



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación hidráulica de canal abierto plan merys para mejorar el sistema de riego en el distrito de Sicaya, Huancayo, 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Bartolo Reyes, Jhoel Ricardo ([orcid.org/ 0000-0002-6476-6457](https://orcid.org/0000-0002-6476-6457))

ASESOR:

Mg. Sagastegui Vasquez, German ([orcid.org/ 0000-0003-3182-3352](https://orcid.org/0000-0003-3182-3352))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LÍNEA DE ACCIÓN DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Dedicado a mi padre y a mi madre que con arduo esfuerzo me guiaron en mi largo camino profesional que emprendí, inculcándome el ejemplo de perseverancia, valentía y respeto que sembraron en mi para alcanzar mis metas trazadas.

Dedicado a mis abuelas (os), mis tíos (as) y a mis amigos quienes me apoyaron de manera incondicional, en mi formación personal y profesional. Gracias a ellos y las ganas de superación que mostré soy una persona de bien.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis familiares por estar apoyándome en las buenas y en las malas situaciones que uno transcurre, dándome motivación para mejorar como persona y profesional, siempre los recordaré y no los olvidaré. Gracias

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	10
3.2 Variables de operacionalización.....	10
3.3 Población, muestra y muestro.....	11
3.4 Técnicas e instrumentos de investigación.....	11
3.5 Procedimientos.....	12
3.6 Método de análisis de datos.....	13
3.7 Aspectos Éticos.....	13
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	14
4.1 Descripción de la zona de estudio.....	14
4.1.1 Ubicación.....	14
4.1.1.1 Ubicación y vía de acceso.....	14
4.1.1.2 Ubicación geográfica.....	14
4.1.2 Descripción de la localidad en el área de influencia.....	14
4.2 Estudios Previos.....	14
4.2.1 Estudios de Campo.....	14
4.2.1.1 Estudios topográficos.....	15
4.2.1.2 Aforo de canales.....	15
4.3 Análisis de información.....	15

4.3.1	Rendimiento promedio de cultivos de proyecto	15
4.3.2	Demanda Agrícola	16
4.3.3	Estudios climáticos	16
4.3.4	Demanda de agua para riego	29
4.3.4.1	Área de intervención.....	29
4.3.4.2	Coeficiente de riego Kc	30
4.3.4.3	Campaña grande.....	31
4.3.4.4	Cálculo de caudal demandado	32
4.4	Análisis del canal lateral: la velocidad y Caudal.....	34
4.4.1	Evaluación de eficiencia del canal	54
4.4.2	Compuertas	58
4.4.3	Sedimentos.....	58
4.4.4	Grietas o Agrietamiento	59
4.4.5	Su topografía	60
4.4.6	Separación de juntas	60
4.4.7	Asentamiento.....	61
4.4.8	Desprendimiento de sello de juntas.....	61
4.4.9	Estado del canal	61
4.4.10	Caudal máximo y mínimo.	62
4.4.11	Material.....	62
4.4.12	Coeficiente de Rugosidad.....	62
4.4.13	Caudal de ingreso.....	63
4.4.14	Área Hidráulica	63
V.	DISCUSIÓN.....	64
5.1	Discusión 1	64
5.2	Discusión 2.....	64
5.3	Discusión 3.....	65
5.4	Discusión 4.....	65
VI.	CONCLUSIONES	67
VII.	RECOMENDACIONES	69
	REFERENCIAS	70
	ANEXOS	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de coeficiente de rugosidad de Manning.....	9
Tabla 2. Áreas de influencia.....	14
Tabla 3. Rendimiento de cultivo.....	15
Tabla 4. Registro de temperatura máxima.....	16
Tabla 5. Registro de temperatura mínima.....	17
Tabla 6. Registro de horas de sol.....	18
Tabla 7. Registro de velocidad máxima de viento.....	19
Tabla 8. Registro de humedad relativa %.....	21
Tabla 9. Registro de precipitación máxima.....	22
Tabla 10. Cálculo de precipitaciones máximas.....	23
Tabla 11. Evaluaciones de precipitaciones máximas y mínimas.....	24
Tabla 12. Valores Kn para la prueba de datos dudosos.....	25
Tabla 13. Resumen de información meteorológica.....	26
Tabla 14. Cálculo de evapotranspiración de referencia o potencial.....	27
Tabla 15. Radiación solar extraterrestre en mm/día.....	28
Tabla 16. Áreas de cultivos.....	29
Tabla 17. Kc para diferentes cultivos.....	30
Tabla 18. Kc para diferentes cultivos en campaña grande.....	31
Tabla 19. Caudal demandado para 212 has.....	32
Tabla 20. Dimensiones de sección del Canal propuesto.....	33
Tabla 21. Valores de caudal.....	33
Tabla 22. Caudal y velocidad en la sección 1 y 2.....	34
Tabla 23. Caudal y velocidad en la sección 3 y 4.....	35
Tabla 24. Caudal y velocidad en la sección 5 y 6.....	36
Tabla 25. Caudal y velocidad en la sección 7 y 8.....	37
Tabla 26. Caudal y velocidad en la sección 9 y 10.....	38
Tabla 27. Caudal y velocidad en la sección 11 y 12.....	39
Tabla 28. Caudal y velocidad en la sección 13 y 14.....	40
Tabla 29. Caudal y velocidad en la sección 15 y 16.....	41

Tabla 30. Caudal y velocidad en la sección 17 y 18.....	42
Tabla 31. Caudal y velocidad en la sección 19 y 20.....	43
Tabla 32. Caudal y velocidad en la sección 21 y 22.....	44
Tabla 33. Caudal y velocidad en la sección 23 y 24.....	45
Tabla 34. Caudal y velocidad en la sección 25 y 26.....	46
Tabla 35. Caudal y velocidad en la sección 27 y 28.....	47
Tabla 36. Caudal y velocidad en la sección 29 y 30.....	48
Tabla 37. Caudal y velocidad en la sección 31 y 32.....	49
Tabla 38. Caudal y velocidad en la sección 33 y 34.....	50
Tabla 39. Caudal y velocidad en la sección 35 y 36.....	51
Tabla 40. Caudal y velocidad en la sección 37 y 38.....	52
Tabla 41. Caudal y velocidad en la sección 39 y 40.....	53
Tabla 42. Eficiencia total del canal.....	55
Tabla 43. Numero de froude, velocidad, pendiente y tipo de flujo.....	56
Tabla 44. Presencia de desmonte.....	58
Tabla 45. Presencia de grietas.....	59
Tabla 46. Presencia de separación de juntas.....	60
Tabla 47. Presencia de asentamiento.....	61
Tabla 48. Presencia de desprendimiento de juntas.....	61
Tabla 49. Estado del canal.....	62
Tabla 50. Información del correntómetro.....	63
Tabla 51. Cálculo de caudal.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Análisis de precipitación máxima.....	25
Figura 2. Verificación en el software Hcanales.....	33
Figura 3. Eficiencia del canal de 2 km.....	55
Figura 4. Total, de compuertas.....	58
Figura 5. Pendientes del terreno.....	60
Figura 6. Material y espesor.....	62
Figura 7: Panel fotográfico.....	75-84

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló con el objetivo principal de evaluar el canal abierto plan merys para mejorar el sistema de riego en el distrito de Sicaya, Huancayo, 2022. Esta investigación es aplicada no experimental transversal descriptiva. Para ello se utilizó una ficha de recolección de datos y unos equipos de alta precisión para concluir con la recolección de datos, el canal evaluado de 2km fue elegido por conveniencia, mediante un muestreo no probabilístico. La técnica e instrumento de investigación fue la observación; Donde se obtuvo como resultado que la eficiencia evaluada desde la progresiva 0+000 hasta 2+000 fue de 66.46 %, el caudal de inicial fue 725 l/s y finaliza con un caudal de 482 l/s, encontrándose con una pérdida de 243 l/s, estas pérdidas elevadas se deben a la presencia de grietas, compuertas clandestinas, separación de sellos de junta, y el uso inadecuado del agua por los usuarios. Para finalizar se recomienda realizar un revestimiento con concreto el canal donde presentan grietas leves, reconstruyendo los tramos críticos y realizando las instalaciones de compuertas correctamente. Así reducirá las pérdidas del agua en todo el canal.

Palabras clave: Velocidad, Caudal, Canal, Infiltración, Pérdidas.

ABSTRACT

The present research was developed with the main objective of evaluating the open canal merys plan to improve the irrigation system in the district of Sicaya, Huancayo, 2022. This is a descriptive non-experimental transversal applied research. For this purpose, a data collection form and high precision equipment were used to conclude the data collection. The 2 km canal evaluated was chosen by convenience, by means of non-probabilistic sampling. The technique and instrument of investigation was observation; where it was obtained as a result that the efficiency evaluated from the progressive 0+000 to 2+000 was 66.46 %, the initial flow was 725 l/s and ends with a flow of 482 l/s, finding a loss of 243 l/s, these high losses are due to the presence of cracks, clandestine gates, separation of joint seals, and the inadequate use of water by the users. Finally, it is recommended that the canal be lined with concrete where there are slight cracks, reconstructing the critical sections and installing the gates correctly. This will reduce water losses in the entire canal.

Keywords: Velocity, Flow, Canal, Infiltration, Losses

I. INTRODUCCIÓN

Transcurrieron muchos años, la humanidad para satisfacer sus necesidades, implementó un medio para solventar de agua las áreas de cultivo y a los ganados, estos canales cruzaban gran extensión territorial, entre andes y zonas áridas. Los canales de tierra no eran suficiente, se tenía que mejorar, porque influía: la cantidad de población agricultora, la extensión de áreas de cultivo, las pérdidas por diferentes factores, la infiltración, evaporación, la rugosidad de la superficie, la topografía, el tipo de suelo, y otros. El canal plan Merys del distrito de Sicaya no cuenta con una apropiada conservación de su estructura, con el pasar del tiempo conllevó a saturarse de desechos residuales, presencia de fisuras, grietas, asentamiento y la creación de compuertas clandestinas por parte de los mismos agricultores, ocasionando variaciones en el caudal de todo el tramo. Asimismo, los agricultores de Sicaya tienen como actividad económica a la agricultura y ganadería, dicho canal tiene una longitud de más de 18km, ubicada en la zona 18L, inicia con la bocatoma del río Cunas, el tramo evaluado es un canal de segundo orden, georreferenciado con las coordenadas: por el norte 8674953.44, este 466894.24 y una altitud de 3325.85 msnm, fue ejecutado ...con la finalidad de beneficiar a 490 familias de pequeños agricultores y 212 has de cultivo de papa, maíz, habas, entre otros. (ministro de Agricultura y riego, 2017). Este presente trabajo titulado: evaluación hidráulica del canal abierto plan merys para mejorar el sistema de riego en el distrito de Sicaya, Huancayo, 2022. Trata de calcular, dimensionar y realizar el diagnóstico de dicho canal plan Merys con la finalidad de calmar la necesidad de los agricultores del distrito de Sicaya, utilizando las normativas y leyes de la Autoridad nacional del Agua, a fin de que el uso del agua debe realizarse de forma eficiente., para ello se efectúa el **planteamiento del problema general**: ¿De qué manera se evaluará el canal abierto plan merys para mejorar el sistema de riego en el distrito de Sicaya, Huancayo, 2022?, y el planteamiento de los **problemas específicos**: **a.-** ¿Cuál es el nivel de operabilidad del canal abierto plan merys para mejorar el sistema de riego en el distrito de Sicaya, Huancayo, 2022?, **b.-** ¿De qué manera se evaluará los caudales y velocidades del canal abierto plan merys para mejorar el sistema de riego del distrito de Sicaya, Huancayo, 2022?, **c.-** ¿De qué manera se evaluará los tipos de revestimientos del concreto del canal abierto plan merys para mejorar el sistema de

riego en el distrito de Sicaya, Huancayo, 2022?. Por tanto, se justifica la investigación de manera **social** dando a conocer que los pobladores del distrito de Sicaya se dedican a la agricultura, ganadería y para incrementar su producción en grandes extensiones de terreno, se propone alternativas de solución en la infraestructura del canal de riego ya sea en el tipo de revestimiento, nivel de operabilidad, control de caudal y velocidad de diseño, etc. de otro modo se justifica de manera **práctica**, donde esta investigación contará con una planificación con la finalidad de realizar la evaluación hidráulica del canal abierto a fin de mejorar el sistema de riego. Con el uso de las fichas de recolección de datos hidráulicos y equipos de alta precisión. También se justificará de manera **metodológica** en la cual se utilizará Una metodología **cuantitativa y cualitativa** a fin de obtener datos confiables del proyecto a estudiar. De esta manera el **objetivo general** de esta tesis es: Evaluar el canal abierto plan merys para mejorar el sistema de riego en el distrito de Sicaya, Huancayo, 2022. Y por ende los **objetivos específicos** son: **a.-** Determinar el nivel de operabilidad del canal abierto plan merys para mejorar el sistema de riego en el distrito de Sicaya, Huancayo 2022. **B.-** Calcular los caudales y velocidades del canal abierto plan merys para mejorar el sistema de riego del distrito de Sicaya, Huancayo, 2022. **C.-** Evaluar los tipos de revestimiento de concreto del canal abierto plan merys para mejorar el sistema de riego en el distrito de Sicaya, Huancayo, 2022. Se plantea como **hipótesis general** que la evaluación del canal abierto plan merys será necesario para realizar el mejoramiento del sistema de riego en el distrito de Sicaya, Huancayo, 2022. Se propone como **hipótesis específica** que; **a.-** La evaluación del nivel de operabilidad del canal abierto plan merys será necesario para realizar el mejoramiento el sistema de riego en el distrito de Sicaya, Huancayo 2022. **B.-** La evaluación de los caudales y velocidades del canal abierto plan merys mejorará el sistema de riego en el distrito de Sicaya, Huancayo, 2022. **c.-** La evaluación de los tipos de revestimiento de concreto del canal abierto plan merys ayudará en el mejoramiento del sistema de riego en el distrito de Sicaya, Huancayo, 2022.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel nacional tenemos a Marcelino Cruz Fernández, (2016). Dicha tesis titulado “Evaluación de la velocidad en un canal abierto mediante las ecuaciones de factor de fricción de Darcy – Weisbach, Chezy y Manning – Ayacucho - 2016”. Para optar el título profesional de ingeniero agrícola, estableció como objetivo: Evaluar los cambios de la velocidad del agua de un canal abierto considerando las ecuaciones de factor de fricción de Darcy-Weisbach, Chezy y Manning. Donde obtuvieron los resultados de los 7 lugares evaluados; para ello se efectuaron las mediciones de las velocidades medias, superficiales y la variación de las pendientes utilizando equipos de nivel topográfico, aplicaron el método de los flotadores y el método del correntómetro. En el lugar de Quicapata la VS es 1.19 m/s, la VM es de 0.953 m/s con una pendiente de 1.7%, en el lugar de Muyurina I la VS es 1.24 m/s, la VM es de 0.994 m/s con una pendiente de 2.7%, en el lugar de Muyurina II la VS es 1.245 m/s, la VM es de 0.996 m/s con una pendiente de 1.8%, en el lugar de Viña chica la VS es 1.33 m/s, la VM es de 1.328 m/s con una pendiente de 7.3%, en el lugar de Yanama - I la VS es 0.949 m/s, la VM es de 0.759 m/s con una pendiente de 1.6%, en el lugar de Muyurina T- I la VS es 1.066 m/s, la VM es de 0.746 m/s con una pendiente de 6.9% y en el lugar de Muyurina T- II la VS es 1.241 m/s, la VM es de 0.869 m/s con una pendiente de 4.8%. Asimismo, dichos datos calculados de velocidades fueron sometidos a un factor de corrección. En conclusión, los datos obtenidos por parte de los investigadores utilizando el método de los flotadores y del correntómetro son similares. También da de manifiesto que las expresiones mas comunes a estimar la resistencia del flujo en canales es la ecuación de Manning y Chezy. **Seguidamente tenemos a Ávila & Gutiérrez, (2021).** En la tesis titulada “Evaluación y diseño hidráulico del canal de irrigación Acora tramo 0+000-0+520, en san francisco de Sangayaico-Huaytará-Huancavelica-2021”, para optar el título profesional de Ingeniero Civil, fijaron como objetivo: Realizar la modelación y evaluación hidráulica del canal de irrigación Acora tramo 0+000 al 0+520, en san francisco de Sangayaico - Huaytará-Huancavelica. Aplicaron una metodología de modelación del canal de riego utilizando los programas HEC-RAS y Hcanales. Donde lograron como resultado, la simulación del canal acora, así como también calcularon los gastos y las distancias entre los espejos de agua y el fondo del canal de cada sección transversal a cada

20 m, simultáneamente generaron un desborde en la progresiva 0+000 con 0.04 m, lo cual demuestra deficiencia. Concluyeron con una nueva propuesta hidráulica, analizaron el flujo existente en el tramo de estudio y en el canal propuesto por el investigador, realizaron los planos del trazo de canal, sección transversal, perfil longitudinal. **Tenemos a Aranda & Castillo (2019)**. En la tesis titulado “Evaluación y propuesta de diseño del canal de riego Coriac, Distrito de Anta, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash – 2018”, para obtener el título profesional de ingeniero civil, fijó como objetivo general: Realizar la Evaluación y Propuesta de Diseño de Canal de Riego de Coriac, Distrito de Anta, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash. Aplicó una metodología de una investigación aplicada, utilizó equipos de topografía, el software GLOBAL WEATER DATA FOR SWAT con la finalidad de obtener registros, Software de AutoCAD, para la evaluación del canal dando como resultado: Encontró que, el Canal Consta De 0+960 km de Conducción en todo el Tramo, tiene una bocatoma, caídas rápidas y 8 tomas laterales. Se Concluye que existen perdidas excesivas entre los caudales de salida y entrada con una variación de 60.03 m³/s, se determinó el caudal de diseño, se encontró desniveles en la trayectoria del canal, así como obras de arte y para finalizar se determinó las dimensiones hidráulicas del canal. **Tenemos a Curi Caballa Wendy Zenaida (2021)**. En la tesis titulado “Propuesta técnica de solución para la eficiencia hidráulica del canal de irrigación casa blanca, distrito de Santiago, Ica – 2021”, para obtener el diploma de ingeniero civil, estableció como objetivo general: Proponer una solución técnica y garantizar el caudal requerido para los usuarios. Aplicando una metodología, donde el instrumento de recolección de datos fue la observación, además el proyecto aplicó criterios de máxima eficiencia, utilizando modelo numérico HEC-RAS. Dando como resultados información del software Hcanales un caudal de 1.47 m³/seg, Velocidad de 0.41 m/seg, espejo de agua un valor de 5.50 m, N° de froude de 0.16 y el tipo de flujo fue subcrítico no turbulento. Se encontró similitudes en la sección transversal utilizando Hcanales y lo obtenido en campo. El canal operaba con un 29.4% de su capacidad, para ello optó por la sección rectangular para soportar la dosis de cantidad de agua. Por esa razón las velocidades en todo el tramo fueron de 1.19 m/s. Por último, concluyó que la forma rectangular del canal ofrece un mejor funcionamiento con tirantes y velocidades estables con una conducción de 5.00 m³/s a diferencia de la sección inicial. **A nivel**

internacional tenemos según Picon & Paredes, (2016). Con la tesis titulado “Diagnóstico del estado actual y evaluación del comportamiento hidráulico del canal revestido del río Chiquito desde la Cra 14 barrio El Palomar hasta la Cra 27 barrio Totumalito en la ciudad de Ocaña Norte de Santander” para obtener el diploma de Ingeniero Civil, fijaron como objetivos: efectuar un diagnóstico físico y evaluar el comportamiento hidráulico del estado actual del canal revestido del río Chiquito en la ciudad de Ocaña. Destinó una metodología que consistió en aplicar el reconocimiento visual en el canal río Chiquito, para efectuar mediciones necesarias y la ejecución de cálculos utilizó herramientas como el HEC-RAS para evaluar los coeficientes del canal. Alcanzó los siguientes resultados; grietas, residuos sólidos, separación de juntas, deterioro del revestimiento, desplazamiento de losa, conexiones clandestinas y otros; por otro lado, el comportamiento hidráulico en las distintas secciones conserva su área, pero varía la velocidad debido a la variación de pendientes. En conclusión, los investigadores encontraron daños físicos en todo el canal, donde detalló que el deterioro del revestimiento, separación de juntas y la socavación son los que más afectan al canal, representa el 72.73%, 96.97% y 96.97%. La cantidad de vegetación que se encuentra en el canal es el 100%. Mediante la modelación hidráulica con el software HEC-RAS fijó un caudal de 8 m³/s para la primera sección, 11 m³/s para el tramo aguas abajo y 19 m³/s para el tramo 33.

