



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**PROPUESTAS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA
DE CONDUCCIÓN DEL CANAL ALIMENTADOR
DEL SISTEMA TINAJONES**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

Autor:

Bach. Leon Perez Max Yober

<https://orcid.org/0000-0002-7888-1042>

Asesor:

Dr. Muñoz Pérez Sócrates Pedro

<https://orcid.org/0000-0003-3182-8735>

**Línea de Investigación:
Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

Pimentel – Perú

2022

Aprobación del Jurado

PROPUESTAS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN DEL CANAL ALIMENTADOR DEL SISTEMA TINAJONES

Bach. Leon Perez Max Yober

Autor

Dr. Muñoz Pérez Sócrates Pedro

Asesor

Mg. Idrogo Pérez César Antonio

Presidente de Jurado

Mg. Marín Bardales Noe Humberto

Secretario de Jurado

Mg. Villegas Granados Luis Mariano

Vocal de Jurado



Universidad
Señor de Sipán

Declaración Jurada De Originalidad

Quien(es) suscribe(n) la **DECLARACIÓN JURADA**, soy(somos) **egresado (s)** del Programa de Estudios de **Ingeniería Civil** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro (amos) bajo juramento que soy (somos) autor(es) del trabajo titulado:

PROPUESTAS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN DEL CANAL ALIMENTADOR DEL SISTEMA TINAJONES

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán (CIEI USS) conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación a las citas y referencias bibliográficas, respetando al derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

(Leon Perez Max Yober)

DNI: 45869773

Pimentel, 19 de diciembre de 2022.

Dedicatoria

La presente investigación la dedico a mis padres Hermes León y Amális Perez, a mis hermanos Eyler, Amberly, Leydi, Melisa, Karín y Arturo, a mi esposa Rayssa Calle y a mi pequeño hijo Mathías Sebastián, quienes con su apoyo moral cristalizaron mis sueños para ser un profesional a carta cabal.

Max Yober Leon Perez

Agradecimiento

En primer lugar, quiero dar gracias a Dios por iluminar mi mente, para poder concretizar mi carrera profesional.

A mis padres y hermanos, por su apoyo incondicional en todo momento.

A mi esposa e hijo, por su paciencia, comprensión y sacrificio que mostraron siempre durante mi vida universitaria.

A mis amigos de universidad Fernando Bautista, Rosario Cornejo, José Ruiz, por su aprecio y consideración hacia mi persona, así como por su apoyo absoluto en la culminación de la presente.

A mi Policía Nacional del Perú, que ha sido un pilar fundamental para cumplir con mis metas trazadas, permitiendo superarme cada día en mi vida personal y profesional.

Al Ingeniero Rogger Bocanegra en representación del Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT), a su personal de profesionales y técnicos, que con su apoyo incondicional se pudo recopilar la información necesaria para la realización de la presente investigación.

Max Yober Leon Perez

Resumen

El Sistema Tinajones es una de las obras de infraestructura hidráulica más importantes en el Norte del país, está ubicado en la Región Lambayeque, cuenta con una extensión superficial sembrada de 68000 ha a 85000 ha en años secos y húmedos respectivamente, está formado por diferentes estructuras hidráulicas: Reservorio, bocatoma, canal alimentador, canal de descarga, partidores, desarenadores. En la localidad de Chongoyape, se encuentra el canal Alimentador cuya función principal es abastecer al reservorio de Tinajones, cuenta con una extensión de 16,080 km, con capacidad de diseño para transportar un caudal de 70 m³/s, capta las aguas del río Chancay a través de la Bocatoma Raca Rumi para luego conducir las hacia al Reservorio Tinajones, las pérdidas del caudal que presenta el canal Alimentador se debe en su mayoría a las extracciones de agua por parte de los pobladores de la localidad, extracciones que se realizan a través de tuberías de PVC y motobombas de diferentes diámetros, lo que conlleva a proponer alternativas para mejorar la eficiencia de conducción del canal Alimentador del Sistema Tinajones. En primera instancia se elaboró un inventario general de las conexiones con tuberías de PVC y motobombas instaladas en todo el trayecto del canal Alimentador, de igual manera a través del método de correntómetro electromagnético, se realizaron aforos en las progresivas 0+460 km y 15+460 km, determinando sus parámetros geométricos e hidráulicos, calculando además su eficiencia y pérdidas por conducción y finalmente para una mejor visualización y panorama se ejecutó un estudio de fotogrametría entre las progresivas 4+500 km y 5+000 km usando un RPAS (sistema de aeronave pilotada a distancia), obteniendo como resultado una Ortofoto en la cual se aprecia claramente las conexiones de tuberías de PVC y motobombas, con sus respectivas coordenada UTM en Datum WGS84

El resultado de la investigación muestra que el canal alimentador en la actualidad existe 462 conexiones, presenta eficiencias por conducción de 93.20%, con rugosidad promedio ponderada de 0.020 de condición (mediana)

Palabras claves: Canal, eficiencia de conducción, caudal, rugosidad, fotogrametría

Abstract

The Tinajones System is one of the most important hydraulic infrastructure works in the north of the country; it is located in the Lambayeque Region and has a surface area of 68,000 ha to 85,000 ha in dry and wet years, respectively. It is made up of different hydraulic structures: reservoir, intake, feeder canal, discharge canal, dividers and desanders. In the town of Chongoyape, there is a feeder canal whose main function is to supply the Tinajones reservoir. It has an extension of 16,080 km and a design capacity to transport a flow of 70 m³/s. It captures water from the Chancay River through the Raca Rumi Intake and then carries it to the Tinajones Reservoir, The flow losses in the feeder canal are mostly due to water withdrawals by the local inhabitants, which are made through PVC pipes and motor pumps of different diameters, which leads to proposing alternatives to improve the efficiency of the Tinajones System feeder canal. In the first instance, a general inventory was made of the connections with PVC pipes and motor pumps installed along the entire length of the feeder canal; likewise, using the electromagnetic current meter method, gauging was carried out in the 0+460 km and 15+460 km gradients, determining their geometric and hydraulic parameters, Finally, for a better visualization and panorama, a photogrammetry study was carried out between the 4+500 km and 5+000 km progressives using a RPAS (remotely piloted aircraft system), obtaining as a result an orthophoto in which the PVC pipe connections and motor pumps can be clearly seen, with their respective UTM coordinates in Datum WGS84.

The result of the investigation shows that the feeder channel currently presents conduction efficiencies of 93.20%, with a weighted average roughness of 0.020 (median).

Keywords: Channel, conveyance efficiency, flow, roughness, photogrammetry.

Índice

| | | |
|--------|---|----|
| I. | INTRODUCCIÓN | 15 |
| 1.1. | Realidad Problemática..... | 15 |
| 1.1.1. | <i>A nivel internacional</i> | 15 |
| 1.1.2. | <i>A nivel nacional</i> | 18 |
| 1.1.3. | <i>A nivel local</i> | 19 |
| 1.2. | Antecedentes de estudio..... | 20 |
| 1.2.1. | <i>A nivel internacional</i> | 20 |
| 1.2.2. | <i>A nivel nacional</i> | 23 |
| 1.2.3. | <i>A nivel local</i> | 26 |
| 1.3. | Teorías relacionadas al tema | 26 |
| 1.3.1. | <i>Eficiencia de conducción</i> | 26 |
| 1.3.2. | <i>Métodos de medición de caudal</i> | 27 |
| 1.3.3. | <i>Factores que influyen en Bajas Eficiencias</i> | 30 |
| 1.3.4. | <i>Factores que influyen en las pérdidas por infiltración</i> | 30 |
| 1.3.5. | <i>Fotogrametría</i> | 31 |
| 1.4. | Formulación del problema | 32 |
| 1.5. | Justificación e importancia del estudio | 32 |
| 1.6. | Hipótesis..... | 33 |
| 1.7. | Objetivos | 34 |
| 1.7.1 | <i>Objetivo general</i> | 34 |
| 1.7.2. | <i>Objetivos específicos</i> | 34 |
| II. | MATERIAL Y MÉTODO | 35 |
| 2.1. | Tipo y Diseño de investigación | 35 |
| 2.1.1. | <i>Tipo de investigación</i> | 35 |
| 2.1.2. | <i>Diseño de investigación</i> | 35 |
| 2.2. | Población y muestra | 36 |
| 2.2.1. | <i>Población</i> | 36 |
| 2.2.2. | <i>Muestra</i> | 36 |
| 2.3. | Variables, Operacionalización | 36 |
| 2.3.1. | <i>Variable</i> | 36 |
| 2.3.2. | <i>Operacionalización</i> | 38 |
| 2.4. | Descripción del ámbito de Estudio | 40 |
| 2.4.1. | <i>Ubicación Política del Área de Estudio</i> | 40 |
| 2.4.2. | <i>Ubicación Geográfica del Área de Estudio</i> | 41 |

| | |
|--|------------|
| 2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad | 43 |
| 2.5.1. Técnicas de recolección de datos | 43 |
| 2.5.2. Instrumentos de recolección de datos..... | 43 |
| 2.6. Procedimiento de análisis de datos..... | 45 |
| 2.6.1. Diagrama de flujo | 45 |
| 2.6.2. Descripción de procesos | 46 |
| 2.7. Criterios éticos | 64 |
| 2.8. Criterios de rigor científico | 64 |
| III. RESULTADOS | 65 |
| IV. DISCUSIONES | 99 |
| V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 102 |
| 5.1. Conclusiones..... | 102 |
| 5.2. Recomendaciones | 104 |
| REFERENCIAS..... | 107 |
| ANEXOS..... | 114 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1: Canal Alimentador del Sistema Tinajones..... | 37 |
| Figura 2: Ubicación política del área de Estudio | 40 |
| Figura 3: Ubicación Geográfica Coordenadas UTM (WGS84) | 42 |
| Figura 4: Diagrama de flujos de proceso..... | 45 |
| Figura 5: Ficha Técnica de Georreferenciación para Inventario de Extracciones | 47 |
| Figura 6: Correntómetro Electromagnético OTT MF Pro..... | 48 |
| Figura 7: Variación de la velocidad | 49 |
| Figura 8: Ficha Técnica de Georreferenciación de Estaciones de Aforo..... | 51 |
| Figura 9: Seccionamiento Progresiva 0+460 km..... | 56 |
| Figura 10: Seccionamiento Canal progresiva 15+460 km | 57 |
| Figura 11: Aplicativo que registra el caudal de ingreso al Canal Alimentador | 58 |
| Figura 12: Equipo Limnigráfico de eje Horizontal | 59 |
| Figura 13: Escandallo (Torpedo) de 25 kg | 60 |
| Figura 14: Posición del usuario con relación a la dirección del flujo..... | 60 |
| Figura 15: Método de Mitad de Sección..... | 61 |
| Figura 16: Captura de Imagen aérea | 62 |
| Figura 17: Ficha Técnica de Georreferenciación de Puntos de Control | 63 |
| Figura 18: Extracción de data del Correntómetro Electromagnético | 67 |
| Figura 19: Relaciones Geométricas (Sección Trapezoidal) | 70 |
| Figura 20. Características Geométricas e Hidráulicas Primer Aforo | 90 |
| Figura 21. Características Geométricas e Hidráulicas Primer Aforo | 91 |
| Figura 22: Procesamiento de las imágenes aéreas | 96 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Variable | 38 |
| Tabla 2. Relación ancho Superficial y Distancia entre puntos..... | 52 |
| Tabla 3. Relación ancho superficial río y número de verticales..... | 53 |
| Tabla 4. Número de estaciones según el ancho de la vía marítima | 53 |
| Tabla 5. Separación de sondeo en función del ancho de la corriente | 54 |
| Tabla 6. Número de Puntos en cada Sección de Aforo..... | 55 |
| Tabla 7. Número total de conexiones de tuberías de PVC y motobombas | 66 |
| Tabla 8. Data Primer Aforo progresiva 0+460 km | 68 |
| Tabla 9. Identificación de la base (b) y Espejo de agua (T) | 69 |
| Tabla 10. Data Primer Aforo progresiva 15+460 km | 74 |
| Tabla 11. Identificación de la base (b) y Espejo de agua (T) | 75 |
| Tabla 12. Data Segundo Aforo progresiva 0+460 km | 77 |
| Tabla 13. Identificación de la base (b) y Espejo de agua (T) | 78 |
| Tabla 14. Data Segundo Aforo progresiva 15+460 km..... | 80 |
| Tabla 15. Identificación de la base (b) y Espejo de agua (T) | 81 |
| Tabla 16. Data Tercer Aforo progresiva 0+460 km | 83 |
| Tabla 17. Identificación de la base (b) y Espejo de agua (T) | 84 |
| Tabla 18. Data Tercer Aforo progresiva 15+460 km | 86 |
| Tabla 19. Identificación de la base (b) y Espejo de agua (T) | 87 |
| Tabla 20 Cuadro resumen de Eficiencias y pérdidas por conducción | 94 |

Índice de ecuaciones

| | |
|---|----|
| Ecuación 1. Eficiencia de Conducción | 27 |
| Ecuación 2. Ecuación de Continuidad..... | 28 |
| Ecuación 3. Fórmula de Calibración del correntómetro..... | 28 |
| Ecuación 4. Fórmula método del flotador | 29 |
| Ecuación 5. Cálculo del caudal (método Volumétrico) | 30 |
| Ecuación 6. Fórmula para estimar pérdidas por infiltración canales revestidos ... | 30 |
| Ecuación 7. Método Mitad de Sección | 61 |
| Ecuación 8. Ecuación de Chezy | 71 |
| Ecuación 9. Ecuación de Bazin | 71 |
| Ecuación 10. Ecuación de Manning | 72 |
| Ecuación 11. Cálculo de Rugosidad (n) ponderada | 72 |

Índice de anexos

| | |
|--|-----|
| Anexo 1. Matriz de Consistencia | 114 |
| Anexo 2. Inventario de extracciones en canal Alimentador | 115 |
| Anexo 3. Ficha Técnica Estación de Aforo progresiva 0+460 km | 131 |
| Anexo 4. Ficha Técnica Estación de Aforo progresiva 15+460 | 132 |
| Anexo 5. Eficiencia y pérdida por Conducción (Primer Aforo)..... | 133 |
| Anexo 6. Eficiencia y pérdida por Conducción (Segundo Aforo) | 134 |
| Anexo 7. Eficiencia y pérdida por Conducción (Tercer Aforo)..... | 135 |
| Anexo 8. Georreferenciación de Puntos de Control | 136 |
| Anexo 9. Tabla de Equipo Limnigráfico..... | 137 |
| Anexo 10. Coeficiente de rugosidad n dados por Horton | 138 |
| Anexo 11. Valores de γ para emplearse en la fórmula de Bazin..... | 139 |
| Anexo 12. Cálculo de caudal en aplicativo HCanales, con (n) de 0.020 y 0.017 | 140 |
| Anexo 13. Certificado de calibración de Equipo Correntómetro | 141 |
| Anexo 14. Constancia de curso de Fotogrametría con drones..... | 142 |
| Anexo 15. Diploma de curso de Pilotos a Distancia RPAS | 143 |
| Anexo 16. Inventario general conexiones de tuberías PVC y motobombas..... | 144 |
| Anexo 17. Conexiones de tuberías de PVC y motobombas..... | 145 |
| Anexo 18. Excavación de zanjas..... | 146 |
| Anexo 19. Limnígrafo | 147 |
| Anexo 20. Estaciones de aforo..... | 148 |
| Anexo 21. Seccionamiento de la sección transversal del canal Alimentador | 149 |
| Anexo 22. Identificación del Espejo de agua (T) | 150 |
| Anexo 23. Instalación de equipos y accesorios..... | 151 |
| Anexo 24. Diferencia de altura del sensor de velocidad y nivel de base (b) | 152 |
| Anexo 25. Aforo de caudales y medida de velocidades | 153 |
| Anexo 26. Equipo DJI Phantom 4Pro | 154 |
| Anexo 27. Colocación de marcas de 1m x 1m para los puntos de Control | 155 |
| Anexo 28. Ejecución del vuelo de la aeronave..... | 156 |
| Anexo 29. Área de vuelo de una sección del canal..... | 157 |
| Anexo 30. Imágenes obtenidas en el vuelo de aeronave..... | 158 |

Índice de planos

| | |
|--|-----|
| Plano 01. Ubicación Geográfica Canal Alimentador..... | 159 |
| Plano 02. Seccionamiento de canal Alimentador según Aforos | 160 |
| Plano 03. Características Geométricas e Hidráulicas de Canal Alimentador | 161 |
| Plano 04. Conexiones en longitud total de Canal Alimentador..... | 162 |
| Plano 05. Conexiones entre las progresivas 4+500 km - 5+000 km | 163 |
| Plano 06. Ortofoto de tramo de canal Alimentador..... | 164 |
| Plano 07. Ortofoto Georreferenciada en coordenadas UTM WGS84..... | 165 |
| Plano 08. Visualización de conexiones - Ortofoto | 166 |

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

1.1.1. A nivel internacional

La cuenca del río Indo que abarca las provincias de Punjab y Sindh en Pakistán, se pierde gran cantidad de agua en los canales debido al fenómeno de filtración, los datos obtenidos los cuales fueron medidos por el método de entrada y salida en siete canales revestidos de concreto en Punjab, indicaron que dicho fenómeno se debe a la presencia de grietas en el revestimiento, así como al crecimiento vegetativo que brota del revestimiento. (Shah et al., 2020).

En la presa Hirakud (La India), realizaron una evaluación de un sistema de canales de riego ya que durante los últimos tiempos hubo una creciente preocupación en el rendimiento, toda vez que el suministro de caudal con déficit resulta en pérdida de producción, mientras que el exceso resulta en anegamiento y salinidad. (Rath & Swain, 2020).

Tanta, es un canal principal en Egipto de 38 km que sirve a 65000 ha, su rama principal es el canal El-Kased de 34 km, y el problema principal ha sido la incapacidad de transportar el caudal necesario al segundo tramo del canal El-Kased, ya que este requiere altos niveles de agua en su cabeza, no pudiéndose mantener debido a la gran diferencia entre los niveles de agua requeridos en el canal del Tanta. (ElGamal et al., 2019).

En el distrito de Pidie, provincia de Aceh (Indonesia), se evaluó la eficiencia real del transporte del caudal, en los canales primarios y secundarios en los cuales se determinó que dicha eficiencia era menor a la de diseño debido al daño en el revestimiento del canal, así como a la erosión que resultó en una alta sedimentación, diferentes fugas y tomas de agua ilegales. (Azmeri et al., 2019).

Saratov, una de la regiones de Rusia que en la actualidad presenta serios problemas técnicos, por lo que gran cantidad de canales de riego necesitan equipo y construcción, según la administración del FSDI (Saratovmeliovodhoz), la red de riego incluye 1205.5 km., de canales, de los cuales el 30% presentan problemas asociados a baja eficiencia (eficiencia promedio 70%), pérdidas de recurso hídrico (infiltración), deterioro físico de los canales, ocasionando una baja eficiencia hidráulica y grandes pérdidas de agua. (Abdrzakov et al., 2019).

Bal'ad es un distrito de Somalia donde la causa principal de la pérdida del caudal en canales se debe a fenómenos como la filtración, evaporación, así como pérdidas por desbordamiento y exceso de riego, con una eficiencia de aplicación de 25%, una eficiencia de conducción de 30% los cuales generaron un esquema de eficiencia de riego de 7,5 % considerada como pobre. (Abdirashid et al., 2019).

La filtración es una pérdida importante del caudal en un canal, aproximadamente del 20% al 30% en relación con otros tipos de pérdidas, el concreto es utilizado como revestimiento de canales con la finalidad de reducir dichas pérdidas por filtración, pero se ha observado que existe filtraciones del 15% al 20% aún con secciones de concreto, disminuyendo la eficiencia de los canales con el aumento de la tasa de grietas. (Zia & Ali, 2017).

Debido al cambio climático, numerosos distritos de riego de los Estados Unidos experimentan severas condiciones de sequía, en sus sistemas de canales gran cantidad de agua se está perdiendo debido a fugas, cada año se estima cerca de 2 millones de acres de tierras se pierden por la erosión, anegamiento y la salinidad, el revestimiento de los canales podría ahorrar una enorme cantidad de agua, pero debido a los altos costos la adopción de dichos programas a gran escala sería demasiado costoso. (Arshad et al., 2014).

En la cuenca de Murray-Darling (Australia), se necesitan mediadas para evaluar los canales y reducir la pérdida de agua por filtración de tal manera que se mejore la eficiencia de riego, para ello se requiere localizar los puntos críticos en las secciones del canal donde se producen las pérdidas de agua relativamente altas y cuantificarlas para facilitar las decisiones. (Akbar et al., 2013).

El canal Dudu que forma parte del sistema de riego en la provincia de Sindh (Pakistán), pierde gran cantidad de caudal debido a la filtración en los bancos y el lecho, se estima que entre el 40% y 50% del flujo se desperdicia entre las obras principales del canal, creando problemas de salinidad y como consecuencia gran parte de tierra agrícola se ha quedado sin uso, proceso que está continuando en toda la provincia de Sindh. (Memom et al., 2013).

En Portugal existen cientos de km de canales, la mayoría construidos en las décadas de 1950 y 1960, los cuales atienden un total de 150000 ha, en la actualidad el 80% de los canales presentan problemas de impermeabilización deficiente y las pérdidas de agua pueden llegar a un 80% del volumen del caudal transportado. (Morgado et al., 2012).

En el distrito de riego N° 017, comarca Lagunera en México, el estado de la infraestructura hidro-agrícola ocasiona significativas pérdidas del caudal por conducción en los canales principales y secundarios, asimismo la existencia de 4330 km de canales sin revestir ha incrementado que las eficacias de riego sean comparativamente bajas debido al fenómeno de infiltración y al escurrimiento, los cuales ocasionan grandes problemas de salinidad y drenaje. (García et al., 2010).

En el margen derecho e izquierdo de la llanura de Menemen Plain (Turquía), las pérdidas por filtración del caudal en la red de riego de canales abiertos se produce debido a construcciones defectuosas,

deformación de estructuras de hormigón (por el paso del tiempo), grietas y a que los trabajos de mantenimiento y reparación realizados fueron insuficientes, por lo que dicha pérdida de flujo ocasiona grandes problemas económicos, estando consideradas estas pérdidas por filtración en un nivel crítico. (Akkuzu et al., 2007).

En los países en desarrollo, la gestión y el mantenimiento de muchos proyectos de riego tienen problemas debido a deficiencias técnicas y económicas, una mejor distribución del agua en las tierras agrícolas requiere la mejora de la gestión en los canales de riego y drenaje, así como de las estructuras hidráulicas relacionadas. (Shahrokhnia & Javan, 2007).

1.1.2. A nivel nacional

La principal dificultad que presenta el canal Gochirca en la localidad de Tayabamba, es la pérdida del caudal debido varias razones siendo la más significativa la infiltración ya que algunas zonas del canal son propensas y favorecen a este fenómeno, motivo por el cual solo se aprovecha entre el 40% y 50% del caudal de captación. (Castillo & Rodríguez, 2019).

La irrigación Turuco-Bellavista, se encuentra en la parte baja de distrito de Bellavista, propuesto para mejorar la producción agrícola, en la actualidad no está cumpliendo con su rol, calificando a la eficiencia del canal Turuco-Bellavista, como baja, ello se debería a la presencia de grietas, roturas y juntas en mal estado y una pésima condición del recubrimiento. (Cieza, 2019).

Los problemas que presenta el canal principal de concreto Huamán Tapara en la provincia de Melgar (Puno), con 12 años de funcionamiento son la presencia de capas vegetales (musgos), plantas acuáticas (algas), sedimentos, ocasionando ello una alteración del coeficiente de rugosidad en el perímetro mojado del canal (paredes y fondo), como

consecuencia de la variación de la velocidad siendo esta menor a la de diseño originando la disminución del caudal transportado. (Borda, 2018).

Las constantes sequías, afectadas por el cambio climático, a las cuales se le adiciona el uso ineficaz del agua utilizada para riego, lo que es usual en el esquema de riego por gravedad, viene ocasionando pérdidas de flujo en los procesos de conducción y distribución por el mal estado y uso del canal, ocasionando pérdidas considerables en la agricultura influyendo de manera negativa en la rentabilidad y en la competencia en la ciudad de Jaén – Cajamarca. (Chiclote, 2017).

En el subsector hidráulico margen izquierda del río Tumbes, el cual está conformado por cuatro bloques de riego, al realizar la evaluación del canal Troncal en dos tramos de 500 m tanto revestido y no revestido para identificar si el revestimiento influye en la eficiencia de conducción del caudal, se determinó que efectivamente existe mayores pérdidas en el tramo sin revestir producidas por infiltración, evaporación, existiendo una gran diferencia al revestir un canal. (Jiménez, 2017).

El inconveniente que muestra el primer tramo del canal Chaquin (Sistema de riego del Valle de Virú), son la formación de fenómenos hidráulicos como oleajes (flujos turbulentos y salpicaduras) y rebalse crítico (no existe una pendiente mínima) ambos fenómenos obligan que se tenga que disminuir el caudal para evitar que el flujo invada las parcelas laterales del canal, como consecuencia de dicha disminución del caudal el tirante hidráulico disminuye, motivo por el cual no se puede derivar el flujo necesario para las áreas de riego. (Espir & Morales, 2015).

1.1.3. A nivel local

La complicación que presenta el canal Carrizo Recta, Sector de riego Cachinche (Mochumi), el cual se encuentra bajo la administración de la comisión de usuarios “Muy Finca”, es la pérdida del caudal, debido a la infiltración y el mal estado de la infraestructura de riego, provocando

pérdidas de hasta un 25% del caudal actual. (Bustamante & Valladolid 2020).

El malestar que ocasiona la cantidad de sedimentos cuyas partículas menores a 2 mm las cuales son captadas en la Bocatoma Raca Rumi, propios del río Chancay-Lambayeque, que son transportadas por el canal Alimentador hacia el reservorio Tinajones ocasionando grandes problemas de sedimentación. (Quevedo, 2019).

La problemática que atraviesa el Canal Limón tramo II, Subsector de riego Muy Finca, que está relacionado a los bajos volúmenes de producción, baja eficiencia en riego, escasa rentabilidad, cadenas productivas incipientes, debido a problemas de infiltración (...). (De la Cruz & Ruiz, 2018).

Uno de los problemas principales de los agricultores es el sistema de riego que usan (canales de tierra), los cuales provocan grandes mermas de flujo por conducción, los canales Rama Pulen, Arenal y Escute (Chiclayo), presentan problemas de infiltración y deterioro en su totalidad, afectando a las viviendas ubicadas al margen de estas poniendo en peligro a los habitantes de dichas viviendas. (Díaz, 2014).

1.2. Antecedentes de estudio

1.2.1. A nivel internacional

Mohammadi et al., (2019), en su investigación titulada “Field measurement and analysis of water losses at the main and tertiary levels of irrigation canals: Varamin Irrigation Scheme, Irán”, tiene como objetivo evaluar el desempeño del transporte del agua en todo los niveles de canales a fin de determinar el problema de la pérdida de agua, analizando a más de 40 canales principal, secundario y terciario en tramos de 1000 m determinando que la eficiencia de transporte fue de 95%, 91.5%, y 89,3% respectivamente, además las perdidas por infiltración resultaron iguales a 1.22, 1.18 y 0.63 m³/día respectivamente.

Salazar, (2019), en su investigación titulada “Estimación de pérdida de caudal y coeficiente de rugosidad en el canal de riego Ambato-Huachi-Pelileo”, cuyo objetivo fue estimar las pérdidas volumétricas del caudal y coeficiente de rugosidad, mediante la toma de lecturas de velocidades puntuales con un medidor de velocidad digital, obtuvo una pérdida volumétrica que no supera un flujo de 0.158 m³/s-km, ello debido a las pérdidas por infiltración en dicho canal y coeficiente de rugosidad de 0.018.

Yungan, (2019), en su investigación titulada “Determinación de la eficiencia de conducción y distribución del ramal Churoloma, del sistema de riego Tumbaco -Ecuador” con el objetivo de determinar la eficiencia de conducción y distribución en el ramal Churoloma y en un óvalo, midiendo los flujos de entrada y salida mediante los métodos de medidor Parshall, aforo químico y flotador, concluyó que la eficiencia de conducción en el ramal fue buena (95,61%), y en el óvalo bajo (75,3%) y la eficiencia de distribución en el óvalo fue pobre (50,5%), debido a infiltraciones, contaminaciones (desperdicios, sedimentos) y al hurto de agua por parte de usuarios no registrados.

Ramos et al., (2018), en su investigación titulada “Estimation of plot surface irrigation efficiency in a module of Región Lagunera irrigation district 017” con el objetivo de determinar las eficiencias en la administración del uso de agua utilizado en riego superficial en un módulo del distrito 017 región Lagunera con aforos de las secciones evaluadas aguas arriba y aguas abajo, a través del método de área y velocidad, determinó que las eficiencias de conducción en el módulo son reducidas ya que existe un inadecuado manejo del riego en canales y diseños malos de riego por superficie.

Kulkarni y Nagarajan, (2018), en su investigación titulada “Drone survey facilitated weeds assessment and impact on hydraulic efficiency of canals” con el objetivo de identificar los cambios hidráulicos en canal principal derecho de Dudhganga, en el distrito de Kolhapur (India), a través de la utilización de imágenes terrestres usando drones y datos

satelitales, obtuvo como resultado que efectivamente existía una reducción promedio en la eficiencia del transporte en 23% y la capacidad de transporte disminuyó en 32,79% en comparación con los datos de diseño, ello se debería a la presencia de vegetación, el agrietamiento del revestimiento así como la cantidad de sedimento encontrado.

Demin et al., (2017), en su investigación titulada “Conduction efficiency of irrigation system of the reservoir las Pirquitas in the Catamarca province Argentina”, con el objetivo de determinar la eficiencia de conducción del canal principal del Este y el canal que abastece a las Colonias de riego, utilizando el método de caudal de entrada y salida, método de sección y velocidad y un molinete, concluyendo que efectivamente se puede calificar la eficiencia por conducción como aceptable, ya que el canal del Este es de 84-89% y en el canal de la Colonias es mayor a 90%, las pérdidas se deben a hurtos de agua y a infiltraciones debido a que el canal del Este cuenta con una antigüedad de cincuenta y seis años”

Birara y Halefom, (2017), en su investigación titulada “Evaluation of seepage loss in Gorezen irrigation canals, dabat Woreda, North Gondar, Ethiopia”, centrando su estudio principalmente en la evaluación de las pérdidas de infiltración a través de los canales de riego en Gorezen, Ethiopia, utilizando los métodos de entrada y salida, así como el método de estanque y al evaluar a cinco canales cada uno en cinco secciones, determinaron que las secciones 1 y 5 obtuvieron la tasa de filtración promedio más alta de 1,72 m³/d por el método de entrada y salida para ambas secciones y por el método de estanque 1,8 y 1,2 m³/d respectivamente.

Javaid et al., (2012), en su investigación “Performance Assessment of Lined Watercourses In District Jhang”, con la finalidad de evaluar el impacto del revestimiento en cuatro cursos de agua en el distrito de Jhang (Pakistán), determinaron que la eficiencia de transporte de los canales revestidos oscilaban entre 83% y 90%, mientras que para los no revestidos presentaron una eficiencia entre 36% y 69%, además de que

las pérdidas promedio por cada 100 m en la porción revestida era de 0,3 a 0,6 lps y en la no revestida de 1.0 a 2.0 lps.

Kilic y Tuylu, (2011), en su investigación titulada “Determination of water conveyance loss in the Ahmetli regulator irrigation system in the lower Gediz Basin Turkey”, con el objetivo de determinar las pérdidas de transporte de los canales principales, secundarios y terciarios revestidos de concreto en el sistema de riego del regulador Ahmetli, cuenca de Gediz, Turquía, haciendo uso de método de entrada y salida, velocidad y área así como medidores de corriente, determinaron que las pérdidas de transporte del flujo para canales principales es (0.067 l/s), secundarios (0,119 l/s) y terciarios (0,030 l/s), ello se debe a pérdidas por filtración.

1.2.2. A nivel nacional

Llanca, (2020), en su trabajo de titulado “Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego Monte Ruri (...)” con el objetivo de determinar y evaluar los tipos de patologías del revestimiento en el indicado canal entre las progresivas 0+000 km al 1+000 km”, a través de la técnica de evaluación visual, concluyó que “las patologías que afecta al canal como resultado de su investigación son: erosión 25.91%, grietas 1.75%, fisuras 0.44%, (...), siendo Severo su nivel, así como la condición de servicio es Deficiente.

Silva, (2020), en su investigación titulada “Determinación y evaluación de las patologías del concreto del canal de regadío Minas (...)” con la finalidad de determinar y evaluar las patologías del recubrimiento del mencionado canal en los tramos 0+000 km al 1+000 km”, haciendo uso de fichas de recolección de datos, concluyó que el porcentaje de patologías presentes en las áreas afectadas serían: erosión 39.94%, musgo 5.15%, moho 2.38% (...), demostrando que el canal tiene un estado de severidad (Moderado) y que el estado de servicio es (Regular).

Urbano, (2019), en su trabajo de investigación “Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego Antauro

(...)” con el objetivo de identificar las patologías del revestimiento del mencionado canal, en el tramo de estudio del km 0+000 al km 2+000, haciendo uso de fichas técnicas de recolección de datos, identificó que el porcentaje de patologías que presenta en el canal fueron: grietas 77.88%, sedimentación 13.37%, erosión 3.65%, (...), señalando que la situación que presenta el canal es (mala), asimismo en la conducción del canal existe pérdidas por infiltración debido al porcentaje de grietas que presenta”

Martín, (2018), en su trabajo de investigación “Evaluación de la eficiencia por pérdidas de conducción en el canal Paiján (...)”, teniendo como objetivo evaluar la eficiencia de conducción del canal Paiján en el tramo en estudio que comprendía del 0+000 km al 20+000 km (...)”, realizó aforos en cinco tramos del canal y utilizando un molinete universal concluyó que la capacidad por conducción del canal, alcanza un promedio de 90% siendo la pérdida del caudal producto de filtraciones y percolaciones”.

Olortegui y Romero, (2018), en su investigación titulada “Determinación de eficiencia por conducción del canal L1 Tierra Firme La Carbonera y L2 Sánchez (...)” con el objetivo de determinar la eficacia de ambos canales en los tramos de estudio entre las progresivas km 0+000 al km 4+760 y km 0+000 al km 0+750 respectivamente del Sub Sector hidráulico Nepeña, realizando mediciones a través del método del correntómetro para determinar los caudales, determinaron que los canales L1 y L2 presentan evaporaciones mínimas de 0,000646 m³/d y 0,000969 m³/d y el canal L2 presenta una pérdida por conducción de 4,259% debido a infiltraciones”.

Salinas, (2018), en su trabajo de investigación titulado “Determinación y Evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego Puka Cruz (...)”, cuyo objetivo fue determinar y evaluar de las patologías del recubrimiento del mencionado canal entre las progresivas del km 00+000 al km 01+000, a través del uso de fichas técnicas para la recolección de datos, pudo identificar que las enfermedades que

presentó es revestimiento del canal fueron: sedimentación 45,71%, vegetación 27,29%, fracturamiento de la estructura 20%, erosión 8,80% (...), concluyendo que el estado que presta el servicio del canal es deficiente.

Chiclote, (2017), en su investigación titulada “Evaluación de la eficiencia de conducción del canal de riego El Progreso Mayanal (...)”, con el objetivo de evaluar la eficacia de la conducción del caudal en el indicado canal de riego, en el tramo de estudio entre las progresivas km 0+000 al km 1+000, utilizando para su investigación un vertedero de pared delgada con una sección rectangular de dos contracciones para identificar los flujos tanto de ingreso así como de salida, concluyó que dicho canal el cual tiene una antigüedad de 25 años, obtuvo una eficiencia baja de 88,56% debido al mal estado del recubrimiento y al deterioro de las juntas”.

Vértiz, (2017), en su investigación denominada “Análisis de la eficiencia de conducción y distribución del Canal Guadalupe y de los laterales Tubo, Arbaiza y Punta”, cuyo objetivo está orientado en analizar la Eficacia tanto de conducción así como de distribución de los mencionados canales los cuales pertenecen al Sub Sector Hidráulico Guadalupe, realizando mediciones del flujo tanto de ingreso así como de salida a través del método del correntómetro, concluyó que el nivel alcanzado del canal tiene una eficiencia de Operación 76,12% considerada regular-alta”.

Mogollón, (2016), en su trabajo de investigación titulado “Determinación y Evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego T-52 - Tambogrande (...)”, cuyo objetivo es identificar las patologías del revestimiento del indicado canal de riego en el tramo de estudio entre las progresivas del km 0+000 al km 0+500, a través de la técnica observación visual, concluyó que el porcentaje de patologías una vez culminada su investigación en el área del canal T-52 fueron:

sedimentos (76,35 %), erosión (10.85 %), agrietamiento (0.41 %), fisuración (0.35 %) (...).

Zavala, (2016), en su trabajo de investigación titulado “Determinación y evaluación de las patologías del concreto del canal Sub Lateral 9+265 (...)”, cuyo objetivo fue identificar las patologías del recubrimiento del mencionado canal en el tramo de estudio entre las progresivas del km 0+000 al km 0+500 (...)”, a través de la técnica de observación visual, concluyó que “las patologías que presenta dicho canal fueron: descascaramiento 40.31%, erosión 20.27%, sedimentación 10.48% (...), presentando un nivel de severidad Severo”.

1.2.3. A nivel local

Dávila y Rosales, (2018), en su trabajo de investigación titulado “Mejoramiento del canal de riego Chucupe Bajo en el sector Capote, Pisci (...)”, con el objetivo de proponer la mejor solución técnica adecuada para el revestimiento de la sección del canal e implementación de nuevas obras de arte, con la finalidad de incrementar la cantidad y mejorar la calidad de agua así como la eficiencia de distribución y conducción del canal, concluyó que efectivamente el canal Chucupe Bajo entre las progresivas 4+352.80 km al 6+000 km, presenta limitaciones y deficiencias en la conducción del caudal con 83% de Eficiencia en la conducción, realizando el diseño correspondiente para incrementar la eficacia del canal.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Eficiencia de conducción

Es la relación que existe entre los volúmenes tanto del caudal utilizado y del caudal entregado (Chiclote, 2017), permite determinar las pérdidas del caudal en el recorrido de los canales principales desde la bocatoma hasta el punto donde termina el canal principal Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], (2015), se puede determinar si se sabe la cantidad de

flujo recibido en el ingreso de un canal comparándolo con la cantidad del flujo recibido en el punto final del mismo (Calvache, 2008), permite determinar la condición de operación y de mantenimiento de los canales principales o de derivación en los tramos de estudio desde el punto de abastecimiento hasta los puntos de distribución del agua en los canales L1, L2, ..., Ln (Manrique, 2004), los conductos revestidos con mampostería de piedra y con mortero de cemento hasta 20 km sus eficiencias suelen estar cercanas al 95% y hasta 50 km las eficiencias estarían próximas al 90% (Chiclote, 2017). La Eficiencia por conducción se determinará según la siguiente ecuación Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], (2015)

Ecuación 1. Eficiencia de Conducción

$$E_{fc} = \frac{Q_f + \sum Q_d}{Q_i} * 100$$

Donde:

- E_{fc} = Eficiencia de conducción en (%)
- Q_i = Caudal recibido a la entrada de un canal en (m³/s)
- Q_f = Caudal recibido a la salida de un canal en (m³/s)
- $\sum Q_d$ = Sumatoria de caudales de distribución (m³/s)

1.3.2. Métodos de medición de caudal

1.3.2.1. Método de Continuidad

Es el método más utilizado, se requiere determinar las áreas de las secciones transversales y las velocidades medias del caudal (Castillo & Rodríguez, 2019), siendo una incertidumbre determinar el valor de la velocidad media toda vez que en canales o causes ésta varía en diferentes puntos de su sección Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], (2015), el flujo se calcula a través de la ecuación de Continuidad. (Villón Bejar, 1995)

Ecuación 2. Ecuación de Continuidad

$$Q = v * A$$

Donde:

- Q = Caudal en (m³/s) ó (l/s)
- v = Veocidad media del flujo (m/s)
- A = Área de la sección transversal (m²)

1.3.2.2. Método del correntómetro

Se utiliza un instrumento que mide la velocidad del flujo en un punto específico llamado correntómetro Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], (2015), existen diferentes tipos, los más utilizados son los de hélice y estos varían de acuerdo a su tamaño, mientras más aumente el flujo o la velocidad mayor será el tamaño del instrumento (Jiménez, 2017), cada instrumento será calibrado especialmente en laboratorios de hidráulica para lo cual deberá contar con su respectivo certificado de calibración la cual se realizará a través de una fórmula Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], (2015), para una mejor precisión que se desee obtener en el aforo, se deben tomar más puntos de medida en la sección transversal (Minchola & Radas, 2009), La calibración del correntómetro se determinará según la siguiente ecuación Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], (2015)

Ecuación 3. Fórmula de Calibración del correntómetro

$$v = a * n + b$$

Donde:

- v = Velocidad del flujo (m/s)
- a = Paso real de la hélice (m)
- n = Núemro de vueltas de la hélice por segundo
- b = Velocidad de frotamiento (m/s)

1.3.2.3. Método del flotador

Este método es utilizado con la finalidad de medir la velocidad superficial del flujo, haciendo uso de un objeto pequeño que sirva como flotador. Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], (2015), es recomendable cuando no hay equipos necesarios para la medición del flujo pudiéndose utilizar una pieza de madera, corcho o una botella lastrada (Minchola & Radas, 2009), en el método del flotador se usará la siguiente ecuación Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], (2015)

Ecuación 4. Fórmula método del flotador

$$Q = C * v * A \quad v = e/t$$

Donde:

- v = Velocidad del flujo (m/s)
- e = Espacio recorrido por el flotador (m)
- t = Tiempo recorrido por el flotador (s)
- A = Área de sección transversal (m²)
- C = Factor de corrección
- Q = Caudal (m³/s)

1.3.2.4. Método Volumétrico

Se usa generalmente para flujos mínimos y se necesita de un depósito para recaudar el flujo. Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], (2015), el caudal se determina mediante la relación que existe entre el volumen del flujo que se almacena en el depósito y el tiempo que demora en almacenar dicho volumen (Jiménez, 2017), en el método volumétrico se determinará según la siguiente ecuación Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], (2015)

Ecuación 5. Cálculo del caudal (método Volumétrico)

$$Q = \frac{V}{T}$$

Donde:

- Q = Flujo (m³/s)
- V = Volumen almacenado (m³)
- T = Tiempo (s)

1.3.3. Factores que influyen en Bajas Eficiencias

Pérdidas por infiltración en canales

Consideradas una de las más importantes las cuales están relacionadas con el perímetro mojado del canal, su longitud, factor de filtración y carga hidráulica (Martín, 2018)

1.3.4. Factores que influyen en las pérdidas por infiltración

Son factores que ocasionan la filtración del caudal: la permeabilidad del lecho del canal, edad del canal, caudal, longitud del canal (Castillo & Rodríguez, 2019)

Ecuación 6. Fórmula para estimar pérdidas por infiltración canales revestidos

$$P = k \frac{d}{t} (b + d(\sqrt{1 + m^2}))$$

Donde:

- P = Pérdidas (m³/s.km)
- t = Espesor del recubrimiento
- k = coeficiente de permeabilidad en cm/s) –
Hormigón varía de 0.00001 – 0.0000001
- d = calado en metros (y)
- b = ancho de solera (m)
- m = Tangente del ángulo del talud con la vertical

Pérdidas por roturas en canales

Las roturas ya sea en canales revestidos o no, se originan debido al crecimiento de las raíces de árboles o arbustos, la circulación de maquinarias sobre los canales o revestidos ocasionan roturas las cuales no son reparadas en las condiciones originales, en ciertos casos el ser humano también es partícipe de estos daños (Minchola & Radas, 2009)

Falta de mantenimiento de canales

Los canales son aquellas estructuras hidráulicas que tienden a transportar sedimentos en su recorrido, son proclives al crecimiento de plantas acuáticas las cuales favorecen al aumento de la rugosidad, disminución de la velocidad y por ende del caudal, la limpieza de los canales se hace una actividad de mucha importancia con el único fin de optimizar su eficiencia (Minchola & Radas, 2009)

1.3.5. Fotogrametría

Ciencia que nos permite a partir de fotografías ya sea aéreas o terrestres, obtener las medidas del objeto fotografiado (Sanchez, 2006), es considerada una técnica la cual permite que, a partir de fotografías del terreno, se consiga deducir su planta y su alzado o se pueda determinar de la fotografía de un objeto su forma y dimensiones (Santamaría & Sáenz, 2011)

1.3.6. Ortofoto

Son fotografías con escalas constantes, formadas a partir de imágenes aéreas las cuales han sido rectificadas y en donde los objetos ocupan sus posiciones horizontales reales (ICGC, 2004)

1.4. Formulación del problema

¿La Falta de propuestas para mejorar la eficiencia de conducción en el canal Alimentador del Sistema Tinajones?

