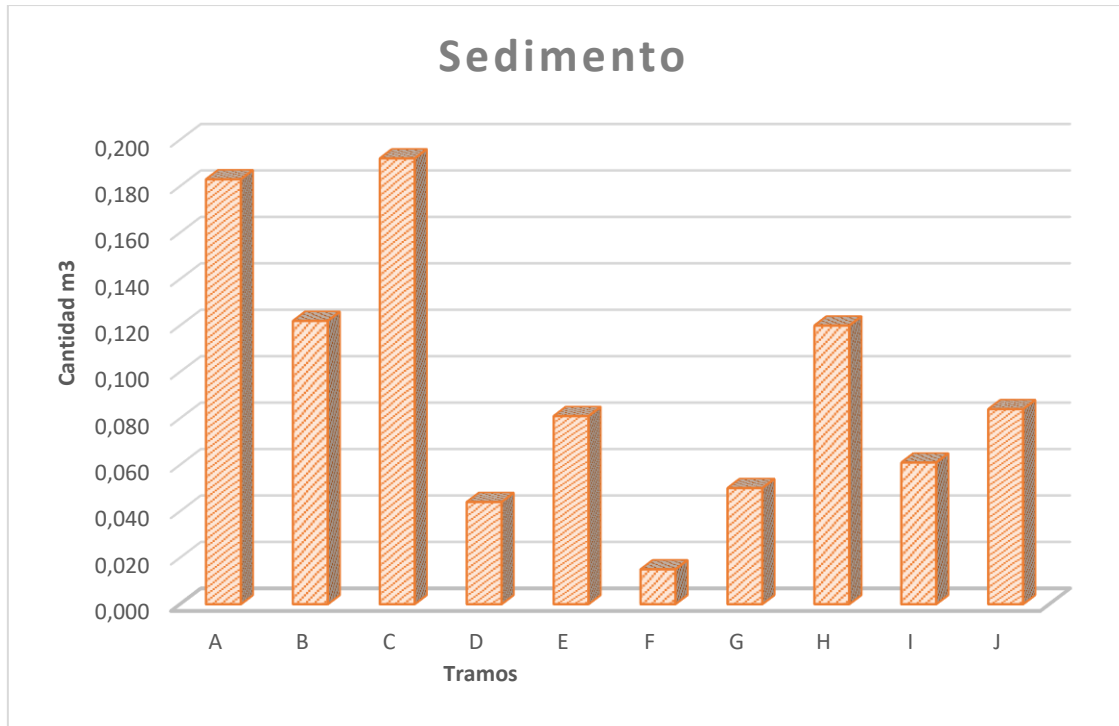


Figura 4.3. Grafica de la presencia de sedimentos

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 4.3., se muestra la presencia de los sedimentos en el canal Sahuinto.

De lo descrito anteriormente, referente a la hipótesis específica 1: “La inestabilidad a lo largo del recorrido del canal en estudio requiere el planteamiento de obras de arte adyacentes al canal como las zanjas de infiltración y también la protección del talud como la modificación de la pendiente, por lo cual se controlaría la caída de sedimentos, rocas; aseguraría mantener el canal libre de obstrucciones”, es coherente con los resultados obtenidos, es necesario el planteamiento de obras de arte en el canal de estudio.

4.3. OE 2: Implementación de un plan de mantenimiento que garantice la conservación del canal

Con la información obtenida del recorrido del canal se plantea actividades correspondientes al mantenimiento.

Tabla 4.2.

Deterioro total encontrado en el canal

Descripción	Cantidad
Grieta	101
Desprendimiento de sellos de juntas	138
Ruptura de borde	37
Total	276

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4.2., se realiza el resumen de las irregularidades encontradas en el canal Sahuinto, siendo el desprendimiento de sellos de juntas el más presente.

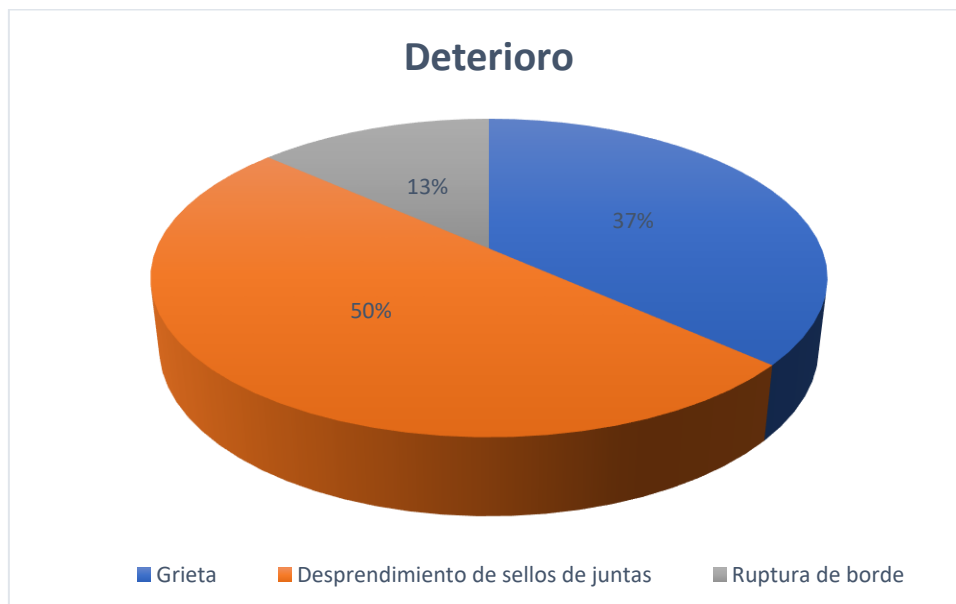


Figura 4.4. Cantidad de deterioro

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra en la figura 4.4., el porcentaje que ocupa cada deterioro donde el desprendimiento de juntas es el 50%, es decir que es el más común en canal Sahuinto.

Para implementar el plan de mantenimiento se realizó el inventario de la infraestructura, el listado del deterioro presente en el canal, considerar el equipo, herramientas, mano de obra y las actividades, del mismo modo, se debe considerar el costo de cada actividad y la programación. Entre las actividades a considerar se tiene: erradicación de vegetación, arreglo de taludes, bordos, bermas y el tratamiento de las grietas. Para realizar el mantenimiento se debe considerar mínimo dos veces por año y es realizado por la junta de usuarios.

El Plan de mantenimiento está constituido por 11 actividades, considerando una plantilla para la elaboración de los costos y recursos, incluyendo una programación por mes, considerando los días sábados, domingos y feriados como los días más aptos para realizar el mantenimiento.

PLAN DE MANTENIMIENTO

Nombre del canal:

Encargado del mantenimiento:

Año construcción:

Caudal (l/s):

Coordenadas

inicio:

Norte:

Este:

Final:

Norte:

Este:

Sección:

Ancho:

Alto:

Tipo:

Número de beneficiarios:

Hectáreas:

N.º	Actividades	Programación del mantenimiento																												
		MES N.º.....																												
		L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L
1	Limpieza y erradicación de vegetación de canal																													
2	Reparar las grietas, fisuras, borde del canal																													
3	Reposición de sello de junta																													
4	Zanjas de infiltración																													
5	Perfilado de talud																													
6	Pintado de compuertas																													
7	Instalación y engrase de la compuerta																													
9	Instalación de reglas																													
10	Pintado de los kilometrajes																													

De lo descrito en el resultado del objetivo específico 2, referido a la hipótesis “A partir del estudio se implementa un adecuado plan de mantenimiento el cual garantizaría conservar la estructura en condiciones óptimas y atendiendo adecuadamente la demanda de las áreas de riego del canal”, es coherente, con los resultados obtenidos, es importante incorporar el plan de mantenimiento en el canal Sahuinto.

4.4. OE 3: Determinación de los valores que alcanza el caudal en canales que presentan deterioro

Los valores del caudal encontrados en el canal Sahuinto se describe a continuación:

Tabla 4.3.

Caudales obtenidos en el canal Sahuinto

Tramo	Área mojada (m²)	Caudal (m³/s)
km 2 + 000 a km 2 + 050	0.233	0.256
km 2 + 050 a km 2 + 150	0.253	0.192
km 2 + 150 a km 2 + 300	0.320	0.250
km 2 + 300 a km 2 + 450	0.209	0.269
km 2 + 450 a km 2 + 500	0.266	0.250
km 2 + 500 a km 2 + 650	0.150	0.220
km 2 + 650 a km 2 + 750	0.205	0.211
km 2 + 750 a km 2 + 825	0.230	0.210
km 2 + 825 a km 3 + 000	0.200	0.210
km 3 + 000 a km 3 + 050	0.220	0.140

Fuente: Elaboración propia.

El caudal obtenido en el canal con presencia de deterioro puede alcanzar un valor de 0.269 m³/s; también, alcanzo un valor mínimo de 0.140 m³/s.

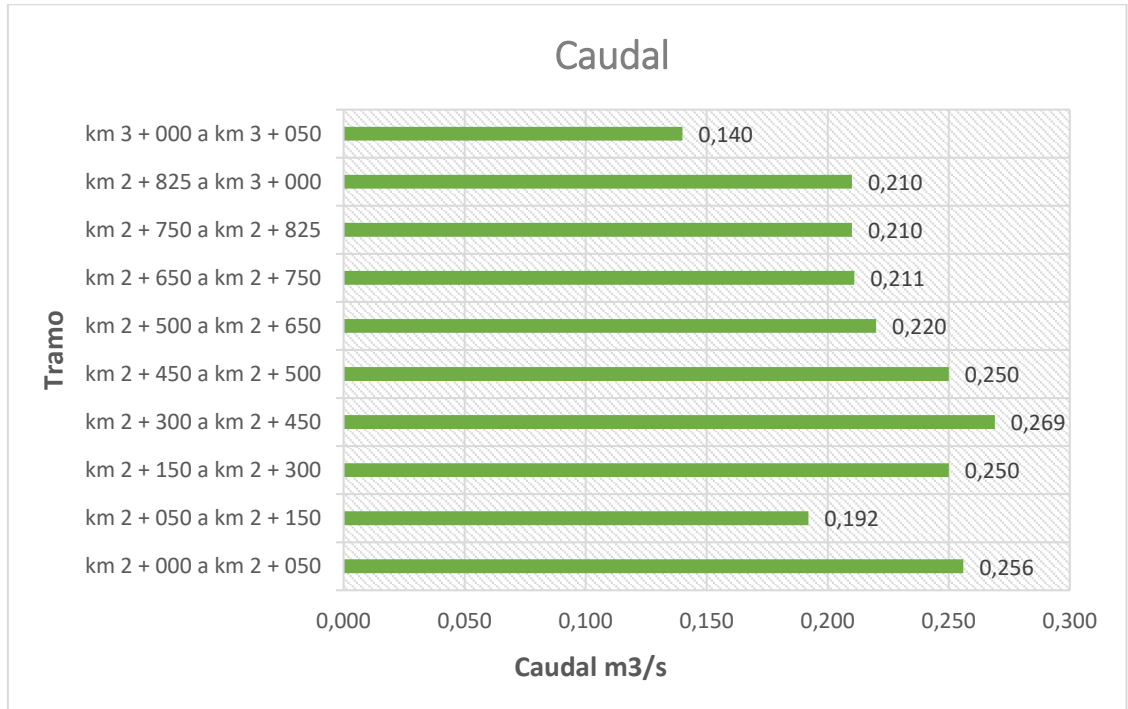


Figura 4.5 Caudal

Fuente: Elaboración propia.

De lo descrito, anteriormente en el resultado del objetivo específico 3, concerniente a la hipótesis: “Para el revestido del canal dañado se plantea la sustitución con concreto especial y adición de aditivos, restitución de las juntas en el revestido; se evitaría la alteración del caudal en el canal”, es acorde a los resultados obtenidos, es necesario utilizar aditivos en el revestido del canal.