Tenemos a Baltodano & Morales, (2015). Con la tesis titulada “Diseño hidráulico de un canal de 1km de longitud que comprende parte de la zona 2, 5, 6 y 11 del municipio de ciudad Sandino, de marzo a julio 2015”, para obtener el diploma de ingeniero civil. Estableció como objetivo general: Diseñar hidráulicamente un canal de 1km de longitud que comprende parte de la zona 2, 5, 6 Y 11 del municipio de Ciudad Sandino, de marzo a julio de 2015. Se basó en una metodología cualitativa y cuantitativa para la compilación de datos topográficos, estudios granulométricos, estudio hidrológico y el diseño hidráulico del canal de riego, como resultado de la topografía se determinó las pendientes en todo el tramo del canal, encontraron irregularidades con respecto a las dimensiones del canal, diferencia en ancho de 13.77 m y en profundidad de 5.13 m. los datos del levantamiento topográfico fueron analizados con el software civil 3D. En el estudio granulométrico, (S-1, E-3), se halló grava con 13.11%, arena con 80.55% y material fino con 6.34%. (S-3, E-1), se halló grava con 2.60%, arena con 89.58% y material fino con 7.82%. (S-10, E-1), se halló

grava con 4.37%, arena con 93.34% y material fino con 2.29%. En el estudio hidrológico se delimitó la cuenca para el cálculo de sub área y área, datos necesarios para el cálculo del caudal. El diseño del canal se efectuó con el predimensionamiento en Hcanales y así comprobar la velocidad permisible. Concluyó que las irregularidades en las dimensiones del canal varían fuertemente. Asimismo, la profundidad. El tipo de suelo predominante es la arena. La cuenca delimitada es de 26.79 km². Finalmente, mediante el modelado con Hcanales se obtiene un diseño aproximado debido a que el suelo es erosionable, una base de 4m, talud de 0.5 con un ángulo de 63.43), espejo de agua de 5.60m, borde libre de 1m por donde circulará un caudal de 57.17 m³/s. **A nivel local tenemos a Gusleidy Sheyla Capcha Rocalqi y Frank Jhordy Martinez Chuquillanqui, (2021).** Dicha tesis titulada “Evaluación de eficiencia hidráulica de canales de riego por gravedad – canal Huayao, Chupaca, Junín 2021”. Para optar el título profesional de ingeniero civil, fijó como objetivo: Determinar la eficiencia hidráulica de canales de riego por gravedad – canal Huayao, Chupaca, Junín 2021, aplicó una metodología cualitativa y cuantitativa aplicada, fundamentalmente, en las tomas de cálculos que se realizaron directamente en el campo y utilizando equipos apropiados. Definió como resultados. Que en el (escenario 1) indica que la eficiencia es baja con un 58.36%, porque todas las compuertas en el tramo se encontraban en uso, las otras pérdidas son consecuencia de que se tiene un canal con juntas mal selladas, captaban en diferentes puntos el agua mediante bomba, así mismo el canal se encuentra en un mal estado. En (el escenario 2), indica que la eficiencia es 71.53%, según la FAO, 2012 indica que la eficiencia para un canal revestido debe ser del 95%, estas pérdidas son consecuencia de que se tiene un canal con juntas mal selladas, así mismo el canal se encuentra en un mal estado. En el (canal lateral 1), indica que la eficiencia es de 95.14%, las pérdidas que se muestran es poca, debido a que el canal se encuentra en óptimas condiciones. En el (canal lateral 2), indica que la eficiencia es 92.33%, las pérdidas que se muestran es poca, debido a que la infraestructura del canal se encuentra en óptimas condiciones. En el (canal lateral 3), indica que la eficiencia es 94.93%, las pérdidas que se muestran es poca, debido que la infraestructura del canal se encuentra en óptimas condiciones. Y para finalizar en el (canal lateral 4), indica que dicha eficiencia es 95.60%, las pérdidas que se muestran es poca, debido a que la infraestructura del canal se encuentra en

óptimas condiciones. Por último, concluyó que la eficiencia alcanzada desde la progresiva 0+000 km hasta 2+0.22 km en el canal trapezoidal en los dos días fueron en promedio de 58.36% y 71.53%, respectivamente presentando deficiencia, así mismo, en el canal rectangular, la eficiencia alcanzada desde la progresiva 0+00 km hasta 0+100 km fue de 95.14%, 92.33%, 94.93% y 95.6%, considera como una eficiencia buena. **También tenemos a Sinche Roque David Levi, (2018).** Dicha tesis titulada “comportamiento Hidráulico de flujos en canales abiertos para ubicar fallas – canal san Lorenzo – Jauja, 2017”. Para obtener su diploma como ingeniero civil, consolidó como objetivo general: Analizar el comportamiento hidráulico de flujos en canales abiertos para ubicar fallas – canal san Lorenzo – Jauja, 2017. Aplicó una metodología estadística para analizar tablas de tendencias y frecuencias. Donde se obtuvo como resultado que el asentamiento, el sellado de juntas y las grietas son fallas frecuentes en los canales. En cambio, la división de juntas y la segregación de revestido se revelan en un pequeño porcentaje. También dio a conocer que, en el trayecto del canal, el valor del caudal decae consecutivamente a lo largo de su trayecto por el aumento de compuertas. Concluyó, que en el canal se dio hallazgos de 3 tipos de suelos: SW (Arena bien graduada con grava), SP (Arena mal graduada), SW (Arena bien graduada). 56 curvas horizontales a lo largo del trayecto del canal. Por otro lado, en 10 tramos del dicho canal presentan diferente control de la pendiente. Seguidamente presenció que el canal contaba con coeficientes de rugosidad mayores a los del diseño, estableció el cálculo del caudal por evaporación que es de 0.05 l/s en todo su trayecto del canal, también calculó el caudal perdido por infiltración dando como resultado 25.56 l/s, encontró los valores del tirante que fluctúa entre 0.17 m y 0.51 m y una variación entre 0.74 m/s y 1.53 m/s de velocidades del flujo, finalmente el valor aproximado calculado por el investigador dio a conocer que coeficiente de rugosidad aumenta 0.0032 aproximadamente al año, en su vida útil del canal .

BASES TEÓRICAS

Canales abiertos: Según (Ven Te Chow p.19 y p. 20). Es una vía por el cual circula agua, dichos canales pueden ser artificiales o naturales, los canales artificiales son elaborados por el esfuerzo del hombre entre ellos tenemos: vertederos, cunetas a lo largo de la carretera, cunetas de drenaje, canales de navegación, etc. En efecto un canal artificial es prolongado de inclinación moderada, el cual puede ser cubierto

con piedra, concreto, madera, etc. de sección de canal variable.

Factores que predominan en los canales abiertos.

Tipo de revestimiento: Según (Rodríguez, 2008, pág. 70) Los canales artificiales revestidos pueden repeler la erosión, evitar pérdidas de agua por infiltración, un canal revestido puede incluir; concreto, vidrio, plástico, mampostería, etc.

Caudal de circulación: Según (Domínguez, 1945 p. 38) Es la magnitud del líquido que fluye por dicha sección y unidad de tiempo.

Comportamiento hidráulico de flujos: Según (Ven Te Chow p. 7). El comportamiento del torrente en canales abiertos está guiado exactamente por efectos de la gravedad y viscosidad en relación a las fuerzas inerciales del torrente.

Factores que influyen en la evaluación hidráulica de flujos

Velocidad mínima permisible: Según (Ven Te Chow p.155) Es la menor velocidad que no tolera el inicio de la sedimentación y no incita el aumento de musgos y plantas acuáticas. Cuya velocidad es muy dudosa y su estimación no puede establecerse con simplicidad.

Pendiente del canal: Según (Ven Te Chow p.155) Esta dada por la topografía donde la altura y la distancia son determinantes de la pendiente. En distintos casos también depende del propósito del canal; por ejemplo, abastecimiento de agua, proyectos hidroeléctricos y minería hidráulica.

Borde libre: Para (Ven Te Chow p.155) Es la distancia vertical desde la superficie del agua hasta la parte superior, dichas distancias deben ser suficientes para no causar derrames por encima del lado del canal. Valor que es importante para el diseño de canaletas.

Tirante: Para (Villón, 2007, p.18) Es la profundidad máxima, entre el espejo de agua y el fondo del canal.

Tipo de flujo: Para (Villón, 2007, p.48) Está relacionado con el resultado de la gravedad, donde el torrente o flujo puede ser crítico, subcrítico y supercrítico y de otra manera el estado de flujo muestra la relación entre las fuerzas gravitacionales y fuerzas inerciales.

$$F = \frac{V}{\sqrt{gxD}} \quad (\text{Ec.1})$$

Dónde:

V es la velocidad media del flujo

g es la aceleración de la gravedad

D es la profundidad hidráulica

Definición de términos Básicos

Ancho de solera: Para (Villón, 2007, p.18) Conocido como ancho de base de canal o plantilla se reconoce con la letra “b”.

Área mojada: De acuerdo a (Villón, 2007, p.19) También conocido como área hidráulica, es el espacio ocupado por el flujo en una sección transversal cualquiera.

Perímetro mojado: Según (Sotelo, 2002, pág. 4) Da a conocer que la línea de contacto entre las paredes del canal y el agua, se reconoce con la letra “p”.

Profundidad hidráulica: De acuerdo a (Ven Te Chow p.23) Establece la relación entre área el área mojada del canal y el ancho de espejo de agua.

Radio hidráulico: Para (Yepes, 2008, p.1) Es la relación que caracteriza entre el área hidráulica y el perímetro mojado de una sección.

Correntómetro: Por ende, para (Ortega Santillana, 2014, p. 3) Es un dispositivo donde cuantifica la velocidad del torrente. Existen una gran variedad de tipos de correntómetros de eje horizontal y eje vertical.

Estación total: Es un instrumento de topografía donde se efectúa las mediciones de ángulos y distancias. Una de los equipos más recomendados para realizar los de alta precisión es la estación total Leica FlexLine TS07. (Estación Total Manual Leica Flexline TS07, fecha de consulta 30/07/2022).

Coefficiente de rugosidad: Por ende, para (Rodríguez, 2008, p. 5) Es un índice donde se produce la resistencia del torrente en un canal, además es el que basa en el tipo de material.

Tabla 1

Valores de coeficiente de rugosidad de Manning

Tipo de material	Valores		
	Mínimo	Normal	Máximo
Roca (con saliente y sinuosa)	0.035	0.040	0.050
Tepetate (Liso y uniforme)	0.025	0.035	0.040
Tierra	0.017	0.020	0.025
Mampostería seca	0.025	0.030	0.033
Concreto	0.013	0.017	0.020
Polietileno (PVC)	0.007	0.008	0.009

Fuente. (Rodríguez, 2008, p. 6)

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación; según Murillo (2008), la investigación aplicada toma el nombre de “investigación práctica o empírica”, porque se basa en aplicar y utilizar los conocimientos adquiridos y las que se van adquiriendo. El manejo de resultados y del conocimiento da a conocer de forma organizada, rigurosa y sistematiza la realidad de la investigación, por lo tanto, se considera que esta investigación es **aplicada** donde se dará a conocer la evaluación hidráulica del canal abierto plan merys en el distrito de Sicaya utilizando equipos de alta precisión para concluir con la mejora del sistema de riego. Además, el nivel que opta esta investigación es **explicativo**, porque se delinearán situaciones y eventos. Es decir, como es y cómo se revela un determinado fenómeno. Sampieri et al. (1997).

Diseño de la investigación: Señala Dzul Escamilla, Marisela (2013) que la investigación es **no experimental transversal descriptiva**.

No experimental: Diseño en el cual no se puede manipular las variables o asignar al azar a los participantes o tratamientos debido a la naturaleza de las variables.

Transversal: Es utilizado cuando solo se puede medir una sola vez y con aquella información obtenida se realizan los análisis.

3.2 Variables de operacionalización.

Para Espinoza (2019), comprende en el desprendimiento de todos los elementos que conforma el esqueleto de la hipótesis y cuando se deshace las variables en dimensiones, las dimensiones deben ser traducidas en indicadores, para efectuar la medición y la observación directa.

Enfoque de investigación.

Según Sampieri et al. (2014). Dicha investigación tratará de conocer la realidad como se encuentra, asimismo tratar de descubrir e interpretar los fenómenos existentes en el canal plan merys, y para lograr datos de mayor confiabilidad, se optó por la metodología **cuantitativa y cualitativa**.

Variable independiente: Evaluación hidráulica de canal abierto plan merys para mejorar el sistema de riego en el distrito de Sicaya, Huancayo, 2022.

Para Gallardo, (2017, p 51), una variable es manejado por el investigador, con la finalidad de explicar fenómenos. A todo ello se denomina tratamiento.

La **evaluación hidráulica** consiste en fijar capacidades hidráulicas en todos los tramos, la evaluación conlleva a realizar cálculos sencillos utilizando informaciones geométricas, la información hidrológica y topográfica y la información de la característica del material de flujo. Barros & Vallejo, (2007, p 81). Y un **canal abierto** es un acueducto por donde el agua fluye, además tiene un espacio vacío, estas pueden ser natural o artificial. (Castellanos et al., 2017, p. 105). La variable se operacionaliza con las siguientes dimensiones; nivel de operabilidad del canal, caudal de circulación, el tipo de revestimiento, la evaluación del canal. La cualidad de los indicadores es ser susceptible a una medición. Además, son informaciones cuantitativas y cualitativas determinados por el investigador a fin que los datos se puedan observar. Espinoza, (2019, p. 173). Esta investigación fijó como indicadores al área hidráulica, radio hidráulico, las Velocidades mínimas y máximas, tipo de revestimiento, Sedimentos, Compuertas en mal estado, asentamiento, caudal de entrada y de salida, velocidades mínimas y máximas y el coeficiente de rugosidad, aplicando una metodología cualitativa y cuantitativa.

La **escala de medición** que establece Coronado Padilla (2007, p. 105). Es fijarse en el origen y así hacer comparaciones de los objetos y de los valores de los números asignados a estos objetos. Por lo tanto, la escala de medición es la razón.

3.3 Población, muestra y muestro

Población; Según Mejía (2005, p. 95), una población es el conjunto de los miembros de la unidad a analizar. La población de esta presente investigación está constituida por más 18km de canal abierto, que inicia con Orcotuna, Sicaya y una parte de Pilcomayo.

Muestra; Según Tamayo Tamayo (2006, p. 176), La muestra es una fracción de la población. La magnitud de la muestra es 2km. Dicha investigación lo conforma el canal del distrito de Sicaya, Huancayo, región Junín.

Muestreo; Para Ñaupas et al. (2014, p. 246). El muestreo es un método estadístico que consiste en separar de un conjunto. Su meta es preservar recursos de dinero, tiempo y esfuerzos. El espécimen será seleccionado al azar. Es decir, se aplicará un muestreo no probabilístico.

3.4 Técnicas e instrumentos de investigación

Para la recolección de datos Bernal (2010, p. 257). La **observación**, es un recurso de la investigación científica, es un proceso preciso que permite descubrir, de forma

directa, el objeto a estudiar para examinar y describir situaciones sobre la realidad a estudiar. Y para ello una de las técnicas de recolección de referencia que se utilizará en esta investigación es la **observación**.

Instrumento de investigación: ficha de recopilación de información. Según Arias (2020, p. 14). La ficha de observación se utiliza cuando el investigador quiere medir, examinar un objetivo determinado. Para este proyecto de tesis se evaluará con una ficha de recolección de datos hidráulicos.

3.5 Procedimientos

Define Sánchez et al. (2018, p. 105). El procedimiento es una serie de técnicas y métodos que se utilizan en el desarrollo de una investigación, de esa manera evitar reiterar experimentos y así garantizar la verificación de resultados.

Trabajo de campo:

Se empezó con un reconocimiento de campo, donde se tomó fotografías del lugar a estudiar. También se elaboró un croquis a mano alzada que sirve para orientar el dibujo y describir datos importantes. Santamaría & Sanz, (2005, p. 51).

Estudios topográficos:

El trabajo topográfico engloba unas redes de múltiples puntos, para ello se opta por trabajar en poligonales cerradas o poligonales abiertas a fin de aumentar el nivel de precisión del trabajo.

Define Castro et al. (2017, p. 1075,1076). La topografía también se opta por determinar la ubicación relativa de distintos puntos sobre un plano horizontal. Es decir, describir el terreno a estudiar y el recojo de información de manera muy detallada, donde se da a conocer, linderos, distancias, control de la pendiente, replanteo, control en la ejecución de una obra.

Se calculará los caudales y velocidades del canal de riego utilizando equipos como el correntómetro, técnicas de batimetría.

Uso de equipos topográficos, donde se determinará las distancias, las elevaciones y coordenadas.

Aforo de canal:

Para el aforo del canal se utilizó un correntómetro, y para obtener datos confiables se utilizó el método del flotador, las mediciones se efectuaron cada 50 metros de distancia. Peña et al. (1992, p. 16).

Trabajo de gabinete:

Se evaluó la pendiente, la eficiencia, el caudal, el dimensionamiento y las velocidades de la muestra. Utilizando el software de Autodesk civil 3d, Hcanales y programas básicos de Excel, Word, Proyect. Etc.

3.6 Método de análisis de datos

Primeramente, se recogió los datos in situ, se procesaron los resultados utilizando los programas elementales para el diseño, software de Autodesk civil 3d, Hcanales. Este proyecto de investigación se guiará de la normativa del ANA con la finalidad de que esta tesis tenga apoyo para proyectos públicos.

Validez; Mejía (2005, p. 23), denomina veracidad, exactitud, autenticidad, o solidez de la prueba.

La comprobación de los argumentos se establecerá por juicio de 3 expertos donde se debe explicar mediante unas tablas las dimensiones de la validez, como establece Mejía (2005, p. 23).

3.7 Aspectos Éticos

dicha investigación aplica principios éticos (beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia), para garantizar la calidad ética de la investigación.

Beneficencia: Como profesional investigador, los datos que se obtendrán de campo, serán datos verídicos, donde estudiantes, educadores y profesionales de diferentes sectores utilizarán las informaciones recabadas del canal abierto.

No maleficencia: La presente investigación respetará la información de otras tesis y artículos, citando por cada información obtenida a fin de que la sustentación de la tesis sea lo adecuado y conciso.

Autonomía: En este de tesis, se respetará la expresión de los autores anteriores, el valor, con el objetivo de suscitar el bienestar.

Justicia: para la preparación de proyectos de canales riego, el investigador o profesional responsable siempre tiene que guiarse con la ley de recursos hídricos, criterios de diseño de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico. Establecidos según la máxima autoridad del agua (ANA). Para finalizar, la investigación respetará todas las normas, leyes, manuales publicados por (ANA).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción de la zona de estudio

4.1.1 Ubicación

4.1.1.1 Ubicación y vía de acceso

El tramo a evaluar del canal plan Merys pertenece al “lateral este” según expediente evaluado, políticamente, se encuentra en el distrito de Sicaya, Provincia de Huancayo, región de Junín. La vía que conecta con el canal es el Jr. Junín.

4.1.1.2 Ubicación geográfica

Coordenadas UTM – BM1 – WGS 84

Este (x) : 466894.24

Norte (y) : 8674953.44

Cota (z) : 3325.84 msnm.

4.1.2 Descripción de la localidad en el área de influencia

La presente investigación Mejorará de dotación de agua al “lateral este”, contribuyendo a 490 familias aproximadamente en una extensión de 212 hectáreas.

Tabla 2

Áreas de influencia

PROVINCIA / DISTRITO	SECTORES	SUPERFICIE FORMALIZADA (Has)	SUPERFICIE NO FORMALIZADA (Has)	SUPERFICIE TOTAL CULTIVABLE (Has)	FAMILIAS
HUANCAYO / SICAYA	Buenos Aires	58.36	0	58.36	97
	Este	212.00	0	212.00	490
	Oeste	364.16	242.55	606.71	958
	Central	283.15	38.76	321.91	981
	Vicso	75.58	19.97	95.55	132
	Total	993.25	301.28	1294.53	2658

Fuente. Municipalidad Distrital de Sicaya

4.2 Estudios Previos

4.2.1 Estudios de Campo

4.2.1.1 Estudios topográficos

La metodología de la investigación es aplicada del tipo convencional, el objetivo es generar redes de puntos de apoyos, partiendo de puntos ya establecidos por el IGP.