1.5. Justificación e importancia del estudio

Justificación Técnica

Determinar el estado actual en el que se encuentra el canal Alimentador del Sistema Tinajones es de suma importancia toda vez que permitirá tener conocimiento cuales son las características geométricas e hidráulicas de dicho canal para transportar un determinado caudal, identificando el valor actual de su rugosidad (n) y velocidad (v), característica que influyen y son determinantes en la evaluación de canales.

Justificación Social

La gran cantidad de extracciones que existe en todo el trayecto del canal Alimentador del Sistema Tinajones, se debe en su mayoría a la necesidad de irrigar parcelas por parte de los pobladores de la localidad quienes al no contar con el recurso hídrico disponible han instalado conexiones con las cuales extraen agua del canal, disminuyendo así su eficiencia; solo en el año 2021, según registros en la Bocatoma Raca Rumi se captó un volumen de 1,590,083,914 m³ aproximadamente, y según los aforos realizados existe una pérdida por conducción de 6.80% del caudal transportado, por tal motivo es indispensable tomar las medidas necesarias a fin de que los pobladores quienes extraen el caudal del canal alimentador puedan ser empadronados en los 16.080 km de longitud del canal Alimentador, de tal manera que tengan acceso de manera legal a dicho recurso y no se perjudiquen en la irrigación de sus terrenos.

Justificación Económica

Que, el Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT), es responsable de la supervisión, ejecución, mantenimiento y operación de las obras de infraestructura que componen el Proyecto de Irrigación Tinajones y el Proyecto de Irrigación e Hidroenergético Olmos, del mismo modo la Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Chancay Lambayeque (JUCHL), tiene como misión la gestión integrada del recurso hídrico; a través de una eficiente administración, operación y mantenimiento del sistema hidráulico; y actividades de promoción agraria generando el bienestar de sus usuarios; por tal motivo es indispensable para el (PEOT) y la (JUCHL), tener conocimiento cual es la eficiencia de conducción (Efc) actual que presenta el canal Alimentador del Sistema Tinajones y determinar cuál es el motivo principal de su variación, asimismo según los registros en el año 2021 la Bocatoma Raca Rumi capto 1,590,083,914 m³ aproximadamente y teniendo en cuenta que según los aforos realizados, existiría una pérdida por conducción de 6.80 % del caudal transportado equivalente a 4,505,237.76 m³ aproximadamente y al considerar un valor promedio unitario de tarifa por utilización de infraestructura mayor, menor y aportes voluntarios el cual varía cada año, existiría pérdidas económicas, por lo que es prioridad fundamental en primera instancia empadronar a todos los usuarios que extraen el caudal del canal Alimentador, a fin de realizar las recaudaciones correspondientes toda vez que los mantenimientos, así como cualquier obra de infraestructura hidráulicas son costosos y poder brindar mejoras para el bienestar de sus usuarios.

1.6. Hipótesis

Las propuestas presentadas contribuirán a mejorar la eficiencia de conducción del canal Alimentador del Sistema Tinajones

1.7. Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Proponer alternativas para mejorar la eficiencia de conducción del canal Alimentador del Sistema Tinajones

1.7.2. Objetivos específicos

- a) Elaborar un Inventario General de extracciones con tuberías de PVC y motobombas en los 16.08 km de longitud del canal Alimentador del Sistema Tinajones
- b) Realizar los aforos correspondientes en sus inicios y al final del canal Alimentador del Sistema Tinajones
- c) Determinar las características Geométricas e Hidráulicas del canal Alimentador del Sistema Tinajones
- d) Calcular la eficiencia de conducción del canal Alimentador del Sistema Tinajones
- e) Ejecutar un estudio de fotogrametría en un tramo del canal Alimentador del Sistema Tinajones
- f) Presentar propuestas que permitan mejorar la eficiencia de conducción del canal Alimentador

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de investigación

2.1.1. Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo Aplicada y enfoque Cuantitativo. Aplicada ya que nos permite obtener resultados inmediatos bien definidos para luego poder actuar y realizar cambios del objeto materia de investigación (Carrasco, 2005), y enfoque cuantitativo por que usa la recolección de datos con base en la medición numérica con el fin de probar teorías (Hernández et al., 2014), es por ello que al evaluar la eficiencia de conducción del canal Alimentador, nos permitirá conocer su estado actual y poder presentar propuestas que permitan mejorar su capacidad de eficiencia por conducción

2.1.2. Diseño de investigación

Su diseño es No Experimental – Transversal, con un nivel de investigación Descriptivo. No experimental – Transversal, porque no existe una manipulación de variables, es decir se trata de no hacer variar de manera intencional la variable independiente y porque se recolectan datos en un tiempo único y momento dado (Hernández et al., 2014) y Descriptivo porque hace referencia a las peculiaridades, propiedades del hecho o fenómeno que se está investigando en un determinado momento y lugar (Carrasco, 2005)

$$M \leftarrow O \dots P$$

Donde:

- M = muestra de estudio
- O = información que se recopila de la muestra "M"
- P = Propuesta

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población

La población está definida como el grupo el cual será objeto de estudio y la muestra será una parte representativa de la población (Borja, 2016), para el presente proyecto de investigación la población estará constituida por la longitud total del canal Alimentador

2.2.2. Muestra

Mientras que las muestras serán las secciones de aforo de canal, secciones que permitirían conocer las diferentes características del canal Alimentador

2.3. Variables, Operacionalización

2.3.1. Variable

La variable que se va a medir en el presente proyecto de investigación es la Eficiencia de Conducción del canal Alimentador del Sistema Tinajones

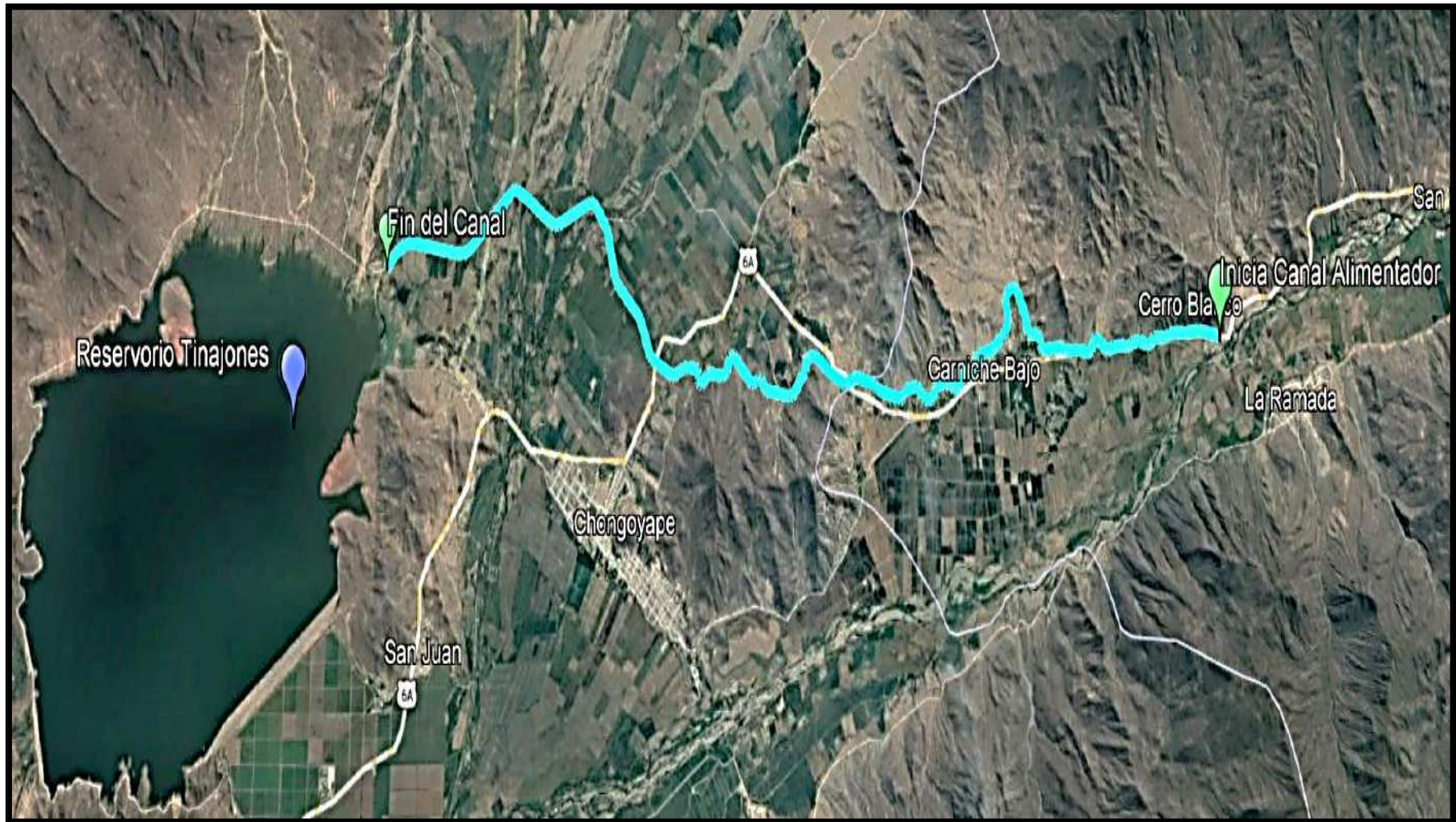


Figura 1: Canal Alimentador del Sistema Tinajones

Fuente: Adaptación personal con imágenes propias de Google Earth Pro

2.3.2. Operacionalización

Tabla 1.

Variable

| Variable | Dimensiones | Indicadores | Ítems | Técnica e instrumentos de recolección de datos |
|---------------------------------|--|--|---|--|
| Eficiencia de Conducción | 1. Elaborar un Inventario General de extracciones con tuberías de PVC y motobombas en los 16.08 km de longitud del canal Alimentador del Sistema Tinajones | - Tuberías PVC - Motobombas | - Ubicación (Coordenadas UTM) - Diámetro - Estado (OP - INOP) - Margen (IZQ. – DER.) - Tipo (TUB – MOTOB) | Observación - Recolección de datos |
| | 2. Realizar los aforos correspondientes en sus inicios y al final del canal Alimentador del Sistema Tinajones | - Velocidad - Area - Tirante - Caudal | - m/s - m ² - m - m ³ /s | Observación - Recolección de datos - Método del correntómetro |
| | 3. Determinar las características Geométricas e Hidráulicas del canal Alimentador del Sistema Tinajones | - Base del canal (b) - Espejo de agua (T) - Talud (Z) - Pendiente (S) - Area Hidráulica (A) - Perímetro mojado (P) - Radio Hidráulico (R) - Rugosidad (n) | - m - m - --- m/m - m ² - m - m - --- | Observación - Recolección de datos - Método del correntómetro |

| | | | |
|---|--|---|--|
| 4. Calcular la Eficiencia de Conducción del Canal Alimentador del Sistema Tinajones | <ul style="list-style-type: none"> - Eficiencia de Conducción - Pérdidas de conducción | <ul style="list-style-type: none"> - % - % | <p>Observación - Recolección de datos - Método del correntómetro</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicativo Pix4Dcapture - Técnica Fotogrametría - Programa Agisoft Metashape Professional |
| 5. Ejecutar un estudio de fotogrametría en un tramo del canal Alimentador del Sistema Tinajones | <ul style="list-style-type: none"> - Puntos de control - Fotografías aéreas | <ul style="list-style-type: none"> - GPS Navegador Garmin (Coordenadas UTM) DATUM WGS84 - Imágenes aéreas - Ortofoto | |
| 6. Presentar propuestas que permita mejorar la eficiencia de conducción del canal Alimentador del Sistema Tinajones | <ul style="list-style-type: none"> - Alternativas | <ul style="list-style-type: none"> - Técnicas - Administrativas | |

Fuente: Elaboración propia

2.4. Descripción del ámbito de Estudio

2.4.1. Ubicación Política del Área de Estudio

- Departamento : Lambayeque
- Provincia : Chiclayo
- Distrito : Chongoyape



Figura 2: Ubicación política del área de Estudio

Fuente: Adaptación personal con imágenes de Google Chrome

2.4.2. Ubicación Geográfica del Área de Estudio

El Canal Alimentador del Sistema Tinajones, se ubica en un sector del valle lateral al río Chancay en la localidad de Chongoyape, inicia en la Bocatoma Raca Rumi, a 280 m.s.n.m., cuenta con una longitud de 16.08 km, canal cuya función principal es conducir hacia el reservorio de Tinajones las aguas del Río Chancay, las cuales son captadas por la Bocatoma Raca Rumi, su sección es trapezoidal, cuenta con revestimiento compuesto siendo las paredes de albañilería de piedra y la base de concreto, con una capacidad de diseño para transportar 70 m³/s de caudal.

➤ **Coordenadas UTM (ZONA 17M)**

➤ **DATUM (WGS84)**

- **Inicio del canal**

Norte : 9267372.64

Este : 687297.27

- **Final del canal**

Norte : 9268267.00

Este : 674432.00

➤ **Coordenadas Geográficas:**

- **Inicio del canal**

Latitud : 6°37'30.46" S

Longitud : 79°18'20.92" O

- **Final del canal**

Latitud : 6°37'2.71" S

Longitud : 79°25'19.83" O

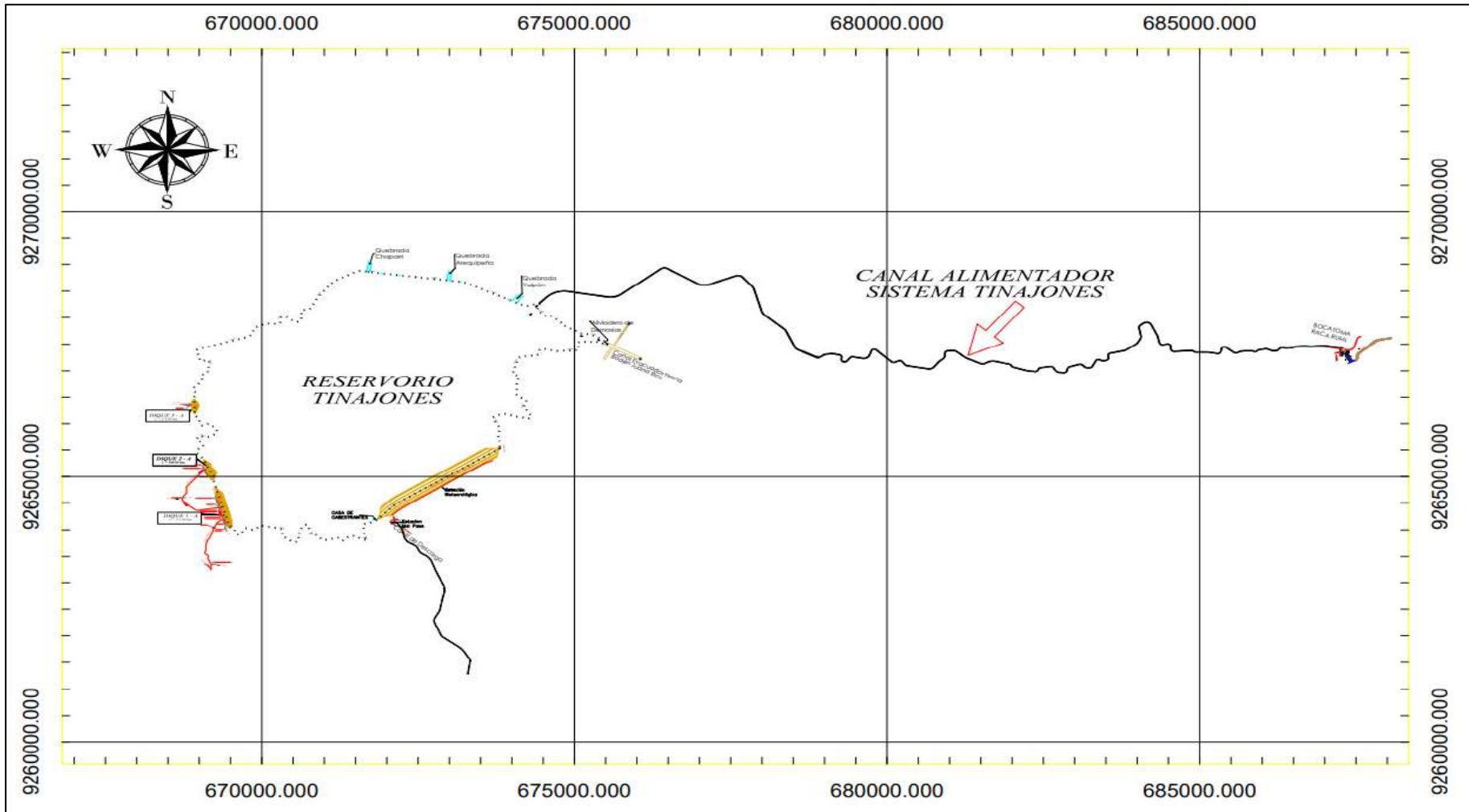


Figura 3: Ubicación Geográfica Coordenadas UTM (WGS84)

Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones PEOT.

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.5.1. Técnicas de recolección de datos

- a) Para la elaboración del inventario general de extracciones tanto de motobombas como tuberías de PVC instaladas en todo el trayecto del canal Alimentador, se realizaron diferentes visitas in situ en los 16,080 km de longitud, haciendo uso de la respectiva **Ficha Técnica de Georreferenciación**
- b) Para realizar los aforos en los inicios y fin del canal, así como para determinar sus características Geométricas e Hidráulicas y calcular tanto su eficiencia y pérdidas por conducción, se hizo uso del método del **Correntómetro Electromagnético**
- c) Para la visualización de las conexiones (motobombas y tuberías de PVC) se ejecutó un **Estudio de Fotogrametría** en un tramo del canal Alimentador del Sistema Tinajones

2.5.2. Instrumentos de recolección de datos

Para la elaboración del inventario general de extracciones, aforos en los inicios y fin del canal y para el estudio de Fotogrametría, se hizo uso de los siguientes instrumentos, equipos y accesorios:

- Bolígrafo
- Tablillas
- Cinta métrica
- GPS (Garmin Navegador)
- Fichas Técnicas de Georreferenciación
- Correntómetro Electromagnético OTT MF Pro
- Lastre con un peso incorporado de 25 kg (escandallo)
- Carro metálico
- Plomada
- Un (01) sistema de aeronave pilotada a distancia (RPAS) de la marca Dji Phantom 4 PRO

- Láminas de 1 x 1 m. para la identificación de puntos de control
- Hojas bond

2.6. Procedimiento de análisis de datos

2.6.1. Diagrama de flujo

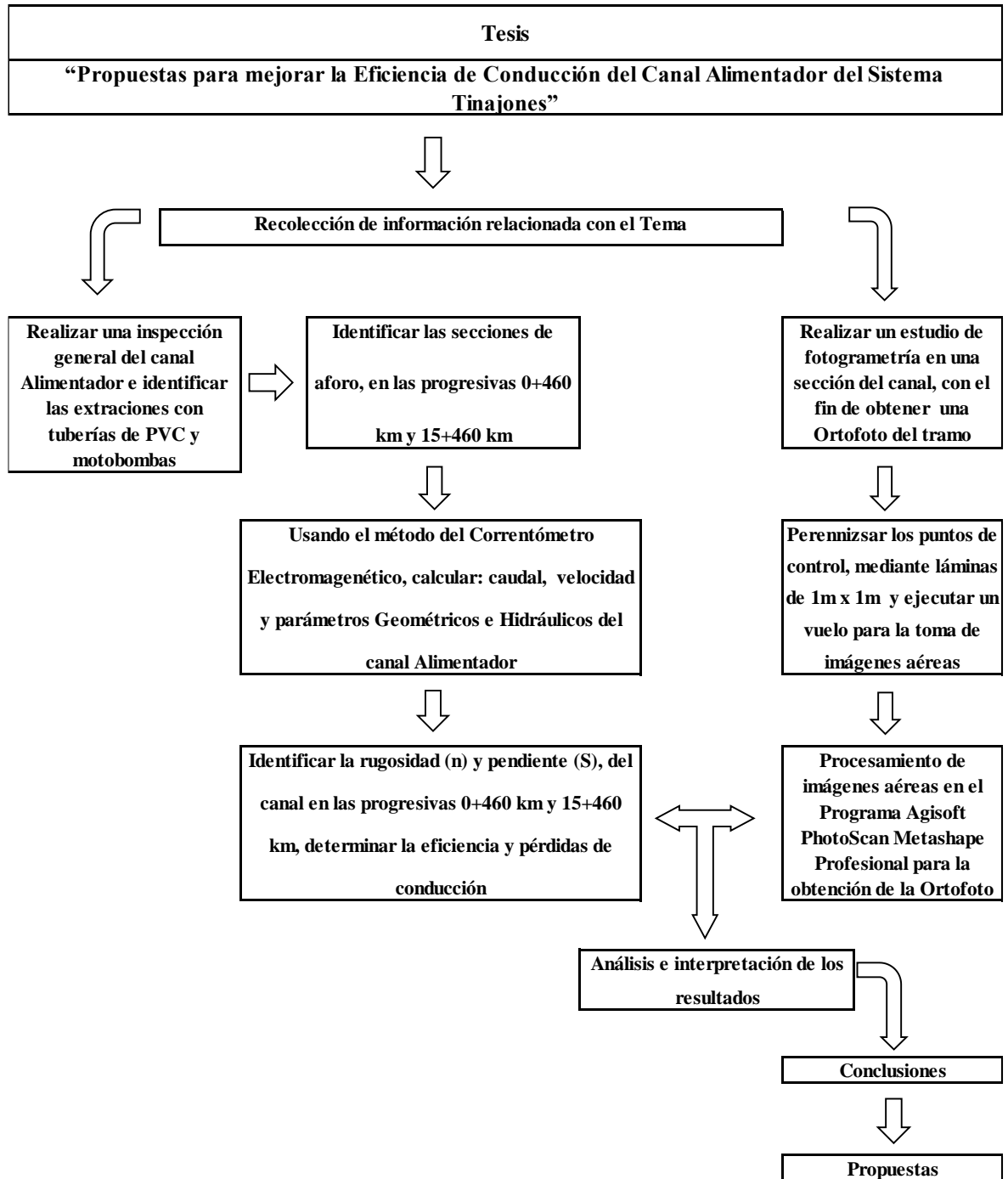


Figura 4: Diagrama de flujos de proceso

Fuente: Elaboración propia

2.6.2. Descripción de procesos

Para la elaboración del inventario de conexiones

1. Lo primero que se realizó fueron diferentes visitas a fin de poder recorrer los 16.08 km de longitud que comprende el canal Alimentador el cual inicia en la Bocatoma Raca Rumi progresiva 0+000 km y culmina en el reservorio Tinajones progresiva 16+080 km **(Ver Anexo 16)**
2. En compañía de personal encargado de la Operación, mantenimiento y supervisión (OPEMA) perteneciente al Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT), se procedió a tomar nota de todas las conexiones existentes de motobombas y tuberías de PVC las cuales son utilizadas por pobladores para extraer parte del caudal que transporta el canal Alimentador
3. Con la respectiva Ficha Técnica de Georreferenciación **(Ver Figura 5)**, se realizó el inventario de extracciones de motobombas o tubería de PVC indicando margen (izquierdo o derecho) del canal según corresponda iniciando desde la progresiva 0+000 km, así como su diámetro (pulg.), ubicación (coordenadas UTM Norte – Este en Datum WGS84) con ayuda de un GPS (Garmin Navegador) y estado actual (operativo – inoperativo)

| FICHA TÉCNICA INVENTARIO DE EXTRACCIONES | | | | | | |
|---|--|--|--------|--|-----------------|---------------|
| IE - CA - ST | | | | | | |
| Tesis | | | | | | |
| Propuestas para mejorar la Eficiencia de Conducción del canal Alimentador del Sistema Tinajones | | | | | | |
| ENTIDAD RESPONSABLE | PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES (PEOT) | RESERVORIO | | ELABORADO POR | | |
| | | Tinajones | | Bach. Max Yober León Pérez | | |
| | | BOCATOMA | | COLABORACIÓN | | |
| | | Racarrumi | | Personal Profesional y Técnico área OPEMA - PEOT | | |
| ÁREA A CARGO | OPEMA | CANAL | | ZONA UTM | 17 M | |
| | | Alimentador | | DATUM | WGS 84 | |
| UBICACIÓN | | Km. 0+000 | | GPS | | |
| DISTRITO | Chongoyape | PROGRESIVA FIN | | Garmin - Navegador | | |
| PROVINCIA | Chiclayo | Km 16+080 | | FECHA DE REGISTRO | | |
| DEPARTAMENTO | Lambayeque | | | | | |
| N° | COORDENADAS UTM | | MARGEN | TUBERÍA / MOTOBOMBA | DIÁMETRO (Pulg) | ESTADO ACTUAL |
| | NORTE | ESTE | | | | |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| . | | | | | | |
| . | | | | | | |
| . | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | Conexiones de motobombas y tuberías de PVC instaladas por usuarios ilegales, a lo largo de todo el trayecto del Canal Alimentador, las cuales extraen parte del caudal | | | | |
| IE | Inventario Extracciones | | | | | |
| CA | Canal Alimentador | | | | | |
| ST | Sistema Tinajones | | | | | |

Figura 5: Ficha Técnica de Georreferenciación para Inventario de Extracciones

Fuente: Elaboración propia

Para el Cálculo del flujo en las secciones del canal Alimentador

Método de Aforo

El método utilizado para determinar el flujo ha sido el **MÉTODO DEL CORRENTÓMETRO ELECTROMAGNÉTICO**, método que permite calcular de manera automática los parámetros de velocidad y caudal, el OTT MF pro es un medidor de caudal magnético – inductivo, que una vez completado el perfil del flujo el medidor calcula automáticamente el caudal total, se utilizó el método **Mitad de sección** el cual a diferencia del método **mitad de la sección media** proporciona resultados más exactos según la práctica. (Hydromet, 2018).



Figura 6: Correntómetro Electromagnético OTT MF Pro

Fuente: OTT HydroMet

Técnica de Aforo

Aforo por Suspensión

Esta técnica es utilizada desde una estructura ya sea un puente o carro huaro, desde donde se hace las mediciones de la profundidad y la velocidad en cada una de las verticales seleccionadas, para lo cual se hace uso de equipos como molinete o correntómetro, dependiendo de las condiciones del caudal y volumen del flujo que está circulando es necesario acoplar al equipo un lastre con peso de 25 kg o mayor a fin de mantener la verticalidad. (Arboleda, J., et al 2018). **(Ver Anexo 25)**

Para determinar la velocidad media (V_m), los diferentes aforos se llevaron a cabo a 0.6 de la profundidad, debido que halli la velocidad es casi igual a la velocidad media vertical (French, 1988), considerando que en base a mediciones experimentales, la velocidad media (V_m) en una vertical de un canal se presenta a 0.6 de la profundidad con un error medio - máximo de 1% - 3% respectivamente (Kennedy, P., et al 1992). **(Ver Figura 7)**

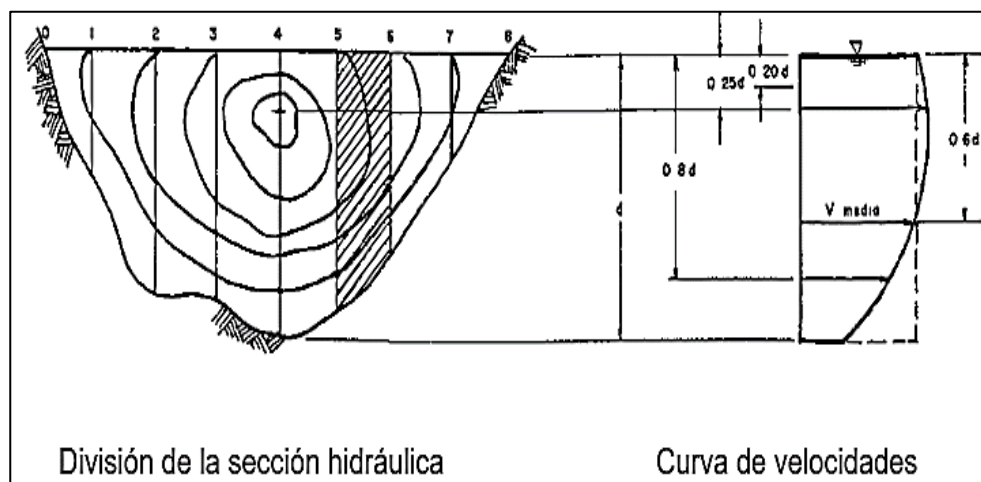


Figura 7: Variación de la velocidad

Fuente: Manual de Aforos de Kennedy, P., et al 1992, (Variación de la velocidad en la sección transversal y en una vertical de la corriente)

Procedimiento de aforo

1. Para el presente trabajo de investigación, se llevaron a cabo tres (03) aforos en diferentes fechas y con diferentes caudales a fin de identificar las características Geométricas e Hidráulicas, así como la Eficiencia y pérdidas por Conducción del Canal Alimentador del Sistema Tinajones
2. En primer lugar, se identificaron las secciones de aforo (inicio – fin) del canal Alimentador, ubicadas en las progresivas 0+460 km y 15+460 km, las cuales presentan tramos rectos y cuentan con su respectivo puente de aforo (**Ver Anexo 20**)
3. Establecidas las dos (02) secciones de aforo en las progresivas 0+460 km y 15+460 km, de acuerdo con la Ficha Técnica de Georreferenciación para las estaciones de aforo (**Ver Figura 8**), se identificó las coordenadas geográficas UTM en Datum (WGS 84), de ambas secciones transversales del canal Alimentador (**Ver Anexos 3 - 4**)

| GEORREFERENCIACION DE ESTACIÓN DE AFORO | | | | | |
|---|--|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|--------|
| EA N°. - CA | | | | | |
| Tesis | | | | | |
| Propuestas para mejorar la Eficiencia de Conducción del canal Alimentador del Sistema Tinajones | | | | | |
| ENTIDAD RESPONSABLE | PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES (PEOT) | RESERVORIO | | ELABORADO POR | |
| | | Tinajones | | Bach. Max Yober León Pérez | |
| | | BOCATOMA | | ZONA UTM | 17 M |
| | | Racarrumi | | DATUM | WGS 84 |
| ÁREA A CARGO | OPEMA | CANAL | | COORDENADAS | |
| | | Alimentador | | Norte | Este |
| UBICACIÓN | | PROGRESIVA | | GPS | |
| DISTRITO | Chongoyape | NOMENCLATURA DE LA ESTACIÓN DE AFORO | | Garmin - Navegador | |
| PROVINCIA | Chiclayo | EA N°. - CA | | FECHA DE REGISTRO | |
| DEPARTAMENTO | Lambayeque | | | | |
| FOTOGRAFÍA | | | UBICACIÓN SATELITAL EA N°. - CA - ST | | |
| | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| EA | Estación de Aforo | | | | |
| CA | Canal Alimentador | | | | |
| ST | Sistema Tinajones | | | | |

Figura 8: Ficha Técnica de Georreferenciación de Estaciones de Aforo

Fuente: Elaboración propia

4. Una vez identificadas las secciones de aforo, se procedió a medir y a marcar con corrector líquido los tramos seccionados, de conformidad a la base **(b)** del canal **(Ver Anexo 21)**, teniendo en consideración las **(Tablas 2 - 3 - 4 - 5)**, tablas que indican la relación entre el ancho de la sección y distancia entre puntos, número de verticales, número de estaciones y separación de sondeo respectivamente

Tabla 2.

Relación ancho Superficial y Distancia entre puntos

| Ancho superficial de la sección del río B (m) | Distancia entre los puntos de medición o ancho del tramo M (m) |
|--|---|
| Menos de 10 | Porcentaje de 10% - 15% |
| 10 – 20 | Ancho superficial 1 |
| 20 – 40 | 2 |
| 40 – 60 | 3 |
| 60 – 80 | 4 |
| 80 – 100 | 5 |
| 100 – 150 | 6 |
| 150 - 200 | 10 |
| Más de 200 | 15 |

Fuente: Manual de Hidrometría (SENANMHI), Arboleda et al., (2018)

Tabla 3.*Relación ancho superficial río y número de verticales*

| Ancho del cauce B (m) | Número de Verticales (n) |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| $0 < B < 0.5 \text{ m}$ | $n = 3 \text{ a } 4$ |
| $0,5 \text{ m} < B < 1 \text{ m}$ | $n = 4 \text{ a } 5$ |
| $1 \text{ m} < B < 3 \text{ m}$ | $n = 5 \text{ a } 8$ |
| $3 \text{ m} < B < 5,0 \text{ m}$ | $n = 8 \text{ a } 10$ |
| $5,0 \text{ m} < B < 10,0 \text{ m}$ | $n = 10 \text{ a } 20$ |
| $10,0 \text{ m} < B$ | $n \geq 20$ |

Fuente: Manual de Hidrometría (SENANMHI), Arboleda, J., et al 2018

Tabla 4.*Número de estaciones según el ancho de la vía marítima*

| Pies | Medidores | Número de estaciones |
|------------------------------|------------------------|-----------------------------|
| $< 1,6$ | $< 0,5$ | $5 \text{ a } 6$ |
| $> 1,6 \text{ y hasta } 3,3$ | $> 0,5 \text{ y } < 1$ | $6 \text{ a } 7$ |
| $> 3,3 \text{ y } 9,8$ | $> 1 \text{ y } < 3$ | $7 \text{ a } 12$ |
| $> 9.8 \text{ y } < 16,4$ | $> 3 \text{ y } < 5$ | $13 \text{ a } 16$ |
| $> 16,4$ | ≥ 5 | ≥ 22 |

Fuente: Hydromet, 2018 en los estándares EN – ISO 748

Tabla 5.