4.5. OG: Analizando la incidencia de los cambios de rugosidad en el comportamiento del flujo en canales abiertos

El canal de estudio tiene un revestido de concreto, una sección transversal de forma trapezoidal.

Tabla 4.4.*Coefficientes de rugosidad en canal Sahuinto*

Tramo	Rugosidad
km 2 + 000 a km 2 + 050	0.024
km 2 + 050 a km 2 + 150	0.031
km 2 + 150 a km 2 + 300	0.023
km 2 + 300 a km 2 + 450	0.011
km 2 + 450 a km 2 + 500	0.022
km 2 + 500 a km 2 + 650	0.017
km 2 + 650 a km 2 + 750	0.023
km 2 + 750 a km 2 + 825	0.025
km 2 + 825 a km 3 + 000	0.017
km 3 + 000 a km 3 + 050	0.058

Fuente: Elaboración propia.

En el canal de estudio presenta el valor máximo en la rugosidad de 0.058, los coeficientes de rugosidad obtenidas se asemejan a las utilizadas en canales de tierra y emboquillados.

Tabla 4.5.*Comportamiento del flujo*

Tramo	Rugosidad	N. Fr	Tipo de flujo
km 2 + 000 a km 2 + 050	0.024	0.814	Subcrítico
km 2 + 050 a km 2 + 150	0.031	0.561	Subcrítico
km 2 + 150 a km 2 + 300	0.023	0.483	Subcrítico
km 2 + 300 a km 2 + 450	0.011	0.962	Subcrítico
km 2 + 450 a km 2 + 500	0.022	0.608	Subcrítico
km 2 + 500 a km 2 + 650	0.017	1.107	Supercrítico
km 2 + 650 a km 2 + 750	0.023	0.746	Subcrítico
km 2 + 750 a km 2 + 825	0.025	0.655	Subcrítico
km 2 + 825 a km 3 + 000	0.017	0.758	Subcrítico
km 3 + 000 a km 3 + 050	0.058	0.395	Subcrítico

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4.5., se observa en el tramo km 3 + 000 a km 3 + 050 el coeficiente de rugosidad de a 0.058 y la disminución del número de Froude a 0.395 dando como resultado un flujo subcrítico, en cambio en el tramo km 2 + 500 a km 2 + 650 el coeficiente de rugosidad de 0.017 y un valor de número de Froude de 1.107

resultando un flujo supercrítico, en ambos casos la rugosidad juega un papel importante como el ser la fuerza resistente al flujo.

De lo descrito, anteriormente en el resultado del objetivo general, referido a la hipótesis general: "Mediante la evaluación hidráulica de irregularidades presentes en la sección transversal de canal; garantizaría niveles adecuados de rugosidad y la normal circulación del flujo", es coherente, con los resultados obtenidos, es importante realizar evaluaciones continuas en la sección del canal para no tener cambios elevados en la rugosidad.

V. DISCUSIÓN

La discusión de los resultados con los antecedentes se está realizando en orden de los objetivos, iniciando con los objetivos específicos y finalizando con el objetivo general.

Discusión 1:

El tramo en estudio km 2 + 000 al km 3 + 050; tiene la presencia de sedimentos, siendo el tramo km 2+000 al km 2+ 300 el más afectado con 0.1923 m³ de sedimentos.

Al respecto, Villar (2017), citado como antecedente nacional presenta valores de taludes en un 80% como material conglomerado propenso a erosionar, también, Roldan (2017) citado como antecedente nacional presenta, que el canal tiene irregularidades, sedimentos influyen en la pérdida de eficacia del canal. Asimismo, Molina (2011), citado como antecedente internacional, presenta taludes de corte de 5m que son un peligro para el canal. Además, Suarez (2009) se refiere que los taludes inestables ocasionan caídas de sedimentos. En tal sentido analizando los resultados se puede ver que los taludes adyacentes al canal intervienen en el funcionamiento normal del canal de riego.

Como se puede observar los valores determinados para el Objetivo específico 1, son consistentes con los antecedentes, por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

Discusión 2:

El canal en estudio está definido en el tramo km 2+000 al km 3+050, se encontraron 101 grietas, 138 desprendimientos de sello de juntas y 37 rupturas de borde, con el respectivo plan de mantenimiento constituido de 11 actividades.

Al respecto, Chiclote (2017), citado como antecedente nacional, presenta en su investigación 18 grietas, 3 rupturas, juntas sin sello asfáltico y la presencia de vegetación de un 25% en el canal. Asimismo, Jiménez (2015), citado como

antecedente internacional, presenta 23 problemas en el canal y plantea implementar programas de capacitación. Además, el MIDAGRI (2013), explica que es necesario tener un inventario del deterioro presente en los canales para poder plantear un plan de mantenimiento. En tal sentido, analizando estos resultados del inventario del deterioro es necesario implementar el plan de mantenimiento.

Como se puede observar los valores determinados para el Objetivo específico 2, son consistentes con los antecedentes, por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

Discusión 3:

En cuanto al caudal obtenido en el canal se tiene: Tramo km 2 + 300 a km 2 + 450 un caudal máximo de 0.269 m³/s; y en el tramo km 3+000 al km 3+050 un caudal mínimo de 0.140 m³/s.

Al respecto, Hancoccallo (2017), citado como antecedente nacional, presenta caudales entre 0.0186 m³/s a 0.0281 m³/s. Asimismo, Tipantasing (2018), citado como antecedente internacional, presenta caudales hasta 1.204 m³/s y un caudal promedio de 1.01 m³/s. Además, ANA (2010), manifiesta que el caudal es un componente importante para el dimensionamiento de canales con relación agua-suelo-planta. En tal sentido, referido a lo anterior el caudal es una característica necesaria para saber el comportamiento del flujo.

Como se puede observar los valores determinados para el Objetivo específico 3, son consistentes con los antecedentes, por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

Discusión 4:

El canal en estudio está determinado en las progresiva tramo km 2+000 al km 3+050, obteniendo valores de la rugosidad de 0.011 a 0.058, y número de Froude de 0.395 a 1.107, en el km 3 + 000 a km 3 + 050 se tiene una rugosidad de 0.058 y número de Froude de 0.395, dando como resultado un flujo subcrítico,

en el tramo km 2 + 500 a km 2 + 650 una rugosidad de 0.017 y de número de Froude de 1.107, resultando un flujo supercrítico.

Al respecto, Sinche (2018), citado como antecedente nacional, presenta rugosidades de 0,016 hasta 0,0277, número de Froude en rangos de 0.41 a 1.00, comportamiento hidráulico subcrítico. Asimismo, Carrasco (2019), citado como antecedente internacional, presenta rugosidades de 0.018 a 0.45 y N_F máximo = 0.53 con un tipo de flujo subcrítico. Igualmente, Casignia, citado como antecedente internacional, presenta régimen de flujo $N_F = 0.648$ subcrítico y $N_F = 1.188$ supercrítico. Además, Chow (1994), menciona que para poder clasificar un flujo o el comportamiento hidráulico es necesario aplicar la ecuación de Froude. En tal sentido, referido a lo anterior la rugosidad es una característica necesaria para saber el comportamiento del flujo.

Como se puede observar los valores determinados para el Objetivo General, son consistentes con los antecedentes, por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

VI. CONCLUSIONES

Las conclusiones, está en orden de los objetivos, iniciando con los objetivos específicos y finalizando con el objetivo general.

Conclusión 1:

El tramo km 2+000 al km 2+ 300 con taludes de corte adyacentes, presenta el valor máximo de sedimentos de 0.1923 m^3 ; los taludes con una geometría inadecuada al tipo de suelo intervienen en el canal con desprendimiento de partículas.

Conclusión 2:

El canal en estudio tramo km 2+000 al km 3+050, se localizaron 101 grietas, 138 desprendimientos de sello de juntas y 37 rupturas de borde; con la presencia de deterioro es importante implementar el plan de mantenimiento para garantizar la conservación del canal.

Conclusión 3:

Los caudales obtenidos en el canal son: caudal máximo de $0.269 \text{ m}^3/\text{s}$ y caudal mínimo de $0.140 \text{ m}^3/\text{s}$; en cuanto a los caudales donde hay presencia de deterioro el caudal tiende a disminuir.

Conclusión 4:

El tramo km 2+000 al km 3+050, tiene rugosidades de 0.011 a 0.058, N. Froude de 0.395 a 1.107; en el km 3 + 000 a km 3 + 050: tiene una rugosidad de 0.058, N. Froude de 0.395, flujo subcrítico. km 2 + 500 a km 2 + 650: rugosidad de 0.017, N. Froude de 1.107, con un flujo supercrítico; la rugosidad es un valor que varía al pasar el tiempo, si la rugosidad disminuye el material se vuelve más liso y con menos fuerza que resista al flujo, es decir que tendría un comportamiento supercrítico, por otro lado, si la rugosidad aumenta, el material se vuelve más áspero resultando ser más resistente al flujo, y por ende tener un comportamiento subcrítico, por consiguiente, el canal tiende a un comportamiento subcrítico.

VII. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones, está en orden de los objetivos, iniciando con los objetivos específicos y finalizando con el objetivo general.

Recomendación 1:

Se recomienda, plantear obras de arte como las zanjias de infiltración y la protección del talud adyacentes al canal para evitar la caída de partículas que puedan afectar al canal.

Recomendación 2:

Se recomienda, implementar un plan de mantenimiento adecuado a las características e irregularidades del canal, ejecutarlas como mínimo dos veces por año; para conservar el canal es condiciones óptimas.

Recomendación 3:

Se recomienda, agregar aditivos en la dosificación del concreto para restituir el revestido e incrementar la calidad en el sello asfaltico para las juntas.

Recomendación 4:

Se recomienda, evaluar constantemente las secciones del canal para tener un control apropiado de la rugosidad y garantizar la normal circulación del flujo.

REFERENCIAS

1. **Arboleda Orozco, Juan Fernando, Felipe Obando, Oscar Gustavo y Yerrén Suarez, Jorge Enrique . 2018.** *Manual de Hidrometría Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)*. Lima, Perú : Dirección de Hidrología (DHI), 2018.
2. **Arias, Fidas G. 2012.** *El proyecto de investigación introducción a la metodología científica*. 6a. Caracas, Venezuela : Epistem, C.A., 2012. pág. 146. ISBN: 980-07-8529-9.
3. **Arias, Jose Luis. 2020.** *Proyecto de tesis guia para la elaboracion de tesis*. 1a. Arequipa, Peru : Biblioteca Nacional del Peru, 2020. pág. 70. ISBN: 978-612-00-5506-9.
4. **Autoridad Nacional del Agua (ANA). 2010.** *Criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico*. Lima, Perú : s.n., 2010.
5. **Baena, Guillermina. 2017.** *Metodologia de la investigacion*. 3a. Cd. de Mexico, Mexico : Grupo Editorial Patria, 2017. pág. 157. ISBN: 978-607-744-748-1.
6. **Behar Rivero, Daniel Salomon. 2008.** *Metodologia de la investigacion*. Bogota, Colombia : Shalom, 2008. pág. 94. ISBN: 978-959-212-783-7.
7. **Bernal, César Augusto. 2010.** *Metodología de la investigación*. 3ª ed. Bogota, Colombia : Pearson Educación, 2010. pág. 320. ISBN: 978-958-699-128-5.
8. **Broto, Carles. 2005.** *Enciclopedia Broto de patologías de la construcción*. 1ra. Madrid, España : Leading International Key Services Barcelona, 2005. pág. 1389. 978-84-89861-95-4.