En el levantamiento topográfico se utilizó una estación total modelo Leica TS07, con un alcance de 1.5 km a 3.5 km utilizando prima y una precisión de 1 mm, dicho equipo topográfico, realizaron cálculos internos, es decir recogerá informaciones de distancia horizontal, distancia inclinada, los ángulos verticales y horizontales para luego convertir y otorgar a cada punto valores conocidos como coordenadas, este, norte y cota, XYZ.

Para el procesamiento de datos y verificación se utilizó una laptop RYZEN 5, 2 equipos telefónicos de la empresa movistar, una brújula electrónica y un dron para la toma de fotografías c/u con sus cargadores.

4.2.1.2 Aforo de canales

Para el aforo del canal se utilizó el método convencional, conocido como método de sección – velocidad; se optó por 2 métodos el uso de flotadores y el uso del correntómetro, tipo molinete.

4.3 Análisis de información

4.3.1 Rendimiento promedio de cultivos de proyecto

Tabla 3. Rendimiento de cultivo.

Cultivo	Rendimiento en secado Tn /Ha
Cebada de grano	0.88
Trigo	0.87
Papa	7.55
Maíz	0.91
Arveja grano seco	2.00
Haba de grano	0.97
Mashua	3.00
Oca	3.36
Tarwi	1.00
Alfalfa	25.07
Quinoa	0.85

Fuente. Municipalidad Distrital de Sicaya

4.3.2 Demanda Agrícola

El tramo investigado es el sector este, que consta de 212 has, la fuente principal de agua es el rio cunas, distribuidas mediante el canal principal. En épocas de precipitación los campos de cultivos son satisfechas, pero en tiempos de estiaje la demanda de agua es solventada por el rio cunas.

4.3.3 Estudios climáticos

Tabla 4. Registro de temperatura máxima.

REGISTRO DE TEMPERATURAS MÁXIMAS DE 24 HORAS

Estación: **Estación Huayao** Latitud: 12°2'24.7" S Dpto: JUNIN
 Parámetro: Temperatura Máxima Longitud: 75°19'13.8" W Prov: CHUPACA
 Altitud: 3321 msnm Dist: HUACHAC

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Pmax.24
1982	21.7	21.9	21.6	22.0	22.4	21.2	21.4	22.4	23.4	22.5	22.2	22.8	23.4
1983	23.4	25.3	23.2	24.0	23.0	22.0	22.0				26.5	24.1	26.5
1984	22.0	18.8	20.3	20.9	21.4	21.0	20.7	22.0	24.5	22.8	23.8	24.0	24.5
1985	22.2	21.0	21.6	20.5	20.6	20.2	20.4	23.6	22.3	23.4	22.6	24.6	24.6
1986	21.0	20.0	19.0	20.2	21.8	21.1	20.0	21.2	21.9	23.4	25.2	24.8	25.2
1987	23.0	21.8	22.6	23.0	22.0	22.6	22.2	23.8	25.0	24.4	25.5	24.0	25.5
1988	23.5	22.1	23.6	22.0	21.6	22.8	21.7	23.4	24.3	25.0	24.2	25.0	25.0
1989	20.8	20.8	20.9	21.6	21.2	22.9	21.8	21.2	24.0	22.0	23.2	25.1	25.1
1990	22.7	23.6	23.3	22.4	23.4	20.4	20.6	22.1	21.8	22.8	22.4	23.4	23.6
1991	24.2	23.8	21.4	22.1	22.0	22.4	20.6	22.2	22.0	23.5	24.0	25.2	25.2
1992	23.0	24.6	23.0	23.0	23.4	20.4	20.8	21.8	23.2	23.0	24.6	24.8	24.8
1993	24.2	22.3	20.8	20.4	21.7	21.8	22.0	21.6		22.8	23.4	22.2	24.2
1994	21.6	22.2	20.2	21.6	22.0	21.0	22.6	21.6	23.8	24.2	24.8	25.6	25.6
1995	23.1	24.0	21.9	22.2	22.8	22.8	23.4	24.2	24.0	23.5	24.2	24.1	24.2
1996	22.8	20.9	22.4	21.6	23.2	21.7	22.9	22.7	24.0	24.7	24.4	23.6	24.7
1997	24.6	23.0	21.9	22.7	22.3	22.4	22.4	22.0	23.6	25.0	24.6	24.5	25.0
1998	22.1	22.6	22.6	23.6	24.5	22.6	22.2	23.0	24.2	23.7	24.3	24.5	24.5
1999	22.9	21.2	20.6	20.4	21.5	22.2	21.6	22.4	23.3	22.4	25.0	22.4	25.0
2000	21.5	20.4	20.2	21.8	22.0	21.5	21.0	23.5	23.8	23.8	25.5	25.1	25.5
2001	19.8	21.4	20.6	21.5	22.3	21.3	21.8	22.3	22.6	24.2	22.9	24.2	24.2
2002	24.0	21.3	21.4	22.5	22.2	22.0	21.6	22.7	22.4	23.0	21.9	23.8	24.0
2003	23.1	21.5	22.2	22.0	22.4	22.0	21.4	21.8	23.5	24.8	24.8	24.0	24.8
2004	23.8	21.6	21.0	22.2	23.1	21.4	21.8	22.3	23.4	24.1	23.8	22.8	24.1
2005	23.7	23.8	22.0	23.0	23.8	21.6	22.5	24.2	24.4	24.2	24.6	23.5	24.6
2006	22.7	22.0	21.9	22.5	22.5	21.5	21.5	21.9	22.8	23.6	22.5	24.4	24.4
2007	24.2	23.6	21.4	21.6	22.4	22.2	21.3	23.3	21.7	23.8	25.0	24.7	25.0
2008	20.6	22.0	22.0	22.9	22.4	21.6	21.8	23.0	22.7	23.3	23.4	24.5	24.5
2009	21.5	21.9	21.8	21.9	21.6	21.8	21.9	23.4	24.2	24.7	24.0	23.4	24.7

2010	23.0	23.0	22.8	23.2	23.4	23.0	23.0	23.7	25.4	25.4	25.4	23.2	25.4
2011	22.6	20.8	21.4	21.7	22.0	22.4	22.2	23.1	23.8	23.3	25.4	24.6	25.4
2012	23.1	21.0		21.6	21.8	21.9	22.8		24.3	24.6	24.4	22.8	24.6
2013	22.1	22.4	23.0	23.4	24.0	22.0	21.7	24.4					24.4
Promedio	22.6	22.1	21.7	22.1	22.4	21.8	21.7	22.7	23.5	23.7	24.1	24.1	

Tabla 5. Registro de temperatura mínima.

REGISTRO DE TEMPERATURAS MÍNIMAS DE 24 HORAS

Estación: **Estación Huayao** Latitud: 12°2'24.7" S Dpto: JUNIN
 Parámetro: Temperatura Mínima Longitud: 75°19'13.8" W Prov: CHUPACA
 Altitud: 3321 msnm Dist: HUACHAC

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Pmin.24
1982	1.7	2.7	0.3	-1.0	-4.5	-3.1	-6.4	-1.1	-1.2	0.3	3.8	3.4	-6.4
1983	3.3	3.5	0.0	1.6	-1.1	-2.1	-2.0				2.2	1.6	-2.1
1984	1.2	5.4	5.0	1.4	-2.0	-4.2	-4.6	-2.0	-0.8	3.0	-1.7	0.0	-4.6
1985	2.0	4.4	3.5	2.7	-1.0	-5.4	-5.4	-4.2	-0.1	2.0	1.4	3.3	-5.4
1986	3.8	4.2	3.6	1.6	-2.8	-3.0	-4.8	-1.4	0.8	0.4	-0.6	3.0	-4.8
1987	6.0	4.2	1.4	0.4	-4.5	-4.2	-7.0	-3.5	0.5	1.3	2.2	3.8	-7.0
1988	3.7	3.1	2.4	1.6	-2.6	-6.6	-7.6	-4.0	-0.2	1.3	2.1	-0.2	-7.6
1989	2.6	3.0	3.5	-1.3	-2.9	-4.0	-5.6	-3.1	0.1	2.0	0.8	0.1	-5.6
1990	2.0	0.6	-1.5	1.0	-2.0	-1.8	-5.3	-2.8	0.7	1.7	3.2	0.2	-5.3
1991	2.0	1.5	2.0	0.0	-2.9	-4.2	-7.8	-5.6	-2.4	1.2	2.0	-0.7	-7.8
1992	2.0	2.0	1.0	-1.9	-1.3	-1.5	-4.0	-2.6	-1.8	0.4	2.0	-0.5	-4.0
1993	1.5	2.5	3.5	1.6	-1.8	-8.0	-4.6	-6.3		2.2	4.1	2.9	-8.0
1994	4.0	4.2	4.4	3.0	-5.3	-5.7	-5.0	-4.5	-0.8	-0.6	0.9	3.5	-5.7
1995	2.8	2.5	2.9	-1.5	-4.5	-4.5	-1.5	-3.0	-0.4	2.6	1.7	1.5	-4.5
1996	3.0	1.3	2.2	0.5	-4.2	-5.5	-6.0	-1.6	0.1	1.0	1.0	1.0	-6.0
1997	2.7	1.5	0.0	0.0	-1.5	-5.0	-5.8	-0.6	0.4	1.0	1.6	3.7	-5.8
1998	3.2	4.9	4.2	3.3	-1.5	-2.0	-3.8	-1.0	-0.4	3.8	0.6	-0.5	-3.8
1999	4.1	4.0	3.2	1.0	-2.3	-3.0	-6.3	-4.2	0.4	-0.6	1.0	2.2	-6.3
2000	3.4	2.5	2.0	1.0	-0.5	-2.5	-4.0	-1.7	0.0	2.1	-3.0	1.2	-4.0
2001	5.0	3.5	4.7	-2.0	-2.3	-3.0	-2.0	-4.1	1.9	2.9	3.5	2.9	-4.1
2002	1.0	4.5	4.0	1.2	-1.0	-2.4	-3.0	-1.7	2.4	2.0	1.6	4.0	-3.0
2003	3.7	3.2	5.0	1.2	-0.5	-3.3	-4.3	-3.7	-0.8	0.2	0.4	4.0	-4.3
2004	1.4	3.5	2.3	0.7	-1.0	-4.4	-3.5	-3.7	-0.2	2.7	2.7	3.5	-4.4
2005	0.9	3.6	2.4	-0.8	-3.7	-3.9	-5.1	-2.8	0.8	4.0	0.1	3.4	-5.1
2006	1.2	4.0	3.3	0.9	-5.0	-2.5	-5.3	-1.7	0.4	-0.2	3.4	3.4	-5.3
2007	4.5	-0.4	4.0	1.5	-2.0	-3.9	-3.1	-3.0	-0.8	-0.6	2.8	1.7	-3.9
2008	3.2	2.8	2.0	0.3	-2.4	-5.0	-3.0	0.0	-2.0	2.5	2.5	2.0	-5.0
2009	3.5	3.5	2.9	1.2	-1.6	-4.0	-4.5	-0.3	0.9	1.3	2.3	3.3	-4.5

2010	3.5	3.6	3.8	1.7	-1.8	-2.1	-3.6	-4.6	-0.5	0.5	1.2	3.9	-4.6
2011	3.9	4.7	4.1	1.0	-5.2	-4.5	-5.0	-2.0	-0.9	1.0	2.0	1.6	-5.2
2012	2.7	3.8		3.0	-2.5	-3.0	-6.5		-1.0	1.7	2.5	5.2	-6.5
2013	3.5	4.7	2.0	0.0	-1.1	-3.6	-3.0	-1.2					-3.6
Promedio	2.9	3.2	2.7	0.8	-2.5	-3.8	-4.7	-2.7	-0.2	1.4	1.6	2.2	

Tabla 6. Registro de horas de sol.

REGISTRO DE HORAS DE SOL DE 24 HORAS

Estación: **Estación Huayao** Latitud: 12°2'24.7"
 Parámetro: Horas de sol Longitud: 75°19'13.8" W Dpto: JUNIN
 Altitud 3321 Prov: CHUPACA
 msnm Dist: HUACHAC

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Hor. Max.
1968	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	7.6	6.9	7.1	6.4	6.6	8.3
1969	6.3	5.2	5.6	6.7	7.9	8.6	8.0	7.8	6.3	7.7	7.1	6.4	8.6
1970	6.6	6.5	6.3	7.1	7.1	7.6	9.3	8.6	8.4	6.6	5.8	6.2	9.3
1971	5.7	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7
1972	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1973	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1974	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1975	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1976	4.7	6.9	4.0	7.0	7.6	8.9	9.1	9.0	7.0	7.0	6.1	6.5	9.1
1977	4.0	5.0	5.1	5.8	8.5	8.0	8.1	8.0	6.5	6.3	5.5	4.4	8.5
1978	3.8	4.2	6.0	6.2	9.3	7.8	8.7	7.2	6.2	7.4	7.4	6.8	9.3
1979	5.1	4.8	4.8	6.6	6.5	7.8	9.7	8.4	5.9	7.9	6.4	4.7	9.7
1980	5.0	4.5	5.1	6.6	7.5	7.9	8.7	7.6	6.1	8.5	7.9	6.1	8.7
1981	5.9	4.1	5.2	7.6	8.1	9.1	8.3	9.3	7.0	7.0	4.5	6.1	9.3
1982	4.3	6.0	5.6	5.9	8.6	8.9	9.1	8.8	6.4	7.1	6.6	5.1	9.1
1983	7.1	4.2	3.6	6.9	8.5	9.2	7.9	9.0	7.0	7.4	5.4	6.2	9.2
1984	5.2	5.4	4.6	7.3	9.2	9.1	7.6	7.1	6.3	4.8	0.0	6.7	9.2
1985	4.5	4.1	5.3	6.1	7.2	8.1	9.4	7.2	0.0	5.4	4.2	4.0	9.4
1986	4.5	4.6	4.4	6.3	9.5	8.2	8.6	7.6	5.6	6.2	4.6	5.6	9.5
1987	6.6	6.7	5.6	7.1	8.3	7.2	8.8	8.2	6.4	7.9	7.0	5.6	8.8
1988	4.4	4.0	3.8	5.6	7.6	7.1	8.5	8.2	7.3	4.9	5.3	5.9	8.5
1989	5.9	3.6	4.5	5.1	6.5	7.5	8.5	7.1	6.4	8.7	6.4	5.4	8.7
1990	4.5	3.7	3.0	5.1	8.7	9.0	8.0	7.9	5.9	7.7	7.1	5.3	9.0
1991	4.3	6.0	7.0	6.8	7.7	8.7	8.6	9.2	6.3	6.9	4.5	5.3	9.2
1992	3.6	5.6	4.4	4.5	7.1	8.9	9.2	9.2	6.8	6.7	6.0	4.8	9.2
1993	3.6	3.9	3.8	6.0	7.2	7.3	8.5	7.3	6.2	5.9	7.2	7.4	8.5
1994	4.2	6.9	5.6	6.9	7.0	6.1	8.2	7.9	6.3	5.2	5.6	5.0	8.2
1995	6.0	5.4	3.9	6.4	8.0	8.7	8.4	7.5	6.5	4.4	5.3	7.1	8.7
1996	5.6	5.7	5.9	7.7	9.1	6.7	8.8	7.7	7.4	6.3	7.4	7.6	9.1
1997	4.5	5.2	5.1	5.3	7.9	9.3	8.3	8.4	5.8	6.4	4.9	4.9	9.3
1998	4.4	4.8	5.8	6.1	4.0	8.7	8.6	9.4	6.6	7.9	7.2	6.8	9.4

1999	6.2	6.1	5.8	7.5	8.4	8.5	9.1	9.5	7.0	7.8	7.1	7.0	9.5
2000	5.2	5.7	5.5	6.1	7.3	9.1	9.3	7.8	7.4	7.3	7.0	6.0	9.3
2001	5.3	5.5	6.6	7.8	8.4	9.6	9.7	7.2	7.4	7.6	6.6	6.2	9.7
2002	5.5	6.0	5.9	8.1	9.5	8.8	10.0	8.8	7.9	7.3	7.4	5.2	10.0
2003	5.4	4.6	4.4	6.0	8.2	8.7	9.1	10.1	7.1	6.8	7.9	5.0	10.1
2004	4.8	5.3	4.5	6.8	8.3	9.1	8.7	8.7	7.5	7.1	8.2	6.7	9.1
2005	4.6	5.6	5.5	7.8	8.1	8.1	8.0	9.6	6.9	7.2	6.4	7.7	9.6
2006	7.2	4.8	5.7	6.2	7.8	8.3	7.8	8.5	6.5	7.2	6.1	6.2	8.5
2007	5.3	5.6	5.7	7.4	8.0	9.1	9.5	8.2	7.8	8.6	8.4	5.6	9.5
2008	7.5	5.8	5.4	7.9	8.9	8.2	8.2	8.4	6.4	6.9	7.4	5.0	8.9
2009	6.8	7.3	5.8	7.3	9.0	9.8	9.4	9.6	7.9	6.9	7.8	5.7	9.8
2010	6.4	5.3	5.3	6.6	9.8	8.6	9.6	8.2	7.8	7.3	6.0	6.6	9.8
2011	7.0	6.1	4.7	6.6	7.8	9.8	8.6	9.4	6.8	7.4	7.5	6.4	9.8
2012	4.1	5.6	5.4	7.6	8.8	9.0	9.5	9.2	8.0	7.3	7.7	5.8	9.5
Promedio	4.7	4.7	4.4	5.7	6.9	7.3	7.8	7.4	5.9	6.2	5.6	5.3	

Tabla 7. Registro de velocidad máxima de viento.