Separación de sondeo en función del ancho de la corriente

| Ancho de la corriente (m) | Espaciamiento (m) |
|--------------------------------------|------------------------------|
| Hasta 1.2 | 0.2 – 0.3 |
| 1.2 - 5 | 0.3 – 0.5 |
| 5 - 10 | 0.5 – 1.0 |
| 10 - 50 | 1.0 – 5.0 |
| 50 - 100 | 5.0 – 10.0 |
| Más de 100 | 10.0 – 20.0 |

Fuente: Manual de Aforos, Kennedy, P., et al 1992

5. Ambas secciones de aforo ubicadas en las progresivas 0+460 km y 15+460 km, fueron divididas en 21 tramos como se muestra en la **(Tabla 6)**, los valores de **(a, b, x, y)** varían de acuerdo con el incremento o disminución del caudal **(Ver Figura 9 – 10)**

Tabla 6.*Número de Puntos en cada Sección de Aforo*

| Progresiva 0+460 km | | Progresiva 15+460 km | |
|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| N° Punto | Distancia entre Puntos (m) | N° Punto | Distancia entre Puntos (m) |
| 1 | a | 1 | x |
| 2 | a | 2 | x |
| 3 | 0.00 | 3 | 0.00 |
| 4 | 0.35 | 4 | 0.40 |
| 5 | 0.35 | 5 | 0.40 |
| 6 | 0.40 | 6 | 0.40 |
| 7 | 0.40 | 7 | 0.40 |
| 8 | 0.40 | 8 | 0.40 |
| 9 | 0.40 | 9 | 0.40 |
| 10 | 0.40 | 10 | 0.40 |
| 11 | 0.40 | 11 | 0.40 |
| 12 | 0.40 | 12 | 0.40 |
| 13 | 0.40 | 13 | 0.40 |
| 14 | 0.40 | 14 | 0.40 |
| 15 | 0.40 | 15 | 0.40 |
| 16 | 0.40 | 16 | 0.40 |
| 17 | 0.40 | 17 | 0.40 |
| 18 | 0.40 | 18 | 0.40 |
| 19 | 0.36 | 19 | 0.40 |
| 20 | b | 20 | y |
| 21 | b | 21 | y |

Fuente: Elaboración propia

**SECCIONAMIENTO CANAL ALIMENTADOR
SISTEMA TINAJONES
PROGRESIVA Km 0+460**

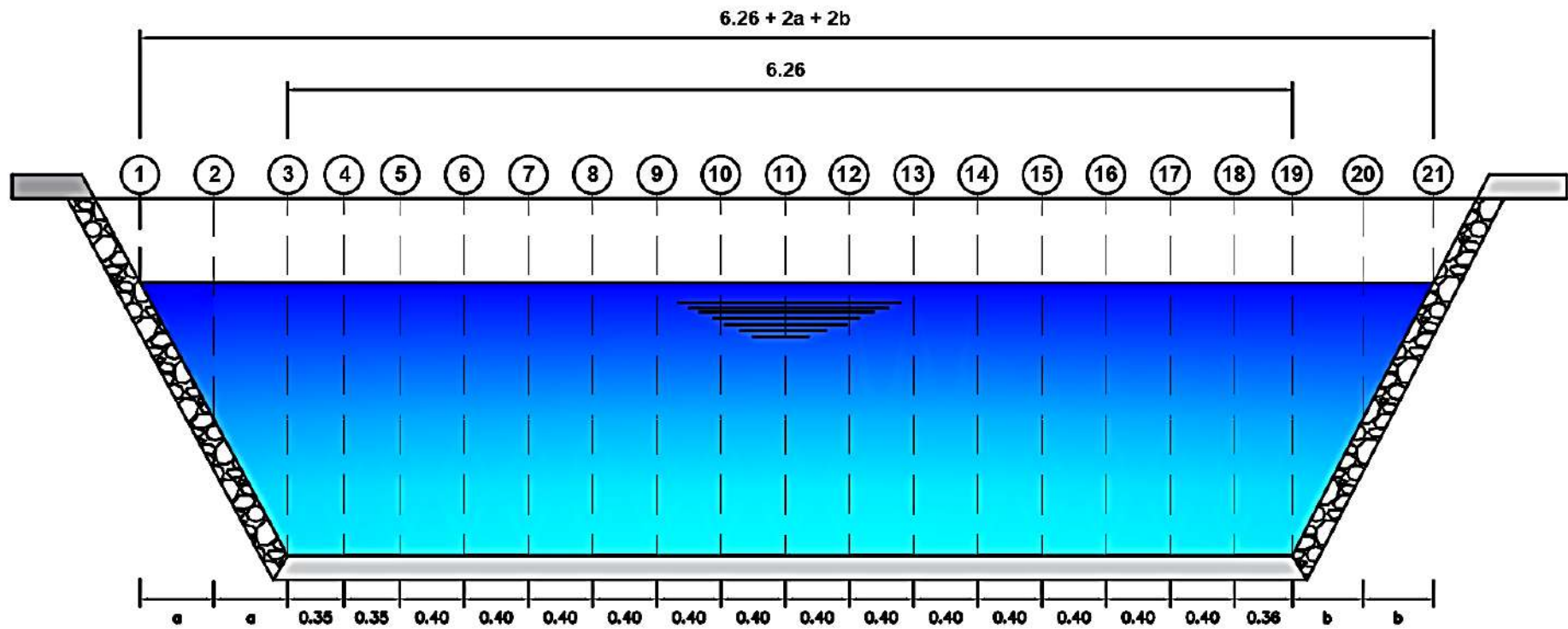


Figura 9: Seccionamiento Progresiva 0+460 km

Fuente: Elaboración propia en programa Autodesk Civil 3D 2022

**SECCIONAMIENTO CANAL ALIMENTADOR
SISTEMA TINAJONES
PROGRESIVA Km 15+460**

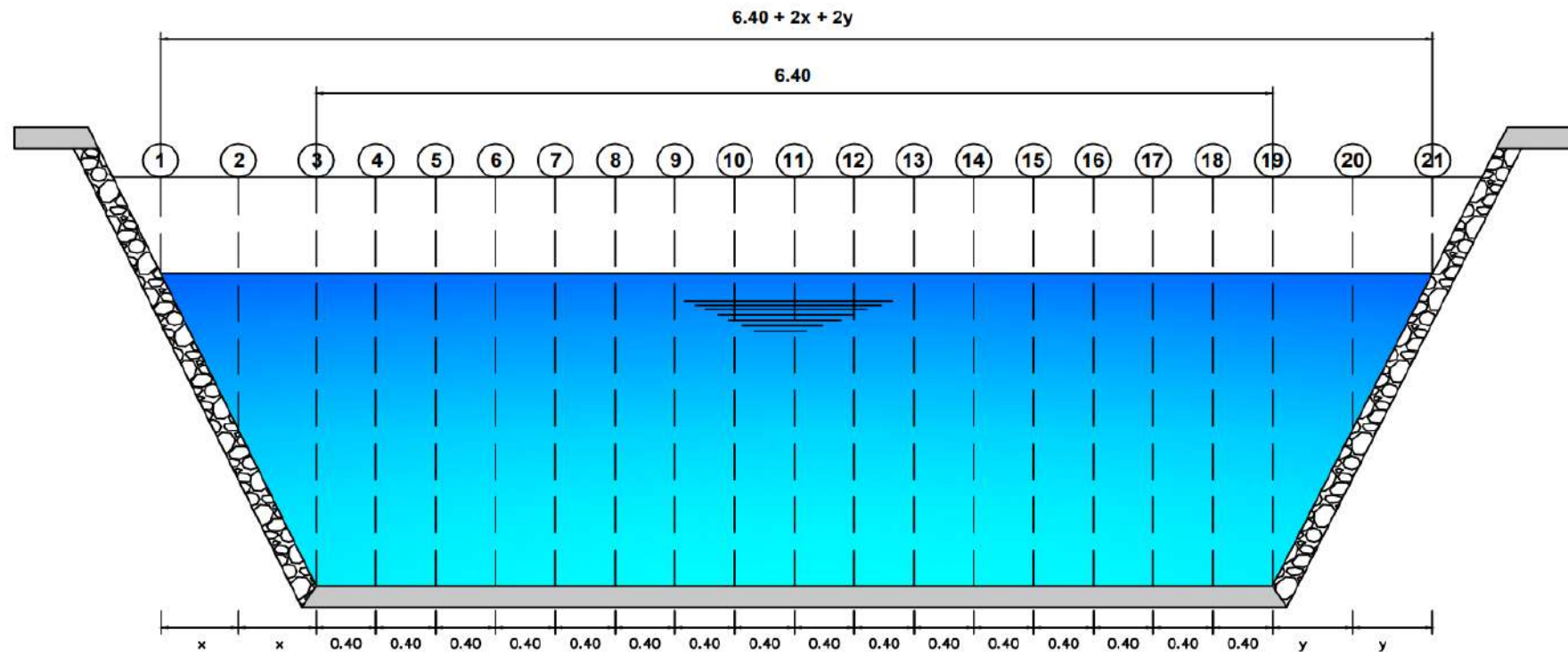


Figura 10: Seccionamiento Canal progresiva 15+460 km

Fuente: Elaboración propia en programa Autodesk Civil 3D 2022

6. En la bocatoma Raca Rumi, el Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT), ha instalado un dispositivo electrónico que permite identificar en tiempo real cuál es el flujo que está ingresando al canal Alimentador (**Ver Figura 11**), los resultados del primer aforo obtenidos mediante el método del **Correntómetro Electromagnético** se compararon con los resultados registrados en d

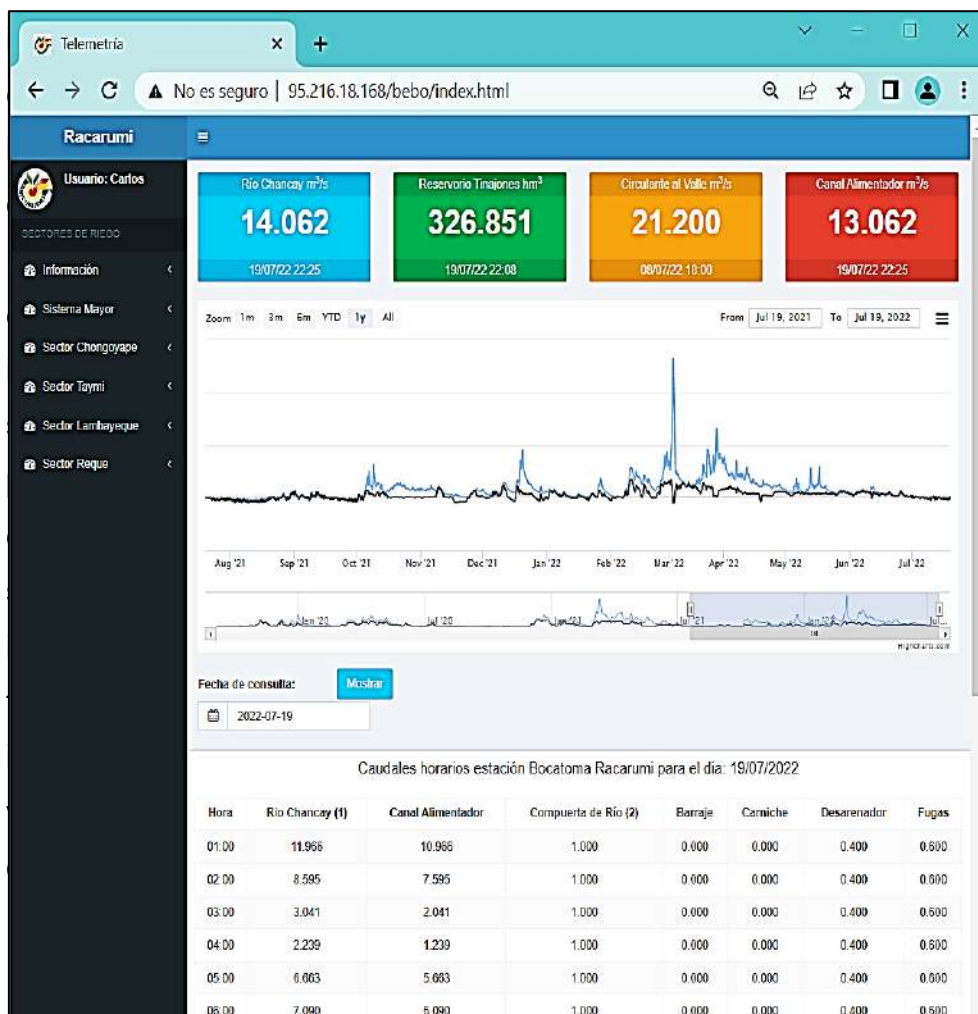


Figura 11: Aplicativo que registra el caudal de ingreso al Canal Alimentador

Fuente: Adaptación personal, tomado de Aplicativo - Telemetría (PEOT)

7. Considerando que en la progresiva 0+100 km, el canal Alimentador cuenta con un equipo Limnigráfico (**Ver Figura 12**), el cual registra el caudal que ingresa al canal y especialmente es utilizado cuando el

dispositivo electrónico (**Aplicativo – Telemetría**), presenta desperfectos. Al igual que en el acápite anterior los resultados obtenidos del primer aforo se compararon con el registro de caudales según la tabla de descargas la cual está elaborada en función a la altura de mira del Equipo Limnigráfico (**Ver Anexo 9**)

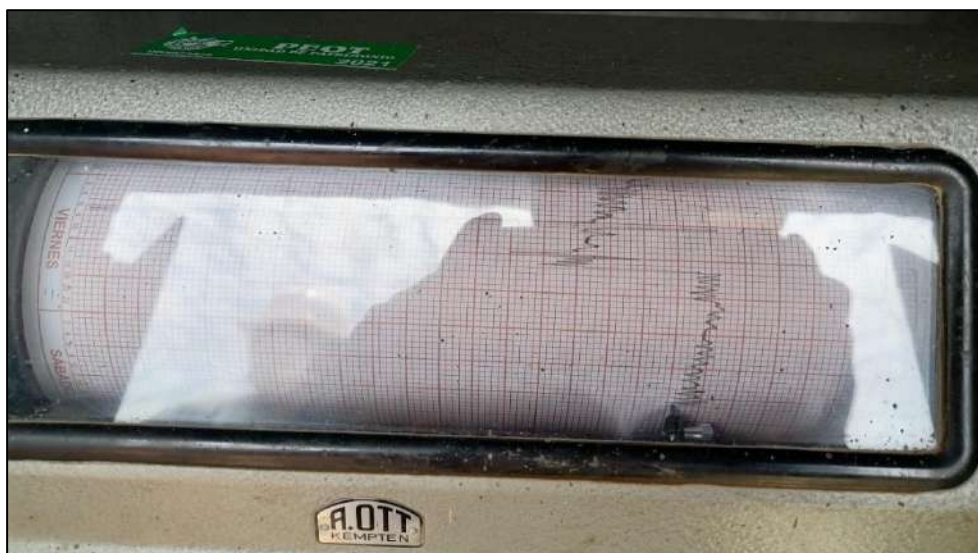


Figura 12: Equipo Limnigráfico de eje Horizontal

Fuente: Adaptación personal – Equipos de campo (PEOT)

8. Teniendo en consideración los puntos anteriores, personal Profesional y Técnico del Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT), procedió a instalar el Equipo (**Correntómetro Electromagnético**), con las configuraciones de acuerdo con las características del canal (**Ver Anexo 23**)
9. El correntómetro electromagnético fue configurado para medir velocidades a 0.6 de la profundidad, en cada una de las verticales de los puntos establecidos en ambas secciones de aforo, debido que allí se localiza la velocidad media (V_m)
10. Se instaló un carro metálico, con su respectivo lastre - winche acoplado a este último un escandallo (torpedo) de 25 kg (**Ver Figura 13**) a fin de mantener la verticalidad del sensor, carro que

serviría para poder desplazar al sensor de velocidad según los Puntos definidos en toda la sección transversal del canal (**Ver Anexo 23**)

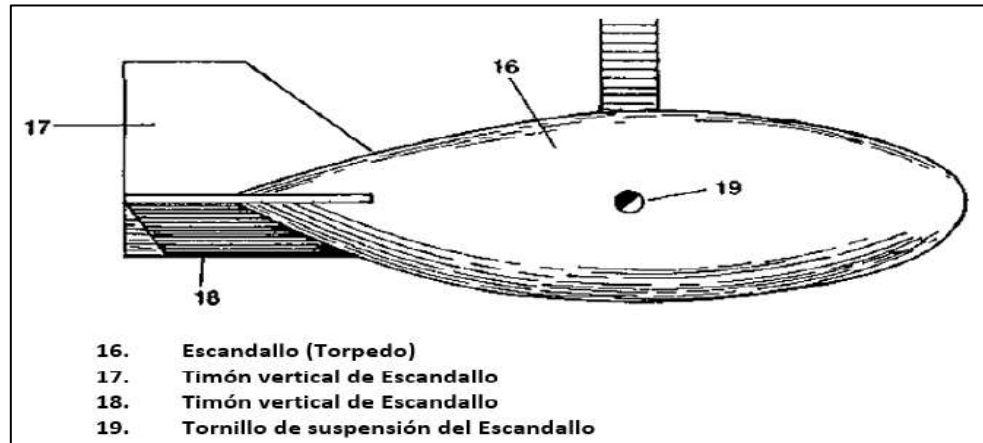


Figura 13: Escandallo (Torpedo) de 25 kg

Fuente: Manual de Aforos, Kennedy, P., et al 1992

11. La posición del usuario del equipo (**Correntómetro Electromagnético**), estará definida de manera perpendicular en relación con el flujo (**Ver Figura 14**), con la finalidad de obtener resultados más exactos

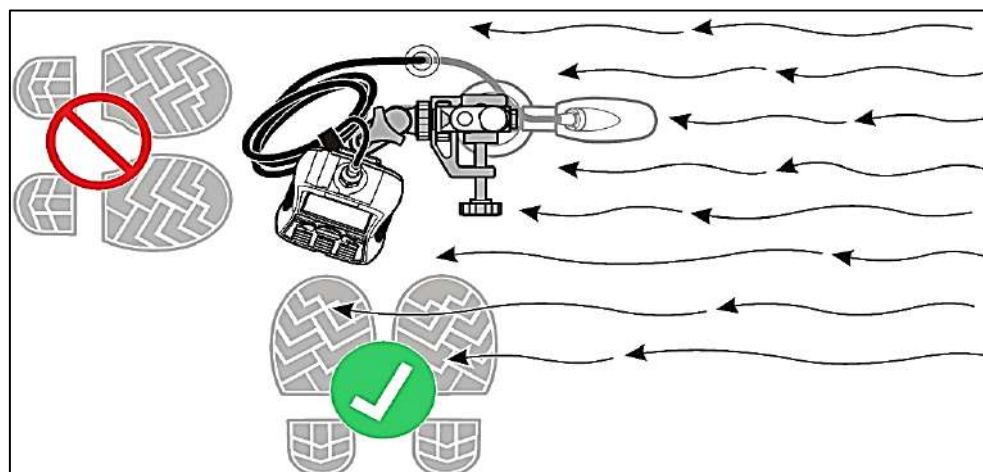


Figura 14: Posición del usuario con relación a la dirección del flujo

Fuente: Hydromet, 2018 en los estándares EN – ISO 748

12. Una vez culminada la medición de velocidades en los diferentes puntos, el equipo calcula automáticamente los caudales según el **Método de mitad de sección (Ver Figura 15)**, empleando la ecuación establecida por dicho método (**Ver Ecuación 7**)

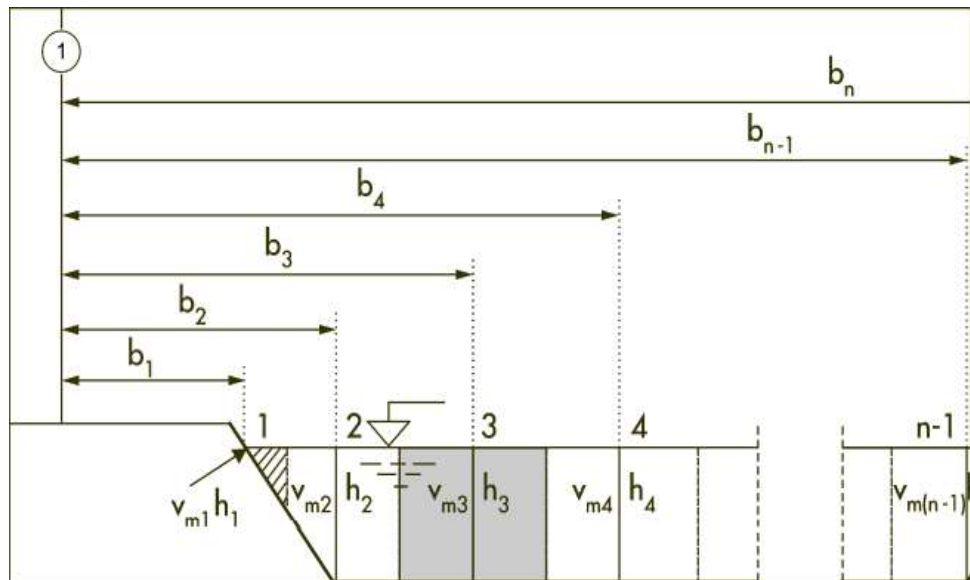


Figura 15: Método de Mitad de Sección

Fuente: Hydromet, 2018 en los estándares EN – ISO 748

Ecuación 7. Método Mitad de Sección

$$q_3 = V_{m3} \times \left(\frac{(b_3 - b_2) + (b_4 - b_3)}{2} \right) \times h_3$$

Donde:

- m = número de estación
- n = número total de estaciones
- V = velocidad en vertical
- b = distancia hasta el vertical desde el banco
- h = profundidad en la vertical
- q = flujo en la vertical

Estudio de Fotogrametría de una sección del canal Alimentador usando aeronave pilotada a distancia (drone) Dji Phantom 4 PRO

1. El estudio de Fotogrametría se realizó a través de la captura de fotografías aéreas, con la finalidad de tener un mejor panorama y visualización de las motobombas y tuberías de PVC, las cuales extraen el caudal en todo el recorrido del canal Alimentador (**Ver Figura 16**)

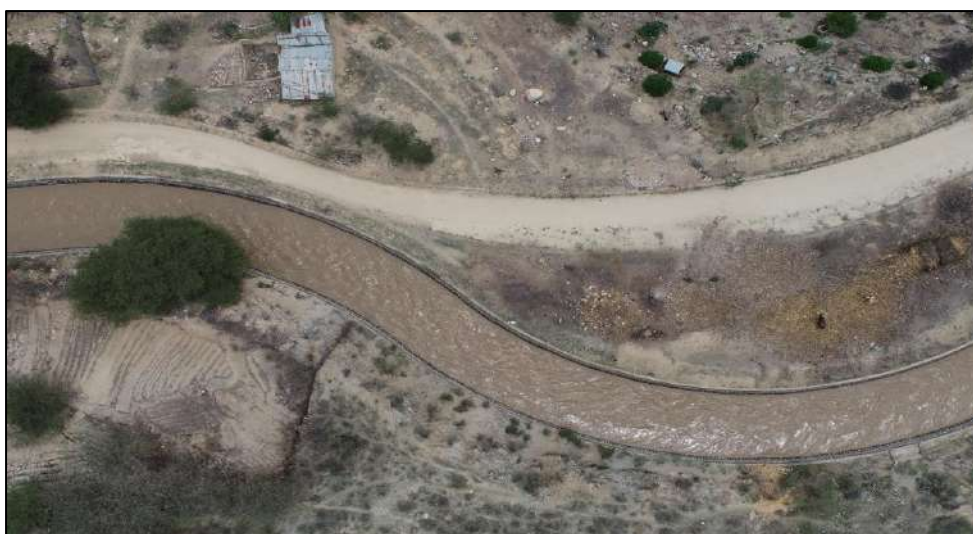


Figura 16: Captura de Imagen aérea

Fuente: Elaboración propia, con drone Dji Phantom 4 Pro

2. En primer lugar, se determinó un tramo de 500 m de longitud del canal Alimentador del Sistema Tinajones, estando este ubicado entre las progresivas 4+500 km y 5+000 km
3. Posteriormente con ayuda del equipo GPS (Garmin – Navegador), y de acuerdo con la Ficha Técnica de Georreferenciación (**Ver Figura 17**), se procedió a ubicar las Coordenadas Geográficas UTM en Datum (WGS 84) de los Puntos de Control los cuales fueron perennizados mediante marcas cuadradas de 1 m x 1 m, (**Ver Anexo 08**)
4. Luego se procedió a realizar un planeamiento de vuelo usando el aplicativo Pix4Dcapture, a fin de dar inicio al recorrido de la

aeronave y esta realice las respectivas capturas de imágenes aéreas
(Ver Anexo 30)

5. Una vez obtenidas las imágenes éstas fueron procesadas en el programa Agisoft Metashape Professional haciendo uso de la técnica de Fotogrametría para la obtención de la respetiva Ortofoto
(Ver Plano 06)

| GEORREFERENCIACION DE PUNTOS DE CONTROL - FOTOGRAFÍA | | | | | | | |
|---|--|---------------------------------------|----------------------------|-------------------|---------------|--|--|
| PC - CA - ST | | | | | | | |
| Tesis | | | | | | | |
| Propuestas para mejorar la Eficiencia de Conducción del canal Alimentador del Sistema Tinajones | | | | | | | |
| ENTIDAD RESPONSABLE | PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES (PEOT) | RESERVORIO | ELABORADO POR | | | | |
| | | Tinajones | Bach. Max Yober León Pérez | | | | |
| | | BOCATOMA | ZONA UTM | 17 M | | | |
| | | Racarrumi | DATUM | WGS 84 | | | |
| ÁREA A CARGO | OPEMA | CANAL | PC | COORDENADAS | | | |
| | | Alimentador | | Norte | Este | | |
| | | PROGRESIVA | | | | | |
| UBICACIÓN | | | | | | | |
| DISTRITO | Chongoyape | NOMENCLATURA DE PUNTOS DE CONTROL | | | | | |
| PROVINCIA | Chiclayo | PC - CA - ST | GPS | AERONAVE | | | |
| | | FECHA DE REGISTRO | Garmin - Navegador | Dji Phantom 4 Pro | | | |
| DEPARTAMENTO | Lambayeque | | ALTITUD MEDIA VUELO | NÚMERO DE FOTOS | ÁREA CUBIERTA | | |
| | | | | | | | |
| FOTOGRAFÍA | | UBICACIÓN SATELITAL PUNTOS DE CONTROL | | | | | |
| | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | | | |
| PC | Puntos de Control | | | | | | |
| CA | Canal Alimentador | | | | | | |
| ST | Sistema Tinajones | | | | | | |

Figura 17: Ficha Técnica de Georreferenciación de Puntos de Control

Fuente: Elaboración propia

2.7. Criterios éticos

Tienen por objetivo definir los principios éticos que orientan la actividad investigativa y su gestión, dentro de los principios específicos se encuentran: citar y referenciar adecuadamente las fuentes que han sido incluidas en el estudio, la información se utilizará con la debida reserva para lograr los objetivos de la investigación Universidad Señor de Sipán [USS], (2017)

2.8. Criterios de rigor científico

Fiabilidad

En la presente investigación se realizarán diferentes estudios con carácter confiable, tomando en cuenta una población real, los procedimientos de los estudios estarán bajo el criterio y análisis de diferentes autores que han realizado investigaciones relacionadas al tema

Replicabilidad

Esta investigación posee factores los cuales van a contribuir para obtener resultados y establecer cuál es el estado actual del Canal Alimentador del Sistema Tinajones, para el desarrollo de esta investigación se utilizarán equipos que permitan determinar la eficiencia del canal, así como para realiza su respectivo monitoreo

Validez

Particularidad de los instrumentos que son usados en cualquier investigación, determinan con claridad, integridad lo que se desea calcular de la variable en estudio, mide lo que se debe medir, permitiendo tomar nota de los datos que obligatoriamente debemos conocer. (Carrasco, 2005)

Confiabilidad

Propiedad de un instrumento que al ser aplicado de distintas maneras se obtiene resultados similares, aún si se aplica en diferentes tiempos. (Carrasco, 2005)

III. RESULTADOS

Relacionado a la elaboración del inventario de extracciones

1. Como resultado de las diferentes visitas al canal alimentador y con la ayuda de un GPS (Garmin – navegador), se realizó el inventario de conexiones de motobomba y tubería de PVC, indicando margen (izquierdo o derecho), diámetro (pulg.), ubicación (coordenadas Norte - Este) y estado actual (operativo – inoperativo)
2. Haciendo uso de la Opción “SATÉLITE” del equipo GPS (Garmin – Navegador), se identificó las coordenadas geográficas UTM en datum (WGS 84), de todas las conexiones de tuberías de PVC y motobombas, ubicadas en todo el trayecto del canal Alimentador existiendo un total de 462 conexiones entre tuberías de PVC y motobombas (**Ver Anexo 02**)
3. La información obtenida, ha sido digitalizada en el programa Excel con la finalidad de tener un mejor entendimiento de la cantidad de conexiones de tuberías PVC y motobombas de manera individualizada teniendo en consideración su ubicación, margen, sus diámetros y estado actual, realizando un inventario general de extracciones existiendo 435 conexiones de tuberías de PVC y 27 motobombas ambas de diferentes diámetros (**Ver Tabla 7**)
4. Con la información recopilada con el equipo GPS (Garmin – Navegador), sobre el inventario de las conexiones de tuberías de PVC y motobombas en todo el trayecto del canal Alimentador la cual ha sido digitalizada en el programa Excel y posteriormente en el Programa AutoCAD Civil 3D a fin de visualizarlas en todo el trayecto del canal Alimentador (**Ver Plano 04**)

Tabla 7.

Número total de conexiones de tuberías de PVC y motobombas

| TUBERIA | TUBERIA 1/2" | TUBERIA 3/4" | TUBERIA 1" | TUBERIA 1 1/2" | TUBERIA 2" | TUBERIA 3" | TUBERIA 4" | TUBERIA 5" | TUBERIA 6" | Cantidad total de Tuberías |
|-------------------------|-----------------|-----------------|---------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------------------------|
| CANTIDAD TOTAL | 16 | 46 | 142 | 6 | 99 | 32 | 64 | 2 | 28 | 435 |
| MARGEN IZQUIERDO | 15 | 41 | 130 | 6 | 83 | 25 | 36 | 2 | 21 | |
| MARGEN DERECHO | 1 | 5 | 12 | 0 | 15 | 7 | 28 | 0 | 7 | |
| OP MARGEN IZQ. | 13 | 35 | 103 | 6 | 60 | 20 | 23 | 2 | 17 | |
| INOP MARGEN IZQ. | 2 | 6 | 27 | 0 | 23 | 5 | 13 | 0 | 4 | |
| OP MARGEN DER. | 1 | 3 | 8 | 0 | 14 | 6 | 21 | 0 | 5 | |
| INOP MARGEN DER. | 0 | 2 | 4 | 0 | 1 | 1 | 7 | 0 | 2 | |

| MOTOBOMBAS | Motobomba 1" | Motobomba 3" | Motobomba 4" | Motobomba 6" | Motobomba 7" | Cantidad Total de Motobombas |
|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|
| CANTIDAD TOTAL | 1 | 2 | 16 | 7 | 1 | 27 |
| MARGEN IZQUIERDO | 0 | 1 | 5 | 2 | 0 | |
| MARGEN DERECHO | 1 | 1 | 11 | 5 | 1 | |
| OP MARGEN IZQ. | 0 | 1 | 4 | 2 | 0 | |
| INOP MARGEN IZQ. | 0 | 1 | 10 | 4 | 1 | |
| OP MARGEN DER. | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| INOP MARGEN DER. | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | |

Fuente: Elaboración propia

Relacionado a los aforos al inicio y al fin del canal así como la determinación de las características Geométricas e Hidráulicas

Para el procesamiento de los datos obtenidos por el equipo (**Correntómetro Electromagnético**), se utilizó los programas Excel, AutoCAD Civil 3D y H-Canales, lo que permitió identificar las características Geométricas e Hidráulicas del Canal Alimentador, así como determinar su Eficiencia por Conducción

1. Lo primero que se realizó fue la extracción de la información recopilada por el equipo (**Correntómetro electromagnético**) (Ver Figura 18)

| Nombre perfil: ALIM0905 | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|----------|---------------|---------|-----------|---------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|--------------------|-----------|--------------|
| Nombre operador: RB | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13:28:04 09.05.2022 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Referencia fase: HM=1,087 m | | | | | | | | | | | | | | | |
| AFORO REALIZADO CON CORRENTOMETRO ELECTROMAGNETICO OTT MF PRO | | | | | | | | | | | | | | | |
| Resultados medicia ³ n: | | | | | | | | | | | | | | | |
| Modelo: MF pro | Tmpto | Estación | Ubicación (m) | Método | Prof. (m) | Factor margen | Superficie (m/s) | 0,2 (m/s) | 0,4 (m/s) | 0,6 (m/s) | 0,8 (m/s) | Cama (m/s) | Veloc. media (m/s) | Área (m²) | Flujo (m³/s) |
| n/s: 00000337371 | 12:31:06 | 1 | 0,000 | 0 punto | 0,000 | - | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Arr.: v1,00 | 12:36:01 | 2 | 0,415 | 1 punto | 0,523 | - | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1,081 | 0,000 | 0,000 | 1,081 | 0,217 | 0,235 |
| Aplicación: v1,06 | 12:40:19 | 3 | 0,830 | 1 punto | 1,342 | - | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1,447 | 0,000 | 0,000 | 1,447 | 0,513 | 0,743 |
| | 12:43:30 | 4 | 1,180 | 1 punto | 1,399 | - | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1,711 | 0,000 | 0,000 | 1,711 | 0,490 | 0,838 |
| Tipo sensor: Veloc. y profund. | 12:46:55 | 5 | 1,530 | 1 punto | 1,373 | - | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1,842 | 0,000 | 0,000 | 1,842 | 0,515 | 0,949 |
| n/s: 172300338282 | 12:50:00 | 6 | 1,930 | 1 punto | 1,424 | - | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1,914 | 0,000 | 0,000 | 1,914 | 0,570 | 1,091 |
| Arr.: v1,00 | 12:52:29 | 7 | 2,330 | 1 punto | 1,429 | - | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1,953 | 0,000 | 0,000 | 1,953 | 0,571 | 1,116 |
| Aplicación: v1,02 | 12:56:04 | 8 | 2,730 | 1 punto | 1,452 | - | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1,930 | 0,000 | 0,000 | 1,930 | 0,581 | 1,121 |
| | 12:58:50 | 9 | 3,130 | 1 punto | 1,409 | - | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1,999 | 0,000 | 0,000 | 1,999 | 0,571 | 1,140 |
| Filtr.: FPA Parám.: 30 s | 13:01:31 | 10 | 3,540 | 1 punto | 1,441 | - | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1,941 | 0,000 | 0,000 | 1,941 | 0,583 | 1,133 |
| Pre-filtro: Activado Rang.: 5 | 13:04:12 | 11 | 3,940 | 1 punto | 1,431 | - | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1,888 | 0,000 | 0,000 | 1,888 | 0,572 | 1,081 |
| IEM: 50 Hz | 13:06:33 | 12 | 4,340 | 1 punto | 1,424 | - | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1,918 | 0,000 | 0,000 | 1,918 | 0,570 | 1,092 |
| | 13:08:45 | 13 | 4,740 | 1 punto | 1,395 | - | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 2,014 | 0,000 | 0,000 | 2,014 | 0,558 | 1,124 |
| Entrada estación: No fijo | 13:10:25 | 14 | 5,140 | 1 punto | 1,407 | - | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 2,079 | 0,000 | 0,000 | 2,079 | 0,563 | 1,170 |
| Cálculo de flujo: Mitad secc. | 13:12:37 | 15 | 5,540 | 1 punto | 1,384 | - | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 2,127 | 0,000 | 0,000 | 2,127 | 0,554 | 1,178 |
| Margen de inicio: Agua margen izdo. | 13:15:00 | 16 | 5,940 | 1 punto | 1,363 | - | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 2,166 | 0,000 | 0,000 | 2,166 | 0,545 | 1,181 |
| Nº de estaciones: 21 | 13:17:57 | 17 | 6,340 | 1 punto | 1,356 | - | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 2,183 | 0,000 | 0,000 | 2,183 | 0,522 | 1,139 |
| Ancho corr.: 7,850 m | 13:19:39 | 18 | 6,710 | 1 punto | 1,407 | - | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 2,061 | 0,000 | 0,000 | 2,061 | 0,520 | 1,073 |
| Descarga total: 18,70 m³/s | 13:21:12 | 19 | 7,080 | 1 punto | 1,362 | - | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1,825 | 0,000 | 0,000 | 1,825 | 0,514 | 0,938 |
| Área total: 9,745 m² | 13:24:03 | 20 | 7,465 | 1 punto | 0,558 | - | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1,639 | 0,000 | 0,000 | 1,639 | 0,215 | 0,352 |
| Prof. media: 1,241 m | 13:25:03 | 21 | 7,850 | 0 punto | 0,000 | - | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

Figura 18: Extracción de data del Correntómetro Electromagnético

Fuente: Elaboración propia, con la data del Correntómetro

2. Una vez obtenida la información del **primer aforo** en las progresivas (**0+460 km y 15+460 km**), en el programa Excel se le dio el formato

adecuado para el cálculo correspondiente de los diferentes parámetros Geométricos e Hidráulicos del canal Alimentador (**Ver Tabla 8**)

Tabla 8.

Data Primer Aforo progresiva 0+460 km

| Nombre perfil: CANAL_ALIM. Km 0+460 | | AFORO REALIZADO CON CORRENTOMETRO ELECTROMAGNETICO OTT MF PRO | | | | | | |
|--|----------|--|------------------|--------------|--------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Nombre operador: Ing. JOSE SANTISTEBAN | | Resultados medición | | | | | | |
| 11:42:09 24.05.2022 | Tiempo | Estación | Ubicación (m) | Prof. (m) | 0,6 (m/s) | Veloc. media (m/s) | Área (m ²) | Flujo (m ³ /s) |
| Referencia fase: 0,000 m | 10:45:50 | 1 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | 10:49:30 | 2 | 0.460 | 0.857 | 1.159 | 1.159 | 0.394 | 0.456 |
| | 10:51:53 | 3 | 0.920 | 1.789 | 1.527 | 1.527 | 0.724 | 1.106 |
| Modelo: MF pro | 10:54:09 | 4 | 1.270 | 1.793 | 1.758 | 1.758 | 0.627 | 1.103 |
| n/s: 000000337371 | 10:56:16 | 5 | 1.620 | 1.786 | 1.861 | 1.861 | 0.669 | 1.246 |
| | 10:58:20 | 6 | 2.020 | 1.817 | 1.853 | 1.853 | 0.726 | 1.346 |
| Tipo sensor: Veloc. y profund. | 11:01:24 | 7 | 2.420 | 1.798 | 1.929 | 1.929 | 0.719 | 1.387 |
| n/s: 172300338282 | 11:03:51 | 8 | 2.820 | 1.784 | 1.947 | 1.947 | 0.713 | 1.389 |
| | 11:06:10 | 9 | 3.220 | 1.759 | 1.989 | 1.989 | 0.703 | 1.399 |
| Filtr.: FPA Parám.: 30 s | 11:08:24 | 10 | 3.620 | 1.800 | 1.945 | 1.945 | 0.719 | 1.400 |
| Pre-filtro: Activado Rang.: 5 | 11:11:03 | 11 | 4.020 | 1.781 | 2.021 | 2.021 | 0.712 | 1.439 |
| IEM: 50 Hz | 11:13:30 | 12 | 4.420 | 1.805 | 2.069 | 2.069 | 0.722 | 1.493 |
| | 11:16:53 | 13 | 4.820 | 1.801 | 2.083 | 2.083 | 0.720 | 1.500 |
| Entrada estación: No fijo | 11:19:02 | 14 | 5.220 | 1.842 | 1.979 | 1.979 | 0.736 | 1.458 |
| Cálculo de flujo: Mitad secc. | 11:23:22 | 15 | 5.620 | 1.835 | 2.335 | 2.335 | 0.734 | 1.713 |
| Margen de inicio: Agua margen izdo. | 11:26:44 | 16 | 6.020 | 1.811 | 2.224 | 2.224 | 0.724 | 1.611 |
| Nº de estaciones: 21 | 11:30:24 | 17 | 6.420 | 1.854 | 1.926 | 1.926 | 0.741 | 1.428 |
| Ancho corr.: 8,060 m | 11:33:51 | 18 | 6.820 | 1.801 | 2.016 | 2.016 | 0.684 | 1.379 |
| Descarga total: 24.97 m³/s | 11:36:35 | 19 | 7.180 | 1.795 | 2.021 | 2.021 | 0.718 | 1.451 |
| Área total: 12,90 m ² | 11:39:12 | 20 | 7.620 | 0.921 | 1.611 | 1.611 | 0.405 | 0.652 |
| Prof. media: 1,60 m | 11:40:38 | 21 | 8.060 | 0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | | | 1.80 | | 1.91 | 12.90 | 24.97 |

Aforo realizado desde pasarella de aforo, en sección trapezoidal de mampostería, agua semi turbia, canal sin arenamiento y sin presencia de vegetación.

Fuente: Elaboración propia

- De la columna 03 (Ubicación), de la Tabla N°. 8, se puede identificar la **base menor (b)** y el **espejo de agua (T)** del canal alimentador en la progresiva 0+460 km (**Ver Tabla 9**)

Tabla 9.

Identificación de la base (b) y Espejo de agua (T)

| Estación | Ubicación (m) |
|-----------------|--------------------------|
| 1 | 0.000 |
| 2 | 0.460 |
| 3 | 0.920 |
| 4 | 1.270 |
| 5 | 1.620 |
| 6 | 2.020 |
| 7 | 2.420 |
| 8 | 2.820 |
| 9 | 3.220 |
| 10 | 3.620 |
| 11 | 4.020 |
| 12 | 4.420 |
| 13 | 4.820 |
| 14 | 5.220 |
| 15 | 5.620 |
| 16 | 6.020 |
| 17 | 6.420 |
| 18 | 6.820 |
| 19 | 7.180 |
| 20 | 7.620 |
| 21 | 8.060 |

Fuente: Elaboración propia

Nota: La base (b) igual 6.26 m., está comprendida entre las estaciones 3 y 19, mientras que el Espejo de agua (T) es igual a 8.060 m.

4. Teniendo en consideración que la **base menor (b)**, fue obtenida in situ, dato que fue medido desde ambos extremos, al inicio de las paredes del canal Alimentador siendo esta el valor de **(6.26 m)**
5. El **Espejo de agua (T)**, se determinó proyectando una plomada de ambos extremos hasta el nivel de flujo de las paredes del canal (**Ver Anexo 22**), luego se procedió a medir desde ambos extremos hacia la **base (b)**, valores que varían según el caudal que se está transportando (**Ver Plano 02**)

6. De las relaciones geométricas de secciones transversales para (**Sección trapezoidal**) de (**Villón Bejar, 1995**) se calculó parámetros como Talud (**Z**), Área (**A**), Perímetro (**P**), Radio Hidráulico (**R**) (**Ver Figura 19**), teniendo en consideración un **Tirante (Y = 1.80 m)**, obtenido del promedio de valores de profundidad de la columna 4 de la Tabla N°. 8

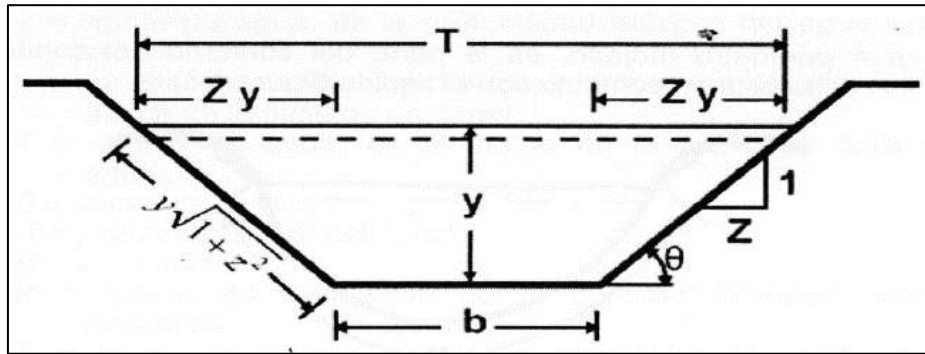


Figura 19: Relaciones Geométricas (Sección Trapezoidal)

Fuente: Adaptación personal, tomado de Hidráulica de Canales (**Villón Bejar, 1995**)

De la Figura N°. 19 se tiene:

| | |
|---------------------------|---|
| * Espejo | $T = b + 2 * Z * y$ |
| * Talud | $Z = (T - b) / (2 * y)$ $Z = (8.06 - 6.26) / (2 * 1.80)$ Z = 0.50 |
| * Área Hidráulica | $A = (b + Z * y) * y$ $A = b * y + Z * y^2$ $A = 6.26 * 1.80 + 0.50 * 1.80^2$ A = 12.91 m² |
| * Perímetro mojado | $P = b + 2 * y * (1 + Z^2)^{0.5}$ $P = 6.26 + 2 * 1.80 * (1 + 0.50^2)^{0.5}$ P = 10.29 m |
| * Radio Hidráulico | $R = A/P$ R = 1.25 m |

7. Con los resultados obtenidos, se procedió a calcular la Pendiente (**S**), haciendo uso de la Ecuación de Chezy (**Ver Ecuación 8**) y la Ecuación de Bazin (**Ver Ecuación 9**)

Ecuación 8. Ecuación de Chezy

$$v = C * \sqrt{RS}$$

Donde:

C = Coeficiente de Chezy

v = Velocidad media m/s

R = Radio Hidráulico m

S = Pendiente de línea de energía m/m

Ecuación 9. Ecuación de Bazin

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$$

Donde:

γ = Coeficiente que depende de las características de rugosidad de las paredes del canal (**Ver Anexo 11**)

$$C = \frac{87}{1 + \frac{0.76}{\sqrt{1.25}}}$$

$$C = 51.83$$

$\gamma = 0.76$, se adoptó dicho valor debido a que se trata de un canal con paredes revestidas con mampostería en condiciones (Buena – Medianamente buena) (**Ver Anexo 11**)

Calculado el coeficiente de Chezy (**C**), se calculó la Pendiente (**S**)

$$v = C * \sqrt{RS}$$

$$1.91 = 51.83 * \sqrt{1.25 * S}$$

$$S = 0.0011$$

8. El parámetro de la velocidad (**V**), se obtuvo del promedio de velocidades de la columna N°. 6 de la Tabla 8, obtenidas por el equipo Correntómetro Electromagnético
9. Identificada la Pendiente (**S**), se procedió a calcular la rugosidad de las paredes del canal utilizando la Ecuación de Manning (**Ecuación 10**)

Ecuación 10. Ecuación de Manning

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

Q = Caudal o gasto m³/s

A = Área de la sección transversal m²

n = Rugosidad

R = Radio Hidráulico m

S = Pendiente de línea de energía m/m

$$24.97 = \frac{1}{n} * 12.91 * 1.25^{\frac{2}{3}} * 0.0011^{\frac{1}{2}}$$

$$n = 0.020$$

10. El parámetro del Caudal (**Q**), se obtuvo de la sumatoria de caudales de la columna N°. 8 de la Tabla 8, obtenidas por el equipo Correntómetro Electromagnético

Debido a que el canal Alimentador presenta una rugosidad compuesta con paredes de mampostería y losa de concreto, se utilizó el criterio de Horton y Einstein (**Ecuación 11**) para identificar el coeficiente de rugosidad (**n**) ponderado de la sección transversal del canal

Ecuación 11. Cálculo de Rugosidad (n) ponderada

$$n = \left[\frac{p_1 * n_1^{\frac{3}{2}} + p_2 * n_2^{\frac{3}{2}} + \dots + p_N * n_N^{\frac{3}{2}}}{p} \right]^{2/3}$$

Donde:

p_1, p_2, \dots, p_N = Perímetros mojados

n_1, n_2, \dots, n_N = Coeficientes de rugosidad

p = Perímetro total

n = Rugosidad

$$n = \left[\frac{y * \sqrt{1 + Z^2} * 0.025^{1.5} + y * \sqrt{1 + Z^2} * 0.025^{1.5} + b * 0.016^{1.5}}{p} \right]^{2/3}$$

$$n = \left[\frac{2 * (1.80 * \sqrt{1 + 0.50^2} * 0.025^{1.5}) + 6.26 * 0.016^{1.5}}{10.29} \right]^{2/3}$$

$$n = 0.020$$

- 11.** Se asumieron valores de **0.025** estado (**mediano**), para rugosidad (**n**) en las paredes de mampostería y **0.016** estado (**mediano**) para rugosidad (**n**) en la losa de concreto, valores tomados de la tabla (**Condiciones de las paredes**) dados por Horton para ser usados en las ecuaciones de Ganguillet-Kuter y de Manning (**Ver Anexo 10**) con dichos valores asumidos, se obtuvo un coeficiente de rugosidad (**n**) ponderado de **0.020**

- 12.** Teniendo en cuenta el procedimiento realizado en el **Primer Aforo** en la **progresiva 0+460 km**, los pasos para los aforos siguientes, han seguido la misma secuencia, relaciones geométricas y ecuaciones

Tabla 10.