9. **Cadavid, Juan H. 2006.** *Hidraulica de Canales Fundamentos*. Pimera. Medellin : Fondo editorial universidad EAFIT, 2006. pág. 396.
10. **Carrasco, Xavier Alejandro. 2019.** *Estudio y caracterización hidráulica del óvalo 21 al óvalo 22 del canal de riego Ambato – Huachi - Pelileo, cantón Cevallos, provincia de Tungurahua*. Ambato, Ecuador : s.n., 2019.
11. **Casignia Andrade , Marcos Vinicio. 2014.** *Dimensionamiento hidráulico de una estructura de unión de dos canales*. Quito, Ecuador : s.n., 2014.
12. **Cegarra, Jose. 2004.** *Metodologia de la Investigacion Cientifica y Tecnologica*. 1a. Madrid : Diaz de Santos, 2004. pág. 372. ISBN: 84-7978-624-8.
13. **Coronado, Francisco. 1992.** *Diseño y construcción de canales*. 1ra. Lima, Perú : UNI, 1992. pág. 229.
14. **Chiclote, Oscar. 2017.** *Evaluación de la eficiencia de conducción del canal de riego el progreso Mayanal – Jaén – Cajamarca, tramo: Km, 00+000 -01+000*. Tesis de pregrado (Ingeniero Civil) : s.n., 2017.
15. **Chow, Ven Te. 1994.** *Hidráulica de canales abiertos*. 1a. Bogotá, Colombia : McGRAW-HILL INTERAMERICA S.A., 1994. pág. 337. ISBN: 958-600-228-4.
16. **Egg, Ezequiel Ander. 2011.** *Aprender a investigar: Nociones básicas para la investigación social*. 1a. Córdoba, Argentina : Brujas, 2011. pág. 190. ISBN 978-987-591-271-7.
17. **French, Richard F. 1988.** *Hidraulica de canales abiertos*. [trad.] M.I. Ariel Friedman. Mexico : McGcaw-Hill, 1988.

18. **Gardea, Humberto. 1999.** *Hidraulica de canales*. Tercera. s.l. : Fundacion ICA, A.C., 1999. pág. 191. 968-36-5014-7.
19. **Garnica, Paul y Pérez, Carlos. 2012.** *Metodología para la Gestión de Cortes Carreteros*. México D.F., México : IMT, 2012.
20. **Hanccoccallo, Max Oswaldo. 2017.** *Analisis de la rugosidad en el canal de concreto, par la evaluacion de la bariabilidad de la velocidad de flujo de diseño del proyecto de riego Jarroñas sector Pautina Comunidad Qquerocollana, distrito de Coparque - Espinar - Cusco*. Juliaca : s.n., 2017.
21. **Hernandez Sampieri, Roberto, Fernandez Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar. 2014.** *Metodologia de la investigacion*. 6a. Mexico D.F.,mEXICO : McGRAW-HILL INTERAMERICA EDITORES, 2014. pág. 632. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
22. **Hernandez, Roberto y Mendoza, Christian Paulina. 2018.** *Metodologia de la Investigacion, las rutas cuantitativas, cualitativas y mixtas*. 1a. Ciudad de Mexico, Mexico : McGRAW-HILL INTERAMERICA EDITORES, 2018. pág. 753.
23. **Jiménez Cadena , Santiago Javier . 2015.** *Evaluación de la contaminación en el sistema de riego acequia el Tambo, para optimización del recurso hídrico*. 2015.
24. **Mery , Horacio . 2013.** *Hidráulica aplicada al diseño de obras*. 1ra. Santiago, Chile : RIL, 2013. pág. 456. ISBN: 978-956-284-840-4.
25. **Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). 2013.** *Plan de operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica*. Lima, Perú : s.n., 2013.
26. **Molina Maragaño, Yoceline Andrea. 2011.** *Proyecto de ingeniería, diseño de la canalizacion del Estero Leña Seca*. 2011.

27. **Niño, Victor Miguel. 2011.** *Metodología de la investigación*. 1a. Bogotá, Colombia : Ediciones de la U, 2011. pág. 156. ISBN 978-958-8675-94-7.
28. **Ñaupas, Humberto, y otros. 2018.** *Metodología de la investigación Cuantitativa-Cualitativa y Redacción de la tesis*. 5a. Bogota, Colombia : Ediciones de la U, 2018. pág. 562. ISBN: 978-958-762-876-0.
29. **Rocha Felices, Arturo. 2010.** *Hidráulica de tuberías y canales*. 1ra. Lima Perú : Universidad Nacional de Ingeniería, 2010. pág. 538.
30. **Rodríguez, Pedro. 2008.** *Hidráulica II*. 1a. Oaxaca, Mexico : s.n., 2008. pág. 449.
31. **Roldan Luna, Antoni Edinson. 2017.** *Evaluación de las pérdidas de conducción en el canal La Mora en el tramo de la progresiva (0+600 – 1+600) - Chimbote – Cascajal - 2017*. Chimbote, Perú : s.n., 2017.
32. **Ruiz, Carlos. 2013.** *Instrumentos y Tecnicas de Investigación Educativa*. 3 a. Houston, Estados Unidos : BookBaby, 2013. pág. 376. ISBN: 978-148-354-752-7.
33. **Sinche, David Levi. 2018.** *Comportamiento hidráulico de flujos en canales abiertos para ubicar fallas - canal San Lorenzo - Jauja, 2017*. Huancayo : tesis de pregrado (Ingeniería Civil), 2018.
34. **Suarez, Jaime. 2009.** *Deslizamientos: Tecnicas de remediación*. 2009.
35. **Tamayo , Mario . 2004.** *El proceso de la investigación científica*. 4ta. México D.F., México : Limusa, S.A., 2004. pág. 122. ISBN: 958-9279-13-9.

36. **Tezanos, Ivana y Bottega, Alfonso. 2012.** *Obras de Riego para zonas montañosas*. 1ra. Cochabamba, Bolivia : s.n., 2012. pág. 236. ISBN: 978-99954-774-4-8.
37. **Tipantasing, Carlos Gonzalo. 2018.** *Estudio y caracterización hidraulica del ovalo 17 al ovalo 20 del canal de riego Ambato - Huachi - Pelileo, Canton Cevallos, Provincia de Tungurahua*. tesis de pregrado (Ingeniería Civil) : s.n., 2018.
38. **Urrutia, Norberto. 1992.** *Hidraulica de canales*. Cali, Colombia : s.n., 1992.
39. **Van Driel, Piet. 2013.** *Proyecto de gestión integral de la microcuenca Mariño – Apurímac I*. Abancay, Peru : s.n., 2013.
40. **Villar, Maria Veronica. 2017.** *Diseño de 4 Km del canal Unguay-Huaso-Provincia de Julcan-Region la Libertad*. tesis de pregrado (Ingeniería civil) : s.n., 2017.
41. **Villón Béjar, Máximo. 2008.** *Hidráulica de canales*. 2a. Cartago, Costa Rica : Tecnológica de Costa Rica, 2008. pág. 446. ISBN 978-9977-66-203-9.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Título: “Comportamiento del flujo en canales abiertos por cambios de rugosidad – canal Sahuinto, Abancay, Apurímac, 2021”

Autor: Br. Ronald Rojas Carrasco

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
V. INDEPENDIENTE						
Rugosidad	Se conceptualiza la rugosidad como la aspereza que tiene cada material y el estado de conservación, el cual posee diferente tamaño y forma (Rocha, 2010).	En el caso de la rugosidad se va obtener mediante la fórmula de Manning con los datos recogidos del canal mediante el correntómetro en las zonas donde exista irregularidades.	Tipo de revestido	Coefficiente de Rugosidad	Razón	MÉTODO: Científico
			Topografía de la zona	Pendiente	Razón	TIPO: Aplicada
V. DEPENDIENTE						
Comportamiento del flujo	El comportamiento hidráulico de flujo en canales está regido por efectos de la viscosidad, gravedad y las fuerzas inerciales, define como el efecto de la gravedad sobre el estado del flujo, como la relación de las fuerzas inerciales con las fuerzas gravitacionales (Chow, 1994).	Se realizará mediante la ecuación del N. de Froude para saber cuál es el comportamiento del flujo en el canal.	Condición de talud	Sedimento	Razón	NIVEL: Explicativo - Descriptivo
			Mantenimiento	Deterioro	Razón	DISEÑO: No experimental
			Caudal	Velocidad	Razón	MUESTREO: No probabilístico.
				Área mojada	Razón	TECNICA: Observación directa.

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: “Comportamiento del flujo en canales abiertos por cambios de rugosidad – canal Sahuinto, Abancay, Apurímac, 2021”

Autor: Br. Ronald Rojas Carrasco

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVO DEL ESTUDIO	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	V. Independiente				
La antigüedad y la falta de mantenimiento en los canales, generan alteración de la de la rugosidad, el deterioro de la superficie del revestido, produce el crecimiento de vegetación genera reducción del caudal y variación de las velocidades, afectando la normal circulación del flujo, no atendiendo la demanda de agua para las áreas de riego. ¿Cuál es la incidencia de los cambios de rugosidad en el comportamiento del flujo en canales abiertos?	Analizar la incidencia de los cambios de rugosidad en el comportamiento del flujo en canales abiertos.	Mediante la evaluación hidráulica de irregularidades presentes en la sección transversal de canal; garantizaría niveles adecuados de rugosidad y la normal circulación del flujo.	Rugosidad	Tipo de revestido	Coficiente de Rugosidad	Razón	MÉTODO: Científico
				Topografía de la zona	Pendiente	Razón	TIPO: Aplicada
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	V. Dependiente				
La inestabilidad del talud a lo largo del canal, ocasionan caídas de sedimentos generando variaciones de la velocidad, afectando la normal circulación del flujo, originando la erosión y en otros casos la sedimentación. ¿De qué manera interviene la condición del talud adyacente al recorrido del canal?	Determinar la intervención de la condición del talud adyacente al recorrido del canal.	La inestabilidad a lo largo del recorrido del canal en estudio requiere el planteamiento de obras de arte adyacentes al canal como las zanjas de infiltración, también, la protección del talud como la modificación de la pendiente, por lo cual se controlaría la caída de sedimentos, rocas; aseguraría mantener el canal libre de obstrucciones.	Comportamiento del flujo	Condición de talud	Sedimento	Razón	NIVEL: Explicativo - Descriptivo
				Mantenimiento	Deterioro	Razón	DISEÑO: No experimental
La falta de mantenimiento preventivo, correctivo y especiales en canales compromete directamente a la estructura reduciendo la vida útil para el cual fue diseñado y afectando el suministro de dotación necesario para cubrir la demanda de las áreas de riego. ¿Cuál sería el plan de mantenimiento que garantiza la conservación del canal?	Implementar un plan de mantenimiento que garantice la conservación del canal.	A partir del estudio se requiere implementar un adecuado plan de mantenimiento el cual garantizaría conservar la estructura en condiciones óptimas y atendiendo adecuadamente la demanda de las áreas de riego del canal.	Comportamiento del flujo	Caudal	Velocidad	Razón	MUESTREO: No probabilístico.
					Área mojada	Razón	TECNICA: Observación directa.
Con el paso del tiempo, el revestido del canal tiende a deteriorarse, observándose grietas en el concreto y desprendimiento del sello de las juntas, lo que da a lugar el crecimiento de vegetación, afectando el caudal del canal. ¿Qué valores alcanza el caudal en canales que presentan deterioro?	Determinar los valores que alcanza el caudal en canales que presentan deterioro	Para el revestido del canal dañado se plantea la sustitución con concreto especial y adición de aditivos, restitución de las juntas en el revestido; se evitaría la alteración del caudal en el canal.					

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 3: INSTRUMENTOS

**DOCUMENTOS PARA VALIDAR LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS**

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Mg. Ángel Maldonado Mendivil

Presente:

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiantes de la EP de Ingeniería Civil de la UCV, en la sede de Lima Norte, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de Ingeniero.