REGISTRO DE VELOCIDAD MÁXIMA DE VIENTO EN 24 HORAS

Estación: **Estación Huayao** Latitud: 12°2'24.7" S Dpto: JUNIN
 Parámetro: Velocidad Máxima Longitud: 75°19'13.8" W Prov: CHUPACA
 Altitud: 3321 msnm Dist: HUACHAC

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	V. max.
1965	1.0	1.5	2.0	1.3	1.2	0.9	1.0	0.8	1.3	2.0	2.0	1.6	2.0
1966	1.0	1.9	1.9	1.8	2.0	1.4	2.1	2.2	1.4	1.5	2.8	2.6	2.8
1967	1.0	2.2	1.4	1.5	1.7	1.7	0.9	1.0	0.9	0.8	1.1	1.6	2.2
1968	1.0	1.8	2.5	2.6	1.4	1.5	1.5	0.9	1.0	1.2	1.1	1.3	2.6
1969	1.0	1.5	1.9	2.3	1.9	1.6	1.6	0.8	1.0	1.4	1.4	1.6	2.3
1970	1.0	1.8	2.1	2.3	2.3	1.8	1.9	1.3	1.1	1.4	1.3	1.1	2.3
1971	1.0	2.2	2.1	2.1	2.6	3.3	2.7	3.2	3.3	1.2	1.4	2.0	3.3
1972	1.0	2.7	2.9	4.0	4.2	4.5	4.6	5.0	1.1	2.1	1.8	1.3	5.0
1973	1.0	0.7	0.3	0.4	0.7	1.6	0.8	1.7	0.8	0.8	0.4	1.0	1.7
1974	1.0	0.3	0.4	0.4	0.6	1.2	0.8	1.8	0.9	1.0	0.7	0.6	1.8
1975	1.0	0.6	0.6	0.2	0.7	0.3	0.9	0.6	0.9	1.1	1.6	0.5	1.6
1976	1.0	0.8	0.5	0.2	0.2	0.3	0.4	0.2	0.6	0.3	1.1	0.9	1.1
1977	1.0	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3	0.2	0.3	0.7	1.2	0.7	0.9	1.2
1978	1.0	0.5	0.7	0.6	0.2	0.4	0.4	0.2	0.4	0.4	0.5	0.4	1.0
1979	1.0	0.9	0.5	0.4	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3		0.8	0.4	1.0
1980	1.0	0.4	0.3	0.5	0.3	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.4	1.0
1981	1.0	0.9	0.7	1.6	0.5	1.1	0.5	0.4	0.4	0.3			1.6
1982	1.0												1.0

1983	1.0						1.2	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2	1.2
1984	1.0	1.0	1.8	2.5	2.3	2.1	2.2	1.7	1.7	1.7	1.6	1.5	2.5
1985	1.0	1.7	1.8				2.1	2.1	1.6	1.8	1.9	1.5	2.1
1986	1.0	1.1	1.2	1.5	2.2	2.0	1.5	2.0		1.3	1.7	1.4	2.2
1987	1.0	0.8	1.0	1.0	0.9	1.0	1.7	1.4	1.8	1.4	1.4	1.2	1.8
1988	1.0	1.2	0.9	1.2	1.2	1.4	1.5	1.6	1.4	1.7	1.5	1.1	1.7
1989	1.0	1.0	0.9	0.6	0.9	0.8	1.2	0.9	1.4	1.4	1.3	1.2	1.4
1990	1.0	0.8	0.8	0.8	1.1	0.9	0.7	1.0	1.0	1.3	1.0	1.3	1.3
1991	1.0	1.0	1.0	1.1	0.6	0.8	0.9	0.6	1.0	0.9	1.0	1.2	1.2
1992	1.0	1.1	0.8	0.9	0.8	0.6	0.7	0.7	0.5	0.9	1.0	0.6	1.1
1993	1.0	0.7	0.9	0.8	0.9	0.9	0.7	0.6	0.5	0.4	0.7	0.7	1.0
1994	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	0.8	1.0	0.5	0.7	0.6	0.8	0.8	1.0
1995	1.0	1.4	1.2	1.2	1.4	0.8	1.3	1.0	0.8	0.5	0.4	0.6	1.4
1996	1.0	0.9		0.8	0.8	0.7	0.9	1.0	0.9	0.8	0.8	0.4	1.0
1997	1.0	0.9	0.9	1.4	1.4	0.9	1.1	0.9	1.1	0.9	0.7	0.6	1.4
1998	1.0	0.6	0.9	1.2	1.3	1.2	1.2	1.1	1.0	0.9	1.0	0.9	1.3
1999	1.0	0.8		1.0	1.0	1.3	1.4	1.3	1.0	1.0	1.1	0.6	1.4
2000	1.0	0.9	0.8	0.9	1.1	0.9	1.0	1.2	1.5	1.3	1.0	0.8	1.5
2001	1.0	1.2										2.0	2.0
2002	1.0			1.8	1.3		2.1	2.3	2.3	2.2	2.4		2.4
2003	1.0			1.6	1.5	1.6	2.0	2.2	2.1	2.4	2.4	2.8	2.8
2004	1.0	2.1	2.1	1.8	2.0	1.8	1.8	2.0	1.9	2.6	2.2	2.2	2.6
2005	1.0	2.1	2.0	2.4	1.5	1.9	1.7	1.6	1.9	2.1	2.2	2.1	2.4
2006	1.0	2.2	1.9	2.1	2.0	1.9	2.2	1.9	1.8	1.8	2.4	2.4	2.4
2007	1.0	2.2	2.6	2.0	2.2	2.3	2.4	1.7	1.6	2.0	1.9	2.2	2.6
2008	1.0	2.3	2.5	2.4	2.2	2.1	2.0	2.2	1.8	2.1	1.6	1.8	2.5
2009	1.0	2.3	2.7										2.7
2010	1.0												1.0
2011	1.0												1.0
2012	1.0												1.0
2013	1.0												1.0
Promedio	1.00	1.28	1.34	1.37	1.33	1.32	1.37	1.31	1.17	1.25	1.30	1.23	

Tabla 8. Registro de humedad relativa %.

REGISTRO DE HUMEDAD RELATIVA % DE 24 HORAS

Estación: **Estación Huayao** Latitud: 12°2'24.7" S Dpto: JUNIN
 Parámetro: Humedad Relativa Longitud: 75°19'13.8" W Prov: CHUPACA
 Altitud 3321 msnm Dist: HUACHAC

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	H.R. % max.
1981	63.2	72.6	70.6	66.2	61.4	55.6	55	52	54.3	53.4	63.9	63	72.6
1982	70.6	66.6	69.2	64.9	56.2	55.4		52.4	59.7	56.8	60.8	61.4	70.6
1983	62.4	67.2	69.1	62.5	57.8	52.5	54	52	53.9	54.3	57.5	58.5	69.1
1984	62.2	64.6	70.9	60.5	56.6								70.9
1985													0
1986	68.3	72.1	69.1	65.3	57.1	57.4	54	57.5	58.2	60.9	61.4	61.2	72.1
1987	62.5	62.2	65.9	62.4	57	58.8	55				54.2	61.4	65.9
1988	69.9	75.9	72.6	66.9	61.8	60.1	55	56.2	55.8	63.8	61.9	62.4	75.9
1989	66.3	73.8	69.2	66.7	63.1	56.7	54	55.3	63.4	57	58.6	66.8	73.8
1990	74.7	76.9	78	72.4	62.6	58.1	60	59.3	61.6	57	55	62.3	78
1991	72	72	67.6	64.1	59.4	56.1	54	52.8	54.2	54	57.7	64	72
1992	70.3	68.8	69.9	69.9	60.9	52.9	50	49	53.6	56.5	52.8	60.4	70.3
1993	70.1	67.9	71.3	64.6	58	57.8	51	54.5	50.2	55.1	49.9	48.5	71.3
1994	64.8	56.6	60.6	55.8	55.5	57.8	50	49.5	51.1	56.4	55.8	54.1	64.8
1995	54.9	56.9	63.9	57	53.8	50.7	45	45.7	49.2	53.9	54	46.4	63.9
1996	57	56	60.4	54.2	49.2	52.3	47	50	42.1	49.6	43.9	44.1	60.4
1997	57.5	59.8	63.9	62.9	55.3	45.4	49	44.5		52.9	55.2	59.6	63.9
1998	62.3	63.9	62.5	59.1	50.8	46.6	44	46	48.4	46.1	49.4	53	63.9
1999	58.9	59.6	64.2	55.1	48.3	45.7	46	44	46.2	47.4	46.8	48.4	64.2
2000	57.5	61.2	61.7	55.8	48.3	43.6	44	46.1	46.5	46.7	44.6	54.8	61.7
2001	57.1	61.5	58.4	52.4	47.8	44.7	43	47.9	45.9	48.1	52	56.3	61.5
2002	61.5	60.1	61.8	53.1	44.6	48.5	45	47.4	40.5	56.1	55.8	62.7	62.7
2003	65.6	71.6	69.3	72.1	64.4	61	59	56.4	62.3	61.9	59.1	68.6	72.1
2004	73.2	74.7	76.6	67.3	60.8	53.6	47	53.8	54.1	62.3	49.6	57.3	76.6
2005	72.6	69.5	73	67.1	59.4	56.9	56	53.8	58.1	61.7	62.6	63.5	73
2006	62.8	68.1	67.3	63.1	59.7	57.6	58	57.2	59.4	63.2	64.4	64.8	68.1
2007	64.3	66.1	67	61.9	57.7	54.4	55	56	54.1	57.6	58.5	66.9	67
2008	61.5	66.3	66.9	59.6	56.1	56.5	56	57.3	57.9	59.7	58.8	63.3	66.9
2009	60.3	62.2	63.3	56.8	52.3	52.5	53	51.7	55.6	60.4	55.4	62.4	63.3
2010	63.4	65.6	66.1	61.6	52.9	56.9	54	56	55.6	57.6	61.2	60.6	66.1
2011	63.5	61.6	65.8	62	55.8	54.8	55	55.8	58.2	55.9	56.4	57.2	65.8
2012	65.2	61.7	60.8	54.9	51	53.2	55	57.3	57.1	61.6			65.2
Promedio	64.4	65.9	67	61.9	56	53.8	52	52.3	53.8	56.1	55.8	59.1	

Tabla 9. Registro de precipitación máxima.

REGISTRO DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE 24 HORAS (mm) – ANALISIS DE DATOS DUDOSOS – “OUTLIER”

Estación: **Estación Huayao**

Latitud: 12°2'24.7" S

Dpto: JUNIN

Parámetro: Precipitación Máxima 24 hr (mm)

Longitud: 75°19'13.8" W

Prov: CHUPACA

Altitud 3321 msnm

Dist: HUACHAC

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Pmax24	Log(P24hr)
1982	15.5	23.4	13.7	13		5.0	3	10.4	10.4	26.7	13.5	26.7	26.7	1.4
1983	20.3	13.7	29.7	10.7	15.5	4.1	0.3				14	14.2	29.7	1.5
1984	21.8	38.1	32.3	9.9	8.9	3	2.5	0.8	22.6	29.2	32	10.9	38.1	1.6
1985	16.5	21.3	13.5	18.3	7.4	1.3	3.8	4.8	37.3	17.5	15.7	21.1	37.3	1.6
1986	24.4	33.8	22.1	18.1	5.4	0	3.8	13	13.9	9.1	6.9	14.3	33.8	1.5
1987	31.5	24.2	22.7	39.4	4.8	10.2	6.3	4.4	15.7	10.1	7.4	23.4	39.4	1.6
1988	41.7	28.2	14.2	18.6	11.7	1	0	8.6	10.4	12.2	9.1	20.6	41.7	1.6
1989	11.4	39.8	15.2	25.4	11.9	3.8	0.3	6.4	4.8	37.9	10.5	7.8	39.8	1.6
1990	16.2	36.1	38.9	16	7.6	15.3	4.6	5.4	11.7	15	29.4	15.2	38.9	1.6
1991	17.3	15.7	37.3	21.6	9.7	5.6	1	0	19.3	19	11.2	10.2	37.3	1.6
1992	16	22.4	15	8.6	5.3	4.3	2.5	4.3	10.9	12.2	7.6	11.9	22.4	1.4
1993	20.9	21.8	34.5	15.3	6.9	0.5	2.3	10.6		15.3	16	33.5	34.5	1.5
1994	17.3	39.4	25.1	28.7	11.2	1.5	0.8	14	2.8	21.1	13	24.2	39.4	1.6
1995	13.8	28	16.5	6.8	19.9	2	4.8	9.7	12.7	20.8	15	22.8	28	1.4
1996	26.2	16	11.7	21.1	3.3	0.8	0	5.6	5.9	16	9.4	12.5	26.2	1.4
1997	13	22.6	12.7	12.7	1.3	0.3	1	7.1	14	7.7	12.2	29.5	29.5	1.5
1998	18.8	21.3	8.9	25.7	1.8	2.1	0	14.5	23.1	19.3	11.2	8.7	25.7	1.4
1999	18.8	27.7	14.5	12.9	3.3	15.8	5.8	3	12.7	16.5	21.6	11.2	27.7	1.4
2000	14.5	17.7	24.2	7.1	4.1	1.3	5.1	8.4	7.8	17.1	8.9	19.6	24.2	1.4
2001	24.9	16.5	17.5	12.2	5.8	1.5	7.2	1.5	17.2	20.3	13.8	29.2	29.2	1.5
2002	25.1	30.3	23.9	5.8	2.5	2.5	8.9	9.1	21.9	18.3	22.8	25.4	30.3	1.5
2003	14.7	26.4	25.7	21.8	7.6	2.3	1	11.9	6.7	7.4	19.3	16.8	26.4	1.4

2004	9.9	37.6	15.5	8.6	5.5	4.9	5.5	2.8	9.7	6.9	21.1	12.2	37.6	1.6
2005	22.4	13.3	16.6	12.1	6.9	0.4	3.1	2.3	7.6	26.2	20.2	13.9	26.2	1.4
2006	26.2	14.9	15.5	4.8	1.2	3.5	31.9	3.3	12.9	13.3	9.7	19.0	31.9	1.5
2007	32.4	6.5	16.0	17.3	9.0	0.0	0.8	1.3	5.8	17.7	18.4	19.6	32.4	1.5
2008	17.9	12.4	12.6	13.3	2.8	9.1	4.8	11.7	11.5	18.3	10.1	17.6	18.3	1.3
2009	23.3	16.7	32.3	40.7	6.2	6.1	3.2	25.6	13.5	6.4	14.5	34.9	40.7	1.6
2010	25.8	24.0	25.4	27.1	0.8	3.4	4.8	0.8	3.3	13.5	4.0	19.8	27.1	1.4
2011	21.2	36.5	27.0	20.5	13.8	0.0	1.9	1.3	16.3	18.1	17.0	20.6	36.5	1.6
2012	16.3	23.4		17.4	10.3	7.3	0.4		6.6	9.6	22.4	22.8	23.4	1.4
2013	22.3	22.4	8.2	18.2	2.7	5.9	1.2	18.8					22.4	1.4
Promedio	20.57	24.13	20.61	17.18	6.72	3.90	3.83	7.38	12.72	16.62	14.77	19.04		

Tabla 10. Cálculo de precipitaciones máximas.

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	P24hr	Log(P24hr)
Número de datos (N)	32.00	32.000
Sumatoria	1002.70	47.576
Valor Máximo	41.70	1.620
Valor Mínimo	18.30	1.262
Media:	31.33	1.487
Varianza:	41.36	0.009
Desviación Estándar:	6.4314	0.092
Coeficiente Variación:	0.21	0.062
Coeficiente de Sesgo:	-0.02	-0.3597
Se Considera:	Aplicar pruebas para detectar datos dudosos altos y bajos	

Tabla 11. Evaluaciones de precipitaciones máximas y mínimas.

$n= 32$ $Kn= 2.591$ Kn : Valor recomendado, varía según el valor de n (significancia:10%)

Umbral de datos dudosos **altos** (xH : unidad.
Logaritmicas)

$$xH= 1.73$$

Precipitacion máxima aceptaba

$$PH= 10^{xH}$$

$$PH= 53.23 \text{ mm}$$

NO EXISTEN DATOS DUDOSOS ALTO DE LA MUESTRA

Umbral de datos dudosos **bajos** (xL : unidad.
Logaritmicas)

$$xL= 1.25$$

Precipitacion ínima aceptaba

$$PH= 10^{xH}$$

$$PL= 17.68 \text{ mm}$$

NO EXISTEN DATOS DUDOSOS MINIMO DE LA MUESTRA

Figura 1. Análisis de precipitación máxima.

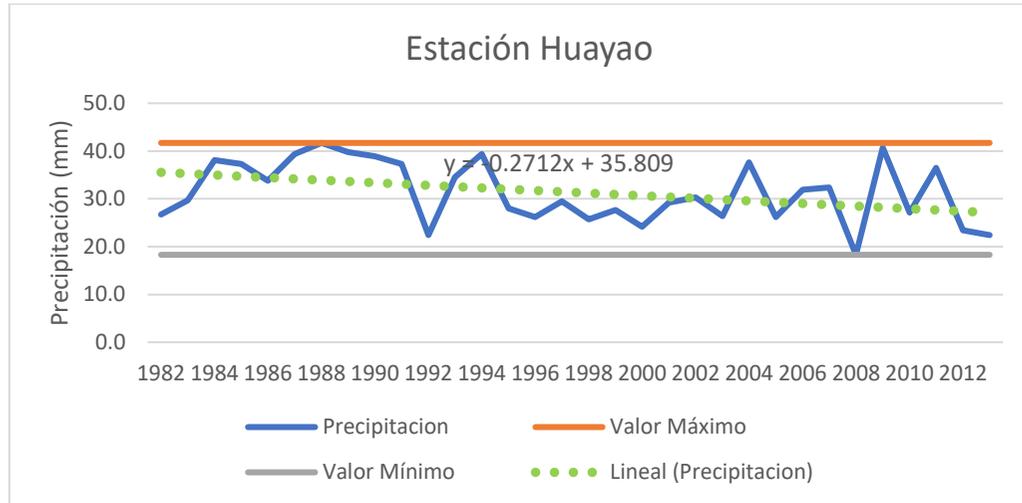


Tabla 12. Valores K_n para la prueba de datos dudosos.

Tamaño de muestra n	K_n						
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

Fuente. Water Resources Council., 1981.

Tabla 13. Resumen de información meteorológica.

CONSOLIDADO DE INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

Estación:

Estación Huayao

Latitud: 12°2'24.7" S

Dpto: JUNIN

Longitud: 75°19'13.8" W

Prov: CHUPACA

Altitud 3321 msnm

Dist: HUACHAC

MES	T° Max. (°C)	T° Min. (°C)	H° R (%)	V. Viento km/día	Hr. Sol (Hrs)	Precipitación (PP)
Enero	22.6	2.9	64.4	64.4	4.7	20.57
Febrero	22.1	3.2	65.9	65.9	4.7	24.13
Marzo	21.7	2.7	67.0	67.0	4.4	20.61
Abril	22.1	0.8	61.9	61.9	5.7	17.18
Mayo	22.4	-2.5	56.0	56.0	6.9	6.72
Junio	21.8	-3.8	53.8	53.8	7.3	3.90
Julio	21.7	-4.7	51.8	51.8	7.8	3.83
Agosto	22.7	-2.7	52.3	52.3	7.4	7.38
Setiembre	23.5	-0.2	53.8	53.8	5.9	12.72
Octubre	23.7	1.4	56.1	56.1	6.2	16.62
Noviembre	24.1	1.6	55.8	55.8	5.6	14.77
Diciembre	24.1	2.2	59.1	59.1	5.3	19.04

Tabla 14. Cálculo de evapotranspiración de referencia o potencial.

EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO DE REFERENCIA (Eto)

Método:

Hargreaves

$$ETo = 0.0023 * Ra (Tm + 17.8) * \sqrt{TD}$$

Estación: **Estación Huayao**

Latitud: 12°2'24.7" S
 Longitud: 75°19'13.8" W
 Altitud 3321 msnm

Dpto: JUNIN
 Prov: CHUPACA
 Dist: HUACHAC

MES	N° días	Temperatura (°C)			Diferencia Temperatura	Radiación Extraterrestre Ra (mm/día)	Eto	
		Máxima media	Mínima media	Media diaria			(mm/día)	(mm/mes)
Enero	31	22.64	2.91	12.77	19.73	16.90	5.28	163.66
Febrero	28	22.08	3.22	12.65	18.86	16.30	4.96	138.82
Marzo	31	21.70	2.71	12.20	18.98	15.10	4.54	140.75
Abril	30	22.06	0.78	11.42	21.28	13.10	4.06	121.85
Mayo	31	22.40	-2.48	9.96	24.88	11.20	3.57	110.56
Junio	30	21.80	-3.81	9.00	25.61	10.20	3.18	95.45
Julio	31	21.74	-4.67	8.53	26.41	10.60	3.30	102.28
Agosto	31	22.69	-2.73	9.98	25.43	12.20	3.93	121.85
Setiembre	30	23.46	-0.17	11.64	23.63	14.20	4.67	140.23
Octubre	31	23.73	1.44	12.58	22.29	15.80	5.21	161.61
Noviembre	30	24.15	1.62	12.88	22.52	16.70	5.59	167.80
Diciembre	31	24.05	2.21	13.13	21.85	17.00	5.65	175.24

Tabla 15. Radiación solar extraterrestre en mm/día.