Data Primer Aforo progresiva 15+460 km

| Nombre perfil: CANAL_ALIMEN Km 15+460 | | AFORO REALIZADO CON CORRENTOMETRO ELECTROMAGNETICO OTT MF PRO | | | | | | | |
|---|---------------|--|--------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|-------------------------|--|
| Nombre operador: Ing. JOSE SANTISTEBAN | | Resultados medición | | | | | | | |
| 15:30:04 24.05.2022 | Tiempo | Estación | Ubicación (m) | Prof. (m) | 0,6 (m/s) | Veloc. media (m/s) | Área (m2) | Flujo (m3/s) | |
| | 14:23:57 | 1 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| Referencia fase: 0,000 m | 14:32:58 | 2 | 0.520 | 0.764 | 1.580 | 1.580 | 0.397 | 0.627 | |
| | 14:35:39 | 3 | 1.040 | 1.445 | 1.647 | 1.647 | 0.664 | 1.094 | |
| Modelo: MF pro | 14:38:30 | 4 | 1.440 | 1.437 | 1.793 | 1.793 | 0.574 | 1.030 | |
| n/s: 000000337371 | 14:40:37 | 5 | 1.840 | 1.438 | 1.743 | 1.743 | 0.575 | 1.002 | |
| | 14:45:42 | 6 | 2.240 | 1.434 | 1.622 | 1.622 | 0.573 | 0.930 | |
| Tipo sensor: Veloc. y profund. | 14:51:03 | 7 | 2.640 | 1.451 | 1.560 | 1.560 | 0.580 | 0.905 | |
| n/s: 172300338282 | 14:52:53 | 8 | 3.040 | 1.419 | 1.805 | 1.805 | 0.567 | 1.024 | |
| | 14:57:45 | 9 | 3.440 | 1.426 | 1.905 | 1.905 | 0.570 | 1.086 | |
| Filtr.: FPA Parám.: 30 s | 14:59:32 | 10 | 3.840 | 1.465 | 1.903 | 1.903 | 0.586 | 1.115 | |
| Pre-filtro: Activado Rang.: 5 | 15:01:38 | 11 | 4.240 | 1.424 | 2.127 | 2.127 | 0.569 | 1.211 | |
| | 15:04:07 | 12 | 4.640 | 1.485 | 2.206 | 2.206 | 0.594 | 1.310 | |
| Entrada estación: No fijo | 15:06:54 | 13 | 5.040 | 1.403 | 2.316 | 2.316 | 0.561 | 1.299 | |
| Cálculo de flujo: Mitad secc. | 15:08:52 | 14 | 5.440 | 1.446 | 2.385 | 2.385 | 0.578 | 1.379 | |
| Margen de inicio: Agua margen izdo. | 15:11:00 | 15 | 5.840 | 1.424 | 2.435 | 2.435 | 0.569 | 1.386 | |
| Nº de estaciones: 21 | 15:12:48 | 16 | 6.240 | 1.423 | 2.591 | 2.591 | 0.569 | 1.474 | |
| Ancho corr.: 8,510 m | 15:14:36 | 17 | 6.640 | 1.395 | 2.716 | 2.716 | 0.558 | 1.515 | |
| Descarga total: 22,12 m3/s | 15:16:46 | 18 | 7.040 | 1.418 | 2.490 | 2.490 | 0.567 | 1.412 | |
| Área total: 10,71 m ² | 15:18:50 | 19 | 7.440 | 1.437 | 2.282 | 2.282 | 0.671 | 1.533 | |
| Prof. media: 1,26 m | 15:27:38 | 20 | 7.975 | 0.708 | 2.053 | 2.053 | 0.378 | 0.777 | |
| | 15:28:31 | 21 | 8.510 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| | | | | 1.43 | | 2.06 | 10.71 | 22.12 | |

Aforo realizado desde pasarella de aforo, en sección trapezoidal de manpostería, agua semi turbia, canal sin arenamiento, libre de malezas.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11.

Identificación de la base (b) y Espejo de agua (T)

| Estación | Ubicación (m) |
|-----------------|----------------------|
| 1 | 0.000 |
| 2 | 0.520 |
| 3 | 1.040 |
| 4 | 1.440 |
| 5 | 1.840 |
| 6 | 2.240 |
| 7 | 2.640 |
| 8 | 3.040 |
| 9 | 3.440 |
| 10 | 3.840 |
| 11 | 4.240 |
| 12 | 4.640 |
| 13 | 5.040 |
| 14 | 5.440 |
| 15 | 5.840 |
| 16 | 6.240 |
| 17 | 6.640 |
| 18 | 7.040 |
| 19 | 7.440 |
| 20 | 7.975 |
| 21 | 8.510 |

Fuente: Elaboración propia

Nota: La base (b) igual 6.40 m., está comprendida entre las estaciones 3 y 19, mientras que el Espejo de agua (T) es igual a 8.510 m.

➤ Datos para la identificación de las características Geométricas e Hidráulicas del canal de acuerdo con la data progresiva 15+460 km (**Ver Tabla 10 - 11**)

- **Espejo de agua (T)** = 8.51 m
- **Base (b)** = 6.40 m
- **Tirante (y)** = 1.43 m
- **Velocidad media (Vm)** = 2.06 m/s
- **Caudal (Q)** = 22.12 m³/s

| | | |
|--------------------|-----|---|
| * Espejo (T) | T = | b + 2 * Z * y |
| * Talud (Z) | Z = | (T - b) / (2 * y) |
| | Z = | (8.51 - 6.40) / (2*1.43) |
| | Z = | 0.74 |
| * Área Hidráulica | A = | (b + Z * y) * y |
| | A = | b * y + Z * y^2 |
| | A = | 6.40 * 1.43 + 0.74 * 1.43^2 |
| | A = | 10.69 m^2 |
| * Perímetro mojado | P = | b + 2 * y * (1 + Z^2)^0.5 |
| | P = | 6.40 + 2 * 1.43 * (1 + 0.74^2)^0.5 |
| | P = | 9.96 m |
| * Radio Hidráulico | R = | A/P |
| | R = | 1.07 m |
| * Pendiente | C = | 51.182 Fórmula de Chezy y Bazin |
| | S = | 0.0016 |
| * Rugosidad | n = | (A * R ^2/3 * S^0.5) / Q |
| | n = | (10.69 * 1.07^2/3 * 0.0016^0.5) / 22.12 |
| | n = | 0.020 |

* **Rugosidad Compuesta, asumiendo valores "n", criterio de Horton y Einstein**

Mampostería = 0.025 condición **(Medianas)**
 Concreto = 0.016 condición **(Medianas)**

$$n = \left[\frac{y * \sqrt{1 + Z^2} * 0.025^{1.5} + y * \sqrt{1 + Z^2} * 0.025^{1.5} + b * 0.016^{1.5}}{p} \right]^{2/3}$$

$$n = \left[\frac{2 * (1.43 * \sqrt{1 + 0.74^2} * 0.025^{1.5}) + 6.40 * 0.016^{1.5}}{9.96} \right]^{2/3}$$

$$n = 0.020$$

Tabla 12.

Data Segundo Aforo progresiva 0+460 km

| Nombre perfil: C. ALIMENTADOR KM 0+460 | | AFORO REALIZADO CON CORRENTOMETRO ELECTROMAGNETICO OTT MF PRO | | | | | | |
|--|---------------|--|--------------------------|--|----------------------|-----------------------------------|----------------------|-------------------------|
| Nombre operador: ING. JOSE SANTISTEBAN | | Resultados medición | | | | | | |
| 13:06:51 09.06.2022 | Tiempo | Estación | Ubicación (m) | Prof. (m) | 0,6 (m/s) | Veloc. media (m/s) | Área (m2) | Flujo (m3/s) |
| Referencia fase: 0,000 m | 12:03:09 | 1 | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | 12:07:48 | 2 | 0.50 | 0.913 | 1.150 | 1.150 | 0.456 | 0.524 |
| | 12:11:36 | 3 | 1.00 | 1.968 | 1.624 | 1.624 | 0.836 | 1.358 |
| Modelo: MF pro | 12:14:12 | 4 | 1.35 | 1.960 | 1.831 | 1.831 | 0.686 | 1.256 |
| n/s: 000000337371 | 12:17:01 | 5 | 1.70 | 1.947 | 1.859 | 1.859 | 0.730 | 1.357 |
| Arr.: v1,00 | 12:19:57 | 6 | 2.10 | 1.944 | 1.985 | 1.985 | 0.777 | 1.543 |
| Aplicación: v1,06 | 12:23:02 | 7 | 2.50 | 1.929 | 1.983 | 1.983 | 0.771 | 1.530 |
| | 12:25:14 | 8 | 2.90 | 1.950 | 2.056 | 2.056 | 0.780 | 1.603 |
| Tipo sensor: Veloc. y profund. | 12:27:51 | 9 | 3.30 | 1.932 | 2.144 | 2.144 | 0.772 | 1.656 |
| n/s: 172300338282 | 12:29:56 | 10 | 3.70 | 1.958 | 2.046 | 2.046 | 0.783 | 1.602 |
| Arr.: v1,00 | 12:33:26 | 11 | 4.10 | 1.946 | 2.088 | 2.088 | 0.778 | 1.625 |
| Aplicación: v1,02 | 12:37:32 | 12 | 4.50 | 1.940 | 2.154 | 2.154 | 0.776 | 1.671 |
| | 12:39:13 | 13 | 4.90 | 1.927 | 2.121 | 2.121 | 0.770 | 1.634 |
| Filtr.: FPA Parám.: 30 s | 12:41:18 | 14 | 5.30 | 1.929 | 2.160 | 2.160 | 0.771 | 1.666 |
| Pre-filtro: Activado | 12:43:08 | 15 | 5.70 | 1.947 | 2.164 | 2.164 | 0.778 | 1.685 |
| Rang.: 5 | 12:45:20 | 16 | 6.10 | 1.918 | 2.109 | 2.109 | 0.767 | 1.618 |
| IEM: 50 Hz | 12:48:48 | 17 | 6.50 | 1.899 | 2.163 | 2.163 | 0.759 | 1.643 |
| Entrada estación: No fijo | 12:51:01 | 18 | 6.90 | 1.921 | 2.075 | 2.075 | 0.729 | 1.514 |
| Cálculo de flujo: Mitad secc. | 12:54:36 | 19 | 7.26 | 1.923 | 1.900 | 1.900 | 0.788 | 1.498 |
| Margen de inicio: Agua margen izdo. | 13:04:49 | 20 | 7.72 | 0.863 | 1.599 | 1.599 | 0.396 | 0.634 |
| N° de estaciones: 21 | 13:05:33 | 21 | 8.18 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ancho corr.: 8,180 m | | | | 1.94 | | 1.96 | 13.91 | 27.625 |
| Descarga total: 27.625 m3/s | | | | | | | | |
| Área total: 13.91 m ² | | | | | | | | |
| | | | | Aforo realizado desde puente por suspensión utilizando lastre de 25 kg. Sección trapezoidal de mampostería, agua semi turbia. | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13.

Identificación de la base (b) y Espejo de agua (T)

| Estación | Ubicación (m) |
|-----------------|----------------------|
| 1 | 0.00 |
| 2 | 0.50 |
| 3 | 1.00 |
| 4 | 1.35 |
| 5 | 1.70 |
| 6 | 2.10 |
| 7 | 2.50 |
| 8 | 2.90 |
| 9 | 3.30 |
| 10 | 3.70 |
| 11 | 4.10 |
| 12 | 4.50 |
| 13 | 4.90 |
| 14 | 5.30 |
| 15 | 5.70 |
| 16 | 6.10 |
| 17 | 6.50 |
| 18 | 6.90 |
| 19 | 7.26 |
| 20 | 7.72 |
| 21 | 8.18 |

Fuente: Elaboración propia

Nota: La base (b) igual 6.26 m., está comprendida entre las estaciones 3 y 19, mientras que el Espejo de agua (T) es igual a 8.180 m.

- Datos para la identificación de las características Geométricas e Hidráulicas del canal de acuerdo con la data progresiva 0+460 km (Ver Tabla 12 - 13)

- **Espejo de agua (T)** = 8.18 m
- **Base (b)** = 6.26 m
- **Tirante (y)** = 1.94 m
- **Velocidad media (Vm)** = 1.96 m/s
- **Caudal (Q)** = 27.625 m³/s

* Espejo (T) $T = b + 2 * Z * y$

* Talud (Z) $Z = (T - b) / (2 * y)$
 $Z = (8.18 - 6.26) / (2 * 1.94)$
Z = 0.50

* Área Hidráulica $A = (b + Z * y) * y$
 $A = b * y + Z * y^2$
 $A = 6.26 * 1.94 + 0.50 * 1.94^2$
A = 13.99 m²

* Perímetro mojado $P = b + 2 * y * (1 + Z^2)^{0.5}$
 $P = 6.26 + 2 * 1.94 * (1 + 0.50^2)^{0.5}$
P = 10.58 m

* Radio Hidráulico $R = A/P$
R = 1.32 m

* Pendiente $C = 52.373$ **Fórmula de Chezy y Bazin**
S = 0.0011

* Rugosidad $n = (A * R^{2/3} * S^{0.5}) / Q$
 $n = (13.99 * 1.32^{2/3} * 0.0011^{0.5}) / 27.625$
n = 0.020

* Rugosidad Compuesta, asumiendo valores "n", criterio de Horton y Einstein

Mampostería = 0.025

Concreto = 0.016

$$= \left[\frac{y * \sqrt{1 + Z^2} * 0.025^{1.5} + y * \sqrt{1 + Z^2} * 0.025^{1.5} + b * 0.016^{1.5}}{p} \right]^{2/3}$$

$$n = \left[\frac{2 * (1.94 * \sqrt{1 + 0.50^2} * 0.025^{1.5}) + 6.26 * 0.016^{1.5}}{10.58} \right]^{2/3}$$

n = 0.020

Tabla 14.

Data Segundo Aforo progresiva 15+460 km

| Nombre perfil: C. ALMENTADOR KM 15+460 | | AFORO REALIZADO CON CORRENTOMETRO ELECTROMAGNETICO OTT MF PRO | | | | | | |
|---|---------------|--|--------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|-------------------------|
| Nombre operador: ING. JOSE SANTISTEBAN | | Resultados medición | | | | | | |
| 15:58:32 09.06.2022 | Tiempo | Estación | Ubicación (m) | Prof. (m) | 0,6 (m/s) | Veloc. media (m/s) | Área (m2) | Flujo (m3/s) |
| | 15:10:49 | 1 | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Referencia fase: 0,000 m | 15:14:53 | 2 | 0.55 | 0.664 | 1.769 | 1.769 | 0.365 | 0.646 |
| | 15:18:13 | 3 | 1.10 | 1.484 | 1.842 | 1.842 | 0.704 | 1.298 |
| Modelo: MF pro | 15:20:37 | 4 | 1.50 | 1.485 | 1.930 | 1.930 | 0.594 | 1.146 |
| n/s: 000000337371 | 15:22:24 | 5 | 1.90 | 1.499 | 1.897 | 1.897 | 0.599 | 1.137 |
| Arr.: v1,00 | 15:23:57 | 6 | 2.30 | 1.496 | 1.755 | 1.755 | 0.598 | 1.050 |
| Aplicación: v1,06 | 15:26:13 | 7 | 2.70 | 1.500 | 1.827 | 1.827 | 0.600 | 1.096 |
| | 15:27:46 | 8 | 3.10 | 1.504 | 1.974 | 1.974 | 0.601 | 1.187 |
| Tipo sensor: Veloc. y profund. | 15:30:08 | 9 | 3.50 | 1.523 | 2.051 | 2.051 | 0.609 | 1.249 |
| n/s: 172300338282 | 15:32:01 | 10 | 3.90 | 1.541 | 2.245 | 2.245 | 0.616 | 1.383 |
| Arr.: v1,00 | 15:34:05 | 11 | 4.30 | 1.532 | 2.309 | 2.309 | 0.612 | 1.414 |
| Aplicación: v1,02 | 15:35:36 | 12 | 4.70 | 1.529 | 2.355 | 2.355 | 0.611 | 1.440 |
| | 15:37:21 | 13 | 5.10 | 1.486 | 2.468 | 2.468 | 0.594 | 1.466 |
| Filtr.: FPA Parám.: 30 s | 15:41:21 | 14 | 5.50 | 1.495 | 2.473 | 2.473 | 0.598 | 1.478 |
| Pre-filtro: Activado Rang.: 5 | 15:43:26 | 15 | 5.90 | 1.54 | 2.462 | 2.462 | 0.614 | 1.511 |
| IEM: 50 Hz | 15:45:23 | 16 | 6.30 | 1.497 | 2.704 | 2.704 | 0.598 | 1.619 |
| | 15:47:38 | 17 | 6.70 | 1.507 | 2.690 | 2.690 | 0.602 | 1.621 |
| Entrada estación: No fijo | 15:50:08 | 18 | 7.10 | 1.505 | 2.596 | 2.596 | 0.602 | 1.562 |
| Cálculo de flujo: Mitad secc. | 15:52:36 | 19 | 7.50 | 1.504 | 2.278 | 2.278 | 0.729 | 1.661 |
| Margen de inicio: Agua margen izdo. | 15:56:54 | 20 | 8.07 | 0.789 | 2.203 | 2.203 | 0.449 | 0.990 |
| Nº de estaciones: 21 | 15:57:22 | 21 | 8.64 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ancho corr.: 8,640 m | | | | 1.51 | | 2.20 | 11.30 | 24.964 |
| Descarga total: 24.964 m3/s | | | | | | | | |
| Área total: 11.30 m ² | | | | | | | | |
| Aforo realizado por suspensión utilizando lastre de 25 kg. en sección trapezoidal de mampostería, agua semi turbia, con pequeñas turbulencias en la sección. | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15.

Identificación de la base (b) y Espejo de agua (T)

| Estación | Ubicación (m) |
|-----------------|----------------------|
| 1 | 0.00 |
| 2 | 0.55 |
| 3 | 1.10 |
| 4 | 1.50 |
| 5 | 1.90 |
| 6 | 2.30 |
| 7 | 2.70 |
| 8 | 3.10 |
| 9 | 3.50 |
| 10 | 3.90 |
| 11 | 4.30 |
| 12 | 4.70 |
| 13 | 5.10 |
| 14 | 5.50 |
| 15 | 5.90 |
| 16 | 6.30 |
| 17 | 6.70 |
| 18 | 7.10 |
| 19 | 7.50 |
| 20 | 8.07 |
| 21 | 8.64 |

Fuente: Elaboración propia

Nota: La base (b) igual 6.40 m., está comprendida entre las estaciones 3 y 19, mientras que el Espejo de agua (T) es igual a 8.64 m.

➤ Datos para la identificación de las características Geométricas e Hidráulicas del canal de acuerdo con la data progresiva 15+460 km (**Ver Tabla 14 - 15**)

- **Espejo de agua (T)** = 8.64 m
- **Base (b)** = 6.40 m
- **Tirante (y)** = 1.51 m
- **Velocidad media (Vm)** = 2.20 m/s
- **Caudal (Q)** = 24.964 m³/s

* Espejo (T) $T = b + 2 * Z * y$

* Talud (Z) $Z = (T - b) / (2 * y)$
 $Z = (8.64 - 6.40) / (2 * 1.51)$
Z = 0.74

* Área Hidráulica $A = (b + Z * y) * y$
 $A = b * y + Z * y^2$

$A = 6.40 * 1.51 + 0.74 * 1.51^2$
A = 11.33 m²

* Perímetro mojado $P = b + 2 * y * (1 + Z^2)^{0.5}$
 $P = 6.40 + 2 * 1.51 * (1 + 0.74^2)^{0.5}$
P = 10.16 m

* Radio Hidráulico $R = A/P$
R = 1.12 m

* Pendiente $C = 50.598$ **Fórmula de Chezy y Bazin**
S = 0.0017

* Rugosidad $n = (A * R^{2/3} * S^{0.5}) / Q$
 $n = (11.33 * 1.12^{2/3} * 0.0017^{0.5}) / 24.964$
n = 0.020

* Rugosidad Compuesta, asumiendo valores "n", criterio de Horton y Einstein

Mampostería = 0.025

Concreto = 0.016

$$= \left[\frac{y * \sqrt{1 + Z^2} * 0.025^{1.5} + y * \sqrt{1 + Z^2} * 0.025^{1.5} + b * 0.016^{1.5}}{p} \right]^{2/3}$$

$$n = \left[\frac{2 * (1.51 * \sqrt{1 + 0.74} * 0.025^{1.5}) + 6.40 * 0.016^{1.5}}{10.16} \right]^{2/3}$$

n = 0.020

Tabla 16.

Data Tercer Aforo progresiva 0+460 km

| Nombre perfil: C. ALIMENTADOR KM 0+460 | | AFORO REALIZADO CON CORRENTOMETRO ELECTROMAGNETICO OTT MF PRO | | | | | | | |
|---|---------------|--|--------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|-------------------------|--|
| Nombre operador: Roger Bocanegra | | Resultados medición | | | | | | | |
| 13:06:17 17.06.2022 | Tiempo | Estación | Ubicación (m) | Prof. (m) | 0,6 (m/s) | Veloc. media (m/s) | Área (m2) | Flujo (m3/s) | |
| | 12:04:13 | 1 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| Referencia fase: HM=1,159 m | 12:07:54 | 2 | 0.465 | 0.963 | 1.131 | 1.131 | 0.447 | 0.506 | |
| | 12:14:18 | 3 | 0.930 | 1.813 | 1.512 | 1.512 | 0.738 | 1.117 | |
| Modelo: MF pro | 12:16:50 | 4 | 1.280 | 1.786 | 1.725 | 1.725 | 0.625 | 1.078 | |
| n/s: 000000337371 | 12:19:12 | 5 | 1.630 | 1.763 | 1.811 | 1.811 | 0.661 | 1.197 | |
| Arr.: v1,00 | 12:21:57 | 6 | 2.030 | 1.735 | 1.849 | 1.849 | 0.694 | 1.283 | |
| Aplicación: v1,06 | 12:25:09 | 7 | 2.430 | 1.788 | 1.887 | 1.887 | 0.715 | 1.349 | |
| | 12:27:36 | 8 | 2.830 | 1.759 | 1.908 | 1.908 | 0.703 | 1.342 | |
| Tipo sensor: Veloc. y profund. | 12:29:33 | 9 | 3.230 | 1.782 | 2.028 | 2.028 | 0.712 | 1.445 | |
| n/s: 172300338282 | 12:32:08 | 10 | 3.630 | 1.753 | 1.908 | 1.908 | 0.701 | 1.337 | |
| Arr.: v1,00 | 12:36:27 | 11 | 4.030 | 1.792 | 2.077 | 2.077 | 0.716 | 1.488 | |
| Aplicación: v1,02 | 12:40:50 | 12 | 4.430 | 1.790 | 2.026 | 2.026 | 0.716 | 1.450 | |
| | 12:43:11 | 13 | 4.830 | 1.792 | 2.078 | 2.078 | 0.716 | 1.489 | |
| Filtr.: FPA Parám.: 30 s | 12:45:07 | 14 | 5.230 | 1.790 | 2.063 | 2.063 | 0.716 | 1.477 | |
| Pre-filtro: Activado | 12:47:48 | 15 | 5.630 | 1.785 | 2.074 | 2.074 | 0.714 | 1.480 | |
| Rang.: 5 | 12:51:25 | 16 | 6.030 | 1.768 | 1.910 | 1.910 | 0.707 | 1.350 | |
| IEM: 50 Hz | 12:53:32 | 17 | 6.430 | 1.741 | 2.157 | 2.157 | 0.696 | 1.502 | |
| Entrada estación: No fijo | 12:55:46 | 18 | 6.830 | 1.750 | 2.028 | 2.028 | 0.665 | 1.348 | |
| Cálculo de flujo: Mitad secc. | 12:57:49 | 19 | 7.190 | 1.729 | 1.936 | 1.936 | 0.678 | 1.313 | |
| Margen de inicio: Agua margen izdo. | 13:02:45 | 20 | 7.615 | 0.952 | 1.594 | 1.594 | 0.404 | 0.644 | |
| Nº de estaciones: 21 | 13:04:28 | 21 | 8.040 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| Ancho corr.: 8,040 m | | | | 1.77 | | 1.88 | 12.73 | 24.20 | |
| Descarga total: 24,20 m3/s | | | | | | | | | |
| Área total: 12,73 m ² | | | | | | | | | |
| Aforo realizado con lastre de 25 kg. en sección trapezoidal de mampostería, agua semi turbia, con pequeñas turbulencias en la sección. | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17.

Identificación de la base (b) y Espejo de agua (T)

| Estación | Ubicación (m) |
|-----------------|----------------------|
| 1 | 0.000 |
| 2 | 0.465 |
| 3 | 0.930 |
| 4 | 1.280 |
| 5 | 1.630 |
| 6 | 2.030 |
| 7 | 2.430 |
| 8 | 2.830 |
| 9 | 3.230 |
| 10 | 3.630 |
| 11 | 4.030 |
| 12 | 4.430 |
| 13 | 4.830 |
| 14 | 5.230 |
| 15 | 5.630 |
| 16 | 6.030 |
| 17 | 6.430 |
| 18 | 6.830 |
| 19 | 7.190 |
| 20 | 7.615 |
| 21 | 8.040 |

Fuente: Elaboración propia

Nota: La base (b) igual 6.26 m., está comprendida entre las estaciones 3 y 19, mientras que el Espejo de agua (T) es igual a 8.04 m.

- Datos para la identificación de las características Geométricas e Hidráulicas del canal de acuerdo con la data progresiva 0+460 km (Ver Tabla 16 - 17)

- **Espejo de agua (T)** = 8.04 m
- **Base (b)** = 6.26 m
- **Tirante (y)** = 1.77 m
- **Velocidad media (Vm)** = 1.88 m/s
- **Caudal (Q)** = 24.20 m³/s

- * **Espejo (T)** $T = b + 2 * Z * y$
- * **Talud (Z)** $Z = (T - b) / (2 * y)$
 $Z = (8.04 - 6.26) / (2 * 1.77)$
Z = 0.50
- * **Área Hidráulica** $A = (b + Z * y) * y$
 $A = b * y + Z * y^2$
 $A = 6.26 * 1.77 + 0.50 * 1.77^2$
A = 12.67 m²
- * **Perímetro mojado** $P = b + 2 * y * (1 + Z^2)^{0.5}$
 $P = 6.26 + 2 * 1.77 * (1 + 0.50^2)^{0.5}$
P = 10.23 m
- * **Radio Hidráulico** $R = A/P$
R = 1.24 m
- * **Pendiente** $C = 51.698$ **Fórmula de Chezy y Bazin**
S = 0.0011
- * **Rugosidad** $n = (A * R^{2/3} * S^{0.5}) / Q$
 $n = (12.67 * 1.24^{2/3} * 0.0011^{0.5}) / 24.20$
n = 0.020
- * **Rugosidad Compuesta, asumiendo valores "n", criterio de Horton y Einstein**
- Mampostería = 0.025**
Concreto = 0.016

$$= \left[\frac{y * \sqrt{1 + Z^2} * 0.025^{1.5} + y * \sqrt{1 + Z^2} * 0.025^{1.5} + b * 0.016^{1.5}}{p} \right]^{2/3}$$

$$n = \left[\frac{2 * (1.77 * \sqrt{1 + 0.50^2} * 0.025^{1.5}) + 6.40 * 0.016^{1.5}}{10.23} \right]^{2/3}$$

$$\mathbf{n = 0.020}$$

Tabla 18.

Data Tercer Aforo progresiva 15+460 km

| Nombre perfil: C. ALIMENTADOR KM 15+460 | | AFORO REALIZADO CON CORRENTOMETRO ELECTROMAGNETICO OTT MF PRO | | | | | | | |
|---|---------------|--|--------------------------|---|----------------------|-----------------------------------|----------------------|-------------------------|--|
| Nombre operador: Roger Bocanegra | | Resultados medición | | | | | | | |
| 15:22:16 17.06.2022 | Tiempo | Estación | Ubicación (m) | Prof. (m) | 0,6 (m/s) | Veloc. media (m/s) | Área (m2) | Flujo (m3/s) | |
| | 14:31:26 | 1 | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| Referencia fase: 0,000 m | 14:41:36 | 2 | 0.52 | 0.803 | 1.533 | 1.533 | 0.417 | 0.640 | |
| | 14:44:36 | 3 | 1.04 | 1.422 | 1.612 | 1.612 | 0.654 | 1.054 | |
| Modelo: MF pro | 14:46:08 | 4 | 1.44 | 1.429 | 1.719 | 1.719 | 0.571 | 0.982 | |
| n/s: 000000337371 | 14:47:43 | 5 | 1.84 | 1.425 | 1.704 | 1.704 | 0.570 | 0.971 | |
| Arr.: v1,00 | 14:49:08 | 6 | 2.24 | 1.427 | 1.688 | 1.688 | 0.570 | 0.963 | |
| Aplicación: v1,06 | 14:51:26 | 7 | 2.64 | 1.414 | 1.644 | 1.644 | 0.565 | 0.929 | |
| | 14:52:49 | 8 | 3.04 | 1.411 | 1.640 | 1.640 | 0.564 | 0.925 | |
| Tipo sensor: Veloc. y profund. | 14:54:10 | 9 | 3.44 | 1.413 | 1.876 | 1.876 | 0.565 | 1.060 | |
| n/s: 172300338282 | 14:55:45 | 10 | 3.84 | 1.417 | 2.040 | 2.040 | 0.566 | 1.156 | |
| Arr.: v1,00 | 14:57:22 | 11 | 4.24 | 1.428 | 2.170 | 2.170 | 0.571 | 1.239 | |
| Aplicación: v1,02 | 14:58:58 | 12 | 4.64 | 1.414 | 2.199 | 2.199 | 0.565 | 1.243 | |
| | 15:00:44 | 13 | 5.04 | 1.415 | 2.307 | 2.307 | 0.566 | 1.305 | |
| Filtr.: FPA Parám.: 30 s | 15:03:21 | 14 | 5.44 | 1.377 | 2.296 | 2.296 | 0.550 | 1.264 | |
| Pre-filtro: Activado | 15:05:17 | 15 | 5.84 | 1.399 | 2.409 | 2.409 | 0.559 | 1.348 | |
| Rang.: 5 | 15:06:42 | 16 | 6.24 | 1.389 | 2.446 | 2.446 | 0.555 | 1.358 | |
| IEM: 50 Hz | 15:08:31 | 17 | 6.64 | 1.411 | 2.501 | 2.501 | 0.564 | 1.411 | |
| Entrada estación: No fijo | 15:10:37 | 18 | 7.04 | 1.393 | 2.588 | 2.588 | 0.557 | 1.442 | |
| Cálculo de flujo: Mitad secc. | 15:14:03 | 19 | 7.44 | 1.395 | 2.490 | 2.490 | 0.648 | 1.615 | |
| Margen de inicio: Agua margen izdo. | 15:20:08 | 20 | 7.97 | 0.975 | 1.159 | 1.159 | 0.516 | 0.598 | |
| Nº de estaciones: 21 | 15:20:50 | 21 | 8.50 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| Ancho corr.: 8,500 m | | | | 1.41 | | 2.00 | 10.69 | 21.50 | |
| Descarga total: 21,503 m3/s | | | | | | | | | |
| Área total: 10,69 m ² | | | | | | | | | |
| | | | | Aforo realizado por suspensión con lastre de 25 kg. en sección trapezoidal de mampostería, agua semi turbia, con mínima turbulencia en la sección. | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19.

Identificación de la base (b) y Espejo de agua (T)

| Estación | Ubicación (m) |
|-----------------|----------------------|
| 1 | 0.00 |
| 2 | 0.52 |
| 3 | 1.04 |
| 4 | 1.44 |
| 5 | 1.84 |
| 6 | 2.24 |
| 7 | 2.64 |
| 8 | 3.04 |
| 9 | 3.44 |
| 10 | 3.84 |
| 11 | 4.24 |
| 12 | 4.64 |
| 13 | 5.04 |
| 14 | 5.44 |
| 15 | 5.84 |
| 16 | 6.24 |
| 17 | 6.64 |
| 18 | 7.04 |
| 19 | 7.44 |
| 20 | 7.97 |
| 21 | 8.50 |

Fuente: Elaboración propia

Nota: La base (b) igual 6.40 m., está comprendida entre las estaciones 3 y 19, mientras que el Espejo de agua (T) es igual a 8.50 m.

➤ Datos para la identificación de las características Geométricas e Hidráulicas del canal de acuerdo con la data progresiva 15+460 km (**Ver Tabla 18 - 19**)

- **Espejo de agua (T)** = 8.50 m
- **Base (b)** = 6.40 m
- **Tirante (y)** = 1.41 m
- **Velocidad media (Vm)** = 2.00 m/s
- **Caudal (Q)** = 21.512 m³/s

* Espejo (T) $T = b + 2 * Z * y$

* Talud (Z) $Z = (T - b) / (2 * y)$
 $Z = (8.50 - 6.40) / (2 * 1.41)$
Z = 0.74

* Área Hidráulica $A = (b + Z * y) * y$
 $A = b * y + Z * y^2$
 $A = 6.40 * 1.41 + 0.74 * 1.41^2$
A = 10.51 m²

* Perímetro mojado $P = b + 2 * y * (1 + Z^2)^{0.5}$
 $P = 6.40 + 2 * 1.41 * (1 + 0.74^2)^{0.5}$
P = 9.92 m

* Radio Hidráulico $R = A/P$
R = 1.06 m

* Pendiente $C = 50.049$ **Fórmula de Chezy y Bazin**
S = 0.0015

* Rugosidad $n = (A * R^{2/3} * S^{0.5}) / Q$
 $n = (10.51 * 1.06^{2/3} * 0.0015^{0.5}) / 21.512$
n = 0.020

* Rugosidad Compuesta, asumiendo valores "n", criterio de Horton y Einstein

Mampostería = 0.025
 Concreto = 0.016

$$= \left[\frac{y * \sqrt{1 + Z^2} * 0.025^{1.5} + y * \sqrt{1 + Z^2} * 0.025^{1.5} + b * 0.016^{1.5}}{p} \right]^{2/3}$$

$$n = \left[\frac{2 * (1.41 * \sqrt{1 + 0.74^2} * 0.025^{1.5}) + 6.40 * 0.016^{1.5}}{9.92} \right]^{2/3}$$

n = 0.020

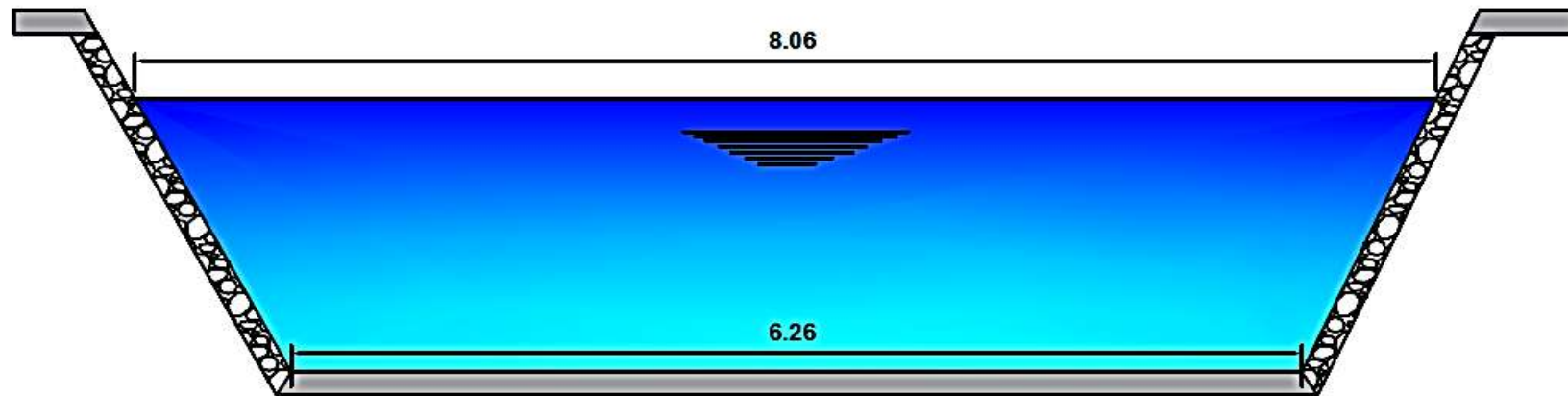
Relacionado a la determinación de características Geométricas e Hidráulicas del canal Alimentador

1. Luego de haber realizado los aforos correspondientes y de aplicar la ecuaciones y relaciones geométricas necesarias, se procedió a determinar las características Geométrica e Hidráulica de ambas secciones transversales del canal Alimentador, solo para el Primer Aforo tanto en sección transversal inicial ubicada en la progresiva 0+460 km (**Ver Figura 20**) y para la sección transversal final ubicada en la progresiva 15+460 km (**Ver Figura 21**), del mismo modo se puede visualizar los resultados relacionados a las características Geométricas e Hidráulica tanto del Segundo y Tercer aforo en ambas progresivas (inicial – final) (**Ver Plano 03**), existiendo variación de parámetros como Velocidad media (V_m), Área Hidráulica (A), Tirante (Y), Espejo de agua (T), Perímetro mojado (P), debido a que los aforos fueron realizados en diferentes fechas y caudales

**ESTACIÓN DE AFORO N° 01
CANAL ALIMENTADOR SISTEMA TINAJONES
PROGRESIVA Km 0+460**

24/05/22

**EA 01 A 460 m DE BOCATOMA RACARRUMI
CANAL TRAPEZOIDAL CON PAREDES DE
MAMPOSTERÍA Y LOSA DE CONCRETO**



| CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS E HIDRÁULICAS DEL CANAL | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|--|-------|------|-------|-------|---------------------|-------|-------|---------|-------|---------|-----------------------|
| PROGRESIVA | TIPO SECCIÓN | REVESTIMIENTO | b (m) | Z | Y (m) | T (m) | A (m ²) | P (m) | R (m) | S (m/m) | n | V (m/s) | Q (m ³ /S) |
| 0+460 Km | TRAPEZOIDAL | PAREDES DE MAMPOSTERÍA, LOSA DE CONCRETO | 6.26 | 0.50 | 1.80 | 8.06 | 12.91 | 10.29 | 1.25 | 0.0011 | 0.020 | 1.91 | 24.97 |

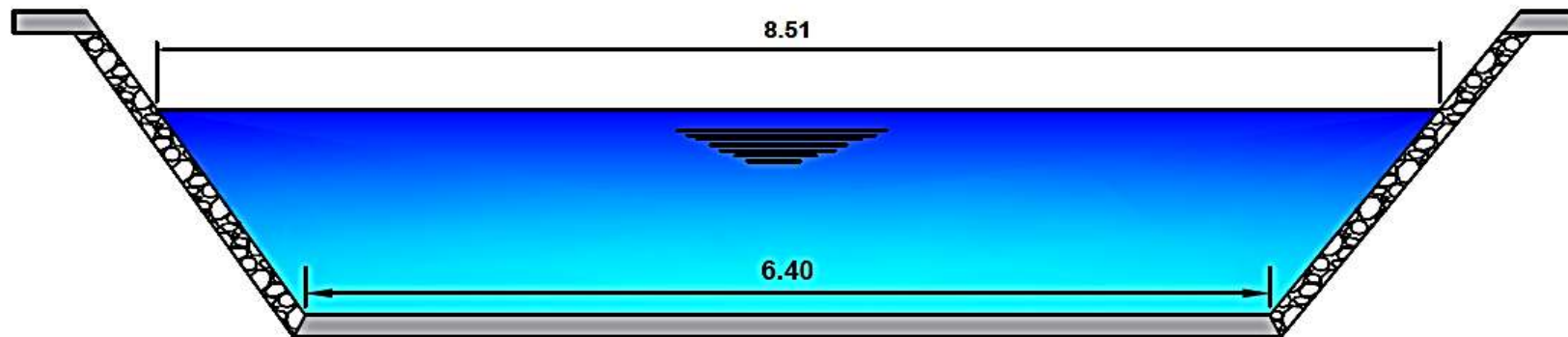
Figura 20. Características Geométricas e Hidráulicas Primer Aforo

Fuente: Elaboración propia

**ESTACIÓN DE AFORO N° 02
CANAL ALIMENTADOR SISTEMA TINAJONES
PROGRESIVA Km 15+460**

24/05/22

**EA 02 A 15460 m DE BOCATOMA RACARRUMI
CANAL TRAPEZOIDAL CON PAREDES DE
MAMPOSTERÍA Y LOSA DE CONCRETO**



| CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS E HIDRÁULICAS DEL CANAL | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|--|-------|------|-------|-------|---------------------|-------|-------|---------|-------|---------|-----------------------|
| PROGRESIVA | TIPO SECCIÓN | REVESTIMIENTO | b (m) | Z | Y (m) | T (m) | A (m ²) | P (m) | R (m) | S (m/m) | n | V (m/s) | Q (m ³ /S) |
| 15+460 Km | TRAPEZOIDAL | PAREDES DE MAMPOSTERÍA, LOSA DE CONCRETO | 6.40 | 0.74 | 1.43 | 8.51 | 10.69 | 9.96 | 1.07 | 0.0016 | 0.020 | 2.06 | 22.12 |