El título nombre de nuestro proyecto de investigación es: **“Comportamiento del flujo en canales abiertos por cambios de rugosidad – canal Sahuinto, Abancay, Apurímac, 2021”**, siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

Apellidos y Nombres del Autor ROJAS CARRASCO, Ronald	Firma 
DNI: 46929848	
ORCID: 0000-0001-5140-4089	

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable independiente 1: Rugosidad

Rocha (2010). Se conceptualiza la rugosidad como la aspereza que tiene cada material y el estado de conservación, el cual posee diferente tamaño y forma.

Variable dependiente 2: Comportamiento del flujo

Chow (1994). Está regido por efectos de la viscosidad, gravedad y las fuerzas inerciales, define como el efecto de la gravedad sobre el estado del flujo, como la relación de las fuerzas inerciales con las fuerzas gravitacionales.

Dimensiones de las variables:

Dimensión 1: Tipo de revestido

Chow (1994). Es representado por el tamaño y forma de los granos del material que forman el canal, como cuando el grano es más liso los valores de la rugosidad disminuye y en el caso que el grano es grueso la rugosidad se incrementa.

Dimensión 2: Topografía de la zona

Tezanos y Bottega (2012). Recomienda para trazar el canal debe adecuarse a la zona, no exceder en relleno y excavación, lo más importante es verificar que no exista cambio de régimen bruscos en el canal.

Dimensión 3: Condición de talud

Suarez (2009), El talud de corte se refiere a una superficie inclinada con respecto a la horizontal compuestas del mismo suelo o roca, la inestabilidad talud ocasiona caídas de sedimentos por factores como una mala inclinación, falta de perfilado a lo largo del canal.

Dimensión 4: Mantenimiento

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2013). Es una actividad muy importante para el funcionamiento del sector hidráulico y se refiere al conjunto de trabajos a realizar con el propósito de conservar en condiciones óptimas el sistema de riego.

Dimensión 5: Caudal

Autoridad Nacional del Agua (2010). Es la cantidad de agua que circula en el canal es un componente importante para el dimensionamiento de los canales de riego, el cual se asocia a la disponibilidad del recurso para tener una relación agua-suelo-planta.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICES	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTOS	
Rugosidad	Tipo de revestido	Coefficiente de Rugosidad	Adimensional	Razón	Ficha de recolección de datos Levantamiento topográfico	
	Topografía de la zona	Pendiente	m/m	Razón		
Comportamiento del flujo	Condición de talud	Sedimento	m ³	Razón		
	Mantenimiento	Deterioro	Unidad	Razón		
	Caudal	Velocidad		m/s		Razón
		Área mojada		m ²		Razón

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 4: VALIDEZ

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE Comportamiento del flujo

N.º	VARIABLES/DIMENSIONE/INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE 1:	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
	DIMENSIÓN 1:	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
1	Tipo de revestido	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
	DIMENSIÓN 2:	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
2	Topografía de la zona	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
	VARIABLE DEPENDIENTE 2:	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
	DIMENSIÓN 1:	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
3	Condición de talud	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
	DIMENSIÓN 2:	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
4	Mantenimiento	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
	DIMENSIÓN 3:	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
5	Caudal	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Angel Maldonado Mendivil DNI: 06788424

Especialidad del validador: Ingeniero Mecánico de Fluidos

¹Pertinencia : El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma

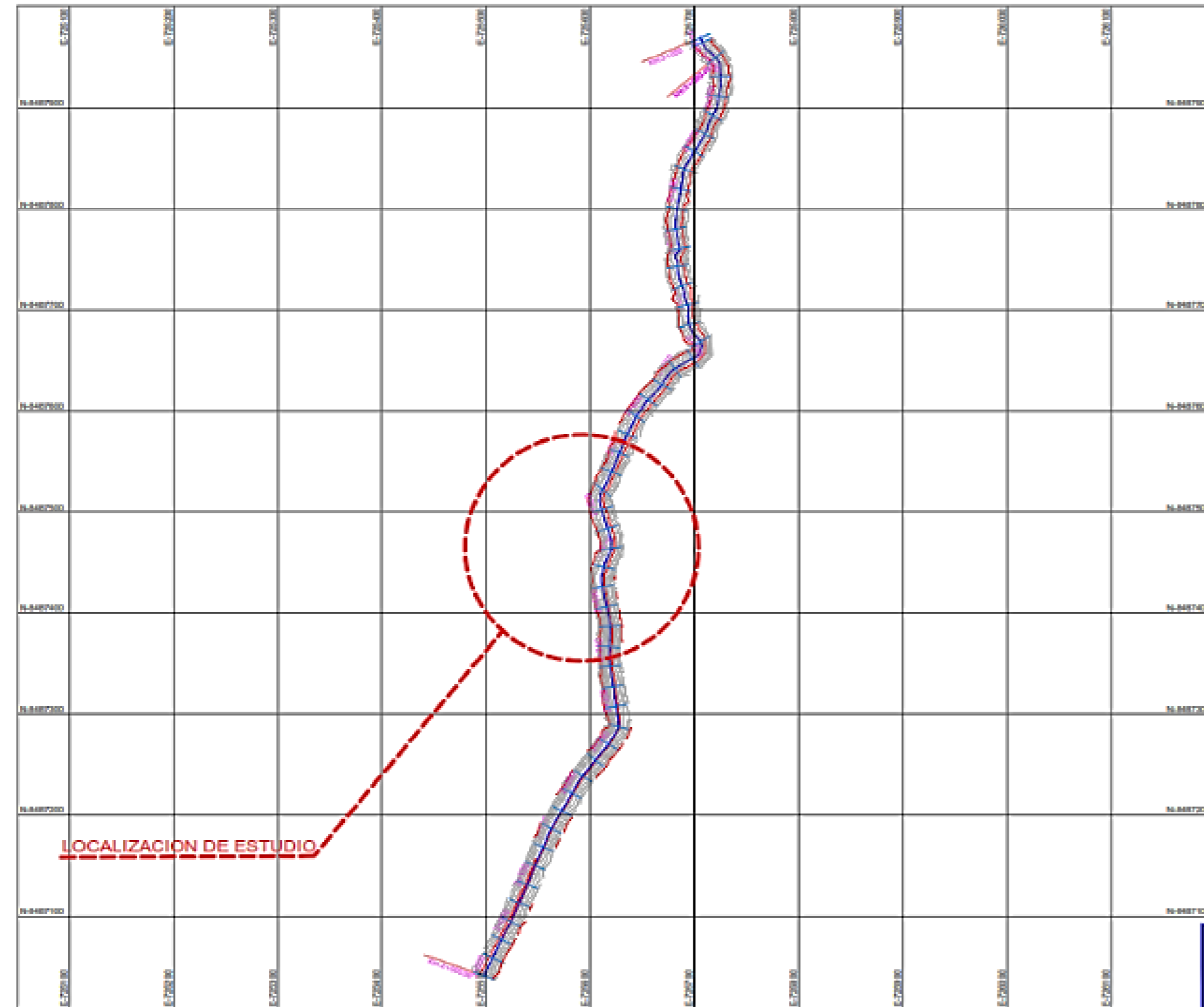

 Angel Maldonado Mendivil
 Ingeniero Mecánico de Fluidos
 C.I.P. 71251
 ESP. EN HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

ANEXO 5: PLANOS

Canal Sahuinto



Imagen satelital del canal en estudio



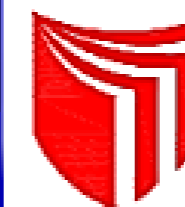
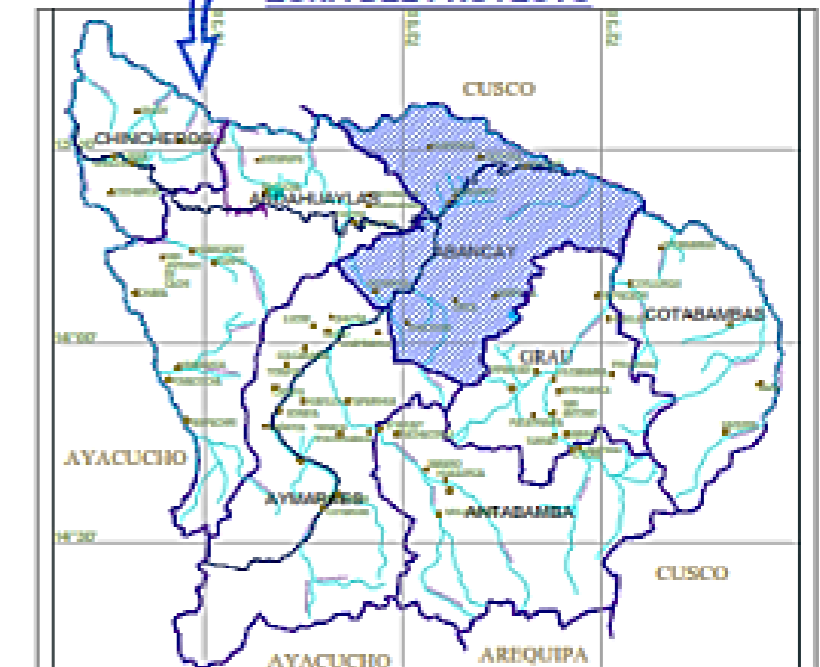
LOCALIZACIÓN DE ESTUDIO

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO
esc 1/4250

UBICACION POLITICA DEL PROYECTO



ZONA DEL PROYECTO



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

TÍTULO: **UBICACION Y LOCALIZACION**

AUTORES: **Dr. Ronald Rojas Carrasco**

LÁMINA:

TÍTULO: **Comportamiento del flujo en canales abiertos por curvas de velocidad - canal Tachabán, Arequipa, Apurímac, 2021**

UL-01

UNIDAD INVESTIGACION: **Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento**

ESCALA: **Indicada**

FECHA: **Diciembre, 2021**

ANEXO 6: PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1. Presencia de vegetación en el canal



Fotografía 2. Grietas en el canal



Fotografía 3. Presencia de sedimentos en el canal



Fotografía 4. Canoa en malas condiciones



Fotografía 5. Medición con correntómetro



Fotografía 6. Midiendo la rotura de borde

ANEXO 7: SOLICITUD

Solicito: Autorización para realizar el Levantamiento Topográfico y la obtención de datos.

Señor presidente Cesar Mendoza Cahuana
Comité de Usuarios de San Gabriel Canal Sahuinto

Yo, ROJAS CARRASCO Ronald, Bachiller en Ingeniería Civil, identificado con D.N.I. N° 46929848, con domicilio en la Urb. Tablada Alta S/N Abancay, Apurímac, ante Ud. Con el debido respeto me presente y expongo.

Que, en mi condición de estudiante de la Universidad Cesar Vallejo, solicito a usted la autorización para realizar el levantamiento topográfico y obtención de datos con el correntómetro en el canal de riego San Gabriel, con fines de realizar la Tesis que tiene por título "Comportamiento del flujo en canales abiertos por cambios de velocidad – canal Sahuinto, Abancay, Apurímac, 2021"

Por lo tanto:

Ruego a usted Señor presidente del Comité de Usuarios de San Gabriel Canal Sahuinto acceda a mi petición, por ser de justicia que anhelo alcanzar.