HEMISFERIO NORTE (Ra)													HEMISFERIO SUR (Ra)											
Latitud	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
70	0	1.1	4.2	9.4	14.4	17.3	16.1	11.4	6.1	2	0	0	16.9	11.7	6.4	2	0.1	0	0	0.9	4.4	9.6	15.2	18.5
68	0	1.5	4.8	9.8	14.4	17.1	15.9	11.7	6.6	2.4	0.3	0	16.7	12	6.9	2.4	0.3	0	0	1.3	4.9	10	15.3	18.2
66	0.2	2	5.3	10.1	14.5	16.9	15.8	12	7.1	2.9	0.6	0	16.7	12.2	7.4	2.9	0.6	0	0.2	1.7	5.3	10.4	15.3	18
64	0.6	2.4	5.8	10.5	14.7	16.8	15.8	12.2	7.5	3.5	1	0.2	16.7	12.6	7.9	3.4	1	0.2	0.5	2.2	5.9	10.7	15.5	17.9
62	0.9	2.9	6.3	10.9	14.8	16.8	15.9	12.5	8	4	1.4	0.5	16.8	12.9	8.3	3.9	1.4	0.5	0.8	2.6	6.3	11.1	15.6	17.9
60	1.3	3.4	6.8	11.2	14.9	16.8	16	12.8	8.4	4.4	1.8	0.9	16.9	13.2	8.8	4.4	1.8	0.8	1.2	3.1	6.8	11.5	15.8	17.9
58	1.8	3.9	7.2	11.6	15.1	16.9	16.1	13.1	8.9	4.9	2.2	1.3	17	13.5	9.2	4.9	2.2	1.2	1.6	3.6	7.3	11.8	16	18
56	2.2	4.4	7.7	11.9	15.3	16.9	16.2	13.3	9.3	5.4	2.7	1.7	17.1	13.8	9.6	5.4	2.7	1.6	2	4	7.8	12.2	16.1	18
54	2.7	4.9	8.2	12.2	15.4	16.9	16.2	13.6	9.7	5.9	3.2	2.1	17.2	14	10	5.9	3.1	2	2.4	4.5	8.2	12.5	16.3	18.1
52	3.1	5.4	8.6	12.6	15.6	17	16.4	13.8	10.1	6.4	3.7	2.6	17.3	14.3	10.4	6.4	3.6	2.4	2.9	5	8.7	12.8	16.4	18.1
50	3.6	5.9	9.1	12.9	15.7	17	16.4	14	10.5	6.9	4.2	3.1	17.4	14.5	10.9	6.8	4.1	2.9	3.3	5.5	9.1	13.1	16.6	18.2
48	4.1	6.4	9.5	13.1	15.8	17.1	16.5	14.2	10.9	7.4	4.7	3.6	17.5	14.8	11.2	7.3	4.5	3.3	3.8	6	9.5	13.4	16.7	18.2
46	4.6	6.9	9.9	13.4	16	17.1	16.6	14.4	11.2	7.8	5.1	4	17.6	15	11.6	7.8	5	3.8	4.2	6.4	9.9	13.7	16.8	18.2
44	5.1	7.3	10.3	13.7	16	17.1	16.6	14.7	11.6	8.3	5.7	4.5	17.6	15.2	12	8.2	5.5	4.3	4.7	6.9	10.3	13.9	16.9	18.2
42	5.6	7.8	10.7	13.9	16.1	17.1	16.7	14.8	11.9	8.7	6.2	5.1	17.7	15.4	12.3	8.7	6	4.7	5.2	7.3	10.7	14.2	17	18.2
40	6.1	8.3	11.1	14.2	16.2	17.1	16.7	15	12.2	9.2	6.7	5.6	17.7	15.6	12.6	9.1	6.4	5.2	5.7	7.8	11.1	14.4	17.1	18.2
38	6.6	8.8	11.5	14.4	16.3	17.1	16.7	15.1	12.5	9.6	7.1	6	17.7	15.7	12.9	9.5	6.9	5.7	6.2	8.2	11.4	14.6	17.1	18.2
36	7.1	9.2	11.8	14.6	16.3	17	16.7	15.3	12.9	10	7.6	6.6	17.7	15.9	13.2	9.9	7.4	6.2	6.6	8.7	11.8	14.8	17.1	18.1
34	7.6	9.7	12.2	14.7	16.3	17	16.7	15.3	13.1	10.4	8.1	7.1	17.7	16	13.5	10.3	7.8	6.6	7.1	9.1	12.1	15	17.1	18.1
32	8.1	10.1	12.5	14.5	16.3	16.9	16.6	15.5	13.4	10.9	8.6	7.6	17.7	16.1	13.8	10.7	8.3	7.1	7.6	9.5	12.4	15.1	17.1	18
30	8.6	10.5	12.8	15	16.3	16.8	16.6	15.5	13.6	11.3	9.1	8.1	17.6	16.2	14	11.1	8.7	7.6	8	9.9	12.7	15.3	17.1	17.9
28	9.1	10.9	13.1	15.1	16.3	16.7	16.5	15.6	13.8	11.6	9.5	8.6	17.6	16.2	14.2	11.5	9.2	8	8.4	10.3	13	15.4	17.1	17.8
26	9.6	11.3	13.4	15.3	16.3	16.6	16.4	15.6	14.1	12	10	9.1	17.5	16.3	14.4	11.8	9.6	8.5	8.9	10.7	13.3	15.5	17.1	17.7
24	10	11.8	13.7	15.3	16.2	16.4	16.3	15.6	14.2	12.3	10.4	9.5	17.3	16.3	14.6	12.2	10	8.9	9.3	11.1	13.5	15.6	17	17.6
22	10.5	12.1	13.9	15.4	16.1	16.3	16.2	15.7	14.4	12.7	10.9	10	17.2	16.4	14.8	12.5	10.4	9.4	9.8	11.5	13.8	15.7	16.9	17.4
20	10.9	12.5	14.2	15.5	16	16.1	16	15.6	14.6	13	11.3	10.4	17.1	16.3	14.9	12.8	10.9	9.8	10.2	11.8	14	15.8	16.8	17.2
18	11.4	12.9	14.4	15.5	15.9	16	15.9	15.6	14.7	13.3	11.7	10.9	16.9	16.3	15.1	13.1	11.2	10.2	10.6	12.2	14.2	15.8	16.7	17
16	11.8	13.2	14.6	15.6	15.8	15.8	15.7	15.6	14.9	13.6	12.1	11.4	16.8	16.3	15.2	13.4	11.6	10.7	11	12.5	14.4	15.8	16.6	16.8
14	12.2	13.5	14.7	15.6	15.7	15.6	15.6	15.5	15	13.8	12.5	11.8	16.6	16.2	15.3	13.6	12	11.1	11.4	12.8	14.5	15.8	16.4	16.6
12	12.6	13.8	14.9	15.5	15.5	15.3	15.3	15.4	15.1	14.1	12.9	12.2	16.4	16.2	15.4	13.9	12.3	11.5	11.8	13.1	14.7	15.8	16.2	16.3
10	13	14.1	15.1	15.5	15.3	15.1	15.1	15.3	15.1	14.3	13.2	12.7	16.1	16	15.4	14.1	12.7	11.9	12.2	13.4	14.8	15.7	16	16.1
8	13.4	14.4	15.2	15.4	15.1	14.8	14.9	15.2	15.2	14.5	13.6	13.1	15.9	15.9	15.5	14.3	13	12.2	12.5	13.6	14.9	15.7	15.8	15.8
6	13.8	14.6	15.3	15.3	14.9	14.6	14.7	15.1	15.2	14.7	13.9	13.4	15.6	15.8	15.5	14.5	13.3	12.6	12.9	13.9	15	15.6	15.6	15.5
4	14.1	14.9	15.3	15.3	14.7	14.3	14.4	14.9	15.2	14.9	14.2	13.8	15.3	15.6	15.5	14.7	13.6	13	13.2	14.1	15.1	15.5	15.3	15.2
2	14.4	15.1	15.4	15.1	14.4	14	14.1	14.7	15.2	15.1	14.5	14.2	15.1	15.5	15.5	14.9	13.9	13.3	13.5	14.4	15.1	15.4	15.1	14.9
0	14.8	15.3	15.5	15	14.2	13.6	13.8	14.6	15.2	15.3	14.8	14.5	14.8	15.3	15.5	15	14.2	13.6	13.8	14.6	15.2	15.3	14.8	14.5

Fuente. Allen, et al., 1998.

4.3.4 Demanda de agua para riego

4.3.4.1 Área de intervención

Tabla 16. Áreas de cultivos.

N°	CULTIVO	AREA (Ha)		ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
		Campaña grande	Campaña Chica												
1	Habas Grano Seco	30		30	30	30								30	30
2	Papa intermedia		25.00						25.00	25.00	25.00	25.00	25.00		
3	Zanahoria	35.00		35.00	35.00	35.00								35.00	35.00
4	Maíz – Choclo		25.00						25.00	25.00	25.00	25.00	25.00		
5	Alcachofa	15.00		15.00	15.00	15.00	15.00	15.00						15.00	15.00
6	Arveja Seca	12.00		12.00	12.00	12.00								12.00	12.00
7	Papa Tardia	30.00		30.00	30.00	30.00	30.00							30.00	30.00
8	Arveja Verde		35.00							35.00	35.00	35.00	35.00		
9	Maíz grano	40.00		40.00	40.00	40.00	40.00	40.00							40.00
10	Hortalizas Menores		20.00						20.00	20.00	20.00				
11	Cebolla Cabeza														
12	Alfalfa	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
	Total (Has)	212.00	155.00	212.00	212.00	212.00	135.00	105.00	120.00	155.00	155.00	135.00	135.00	172.00	212.00

4.3.4.2 Coeficiente de riego Kc

Tabla 17. Kc para diferentes cultivos.

N°	CULTIVO	AREA (Ha)		ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
		Campaña grande	Campaña Chica												
1	Habas Grano Seco	30		1.14	1.03	0.8								0.43	0.79
2	Papa intermedia		25.00						0.24	0.74	1.02	0.75	0.48		
3	Zanahoria	35.00		0.82	0.97	0.69								0.41	0.68
4	Maiz – Choclo		25.00						0.24	0.41	0.80	1.08	1.03		
5	Alcachofa	15.00		1.00	1.15	0.80	0.50	0.30						0.60	0.80
6	Arveja Seca	12.00		1.15	1.05	0.80								0.41	0.78
7	Papa Tardia	30.00		1.02	0.75	0.61	0.48							0.24	0.74
8	Arveja Verde		35.00							0.41	0.78	1.15	1.05		
9	Maíz grano	40.00		0.41	0.80	1.08	1.03	0.80							0.24
10	Hortalizas Menores		20.00						0.38	1.00	0.90				
11	Cebolla Cabeza			1.05	1.02	1.00								0.78	0.91
12	Alfalfa	50.00	50.00	1.14	1.15	0.66	0.83	1.07	0.66	0.82	0.67	0.71	1.09	1.13	0.70
	Total (Has)	212.00	155.00	0.97	0.99	0.81	0.71	0.72	0.38	0.68	0.83	0.92	0.91	0.57	0.71

4.3.4.3 Campaña grande

Tabla 18. Kc para diferentes cultivos en campaña grande.

N°	CULTIVO	AREA (Ha)		ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
		Campaña grande	Campaña Chica												
1	Habas Grano Seco	30.00		1.14	1.03	0.8								0.43	0.79
2	Zanahoria	35.00		0.82	0.97	0.69								0.41	0.68
3	Alcachofa	15.00		1.00	1.15	0.80	0.50	0.30						0.60	0.80
4	Arveja Seca	12.00		1.15	1.05	0.80								0.41	0.78
5	Papa Tardia	30.00		1.02	0.75	0.61	0.48							0.24	0.74
6	Maíz grano	40.00		0.41	0.80	1.08	1.03	0.80							0.24
7	Alfalfa	50.00		1.14	1.15	0.66	0.83	1.07	0.66	0.82	0.67	0.71	1.09	1.13	0.70
	Total (Has)	212.00		0.95	0.99	0.78	0.71	0.72	0.66	0.82	0.67	0.71	1.09	0.54	0.68

4.3.4.4 Cálculo de caudal demandado

Tabla 19. Caudal demandado para 212 has.

MESES		ENE	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
1	kc (media ponderada)	0.95	0.99	0.78	0.71	0.72	0.66	0.82	0.67	0.71	1.09	0.54	0.68
2	ETP (mm/día)	5.28	4.96	4.54	4.06	3.57	3.18	3.30	3.93	4.67	5.21	5.59	5.65
3	ETP (mm/mes)	163.66	138.82	140.75	121.85	110.56	95.45	102.28	121.85	140.23	161.61	167.80	175.24
4	ETC (mm/mes)	156.17	136.84	109.38	86.52	79.97	62.99	83.87	81.64	99.57	176.16	90.05	118.41
5	PE (mm/mes)	20.57	24.13	20.61	17.18	6.72	3.90	3.83	7.38	12.72	16.62	14.77	19.04
6	requerimiento de agua(mm)	135.60	112.71	88.77	69.34	73.25	59.09	80.03	74.26	86.84	159.53	75.28	99.38
7	reque. Volumétrico de agua (m3/Ha)	1356.0	1127.1	887.7	693.4	732.5	590.9	800.3	742.6	868.4	1595.3	752.8	993.8
8	eficiencia de riego	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
9	número de horas de riego (Hrs)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
10	número de días de riego (Días)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	módulo de riego	1.27	1.16	0.83	0.67	0.68	0.57	0.75	0.69	0.84	1.49	0.73	0.93
12	área total de parcela (Has)	212.00	212.00	212.00	135.00	105.00	120.00	155.00	155.00	135.00	135.00	172.00	212.00
13	caudal demandado	268.33	246.93	175.66	90.28	71.79	68.40	115.79	107.44	113.08	201.02	124.89	196.65
caudal demandado		268.33	l.p.s										

Eficiencia de riego (gravedad) = 0.40 según, MEF 2003

Tabla 20. Dimensiones de sección del Canal propuesto

SECCCIÓN RECTANGULAR		
Caudal demandado	0.27	Caudal demandado redondeado
Ancho de Solera	0.50	Según Recomendación de la UNI
Rugosidad (n)	0.017	Determinado según tabla de Manning
Pendiente (s)	0.002	Por cada 1000 m desciende 2 m

Fuente. Propia

Tabla 21. Valores de caudal

CAUDAL Q (m ³ /s)	SOLERA b (m)
Menor de 0.100	0.30
Entre 0.100 y 1.200	0.50
Entre 2.00 y 4.00	0.75
Mayor de 4.00	1.00

Fuente. Flujo uniforme (2) Universidad Nacional de Ingeniería

Figura 2. Verificación en el software Hcanales.

Lugar:

Tramo:

Proyecto:

Revestimiento:

Datos:

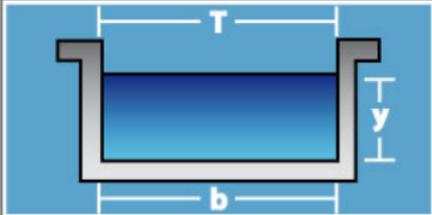
Caudal (Q): m³/s

Ancho de solera (b): m

Talud (Z):

Rugosidad (n):

Pendiente (S): m/m



Resultados:

Tirante normal (y): m

Area hidráulica (A): m²

Espejo de agua (T): m

Número de Froude (F):

Tipo de flujo:

Perímetro (p): m

Radio hidráulico (R): m

Velocidad (v): m/s

Energía específica (E): m-Kg/Kg

Calcular

Limpiar Pantalla

Imprimir

Menú Principal

Calculadora

Reporte

Fuente. Propia, elaborado en HCanales

4.4 Análisis del canal lateral: la velocidad y Caudal

Tabla 22. Caudal y velocidad en la sección 1 y 2.

SECCIÓN	PROGRESIVA
1	0+000-0+050

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	20 s		
2	20 m	20 s		
3	20 m	20 s		
4	20 m	20 s	TIEMPO PROMEDIO	20 s
5	20 m	21 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.99 m/s
TOTAL	-	101 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	1.00 m/s	VOLUMEN	0.725 m3/s
2		1.00 m/s		
3		1.00 m/s		
4		1.00 m/s		
5		0.95 m/s		
PROMEDIO	-	0.99 m/s		

SECCIÓN	PROGRESIVA
2	0+050-0+100

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	20 s		
2	20 m	21 s		
3	20 m	21 s		
4	20 m	20 s	TIEMPO PROMEDIO	20 s
5	20 m	20 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.98 m/s
TOTAL	-	102 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	1.00 m/s	VOLUMEN	0.718 m3/s
2		0.95 m/s		
3		0.95 m/s		
4		1.00 m/s		
5		1.00 m/s		
PROMEDIO	-	0.98 m/s		

Tabla 23. Caudal y velocidad en la sección 3 y 4.

SECCIÓN	PROGRESIVA
3	0+100-0+150

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	21 s		
2	20 m	20 s		
3	20 m	20 s		
4	20 m	20 s	TIEMPO PROMEDIO	20 s
5	20 m	21 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.98 m/s
TOTAL	-	102 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.95 m/s	VOLUMEN	0.718 m3/s
2		1.00 m/s		
3		1.00 m/s		
4		1.00 m/s		
5		0.95 m/s		
PROMEDIO	-	0.98 m/s		

SECCIÓN	PROGRESIVA
4	0+150-0+200

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	20 s		
2	20 m	21 s		
3	20 m	20 s		
4	20 m	21 s	TIEMPO PROMEDIO	21 s
5	20 m	21 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.97 m/s
TOTAL	-	103 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	1.00 m/s	VOLUMEN	0.711 m3/s
2		0.95 m/s		
3		1.00 m/s		
4		0.95 m/s		
5		0.95 m/s		
PROMEDIO	-	0.97 m/s		

Tabla 24. Caudal y velocidad en la sección 5 y 6.

SECCIÓN	PROGRESIVA
5	0+200-0+250

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	21 s		
2	20 m	21 s		
3	20 m	21 s		
4	20 m	20 s	TIEMPO PROMEDIO	21 s
5	20 m	21 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.96 m/s
TOTAL	-	104 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.95 m/s	VOLUMEN	0.704 m3/s
2		0.95 m/s		
3		0.95 m/s		
4		1.00 m/s		
5		0.95 m/s		
PROMEDIO	-	0.96 m/s		

SECCIÓN	PROGRESIVA
6	0+250-0+300

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	21 s		
2	20 m	21 s		
3	20 m	21 s		
4	20 m	21 s	TIEMPO PROMEDIO	21 s
5	20 m	21 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.95 m/s
TOTAL	-	105 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.95 m/s	VOLUMEN	0.697 m3/s
2		0.95 m/s		
3		0.95 m/s		
4		0.95 m/s		
5		0.95 m/s		
PROMEDIO	-	0.95 m/s		

Tabla 25. Caudal y velocidad en la sección 7 y 8.

SECCIÓN	PROGRESIVA
7	0+300-0+350

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	21 s		
2	20 m	21 s		
3	20 m	22 s		
4	20 m	21 s	TIEMPO PROMEDIO	21 s
5	20 m	21 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.94 m/s
TOTAL	-	106 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.95 m/s	VOLUMEN	0.691 m3/s
2		0.95 m/s		
3		0.91 m/s		
4		0.95 m/s		
5		0.95 m/s		
PROMEDIO	-	0.94 m/s		

SECCIÓN	PROGRESIVA
8	0+350-0+400

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	22 s		
2	20 m	21 s		
3	20 m	21 s		
4	20 m	21 s	TIEMPO PROMEDIO	21 s
5	20 m	22 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.94 m/s
TOTAL	-	107 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.91 m/s	VOLUMEN	0.684 m3/s
2		0.95 m/s		
3		0.95 m/s		
4		0.95 m/s		
5		0.91 m/s		
PROMEDIO	-	0.94 m/s		

Tabla 26. Caudal y velocidad en la sección 9 y 10.

SECCIÓN	PROGRESIVA
9	0+400-0+450

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	22 s		
2	20 m	21 s		
3	20 m	21 s		
4	20 m	21 s	TIEMPO PROMEDIO	21 s
5	20 m	22 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.94 m/s
TOTAL	-	107 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.91 m/s	VOLUMEN	0.684 m3/s
2		0.95 m/s		
3		0.95 m/s		
4		0.95 m/s		
5		0.91 m/s		
PROMEDIO	-	0.94 m/s		

SECCIÓN	PROGRESIVA
10	0+450-0+500

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	22 s		
2	20 m	21 s		
3	20 m	21 s		
4	20 m	22 s	TIEMPO PROMEDIO	22 s
5	20 m	22 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.93 m/s
TOTAL	-	108 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.91 m/s	VOLUMEN	0.678 m3/s
2		0.95 m/s		
3		0.95 m/s		
4		0.91 m/s		
5		0.91 m/s		
PROMEDIO	-	0.93 m/s		

Tabla 27. Caudal y velocidad en la sección 11 y 12.

SECCIÓN	PROGRESIVA
11	0+500-0+550

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	22 s		
2	20 m	22 s		
3	20 m	21 s		
4	20 m	22 s	TIEMPO PROMEDIO	22 s
5	20 m	22 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.92 m/s
TOTAL	-	109 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

			VOLUMEN	
1	VELOCIDAD	0.91 m/s	0.672 m3/s	
2		0.91 m/s		
3		0.95 m/s		
4		0.91 m/s		
5		0.91 m/s		
PROMEDIO	-	0.92 m/s		

SECCIÓN	PROGRESIVA
12	0+550-0+600

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	22 s		
2	20 m	23 s		
3	20 m	22 s		
4	20 m	22 s	TIEMPO PROMEDIO	22 s
5	20 m	21 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.91 m/s
TOTAL	-	110 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

			VOLUMEN	
1	VELOCIDAD	0.91 m/s	0.666 m3/s	
2		0.87 m/s		
3		0.91 m/s		
4		0.91 m/s		
5		0.95 m/s		
PROMEDIO	-	0.91 m/s		

Tabla 28. Caudal y velocidad en la sección 13 y 14.