Figura 21. Características Geométricas e Hidráulicas Primer Aforo

Fuente: Elaboración propia

Relacionado a la Eficiencia y pérdidas por conducción

1. Luego de haber realizado los tres (03) aforos y haber identificado los caudales de entrada y salida se procedió a calcular según la Ecuación 1 las respectivas eficiencias y pérdidas por conducción (**Ver Tabla 20**)
2. Se tuvo en consideración que en la progresiva 8+000 km aproximadamente se ubica el canal Lateral Majin en el margen derecho del canal alimentador, el cual capta parte del flujo que es transportado por el canal alimentador

Eficiencia por conducción (Primer Aforo)

- Caudal inicial = 24.97 m³/s
- Caudal Fin = 22.12 m³/s
- Caudal Canal Majin = 1.00 m³/s

$$Ef_c = \frac{Q_f}{Q_i} * 100$$

$$Ef_c = \frac{22.12}{24.97 - 1} * 100$$

$$Ef_c = 92.30 \%$$

Pérdidas por conducción (Primer Aforo)

$$P_c \text{ (m}^3\text{/s)} = 24.97 - (22.12 + 1)$$

$$P_c = 1.85 \text{ m}^3\text{/s}$$

$$P_c \text{ (\%)} = 100 \% - 92.30 \%$$

$$P_c = 7.70 \%$$

$$P_c \text{ (m}^3\text{/s - km)} = 1.85/15$$

$$P_c = 0.12 \text{ m}^3\text{/s - km}$$

Eficiencia por conducción (Segundo Aforo)

- Caudal inicial = 27.63 m³/s
- Caudal Fin = 24.96 m³/s
- Caudal Canal Majin = 1.12 m³/s

$$E_{fc} = \frac{Q_f}{Q_i} * 100$$

$$E_{fc} = \frac{24.96}{27.63 - 1.12} * 100$$

$$E_{fc} = 94.19 \%$$

Pérdidas por conducción (Segundo Aforo)

$$P_c \text{ (m}^3\text{/s)} = 27.63 - (24.96 + 1.12)$$

$$P_c = 1.54 \text{ m}^3\text{/s}$$

$$P_c \text{ (\%)} = 100 \% - 94.19 \%$$

$$P_c = 5.81 \%$$

$$P_c \text{ (m}^3\text{/s - km)} = 1.54/15$$

$$P_c = 0.10 \text{ m}^3\text{/s - km}$$

Eficiencia por conducción (Tercer Aforo)

- Caudal inicial = 24.20 m³/s
- Caudal Fin = 21.51 m³/s
- Caudal Canal Majin = 1.10 m³/s

$$E_{fc} = \frac{Q_f}{Q_i} * 100$$

$$E_{fc} = \frac{21.51}{24.20 - 1.10} * 100$$

$$E_{fc} = 93.15 \%$$

Pérdidas por conducción (Tercer Aforo)

$$P_c \text{ (m}^3\text{/s)} = 24.20 - (21.51 + 1.10)$$

$$P_c = 1.58 \text{ m}^3\text{/s}$$

$$P_c \text{ (\%)} = 100 \% - 93.15 \%$$

$$P_c = 6.85 \%$$

$$P_c \text{ (m}^3\text{/s - km)} = 1.58/15$$

$$P_c = 0.11 \text{ m}^3\text{/s - km}$$

Tabla 20*Cuadro resumen de Eficiencias y pérdidas por conducción*

| Fecha | Caudal inicio Progresiva 0+460 km (m ³ /s) | Caudal final Progresiva 15+460 km (m ³ /s) | Canal Majin Progresiva 8+000 km (m ³ /s) | Eficiencia Conducción (%) | Pérdidas Conducción (m ³ /s) | Perdidas Conducción (%) | Perdidas por Kilometro (m ³ /s-km) |
|-----------------|--|--|--|---------------------------------|---|-------------------------------|---|
| 24/05/2022 | 24.97 m ³ /s | 22.12 m ³ /s | 1.00 m ³ /s | 92.30 % | 1.85 m ³ /s | 7.70 % | 0.12 m ³ /s-km |
| 9/06/2022 | 27.63 m ³ /s | 24.96 m ³ /s | 1.12 m ³ /s | 94.19 % | 1.54 m ³ /s | 5.81 % | 0.10 m ³ /s-km |
| 17/06/2022 | 24.20 m ³ /s | 21.50 m ³ /s | 1.10 m ³ /s | 93.15 % | 1.58 m ³ /s | 6.89 % | 0.11 m ³ /s-km |
| PROMEDIO | | | | 93.20 % | 1.66 m³/s | 6.80 % | 0.11 m³/s-km |

Fuente: Elaboración propia

Relacionado a la Ejecución de estudio de Fotogrametría

1. Después realizar el **Planeamiento de vuelo** se procedió a ejecutarlo, obteniendo como resultado las 62 imágenes aéreas del área de estudio entre las progresivas 4+500 km y 5+000 km (**Ver Anexo 28, 29 y 30**), abarcando un area de vuelo de 10.9 hectáreas aproximadamente,
2. Para el procesamiento de las imágenes aéreas obtenidas con la aeronave DJI Phantom 4 PRO, se utilizó el Programa Agisoft Metashape Professional (**Ver Figura 22**), asimismo las coordenadas geográficas UTM (Norte -Este) en datum (WGS84) y altitud de los **Puntos de Control** obtenidos por el GPS para el estudio de Fotogrametría fueron incorporados a dicho proceso para la obtención de la Ortofoto

Procedimiento para la obtención de Ortofotos

1. Abrir programa Agisoft Metashepe Professional
 2. Cargar las fotografías al programa
 3. Seleccionar la proyección geodésica
 4. Alineamiento de fotografías
 5. Construcción de nube de puntos
 6. Construcción de la malla
 7. Construcción de la ortofoto
 8. Exportación de la ortofoto
3. Una vez culminado dicho proceso se obtuvo como resultado la **Ortofoto** del tramo estudiado (**Ver Plano 06**), ortofoto que luego de ser procesada en el programa Autodesk Civil 3D 2022, se puede visualizar las conexiones con sus respectivas coordenadas UTM obtenidas en el inventario general de conexiones (**Ver Plano 08**)

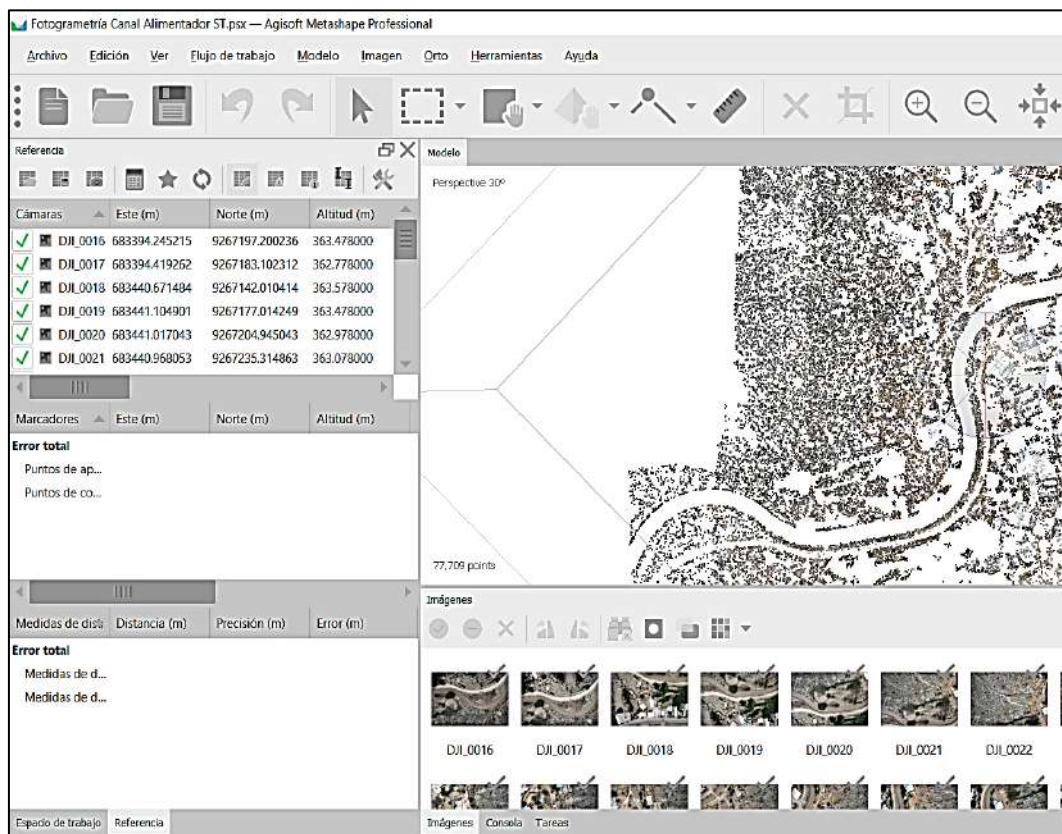


Figura 22: Procesamiento de las imágenes aéreas

Fuente: Elaboración propia, en programa Agisoft Metashape Professional

Relacionado a las Propuestas que permitan mejorar la eficiencia de conducción del canal Alimentador

Propuestas Técnicas

Propuesta 01

Se propone continuar con los mantenimientos periódicos y permanentes, toda vez que según la información recopilada el canal Alimentador en la actualidad presente un coeficiente de rugosidad (n) en condición (mediana), condición que podría variar debido al tiempo de servicio que tiene el canal y al presentarse patologías como grietas, erosión, sedimentación, presencia de vegetación, entre otras, esto conllevaría al incremento de su rugosidad (n) y adicionando el hurto del caudal por parte de usuarios, todo ello conllevaría a la disminución de su Eficiencia de Conducción (Efc)

Propuesta 02

Se propone que en todo el trayecto del canal Alimentador del Sistema Tinajones, se instale equipos de medición de caudal como limnógrafos, o dispositivos automatizados, tal como se ha colocado en la progresiva 0+100 km ó Bocatoma Raca Rumi, los cuales permitan tener un mejor panorama del flujo que está circulando en el canal, así como las pérdidas que se producen en todo su recorrido, a fin de tomar las mejores decisiones en temas de dotaciones del caudal y mejoras del canal Alimentador

Propuesta 03

Relacionado al incremento de la rugosidad (n), si bien es cierto que en un inicio el canal Alimentador ha sido diseñado para transportar un caudal de $70 \text{ m}^3/\text{s}$, en la actualidad al existir un incremento de su rugosidad dicho canal solo puede trasportar $59.55 \text{ m}^3/\text{s}$ aproximadamente (**Ver Anexo 12**), por lo que es de suma importancia prestarle atención a dicho parámetro ya que de surgir la necesidad de transportar un caudal de $70 \text{ m}^3/\text{s}$ el canal no estará en condiciones de transportar dicho flujo, por lo que se propone ir modificando de manera paulatina las paredes del canal iniciando por las que se encuentran con mayor estado de desgaste, a fin de evitar posibles reboses en tramos más críticos del canal

Propuestas Administrativas

Propuesta 01

Se propone que el Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT), en coordinación con la Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Chancay Lambayeque (JUCHL) realice un Padrón de todos los usuarios formales e informales, que extraen el caudal del Canal Alimentador, con su respectivo registro Catastral de tal manera que se pueda llevar un control adecuado de sus requerimientos según las necesidades de cada usuario, a fin de que con lo recaudado se puedan realizar mejoras en temas de mantenimiento u operación del canal Alimentador

Propuesta 02

En el presente trabajo de investigación se demuestra que haciendo uso de la técnica de fotogrametría se puede identificar las conexiones instaladas (**Ver Pano 08**), por lo que se propone que en trabajos posteriores, se puede realizar los inventarios y actualizar la data a través de imágenes aéreas de manera trimestral, semestral o anual, considerando que al hacer uso de dicha herramienta los trabajos se realizan en menor tiempo y sin que personal profesional o técnico realicen recorridos de los más de 16 km de trayecto del canal alimentador poniendo en riesgo su integridad física debido que en diferentes zonas los pobladores no están de acuerdo que se realice ese tipo de trabajos

Propuesta 03

Que es prioridad fundamental del Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT) en coordinación con la Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Chancay Lambayeque (JUCHL), contar con un padrón actualizado de los usuarios así como el area de influencia en la que cada uno hace uso del agua para irrigación de sus terrenos, al respecto se propone hacer uso de estudios de fotogrametría ya que no solo se puede visualizar las conexiones según la Propuesta 02, sino que también se puede tener una mejor visualización de las áreas de influencia de irrigación y observar en tiempo real las variaciones que se vienen produciendo en todo el trayecto del canal Alimentador del Sistema Tinajones

IV. DISCUSIONES

Discusión 1. Relacionado al inventario de conexiones

Si bien es cierto que el acceso al agua es un derecho reconocido por nuestra Constitución Política del Perú, y el estado Garantiza dicho derecho en la medida que esta sea utilizada para el consumo humano, en la actualidad el canal Alimentador presenta 462 conexiones entre tuberías de PVC y motobombas, de las cuales existen conexiones que son utilizadas para extraer agua para consumo humano, no obstante existen en su mayoría conexiones que son utilizadas para extraer el caudal para usos de riego de parcelas de diferentes cultivos

Con respecto los antecedentes Yungan, (2019), Demin, et al., (2017) al evaluar la eficiencia de conducción en canales, las pérdidas están directamente relacionadas al hurto de agua por parte de usuarios no registrados, en la presente investigación según los aforos realizados para evaluar la eficiencia por conducción, las pérdidas que se generen a lo largo del canal se deben a la presencia de conexiones no registradas por parte de los pobladores

Discusión 2. Relacionado a los aforos

Con respecto a los antecedentes Vértiz, (2017), para evaluar la eficacia de canales, determinó que el nivel de eficiencia alcanzando fue de 76,12% considerándola como regular - alta, mientras que Olortegui y Romero, (2018), determinaron que existía una pérdida por conducción de 4.259% esto debido a infiltraciones; ambos resultados fueron obtenidos mediante el método del correntómetro; en la presente investigación, usando el mismo método, se evaluó la eficiencia de conducción de canal Alimentador, obteniendo como resultados pérdidas alrededor del 6.80%, debido a la presencia de extracciones en todo el trayecto del canal, así como una eficiencia de 93.20%

Discusión 3. Relacionado a las características Geométrica e Hidráulicas del canal Alimentador

Con respecto al antecedente (Salazar, 2019), quien estimó las pérdidas volumétricas en el canal Ambato-Huachi-Pelileo, del cual tomó una muestra representativa de 5.9 km de longitud, con 30 años de antigüedad, determinó que para un caudal promedio igual a 1.52 m³/s presentó una velocidad media de 1.04 m/s, velocidad que fue evaluada a 0.2, 0.6 y 0.8 de tirante, estimando las pérdidas en 0.158 m³/s-km, debido a infiltraciones, así como un coeficiente de rugosidad de 0.018. En la presente investigación se evaluó caudales que oscilan entre 21,50 - 27.63 m³/s, con velocidades entre 1.88 - 2.20 m/s, las cuales fueron evaluadas a 0.6 del tirante, presentando un coeficiente de rugosidad (n) ponderado de 0.020 y pérdidas de conducción promedio a 0.11 m³/s-km, debido a extracciones del caudal, teniendo en consideración que el canal cuenta con más de medio siglo desde que fue puesto en operación por primera vez, por lo tanto ambas investigaciones muestran velocidades que se encuentran en el rango las cuales evitan fenómenos como sedimentación o erosión, así mismo la diferencia de rugosidad que presentan ambos canales se debe al tiempo de uso mientras que el canal alimentador tiene más de 50 años de operación su rugosidad es mayor en comparación con la del canal Ambato-Huachi-Pelileo que tiene 30 años de operación

Discusión 4. Relacionado a las eficiencias y pérdidas por conducción

Culminada la etapa de aforos y luego de realizar los cálculos correspondientes, se concluyó que, la eficiencia del canal alimentador se encuentra alrededor de 93.20% con pérdidas por conducción de 0.11 m³/s-km, debido a la existencia de extracciones en todo su trayecto; con respecto a los antecedentes (Martín, 2018), al evaluar el canal Paiján, obtuvo una eficiencia promedio de 90% y que las pérdidas se deberían a filtraciones y percolaciones, por su parte (Chicote, 2017), al evaluar la eficiencia de conducción del canal de riego El Progreso Mayanal, obtuvo una eficiencia de 88.56%, debido al mal estado del recubrimiento y al deterioro de las juntas, de igual manera (Dávila & Rosales, 2018), al evaluar el canal de riego Chucupe Bajo, concluyeron que dicho canal presenta 83% de eficiencia en la conducción y las pérdidas se deben a

infiltraciones; entonces considerando que el canal Alimentador del Sistema Tinajones tiene más de medio siglo desde que fue puesto en operación y teniendo en cuenta su constante mantenimiento, su eficiencia de conducción y sus pérdidas, están relacionadas a factores externos como son las conexiones de tuberías de PVC y motobombas, las cuales son instaladas por parte de pobladores que cada día extraen el caudal en diferentes proporciones para la irrigación de sus terrenos, mas no por problemas de filtraciones o propias de su estructura

Discusión 5. Relacionado al estudio de Fotogrametría

Kulkarni y Nagarajan (2018), en su investigación en la cual a través de la utilización de imágenes terrestres usando drones y datos satelitales, determinaron que existía una reducción promedio en la eficiencia de transporte del caudal, ello se debería a la presencia de vegetación, el agrietamiento del revestimiento así como la cantidad de sedimento encontrado, en esta investigación se hizo uso de la técnica de Fotogrametría, en la cual a través de la utilización de imágenes aéreas usando un aeronave pilotada a distancia (drone), se obtuvo como resultado una Ortofoto en la cual se aprecia claramente las conexiones instaladas por los pobladores en ambos márgenes del canal Alimentador las mismas que extraen el caudal transportado por dicho canal, influyendo de manera directa en la disminución de la eficiencia por conducción, lo que demuestra que al hacer uso de estas tecnologías en diferentes aplicaciones se puede llegar al mismo objetivo

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Relacionado a la elaboración de extracciones en toda la longitud del canal Alimentador del Sistema Tinajones, se concluye que es la primera vez que se realiza este tipo de inventario siendo un aporte fundamental e indispensable no solo para el Área encargada de la Operación y Manteamiento (OPEMA) del Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT), sino para la Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Chancay Lambayeque (JUCHL), debido a que en la actualidad existe un total de 462 extracciones de diferentes diámetros (Ver Anexo 02), número que podría aumentar o disminuir con el paso del tiempo y que es primordial para la evaluación de la eficiencia por conducción así como identificar el caudal que ingresa al reservorio de Tinajones, motivo por el cual ha sido de vital importancia la ejecución del inventario realizado en el presente proyecto de investigación, sirviendo como antecedente para futuras evaluaciones o actualizaciones de extracciones en todo el trayecto del canal Alimentador del Sistema Tinajones

Con relación a la realización de aforos en los inicios y al final del canal, a través del método del Correntómetro Electromagnético, usando el quipo OTT MF pro, se realizaron tres (03) aforos en las secciones del canal Alimentador ubicadas en las progresivas 0+460 km (caudal inicial) y 15+460 km (caudal final). Que, tomando como base el Primer Aforo en la progresiva 0+450 km, aforo que según el método de Correntómetro Electromagnético se obtuvo un caudal de 24.97 m³/s y teniendo en consideración los valores brindados por el Equipo Limnigráfico ubicado en la progresiva 0+100 km, el cual registró una altura de mira de 1.178 m, y que de conformidad con la tabla de descarga la cual está en función de la altura de mira (Ver Anexo 09) le correspondería un caudal de 24.891 m³/s, asimismo según el equipo automatizado que se encuentra ubicado en la Bocatoma Raca Rumi registró un caudal promedio de 25.169 m³/s, por lo que se puede concluir que el aforo realizado con el equipo OTT MF pro

(método de correntómetro), ha sido con éxito, motivo por el cual los siguientes aforos fueron realizados usando este método

Con relación a las características Geométricas e Hidráulicas del canal Alimentador, luego de realizar los trabajos en gabinete, se concluye que: el canal presenta un incremento de la velocidad media (V_m) en la estación N°. 02, esto debido a que existe una variación en la pendiente (S) ya que en la Estación N°. 01 (progresiva 0+460 km), ésta es igual a 0.0011 y en la estación N°. 02 (progresiva 15+460 km), es igual a 0.0016, así mismo si bien es cierto que el canal en un inicio fue diseñado para conducir un caudal e 70 m³/s con un coeficiente de rugosidad (n) igual a 0.017 (Ver Anexo 12), en la actualidad muestra un aumento de dicho coeficiente ya que al haber sido construido con paredes de mampostería y losa de concreto es decir que al presentar una rugosidad compuesta, y que luego de asumir valores para tener conocimiento cual es el estado actual de dicha rugosidad, luego de emplear valores brindados por Horton para ser usados en las fórmulas de Ganguillet-Kutter y Manning se adoptó el valor de **0.025** para mampostería en estado mediano y de **0.016** para el concreto en estado mediano, y al aplicar el criterio de Horton y Einstein para rugosidad (n) compuesta el canal presenta un valor de rugosidad (n) igual **0.020**, concluyendo que la rugosidad actual del canal Alimentador se encuentra en estado mediano, condición que se debe al tiempo que ha transcurrido desde que el canal fue puesto en operación por primera vez, de igual manera la velocidad media (V_m) que ha presentado el canal Alimentador en los diferente aforos y con caudales distintos se encuentra dentro de los límites permitidos es decir dicha velocidad no favorece tanto a fenómenos como la sedimentación o erosión

Relacionado al cálculo de la eficiencia por conducción, de los tres (03) aforos realizados en las ambas progresivas (inicio y fin) del canal Alimentador y teniendo en consideración que en la progresiva 8+000 km, se encuentra el canal Lateral Majin el cual capta parte del caudal que transporta el canal Alimentador, se concluye que en la actualidad el canal

presenta eficiencias por conducción de 93.20 % y pérdidas por conducción de 0.11 m³/s-km (**Ver Anexo 5, 6 y 7**)

Con relación a la ejecución del estudio de fotogrametría realizado en un tramo del canal Alimentador entre en las progresivas 4+500 km y 5+000 km con Aeronave Pilotada a Distancia (Drone) de la marca Dij Phantom 4PRO, se obtuvo como resultado un total de 62 imágenes aéreas, las cuales abarcaron una extensión de 10.9 hectáreas aproximadamente, imágenes que luego de ser procesadas se obtuvo una Ortofoto (**Ver Plano 08**) en la cual se puede visualizar claramente las extracciones de tuberías de PVC que han sido instaladas por pobladores para la extracción del caudal que transporta el canal, de dicho estudio fotogramétrico se concluye que todas las extracciones pueden ser georreferenciadas obteniendo de manera asequible su posición en un sistema de coordenadas deseadas, así mismo se puede tener conocimiento cuál es el diámetro aproximado de cada tubería

Relacionado a las propuestas presentadas, se concluye que si tanto el Proyecto Especial Olmos Tinajones, así como la Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Chancay Lambayeque, toman en consideración dichas propuestas, no solo se tendrá un mejor control del caudal que es transportado por el canal sino que también se podrá realizar las recaudaciones necesarias por el uso del recurso hídrico para mejoras del canal, además de poder tener actualizada la data de los usuarios y las conexiones que existen en todo el trayecto

5.2. Recomendaciones

Si bien es cierto que, desde que el Canal Alimentador fue puesto en operación en el año de 1968 y durante su periodo de servicio de más de medio siglo, tanto el Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT) así como la Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Chancay Lambayeque (JUCHL), no han realizado ningún tipo de inventarios de extracciones a lo largo de todo el trayecto del canal Alimentador, las cuales extraen parte del caudal transportado y que influyen de manera directa en la eficiencia por

conducción del canal Alimentador, por lo que se recomienda a aquellas entidades encargadas de la operación y mantenimiento de canales mantener una coordinación adecuada y trabajar conjuntamente a fin de poder realizar de manera continua este tipo de inventarios que son necesarios para la evaluación de la eficiencia de los canales

Para el procedimiento de aforos se debe considerar cuales son las condiciones y características que presenta cada canal, a fin de proponer que tipo de método es el que más se ajusta para ser utilizado en la recolección de datos en los diferentes aforos y que accesorios se deben utilizar asimismo tener en cuenta que al hacer uso de equipos digitales garantizar que los resultados que se obtienen sean datos fidedignos tal como se a realizado en la presente investigación al comparar los resultados obtenidos del Limnígrafo, equipo automatizado y el correntómetro electromagnético

Se recomienda realizar verificaciones periódicas en todo el trayecto del canal Alimentador, con la finalidad de inspeccionar las condiciones en las cuales se encuentra su estructura, así como el estado de su rugosidad (n) ya que de ella dependen la variación de sus características hidráulicas

Al realizar evaluaciones de eficiencias en canales tener en consideración cuales son los principales factores que influyen en la misma, los cuales podrían estar relacionados a patologías que presente cada canal o en su defecto a extracciones, operación y mantenimiento. En la presente investigación la eficiencia que presentó el canal en cada aforo es variable debido básicamente a que no todos los días las conexiones de tuberías de PVC y motobombas que son utilizadas por usuarios para extraer el caudal que transporta el canal Alimentador están en operación y/o funcionamiento

Y finalmente tener en consideración que al momento de ejecutar estudios de fotogrametría, se realice una planificación concerniente a un procedimiento estructurado, adecuado y ordenado, en el área de estudio,

que permita obtener la información requerida, debido a que el tiempo de duración con el que cuenta cada batería para el funcionamiento de estos equipos es limitado, asimismo en lo posible ubicar los puntos de control en lugares adecuados y georreferenciados ya que de ellos depende la orientación de todas las fotografías aéreas

REFERENCIAS

- Abdirashid, O; Omuto, C; Ondieki, S. (2019). Determination of Irrigation Supply Efficiency in Challenging Environment Case Study of Bal'ad District, Middle Shabelle Region in Somalia. *Scientific Research Publishing*, 1-10. doi:10.4236/cweee.2019.81001
- Abdrazakov, F, K; Rukavishnikov, A, A. (2019). Problems of Irrigation Canals and Modern Methods of Their Technical Improvement due to Innovative Concrete Materials and Technologies. *Atlantis Highlights in Material Sciences and Technology (AHMST)*, 375-378. doi:https://doi.org/10.2991/isees-19.2019.73
- Akbar, S; Bbas, A; Hanjra, M; Khan, S. (2013). Structured analysis of seepage losses in irrigation supply channel sfor cost-effective investments: case studies from the southern Murray-Darling Basin of Australia. *Irrigation Science*, 11-25. doi: 10.1007/s00271-011-0290-4
- Akkuzu, E; Unal, H, B; Karatas, B, S. (2007). Determination of Water Conveyance Loss in the Menemen Open. *TUBITAK*, 11-22.
- Arboleda, J., Felipe, O., & Yerrén, J. (2018). *Manual de Hidrometría Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)*. Lima: Dirección de Hidrología (DHI), Subdirección de Predicción Hidrológica (SPH). Obtenido de www.senamhi.gob.pe
- Arboleda, J., Felipe, O., & Yerrén, J. (2018). *Manual de Hidrometría Servicio Nacional de Metereología e Hidrología del Perú (SENAMHI)*. Lima: Dirección de Hidrología (DHI), Subdirección de Predicción Hidrológica (SPH). Obtenido de www.senamhi.gob.pe
- ArcGIS, R. (s.f.). Georreferenciación y Sistema de Coordenadas. *Environmental Systems Research Institute (ESRI)*. Obtenido de <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n0000000s000000.htm>
- Arshad, M; Gomez, R; Falconer, A; Roper, W; Summers, M. (2014). A remote sensing technique detecting and identifying water activity sites along

- irrigation canals. *American Journal of Environmental Engineering and Science*, 19-35.
- Azmeri, A; Alfiansyah, Y; Uli, Z; Imam, F. (2019). Effects of irrigation performance on water balance: Krueng Baro Irrigation Scheme (Aceh-Indonesia) as a case study. *Journal of Water & Land Development*, 12-20. doi:10.2478/jwld-2019-0040
- Birara, H., & Halefom, A. (2017). Evaluation of seepage loss in Gorezen irrigation canals, dabat Woreda, North Gondar, Ethiopia. *Engineering Science and Technology*, 1-9.
- Borda, W. (2018). *Análisis y determinación de la Velocidad de Flujo y su Influencia en el Caudal por el cambio de la rugosidad del canal de concreto – Huaman Tapara . Juliaca - Perú: Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez"*.
- Borgja, S. (2016). *Metodología para la Investigación Científica para ingenieros*. Chiclayo.
- Bustamante, D. H., & Valladolid, C. J. (2020). *“Estudio definitivo del canal Carrizo Recta – sector de riego Cachinche” . Lambayeque - Peru: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*.
- Calvache, M. (2008). `Estudio de Distribución Técnica del Agua para 251 Usuarios del Ramal la Viña del Sistema de Riego. *XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo* (pág. 07). Quito: Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia y el Suelo.
- Carrasco, S. (2005). *Metodología de la Investigacion Científica*. Lima: San Marcos.
- Castillo, I. K., & Rodriguez, R. (2019). *Estudio experimental in situ para impermeabilizar en base a cal-arena-arcilla y mejorar la eficiencia de conducción del canal Gochirca-Tayabamba*. Trujillo - Perú: Universidad Privada Antenor Orrego.

- Chiclote, O. A. (2017). *“Evaluación de la Eficiencia de Conducción del Canal de Riego El Progreso Mayanal – Jaén – Cajamarca, Tramo: Km, 00+000 - 01+000*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Chow, V. T. (1994). *Hidráulica de canales abiertos*. Santa Fé de Bogota.
- Cieza, Z. G. (2019). *“Un Analisis de la Eficiencia de Conduccion en canales de irrigacion para Zonas Altoandinas Caso: Turuco”*. Lambayeque - Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Dávila, A. R., & Rosales, W. (2018). *“Mejoramiento del canal de Riego Chucupe Bajo en el sector Capote”*. Chiclayo - Perú: Universidad Cesar Vallejo.
- De la Cruz, D. S., & Ruiz, Y. A. (2018). *“Propuesta de Mejoramiento del Canal Limon Tramo II – Sub Sector Hidráulico Muy Finca”*. Lambayeque - Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Demin, P; Belén, M; Assán, M; Delgado, E; Baravalle, F; Maris, S; Segovia, F; Curarello, J. (2017). Conduction efficiency of irrigation system of the reservoir las Pirquitas in the Catamarca province Argentina. *Revista Estudios Ambientales*, 48-60.
- Díaz, J. C. (2014). *“Remodelación y Revestimiento de 1.2 Km en los canales Escute, Arenal Y Rama Pulen”*. Lambayeque - Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- ElGamal, T; ElFetyany, M; ElKassar, G. (2019). Effect of irrigation network rehabilitation on water management-case study: Tanta Navigation canal – Egypt. *Alexandria Engineering Journal*, 1215-1227. doi:10.1016 / j.aej.2019.10.005
- Espir, J, J; Morales J, A. (2015). *Evaluación de Fenómenos Hidráulicos en el Canal Chaquin del Sistea de Riego del Valle de Viru Primer Tramo*. Trujillo - Perú: Universidad Privada Antenor Orrego.
- French, R. (1988). *Hidráulica de Canales Abiertos*. Estado de Mexico: McGRAW-HILL .

- García, M, Y; Sánchez, I; García, G; Moreno, L; Trejo, R; Hernández, M, A. (2010). Evaluation of the efficiency of in the iv-017 irrigation module district, Comarca Lagunera. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 99-106.
- Hernández,R; Fernández, C; Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Obtenido de ISBN: 978-1-4562-2396-0
- Hydromet, O. (2018). *Instrucciones de Funcionamiento OTT MF pro*. Loveland - EEUU. Obtenido de www.ott.com
- Javaid, F; Arshad, M; Khan, M; Shabbir, A; Shakoore, A. (2012). Performance Assessment of Lined Watercourses In District Jhang. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 73-77.
- Jimenez, J. R. (2017). *La eficiencia de conduccion en el canal Troncal* . Tumbes - Perú: Universidad Nacional de Tumbes.
- Kennedy, P; Fragoza, D; Peña, P; Moreno, B. (1992). *Manual de Aforos*. Mexico: Instituto Mexicano de Tecnología del agua.
- Kilic, M., & Tuylu, G. I. (2011). Determination of water conveyance loss in the ahmetli regulator irrigation system in the lower Gediz Basin Turkey. *Irrigation and Drainage*, 579-589. doi:10.1002/ird.602
- Kulkarni, A. A., & Nagarajan, R. (2018). Drone survey facilitated weeds assessment and impact on hydraulic efficiency of canals. *ISH Journal of Hydraulic Engineering*, 1-6. doi:<https://doi.org/10.1080/09715010.2018.1520653>
- Llanca, N. A. (2020). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego Monte Ruri del caserío de Lucma, distrito de Taricá*. Huaraz - Ancash: Universidad Católica Los Ángeles de Chibote.
- Manrique, U. (2004). *Programa de Entrenamiento en Servicio-PES - Determinación de Eficiencias de Conducción y Distribución*. Lima: Ministerio de Agricultura.

- Martín, D. K. (2018). *Evaluación de la eficiencia por pérdidas de conducción en el canal Paijan*. Ascope - Trujillo - Perú: Universidad Nacional de Trujillo.
- Memom, A; Leghari, K, Q; Pathan, A; F; Khatri, K, L; Shah, S, A; Pinjani, K,K; Soomro, R; Ansari K. (2013). Design and Evaluation of Dadu Canal Lining for Sustainable Water Saving. *Journal of Water Resource and Protection*, 689-698. doi:http://dx.doi.org/10.4236/jwarp.2013.57069
- Minchola, E. A., & Radas, N. E. (2009). *Determinación de las Eficiencias de Conducción, Distribución y Operación en el Sistema de Riego del Canal lateral 5 valle Chao*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2015). *Manual de Cálculo de Eficiencias para Sistemas de Riego*. Lima: Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego - DGIAR.
- Mogollón, D. M. (2016). *Determinación y Evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego T-52 de la comisión de usuarios El Algarrobo Valle Hermoso*. Piura - Perú: Universidad Católica Los Angeles de Chimbote.
- Mohammadi, A; Rizi, A, P; Abbasi, N. (2019). Field measurement and analysis of water losses at the main and tertiary levels of irrigation canals: varamin Irrigation Scheme, Iran. *Global Ecology and Conservation*, 1-10. doi:10.1016/j.gecco.2019.e00646
- Morgado, F; Lopes, G; Brito, J, Feiteira, J. (2012). Portuguese Irrigation Canals: Lining Solutions, Anomalies, and Rehabilitation. *Journal of Performance of Constructed Facilities* © ASCE, 507-515. doi:https://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0000230
- Olortegui, J. Y., & Romero, R. A. (2018). *Determinación de eficiencia por conducción del canal L1 Tierra Firme y L2 Sánchez en el Sub Sector Hidráulico Nepeña*. Chimbote - Perú: Universidad César Vallejo.
- Quevedo, C. P. (2019). *Evolución de la sedimentación en el Embalse Tinajones*. Lambayeque - Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

- Ramos, C, M; Estrada, J; Delgado, G; Valle; E, M; Dominguez, D. (2018). Estimation of plot surface irrigation efficiency in a module of Región Lagunera irrigation district 017. *Revista Chapingo Series Zonas Áridas*, 21-30. doi:10.5154/r.rchsza.2018.04.011
- Rath, A., & Swain, P. C. (2020). Evaluation of performance of irrigation canals using benchmarking techniques a case study of Hirakud dam canal system, Odisha, India. *ISH Journal of Hydraulic Engineering*, 51-58. doi:10.1080 / 09715010.2018.1439777
- Salazar, K. D. (2019). *Estimación de Pérdidas de Caudal y Coeficiente de Rugosidad del Tramo Comprendido entre el Óvalo 12 al 19 del Canal de Riego Ambato- Huachi - Pelileo*. Ambato - Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Salinas, R. A. (2018). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto del canal de riego Puka Cruz, desde el tramo 0+000 al 1+000 del distrito de Huayllapampa*. Huaraz: Universidad Católica Los Angeles de Chimbote.
- Sanchez Sobrino, J. (2006). *Introducción a la Fotogrametría*. Madrid, España: Universidad Politecnica de Madrid.
- Shah, Z; Gabriel, H; Haider, S; Jafri, T. (2020). Analysis of seepage loss from concrete lined irrigation canals in Punjab, Pakistan. *Irrigation and Drainage*, 1-14. doi:10.1002/ird.2474
- Shahrokhnia, M. A., & Javan, M. (2007). Influence of roughness changes on offtaking discharge in irrigation canals. *Water Resour Manage*, 635-647. doi:10.1007/s11269-006-9034-2
- Silva, L. P. (2020). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto del canal de Regadío Minas, caserío de Laborpampa*. Carhuaz - Anchas: Universidad Católica Los Angeles de Chimbote.
- Sipán, U. S. (2017). *Código de ética de la investigación de la USS*. Chiclayo-Perú.
- Urbano, W. D. (2019). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego de Antaucro en el sector Independencia del distrito de*

Paríahuana. Carhuaz - Ancash: Universidad católica Los Angeles de Chimbote.

Vértiz, K. A. (2017). *Análisis de la eficiencia de conducción y distribución del canal Guadalupe del Sub Sector Hidráulico Guadalupe*. Trujillo -Perú: Universidad Nacional de Trujillo.

Villón Bejar, M. (1995). *Hidráulica de Canales*. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Yungan, A. M. (2019). *Determinación de la eficiencia de conducción y distribución del ramal Churoloma*. Quito: Universidad Central del Ecuador.

Zavala, A. M. (2016). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto del canal Sub Lateral 9+265* . Piura - Perú: Universidad Católica Los Angeles de Chimbote.