Abancay, 23 de octubre del 2021



ROJAS CARRASCO Ronald
D.N.I. N° 46929848

COMITE DE USUARIOS SAN GABRIEL
CANAL SAHUINTO
Cesar Mendoza Cahuana
PRESIDENTE

Recibido el 23-10-21
A las 3.30 P.M.
Se autoriza la misma

ANEXO 8: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



ECOSISTEM S.A.C
LAB. DE AGUAS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LA 023-2021

1.- Solicitante	ECOSISTEM S.A.C.	4.- Fecha de Calibración:	26 de Febrero del 2021
2.- Dirección	AV, San Juan Mz K Lt 07 - Ate	5.- Lugar de Calibración:	LAB. ECOSISTEM S.A.C
3.- Instrumento	CORRENTOMETRO	6.- Condiciones de Calibración	
Marca/Fabricación:	GLOBAL WATER	Temperatura Ambiental:	28 °C
Modelo:	FP 111	Temperatura del agua:	17,5 °C
Serie:	1513001470	Punto de V. Media:	a 15 cm del espejo de agua
Tipo de Medición:	vadeo		
Identificación de Helice:	19-2021		
Tipo de Soporte:	Varilla		

7.- Metodo de Calibracion

La Calibración fue hecha bajo la norma ISO 3455:2007 - Calibración de Medidores de corriente en tanques rectos abiertos - Limite de Calibración 0 -3 m/s

8.- Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizadas tienen trazabilidad a los patrones nacionales de INACAL-DM, en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legas de Unidades de Medida del Peru (SLUMP).

Para la calibración se utilizo un cronometro tipo 1 Marca:Casio-Modelo:HS-50W con certificado numero TS-0163-2020 Calibrado el 11/12/2020;Cinta Metrica Marca: STANLEY con certificado numero L-1374-2020 calibrado el 11/12/2020; Termohigrometro Marca: Boheco con Certificado numero T-44583-2020 Calibrado el 11/12/2020

9.- Observaciones

Los resultados del certificado son validos solo para el objeto calibrado, se refieren al momento, condiciones en que se realizarán las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debe tener un control de mantenimiento y recalibraciones apropiadas para cada instrumento.

ECOSISTEM S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo despues de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aqui declaradas.

Este certificado no podra ser reproducido parcialmente, excepto con autorización de ECOSISTEM S.A.C.

SAULO QUISPE LINO
Jefe de Laboratorio de Calibración
ECOSISTEM S.A.C

**ANEXO 9: MEDICIÓN DE LA VELOCIDAD Y CAUDAL CON EL
CORRENTÓMETRO**

1.- AFORO DE CANAL

1.1.- ALCANCE

El trabajo desarrollado se sustenta en las normas técnicas internacionales y nacionales contenidas en el Reglamento Técnico de Hidrología de OMM, el Manual de aforos de caudales del Shenamhi, la Guía de prácticas hidrológicas OMM y diferentes normas ISO que se lista líneas abajo.

- ISO 4373, 1995, Medición de flujo en canales abiertos – Dispositivos de medición de nivel de flujo.
- ISO 748, 1997, Medición del flujo de líquido en canales abiertos. Método área velocidad.
- Manual de Hidrometría Shenamhi, Documento técnico 001- SENAMHI-DHI-2018.

1.2.- METODOLOGÍA DEL TRABAJO

- La metodología aplicada para la obtención del caudal de los puntos fue la de AREA – VELOCIDAD, el cual consiste en dividir la sección transversal del cauce en franjas verticales, en cada una de las cuales se mide el área y velocidad media, la suma de los caudales parciales que transporta cada franja representa el caudal total que pasa por toda la sección del cauce (Metodología especificada en el Manual de Hidrometría Shenamhi, Documento técnico 001- SENAMHI-DHI-2018).

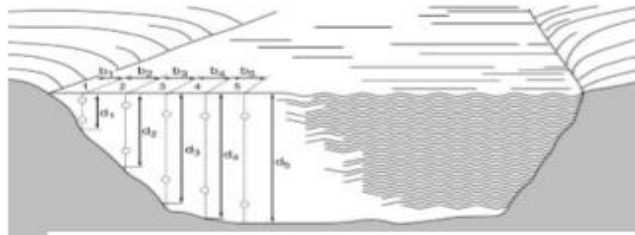


Imagen 2 – sección de control en un curso de agua, dividido en sub áreas.

ECOSISTEM S.A.C.

Ian L. Salazar Tupia
Técnico de Laboratorio

➤ Método aplicado en la medición y espaciamiento de la sección transversal.



**INSTRUMENTACION AMBIENTAL – HIDROLOGIA – HIDRAULICA
- ENERGIA RENOVABLES**

- Para la medición del ancho del cauce se empleó una cinta graduada de 60 m, marca Stanley.
 - Para la medición del tirante se usó correntómetro Global Wáter..
- **Método aplicado en la medición de la velocidad media en una vertical.**
- El método aplicado para la obtención de la velocidad media fue el "Método de los Puntos Reducidos", el cual se muestra en la tabla N° 2.

Número de mediciones	Profundidad del curso de agua en cm.	Puntos de observación (medidos desde la superficie libre)	Velocidad media
1	30 - 60	0.6 D	$V_{media} = V_{0.6}$
2	60 - 300	0.2 y 0.8 D	$V_{media} = 0.5 (V_{0.2} + V_{0.8})$
3	300 - 600	0.2, 0.6 y 0.8 D	$V_{media} = 0.25 (V_{0.2} + 2 V_{0.6} + V_{0.8})$
5	+ 600	30 cm, 0.2, 0.6, 0.8 D y 30 cm sobre el fondo	$V_{media} = 0.1 (V_{superf.} + 3V_{0.2} + 2 V_{0.6} + 3V_{0.8} + V_f)$

Tabla N° 2 – Método de los puntos Reducidos.

- **Nota**

El criterio establecido para la medición de la velocidad media en este trabajo fue el Método de un Punto, el Método de dos puntos y de tres puntos.


ECOSISTEM S.A.C.
Ian L. Salazar Tupia
Técnico de Laboratorio

➤ **Procedimiento para la realización del trabajo.**

Urbanización Alameda de Ate Mz – k – Lt 7 – Ate - Lima
Telf.: 7788111
Web: www.ecosistemasac.com

2.- TRABAJO DESARROLLADO

- AFORO 1 – CANAL SAHUINTO – PROGRESIVA 2+000
- Ubicaciones coordenadas UTM
 - Zona: 18L.
 - Coordenadas Este: 0725513.00 mE.
 - Coordenada Norte: 8487048.00 mN.



FOTOGRAFÍA N° 2: Se visualiza el Punto Aforo 1 – Canal Sahuinto.

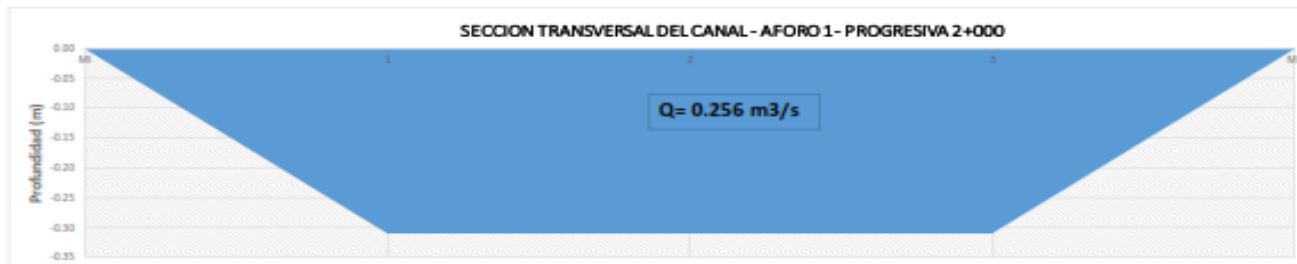
ECOSISTEM S.A.C.

Ian L. Salazar Tupia
Técnico de Laboratorio



INSTRUMENTACION AMBIENTAL – HIDROLOGIA – HIDRAULICA - ENERGIA RENOVABLES

ESTACION	: AFORO 1	HORA INICIAL	: 13:20 Hrs	LECTURA ESCALA	: NO EXISTE ESTACION	CORRENTO.	: OLOSAL WATER - #P 111 S/N - 1513002470							
RIO	: CANAL-ABANCAY	HORA FINAL	: 13:40 Hrs	INICIAL:	: NO EXISTE ESTACION	LASTRE	: VADEO							
CUENCA	: CANAL-ABANCAY	FECHA	: 23/11/2021	FINAL:	: NO EXISTE ESTACION	REV. POR	: MOLINETE							
C. REGIONAL	: ABANCAY			PROMEDIO:	: NO EXISTE ESTACION	AFORADOR	: SAULO QUIISPE LIND.							
AREA TOTAL:	0.233 m ²	VELOCIDAD MEDIA:	0.85 m/s	DESCARGA TOTAL	0.256 m ³ /s									
TRABAJO DE CAMPO				TRABAJO DE GABINETE										
SONDEOS		CORRENTOMETRO			VELOCIDAD			SECCION	DESCARGA	OBSERVACIONES				
Puntos	Distancia	Profundidad	Profund. de Observación	Rev.	Tiempo	N	En el punto	En superficie			Med. en el tramo	Profund. media	Ancho	Area
	m	m	m	metros	segundos		m/seg	m/seg	m/seg	m	m	m ²	m ³ /seg	
MARGEN IZQUIERDA														
MI	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0					
1	0.14	0.31	0.6	0.19	0	30	0	1.4	1.4	0.7	0.18	0.14	0.022	0.015
2	0.445	0.31	0.6	0.19	0	30	0	1.2	1.2	1.300	0.31	0.305	0.095	0.123
3	0.75	0.31	0.6	0.19	0	30	0	1.3	1.3	1.250	0.31	0.305	0.095	0.118
MD	0.89	0.00	0	0	0	0	0	0	0.000	0.18	0.14	0.022	0.000	
MARGEN DERECHA														
Max TIR		0.51												
Prom:		0.31							0.850		SUMA	0.233	0.256	



FICHA N° 1: Cálculos Aforo 1 – Canal Sahuint



**INSTRUMENTACION AMBIENTAL - HIDROLOGIA - HIDRAULICA
- ENERGIA RENOVABLES**

- **AFORO 2 – CANAL SAHUINTO – PROGRESIVA 2+100**
- **Ubicaciones coordenadas UTM**

- Zona: 18L.
- Coordenadas Este: 0725555.00 mE.
- Coordenada Norte: 8489140.00 mN.



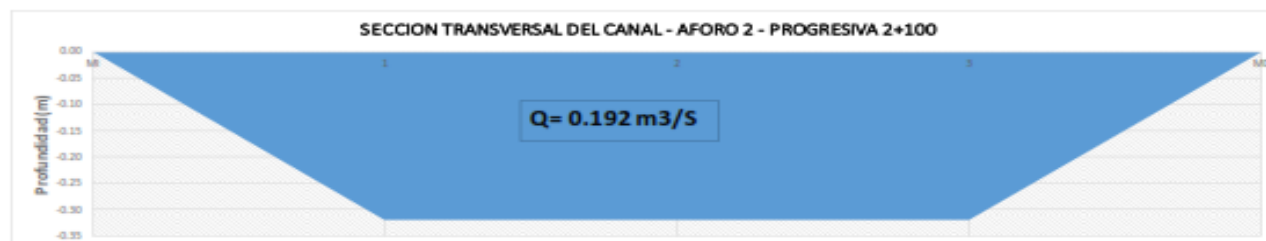
FOTOGRAFIA N° 3: Punto Aforo 2- Canal Sahuinto.