SECCIÓN	PROGRESIVA
13	0+600-0+650

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	23 s		
2	20 m	22 s		
3	20 m	23 s		
4	20 m	21 s	TIEMPO PROMEDIO	22 s
5	20 m	22 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.90 m/s
TOTAL	-	111 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.87 m/s	VOLUMEN	0.660 m3/s
2		0.91 m/s		
3		0.87 m/s		
4		0.95 m/s		
5		0.91 m/s		
PROMEDIO	-	0.90 m/s		

SECCIÓN	PROGRESIVA
14	0+650-0+700

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	22 s		
2	20 m	23 s		
3	20 m	22 s		
4	20 m	23 s	TIEMPO PROMEDIO	22 s
5	20 m	22 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.89 m/s
TOTAL	-	112 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.91 m/s	VOLUMEN	0.654 m3/s
2		0.87 m/s		
3		0.91 m/s		
4		0.87 m/s		
5		0.91 m/s		
PROMEDIO	-	0.89 m/s		

Tabla 29. Caudal y velocidad en la sección 15 y 16.

SECCIÓN	PROGRESIVA
15	0+700-0+750

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	22 s		
2	20 m	22 s		
3	20 m	22 s		
4	20 m	23 s	TIEMPO PROMEDIO	22 s
5	20 m	23 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.89 m/s
TOTAL	-	112 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.91 m/s	VOLUMEN	0.654 m3/s
2		0.91 m/s		
3		0.91 m/s		
4		0.87 m/s		
5		0.87 m/s		
PROMEDIO	-	0.89 m/s		

SECCIÓN	PROGRESIVA
16	0+750-0+800

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	22 s		
2	20 m	23 s		
3	20 m	23 s		
4	20 m	23 s	TIEMPO PROMEDIO	23 s
5	20 m	22 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.89 m/s
TOTAL	-	113 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.91 m/s	VOLUMEN	0.648 m3/s
2		0.87 m/s		
3		0.87 m/s		
4		0.87 m/s		
5		0.91 m/s		
PROMEDIO	-	0.89 m/s		

Tabla 30. Caudal y velocidad en la sección 17 y 18.

SECCIÓN	PROGRESIVA
17	0+800-0+850

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	23 s		
2	20 m	23 s		
3	20 m	22 s		
4	20 m	22 s	TIEMPO PROMEDIO	23 s
5	20 m	23 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.89 m/s
TOTAL	-	113 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.87 m/s	VOLUMEN	0.648 m3/s
2		0.87 m/s		
3		0.91 m/s		
4		0.91 m/s		
5		0.87 m/s		
PROMEDIO	-	0.89 m/s		

SECCIÓN	PROGRESIVA
18	0+850-0+900

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	23 s		
2	20 m	23 s		
3	20 m	23 s		
4	20 m	23 s	TIEMPO PROMEDIO	23 s
5	20 m	22 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.88 m/s
TOTAL	-	114 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.87 m/s	VOLUMEN	0.642 m3/s
2		0.87 m/s		
3		0.87 m/s		
4		0.87 m/s		
5		0.91 m/s		
PROMEDIO	-	0.88 m/s		

Tabla 31. Caudal y velocidad en la sección 19 y 20.

SECCIÓN	PROGRESIVA
19	0+900-0+950

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	22 s		
2	20 m	23 s		
3	20 m	23 s		
4	20 m	23 s	TIEMPO PROMEDIO	23 s
5	20 m	23 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.88 m/s
TOTAL	-	114 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.91 m/s	VOLUMEN	0.642 m3/s
2		0.87 m/s		
3		0.87 m/s		
4		0.87 m/s		
5		0.87 m/s		
PROMEDIO	-	0.88 m/s		

SECCIÓN	PROGRESIVA
20	0+950-1+000

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	23 s		
2	20 m	23 s		
3	20 m	23 s		
4	20 m	22 s	TIEMPO PROMEDIO	23 s
5	20 m	23 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.88 m/s
TOTAL	-	114 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.87 m/s	VOLUMEN	0.642 m3/s
2		0.87 m/s		
3		0.87 m/s		
4		0.91 m/s		
5		0.87 m/s		
PROMEDIO	-	0.88 m/s		

Tabla 32. Caudal y velocidad en la sección 21 y 22.

SECCIÓN	PROGRESIVA
21	1+000-1+050

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	23 s		
2	20 m	24 s		
3	20 m	23 s		
4	20 m	23 s	TIEMPO PROMEDIO	23 s
5	20 m	23 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.86 m/s
TOTAL	-	116 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.87 m/s	VOLUMEN	0.631 m3/s
2		0.83 m/s		
3		0.87 m/s		
4		0.87 m/s		
5		0.87 m/s		
PROMEDIO	-	0.86 m/s		

SECCIÓN	PROGRESIVA
22	1+050-1+100

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	24 s		
2	20 m	23 s		
3	20 m	24 s		
4	20 m	23 s	TIEMPO PROMEDIO	23 s
5	20 m	23 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.86 m/s
TOTAL	-	117 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.83 m/s	VOLUMEN	0.626 m3/s
2		0.87 m/s		
3		0.83 m/s		
4		0.87 m/s		
5		0.87 m/s		
PROMEDIO	-	0.86 m/s		

Tabla 33. Caudal y velocidad en la sección 23 y 24.

SECCIÓN	PROGRESIVA
23	1+100-1+150

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	23 s		
2	20 m	24 s		
3	20 m	23 s		
4	20 m	24 s	TIEMPO PROMEDIO	24 s
5	20 m	24 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.85 m/s
TOTAL	-	118 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.87 m/s	VOLUMEN	0.621 m3/s
2		0.83 m/s		
3		0.87 m/s		
4		0.83 m/s		
5		0.83 m/s		
PROMEDIO	-	0.85 m/s		

SECCIÓN	PROGRESIVA
24	1+150-1+200

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	24 s		
2	20 m	23 s		
3	20 m	24 s		
4	20 m	24 s	TIEMPO PROMEDIO	24 s
5	20 m	23 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.85 m/s
TOTAL	-	118 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.83 m/s	VOLUMEN	0.621 m3/s
2		0.87 m/s		
3		0.83 m/s		
4		0.83 m/s		
5		0.87 m/s		
PROMEDIO	-	0.85 m/s		

Tabla 34. Caudal y velocidad en la sección 25 y 26.

SECCIÓN	PROGRESIVA
25	1+200-1+250

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	23 s		
2	20 m	24 s		
3	20 m	24 s		
4	20 m	24 s	TIEMPO PROMEDIO	24 s
5	20 m	26 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.83 m/s
TOTAL	-	121 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.87 m/s	VOLUMEN	0.606 m3/s
2		0.83 m/s		
3		0.83 m/s		
4		0.83 m/s		
5		0.77 m/s		
PROMEDIO	-	0.83 m/s		

SECCIÓN	PROGRESIVA
26	1+250-1+300

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	25 s		
2	20 m	25 s		
3	20 m	24 s		
4	20 m	24 s	TIEMPO PROMEDIO	24 s
5	20 m	24 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.82 m/s
TOTAL	-	122 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.80 m/s	VOLUMEN	0.600 m3/s
2		0.80 m/s		
3		0.83 m/s		
4		0.83 m/s		
5		0.83 m/s		
PROMEDIO	-	0.82 m/s		

Tabla 35. Caudal y velocidad en la sección 27 y 28.

SECCIÓN	PROGRESIVA
27	1+300-1+350

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	25 s		
2	20 m	26 s		
3	20 m	24 s		
4	20 m	25 s	TIEMPO PROMEDIO	25 s
5	20 m	25 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.80 m/s
TOTAL	-	125 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.80 m/s	VOLUMEN	0.586 m3/s
2		0.77 m/s		
3		0.83 m/s		
4		0.80 m/s		
5		0.80 m/s		
PROMEDIO	-	0.80 m/s		

SECCIÓN	PROGRESIVA
28	1+350-1+400

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	24 s		
2	20 m	25 s		
3	20 m	25 s		
4	20 m	26 s	TIEMPO PROMEDIO	25 s
5	20 m	25 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.80 m/s
TOTAL	-	125 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.83 m/s	VOLUMEN	0.586 m3/s
2		0.80 m/s		
3		0.80 m/s		
4		0.77 m/s		
5		0.80 m/s		
PROMEDIO	-	0.80 m/s		

Tabla 36. Caudal y velocidad en la sección 29 y 30.

SECCIÓN	PROGRESIVA
29	1+400-1+450

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

Nº de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	26 s		
2	20 m	25 s		
3	20 m	25 s		
4	20 m	26 s	TIEMPO PROMEDIO	25 s
5	20 m	25 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.79 m/s
TOTAL	-	127 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.77 m/s	VOLUMEN	0.577 m3/s
2		0.80 m/s		
3		0.80 m/s		
4		0.77 m/s		
5		0.80 m/s		
PROMEDIO	-	0.79 m/s		

SECCIÓN	PROGRESIVA
30	1+450-1+500

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

Nº de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	25 s		
2	20 m	26 s		
3	20 m	25 s		
4	20 m	25 s	TIEMPO PROMEDIO	25 s
5	20 m	26 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.79 m/s
TOTAL	-	127 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.80 m/s	VOLUMEN	0.577 m3/s
2		0.77 m/s		
3		0.80 m/s		
4		0.80 m/s		
5		0.77 m/s		
PROMEDIO	-	0.79 m/s		

Tabla 37. Caudal y velocidad en la sección 31 y 32.

SECCIÓN	PROGRESIVA
31	1+500-1+550

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	27 s		
2	20 m	26 s		
3	20 m	25 s		
4	20 m	26 s	TIEMPO PROMEDIO	26 s
5	20 m	26 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.77 m/s
TOTAL	-	130 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.74 m/s	VOLUMEN	0.563 m3/s
2		0.77 m/s		
3		0.80 m/s		
4		0.77 m/s		
5		0.77 m/s		
PROMEDIO	-	0.77 m/s		

SECCIÓN	PROGRESIVA
32	1+550-1+600

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	26 s		
2	20 m	26 s		
3	20 m	27 s		
4	20 m	26 s	TIEMPO PROMEDIO	26 s
5	20 m	27 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.76 m/s
TOTAL	-	132 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.77 m/s	VOLUMEN	0.555 m3/s
2		0.77 m/s		
3		0.74 m/s		
4		0.77 m/s		
5		0.74 m/s		
PROMEDIO	-	0.76 m/s		

Tabla 38. Caudal y velocidad en la sección 33 y 34.

SECCIÓN	PROGRESIVA
33	1+600-1+650

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	27 s		
2	20 m	26 s		
3	20 m	27 s		
4	20 m	27 s	TIEMPO PROMEDIO	27 s
5	20 m	27 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.75 m/s
TOTAL	-	134 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.74 m/s	VOLUMEN	0.546 m3/s
2		0.77 m/s		
3		0.74 m/s		
4		0.74 m/s		
5		0.74 m/s		
PROMEDIO	-	0.75 m/s		

SECCIÓN	PROGRESIVA
34	1+650-1+700

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	27 s		
2	20 m	27 s		
3	20 m	28 s		
4	20 m	27 s	TIEMPO PROMEDIO	28 s
5	20 m	29 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.73 m/s
TOTAL	-	138 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.74 m/s	VOLUMEN	0.531 m3/s
2		0.74 m/s		
3		0.71 m/s		
4		0.74 m/s		
5		0.69 m/s		
PROMEDIO	-	0.73 m/s		

Tabla 39. Caudal y velocidad en la sección 35 y 36.

SECCIÓN	PROGRESIVA
35	1+700-1+750

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	28 s		
2	20 m	28 s		
3	20 m	27 s		
4	20 m	27 s	TIEMPO PROMEDIO	28 s
5	20 m	28 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.72 m/s
TOTAL	-	138 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.71 m/s	VOLUMEN	0.531 m3/s
2		0.71 m/s		
3		0.74 m/s		
4		0.74 m/s		
5		0.71 m/s		
PROMEDIO	-	0.72 m/s		

SECCIÓN	PROGRESIVA
36	1+750-1+800

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	29 s		
2	20 m	29 s		
3	20 m	28 s		
4	20 m	27 s	TIEMPO PROMEDIO	28 s
5	20 m	28 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.71 m/s
TOTAL	-	141 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.69 m/s	VOLUMEN	0.520 m3/s
2		0.69 m/s		
3		0.71 m/s		
4		0.74 m/s		
5		0.71 m/s		
PROMEDIO	-	0.71 m/s		

Tabla 40. Caudal y velocidad en la sección 37 y 38.

SECCIÓN	PROGRESIVA
37	1+800-1+850

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	28 s		
2	20 m	29 s		
3	20 m	28 s		
4	20 m	28 s	TIEMPO PROMEDIO	28 s
5	20 m	28 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.71 m/s
TOTAL	-	141 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.71 m/s	VOLUMEN	0.519 m3/s
2		0.69 m/s		
3		0.71 m/s		
4		0.71 m/s		
5		0.71 m/s		
PROMEDIO	-	0.71 m/s		

SECCIÓN	PROGRESIVA
38	1+850-1+900

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	28 s		
2	20 m	29 s		
3	20 m	29 s		
4	20 m	29 s	TIEMPO PROMEDIO	29 s
5	20 m	30 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.69 m/s
TOTAL	-	145 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.71 m/s	VOLUMEN	0.505 m3/s
2		0.69 m/s		
3		0.69 m/s		
4		0.69 m/s		
5		0.67 m/s		
PROMEDIO	-	0.69 m/s		

Tabla 41. Caudal y velocidad en la sección 39 y 40.

SECCIÓN	PROGRESIVA
39	1+900-1+950

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	29 s		
2	20 m	30 s		
3	20 m	31 s		
4	20 m	30 s	TIEMPO PROMEDIO	30 s
5	20 m	30 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.67 m/s
TOTAL	-	150 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

1	VELOCIDAD	0.69 m/s	VOLUMEN	0.488 m3/s
2		0.67 m/s		
3		0.65 m/s		
4		0.67 m/s		
5		0.67 m/s		
PROMEDIO	-	0.67 m/s		

SECCIÓN	PROGRESIVA
40	1+950-2+000

Q = Caudal (m3/s)
V= Velocidad (m/s)
A= Area (m2)

N° de prueba	Long. Tramo	Tiempo (S)		
1	20 m	30 s		
2	20 m	31 s		
3	20 m	31 s		
4	20 m	30 s	TIEMPO PROMEDIO	30 s
5	20 m	30 s	VELOCIDAD SUPERFICIAL	0.66 m/s
TOTAL	-	152 s	ÁREA DE LA SECCIÓN	0.732 m2

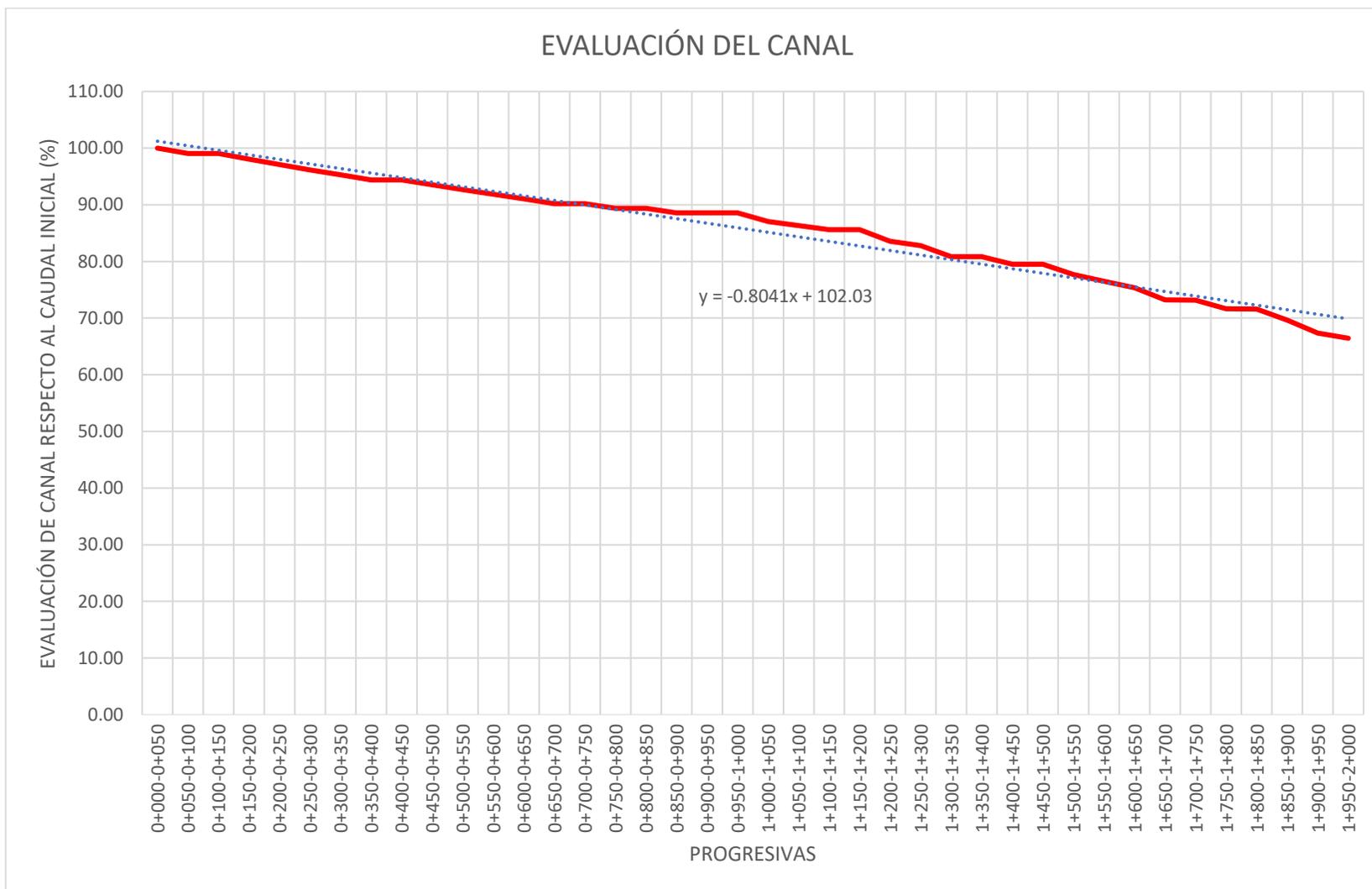
1	VELOCIDAD	0.67 m/s	VOLUMEN	0.482 m3/s
2		0.65 m/s		
3		0.65 m/s		
4		0.67 m/s		
5		0.67 m/s		
PROMEDIO	-	0.66 m/s		

4.4.1 Evaluación de eficiencia del canal

Tabla 42. Eficiencia total del canal.

N° PUNTO	PROGRESIVA	CAUDAL "Q" (m3)	PÉRDIDA "Q" (m3)	EVALUACIÓN DE CADA TRAMO (%)	EVALUACIÓN DE CANAL RESPECTO AL CAUDAL INICIAL (%)	EVALUACIÓN TOTAL DEL CANAL (%)
1	0+000-0+050	0.725	---	100.00	100.00	66.44
2	0+050-0+100	0.718	0.007	99.04	99.04	
3	0+100-0+150	0.718	0.007	100.00	99.04	
4	0+150-0+200	0.711	0.014	99.03	98.08	
5	0+200-0+250	0.704	0.021	99.02	97.12	
6	0+250-0+300	0.697	0.028	99.01	96.15	
7	0+300-0+350	0.691	0.034	99.09	95.28	
8	0+350-0+400	0.684	0.041	99.08	94.41	
9	0+400-0+450	0.684	0.041	100.00	94.41	
10	0+450-0+500	0.678	0.047	99.07	93.53	
11	0+500-0+550	0.672	0.053	99.07	92.66	
12	0+550-0+600	0.666	0.059	99.14	91.86	
13	0+600-0+650	0.660	0.065	99.13	91.06	
14	0+650-0+700	0.654	0.071	99.04	90.19	
15	0+700-0+750	0.654	0.071	100.00	90.19	
16	0+750-0+800	0.648	0.077	99.12	89.39	
17	0+800-0+850	0.648	0.077	100.00	89.39	
18	0+850-0+900	0.642	0.083	99.11	88.59	
19	0+900-0+950	0.642	0.083	100.00	88.59	
20	0+950-1+000	0.642	0.083	100.00	88.59	
21	1+000-1+050	0.631	0.094	98.27	87.06	
22	1+050-1+100	0.626	0.099	99.16	86.33	
23	1+100-1+150	0.621	0.104	99.15	85.60	
24	1+150-1+200	0.621	0.104	100.00	85.60	
25	1+200-1+250	0.606	0.119	97.63	83.57	
26	1+250-1+300	0.600	0.125	99.06	82.79	
27	1+300-1+350	0.586	0.139	97.62	80.82	
28	1+350-1+400	0.586	0.139	100.00	80.82	
29	1+400-1+450	0.577	0.148	98.40	79.53	
30	1+450-1+500	0.577	0.148	100.00	79.53	
31	1+500-1+550	0.563	0.162	97.71	77.71	
32	1+550-1+600	0.555	0.170	98.46	76.51	
33	1+600-1+650	0.546	0.179	98.50	75.36	
34	1+650-1+700	0.531	0.194	97.16	73.22	
35	1+700-1+750	0.531	0.194	99.95	73.18	
36	1+750-1+800	0.520	0.206	97.91	71.65	
37	1+800-1+850	0.519	0.206	99.95	71.62	
38	1+850-1+900	0.505	0.220	97.27	69.66	
39	1+900-1+950	0.488	0.237	96.66	67.34	
40	1+950-2+000	0.482	0.243	98.67	66.44	

Figura 3. Eficiencia del canal de 2 km.