Zia, A., & Ali, M. (2017). Behavior of fiber reinforced concrete for controlling the rate of cracking in canal-lining. *Construction and Building Materials*, 726-729. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.08.078>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia

| PROBLEMA | OBJETIVOS | MARCO TEORICO | HIPOTEISIS Y VARIABLES | METODOLOGIA |
|--|--|---|--|--|
| ¿Falta de propuestas para mejorar la eficiencia de conducción en el canal Alimentador del Sistema Tinajones? | <u>Objetivo General:</u> | <u>Antecedentes</u> | <u>Hipótesis General.</u> | <u>Método de Investigación.</u> Cuantitativo |
| | Proponer alternativas para mejorar la eficiencia de conducción del canal Alimentador del Sistema Tinajones | Llontop y Zuñiga., 2019 Mohammadi., et al., 2019 Salazar., 2019 Yungan., 2019 Ramos, et al., 2018 Kulkarni & Nagarajan., 2018 Demin, et al., 2017 Birara & Halefom., 2017 Llanca., 2020 | Las propuestas presentadas contribuirán a mejorar la eficiencia de conducción. del canal alimentador del Sistema Tinajones | <u>Tipo de Investigación.</u> Aplicada |
| | <u>Objetivos Específicos</u> | | <u>Variables.</u> | <u>Diseño de la Investigación</u> No Experimental – Transversal - Descriptivo |
| | a. Elaborar un inventario general de las extracciones con tuberías de PVC y motobombas en los 16.08 km de longitud del canal Alimentador | <u>Teorías relacionadas al tema</u> | <u>Variable</u> | M ← O P Donde: M= muestra de estudio. O = Información que se recopilará de la muestra "M" P = Propuesta. |
| | b. Realizar los aforos correspondientes en sus inicios y al final del canal Alimentador del Sistema Tinajones | a) Eficiencia de conducción de canales: baja, media, alta b) Métodos de medición de caudal: Método área - velocidad, correntómetro, flotador, volumétrico. c) Factores que influyen en bajas eficiencias de conducción de caudal d) Fotogrametría: obtención de Ortofoto | Eficiencia de Conducción del canal Alimentador del Sistema Tinajones | <u>Muestra.</u> La muestra se tomará por secciones siendo las progresivas 0+460 Km y 15+460 km del canal alimentador. |
| | c. Determinar las características Geométricas e Hidráulicas del canal Alimentador del Sistema Tinajones | | | <u>Técnicas de Recolección.</u> Guía de Observación Recolección de datos, Fichas Técnicas |
| | d. Calcular la eficiencia de conducción del canal Alimentador del Sistema Tinajones | | | <u>Técnicas de Análisis y Procedimiento.</u> Se hizo uso de método del Correntómetro Electromagnético, estudio de Fotogrametría con dron, con la utilización de programas como Autocad Civil 3D, Agisoft Metashape Professional, Microsoft Excel y Word. |
| | e. Ejecutar un estudio de Fotogrametría de tramo del canal Alimentador del Sistema Tinajones | | | |
| f. Presentar propuestas que permitan mejorar la eficiencia de conducción del canal Alimentador | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Inventario de extracciones en canal Alimentador

| FICHA TÉCNICA INVENTARIO DE EXTRACCIONES | | | | | | |
|---|--|-------------------|-----------|--|------------------|-----------------|
| IE - CA - ST | | | | | | |
| Tesis | | | | | | |
| Propuestas para mejorar la Eficiencia de Conducción del canal Alimentador del Sistema Tinajones | | | | | | |
| ENTIDAD RESPONSABLE | PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES (PEOT) | RESERVORIO | | ELABORADO POR | | |
| | | Tinajones | | Bach. Max Yober Leon Perez | | |
| | | BOCATOMA | | COLABORACIÓN | | |
| | | Raca Rumi | | Personal Profesional y Técnico área OPEMA - PEOT | | |
| CANAL | | | | | | |
| ÁREA A CARGO | OPEMA | Alimentador | | ZONA UTM | | |
| | | PROGRESIVA INICIO | | DATUM | | |
| UBICACIÓN | | Km. 0+000 | | GPS | | |
| DISTRITO | Chongoyape | PROGRESIVA FIN | | Garmin - Navegador | | |
| PROVINCIA | Chiclayo | Km 16+080 | | FECHA DE REGISTRO | | |
| DEPARTAMENTO | Lambayeque | | | marzo, 2022 | | |
| N° | COORDENADAS UTM | | MARGEN | Tubería/ Motobomba | DIÁMETRO (Pulg.) | ESTADO (ACTUAL) |
| | NORTE | ESTE | | | | |
| 1 | 9267433.00 | 687201.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | INOP |
| 2 | 9267367.00 | 686184.00 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | OP |
| 3 | 9267355.00 | 685885.00 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | INOP |
| 4 | 9267329.00 | 685591.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 5 | 9267328.00 | 685590.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 6 | 9267381.00 | 685485.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | INOP |
| 7 | 9267381.00 | 685485.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | INOP |
| 8 | 9267381.00 | 685485.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | INOP |
| 9 | 9267422.00 | 685426.00 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | OP |
| 10 | 9267431.00 | 685435.00 | DERECHO | Tubería | 1 | OP |
| 11 | 9267316.00 | 685296.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 12 | 9267322.00 | 685250.00 | IZQUIERDO | Tubería | 5 | OP |

| | | | | | | |
|----|------------|-----------|-----------|---------|---|------|
| 13 | 9267320.00 | 685255.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | INOP |
| 14 | 9267338.00 | 685159.00 | IZQUIERDO | Tubería | 5 | OP |
| 15 | 9267341.00 | 685112.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | INOP |
| 16 | 9267340.00 | 685094.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3 | INOP |
| 17 | 9267352.00 | 684903.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 18 | 9267352.00 | 684903.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 19 | 9267352.00 | 684903.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 20 | 9267357.00 | 684901.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3 | OP |
| 21 | 9267361.00 | 684898.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 22 | 9267372.00 | 684852.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 23 | 9267364.00 | 684761.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 24 | 9267366.00 | 684761.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 25 | 9267364.00 | 684729.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 26 | 9267363.00 | 684721.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 27 | 9267363.00 | 684711.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 28 | 9267359.00 | 684653.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 29 | 9267358.00 | 684631.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 30 | 9267358.00 | 684631.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 31 | 9267358.00 | 684631.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 32 | 9267357.00 | 684613.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 33 | 9267357.00 | 684581.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 34 | 9267357.00 | 684581.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 35 | 9267361.00 | 684564.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3 | OP |
| 36 | 9267363.00 | 684560.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3 | OP |
| 37 | 9267367.00 | 684554.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3 | OP |
| 38 | 9267367.00 | 684551.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 39 | 9267367.00 | 684551.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 40 | 9267368.00 | 684549.00 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | OP |
| 41 | 9267370.00 | 684547.00 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | OP |
| 42 | 9267376.00 | 684540.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3 | OP |
| 43 | 9267377.00 | 684538.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |

| | | | | | | |
|----|------------|-----------|-----------|-----------|-------|------|
| 44 | 9267391.00 | 684528.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 45 | 9267391.00 | 684528.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 46 | 9267431.00 | 684522.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 47 | 9267431.00 | 684522.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 48 | 9267486.00 | 684416.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 49 | 9267493.00 | 684377.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1/2 | OP |
| 50 | 9267493.00 | 684377.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 1/2 | OP |
| 51 | 9267493.00 | 684377.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 52 | 9267492.00 | 684373.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3 | OP |
| 53 | 9267494.00 | 684371.00 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | OP |
| 54 | 9267494.00 | 684368.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 55 | 9267510.00 | 684352.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 56 | 9267518.00 | 684345.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3 | OP |
| 57 | 9267530.00 | 684343.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 58 | 9267558.00 | 684338.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 59 | 9267558.00 | 684338.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3 | OP |
| 60 | 9267610.00 | 684323.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 61 | 9267683.00 | 684298.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 62 | 9267683.00 | 684298.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 63 | 9267761.00 | 684263.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3 | OP |
| 64 | 9267904.00 | 684151.00 | IZQUIERDO | Motobomba | 3 | OP |
| 65 | 9267906.00 | 684145.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | INOP |
| 66 | 9267682.00 | 684059.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 67 | 9267680.00 | 684059.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | INOP |
| 68 | 9267648.00 | 684065.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | INOP |
| 69 | 9267596.00 | 684053.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 1/2 | OP |
| 70 | 9267596.00 | 684053.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 71 | 9267593.00 | 684052.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 72 | 9267591.00 | 684051.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3 | OP |
| 73 | 9267589.00 | 684050.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3 | OP |
| 74 | 9267589.00 | 684050.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |

| | | | | | | |
|-----|------------|-----------|-----------|---------|-------|------|
| 75 | 9267557.00 | 684032.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 76 | 9267555.00 | 684031.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 77 | 9267541.90 | 684047.61 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 78 | 9267549.77 | 684030.44 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 79 | 9267506.00 | 684005.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1/2 | OP |
| 80 | 9267506.00 | 683997.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 81 | 9267506.90 | 683997.61 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 82 | 9267499.90 | 683990.61 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 83 | 9267499.90 | 683987.61 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 84 | 9267499.90 | 683987.61 | IZQUIERDO | Tubería | 3 | OP |
| 85 | 9267492.90 | 683980.61 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 86 | 9267485.90 | 683972.61 | IZQUIERDO | Tubería | 3 | OP |
| 87 | 9267482.90 | 683970.61 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 88 | 9267480.90 | 683968.61 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 89 | 9267476.90 | 683965.61 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 90 | 9267467.90 | 683958.61 | IZQUIERDO | Tubería | 3 | OP |
| 91 | 9267430.53 | 683890.44 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | INOP |
| 92 | 9267370.93 | 683807.82 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 93 | 9267370.93 | 683807.82 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 94 | 9267372.95 | 683806.69 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 95 | 9267374.32 | 683806.07 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | INOP |
| 96 | 9267362.93 | 683797.82 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 97 | 9267362.93 | 683797.82 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 98 | 9267362.93 | 683795.82 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 99 | 9267362.93 | 683793.82 | IZQUIERDO | Tubería | 1 1/2 | OP |
| 100 | 9267367.75 | 683793.03 | IZQUIERDO | Tubería | 1 1/2 | OP |
| 101 | 9267362.93 | 683789.82 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | OP |
| 102 | 9267367.93 | 683783.82 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 103 | 9267364.93 | 683767.82 | IZQUIERDO | Tubería | 3 | OP |
| 104 | 9267361.93 | 683766.82 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 105 | 9267354.93 | 683758.82 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |

| | | | | | | |
|-----|------------|-----------|-----------|---------|-----|------|
| 106 | 9267354.93 | 683758.82 | IZQUIERDO | Tubería | 3 | INOP |
| 107 | 9267354.93 | 683754.82 | IZQUIERDO | Tubería | 3 | INOP |
| 108 | 9267352.93 | 683748.82 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 109 | 9267352.93 | 683748.82 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 110 | 9267343.93 | 683715.81 | IZQUIERDO | Tubería | 3 | INOP |
| 111 | 9267343.45 | 683711.90 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 112 | 9267343.45 | 683711.90 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 113 | 9267343.45 | 683711.90 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | INOP |
| 114 | 9267342.28 | 683696.58 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 115 | 9267342.28 | 683696.58 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 116 | 9267341.82 | 683693.58 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | INOP |
| 117 | 9267341.82 | 683692.58 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | INOP |
| 118 | 9267336.73 | 683641.87 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 119 | 9267336.73 | 683641.87 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 120 | 9267330.73 | 683628.87 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | INOP |
| 121 | 9267321.73 | 683590.87 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | INOP |
| 122 | 9267261.04 | 683532.03 | DERECHO | Tubería | 1 | OP |
| 123 | 9267244.11 | 683553.96 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 124 | 9267233.47 | 683553.55 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 125 | 9267228.47 | 683552.55 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 126 | 9267224.47 | 683550.55 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 127 | 9267221.47 | 683543.55 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 128 | 9267220.47 | 683542.55 | IZQUIERDO | Tubería | 3 | OP |
| 129 | 9267220.47 | 683542.55 | IZQUIERDO | Tubería | 1/2 | OP |
| 130 | 9267220.47 | 683542.55 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 131 | 9267220.47 | 683542.55 | IZQUIERDO | Tubería | 1/2 | OP |
| 132 | 9267220.47 | 683542.55 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 133 | 9267220.47 | 683542.55 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 134 | 9267198.42 | 683532.86 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 135 | 9267196.42 | 683529.86 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 136 | 9267196.42 | 683529.86 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------|-----------|---------|-------|------|
| 137 | 9267196.42 | 683529.86 | IZQUIERDO | Tubería | 1 1/2 | OP |
| 138 | 9267196.42 | 683531.86 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | INOP |
| 139 | 9267191.42 | 683525.86 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 140 | 9267185.42 | 683510.86 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 141 | 9267183.42 | 683504.86 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 142 | 9267183.42 | 683504.86 | IZQUIERDO | Tubería | 6 | INOP |
| 143 | 9267182.33 | 683500.12 | IZQUIERDO | Tubería | 6 | OP |
| 144 | 9267181.42 | 683483.86 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 145 | 9267181.42 | 683472.86 | IZQUIERDO | Tubería | 1/2 | OP |
| 146 | 9267181.42 | 683461.86 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 147 | 9267180.42 | 683459.86 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 148 | 9267180.42 | 683459.86 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | INOP |
| 149 | 9267178.42 | 683458.86 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 150 | 9267178.42 | 683458.86 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 151 | 9267178.42 | 683458.86 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 152 | 9267203.26 | 683395.08 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 153 | 9267182.87 | 683345.24 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 154 | 9267175.87 | 683340.24 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | INOP |
| 155 | 9267175.87 | 683340.24 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | INOP |
| 156 | 9267119.05 | 683310.08 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 157 | 9267121.11 | 683310.48 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 158 | 9267061.57 | 683268.80 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 159 | 9267061.57 | 683268.80 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | INOP |
| 160 | 9267054.57 | 683253.80 | IZQUIERDO | Tubería | 1/2 | OP |
| 161 | 9267054.57 | 683253.80 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | INOP |
| 162 | 9267047.57 | 683238.80 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 163 | 9267048.57 | 683210.80 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | INOP |
| 164 | 9267048.57 | 683210.80 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 165 | 9267049.57 | 683203.80 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 166 | 9267049.57 | 683203.80 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 167 | 9267062.00 | 683158.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | INOP |

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------|-----------|---------|-----|------|
| 168 | 9267062.00 | 683157.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 169 | 9267062.00 | 683156.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | INOP |
| 170 | 9267064.00 | 683153.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 171 | 9267064.00 | 683153.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | INOP |
| 172 | 9267064.00 | 683153.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | INOP |
| 173 | 9267064.00 | 683153.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 174 | 9267069.00 | 683147.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 175 | 9267072.00 | 683146.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 176 | 9267072.00 | 683146.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 177 | 9267072.00 | 683146.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 178 | 9267077.00 | 683140.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 179 | 9267081.00 | 683137.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 180 | 9267083.00 | 683130.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 181 | 9267083.00 | 683130.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | INOP |
| 182 | 9267110.00 | 683055.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | INOP |
| 183 | 9267098.00 | 683013.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 184 | 9267088.08 | 682987.03 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | INOP |
| 185 | 9267077.00 | 682938.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | INOP |
| 186 | 9267077.00 | 682938.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 187 | 9267076.25 | 682938.75 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 188 | 9267071.94 | 682929.01 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 189 | 9267072.04 | 682930.77 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | INOP |
| 190 | 9267072.78 | 682896.32 | DERECHO | Tubería | 1 | OP |
| 191 | 9267010.35 | 682883.59 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 192 | 9266982.14 | 682874.58 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 193 | 9266984.38 | 682875.35 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 194 | 9266984.63 | 682873.06 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 195 | 9266966.08 | 682855.25 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 196 | 9266966.08 | 682855.25 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 197 | 9266964.08 | 682853.25 | IZQUIERDO | Tubería | 3 | OP |
| 198 | 9266962.08 | 682849.25 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |

| | | | | | | |
|-----|------------|-----------|-----------|-----------|-----|------|
| 199 | 9266978.00 | 682836.00 | DERECHO | Motobomba | 3 | OP |
| 200 | 9266978.00 | 682836.00 | DERECHO | Motobomba | 1 | OP |
| 201 | 9266960.08 | 682844.25 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 202 | 9266960.08 | 682844.25 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | INOP |
| 203 | 9266959.00 | 682814.00 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | OP |
| 204 | 9266960.00 | 682798.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 205 | 9266964.00 | 682765.00 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | OP |
| 206 | 9266963.00 | 682759.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 207 | 9266963.00 | 682759.00 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | OP |
| 208 | 9266963.00 | 682758.00 | IZQUIERDO | Tubería | 6 | OP |
| 209 | 9266963.00 | 682758.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | INOP |
| 210 | 9266963.00 | 682754.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | INOP |
| 211 | 9266964.00 | 682752.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 212 | 9266975.00 | 682714.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 213 | 9266975.00 | 682714.00 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | OP |
| 214 | 9266983.00 | 682703.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 215 | 9266990.00 | 682697.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 216 | 9266990.00 | 682697.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 217 | 9266990.00 | 682697.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 218 | 9266991.00 | 682692.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 219 | 9266994.00 | 682691.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 220 | 9266997.00 | 682690.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1/2 | INOP |
| 221 | 9266997.00 | 682690.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1/2 | OP |
| 222 | 9267019.00 | 682670.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 223 | 9267070.81 | 682577.98 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 224 | 9267070.81 | 682577.98 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 225 | 9267066.81 | 682553.98 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 226 | 9267065.81 | 682547.98 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 227 | 9267065.81 | 682547.98 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 228 | 9267065.81 | 682547.98 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 229 | 9267064.81 | 682536.98 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | INOP |

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------|-----------|---------|-------|------|
| 230 | 9267064.81 | 682536.98 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | INOP |
| 231 | 9267059.81 | 682510.98 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 232 | 9267059.81 | 682503.98 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 233 | 9267033.67 | 682430.83 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 234 | 9267024.67 | 682424.83 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | OP |
| 235 | 9267024.67 | 682424.83 | IZQUIERDO | Tubería | 1 1/2 | OP |
| 236 | 9267016.67 | 682418.83 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | INOP |
| 237 | 9266981.21 | 682367.81 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | INOP |
| 238 | 9266981.21 | 682367.81 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 239 | 9266981.21 | 682367.81 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 240 | 9266986.00 | 682333.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 241 | 9266986.00 | 682333.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | INOP |
| 242 | 9266989.00 | 682305.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | INOP |
| 243 | 9267005.00 | 682206.00 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | OP |
| 244 | 9267005.00 | 682206.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 245 | 9267017.00 | 682165.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 246 | 9267020.00 | 682164.00 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | INOP |
| 247 | 9267017.63 | 682162.04 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 248 | 9267017.63 | 682163.67 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 249 | 9267032.78 | 682118.46 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 250 | 9267032.78 | 682118.46 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 251 | 9267032.78 | 682118.46 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 252 | 9267032.78 | 682118.46 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 253 | 9267032.78 | 682118.46 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 254 | 9267040.00 | 682086.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 255 | 9267052.09 | 682051.51 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | INOP |
| 256 | 9267053.09 | 682048.51 | IZQUIERDO | Tubería | 3 | OP |
| 257 | 9267053.09 | 682048.51 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 258 | 9267054.09 | 682045.51 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 259 | 9267052.09 | 682042.51 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | OP |
| 260 | 9267063.00 | 682010.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |

| | | | | | | |
|-----|------------|-----------|-----------|---------|-----|------|
| 261 | 9267063.00 | 682010.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 262 | 9267063.00 | 682010.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 263 | 9267063.00 | 682010.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1/2 | OP |
| 264 | 9267063.00 | 682010.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 265 | 9267094.00 | 681979.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | INOP |
| 266 | 9267094.00 | 681979.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | INOP |
| 267 | 9267095.00 | 681977.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | INOP |
| 268 | 9267095.00 | 681977.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | INOP |
| 269 | 9267095.00 | 681977.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | INOP |
| 270 | 9267099.00 | 681972.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | INOP |
| 271 | 9267099.00 | 681972.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 272 | 9267099.00 | 681972.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | INOP |
| 273 | 9267122.25 | 681934.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1/2 | OP |
| 274 | 9267122.25 | 681934.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1/2 | OP |
| 275 | 9267129.89 | 681900.06 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | INOP |
| 276 | 9267130.89 | 681895.06 | IZQUIERDO | Tubería | 1/2 | OP |
| 277 | 9267133.00 | 681886.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 278 | 9267133.00 | 681886.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 279 | 9267133.00 | 681886.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 280 | 9267134.00 | 681881.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 281 | 9267134.00 | 681881.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 282 | 9267134.00 | 681881.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 283 | 9267138.00 | 681869.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1/2 | INOP |
| 284 | 9267138.00 | 681869.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 285 | 9267138.00 | 681869.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | INOP |
| 286 | 9267138.00 | 681869.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | INOP |
| 287 | 9267142.00 | 681853.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 288 | 9267142.00 | 681853.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 289 | 9267143.00 | 681841.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 290 | 9267143.00 | 681841.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 291 | 9267146.00 | 681826.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | INOP |

| | | | | | | |
|-----|------------|-----------|-----------|---------|-----|------|
| 292 | 9267154.00 | 681804.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1/2 | OP |
| 293 | 9267155.00 | 681801.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 294 | 9267155.00 | 681801.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 295 | 9267153.00 | 681799.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 296 | 9267153.00 | 681799.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 297 | 9267157.00 | 681797.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 298 | 9267157.00 | 681797.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 299 | 9267157.00 | 681797.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 300 | 9267157.00 | 681797.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | INOP |
| 301 | 9267157.00 | 681797.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 302 | 9267157.00 | 681797.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 303 | 9267157.00 | 681797.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 304 | 9267157.00 | 681797.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | INOP |
| 305 | 9267158.00 | 681789.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | INOP |
| 306 | 9267167.00 | 681740.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | INOP |
| 307 | 9267167.00 | 681740.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 308 | 9267168.00 | 681739.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | INOP |
| 309 | 9267168.00 | 681739.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 310 | 9267168.00 | 681739.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3/4 | OP |
| 311 | 9267174.00 | 681695.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 312 | 9267174.00 | 681695.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 313 | 9267175.00 | 681681.00 | IZQUIERDO | Tubería | 1/2 | OP |
| 314 | 9267131.81 | 681514.77 | DERECHO | Tubería | 3 | OP |
| 315 | 9267135.81 | 681501.77 | DERECHO | Tubería | 4 | OP |
| 316 | 9267148.00 | 681477.00 | DERECHO | Tubería | 1 | INOP |
| 317 | 9267160.00 | 681446.00 | DERECHO | Tubería | 1 | INOP |
| 318 | 9267168.00 | 681432.00 | DERECHO | Tubería | 1 | INOP |
| 319 | 9267168.51 | 681429.39 | DERECHO | Tubería | 1 | OP |
| 320 | 9267224.33 | 681307.85 | DERECHO | Tubería | 1 | INOP |
| 321 | 9267308.26 | 681181.90 | DERECHO | Tubería | 3 | OP |
| 322 | 9267378.00 | 680968.00 | DERECHO | Tubería | 2 | OP |

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------|-----------|---------|-----|------|
| 323 | 9267378.00 | 680968.00 | DERECHO | Tubería | 2 | OP |
| 324 | 9267378.00 | 680968.00 | DERECHO | Tubería | 2 | OP |
| 325 | 9267311.00 | 680914.00 | DERECHO | Tubería | 3 | OP |
| 326 | 9267311.00 | 680914.00 | DERECHO | Tubería | 4 | OP |
| 327 | 9267049.00 | 680614.00 | DERECHO | Tubería | 4 | OP |
| 328 | 9267049.00 | 680614.00 | DERECHO | Tubería | 4 | OP |
| 329 | 9267043.00 | 680574.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3 | OP |
| 330 | 9267059.00 | 680485.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 331 | 9267382.10 | 679841.78 | DERECHO | Tubería | 2 | OP |
| 332 | 9267402.75 | 679813.86 | DERECHO | Tubería | 2 | OP |
| 333 | 9267402.75 | 679813.86 | DERECHO | Tubería | 4 | OP |
| 334 | 9267404.53 | 679807.53 | DERECHO | Tubería | 1 | OP |
| 335 | 9267404.53 | 679807.53 | DERECHO | Tubería | 4 | OP |
| 336 | 9267407.00 | 679804.00 | DERECHO | Tubería | 3/4 | OP |
| 337 | 9267409.00 | 679790.00 | DERECHO | Tubería | 2 | OP |
| 338 | 9267409.00 | 679790.00 | DERECHO | Tubería | 4 | OP |
| 339 | 9267409.00 | 679790.00 | DERECHO | Tubería | 4 | OP |
| 340 | 9267408.00 | 679787.00 | DERECHO | Tubería | 2 | OP |
| 341 | 9267405.00 | 679772.00 | DERECHO | Tubería | 2 | OP |
| 342 | 9267375.00 | 679736.00 | DERECHO | Tubería | 3 | OP |
| 343 | 9267362.00 | 679733.00 | DERECHO | Tubería | 3/4 | OP |
| 344 | 9267359.34 | 679750.62 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 345 | 9267359.34 | 679750.62 | IZQUIERDO | Tubería | 3 | OP |
| 346 | 9267349.00 | 679727.00 | DERECHO | Tubería | 3/4 | INOP |
| 347 | 9267349.00 | 679727.00 | DERECHO | Tubería | 3/4 | INOP |
| 348 | 9267349.00 | 679727.00 | DERECHO | Tubería | 3/4 | OP |
| 349 | 9267349.00 | 679727.00 | DERECHO | Tubería | 2 | OP |
| 350 | 9267349.00 | 679727.00 | DERECHO | Tubería | 4 | OP |
| 351 | 9267339.00 | 679723.00 | DERECHO | Tubería | 4 | OP |
| 352 | 9267339.00 | 679723.00 | DERECHO | Tubería | 2 | OP |
| 353 | 9267255.71 | 679502.06 | DERECHO | Tubería | 1/2 | OP |

| | | | | | | |
|-----|------------|-----------|-----------|---------|---|------|
| 354 | 9267255.71 | 679502.06 | DERECHO | Tubería | 4 | OP |
| 355 | 9267255.71 | 679502.06 | DERECHO | Tubería | 4 | INOP |
| 356 | 9267265.00 | 679447.00 | DERECHO | Tubería | 1 | OP |
| 357 | 9267176.00 | 679293.00 | DERECHO | Tubería | 2 | INOP |
| 358 | 9267182.00 | 679261.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 359 | 9267202.17 | 679275.91 | DERECHO | Tubería | 2 | OP |
| 360 | 9267271.23 | 679275.23 | DERECHO | Tubería | 2 | OP |
| 361 | 9267271.23 | 679275.23 | DERECHO | Tubería | 4 | OP |
| 362 | 9267300.88 | 679235.00 | DERECHO | Tubería | 4 | OP |
| 363 | 9267311.00 | 679020.00 | DERECHO | Tubería | 4 | OP |
| 364 | 9267310.00 | 679016.00 | DERECHO | Tubería | 2 | OP |
| 365 | 9267310.00 | 679016.00 | DERECHO | Tubería | 3 | OP |
| 366 | 9267269.06 | 678855.31 | DERECHO | Tubería | 2 | OP |
| 367 | 9267269.06 | 678855.31 | DERECHO | Tubería | 3 | INOP |
| 368 | 9267269.06 | 678855.31 | DERECHO | Tubería | 4 | OP |
| 369 | 9267270.72 | 678851.87 | DERECHO | Tubería | 4 | OP |
| 370 | 9267270.72 | 678851.87 | DERECHO | Tubería | 1 | OP |
| 371 | 9267246.87 | 678849.15 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 372 | 9267246.87 | 678849.15 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 373 | 9267246.87 | 678849.15 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 374 | 9267246.87 | 678849.15 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 375 | 9267255.54 | 678838.58 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | INOP |
| 376 | 9267289.81 | 678761.05 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 377 | 9267291.58 | 678755.26 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | INOP |
| 378 | 9267286.61 | 678820.73 | DERECHO | Tubería | 1 | OP |
| 379 | 9267290.61 | 678812.73 | DERECHO | Tubería | 4 | OP |
| 380 | 9267298.61 | 678797.73 | DERECHO | Tubería | 4 | OP |
| 381 | 9267302.69 | 678790.82 | DERECHO | Tubería | 3 | OP |
| 382 | 9267284.05 | 678781.48 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 383 | 9267330.89 | 678684.00 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | OP |
| 384 | 9267330.89 | 678684.00 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | OP |



| | | | | | | |
|-----|------------|-----------|-----------|-----------|---|------|
| 385 | 9267330.89 | 678684.00 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | OP |
| 386 | 9267330.89 | 678684.00 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | OP |
| 387 | 9267330.89 | 678684.00 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | OP |
| 388 | 9267330.89 | 678684.00 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | OP |
| 389 | 9267330.89 | 678684.00 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | OP |
| 390 | 9267575.91 | 678471.27 | DERECHO | Tubería | 4 | INOP |
| 391 | 9267947.00 | 678166.00 | DERECHO | Tubería | 4 | INOP |
| 392 | 9268171.00 | 677966.00 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | OP |
| 393 | 9268177.00 | 677964.00 | IZQUIERDO | Tubería | 6 | OP |
| 394 | 9268180.01 | 677983.17 | DERECHO | Tubería | 6 | OP |
| 395 | 9268754.00 | 677684.00 | IZQUIERDO | Tubería | 6 | OP |
| 396 | 9268764.29 | 677692.83 | DERECHO | Tubería | 4 | OP |
| 397 | 9268800.00 | 677618.00 | DERECHO | Tubería | 4 | INOP |
| 398 | 9268669.00 | 677232.00 | DERECHO | Tubería | 6 | INOP |
| 399 | 9268669.00 | 677232.00 | DERECHO | Tubería | 6 | INOP |
| 400 | 9268619.00 | 677066.00 | DERECHO | Tubería | 4 | OP |
| 401 | 9268679.81 | 676912.31 | DERECHO | Tubería | 6 | OP |
| 402 | 9268679.81 | 676912.31 | DERECHO | Tubería | 6 | OP |
| 403 | 9268932.57 | 676475.34 | DERECHO | Tubería | 4 | INOP |
| 404 | 9268944.00 | 676437.00 | DERECHO | Tubería | 6 | OP |
| 405 | 9268930.00 | 676375.00 | DERECHO | Tubería | 4 | OP |
| 406 | 9268908.00 | 676346.00 | DERECHO | Tubería | 4 | INOP |
| 407 | 9268871.00 | 676298.00 | DERECHO | Motobomba | 6 | OP |
| 408 | 9268871.00 | 676298.00 | DERECHO | Motobomba | 4 | OP |
| 409 | 9268751.00 | 676138.00 | DERECHO | Motobomba | 6 | OP |
| 410 | 9268751.00 | 676138.00 | DERECHO | Motobomba | 4 | INOP |
| 411 | 9268642.00 | 675996.00 | DERECHO | Motobomba | 7 | OP |
| 412 | 9268633.00 | 675984.00 | DERECHO | Motobomba | 6 | OP |
| 413 | 9268439.00 | 675724.00 | DERECHO | Motobomba | 6 | INOP |
| 414 | 9268438.00 | 675720.00 | DERECHO | Tubería | 6 | OP |
| 415 | 9268401.00 | 675634.00 | DERECHO | Motobomba | 4 | OP |

| | | | | | | |
|-----|------------|-----------|-----------|-----------|---|------|
| 416 | 9268404.00 | 675481.00 | DERECHO | Motobomba | 4 | OP |
| 417 | 9268404.00 | 675481.00 | DERECHO | Tubería | 4 | INOP |
| 418 | 9268414.00 | 675414.00 | DERECHO | Motobomba | 4 | OP |
| 419 | 9268416.00 | 675408.00 | DERECHO | Motobomba | 4 | OP |
| 420 | 9268445.00 | 675225.00 | DERECHO | Motobomba | 4 | OP |
| 421 | 9268466.00 | 675108.00 | DERECHO | Motobomba | 4 | OP |
| 422 | 9268468.00 | 675089.00 | DERECHO | Motobomba | 4 | OP |
| 423 | 9268493.00 | 674941.00 | DERECHO | Motobomba | 4 | OP |
| 424 | 9268507.00 | 674820.00 | DERECHO | Motobomba | 4 | OP |
| 425 | 9268449.00 | 674622.00 | DERECHO | Motobomba | 6 | OP |
| 426 | 9268786.00 | 677626.00 | IZQUIERDO | Tubería | 3 | INOP |
| 427 | 9268701.38 | 677369.19 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | INOP |
| 428 | 9268657.62 | 677255.65 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | INOP |
| 429 | 9268652.39 | 677241.17 | IZQUIERDO | Tubería | 6 | OP |
| 430 | 9268606.18 | 677104.00 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | INOP |
| 431 | 9268609.00 | 677032.00 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | OP |
| 432 | 9268623.00 | 676990.00 | IZQUIERDO | Tubería | 6 | OP |
| 433 | 9268623.00 | 676990.00 | IZQUIERDO | Tubería | 6 | OP |
| 434 | 9268666.00 | 676910.00 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | INOP |
| 435 | 9268685.00 | 676874.00 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | INOP |
| 436 | 9268740.00 | 676787.00 | IZQUIERDO | Tubería | 6 | OP |
| 437 | 9268742.00 | 676782.00 | IZQUIERDO | Tubería | 6 | OP |
| 438 | 9268742.00 | 676782.00 | IZQUIERDO | Tubería | 6 | OP |
| 439 | 9268714.81 | 676122.47 | IZQUIERDO | Motobomba | 4 | OP |
| 440 | 9268714.81 | 676122.47 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | INOP |
| 441 | 9268677.30 | 676073.29 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | INOP |
| 442 | 9268657.47 | 676046.31 | IZQUIERDO | Motobomba | 4 | OP |
| 443 | 9268609.73 | 675980.39 | IZQUIERDO | Tubería | 6 | OP |
| 444 | 9268609.73 | 675980.39 | IZQUIERDO | Tubería | 1 | OP |
| 445 | 9268584.00 | 675948.07 | IZQUIERDO | Motobomba | 4 | OP |
| 446 | 9268512.72 | 675852.05 | IZQUIERDO | Tubería | 6 | OP |

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------|-----------|-----------|---|------|
| 447 | 9268480.98 | 675810.63 | IZQUIERDO | Motobomba | 4 | OP |
| 448 | 9268430.13 | 675739.86 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | INOP |
| 449 | 9268398.11 | 675680.70 | IZQUIERDO | Tubería | 6 | OP |
| 450 | 9268398.11 | 675680.70 | IZQUIERDO | Tubería | 6 | INOP |
| 451 | 9268385.30 | 675631.55 | IZQUIERDO | Tubería | 6 | INOP |
| 452 | 9268385.30 | 675631.55 | IZQUIERDO | Motobomba | 6 | OP |
| 453 | 9268376.40 | 675548.70 | IZQUIERDO | Motobomba | 4 | INOP |
| 454 | 9268404.40 | 675375.70 | IZQUIERDO | Motobomba | 6 | OP |
| 455 | 9268426.40 | 675258.70 | IZQUIERDO | Tubería | 6 | OP |
| 456 | 9268428.40 | 675250.70 | IZQUIERDO | Tubería | 6 | OP |
| 457 | 9268456.56 | 675079.83 | IZQUIERDO | Tubería | 6 | OP |
| 458 | 9268456.56 | 675079.83 | IZQUIERDO | Tubería | 6 | OP |
| 459 | 9268465.00 | 675010.00 | IZQUIERDO | Tubería | 6 | INOP |
| 460 | 9268366.00 | 674552.00 | IZQUIERDO | Tubería | 4 | OP |
| 461 | 9268366.00 | 674552.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |
| 462 | 9268366.00 | 674552.00 | IZQUIERDO | Tubería | 2 | OP |

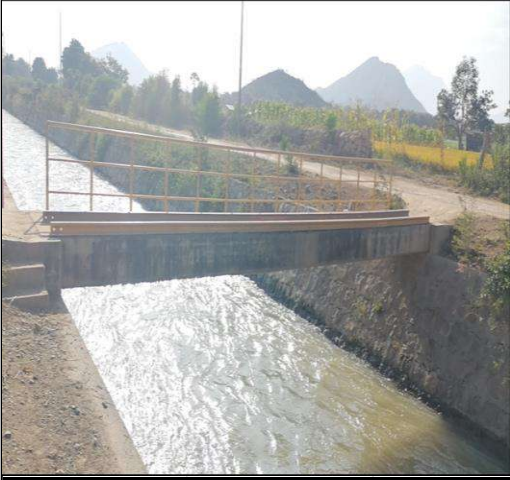

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Ficha Técnica Estación de Aforo progresiva 0+460 km

| GEORREFERENCIACION DE ESTACIÓN DE AFORO | | | | |
|---|--|---|----------------------------|-----------|
| EA N°. 01 - CA | | | | |
| Tesis | | | | |
| Propuestas para mejorar la Eficiencia de Conducción del canal Alimentador del Sistema Tinajones | | | | |
| ENTIDAD RESPONSABLE | PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES (PEOT) | RESERVORIO | ELABORADO POR | |
| | | Tinajones | Bach. Max Yober León Pérez | |
| | | BOCATOMA | ZONA UTM | 17 M |
| | | Racarrumi | DATUM | WGS 84 |
| | | CANAL | COORDENADAS | |
| ÁREA A CARGO | OPEMA | Alimentador | Norte | Este |
| | | PROGRESIVA | 9267472.00 | 686880.00 |
| UBICACIÓN | | Km. 0 + 460 | GPS | |
| DISTRITO | Chongoyape | NOMENCLATURA DE LA ESTACIÓN DE AFORO | Garmin - Navegador | |
| PROVINCIA | Chiclayo | EA N°. 01 - CA | FECHA DE REGISTRO | |
| DEPARTAMENTO | Lambayeque | | 24/05/2022 | |
| FOTOGRAFÍA | | UBICACIÓN SATELITAL EA N°. 01 - CA | | |
|  | |  | | |
| OBSERVACIONES | | Estación de Aforo (Puente de Aforo N°. 01), ubicado a 460 m., de la Bocatoma Racarrumi. | | |
| EA | Estación de Aforo | | | |
| CA | Canal Alimentador | | | |
| ST | Sistema Tinajones | | | |


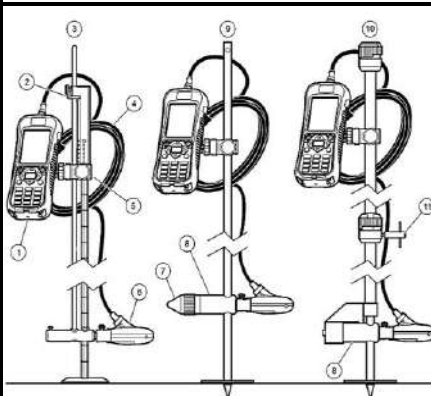
Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Ficha Técnica Estación de Aforo progresiva 15+460

| GEORREFERENCIACION DE ESTACIÓN DE AFORO | | | | |
|---|--|--|----------------------------|-----------|
| EA N°. 02 - CA | | | | |
| Tesis | | | | |
| Propuestas para mejorar la Eficiencia de Conducción del canal Alimentador del Sistema Tinajones | | | | |
| ENTIDAD RESPONSABLE | PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES (PEOT) | RESERVORIO | ELABORADO POR | |
| | | Tinajones | Bach. Max Yober León Pérez | |
| | | BOCATOMA | ZONA UTM | 17 M |
| | | Racarrumi | DATUM | WGS 84 |
| | | CANAL | COORDENADAS | |
| ÁREA A CAERGO | OPEMA | Alimentador | Norte | Este |
| | | PROGRESIVA | 9268477.00 | 675017.00 |
| UBICACIÓN | | Km. 15 + 460 | GPS | |
| DISTRITO | Chongoyape | NOMENCLATURA DE LA ESTACIÓN DE AFORO | Garmin - Navegador | |
| PROVINCIA | Chiclayo | EA N°. 02 - CA | FECHA DE REGISTRO | |
| DEPARTAMENTO | Lambayeque | | 24/05/2022 | |
| FOTOGRAFÍA | | UBICACIÓN SATELITAL EA N°. 02 - CA | | |
|  | |  | | |
| OBSERVACIONES | | Estación de Aforo (Puente de Aforo N°. 02), ubicado a 15,460 m., de la Bocatoma Racarrumi. | | |
| EA | Estación de Aforo | | | |
| CA | Canal Alimentador | | | |
| ST | Sistema Tinajones | | | |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Eficiencia y pérdida por Conducción (Primer Aforo)

| EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN - EC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|------------------------------------|------------------------------|---|-------------------------------------|---------------------------------------|--|--------------------|---|--|--|--|---|--------------------|---------------------------------------|--|--|-----------------------|--|
| Tesis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Propuestas para mejorar la Eficiencia de Conducción del canal Alimentador del Sistema Tinajones | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ubicación Política y Administrativa | | Tramo de estudio | | Instrumento de medición | | | | | | | | | | | | | | | |
| Departamento | Lambayeque | Inicio | Progresiva 0+000 km | Instrumento | Correntómetro Electromagnético | | | | | | | | | | | | | | |
| Provincia | Chiclayo | Fin | Progresiva 16+080 km | Marca | OTT - MF Pro | | | | | | | | | | | | | | |
| Distrito | Chongoyape | Captación | Bocatoma Racarrumi | Serie | 172300338282 | | | | | | | | | | | | | | |
| Fuente Hídrica | Río Chancay - Lambayeque | Coordenadas UTM (Captación) | | Calibración | Calibrado | | | | | | | | | | | | | | |
| Infraestructura Hidráulica | Canal Alimentador | Norte | Este | Cálculo Flujo | Mitad de Sección | | | | | | | | | | | | | | |
| Área a cargo | OPEMA - PEOT | 9267372.645 | 687297.276 | Fecha | 24/05/2022 | | | | | | | | | | | | | | |
| Progresiva | Coordenadas UTM | | Caudal Aforado (m³/s) | Caudal Canal Majin (m³/s) | Eficiencia de Conducción (%) | Pérdidas por Conducción (m³/s) | Pérdidas por Conducción (m³/s-km) | | | | | | | | | | | | |
| | Norte | Este | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0+460 | 9267472.00 | 686880.00 | 24.97 m³/s | 1.00 m³/s | 92.28 % | 1.85 m³/s | 0.12 m³/s-km | | | | | | | | | | | | |
| 15+460 | 9268477.00 | 675017.00 | 22.12 m³/s | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ubicación Satelital del área de estudio | | | | Componentes del instrumento de medición | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | <table border="1"> <tr> <td>1 Medidor portátil</td> <td>7 Tornillo de bloqueo/liberación de altura del sensor (accesorio)</td> </tr> <tr> <td>2 Dispositivo de bloqueo/liberación de altura del sensor</td> <td>8 adaptador de varilla de video 20mm-HERES (accesorio)</td> </tr> <tr> <td>3 Varilla de video de configuración superior (accesorio)</td> <td>9 Varilla de video de 20 mm (accesorio)</td> </tr> <tr> <td>4 Cable del sensor</td> <td>10 Varilla de video HERES (accesorio)</td> </tr> <tr> <td>5 Montaje ajustable para el medidor portátil</td> <td>11 Tornillo de bloqueo/liberación de altura del sensor</td> </tr> <tr> <td>6 Conjunto del sensor</td> <td></td> </tr> </table> | | | | 1 Medidor portátil | 7 Tornillo de bloqueo/liberación de altura del sensor (accesorio) | 2 Dispositivo de bloqueo/liberación de altura del sensor | 8 adaptador de varilla de video 20mm-HERES (accesorio) | 3 Varilla de video de configuración superior (accesorio) | 9 Varilla de video de 20 mm (accesorio) | 4 Cable del sensor | 10 Varilla de video HERES (accesorio) | 5 Montaje ajustable para el medidor portátil | 11 Tornillo de bloqueo/liberación de altura del sensor | 6 Conjunto del sensor | |
| 1 Medidor portátil | 7 Tornillo de bloqueo/liberación de altura del sensor (accesorio) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 Dispositivo de bloqueo/liberación de altura del sensor | 8 adaptador de varilla de video 20mm-HERES (accesorio) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 Varilla de video de configuración superior (accesorio) | 9 Varilla de video de 20 mm (accesorio) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Cable del sensor | 10 Varilla de video HERES (accesorio) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 Montaje ajustable para el medidor portátil | 11 Tornillo de bloqueo/liberación de altura del sensor | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 Conjunto del sensor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Observaciones | | | | Elaborado | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inicio del canal Alimentador en Bocatoma Racarrumi | | | | Bach. Max Yober León Pérez | | | | | | | | | | | | | | | |
| EA N°. 01 a 460 m de Bocatoma Racarrumi | | | | Cooperación | | | | | | | | | | | | | | | |
| EA N°. 02 a 15460 m de Bocatoma Racarrumi | | | | Personal Profesional - Técnico de OPEMA - PEOT | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fin de canal Alimentador en progresiva 16+080 km | | | | Leyenda | | | | | | | | | | | | | | | |
| EC | | Eficiencia de Conducción | | CA | | Canal Alimentador | | | | | | | | | | | | | |
| CA | | | | ST | | Sistema Tinajones | | | | | | | | | | | | | |
| ST | | | | EA | | Estación de Aforo | | | | | | | | | | | | | |
| EA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Eficiencia y pérdida por Conducción (Segundo Aforo)

| EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN - EC | | | | | | | |
|---|--------------------------|------------------------------------|------------------------------|--|-------------------------------------|---------------------------------------|--|
| Tesis | | | | | | | |
| Propuestas para mejorar la Eficiencia de Conducción del canal Alimentador del Sistema Tinajones | | | | | | | |
| Ubicación Política y Administrativa | | Tramo de estudio | | Instrumento de medición | | | |
| Departamento | Lambayeque | Inicio | Progresiva 0+000 km | Instrumento | Correntómetro Electromagnético | | |
| Provincia | Chiclayo | Fin | Progresiva 16+080 km | Marca | OTT - MF Pro | | |
| Distrito | Chongoyape | Captación | Bocatoma Racarrumi | Serie | 172300338282 | | |
| Fuente Hídrica | Río Chancay - Lambayeque | Coordenadas UTM (Captación) | | Calibración | Calibrado | | |
| Infraestructura Hidráulica | Canal Alimentador | Norte | Este | Cálculo Flujo | Mitad de Sección | | |
| Área a cargo | OPEMA - PEOT | 9267372.645 | 687297.276 | Fecha | 24/05/2022 | | |
| Progresiva | Coordenadas UTM | | Caudal Aforado (m³/s) | Caudal Canal Majin (m³/s) | Eficiencia de Conducción (%) | Pérdidas por Conducción (m³/s) | Pérdidas por Conducción (m³/s-km) |
| | Norte | Este | | | | | |
| 0+460 | 9267472.00 | 686880.00 | 24.97 m³/s | 1.00 m³/s | 92.28 % | 1.85 m³/s | 0.12 m³/s-km |
| 15+460 | 9268477.00 | 675017.00 | 22.12 m³/s | | | | |
| Ubicación Satelital del área de estudio | | | | Componentes del instrumento de medición | | | |
| | | | | | | | |
| Observaciones | | | | Elaborado | | | |
| Inicio del canal Alimentador en Bocatoma Racarrumi | | | | Bach. Max Yober León Pérez | | | |
| EA N°. 01 a 460 m de Bocatoma Racarrumi | | | | Cooperación | | | |
| EA N°. 02 a 15460 m de Bocatoma Racarrumi | | | | Personal Profesional - Técnico de OPEMA - PEOT | | | |
| Fin de canal Alimentador en progresiva 16+080 km | | | | Leyenda | | | |
| EC | | Eficiencia de Conducción | | CA | | Canal Alimentador | |
| CA | | Canal Alimentador | | ST | | Sistema Tinajones | |
| ST | | Sistema Tinajones | | EA | | Estación de Aforo | |
| EA | | Estación de Aforo | | | | | |



Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Eficiencia y pérdida por Conducción (Tercer Aforo)

| EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN - EC | | | | | | | |
|---|--------------------------|------------------------------------|---|--|-------------------------------------|--|---|
| Tesis | | | | | | | |
| Propuestas para mejorar la Eficiencia de Conducción del canal Alimentador del Sistema Tinajones | | | | | | | |
| Ubicación Política y Administrativa | | Tramo de estudio | | Instrumento de medición | | | |
| Departamento | Lambayeque | Inicio | Progresiva 0+000 km | Instrumento | Correntómetro Electromagnético | | |
| Provincia | Chiclayo | Fin | Progresiva 16+080 km | Marca | OTT - MF Pro | | |
| Distrito | Chongoyape | Captación | Bocatoma Racarrumi | Serie | 172300338282 | | |
| Fuente Hídrica | Río Chancay - Lambayeque | Coordenadas UTM (Captación) | | Calibración | Calibrado | | |
| Canal | Alimentador | Norte | Este | Cálculo Flujo | Mitad de Sección | | |
| Área a cargo | OPEMA - PEOT | 9267372.645 | 687297.276 | Fecha | 17/06/2022 | | |
| Progresiva | Coordenadas UTM | | Caudal Aforado (m³/s) | Caudal Canal Majin (m³/s) | Eficiencia de Conducción (%) | Pérdidas por Conducción (m³/s) | Pérdidas por Conducción (m³/s-km) |
| | Norte | Este | | | | | |
| 0+460 | 9267472.00 | 686880.00 | 24.20 m ³ /s | 1.10 m ³ /s | 93.15 % | 1.58 m ³ /s | 0.11 m ³ /s-km |
| 15+460 | 9268477.00 | 675017.00 | 21.51 m ³ /s | | | | |
| Ubicación Satelital del área de estudio | | | | Componentes del instrumento de medición | | | |
| | | | | | | | |
| Observaciones | | | | Elaborado Bach. Max Yober León Pérez Cooperación Personal Profesional - Técnico de OPEMA - PEOT Leyenda | | | |
| Inicio del canal Alimentador en Bocatoma Racarrumi | | | | EC Eficiencia de Conducción CA Canal Alimentador ST Sistema Tinajones EA Estación de Aforo | | | |
| EA N°. 01 a 460 m de Bocatoma Racarrumi | | | | | | | |
| EA N°. 02 a 15460 m de Bocatoma Racarrumi | | | | | | | |
| Fin de canal Alimentador en progresiva 16+080 km | | | | | | | |


Fuente: Elaboración propia

Anexo 8. Georreferenciación de Puntos de Control

| GEORREFERENCIACION DE PUNTOS DE CONTROL - FOTOGRAMETRÍA | | | | | |
|---|--|--|----------------------------|-------------------|----------------|
| PC - CA - ST | | | | | |
| Tesis | | | | | |
| Propuestas para mejorar la Eficiencia de Conducción del canal Alimentador del Sistema Tinajones | | | | | |
| ENTIDAD RESPONSABLE | PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES (PEOT) | RESERVORIO | ELABORADO POR | | |
| | | Tinajones | Bach. Max Yober León Pérez | | |
| | | BOCATOMA | ZONA UTM | 17 M | |
| | | Racarrumi | DATUM | WGS 84 | |
| ÁREA A CARGO | OPEMA | CANAL | PC | COORDENADAS | |
| | | Alimentador | | Norte | Este |
| | | PROGRESIVA | 1 PC | 9267425.39 | 683497.73 |
| UBICACIÓN | | Km 4+500 al Km 5+000 | 2 PC | 9267302.01 | 683522.14 |
| DISTRITO | Chongoyape | NOMENCLATURA DE PUNTOS DE CONTROL | 3 PC | 9267213.78 | 683627.94 |
| PROVINCIA | Chiclayo | PC - CA - ST | GPS | AERONAVE | |
| | | FECHA DE REGISTRO | Garmin - Navegador | Dji Phantom 4 Pro | |
| DEPARTAMENTO | Lambayeque | 19/052022 | ALTITUD DE VUELO | NÚMERO DE FOTOS | ÁREA CUBIERTA |
| | | | 80 m | 62 imágenes | 10.9 hectáreas |
| FOTOGRAFÍA | | UBICACIÓN SATELITAL PUNTOS DE CONTROL | | | |
|  | |  | | | |
| OBSERVACIONES | | Los Puntos de Cotrol se lozalizan entre las progresivas Km 4+500 al Km 5+000, a 294, 279 y 269 msnm respectivamente, abracando un áera de vuelo de 10.9 hectáreas. | | | |
| PC | Puntos de Control | | | | |
| CA | Canal Alimentador | | | | |
| ST | Sistema Tinajones | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9. Tabla de Equipo Limnigráfico

|  TABLA DE DESCARGAS EN m3 DEL CANAL ALIMENTADOR PARA SECCION LIMNIGRAFICA 0+100 | | | | | | | | | |
|---|----------|----------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|
| Ch. Marzo 2019 | | | | | | | | | |
| ALTURA DE MIRA | DESCARGA | ALTURA DE MIRA | DESCARGA | ALTURA DE MIRA | DESCARGA | ALTURA DE MIRA | DESCARGA | ALTURA DE MIRA | DESCARGA |
| 0.01 | 0.005 | 0.49 | 7.206 | 0.97 | 18.198 | 1.45 | 34.850 | 1.93 | 57.550 |
| 0.02 | 0.019 | 0.50 | 7.483 | 0.98 | 18.473 | 1.46 | 35.260 | 1.94 | 58.100 |
| 0.03 | 0.039 | 0.51 | 7.800 | 0.99 | 18.749 | 1.47 | 35.670 | 1.95 | 58.650 |
| 0.04 | 0.067 | 0.52 | 8.125 | 1.00 | 19.028 | 1.48 | 36.080 | 1.96 | 59.220 |
| 0.05 | 0.102 | 0.53 | 8.455 | 1.01 | 19.309 | 1.49 | 36.490 | 1.97 | 59.790 |
| 0.06 | 0.144 | 0.54 | 8.785 | 1.02 | 19.591 | 1.50 | 36.900 | 1.98 | 60.360 |
| 0.07 | 0.191 | 0.55 | 9.100 | 1.03 | 19.876 | 1.51 | 37.328 | 1.99 | 60.930 |
| 0.08 | 0.246 | 0.56 | 9.260 | 1.04 | 20.162 | 1.52 | 37.756 | 2.00 | 61.500 |
| 0.09 | 0.306 | 0.57 | 9.420 | 1.05 | 20.450 | 1.53 | 38.184 | 2.01 | 61.900 |
| 0.10 | 0.372 | 0.58 | 9.580 | 1.06 | 20.741 | 1.54 | 38.612 | 2.02 | 62.300 |
| 0.11 | 0.445 | 0.59 | 9.740 | 1.07 | 21.033 | 1.55 | 39.040 | 2.03 | 62.700 |
| 0.12 | 0.523 | 0.60 | 9.902 | 1.08 | 21.327 | 1.56 | 39.472 | 2.04 | 63.100 |
| 0.13 | 0.607 | 0.61 | 10.061 | 1.09 | 21.623 | 1.57 | 39.904 | 2.05 | 63.500 |
| 0.14 | 0.697 | 0.62 | 10.226 | 1.10 | 21.920 | 1.58 | 40.336 | 2.06 | 63.920 |
| 0.15 | 0.793 | 0.63 | 10.395 | 1.11 | 22.298 | 1.59 | 40.768 | 2.07 | 64.340 |
| 0.16 | 0.894 | 0.64 | 10.570 | 1.12 | 22.726 | 1.60 | 41.200 | 2.08 | 64.760 |
| 0.17 | 1.001 | 0.65 | 10.749 | 1.13 | 23.054 | 1.61 | 41.640 | 2.09 | 65.180 |
| 0.18 | 1.114 | 0.66 | 10.932 | 1.14 | 23.432 | 1.62 | 42.080 | 2.10 | 65.600 |
| 0.19 | 1.232 | 0.67 | 11.120 | 1.15 | 23.810 | 1.63 | 42.520 | 2.11 | 66.040 |
| 0.20 | 1.356 | 0.68 | 11.311 | 1.16 | 24.196 | 1.64 | 42.960 | 2.12 | 66.480 |
| 0.21 | 1.485 | 0.69 | 11.507 | 1.17 | 24.582 | 1.65 | 43.400 | 2.13 | 66.920 |
| 0.22 | 1.619 | 0.70 | 11.706 | 1.18 | 24.968 | 1.66 | 43.880 | 2.14 | 67.360 |
| 0.23 | 1.759 | 0.71 | 11.909 | 1.19 | 25.354 | 1.67 | 44.360 | 2.15 | 67.800 |
| 0.24 | 1.904 | 0.72 | 12.115 | 1.20 | 25.740 | 1.68 | 44.840 | 2.16 | 68.260 |
| 0.25 | 2.055 | 0.73 | 12.325 | 1.21 | 26.072 | 1.69 | 45.320 | 2.17 | 68.720 |
| 0.26 | 2.211 | 0.74 | 12.538 | 1.22 | 26.404 | 1.70 | 45.800 | 2.18 | 69.180 |
| 0.27 | 2.372 | 0.75 | 12.754 | 1.23 | 26.736 | 1.71 | 46.280 | 2.19 | 69.640 |
| 0.28 | 2.538 | 0.76 | 12.973 | 1.24 | 27.068 | 1.72 | 46.760 | 2.20 | 70.100 |
| 0.29 | 2.710 | 0.77 | 13.196 | 1.25 | 27.400 | 1.73 | 47.240 | 2.21 | 70.560 |
| 0.30 | 2.887 | 0.78 | 13.421 | 1.26 | 27.744 | 1.74 | 47.720 | 2.22 | 71.020 |
| 0.31 | 3.069 | 0.79 | 13.650 | 1.27 | 28.088 | 1.75 | 48.200 | 2.23 | 71.480 |
| 0.32 | 3.256 | 0.80 | 13.881 | 1.28 | 28.432 | 1.76 | 48.700 | 2.24 | 71.940 |
| 0.33 | 3.448 | 0.81 | 14.115 | 1.29 | 28.776 | 1.77 | 49.200 | 2.25 | 72.400 |
| 0.34 | 3.646 | 0.82 | 14.352 | 1.30 | 29.120 | 1.78 | 49.700 | 2.26 | 72.860 |
| 0.35 | 3.848 | 0.83 | 14.591 | 1.31 | 29.496 | 1.79 | 50.200 | 2.27 | 73.320 |
| 0.36 | 4.056 | 0.84 | 14.883 | 1.32 | 29.872 | 1.80 | 50.700 | 2.28 | 73.760 |
| 0.37 | 4.268 | 0.85 | 15.078 | 1.33 | 30.248 | 1.81 | 51.210 | 2.29 | 74.240 |
| 0.38 | 4.486 | 0.86 | 15.325 | 1.34 | 30.624 | 1.82 | 51.720 | 2.30 | 74.700 |
| 0.39 | 4.708 | 0.87 | 15.574 | 1.35 | 31.000 | 1.83 | 52.230 | 2.31 | 75.160 |
| 0.40 | 4.936 | 0.88 | 15.826 | 1.36 | 31.380 | 1.84 | 52.740 | 2.32 | 75.620 |
| 0.41 | 5.169 | 0.89 | 16.081 | 1.37 | 31.760 | 1.85 | 53.240 | 2.33 | 76.080 |
| 0.42 | 5.406 | 0.90 | 16.338 | 1.38 | 32.130 | 1.86 | 53.780 | 2.34 | 76.540 |
| 0.43 | 5.649 | 0.91 | 16.597 | 1.39 | 32.520 | 1.87 | 54.310 | 2.35 | 77.000 |
| 0.44 | 5.896 | 0.92 | 16.858 | 1.40 | 32.900 | 1.88 | 54.840 | 2.36 | 77.460 |
| 0.45 | 6.148 | 0.93 | 17.122 | 1.41 | 33.290 | 1.89 | 55.370 | 2.37 | 77.920 |
| 0.46 | 6.405 | 0.94 | 17.388 | 1.42 | 33.680 | 1.90 | 55.900 | 2.38 | 78.380 |
| 0.47 | 6.667 | 0.95 | 17.656 | 1.43 | 34.070 | 1.91 | 56.450 | 2.39 | 78.840 |
| 0.48 | 6.934 | 0.96 | 17.926 | 1.44 | 34.460 | 1.92 | 57.000 | 2.40 | 79.300 |

Fuente: Operación Hidráulica de la Bocatoma "Raca Rumi" en el rio Chancay

Anexo 10. Coeficiente de rugosidad n dados por Horton

| Superficie | <i>Condiciones de las paredes</i> | | | |
|--|-----------------------------------|--------|----------|-------|
| | Perfectas | Buenas | Medianas | Malas |
| Tubería hierro forjado negro comercial | 0.012 | 0.013 | 0.014 | 0.015 |
| Tubería hierro forjado galvanizado comercial | 0.013 | 0.014 | 0.015 | 0.017 |
| Tubería de latón o vidrio | 0.009 | 0.010 | 0.011 | 0.013 |
| Tubería acero remachado en espiral | 0.013 | 0.015* | 0.017* | |
| Tubería de barro vitrificado | 0.010 | 0.013* | 0.015 | 0.017 |
| Tubos comunes de barro para drenaje | 0.011 | 0.012* | 0.014* | 0.017 |
| Tabique vidriado | 0.011 | 0.012 | 0.013 | 0.015 |
| Tabique con mortero de cemento; albañales de tabique | 0.012 | 0.013 | 0.015* | 0.017 |
| Superficies de cemento pulido | 0.010 | 0.011 | 0.012 | 0.013 |
| Superficies aplanadas con mortero de cemento | 0.011 | 0.012 | 0.013* | 0.015 |
| Tuberías de concreto | 0.012 | 0.013 | 0.015* | 0.016 |
| Tuberías de duela | 0.010 | 0.011 | 0.012 | 0.013 |
| <i>Acueductos de tablón:</i> | | | | |
| Labrado | 0.010 | 0.012* | 0.013 | 0.014 |
| Sin labrar | 0.011 | 0.013* | 0.014 | 0.015 |
| Con astillas | 0.012 | 0.015* | 0.016 | |
| Canales revestidos con concreto | 0.012 | 0.014* | 0.016* | 0.018 |
| Superficie de mampostería con cemento | 0.017 | 0.020 | 0.025 | 0.030 |
| Superficie de mampostería en seco | 0.025 | 0.030 | 0.033 | 0.035 |
| Acueducto semicirculares metálicos, lisos | 0.011 | 0.012 | 0.013 | 0.015 |

Fuente: Hidráulica de Canales (Villón Bejar, 1995), valores para ser usados en las fórmulas de Ganguillet-Kutter y Manning

Anexo 11. Valores de γ para emplearse en la fórmula de Bazin

| Superficie | Naturaleza de las paredes | | | |
|---|---------------------------|--------|------------------------|-------|
| | Perfectas | Buenas | Medianamente Buenas | Malas |
| Tubos de albañal, vitrificados | 0,06 | 0,22 | 0,33 | 0,50 |
| Tubos de arcilla común, para drenaje | 0,11 | 0,17 | 0,28 | 0,50 |
| Mampostería con mortero de cemento | 0,14 | 0,22 | 0,33 | 0,50 |
| Superficies de cemento pulidas | 0,00 | 0,06 | 0,14 | 0,22 |
| Aplanados de cemento | 0,06 | 0,11 | 0,22 | 0,33 |
| Tubería de concreto | 0,14 | 0,22 | 0,33 | 0,41 |
| Acueductos de duela o tablones cepillados | 0,00 | 0,14 | 0,22 | 0,28 |
| Acueductos de tablones sin cepillar | 0,06 | 0,22 | 0,28 | 0,33 |
| Acueductos de tablones con astillas y palos | 0,14 | 0,33 | 0,41 | 0,55 |
| Canales revestidos con concreto | 0,14 | 0,28 | 0,41 | 0,55 |
| Mampostería de piedras irregulares o sin labrar | 0,50 | 0,69 | 1,05 | 1,38 |
| Mampostería seca, zampeados | 1,90 | 1,38 | 1,60 | 1,74 |
| Piedra labrada, sillería, paredes de ladrillo | 0,22 | 0,28 | 0,36 | 0,50 |
| Acueductos de lámina, lisos | 0,06 | 0,14 | 0,22 | 0,33 |
| Acueductos de lámina corrugada | 0,88 | 1,05 | 1,21 | 1,38 |
| Canales de tierra en buenas condiciones | 0,50 | 0,69 | 0,88 | 1,05 |
| Canales de tierra, con maleza y piedras, sinuosos, etc. | 1,05 | 1,38 | 1,74 | 2,10 |
| Canales excavados en roca | 1,38 | 1,74 | 2,04 | 2,32 |
| Corrientes naturales, en buenas condiciones | 1,05 | 1,38 | 1,74 | 2,10 |
| Corrientes naturales, con maleza, cantos rodados, rocas, etc. | 1,74 | 2,43 | 3,48 | 4,86 |

Fuente: Hidráulica de Canales (Villón Bejar, 1995), Valores de γ para emplearse en la fórmula de Bazin

Anexo 12. Cálculo de caudal en aplicativo HCanales, con (n) de 0.020 y 0.017

Resultados con HCANALES

Datos:

Lugar: Canal Alimentador - Tinajones
Proyecto: Tesis
Tramo: Progresiva 0+460 km
Revestimientos: Losa de concreto - Paredes de mampostería

Tirante normal (y): 3.08 m
Ancho de solera (b): 6.26 m
Talud (Z): 0.5
Rugosidad (n): 0.020
Pendiente (S): 0.0011 m/m

Resultados:

Caudal (Q): 59.5464 m3/s
Velocidad (v): 2.4786 m/s
Área hidráulica (A): 24.0240 m²
Perímetro mojado (p): 13.1471 m
Radio hidráulico (R): 1.8273 m
Espejo de agua (T): 9.3400 m
Energía específica (E): 3.3931 m-Kg/Kg
Número de Froude (F): 0.4934
Tipo de flujo: Subcrítico

Cálculo de caudal en aplicativo HCanales, con (n) de 0.017

Resultados con HCANALES

Datos:

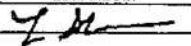
Lugar: Canal Alimentador - Tinajones
Proyecto: Tesis
Tramo: Progresiva 0+460 km
Revestimientos: Losa de concreto - Paredes de mampostería

Tirante normal (y): 3.08 m
Ancho de solera (b): 6.26 m
Talud (Z): 0.5
Rugosidad (n): 0.017
Pendiente (S): 0.0011 m/m

Resultados:

Caudal (Q): 70.0546 m3/s
Velocidad (v): 2.9160 m/s
Área hidráulica (A): 24.0240 m²
Perímetro mojado (p): 13.1471 m
Radio hidráulico (R): 1.8273 m
Espejo de agua (T): 9.3400 m
Energía específica (E): 3.5134 m-Kg/Kg
Número de Froude (F): 0.5805

Tipo de flujo: Subcrítico
Anexo 13. Certificado de calibración de Equipo Correntómetro

| | | | | | | | |
|---|---------------------------------|---|--|---|---|---|---|
| FAT MF pro | | OTT | | | | | |
| Magnetisch Induktiver Strömungssensor Magnetic Flow Sensor | | Artikel-Nr, Part Nr. | <u>1040500595-2D</u> | | | | |
| | | Bearbeiter, Agent | <u>administrator</u> | | | | |
| Abnahmeprüfzeugnis 3.1, Factory Acceptance Test 3.1 DIN EN 10204:2004 | | Datum, Date | <u>23.08.2017</u> | | | | |
| | | Unterschrift, Signature | <u></u> | | | | |
| OTT Serien-Nr. | | OTT Serial No. | <u>338282</u> | | | | |
| Software | | | | | | | |
| Firmware Version | Application Version | | <u>1.02</u> | | | | |
| Bootloader Version | Bootloader Version | | <u>1.00</u> | | | | |
| Druckzelle | Pressure cell | Ergebnis/Result | | | | | |
| Wassertank mit Pegelstand | Tank with certain stage | Toleranz [m] Tolerance [m] | | | | | |
| | 0.610 m | +/- 0.013 | <u>0.613</u> | | | | |
| Leitfähigkeitsmessung | Conductivity measurement | | | | | | |
| Verifikation der Leitfähigkeit | Conductivity verification | | <u>PASS</u> | | | | |
| Geschwindigkeitsmessung | Velocity measurement | | | | | | |
| Geschwindigkeit | Velocity[m/s] | Sollwert [m/s] Target [m/s] | | | | | |
| | | min. | max. | | | | |
| 0.000 m/s | 0.000 | -0.015 | 0.015 | | | | |
| 0.591 m/s | 0.591 | 0.578 | 0.604 | | | | |
| | | | <u>-0.001</u> | | | | |
| | | | <u>0.584</u> | | | | |
| Nullpunkttest | Zero Stability Check | <table border="1"> <tr><td>X</td></tr> <tr><td>X</td></tr> <tr><td>X</td></tr> <tr><td>X</td></tr> </table> | | X | X | X | X |
| X | | | | | | | |
| X | | | | | | | |
| X | | | | | | | |
| X | | | | | | | |
| Speichertest | Non-Volatile Memory Test | | | | | | |
| Kabeltest | Cable Test | | | | | | |
| Schnittstellentest | Interface Check | | | | | | |
| HydroService | Telefon, Phone | Fax | E - Mail | | | | |
| Reparatur, Repair | 0831 / 5617-430 | 0831 / 5617-439 | HydroService@ott.com | | | | |
| Vertrieb, Sales | 0831 / 5617-433 | 0831 / 5617-439 | Repair@ott.com | | | | |
| | 0831 / 5617-0 | 0831 / 5617-209 | Sales@ott.com | | | | |

Anexo 14. Constancia de curso de Fotogrametría con drones

| | |
|--|---|
|  |  |
| IMPLEMENTACIÓN PROFESIONAL DE DRONES PARA INGENIERÍA | |
| PRIZMA TECHNOLOGY S.A.C DEPARTAMENTO DE SERVICIO TÉCNICO ESPECIALIZADO R.P.A.S | |
| <i>Otorga La Presente Constancia</i> | |
| A: <u>Max Yober León Pérez</u> DNI: 45869773 | |
| | |
| Por su participación en el curso titulado "Fotogrametría con Drones en Agisoft Photoscan", Impartido el día 11 y 13 de Marzo del 2020 con el modelo Drone DJI Phantom 4 Pro V 2.0. Habiendo concluido de manera satisfactoria. | |
| Atentamente, | |
| JEFE DEL SECTOR | |
|  | |
| ----- FERNANDO GAMBINI ASTETE Prizma Technology S.A.C RUC: 20602215068 | |
| TEL./WS: 990 500 410 / 991 933 992 Flora Tristán 461, Of. 302 - Magdalena del Mar / Lima - Perú | VENTAS@PRIZMADRONES.PE |

Anexo 15. Diploma de curso de Pilotos a Distancia RPAS



**CENTRO DE INSTRUCCION DE
AERONAUTICA CIVIL CIAC N° 004**

RD N° 159-2014-MTC/12

Programa de Instrucción
Por cuanto,

Max Yober León Pérez
ha cumplido con los requisitos de evaluación establecidos en
el Programa de Instrucción y entrenamiento en:

Curso de Piloto a Distancia RPAS
Por tanto,
para que conste, se le expide el presente

DIPLOMA

Emitido en Miraflores, a los 7 días de Febrero del 2020

Alexander Lopez Vilela
Director
Centro de Instrucción de Aeronáutica
Civil CIAC N° 004

Juan O. Ramírez Lazo
Piloto Privado RPAS
Lic. N° 00260

Johanna Francisca Rojas
DIRECTOR ACADÉMICO
Centro de Instrucción de Aeronáutica
Civil CIAC N° 004

CODIGO:
  

COPIA:

Anexo 16. Inventario general conexiones de tuberías PVC y motobombas



Recorrido realizado en todo el trayecto del canal Alimentador, a fin de identificar las extracciones y realizar un inventario general de conexiones de tuberías de PVC y motobombas

Anexo 17. Conexiones de tuberías de PVC y motobombas



Tuberías de PVC y motobombas, instaladas por pobladores formales e informales en todo el trayecto del canal alimentador del Sistema Tinajones, las cuales extraen en diferentes volúmenes el caudal transportado por el canal Alimentador

Anexo 18. Excavación de zanjas



Excavaciones de zanjas en ambos extremos del canal Alimentador, las cuales son usadas para la instalación de tuberías de PVC, tuberías que transportan el caudal para irrigar las diferentes áreas de cultivo

Anexo 19. Limnógrafo



Equipo Limnográfico, ubicado en la progresiva 0+100 km, margen izquierdo del canal Alimentador del Sistema Tinajones

Anexo 20. Estaciones de aforo



Estaciones de aforo 01 - 02, ubicadas las progresivas 0+460 km y 15+460 km respectivamente, del canal Alimentador, ambas cuentan con sus respectivos puentes de aforo, los cuales están previstos con sus rieles que permiten el desplazamiento del carro metálico en las diferentes mediciones de caudal

Anexo 21. Seccionamiento de la sección transversal del canal Alimentador



Se procedió a dividir ambas secciones transversales del canal Alimentador progresivas 0+460 km y 15+460 km, en 21 secciones según **Figuras (9 – 10)**

Anexo 22. Identificación del Espejo de agua (T)



Con la utilización de una plomada se procedió a identificar los valores de $(a - b)$ y $(x - y)$ de la **Figura (9 – 10)**, así como a calcular el espejo de agua **(T)** en ambas secciones de aforo

Anexo 23. Instalación de equipos y accesorios



Personal Profesional y Técnico del Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT), instalando el carro metálico, lastre, escandallo y sensor que permite medir la velocidad, tirante,

Anexo 24. Diferencia de altura del sensor de velocidad y nivel de base (b)



El sensor de velocidad al reconocer automáticamente el tirante del caudal es necesario que, al momento de configurar el correntómetro electromagnético, esa diferencia de altura del sensor con relación al nivel de la losa del concreto (b) debe ser considerada, evitando lecturas erróneas en el tirante y toda data

Anexo 25. Aforo de caudales y medida de velocidades



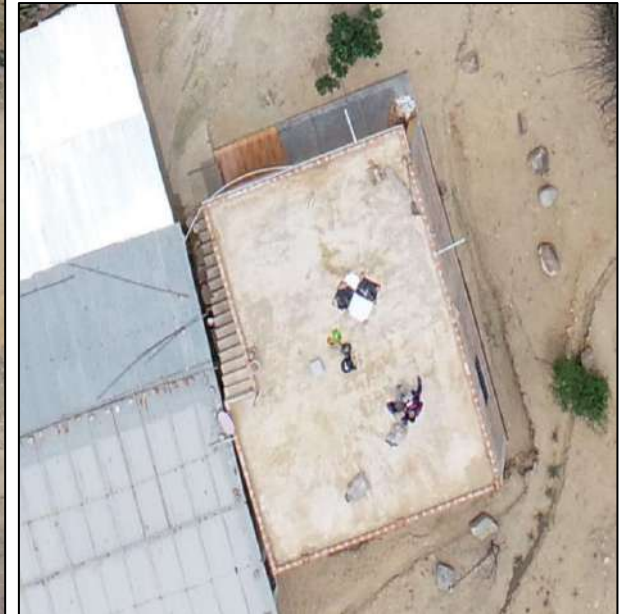
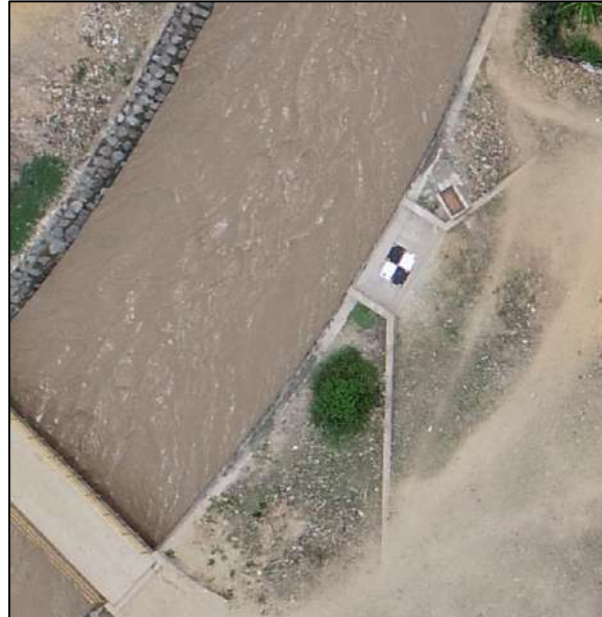
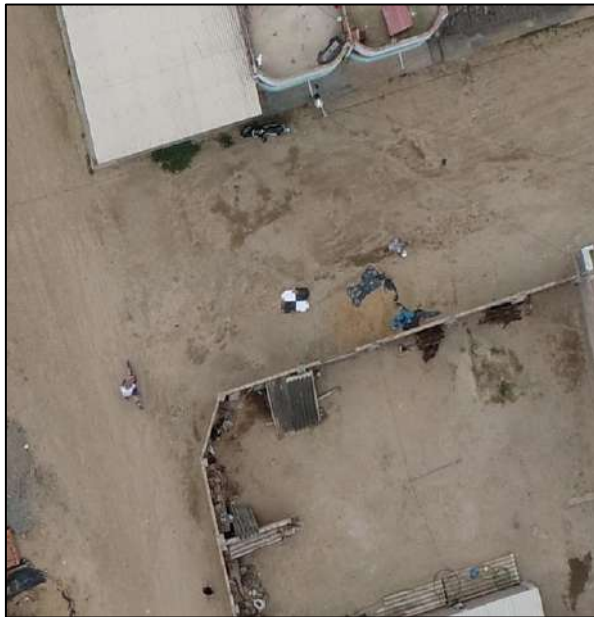
Los ingenieros Rogger Bocanegra y José Santisteban supervisores de OPEMA – PEOT, con la asistencia de Carlos Castillo técnico de OPEMA, realizando los diferentes aforos en ambas secciones del canal Alimentador

Anexo 26. Equipo DJI Phantom 4Pro



Sistema de Aeronave pilotada a distancia, de la marca DJI Phantom 4Pro, utilizada en el estudio de Fotogrametría

Anexo 27. Colocación de marcas de 1m x 1m para los puntos de Control



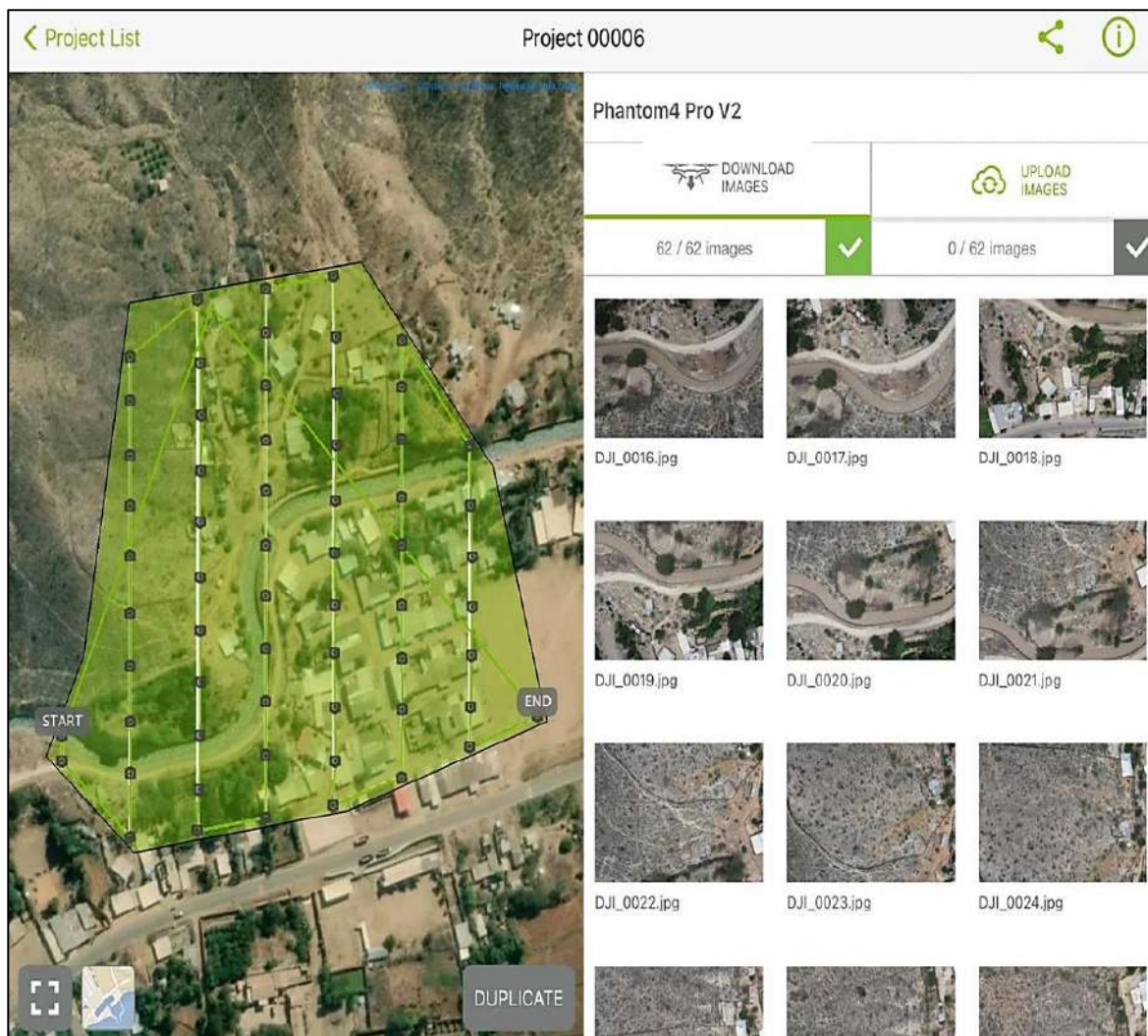
Para el estudio de Fotogrametría, se colocaron marcas de 1m x 1m en diferentes alturas, con sus respectivas coordenadas UTM, marcas que son de vital importancia para la identificación de los puntos de control

Anexo 28. Ejecución del vuelo de la aeronave



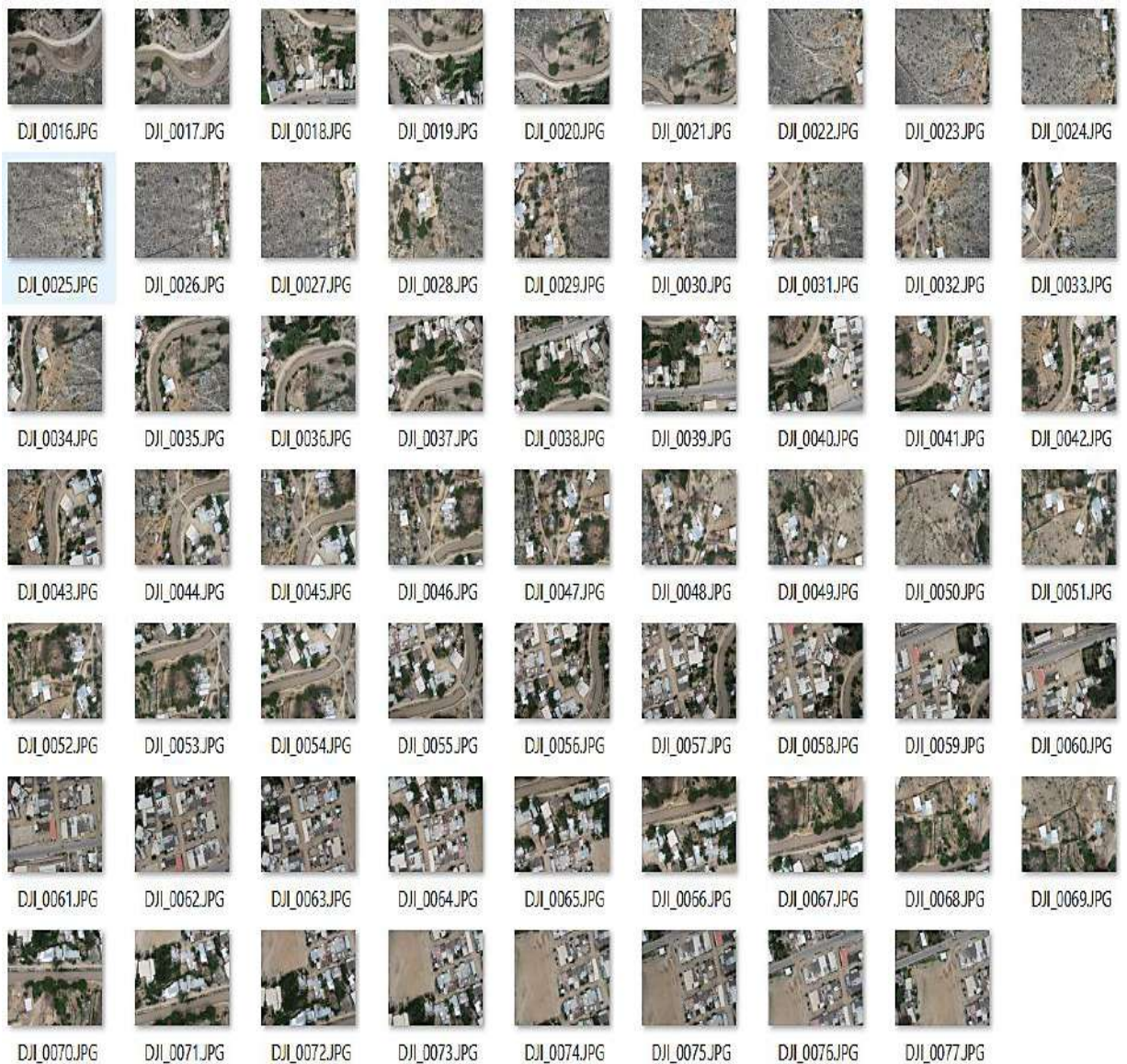
Ejecución de vuelo en tramo de canal Alimentador entre las progresivas 4+500 km y 5+000 km con la aeronave DJI Phantom 4 Pro, vuelo ejecutado a una altura de 80 m.