ECOSISTEM S.A.C.
[Handwritten Signature]
Ian L. Salazar Tupia
Técnico de Laboratorio



INSTRUMENTACION AMBIENTAL – HIDROLOGIA – HIDRAULICA - ENERGIA RENOVABLES

ESTACION : AFORO 2	HORA INICIAL : 13:50 Hrs	LECTURA ESCALA: NO EXISTE ESTACION	COMENTO. : GLOBAL WATER - FP 111 S/N - 3519001470										
RIO : CANAL-ABANCAY	HORA FINAL : 14:10 Hrs	INICIAL: NO EXISTE ESTACION	LASTRE : VADEO										
CUENCA : CANAL-ABANCAY	FECHA : 23/11/2021	FINAL: NO EXISTE ESTACION	REV. POR. : HELICE										
C. REGIONAL : ABANCAY		PROMEDIO: NO EXISTE ESTACION	AFORADOR : SAULO QUISPE LINO.										
AREA TOTAL: 0.253 m ²	VELOCIDAD MEDIA: 0.24 m/s	DESCARGA TOTAL: 0.192 m ³ /s											
TRABAJO DE CAMPO				TRABAJO DE GABINETE				OBSERVACIONES					
SONDEOS		CORRENTOMETRO		VELOCIDAD		SECCION							
Puntos	Distancia	Profundidad	Profund. de Observación	Rev.	Tiempo	N	En el punto	En superficie	Med. en el tramo	Profund. media	Ancho	Area	DESCARGA
	m	m	m	metros	segundos		m/seg	m/seg	m/seg	m	m	m ²	m ³ /seg
MARGEN IZQUIERDA													
Mi	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
1	0.17	0.32	0.6	0.19	0	30	0	1	0.5	0.16	0.17	0.027	0.014
2	0.48	0.32	0.6	0.19	0	30	0	0.9	0.95	0.32	0.31	0.099	0.054
3	0.79	0.32	0.6	0.19	0	30	0	0.6	0.65	0.32	0.31	0.099	0.054
4	0.96	0.00	0	0.00	0	0	0	0	0	0.16	0.17	0.027	0.000
MARGEN DERECHA													
Max TIR		0.32											
Prom.		0.32								0.24 SUMA		0.253	0.192



ECOSISTEM S.A.C.

 Ian L. Salazar Tupia
 Técnico de Laboratorio

FICHA Nº 2: Cálculos Aforo 2 – Canal Sahuinto

Urbanización Alameda de Ate Mz – k – Lt 7 – Ate - Lima
 Telf.: 7788111
 Web: www.ecosistemasac.com



**INSTRUMENTACION AMBIENTAL - HIDROLOGIA - HIDRAULICA
- ENERGIA RENOVABLES**

- **AFORO 3 – CANAL SAHUINTO – PROGRESIVA 2+200**
- **Ubicaciones coordenadas UTM**

- Zona: 18L.
- Coordenadas Este: 0725595.00 mE.
- Coordenada Norte: 8487231.00 mN.



FOTOGRAFÍA N° 4: Punto Aforo 3 – Canal Sahuinto.

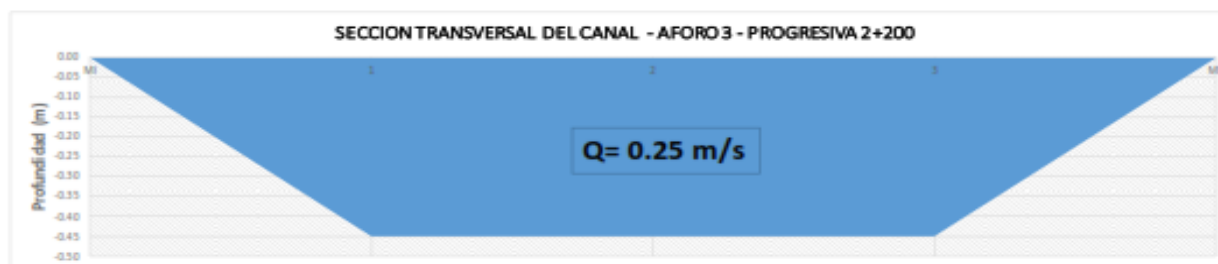
ECOSISTEM S.A.C.
LSL
Ian L. Salazar Tupia
Técnico de Laboratorio

Urbanización Alameda de Ate Mz – k – Lt 7 – Ate - Lima
Tel.: 7788111
Web: www.ecosistemasac.com



INSTRUMENTACION AMBIENTAL - HIDROLOGIA - HIDRAULICA - ENERGIA RENOVABLES

ESTACION : AFORO 3		HORA INICIAL : 14:13 Hrs		LECTURA ESCALA: NO EXISTE ESTACION		CORRIENTO. : GLOBAL WATER - FP 111 5/N : 1513003470							
RIO : CANAL-ABANCAY		HORA FINAL : 14:20 Hrs		INICIAL: NO EXISTE ESTACION		LASTRE : VADEO							
CUENCA : CANAL-ABANCAY		FECHA : 23/11/2021		FINAL: NO EXISTE ESTACION		REV. POR. : HELICE							
C. REGION: ABANCAY				PROMEDIO: NO EXISTE ESTACION		AFORADOR : SAULO QUISEP LING.							
AREA TOTAL: 0.32 m ²		VELOCIDAD MEDIA: 0.72 m/s		DESCARGA TOTAL: 0.25 m ³ /s									
TRABAJO DE CAMPO				TRABAJO DE GABINETE				OBSERVACIONES					
SONDEOS		CORRENTOMETRO		VELOCIDAD		SECCION							
Puntos	Distancia	Profundidad	Profund. de Observación	Rev.	Tiempo	N	En el punto		En superficie	Med. en el tramo	Profund. media	Ancho	Area
	m	m	m	metros	segundos		m/seg	m/seg	m/seg	m	m	m ²	m ³ /seg
MARGEN IZQUIERDA													
MI	0	0.00	0	0	0	0	0	0					
1	0.23	0.45	0.6	0.27	0	30	0	1.00	0.5	0.23	0.23	0.05	0.020
2	0.53	0.45	0.6	0.27	0	30	0	0.80	0.9	0.45	0.3	0.14	0.122
3	0.83	0.45	0.6	0.27	0	30	0	0.70	0.80	0.45	0.3	0.14	0.101
MD	1.00	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0.70	0.00	0	0.00	0.000
MARGEN DERECHA													
Max TIR	0.5												
Prom:	0.45												
											SUMA	0.32	0.25



FICHA N° 3: Cálculos Aforo 3 – Canal Sahuinto.



**INSTRUMENTACION AMBIENTAL – HIDROLOGIA – HIDRAULICA -
ENERGIA RENOVABLES**

- **AFORO 4 – CANAL SAHUINTO – PROGRESIVA 2+400**
- **Ubicaciones coordenadas UTM**

- Zona: 18L.
- Coordenadas Este: 0725595.00 mE.
- Coordenada Norte: 8487231.00 mN.



FOTOGRAFIA N° 5: Punto Aforo 4 – Canal Sahuinto.

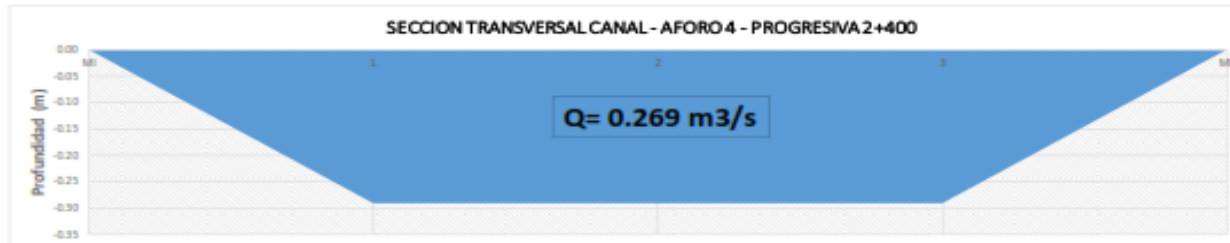
ECOSISTEM S.A.C.
ES
Ian L. Salazar Tupia
Técnico de Laboratorio

Urbanización Alameda de Ato Mz – k – Lt 7 – Ato - Lima
Tel.: 7788111
Web: www.ecosistemasac.com



INSTRUMENTACION AMBIENTAL – HIDROLOGIA – HIDRAULICA - ENERGIA RENOVABLES

ESTACION : AFORO 4	HORA INICIAL : 14:25 Hrs	LECTURA ESCALA: NO EXISTE ESTACION	CORRENTO. : GLOBAL WATER - FP 111 5/N : 1513001470											
RIO : CANAL-ABANCAY	HORA FINAL : 14:35 Hrs	INICIAL : NO EXISTE ESTACION	LASTRE : VADEO											
CUENCA : CANAL-ABANCAY	FECHA : 23/11/2021	FINAL: NO EXISTE ESTACION	REV. POR. : HELICE											
C. REGION: ABANCAY		PROMEDIO: NO EXISTE ESTACION	AFORADOR : SAULO QUISPE LINO.											
AREA TOTAL: 0.209 m ²	VELOCIDAD MEDIA: 1.167 m/s		DESCARGA TOTAL 0.269 m ³ /s											
TRABAJO DE CAMPO						TRABAJO DE GABINETE							OBSERVACIONES	
SONDEOS		CORRENTOMETRO				VELOCIDAD			SECCION			DESCARGA		
Puntos	Distancia	Profundidad	Profund. de Observación		Rev.	Tiempo	N	En el punto	En superficie	Med. en el tramo	Profund. media			Ancho
	m	m	m	metros		segundos		m/seg	m/seg	m/seg	m	m	m ²	m ³ /seg
MARGEN IZQUIERDA														
MI	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0					
1	0.2	0.29	0.6	0.17	0	30	0	1.5	1.5	0.750	0.15	0.20	0.029	0.022
2	0.51	0.29	0.6	0.17	0	30	0	1.4	1.4	1.450	0.29	0.31	0.090	0.130
3	0.82	0.29	0.6	0.17	0	30	0	1.2	1.2	1.300	0.29	0.31	0.090	0.117
MD	1.02	0.00	0	0.00	0	0	0	0	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000
MARGEN DERECHA														
Max TIR		0.39												
Prom:		0.29								1.167		SUMA	0.209	0.269



FICHA N° 4: Cálculos Aforo 4 – Canal Sahuin.

Urbanización Alameda de Ate Mz – k – Lt 7 – Ate - Lima
 Telf.: 7788111
 Web: www.ecosistemasac.com

ECOSISTEM S.A.C.

 Ian L. Salazar Tupia
 Técnico de Laboratorio



**INSTRUMENTACION AMBIENTAL – HIDROLOGIA – HIDRAULICA -
ENERGIA RENOVABLES**

- **AFORO 5 – CANAL SAHUINTO – PROGRESIVA 2+490**
- **Ubicaciones coordenadas UTM**

- Zona: 18L.
- Coordenadas Este: 0725675.00 mE.
- Coordenada Norte: 8487502.00 mN.



FOTOGRAFIA N° 5: Punto Aforo 5– Canal Sahuinto.

ECOSISTEM S.A.C.