Fuente. Propia

Tabla 43. Numero de Froude, velocidad, pendiente y tipo de flujo.

NÚMERO DE FROUDE

$$F = \frac{V}{\sqrt{g x D}}$$

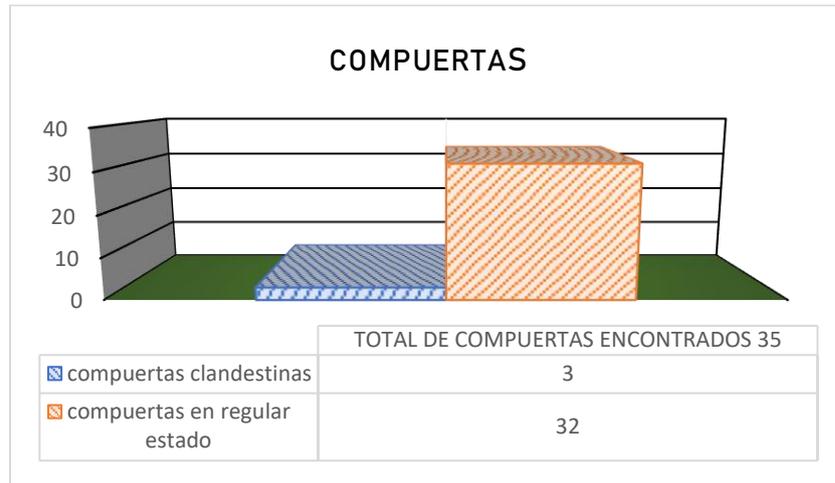
N° PUNTO	PROGRESIVA	VELOCIDAD	PROMEDIO TIRANTE (Ym)	GRAVEDAD	AREA HIDRAULICA	N° DE FROUDE	RADIO HIDRAULICO (aproximado)	PENDIENTE HIFRAULICO	TIPO DE FLUJO
1	0+000-0+050	0.99	0.75	9.81	0.732	0.43	0.37	0.00088	SUBCRITICO
2	0+050-0+100	0.98	0.75	9.81	0.732	0.43	0.37	0.00086	SUBCRITICO
3	0+100-0+150	0.98	0.75	9.81	0.732	0.43	0.37	0.00086	SUBCRITICO
4	0+150-0+200	0.97	0.75	9.81	0.732	0.42	0.37	0.00084	SUBCRITICO
5	0+200-0+250	0.96	0.75	9.81	0.732	0.42	0.37	0.00083	SUBCRITICO
6	0+250-0+300	0.95	0.75	9.81	0.732	0.41	0.37	0.00081	SUBCRITICO
7	0+300-0+350	0.94	0.75	9.81	0.732	0.41	0.37	0.00080	SUBCRITICO
8	0+350-0+400	0.94	0.75	9.81	0.732	0.41	0.37	0.00078	SUBCRITICO
9	0+400-0+450	0.94	0.75	9.81	0.732	0.41	0.37	0.00078	SUBCRITICO
10	0+450-0+500	0.93	0.75	9.81	0.732	0.40	0.37	0.00077	SUBCRITICO
11	0+500-0+550	0.92	0.75	9.81	0.732	0.40	0.37	0.00075	SUBCRITICO
12	0+550-0+600	0.91	0.75	9.81	0.732	0.40	0.37	0.00074	SUBCRITICO
13	0+600-0+650	0.90	0.75	9.81	0.732	0.39	0.37	0.00073	SUBCRITICO
14	0+650-0+700	0.89	0.75	9.81	0.732	0.39	0.37	0.00071	SUBCRITICO
15	0+700-0+750	0.89	0.75	9.81	0.732	0.39	0.37	0.00071	SUBCRITICO

N° PUNTO	PROGRESIVA	VELOCIDAD	PROMEDIO TIRANTE (Ym)	GRAVEDAD	AREA HIDRAULICA	N° DE FROUDE	RADIO HIDRAULICO	PENDIENTE HIFRAULICO	TIPO DE FLUJO
16	0+750-0+800	0.89	0.75	9.81	0.732	0.38	0.37	0.00070	SUBCRITICO
17	0+800-0+850	0.89	0.75	9.81	0.732	0.38	0.37	0.00070	SUBCRITICO
18	0+850-0+900	0.88	0.75	9.81	0.732	0.38	0.37	0.00069	SUBCRITICO
19	0+900-0+950	0.88	0.75	9.81	0.732	0.38	0.37	0.00069	SUBCRITICO
20	0+950-1+000	0.88	0.75	9.81	0.732	0.38	0.37	0.00069	SUBCRITICO
21	1+000-1+050	0.86	0.75	9.81	0.732	0.37	0.37	0.00066	SUBCRITICO
22	1+050-1+100	0.86	0.75	9.81	0.732	0.37	0.37	0.00065	SUBCRITICO
23	1+100-1+150	0.85	0.75	9.81	0.732	0.37	0.37	0.00064	SUBCRITICO
24	1+150-1+200	0.85	0.75	9.81	0.732	0.37	0.37	0.00064	SUBCRITICO
25	1+200-1+250	0.83	0.75	9.81	0.732	0.36	0.37	0.00061	SUBCRITICO
26	1+250-1+300	0.82	0.75	9.81	0.732	0.36	0.37	0.00060	SUBCRITICO
27	1+300-1+350	0.80	0.75	9.81	0.732	0.35	0.37	0.00057	SUBCRITICO
28	1+350-1+400	0.80	0.75	9.81	0.732	0.35	0.37	0.00057	SUBCRITICO
29	1+400-1+450	0.79	0.75	9.81	0.732	0.34	0.37	0.00056	SUBCRITICO
30	1+450-1+500	0.79	0.75	9.81	0.732	0.34	0.37	0.00056	SUBCRITICO
31	1+500-1+550	0.77	0.75	9.81	0.732	0.33	0.37	0.00053	SUBCRITICO
32	1+550-1+600	0.76	0.75	9.81	0.732	0.33	0.37	0.00051	SUBCRITICO
33	1+600-1+650	0.75	0.75	9.81	0.732	0.32	0.37	0.00050	SUBCRITICO
34	1+650-1+700	0.73	0.75	9.81	0.732	0.32	0.37	0.00047	SUBCRITICO
35	1+700-1+750	0.72	0.75	9.81	0.732	0.32	0.37	0.00047	SUBCRITICO
36	1+750-1+800	0.71	0.75	9.81	0.732	0.31	0.37	0.00045	SUBCRITICO
37	1+800-1+850	0.71	0.75	9.81	0.732	0.31	0.37	0.00045	SUBCRITICO
38	1+850-1+900	0.69	0.75	9.81	0.732	0.30	0.37	0.00043	SUBCRITICO
39	1+900-1+950	0.67	0.75	9.81	0.732	0.29	0.37	0.00040	SUBCRITICO
40	1+950-2+000	0.66	0.75	9.81	0.732	0.29	0.37	0.00039	SUBCRITICO

4.4.2 Compuertas

En el recorrido realizado se encontró 3 compuertas clandestinas, por donde el agua se inserta y conlleva un mal uso. Además, se halló a 32 compuertas en regular estado, puesto que por la parte inferior se filtra agua, algunas están rotas y otras bien oxidados.

Figura 4. Total, de compuertas.



Fuente. Propia

4.4.3 Sedimentos

La presencia de basura inorgánica y orgánica eran despreciables, pero la presencia de desmonte era más predecible, puesto que se encontraban en varios tramos.

Tabla 44. Presencia de desmonte.

PRESENCIA DE DESMONTES	
0+000-0+300	NO HAY PRESENCIA DE DESMONTE
0+300-0+400	SI HAY PRESENCIA DE DESMONTE
0+400-0+450	NO HAY PRESENCIA DE DESMONTE
0+450-0+500	SI HAY PRESENCIA DE DESMONTE
0+500-0+800	NO HAY PRESENCIA DE DESMONTE
0+800-0+850	SI HAY PRESENCIA DE DESMONTE
0+850-1+050	NO HAY PRESENCIA DE DESMONTE
1+050-1+100	SI HAY PRESENCIA DE DESMONTE
1+100-1+250	NO HAY PRESENCIA DE DESMONTE
1+250-1+300	SI HAY PRESENCIA DE DESMONTE
1+300-1+450	NO HAY PRESENCIA DE DESMONTE
1+450-1+550	SI HAY PRESENCIA DE DESMONTE
1+550-1+750	NO HAY PRESENCIA DE DESMONTE
1+750-1+800	SI HAY PRESENCIA DE DESMONTE
1+800-1+850	NO HAY PRESENCIA DE DESMONTE
1+850-2+000	SI HAY PRESENCIA DE DESMONTE

PRESENCIA DE DESMONTES	
NO HAY PRESENCIA DE DESMONTES	SI HAY PRESENCIA DE DESMONTES
28 TRAMOS	12 TRAMOS

4.4.4 Grietas o Agrietamiento

En los 40 tramos evaluados se encontró que el 72.5% en todo el trayecto del canal se encuentra con la presencia de grietas y el 27.5% no tiene presencia de grietas.

Tabla 45. Presencia de grietas.

SECCIÓN	PROGRESIVA	PRESENCIA DE GRIETAS
1	0+000-0+050	SI
2	0+050-0+100	SI
3	0+100-0+150	SI
4	0+150-0+200	SI
5	0+200-0+250	SI
6	0+250-0+300	SI
7	0+300-0+350	NO
8	0+350-0+400	SI
9	0+400-0+450	NO
10	0+450-0+500	SI
11	0+500-0+550	NO
12	0+550-0+600	NO
13	0+600-0+650	SI
14	0+650-0+700	NO
15	0+700-0+750	NO
16	0+750-0+800	SI
17	0+800-0+850	SI
18	0+850-0+900	SI
19	0+900-0+950	SI
20	0+950-1+000	SI
21	1+000-1+050	SI
22	1+050-1+100	SI
23	1+100-1+150	SI
24	1+150-1+200	SI
25	1+200-1+250	SI
26	1+250-1+300	SI
27	1+300-1+350	SI
28	1+350-1+400	SI
29	1+400-1+450	NO
30	1+450-1+500	SI
31	1+500-1+550	SI
32	1+550-1+600	NO
33	1+600-1+650	NO
34	1+650-1+700	SI
35	1+700-1+750	SI
36	1+750-1+800	SI
37	1+800-1+850	NO
38	1+850-1+900	SI
39	1+900-1+950	NO
40	1+950-2+000	SI

PRESENCIA DE GRIETAS	
0+000-0+300	SI HAY GRIETAS
0+300-0+350	NO HAY GRIETAS
0+350-0+400	SI HAY GRIETAS
0+400-0+450	NO HAY GRIETAS
0+450-0+500	SI HAY GRIETAS
0+500-0+600	NO HAY GRIETAS
0+600-0+650	SI HAY GRIETAS
0+650-0+750	NO HAY GRIETAS
0+750-1+400	SI HAY GRIETAS
1+400-1+450	NO HAY GRIETAS
1+450-1+550	SI HAY GRIETAS
1+550-1+650	NO HAY GRIETAS
1+650-1+800	SI HAY GRIETAS
1+800-1+850	NO HAY GRIETAS
1+850-1+900	SI HAY GRIETAS
1+900-1+950	NO HAY GRIETAS
1+950-2+000	SI HAY GRIETAS

PRESENCIA DE GRIETAS	
NO HAY PRESENCIA DE GRIETAS	SI HAY PRESENCIA DE GRIETAS
11 TRAMOS	29 TRAMOS
TOTAL, DE TRAMOS	40 TRAMOS

EVALUACIÓN DEL CANAL	
SI HAY PRESENCIA DE GRIETAS	72.50%
NO HAY PRESENCIA DE GRIETAS	27.50%
TOTAL DE TRAMOS	100.00%

4.4.5 Su topografía

El canal investigado tiene pendientes menores e iguales a 10%, donde el movimiento de tierras será mínimo y el trazo del canal será más rápido. (Manual de Carreteras diseño geométrico DG. 2018)

Figura 5. Pendientes del terreno.



Fuente. Propia

4.4.6 Separación de juntas

Se encontró en la mayoría de los tramos evaluados, pérdidas de agua fue por la separación de juntas.

Tabla 46. Presencia de separación de juntas

PRESENCIA DE SEPARACIÓN DE JUNTAS	
NO HAY PRESENCIA DE SEPARACIÓN DE JUNTAS	SI HAY PRESENCIA DE SEPARACIÓN DE JUNTAS
8 TRAMOS	32 TRAMOS
TOTAL DE TRAMOS	40 TRAMOS

EVALUACIÓN DEL CANAL	
SI HAY PRESENCIA DE SEPARACIÓN DE JUNTAS	80.00%
NO HAY PRESENCIA DE SEPARACIÓN DE JUNTAS	20.00%
TOTAL DE TRAMOS	100.00%

4.4.7 Asentamiento

Debido a la antigüedad del canal y la falta de un proyecto de mejoramiento el asentamiento en todos los tramos era el 77.50 %

Tabla 47. Presencia de asentamiento

PRESENCIA DE ASENTAMIENTO	
NO HAY PRESENCIA DE ASENTAMIENTO	SI HAY PRESENCIA DE ASENTAMIENTO
9 TRAMOS	31 TRAMOS
TOTAL DE TRAMOS	40 TRAMOS

EVALUACIÓN DEL CANAL	
SI HAY PRESENCIA DE ASENTAMIENTO	77.50%
NO HAY PRESENCIA DE ASENTAMIENTO	22.50%
TOTAL DE TRAMOS	100.00%

4.4.8 Desprendimiento de sello de juntas

En el tramo estudiado, se encontró que en la mayoría hay desprendimiento de sello de juntas.

Tabla 48. Presencia de desprendimiento de juntas

DESPRENDIMIENTO DE SELLO DE JUNTA	
NO HAY DESPRENDIMIENTO DE SELLO DE JUNTA	SI HAY DESPRENDIMIENTO DE SELLO DE JUNTA
8 TRAMOS	32 TRAMOS
TOTAL DE TRAMOS	40 TRAMOS

EVALUACIÓN DEL CANAL	
SI HAY DESPRENDIMIENTO SELLO DE JUNTA	80.00%
NO HAY DESPRENDIMIENTO DE SELLO DE JUNTAS	20.00%
TOTAL DE TRAMOS	100.00%

4.4.9 Estado del canal

El estado del canal es regular, puesto que aún conserva su estructura de concreto revestido al 92.50% y circula el caudal demandado calculado por dicha estructura, pero existe una gran pérdida del caudal por presencias de grietas,

asentamiento, compuertas clandestinas, desprendimiento de sellado de junta, etc.

Tabla 49. Estado del canal

ESTADO DEL CANAL		
BUENO	REGULAR	PÉSIMO
2	37	1
TOTAL DE TRAMOS		40 TRAMOS

BUENO	5.00%
REGULAR	92.50%
MALO	2.50%
TOTAL DE TRAMOS	100.00%

4.4.10 Caudal máximo y mínimo.

Según ANA la velocidad mínima considerado para que no exista sedimentos y reduzca la presencia de plantas en el canal es de 0.8 m/s

4.4.11 Material

El canal evaluado consta de 2 km, según lo que se observó es de concreto de espesor de material de 14.5 cm.

Figura 6. Material y espesor



Fuente. propia

4.4.12 Coeficiente de Rugosidad

El coeficiente de rugosidad es de 0.014 en el tramo evaluado del canal, dato seleccionado de coeficientes de Manning. **De tabla 1**

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Ec.2})$$

4.4.13 Caudal de ingreso

La obtención del caudal del ingreso se obtuvo mediante el uso de un correntómetro.

Tabla 50. Información del correntómetro

vertical	X(m)	Y(m)	0.6Y(m)	velocidad (m/s)
1	0.00	0.00	0.00	-
2	0.27	0.54	0.32	0.89
3	0.54	0.75	0.45	1.00
4	0.81	0.75	0.45	0.98
5	1.08	0.54	0.32	0.91
6	1.35	0.00	0.00	-

Tabla 51. Cálculo de caudal

Franja	promedio de profundidades (m)	Distancia horizontal (m)	Área (m ²)	Promedio de Velocidades (m/s)	Caudal (m ³ /s)
1 - 2	0.27	0.2704	0.073	0.913	0.07
2 - 3	0.65	0.2704	0.192	0.987	0.19
3 - 4	0.75	0.2704	0.203	1.045	0.21
4 - 5	0.65	0.2704	0.192	0.990	0.19
5 - 6	0.27	0.2704	0.073	0.921	0.07
Total					0.725

El caudal obtenido es de 0.725 m³/s

4.4.14 Área Hidráulica

$$(b + zy)y \quad (\text{Ec.3})$$

El área hidráulica obtenida es de 0.732 m² según datos obtenidos de campo, medidas efectuadas con flexómetro de marca Stanley de 5m.

$$b = 0.6\text{m}$$

$$z = 1/2: 1$$

$$y = 0.75\text{m}$$

donde:

b = Ancho de solera

z = Talud

y = Tirante

V. DISCUSIÓN

5.1 Discusión 1

En todo el canal evaluado desde la progresiva 0+000 hasta el 2+000 km en dicho canal trapezoidal desempeña con una eficiencia del **66.44%**, las pérdidas se deben a la presencia de grietas, compuertas en mal estado, desprendimiento de sello de junta.

según Morales Carbonel, (2017, p 13) indica que la eficiencia para un canal revestido debe ser del 95% para canales de hasta 20km y del 90 % para canales de hasta 50km.

El caudal de ingreso en la progresiva 0+000 del canal fue efectuado y verificado con el método de aforo de canales con flotadores y el método del correntómetro obteniendo el valor de **0.725 m³/s**. El promedio del área hidráulica del canal evaluado es de **0.732 m²**, datos extraídos del canal construido.

Así mismo Cruz Fernández, (2016, p 40, 41 y 43). Citado como antecedente nacional utiliza el método de aforo de canales con flotadores y el método del correntómetro. También Capcha y Martinez, (2021 p 44 al 62). Citado como antecedente local utilizan el método del correntómetro para realizar los cálculos de los caudales donde obtiene una eficiencia de 58.36% y 71.53% en todo el canal trapezoidal mientras que en canal rectangular alcanza una eficiencia de 95.14%, 94.93%, 92.33% y 95.60%.

Para máximo Villon, (1995, p 48). El flujo evaluado en todo el canal es **subcrítico**, puesto que los valores obtenidos de los números de Froude (F) son menores que 1, se denomina subcrítico por que el flujo que transita por todos los tramos tiene una velocidad baja y se traslada lento.

Por lo tanto, los datos obtenidos en esta investigación son similares a los datos obtenidos del expediente “mejoramiento del servicio de agua para riego en los canales laterales del canal principal N° 3 Orcotuna - Sicaya del distrito de Sicaya – Provincia de Huancayo – departamento de Junín”.

5.2 Discusión 2

En el canal evaluado se encontraron **3 compuertas clandestinas** y **32 compuertas en regulares**.

Como se pudo observar en el canal no se encontró presencia de sedimentos tampoco de basura orgánica e inorgánica por ello se considera despreciable, a su

vez se encontró la presencia de desmontes en **12 tramos** evaluados y en **28 tramos** no se presenciaron desmontes, por la presencia de una cantera a su borde.

En el recojo de información se encontró grietas en **29 tramos** y en **11 tramos** no hay presencia de grietas. Obteniéndose que del total del canal el **72.50% tiene grietas** y **27.50% no tiene grietas**.