Anexo 29. Área de vuelo de una sección del canal



En el Aplicativo Pix4D capture se realizó la planificación del área de vuelo de la aeronave, realizada en una sección del canal Alimentador entre las progresivas 4+500 km y 5+000 km, abarcando un área de estudio de 10.9 hectáreas

Anexo 30. Imágenes obtenidas en el vuelo de aeronave



Luego de que la aeronave ejecute su vuelo programado, logró registrar 62 imágenes aéreas que luego de ser procesadas en el programa Agisoft Metashape Professional, se obtuvo como resultado la Ortofoto

Plano 01. Ubicación Geográfica Canal Alimentador

PLANO 01

Plano 02. Seccionamiento de canal Alimentador según Aforos

PLANO 02

Plano 03. Características Geométricas e Hidráulicas de Canal Alimentador

PLANO 03

Plano 04. Conexiones en longitud total de Canal Alimentador

PLANO 04

Plano 05. Conexiones entre las progresivas 4+500 km - 5+000 km

PLANO 05

Plano 06. Ortofoto de tramo de canal Alimentador

PLANO 06

Plano 07. Ortofoto Georreferenciada en coordenadas UTM WGS84

PLANO 07

Plano 08. Visualización de conexiones - Ortofoto

PLANO 08

9270000.000

672000.000

678000.000

684000.000

9270000.000



9264000.000

9264000.000

672000.000

678000.000

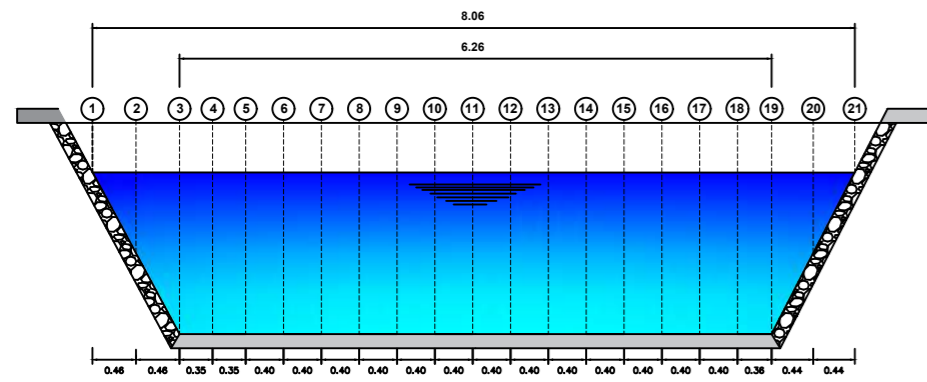
684000.000

Ubicación Geográfica Canal Alimentador
Escala Horizontal: 1/650

| | |
|---|--------------------------------|
| | |
| UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN | |
| TESIS | |
| PROPUESTAS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE CONDUCCION DEL CANAL ALIMENTADOR DEL SISTEMA TINAJONES | |
| UBICACIÓN GEOGRÁFICA CANAL ALIMENTADOR SISTEMA TINAJONES | |
| FECHA | AGOSTO 2022 |
| DIBUJADO POR | Bach. MAX YOBER LEÓN PÉREZ |
| REVISADO POR | Dr. SÓCRATES PEDRO MUÑOZ PÉREZ |
| AÑO - 2022 | |

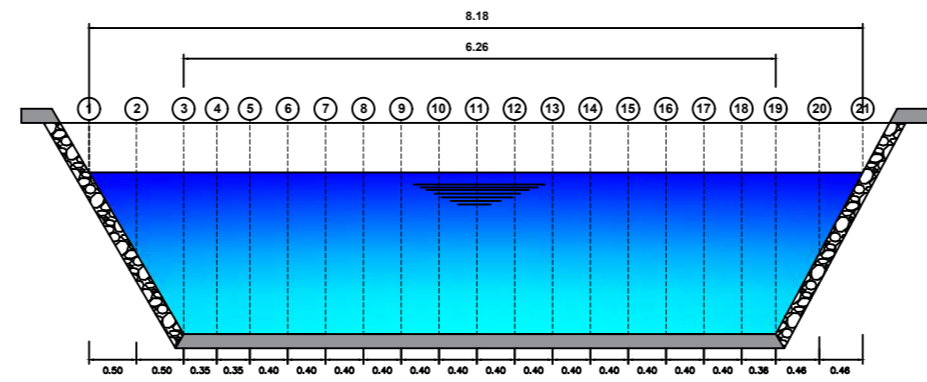
SECCIONAMIENTO CANAL ALIMENTADOR
SISTEMA TINAJONES
PROGRESIVA Km 0+460

24/05/22



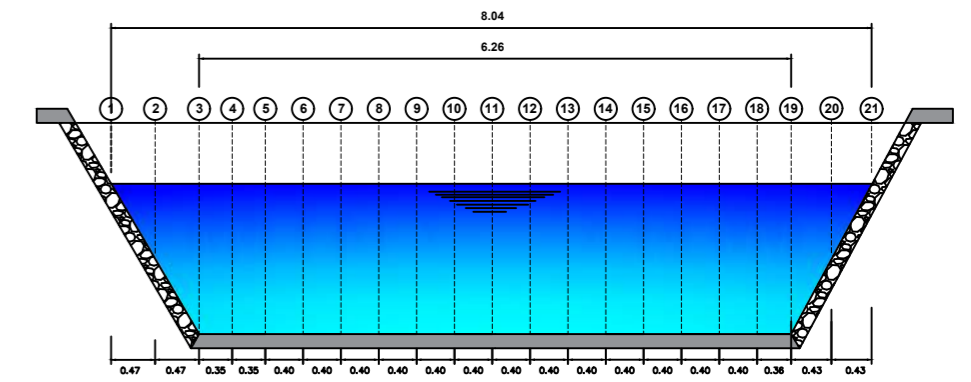
SECCIONAMIENTO CANAL ALIMENTADOR
SISTEMA TINAJONES
PROGRESIVA Km 0+460

09/06/22



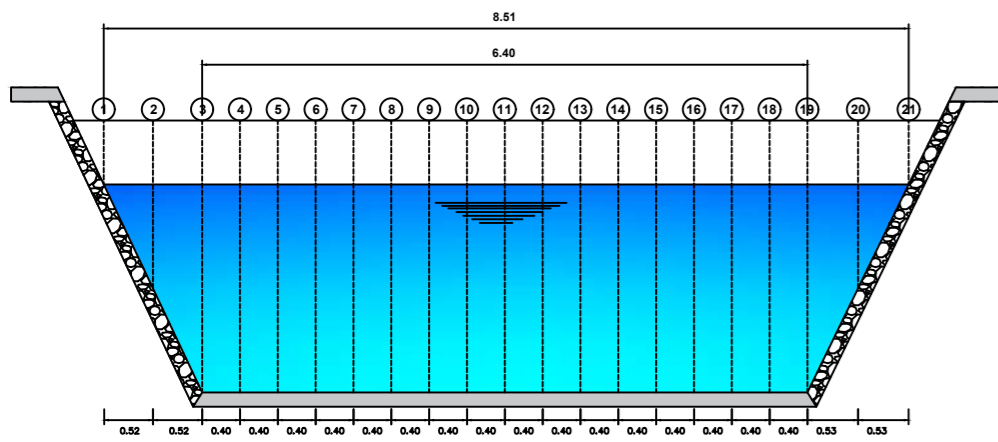
SECCIONAMIENTO CANAL ALIMENTADOR
SISTEMA TINAJONES
PROGRESIVA Km 0+460

17/06/22



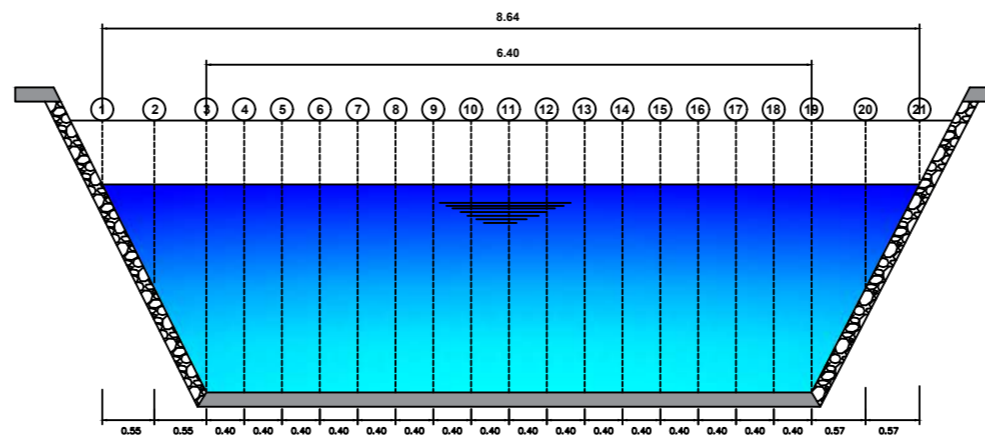
SECCIONAMIENTO CANAL ALIMENTADOR
SISTEMA TINAJONES
PROGRESIVA Km 15+460

24/05/22



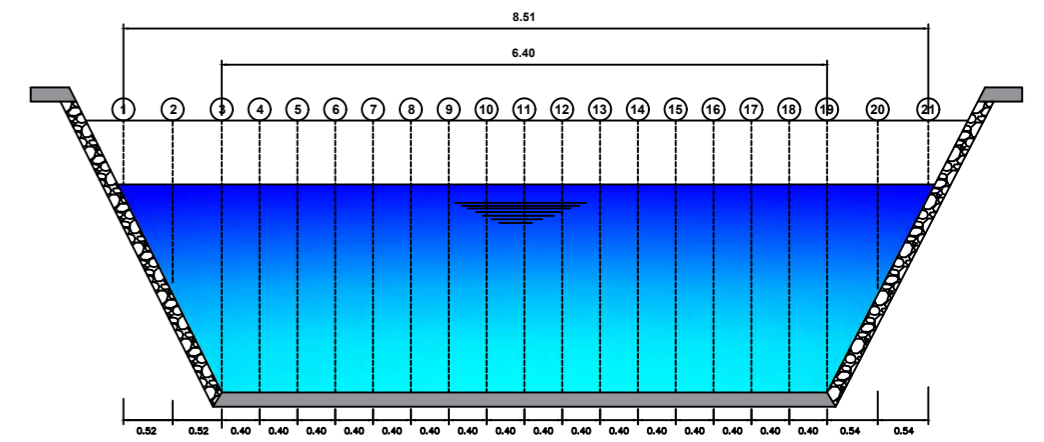
SECCIONAMIENTO CANAL ALIMENTADOR
SISTEMA TINAJONES
PROGRESIVA Km 15+460

09/06/22



SECCIONAMIENTO CANAL ALIMENTADOR
SISTEMA TINAJONES
PROGRESIVA Km 15+460

17/06/22



Seccionamiento de Estaciones de Aforo

Escala Horizontal: 1/200



TESIS

PROPUESTAS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA
DE CONDUCCION DEL CANAL ALIMENTADOR
DEL SISTEMA TINAJONES

SECCIONAMIENTO DE ESTACIONES DE AFORO
CANAL ALIMENTADOR
PROGRESIVAS 0+450 Km - 15+460 Km

FECHA AGOSTO 2022

DIBUJADO POR Bach. MAX YOBER LEÓN PÉREZ

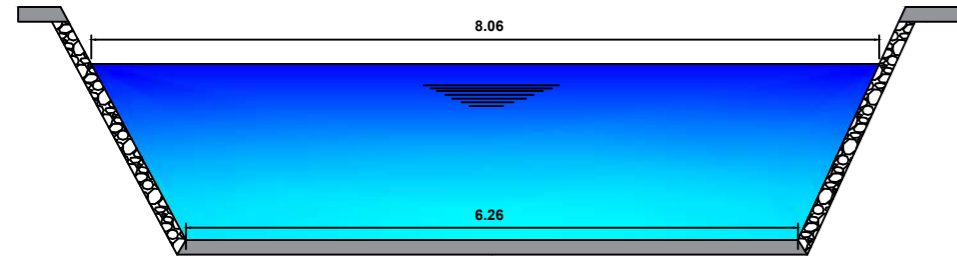
REVISADO POR Dr. SÓCRATES PEDRO MUÑOZ PÉREZ

AÑO - 2022

ESTACIÓN DE AFORO N° 01
CANAL ALIMENTADOR SISTEMA TINAJONES
PROGRESIVA Km 0+460

24/05/22

EA 01 A 460 m DE BOCATOMA RACARRUMI
CANAL TRAPEZOIDAL CON PAREDES DE
MAMPOSTERÍA Y LOSA DE CONCRETO

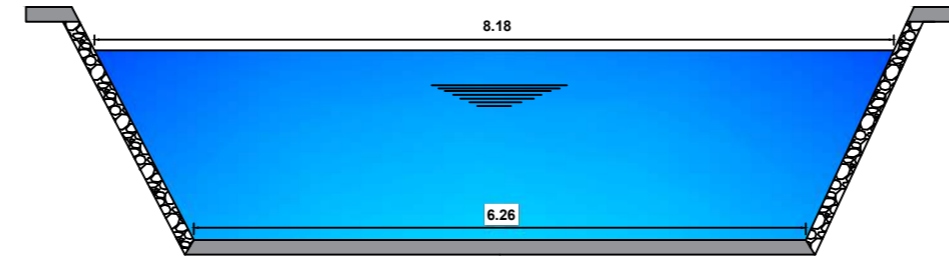


| CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS E HIDRÁULICAS DEL CANAL | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|--|-------|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|---------|-------|-----------------------|-------|
| PROGRESIVA | TIPO SECCIÓN | REVESTIMIENTO | b (m) | Z (m) | Y (m) | T (m) | A (m ²) | P (m) | R (m) | S (m/m) | n | Q (m ³ /S) | |
| 0+460 Km | TRAPEZOIDAL | PAREDES DE MAMPOSTERÍA, LOSA DE CONCRETO | 6.26 | 0.50 | 1.80 | 8.06 | 12.91 | 10.29 | 1.25 | 0.0011 | 0.020 | 1.91 | 24.97 |

ESTACIÓN DE AFORO N° 01
CANAL ALIMENTADOR SISTEMA TINAJONES
PROGRESIVA Km 0+460

09/06/22

EA 01 A 460 m DE BOCATOMA RACARRUMI
CANAL TRAPEZOIDAL CON PAREDES DE
MAMPOSTERÍA Y LOSA DE CONCRETO

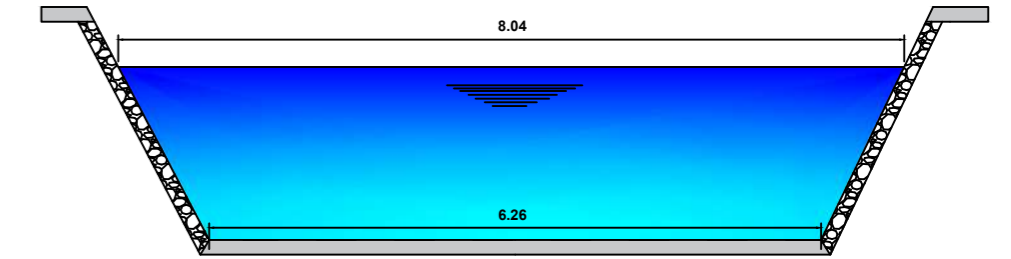


| CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS E HIDRÁULICAS DEL CANAL | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|--|-------|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|---------|-------|-----------------------|--------|
| PROGRESIVA | TIPO SECCIÓN | REVESTIMIENTO | b (m) | Z (m) | Y (m) | T (m) | A (m ²) | P (m) | R (m) | S (m/m) | n | Q (m ³ /S) | |
| 0+460 Km | TRAPEZOIDAL | PAREDES DE MAMPOSTERÍA, LOSA DE CONCRETO | 6.26 | 0.51 | 1.94 | 8.18 | 13.99 | 10.59 | 1.32 | 0.0011 | 0.020 | 1.96 | 27.625 |

ESTACIÓN DE AFORO N° 01
CANAL ALIMENTADOR SISTEMA TINAJONES
PROGRESIVA Km 0+460

17/06/22

EA 01 A 460 m DE BOCATOMA RACARRUMI
CANAL TRAPEZOIDAL CON PAREDES DE
MAMPOSTERÍA Y LOSA DE CONCRETO

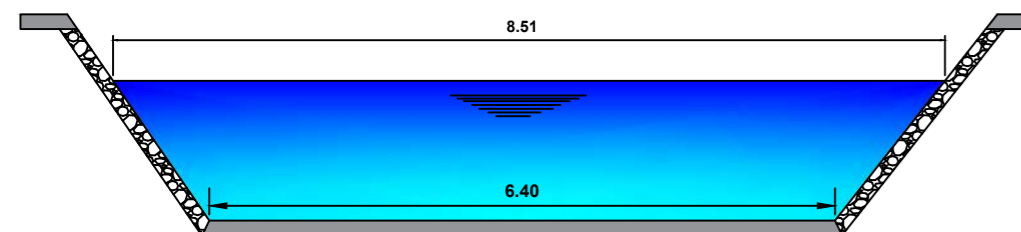


| CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS E HIDRÁULICAS DEL CANAL | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|--|-------|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|---------|-------|-----------------------|-------|
| PROGRESIVA | TIPO SECCIÓN | REVESTIMIENTO | b (m) | Z (m) | Y (m) | T (m) | A (m ²) | P (m) | R (m) | S (m/m) | n | Q (m ³ /S) | |
| 0+460 Km | TRAPEZOIDAL | PAREDES DE MAMPOSTERÍA, LOSA DE CONCRETO | 6.26 | 0.50 | 1.77 | 8.04 | 12.87 | 10.23 | 1.24 | 0.0011 | 0.020 | 1.88 | 24.20 |

ESTACIÓN DE AFORO N° 02
CANAL ALIMENTADOR SISTEMA TINAJONES
PROGRESIVA Km 15+460

24/05/22

EA 02 A 15460 m DE BOCATOMA RACARRUMI
CANAL TRAPEZOIDAL CON PAREDES DE
MAMPOSTERÍA Y LOSA DE CONCRETO

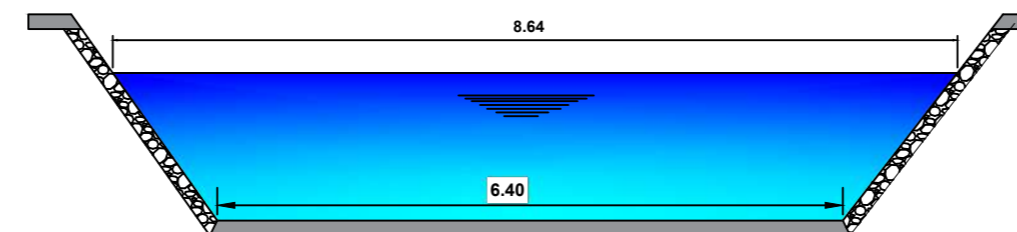


| CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS E HIDRÁULICAS DEL CANAL | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|--|-------|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|---------|-------|-----------------------|-------|
| PROGRESIVA | TIPO SECCIÓN | REVESTIMIENTO | b (m) | Z (m) | Y (m) | T (m) | A (m ²) | P (m) | R (m) | S (m/m) | n | Q (m ³ /S) | |
| 15+460 Km | TRAPEZOIDAL | PAREDES DE MAMPOSTERÍA, LOSA DE CONCRETO | 6.40 | 0.74 | 1.43 | 8.51 | 19.89 | 9.96 | 1.07 | 0.0016 | 0.020 | 2.06 | 22.12 |

ESTACIÓN DE AFORO N° 02
CANAL ALIMENTADOR SISTEMA TINAJONES
PROGRESIVA Km 15+460

09/06/22

EA 02 A 15460 m DE BOCATOMA RACARRUMI
CANAL TRAPEZOIDAL CON PAREDES DE
MAMPOSTERÍA Y LOSA DE CONCRETO

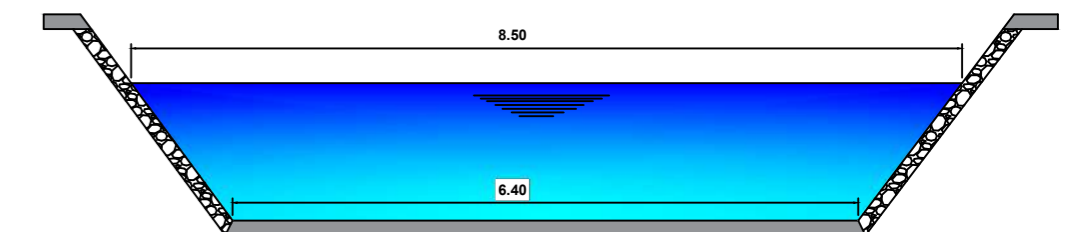


| CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS E HIDRÁULICAS DEL CANAL | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|--|-------|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|---------|-------|-----------------------|--------|
| PROGRESIVA | TIPO SECCIÓN | REVESTIMIENTO | b (m) | Z (m) | Y (m) | T (m) | A (m ²) | P (m) | R (m) | S (m/m) | n | Q (m ³ /S) | |
| 15+460 Km | TRAPEZOIDAL | PAREDES DE MAMPOSTERÍA, LOSA DE CONCRETO | 6.40 | 0.74 | 1.51 | 8.64 | 11.33 | 10.16 | 1.12 | 0.0017 | 0.020 | 2.20 | 24.964 |

ESTACIÓN DE AFORO N° 02
CANAL ALIMENTADOR SISTEMA TINAJONES
PROGRESIVA Km 15+460

17/06/22

EA 02 A 15460 m DE BOCATOMA RACARRUMI
CANAL TRAPEZOIDAL CON PAREDES DE
MAMPOSTERÍA Y LOSA DE CONCRETO



| CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS E HIDRÁULICAS DEL CANAL | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|--|-------|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|---------|-------|-----------------------|-------|
| PROGRESIVA | TIPO SECCIÓN | REVESTIMIENTO | b (m) | Z (m) | Y (m) | T (m) | A (m ²) | P (m) | R (m) | S (m/m) | n | Q (m ³ /S) | |
| 15+460 Km | TRAPEZOIDAL | PAREDES DE MAMPOSTERÍA, LOSA DE CONCRETO | 6.40 | 0.74 | 1.41 | 8.50 | 10.51 | 9.92 | 1.06 | 0.0015 | 0.020 | 2.00 | 21.50 |



UNIVERSIDAD
SEÑOR DE SIPÁN

TESIS
PROPUESTAS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA
DE CONDUCCION DEL CANAL ALIMENTADOR
DEL SISTEMA TINAJONES

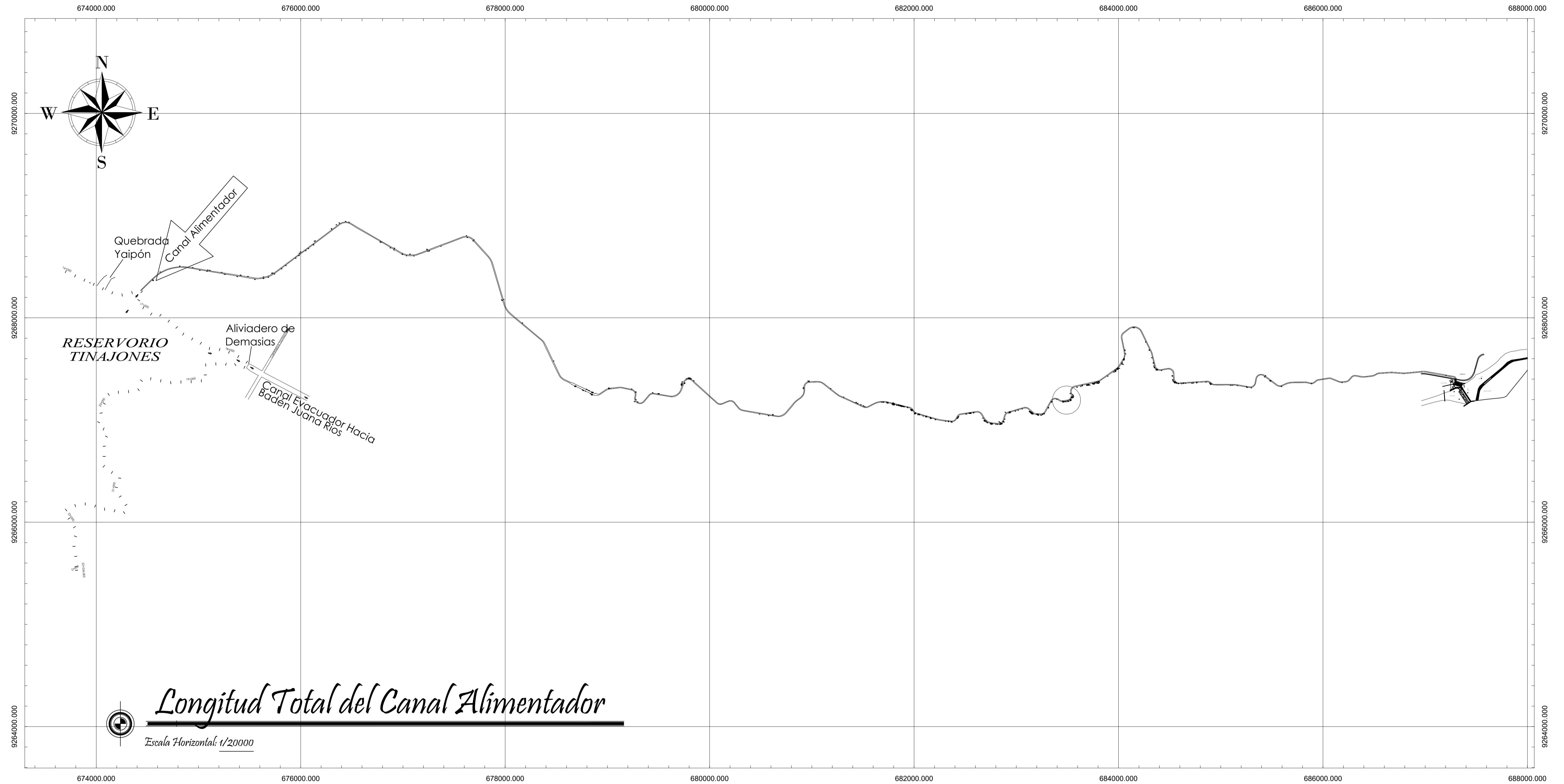
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS E
HIDRÁULICAS CANAL ALIMENTADOR
PROGRESIVAS 0+450 Km - 15+460 Km

FECHA
AGOSTO 2022

DIBUJADO POR
Bach. MAX YOBER LEÓN PÉREZ

REVISADO POR
Dr. SÓCRATES PEDRO MUÑOZ PÉREZ

AÑO - 2022



Longitud Total del Canal Alimentador

Escala Horizontal: 1/20000

| CONEXIONES DE TUBERIAS DE PVC Y MOTOBOMBAS | | CONEXIONES DE TUBERIAS DE PVC Y MOTOBOMBAS | | CONEXIONES DE TUBERIAS DE PVC Y MOTOBOMBAS | | CONEXIONES DE TUBERIAS DE PVC Y MOTOBOMBAS | | CONEXIONES DE TUBERIAS DE PVC Y MOTOBOMBAS | | CONEXIONES DE TUBERIAS DE PVC Y MOTOBOMBAS | | CONEXIONES DE TUBERIAS DE PVC Y MOTOBOMBAS | | CONEXIONES DE TUBERIAS DE PVC Y MOTOBOMBAS | | CONEXIONES DE TUBERIAS DE PVC Y MOTOBOMBAS | | CONEXIONES DE TUBERIAS DE PVC Y MOTOBOMBAS | | CONEXIONES DE TUBERIAS DE PVC Y MOTOBOMBAS | |
|--|-------------|--|-------------|--|-------------|--|-------------|--|-------------|--|-------------|--|-------------|--|-------------|--|-------------|--|-------------|--|-------------|
| Nº | DESCRIPCIÓN | Nº | DESCRIPCIÓN | Nº | DESCRIPCIÓN | Nº | DESCRIPCIÓN | Nº | DESCRIPCIÓN | Nº | DESCRIPCIÓN | Nº | DESCRIPCIÓN | Nº | DESCRIPCIÓN | Nº | DESCRIPCIÓN | Nº | DESCRIPCIÓN | Nº | DESCRIPCIÓN |
| 1 | ... | 41 | ... | 81 | ... | 121 | ... | 161 | ... | 201 | ... | 241 | ... | 281 | ... | 321 | ... | 361 | ... | 401 | ... |



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

TESIS

PROPUESTAS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE CONDUCCION DEL CANAL ALIMENTADOR DEL SISTEMA TINAJONES

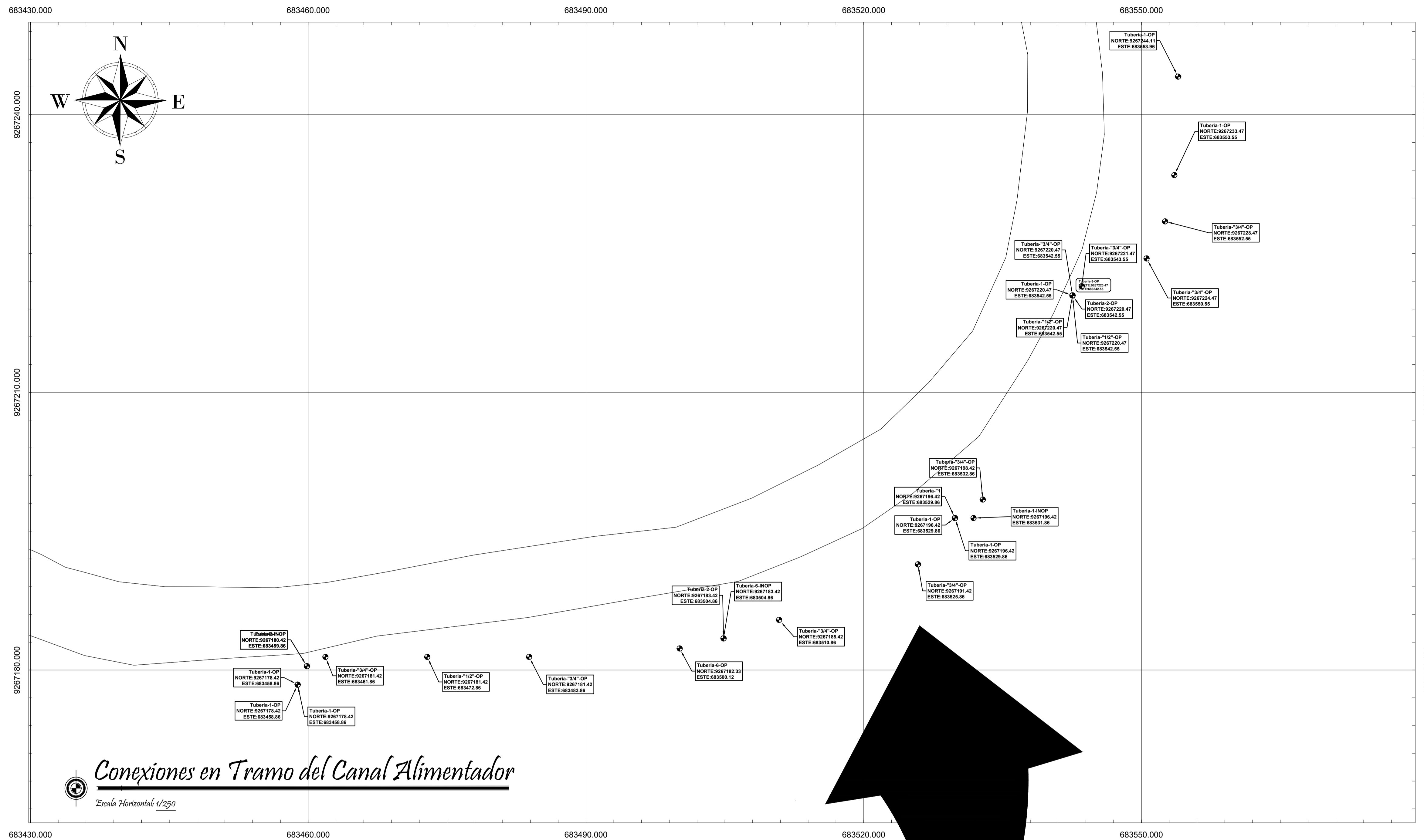
LONGITUD TOTAL CANAL ALIMENTADOR SISTEMA TINAJONES CON 462 CONEXIONES ENTRE TUBERIAS DE PVC Y MOTOBOMBAS

FECHA: AGOSTO 2022

DIBUJADO POR: Bach. MAX YOBER LEÓN PÉREZ

REVISADO POR: Dr. SÓCRATES PEDRO MUÑOZ PÉREZ

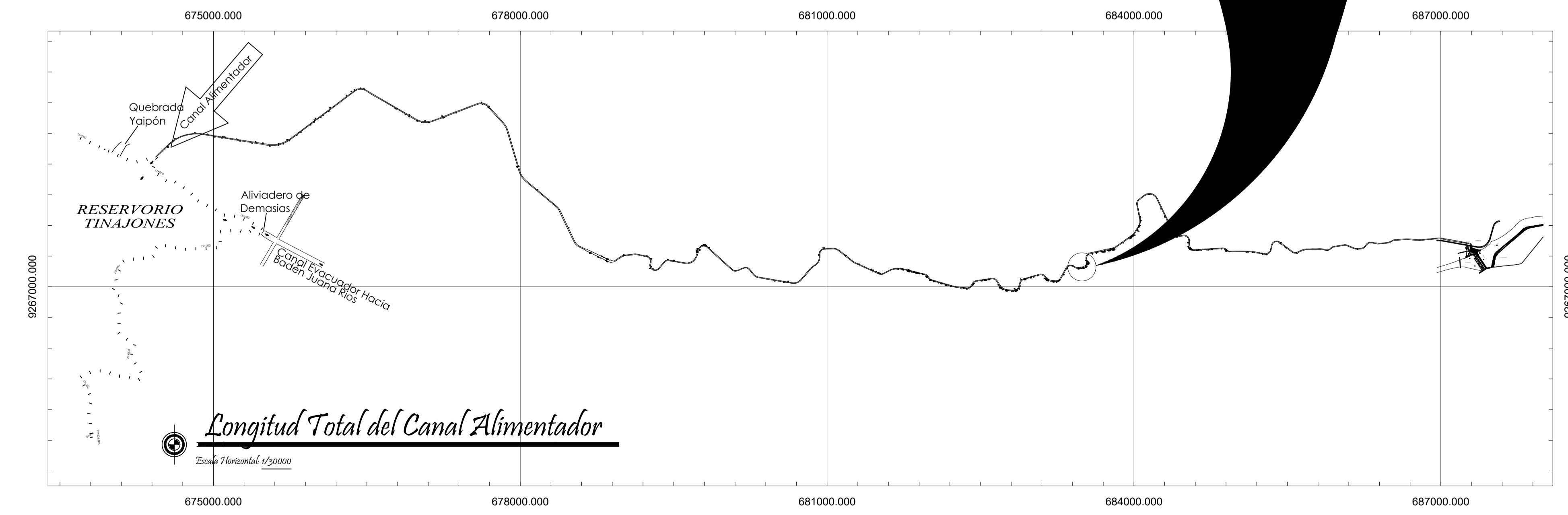
AÑO - 2022



| CONEXIONES DE TUBERÍAS DE PVC Y MOTOBOMBAS | | | |
|--|------------|-----------|-----------------|
| Punto | Norte | Este | Descripción |
| 123 | 9267244.11 | 683553.96 | Tubería-1-OP |
| 124 | 9267233.47 | 683553.55 | Tubería-1-OP |
| 125 | 9267228.47 | 683552.55 | Tubería-3/4"-OP |
| 126 | 9267224.47 | 683550.55 | Tubería-3/4"-OP |
| 127 | 9267221.47 | 683543.55 | Tubería-3/4"-OP |
| 128 | 9267220.47 | 683542.55 | Tubería-3-OP |
| 129 | 9267220.47 | 683542.55 | Tubería-1/2"-OP |
| 130 | 9267220.47 | 683542.55 | Tubería-3/4"-OP |
| 131 | 9267220.47 | 683542.55 | Tubería-1/2"-OP |
| 132 | 9267220.47 | 683542.55 | Tubería-1-OP |
| 133 | 9267220.47 | 683542.55 | Tubería-2-OP |
| 134 | 9267198.42 | 683532.86 | Tubería-3/4"-OP |
| 135 | 9267196.42 | 683529.86 | Tubería-1-OP |
| 136 | 9267196.42 | 683529.86 | Tubería-1-OP |
| 137 | 9267196.42 | 683529.86 | Tubería-1 |
| 138 | 9267196.42 | 683531.86 | Tubería-1-INOP |
| 139 | 9267191.42 | 683525.86 | Tubería-3/4"-OP |
| 140 | 9267185.42 | 683510.86 | Tubería-3/4"-OP |
| 141 | 9267183.42 | 683504.86 | Tubería-2-OP |
| 142 | 9267183.42 | 683504.86 | Tubería-6-INOP |
| 143 | 9267182.33 | 683500.12 | Tubería-6-OP |
| 144 | 9267181.42 | 683483.86 | Tubería-3/4"-OP |
| 145 | 9267181.42 | 683472.86 | Tubería-1/2"-OP |
| 146 | 9267181.42 | 683461.86 | Tubería-3/4"-OP |
| 147 | 9267180.42 | 683459.86 | Tubería-1-OP |
| 148 | 9267180.42 | 683459.86 | Tubería-2-INOP |
| 149 | 9267178.42 | 683458.86 | Tubería-1-OP |
| 150 | 9267178.42 | 683458.86 | Tubería-1-OP |
| 151 | 9267178.42 | 683458.86 | Tubería-1-OP |

Conexiones en Tramo del Canal Alimentador

Escala Horizontal: 1/250



Longitud Total del Canal Alimentador

Escala Horizontal: 1/50000



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

TESIS

PROPUESTAS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE CONDUCCION DEL CANAL ALIMENTADOR DEL SISTEMA TINAJONES

CONEXIONES EN TRAMO DE CANAL ALIMENTADOR ENTRE LAS PROGRESIVAS Km 4+500 AL Km 5+000

| | |
|--------------|--------------------------------|
| FECHA | AGOSTO 2022 |
| DIBUJADO POR | Bach. MAX YOBER LEÓN PÉREZ |
| REVISADO POR | Dr. SÓCRATES PEDRO MUÑOZ PÉREZ |

AÑO - 2022



USS



**UNIVERSIDAD
SEÑOR DE SIPÁN**

Tesis

**Propuestas para
mejorar la
Eficiencia de
Conducción del
Canal Alimentador
del Sistema
Tinajones**

**Ortofoto de tramo Canal
Alimentador entre las
progresiva 4+500 km -
5+000 km**

Fecha agosto 2022

Dibujado por Bach. Max Yober León Pérez

Revisado por Dr. Sócrates Pedro Muñoz Pérez

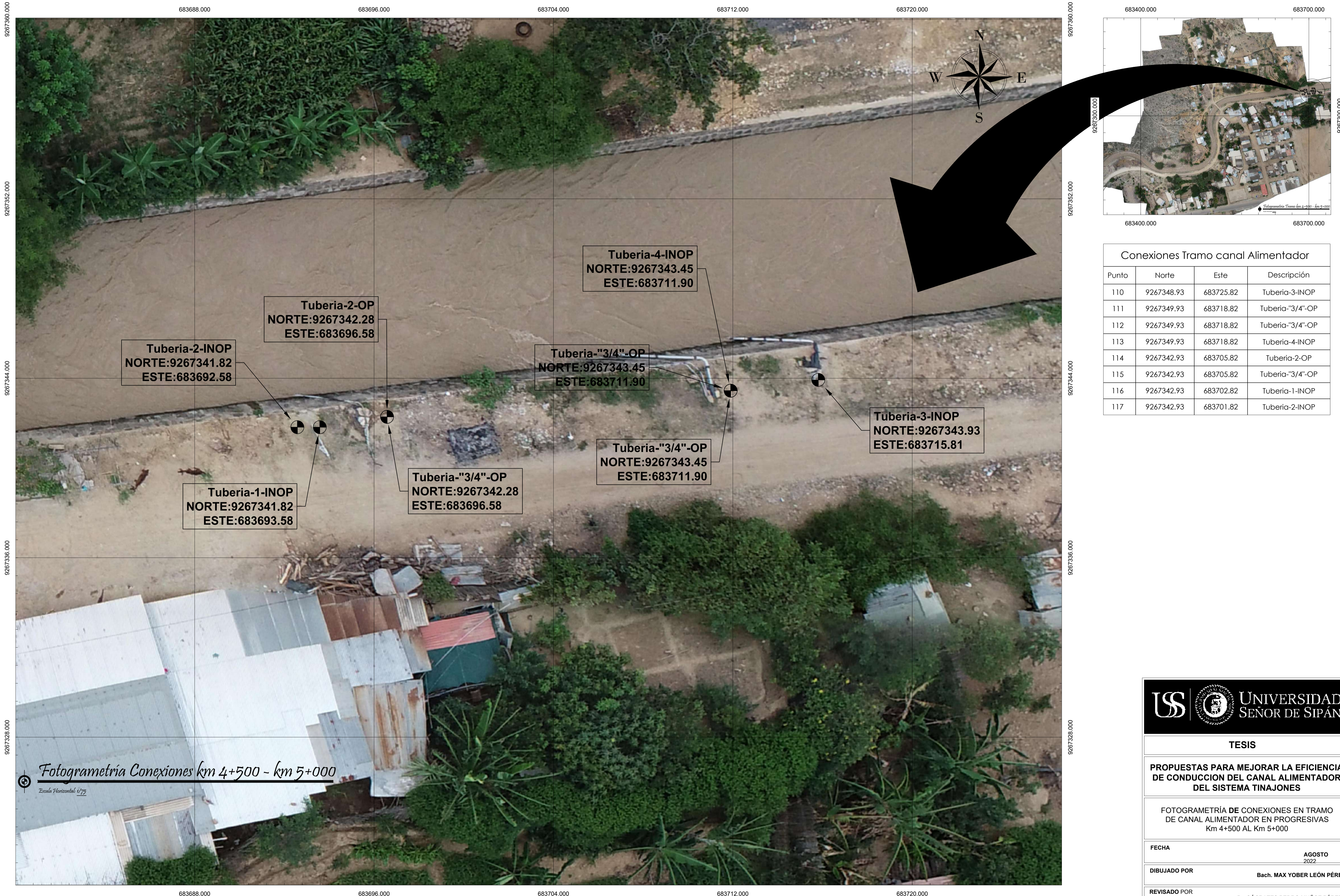
Año - 2022



Georeferenciación Tramo km 4+500 - km 5+000
 Escala Horizontal: 1/650



| | |
|---|--------------------------------|
| UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN | |
| TESIS | |
| PROPUESTAS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE CONDUCCION DEL CANAL ALIMENTADOR DEL SISTEMA TINAJONES | |
| GOERREFERENCIACION TRAMO CANAL ALIMENTADOR PROGRESIVAS 4+500 Km AL 5+000 Km | |
| FECHA | AGOSTO 2022 |
| DIBUJADO POR | Bach. MAX YOBER LEÓN PÉREZ |
| REVISADO POR | Dr. SÓCRATES PEDRO MUÑOZ PÉREZ |
| AÑO - 2022 | |



Conexiones Tramo canal Alimentador

| Punto | Norte | Este | Descripción |
|-------|------------|-----------|------------------|
| 110 | 9267348.93 | 683725.82 | Tuberia-3-INOP |
| 111 | 9267349.93 | 683718.82 | Tuberia-"3/4"-OP |
| 112 | 9267349.93 | 683718.82 | Tuberia-"3/4"-OP |
| 113 | 9267349.93 | 683718.82 | Tuberia-4-INOP |
| 114 | 9267342.93 | 683705.82 | Tuberia-2-OP |
| 115 | 9267342.93 | 683705.82 | Tuberia-"3/4"-OP |
| 116 | 9267342.93 | 683702.82 | Tuberia-1-INOP |
| 117 | 9267342.93 | 683701.82 | Tuberia-2-INOP |

Fotogrametría Conexiones km 4+500 - km 5+000

Escala Horizontal: 1/75

TESIS

PROPUESTAS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE CONDUCCION DEL CANAL ALIMENTADOR DEL SISTEMA TINAJONES

FOTOGRAMETRÍA DE CONEXIONES EN TRAMO DE CANAL ALIMENTADOR EN PROGRESIVAS Km 4+500 AL Km 5+000

FECHA **AGOSTO 2022**

DIBUJADO POR **Bach. MAX YOBER LEÓN PÉREZ**

REVISADO POR **Dr. SÓCRATES PEDRO MUÑOZ PÉREZ**

AÑO - 2022