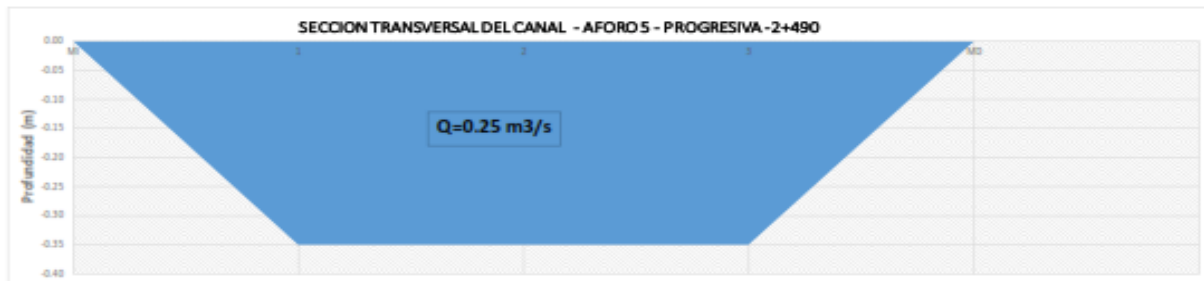
Ian L. Salazar Tupia
Técnico de Laboratorio

Urbanización Alameda de Ato Mz – k – Lt 7 – Ato - Lima
Telf.: 7788111
Web: www.ecosystemsac.com



INSTRUMENTACION AMBIENTAL – HIDROLOGIA – HIDRAULICA - ENERGIA RENOVABLES

ESTACION	: AFORO 5		HORA INICIAL	: 14:30:00 Hrs	LECTURA ESCALA:	NO EXISTE ESTACION		CORRENTO.	: GLOBAL WATER - FP 111 5/N : 1513001470						
RIO	: CANAL - SAHUNTO		HORA FINAL	: 15:00:00 Hrs	INICIAL	NO EXISTE ESTACION		LASTRE	: VADEO						
CUENCA	: CANAL - SAHUNTO		FECHA	: 23/11/2021	FINAL	NO EXISTE ESTACION		REV. POR	: HELICE						
C. REGIONAL	: ABANCAY				PROMEDIO	NO EXISTE ESTACION		AFORADOR	: SAULO QUISPE LIMO						
AREA TOTAL:	0.266 m ²		VELOCIDAD MEDIA:	0.8 m/s		DESCARGA TOTAL:	0.25 m ³ /s								
TRABAJO DE CAMPO			CORRENTOMETRO			VELOCIDAD			TRABAJO DE GABINETE						
Puntos	SONDEOS		Profund. de Observación				En el punto			SECCION		DESCARGA	OBSERVACIONES		
	Distancia	Profundidad	m	metros	Rev.	Tiempo	N	m/seg	En superficie	Med. en el tramo	Profund. media			Ancho	Area
	m	m				segundos					m	m	m ²		
MARGEN IZQUIERDA															
MI	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0.18	0.35	0	0.00	0	30	0	1	0.5	0.18	0.18	0.18	0.032	0.018	
2	0.47	0.35	0	0.21	0	30	0	1.2	1.1	0.35	0.25	0.25	0.102	0.112	
3	0.75	0.35	0	0.00	0	30	0	1	1.1	0.35	0.25	0.25	0.102	0.112	
MD	0.94	0.00	0	0.00	0	0	0	0	0	0.50	0.18	0.18	0.032	0.018	
MARGEN DERECHA															
Max TIR	0.35														
Prom:	0.26														
											SUMA	0.266	0.25		



FICHA Nº 4: Cálculos Aforo 5 – Canal Sahunto.

Urbanización Alameda de Ate Mz – k – Lt 7 – Ate - Lima
 Telf.: 7788111
 Web: www.ecosistemasac.com

ECOSISTEM S.A.C.

 Ian L. Salazar Tupia
 Técnico de Laboratorio



**INSTRUMENTACION AMBIENTAL – HIDROLOGIA – HIDRAULICA -
ENERGIA RENOVABLES**

- **AFORO 6 – CANAL SAHUINTO – PROGRESIVA 2+530**
- **Ubicaciones coordenadas UTM**

- Zona: 18L.
- Coordenadas Este: 00725646.00 mE.
- Coordenada Norte: 8487588.00 mN.



FOTOGRAFÍA N° 6: Punto Aforo 6 – Canal Sahuinto.

ECOSISTEM S.A.C.

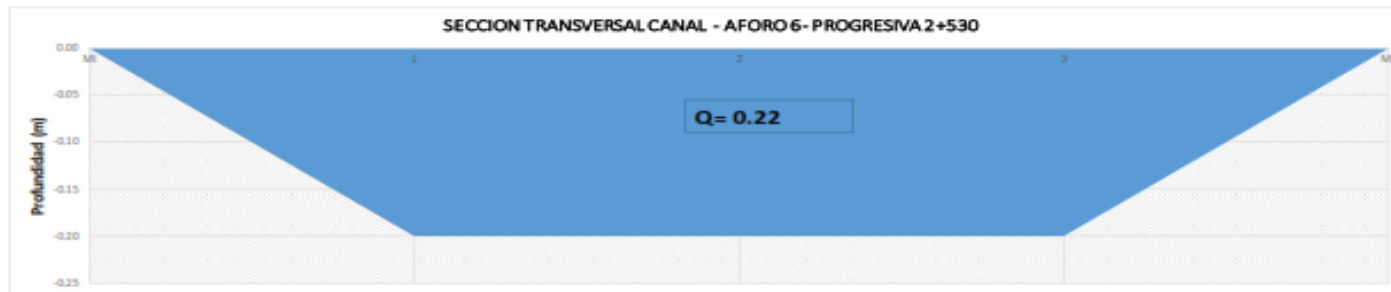
Ian L. Salazar Tupia
Técnico de Laboratorio

Urbanización Alameda de Ato Mz – k – Lt 7 – Ato - Lima
Tel.: 7788111
Web: www.ecosistemasac.com



INSTRUMENTACION AMBIENTAL – HIDROLOGIA – HIDRAULICA - ENERGIA RENOVABLES

ESTACION	: AFORO 6		HORA INICIAL	: 13:10 Hrs	LECTURA ESCALA:	NO EXISTE ESTACION		CORRENTO	: GLOBAL WATER - FP 111 S/N : 1513001470						
Nº	: CANAL - ABANCAY		HORA FINAL	: 13:20 Hrs	INICIAL	NO EXISTE ESTACION		LASTRE	: VADEO						
CUENCA	: CANAL-ABANCAY		FECHA	: 23/11/2021	FINAL	NO EXISTE ESTACION		REV. POR	: HEUCE						
C. REGIONAL	: ABANCAY				PROMEDIO	NO EXISTE ESTACION		AFORADOR	: SAULO QUISPE LINO						
AREA TOTAL:	0.15 m ²		VELOCIDAD MEDIA:	1.31 m/s				DESCARGA TOTAL:	0.22 m ³ /s						
SONDEOS			TRABAJO DE CAMPO					TRABAJO DE GABINETE					OBSERVACIONES		
Puntos	Distancia	Profundidad	CORRENTOMETRO			VELOCIDAD			SECCION			DESCARGA			
			Profund. de Observación	Rev.	Tiempo	N	En el punto	En superficie	Med. en el tramo	Profund. media	Ancho			Area	
	m	m	m	metros		segundos		m/seg	m/seg	m/seg	m	m		m ²	m ³ /seg
	MARGEN IZQUIERDA														
MI	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0			
1	0.09	0.20	0.6	0.12	0	0.3	0	1.50	1.50	1.50	0.10	0.09		0.01	0.0135
2	0.425	0.20	0.6	0.12	0	0.3	0	1.40	1.40	1.45	0.20	0.335		0.07	0.0972
3	0.70	0.20	0.6	0.12	0	0.3	0	1.60	1.60	1.50	0.20	0.335		0.07	0.1005
MD	0.85	0.00	0	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0.80	0.10	0.09		0.01	0.0072
	MARGEN DERECHA														
	Max Tir	0.21													
	Prom:	0.15								1.31		SUMA	0.15	0.22	



FICHA Nº 6: Cálculos Aforo 6 – Canal Sahuinto.

Urbanización Alameda de Ate Mz – k – Lt 7 – Ate - Lima
 Telf.: 7788111
 Web: www.ecosistemasac.com

ECOSISTEM S.A.C.

 Ian L. Salazar Tupia
 Técnico de Laboratorio



**INSTRUMENTACION AMBIENTAL – HIDROLOGIA – HIDRAULICA -
ENERGIA RENOVABLES**

- **AFORO 7 – CANAL SAHUINTO – PROGRESIVA 2+705**
- **Ubicaciones coordenadas UTM**

- Zona: 18L.
- Coordenadas Este: 00725712.00 mE.
- Coordenada Norte: 8487686.00 mN.



FOTOGRAFÍA N° 6: Punto Aforo 7 – Canal Sahuinto.

ECOSISTEM S.A.C.

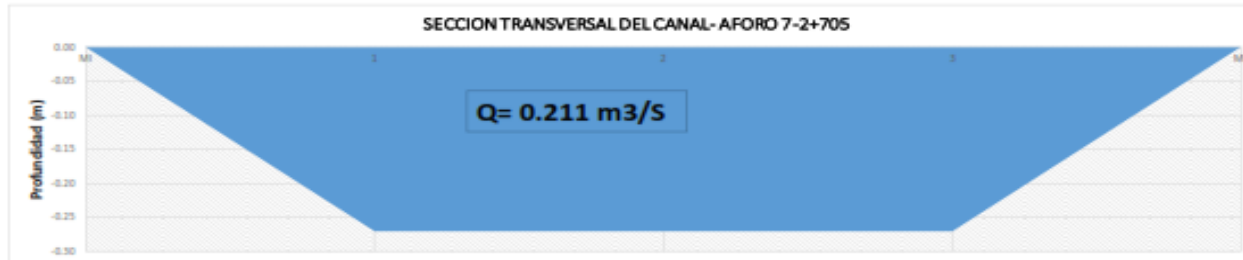
Ian L. Salazar Tupia
Técnico de Laboratorio

Urbanización Alameda de Ato Mz – k – Lt 7 – Ato - Lima
Telf.: 7788111
Web: www.ecosistemasac.com



INSTRUMENTACION AMBIENTAL – HIDROLOGIA – HIDRAULICA - ENERGIA RENOVABLES

ESTACION	: AFORO 7	HORA INICIAL	: 15:30 Hrs	LECTURA ESCALA:	NO EXISTE ESTACION	CORRENTO.	: GLOBAL WATER - FP 111 5/N : 1513001470							
RIO	: CANAL-ABANCAY	HORA FINAL	: 15:40 Hrs	INICIAL:	NO EXISTE ESTACION	LASTRE	: VADEO							
CUENCA	: CANAL-ABANCAY	FECHA	: 23/11/2021	FINAL:	NO EXISTE ESTACION	REV. POR	: HELICE							
C. REGIONAL	: ABANCAY			PROMEDIO:	NO EXISTE ESTACION	AFORADOR	: SAULO QUISPE UNO.							
AREA TOTAL:	0.200 m ²	VELOCIDAD MEDIA:	1.17 m/s	DESCARGA TOTAL:	0.211 m ³ /s									
TRABAJO DE CAMPO				TRABAJO DE GABINETE				OBSERVACIONES						
SONDEOS		CORRENTOMETRO			VELOCIDAD									
	Distancia	Profundidad	Profund. de Observación	Rev.	Tiempo	N	En el punto	En superficie	Med. en el tramo	Profund. media	Ancho	Area	DESCARGA	
	m	m	m	metros	segundos		m/seg	m/seg	m/seg	m	m	m ²	m ³ /seg	
	MARGEN IZQUIERDA													
MI	0	0.00	0.0	0.0	0	0	0.00							
1	0.12	0.270	0.6	0.16	0	30	0	1.30	1.30	1.300	0.14	0.12	0.016	0.021
2	0.44	0.270	0.6	0.16	0	30	0	1.20	1.20	1.200	0.270	0.32	0.086	0.104
3	0.76	0.270	0.6	0.16	0	30	0	1.00	1.00	1.000	0.270	0.32	0.086	0.086
								1.00						
MD	0.86	0.000	0	0.00	0	0	0.00	0.00	0.000	0.135	0.12	0.016	0.000	
	MARGEN DERECHA													
	Max TIR	0.42												
	Prom:	0.203							1.17	SUMA		0.205	0.211	



FICHA Nº 6: Cálculos Aforo 7 – Canal Sahuinto.

Urbanización Alameda de Ate Mz – k – Lt 7 – Ate - Lima
 Telf.: 7788111
 Web: www.ecosistemasac.com

ECOSISTEM S.A.C.
 Ian L. Salazar Tupia
 Técnico de Laboratorio



**INSTRUMENTACION AMBIENTAL – HIDROLOGIA – HIDRAULICA –
ENERGIA RENOVABLES**

- **AFORO 8 – CANAL SAHUINTO – PROGRESIVA 2+800**
- **Ubicaciones coordenadas UTM**

- Zona: 18L.
- Coordenadas Este: 0725692.00 mE.
- Coordenada Norte: 8487773.00 mN.