La topografía del lugar donde se sitúa el canal tiene pendientes menores e iguales a **10%**, es favorable para realizar movimientos de tierra, trazo del canal (Manual de Carreteras diseño geométrico DG. 2018), cuenta con acceso de vía, fluctúa entre **3.00 m a 4.00m** de ancho de vía.

En relación a Sinche, (2018, p 114). Citado como antecedente local señala que en el canal evaluado se encontró fallas y ellas son: 20 grietas, 16 desprendimientos de juntas, 6 desprendimientos de revestido, 14 asentamientos y 5 separación de junta. Además, puso en contexto que la topografía influye en la velocidad del agua.

5.3 Discusión 3

En todo el canal evaluado desde la progresiva 0+000 hasta el 2+000 km las velocidades varían entre 0.66 m/s y 0.99m/s. Pero para el análisis de velocidades máximas y velocidades mínimas, según el Manual: criterios de diseño de obras hidráulicas para la formalización de proyectos hidráulicos (Ana. p 15). Recomienda a utilizar la velocidad de 0.8 m/s a fin de evitar la presencia de sedimentos y así evitar el crecimiento de plantas.

También tenemos a Martín, et al. 2012, como se citó en Curi Caballa Wendy, (2021, p 73). Citado como antecedente nacional menciona que la media recomendable varía de 2 a 3 pies/s esto equivale de 0.61 a 0.91 m/s.

Los datos obtenidos de caudal, fue recogido de la progresiva 0+000 donde inicia la con la evaluación, obteniendo como resultado de 725 l/s y transcurriendo los 2km se obtuvo 482 l/s, la consecuencia de pérdidas de caudal es debido a la infiltración por presencia elevada de grietas y la presencia de compuertas clandestinas.

5.4 Discusión 4

En el canal evaluado los coeficientes de rugosidad tienen valores que fluctúan entre **0.014 y 0.0143**, datos calculados con el software Hcanales, según (Rodríguez 2008, p.6), da a conocer coeficientes de rugosidad para concreto; el mínimo es de

0.013, el normal **0.017** y el máximo de **0.020**.

En todo el canal que se evaluó se encontró concreto, con espesor de 14.5 cm, tiene sellado de juntas con asfalto y ubicadas a una distancia no mayor a 2.10 metros. Según (Sinche Roque David Levi, 2017, pág. 119). Señala que es mejor utilizar concreto expuesto al realizar la construcción de los canales de riego y no concreto tarrajado, con la finalidad de no alterar el comportamiento del agua.

VI. CONCLUSIONES

1. El canal evaluado inicia de la progresiva **0+000 hasta 2+000km**, el canal es de sección trapezoidal, inicia con un caudal de **725 l/s** y finaliza con un caudal de **482 l/s**, con una variación de **243 l/s**, la eficiencia evaluada es de **66.46 %** en todo el canal, pero una parte del agua se perdida por infiltración y por la presencia de compuertas clandestinas, dicho canal mencionado abastece a la población a pesar a las condiciones deficientes que se encuentra. Asimismo, generará pérdidas económicas a lo largo del tiempo porque se requerirá más material para el mejoramiento del canal. Según el (Manual de cálculo de eficiencia para sistemas de riego, 2015, p.11) También el exceso de agua es perjudicial y para ello es necesario evita inundaciones en los cultivos y evitar la presencia de enfermedades. El área hidráulica promediado de todos los tramos es de **0.732 m²**, los valores obtenidos del número de Froude fluctúan entre **0.29 y 0.43**, ante ello si los valores del número de Froude son menores que la unidad es considerada fujo **subcrítico**.

2. El nivel de operabilidad del canal de la progresiva 0+000 al 2+000km se ha determinado de la siguiente manera: la presencia de grietas predomina en **29 tramos** que corresponde el **72.50%** de todo el canal de **2 km**, existen **3 compuertas clandestinas** por donde el agua se desperdicia intensamente, la separación de juntas está presente en **32 tramos** evaluados, varían desde **1cm hasta 5cm** y ello corresponde al **80%** de todo el canal, similarmente se encontró que **31 de los tramos** evaluados sufren de asentamiento desde **1cm hasta 5cm** y ello corresponde al **77.50%** de todo el canal, seguidamente está presente el desprendimiento de sello de juntas, presente en **32 tramos** evaluados y corresponde al **80%** de todo el canal, pero la topografía de Orcotuna – Sicaya es buena, porque las pendientes son menores e iguales a **10%** del sitio de estudio. Por otro lado, para evitar gastos en mejoramientos se ha propuesto una nueva sección del canal que es rectangular y las medidas serían de: ancho de solera 0.50m, tirante 0.547 m, perímetro mojado 1.595 m, radio hidráulico de 0.1716 m².

3. Las velocidades obtenidas de campo fluctúan entre **0.66 y 0.99 m/s**, con una variación **0.33 m/s**, pero según ANA la velocidad optima es de **0.8 m/s**, los caudales obtenidos a inicio fueron de **725 l/s** y al final de **482 l/s** con una variación de **243**

l/s, entonces se dice que el promedio de pérdida por cada tramo de **50m** es de **6.08 l/s**.

4. Los valores de coeficientes de rugosidad alcanzaron datos de **0.014 – 0.0143**. Esto se debe a que el revestimiento aun no sufre desgaste en gran cantidad, pero a pesar de ello la estructura presenta grietas y falla por asentamiento, desprendimiento de sellado de juntas, esto se debe al mal proceso constructivo, por ello el agua se pierde por infiltración y esto conlleva a que la eficiencia del canal sea baja.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda mejorar el revestimiento con concreto del canal, resanando las grietas, demoliendo y la reconstrucción de los tramos que sufren de asentamiento, realizando un nuevo sellado del canal de juntas, colocando nuevas compuertas en todo el canal. Así reducir las pérdidas en agua en todo el canal puesto que la eficiencia evaluada es de 66.46%.

2. Se recomienda realizar un nuevo planteamiento de la sección trapezoidal del canal por uno rectangular puesto que el nivel de operabilidad es deficiente y así evitar costos de mantenimiento cada año por que el canal esta sobredimensionado.

3. Diseñar una nueva estructura respetando la velocidad máxima y velocidad permisible que es de 0.80 m/s, según ANA; para evitar problemas de sedimentación el crecimiento de plantas en el canal.

Regular el caudal de ingreso con el apoyo de profesionales especialistas a fin evitar gran cantidad de pérdidas de aguas.

4. Se recomienda utilizar el revestimiento con concreto en los canales de riego, en la base y en los laterales, evitar el revestimiento con mortero y el tarrajado, de esta manera se reducirá la presencia de grietas, durará por más tiempo el coeficiente de rugosidad y velocidad de diseño.

5. Por último, se recomienda que todo proyecto de canal abierto o cerrado, disponga de las evaluaciones y análisis hidráulicas correspondientes con la finalidad de que el profesional responsable no corra riesgos en el proceso de construcción.

REFERENCIAS

- Aranda & Castillo. *Evaluación y propuesta de diseño del canal de riego Coriac, Distrito de Anta, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash – 2018. Perú, s.n., 2019. Tesis.*
- Autoridad Nacional del Agua. *Criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos multisectoriales y de afianzamiento hídrico. Lima, s.n., 2010.*
- Ávila, et al. *Evaluación y diseño hidráulico del canal de irrigación Acora tramo 0+000-0+520, en san francisco de Sangayaico-Huaytará-Huancavelica-2021. Perú, s.n., 2021. Tesis.*
- Baltodano & Morales. *Diseño hidráulico de un canal de 1km de longitud que comprende parte de la zona 2, 5, 6 y 11 del municipio de ciudad Sandino, de marzo a julio 2015. Nicaragua, s.n., 2015. Tesis.*
- Barros & Vallejo. *Metodología para evaluación de la condición de corrientes urbanas, Medellín (Colombia)., 2007. Revista EIA.*
- Capcha & Martínez. *Evaluación de eficiencia hidráulica de canales de riego por gravedad – canal Huayao, Chupaca, Junín 2021. Perú, s.n., 2021. Tesis.*
- Castellanos, et al. *Diseño y Construcción de un Canal Hidráulico de Pendiente Variable, Bogotá D.C (Colombia)., 2017. Artículo.*
- Castro, et al. *La importancia de la topografía en las ingenierías y arquitectura, Ecuador., 2017.*
- César Augusto Bernal Torres. *Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales, Colombia., 2010.*
- Curi Caballa Wendy Zenaida. *Propuesta técnica de solución para la eficiencia hidráulica del canal de irrigación casa blanca, distrito de Santiago, Ica – 2021. Perú, s.n., 2021. Tesis.*
- Domínguez. *Hidráulica (2da edición.). Santiago de Chile, Chile., 1945.*
- Eliana Esther Gallardo Echenique. *Metodología de la Investigación, Perú., 2017. Manual Autoformativo Interactivo.*
- Elías Mejía Mejía. *Metodología de la investigación científica, Perú., 2005.*
- Eudaldo Enrique Espinoza Freire. *Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. segunda parte, Ecuador., 2019. Revista.*
- Fernando Suárez Obando. *Consentimiento informado como criterio de inclusión. ¿Confusión conceptual, manipulación, discriminación o coerción?,*

- Colombia., 2016. Artículo.
- Gilberto Sotelo Ávila. *Hidráulica de canales*, México., 1995.
- Guliana Silvia Ortega Santillana. *Instructivo de medición de caudal, laboratorio de calidad ambiental*, Perú., 2014.
- Hernández Sampieri, Roberto, Fernández collado, Carlos y Baptista lucio. *Metodología de la investigación*, México., 2014 ISBN 978-1-4562-2396-0.
- Javier Murillo Torrecilla; como se citó en Zoila Rosa Vargas Cordero. *La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica*, Costa Rica., 2009. *Revista educación*.
- José Luis Arias Gonzales. *Técnicas e instrumentos de investigación científica*, Perú., 2020.
- Leica geosystems. *Estación total*. <https://leica-geosystems.com/es-es/lg-search-results?q=estaci%C3%B3n%20total&t=coveoWebsiteTab&sort=relevancy>
- Marcelino Cruz Fernández, (2016). *Evaluación de la velocidad en un canal abierto mediante las ecuaciones de factor de fricción de Darcy – Weisbach, Chezy y Manning – Ayacucho - 2016*. Perú, s.n., 2019. Tesis.
- Marisela Dzul Escamilla. *Diseño de la investigación*, México., 2013.
- Máximo Villón Béjar. *Hidráulica de canales*, Costa Rica. Editorial Tecnológica de costa Rica., 1995.
- Ñaupas, et al. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de tesis*, Bogotá (Colombia)., 2014.
- Pedro Rodríguez Ruiz. *Hidráulica II*. Oaxaca ciudad de México, s.n., 2008.
- Picon & Paredes. *Diagnóstico del estado actual y evaluación del comportamiento hidráulico del canal revestido del rio chiquito desde la Cra 14 barrio El Palomar hasta la Cra 27 barrio Totumalito en la ciudad de Ocaña Norte de Santander*. Colombia, s.n., 2016. Tesis.
- Sánchez, et al. *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística*, Perú., 2018.
- Sinche Cordero David Levi. *Dicha tesis titulada “comportamiento Hidráulico de flujos en canales abiertos para ubicar fallas – canal san Lorenzo – Jauja*, 2017. Perú, s.n., 2018. Tesis.
- Ven Te Chow. *Hidráulica de canales*. Santa Fe de Bogotá, Colombia. Editorial Nomos S.A., 1994.

- Jacinto Santamaría Peña & Teófilo Sanz Méndez. *Manual de prácticas de topografía y Cartografía. La Rioja, España., 2005. Manual didáctico.*
- Peña, et al. *Manual de aforos, (Instituto Mexicano de Tecnología del agua), México., 1992.*
- Allen, RG, Pereira, LS, Raes, D, et al. *Crop Evapotranspiration-Guidelines for Computing Crop Water Requirements-FAO Irrigation and Drainage Paper 56. FAO, Roma., 1998.*
- Consejo de Recursos Hídricos de los Estados Unidos (USWRC). *Pautas para determinar la frecuencia del flujo de inundación. Boletín No. 17B, 15-19. Estados Unidos., 1981.*
- Ministerio de agricultura y riego. *Manual del cálculo de eficiencia para sistemas de riego, San Isidro, Lima., 2015.*
- Autoridad Nacional del Agua. *Ley de los recursos hídricos, San Isidro, Perú., 2019.*
- Jorge Coronado Padilla. *Escalas de medición, Bogotá, Colombia., 2007.*
- Tamayo & Tamayo. *Investigación e innovación metodológica, Dillons, España., 2022.*
- Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO). *El estado de los recursos de tierras del mundo para la alimentación y la agricultura, Madrid, España., 2011.*
- Víctor Yepes Piqueras. *El radio y el perímetro mojado de una sección – blog, Valencia, España., 2008. Extraído de <https://victoryepes.blogs.upv.es/2023/01/17/el-radio-hidraulico-y-el-perimetro-mojado-de-una-seccion/>.*

ANEXOS

Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPOS DE VARIABLES
<p>V1: Evaluación hidráulica de canal abierto plan merys para mejorar el sistema de riego en el distrito de Sicaya, Huancayo, 2022</p>	<p>Consiste en hallar las capacidades hidráulicas del canal por donde discurre el agua por acción de la gravedad, un canal puede ser artificial o natural. Dicha evaluación se concretiza con cálculos sencillos de geometría de la sección, la hidrología, la topografía, características del material del flujo. Barros & Vallejo, (2007, p 81).</p>	<p>La evaluación hidráulica se mide a partir de los indicadores de cada uno de las dimensiones; entre ellas tenemos a la evaluación del canal, nivel de operabilidad del canal, caudal de circulación y velocidad, tipo de revestimiento</p>	D1: Evaluación del canal	<p>I1. Cálculo de caudal y velocidades. I2. Cálculo de área hidráulica. I3. Número de Froude.</p>	cuantitativa
			D2: Nivel de operabilidad del canal	<p>I1. Compuertas en mal estado. I2. Sedimentos. I3. Agrietamiento. I4. Topografía.</p>	
			D3: caudal de circulación y velocidad	<p>I1. Caudal y velocidades mínimas y máximas. I2. Numero de Froude. I3. Método del correntómetro.</p>	cualitativa
			D4: Tipo de revestimiento	<p>I1. Coeficiente de rugosidad. I2. Material. I3. Espesor.</p>	

Matriz de consistencia

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable	Dimensiones	Indicadores	Escala	Metodología
¿De qué manera se evaluará el canal abierto plan merys para mejorar el sistema de riego en el distrito de Sicaya, Huancayo, 2022?	Evaluar el canal abierto plan merys para mejorar el sistema de riego en el distrito de Sicaya, Huancayo, 2022.	La evaluación del canal abierto plan merys será necesario para realizar el mejoramiento del sistema de riego en el distrito de Sicaya, Huancayo, 2022.		D1: Evaluación del canal	I1. Cálculo de caudal y velocidades. I2. Cálculo de área hidráulica. I3. Número de Froude.	razón	
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específica		Dimensiones	Indicadores	Escala	Tipo de investigación: Aplicada Nivel: Explicativo Diseño de investigación: No experimental transversal descriptiva Población: canal de riego plan merys (Orcotuna y Sicaya) Muestreo: No probabilístico Muestra: Canal de riego de Sicaya. Técnica Observación
¿Cuál es el nivel de operabilidad del canal abierto plan merys para mejorar el sistema de riego en el distrito de Sicaya, Huancayo, 2022?	Determinar el nivel de operabilidad del canal abierto plan merys para mejorar el sistema de riego en el distrito de Sicaya, Huancayo 2022.	La evaluación del nivel de operabilidad del canal abierto plan merys será necesario para realizar el mejoramiento el sistema de riego en el distrito de Sicaya, Huancayo 2022.	V1: Evaluación hidráulica de canal abierto plan merys para mejorar el sistema de riego en el distrito de Sicaya, Huancayo, 2022.	D2: Nivel de operabilidad del canal	I1. Compuertas en mal estado. I2. Sedimentos. I3. Agrietamiento. I4. Topografía.	razón	
¿De qué manera se evaluará los caudales y velocidades del canal abierto plan merys para mejorar el sistema de riego del distrito de Sicaya, Huancayo, 2022?	Calcular los caudales y velocidades del canal abierto plan merys para mejorar el sistema de riego del distrito de Sicaya, Huancayo, 2022.	La evaluación de los caudales y velocidades del canal abierto plan merys mejorará el sistema de riego en el distrito de Sicaya, Huancayo, 2022.		D3: caudal de circulación y velocidad	I1. Caudal y velocidades mínimas y máximas. I2. Numero de Froude. I3. Método del correntómetro.	razón	
¿De qué manera se evaluará los tipos de revestimientos del concreto del canal abierto plan merys para mejorar el sistema de riego en el distrito de Sicaya, Huancayo, 2022?	Evaluar los tipos de revestimiento de concreto del canal abierto plan merys para mejorar el sistema de riego en el distrito de Sicaya, Huancayo, 2022.	La evaluación de los tipos de revestimiento de concreto del canal abierto plan merys ayudará en el mejoramiento del sistema de riego en el distrito de Sicaya, Huancayo, 2022.		D4: Tipo de revestimiento	I1. Coeficiente de rugosidad. I2. Material. I3. Espesor.	razón	

Figura 7: Asentamiento de 5cm.



Fuente: Propia

Figura 8: Grietas longitudinales.



Fuente: Propia

Figura 9: Presencia de desmonte.



Fuente: Propia

Figura 10: Compuerta en regular estado y presencia de grieta transversal.



Fuente: Propia

Figura 11: Presencia de desmonte.



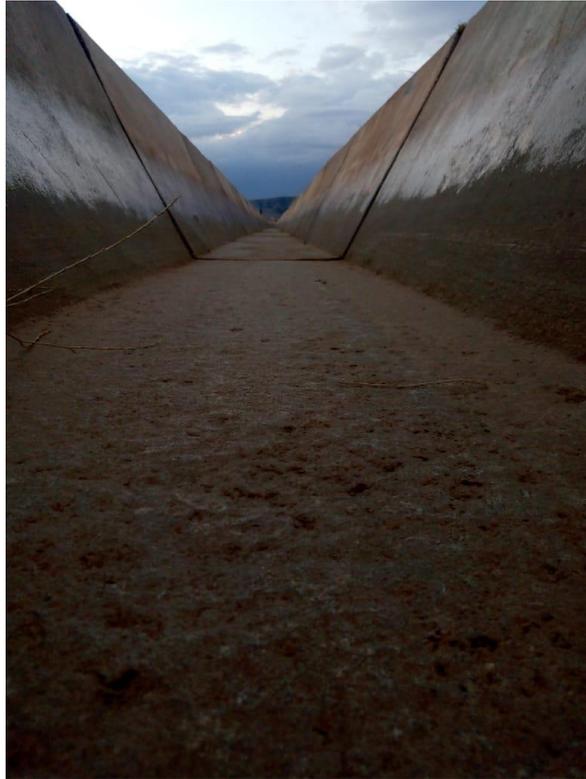
Fuente: Propia

Figura 12: Compuerta clandestina.



Fuente: Propia

Figura 13: Sección de canal.



Fuente: Propia

Figura 14: Compuerta sin mantenimiento.



Fuente: Propia

Figura 15: Presencia de Desmonte



Fuente: Propia

Figura 16: Mala instalación de la compuerta



Fuente: Propia

Figura 17: Desprendimiento de sello de junta del canal



Fuente: Propia

Figura 18: Obstrucción de paso del agua



Fuente: Propia

Figura 19: Compuerta con mala instalación



Fuente: Propia

Figura 20: Medición del canal



Fuente: Propia

Figura 21: Espesor de canal y separación de junta



Fuente: Propia

Figura 22: Presencia de desmorte



Fuente: Propia

Figura 23: Pintado de las progresivas cada 50 m



Fuente: Propia

Figura 24: Topografía del lugar de estudio



Fuente: Propia

Figura 25: Levantamiento topográfico



Fuente: Propia

Figura 26: Levantamiento topográfico



Fuente: Propia



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SAGASTEGUI VASQUEZ GERMAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Evaluación hidráulica de canal abierto plan merys para mejorar el sistema de riego en el distrito de Sicaya, Huancayo, 2022", cuyo autor es BARTOLO REYES JHOEL RICARDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 01 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SAGASTEGUI VASQUEZ GERMAN DNI: 45373822 ORCID: 0000-0003-3182-3352	Firmado electrónicamente por: GSAGASTEGUIVA el 01-02-2023 20:41:42

Código documento Trilce: TRI - 0467170