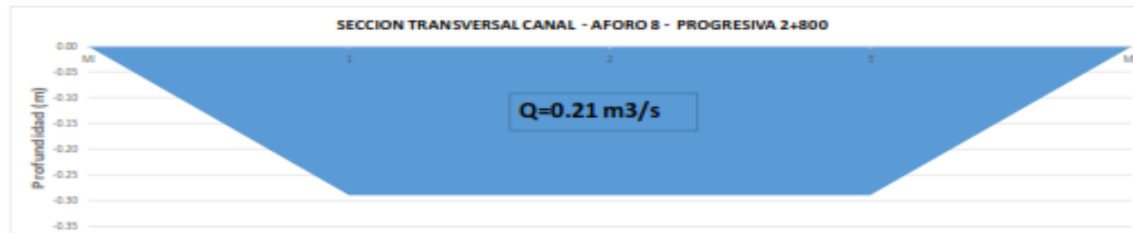


FOTOGRAFÍA N° 6: Punto Aforo 7 – Canal Sahuinto.



INSTRUMENTACION AMBIENTAL – HIDROLOGIA – HIDRAULICA - ENERGIA RENOVABLES

ESTACION	: AFORO 8	HORA INICIAL	: 16:00 Hrs	LECTURA ESCALA:	NO EXISTE ESTACION	CORRENTO.	: GLOBAL WATER - FP 111 S/N : 1513001470										
RIO	: CANAL-ABANCAY	HORA FINAL	: 16:15 Hrs	INICIAL:	NO EXISTE ESTACION	LASTRE	: VADEO										
CUENCA	: CANAL - ABANCAY	FECHA	: 23/11/2021	FINAL:	NO EXISTE ESTACION	REV. POR.	: HELICE										
C. REGIONAL	: ABANCAY			PROMEDIO:	NO EXISTE ESTACION	AFORADOR	: SAULO QUISPE LINO.										
AREA TOTAL:	0.23 m ²	VELOCIDAD MEDIA:	0.883 m/s	DESCARGA TOTAL:	0.21 m ³ /s												
SONDEOS		TRABAJO DE CAMPO					CORRENTOMETRO		VELOCIDAD				TRABAJO DE GABINETE			DESCARGA	OBSERVACIONES
Puntos	Distancia	Profundidad	Profund. de Observación		Rev.	Tiempo	N	En el punto	En superficie	Med. en el tramo	Profund. media	Ancho	Area				
	m	m	m	metros		segundos		m/seg	m/seg	m/seg	m	m	m ²	m ³ /seg			
	MARGEN IZQUIERDA																
MI	0	0.00	0	0	0	0	0	0.000	0.000								
1	0.14	0.29	0.6	0.17	0	30	0	1.000	1.000	0.500	0.15	0.14	0.02	0.010			
2	0.46	0.29	0.6	0.17	0	30	0	1.100	1.100	1.050	0.29	0.32	0.09	0.097			
3	0.70	0.29	0.6	0.17	0	30	0	1.100	1.100	1.100	0.29	0.32	0.09	0.102			
MD	0.92	0.00	0	0.00	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.15	0.14	0.02	0.000			
	MARGEN DERECHA																
	Max TIR	0.36															
	Prom:	0.22															
										0.883		SUMA	0.23	0.21			



ECOSISTEM S.A.C.

 Ian L. Salazar Tupia
 Técnico de Laboratorio

FICHA Nº 6: Cálculos Aforo 8 – Canal Sahuinto.

Urbanización Alameda de Ate Mz – k – Lt 7 – Ate - Lima
 Telf.: 7788111
 Web: www.ecosistemasac.com



**INSTRUMENTACION AMBIENTAL – HIDROLOGIA – HIDRAULICA -
ENERGIA RENOVABLES**

- **AFORO 9 – CANAL SAHUINTO – PROGRESIVA 2+855**
- **Ubicaciones coordenadas UTM**

- Zona: 18L.
- Coordenadas Este: 0725711.00 mE.
- Coordenada Norte: 8487874.00 mN.



FOTOGRAFIA N° 6: Punto Aforo 9 – Canal Sahuinto.

Urbanización Alameda de Ato Mz – k – Lt 7 – Ato - Lima
Telf.: 7788111
Web: www.ecosistemasac.com

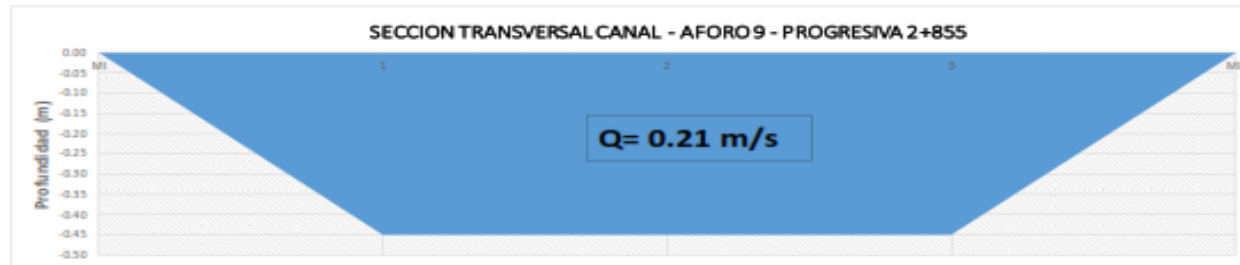
ECOSISTEM S.A.C.

Ian L. Salazar Tupia
Técnico de Laboratorio



INSTRUMENTACION AMBIENTAL – HIDROLOGIA – HIDRAULICA - ENERGIA RENOVABLES

ESTACION : AFORO 9	HORA INICI : 17:40 Hrs	LECTURA ESCALA: NO EXISTE EST/	CORRENTO : GLOBAL WATER - FP 111 S/N : 1513001470												
RIO : CANAL-ABANCAY	HORA FINA : 17:50 Hrs	INICIAL: NO EXISTE ESTACION	LASTRE : VADEO												
CUENCA : CANAL-ABANCAY	FECHA : 23/11/2021	FINAL: NO EXISTE ESTACION	REV. POR. : HELICE												
C. REGIONAL: ABANCAY		PROMEDIO NO EXISTE ESTACION	AFOMADOR : SAULO QUISPE LIND.												
AREA TOTAL: 0.2 m ²	VELOCIDAD MEDIA: 0.93 m/s		DESCARGA: 0.21 m ³ /s												
TRABAJO DE CAMPO		TRABAJO DE GABINETE													
Puntos	SONDEOS		CORRENTOMETRO			VELOCIDAD			SECCION			DESCARGA	OBSERVACIONES		
	Distancia m	Profundidad m	Profund. de Observación m	metros	Rev.	Tiempo segundos	N	En el punto m/seg	En superficie m/seg	Med. en el tramo m/seg	Profund. media m			Ancho m	Area m ²
	MARGEN IZQUIERDA														
MI	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0						
1	0.12	0.25	0.6	0.17	0	30	0	1.20	1.2	0.6	0.14	0.12	0.02	0.010	
2	0.44	0.25	0.6	0.17	0	30	0	1.00	1.00	1.1	0.26	0.32	0.09	0.099	
3	0.76	0.25	0.6	0.17	0	30	0	1.20	1.20	1.10	0.26	0.32	0.09	0.099	
MD	0.85	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.000	
	MARGEN DERECHA														
	Max TIR	0.5													
	Prom:	0.26								0.93	SUMA	0.20	0.21		



ECOSISTEM S.A.C.

 Ian L. Salazar Tupia
 Técnico de Laboratorio

FICHA N° 6: Cálculos Aforo 9 – Canal Sahuinto

Urbanización Alameda de Ate Mz – k – Lt 7 – Ate - Lima
 Telf.: 7788111
 Web: www.ecosistemasac.com

➤ **AFORO 10 – CANAL SAHUINTO – PROGRESIVA 3+015**
➤ **Ubicaciones coordenadas UTM**

- Zona: 18L.
- Coordenadas Este: 0725698.00 mE.
- Coordenada Norte: 8488021.00 mN.

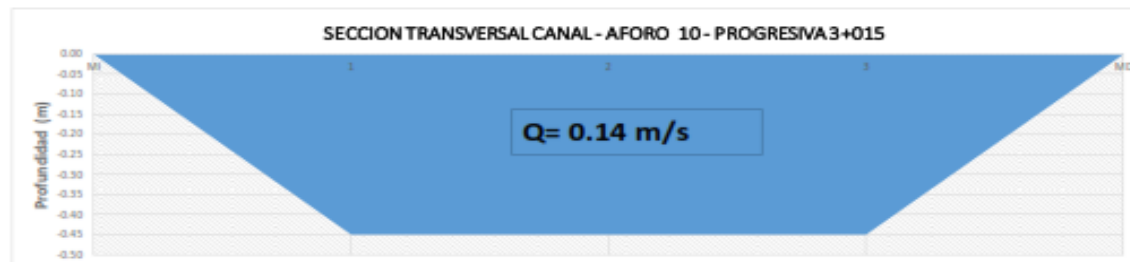


FOTOGRAFIA N° 6: Punto Aforo 10 – Canal Sahuinto.



INSTRUMENTACION AMBIENTAL – HIDROLOGIA – HIDRAULICA - ENERGIA RENOVABLES

ESTACION	: AFORO 10		HORA INICI	: 17:55 Hrs	LECTURA ESCALA:	NO EXISTE ESTI		CORRENTO	: GLOBAL WATER - FP 111 5/N : 1513001470					
RIO	: CANAL-ABANCAI		HORA FINA	: 18:05 Hrs	INICIAL:	NO EXISTE ESTACION		LASTRE	: VADEO					
CUENCA	: CANAL-ABANCAI		FECHA	: 23/11/2021	FINAL:	NO EXISTE ESTACION		REV. PORL	: HEUCE					
C. REGIONAL	: ABANCAI				PROMEDIO	NO EXISTE ESTACION		AFORADOR	: SAULO QUISPE UNO.					
AREA TOTAL:	0.22 m ²		VELOCIDAD MEDIA:	0.55 m/s		DESCARGA	0.14 m ³ /s							
SONDEOS			TRABAJO DE CAMPO				TRABAJO DE GABINETE				OBSERVACIONES			
Puntos	Distancia	Profundidad	Profund. de Observación	Rev.	Tiempo	N	En el punto	En superficie	Med. en el tramo	Profund. media		Ancho	Area	DESCARGA
	m	m	m	metros	segundos		m/seg	m/seg	m/seg	m		m	m ²	m ³ /seg
	MARGEN IZQUIERDA													
MI	0	0.00	0	0	0	0	0	0						
1	0.13	0.25	0.6	0.15	0	30	0	0.70	0.35	0.13		0.13	0.02	0.006
2	0.55	0.25	0.6	0.15	0	30	0	0.60	0.65	0.25		0.45	0.11	0.073
3	0.96	0.25	0.6	0.15	0	30	0	0.70	0.60	0.25		0.36	0.10	0.062
MD	1.09	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0.70	0.00		0	0.00	0.000
	MARGEN DERECHA													
	Max TR	0.5												
	Prom:	0.19							0.55	SUMA	0.22	0.14		



FICHA N° 6: Cálculos Aforo 10 – Canal Sahuíto.

Urbanización Alameda de Ate Mz – k – Lt 7 – Ate - Lima
 Telf.: 7788111
 Web: www.ecosistemasac.com

ECOSISTEM S.A.C.

 Ian L. Salazar Tupia
 Técnico de Laboratorio