

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“PROCESO CONSTRUCTIVO PARA REHABILITACIÓN DEL
SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL CANAL PIEDRA EL TORO,
DISTRITO DE MORROPÓN, DEPARTAMENTO-PIURA”**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR

MIGUEL ANGEL DE LOS RIOS QUIJADA

ASESOR

Ing. RAFAEL CACHAY HUAMÁN

Lima- Perú

2023

© 2023, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados. **“El autor autoriza a la UNI a reproducir el trabajo de suficiencia profesional en su totalidad o en parte, con fines estrictamente académicos”.**
DE LOS RIOS QUIJADA, Miguel Ángel
miguel_15_319@hotmail.com
(+51) 947650300

DEDICATORIA

A Dios en primer lugar, por guiarme en cada camino que voy, por iluminarme, por no dejarme solo en los momentos difíciles

A mi entorno familiar que son el motor de mi vida y mi círculo de amigos por creer siempre en mí, por su apoyo incondicional.

A mis padres por forjarme a ser una persona de buenos valores, por darme fuerza y paciencia en los momentos más complicados por su sacrificio en todo este tiempo, y los que me permitieron estar en estos momentos.

A mi asesor, que, con sus conocimientos, me ha ayudado para el desarrollo de mi investigación, con sus correcciones, me permite cada día aprender más y ser un profesional de éxito.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por haberme bendecido con una hermosa familia, mis padres y hermano; quienes nunca dudaron de mi capacidad hacia las adversidades, dándome ejemplo de esfuerzo y superación con humildad y sacrificio, enseñándome a valorar todo lo que tengo, a todos ellos les dedico el presente trabajo porque han inculcado en mí, el deseo de éxito y superación en la vida. Se que siempre cuento con su valioso e incondicional apoyo de ellos hacia mi persona, y ellos también cuentan conmigo en lo que necesiten.

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| RESUMEN | 3 |
| ABSTRACT | 4 |
| PRÓLOGO | 5 |
| LISTA DE TABLAS | 6 |
| LISTA DE FIGURAS | 7 |
| CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN | 10 |
| 1.1. GENERALIDADES | 10 |
| 1.1.1. Antecedentes Referenciales | 10 |
| 1.2. PLANTEAMIENTO DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA | 12 |
| 1.3. OBJETIVOS | 18 |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL | 21 |
| 2.1. Riego | 21 |
| 2.1.1. Métodos de riego | 21 |
| 2.1.2. Selección de un sistema de riego | 24 |
| 2.1.3. Programación de riego | 24 |
| 2.2. Canal de riego | 28 |
| 2.2.1. Características básicas de los canales de riego | 28 |
| 2.3. Reparación de canales | 29 |
| 2.3.1. Recuperación de las juntas | 29 |
| 2.3.2. Recuperación de las losas totalmente deterioradas | 29 |
| 2.3.3. Reparación de losas parcialmente dañadas | 30 |
| CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO | 31 |
| 3.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO | 31 |
| 3.1.1. Ubicación Política | 31 |
| 3.1.2. Ubicación Geográfica | 31 |
| 3.1.3. Ubicación Hidrográfica | 32 |
| 3.2. ACCIÓN ADMINISTRATIVA | 32 |
| 3.3. VÍAS DE ACCESO | 32 |
| 3.4. BENEFICIOS DEL PROYECTO | 33 |
| 3.4.1. Población Beneficiada | 33 |
| 3.4.2. Área Beneficiada | 34 |
| CAPÍTULO IV: PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PROYECTO | 35 |
| 4.1. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LAS OBRAS CIVILES | 35 |

| | |
|---|-----------|
| 4.2. REHABILITACIÓN DEL CANAL PIEDRA EL TORO----- | 45 |
| 4.2.1. Movimiento de Tierras----- | 45 |
| 4.2.2. Obras De Concreto ----- | 48 |
| CAPÍTULO V: ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA POBLACIÓN Y DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO, EN EL DISTRITO DE MORROPÓN ----- | 61 |
| 5.1. DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE ----- | 61 |
| 5.2. ACTIVIDAD PRINCIPAL DE LA POBLACIÓN Y NIVEL DE VIDA----- | 67 |
| 5.3. GESTIÓN DEL AGUA ----- | 68 |
| 5.4. MANEJO, FRECUENCIA Y DISTRIBUCIÓN DEL AGUA ----- | 69 |
| CAPÍTULO VI: COSTOS DE FABRICACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO ----- | 70 |
| CAPÍTULO VII: FUNCIONAMIENTO DEL CANAL PIEDRA EL TORO DESPUÉS DEL FENÓMENO DEL CICLÓN YACU ----- | 72 |
| CONCLUSIONES ----- | 82 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS----- | 86 |
| ANEXOS----- | 89 |

RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional se centra en el proceso constructivo para la rehabilitación del servicio de agua para riego del canal Piedra El Toro, distrito de Morropón, departamento-Piura, la cual tiene como objetivo principal mejorar el servicio de agua para riego de las 601.93 hectáreas, mediante la reparación y mantenimiento del canal existente, mejorando los procesos constructivos para la construcción del canal nuevo. El proyecto tiene una duración estipulada de 90 días calendario.

En primer lugar, para este estudio se detalló los antecedentes referenciales, planteamiento de la realidad problemática y objetivos.

Luego se detalló algunos conceptos necesarios para así poder desarrollar este trabajo de suficiencia profesional, se definió el riego, sus diferentes métodos, como seleccionar su sistema de riego, programación de riego. También se definió que es un canal de riego, sus características básicas, reparación de canales, ya que todo esto se llevó a cabo en este TSP.

Posteriormente se realizó un análisis y revisión del expediente técnico, en el cual se encontró algunos errores y falencias, resaltando la falta de acceso o camino de vigilancia a lo largo del canal lo cual dimos solución a pesar que el contratista tuvo que asumir los costos no considerados en el expediente para así poder culminar la obra en el plazo contratado del proyecto.

En este trabajo se detallará los problemas que se tiene con el expediente técnico y la solución que se le dió con el proceso constructivo para este canal; lo cual consistió en construir y ensanchar el camino de vigilancia con una excavadora CAT 320-D y así poder hacer llegar los materiales al costado y en casi todo el largo del canal, gracias a esta solución se pudo terminar en plazo contractualmente establecido y sin aplicación de penalidades.

Se presentó los costos de fabricación del proceso constructivo que se utilizó, También se presentó el estado de funcionamiento del canal piedra el toro después de ocurrencias de lluvias, causadas por el ciclón Yaku, y el estado de abandono en que se encuentra el canal, por falta de mantenimiento, por parte de la comisión de Regantes de La Gallega-Morropón, de la Junta de Usuarios del Distrito de Riego Alto Piura-Huancabamba, planteando recomendaciones de solución al respecto.

Por último, se tendrá las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

ABSTRACT

The present work of professional proficiency focuses on the construction process for the rehabilitation of the irrigation water service of the Piedra El Toro canal, Morropón district, department-Piura, which has as its main objective to improve the irrigation water service of the 601.93 hectares, through the repair and maintenance of the existing canal, improving the construction processes for the construction of the new canal. The project has a stipulated duration of 90 calendar days.

Firstly, for this study, the referential background, presentation of the problematic reality and objectives were detailed.

Then some necessary concepts were detailed in order to be able to develop this work of professional proficiency, irrigation was defined, its different methods, how to select your irrigation system, irrigation programming. It was also defined what an irrigation canal is, its basic characteristics, canal repair, since all this was carried out in this TSP.

Subsequently, an analysis and review of the technical file was carried out, in which some errors and shortcomings were found, highlighting the lack of access or surveillance path along the canal, which we provided a solution even though the contractor had to assume the costs. considered in the file in order to complete the work within the contracted period of the project.

This work will detail the problems encountered with the technical file and the solution that was given with the construction process for this channel; which consisted of building and widening the surveillance path with a CAT 320-D excavator and thus being able to get the materials to the side and almost the entire length of the canal, thanks to this solution it was possible to finish within the contractually established deadline and without application of penalties.

The manufacturing costs of the construction process that was used were presented. The state of operation of the Piedra El Toro canal after occurrences of rain, caused by Cyclone Yaku, and the state of abandonment in which the canal is found, were also presented. lack of maintenance, by the Irrigation Commission of La Gallega-Morropón, of the Board of Users of the Alto Piura-Huancabamba Irrigation District, proposing recommendations for solutions in this regard.

Finally, there will be the conclusions, recommendations, bibliography and annexes.

PRÓLOGO

El propósito que tiene este Trabajo de Suficiencia Profesional es mejorar el servicio de agua para riego de las 601.93 hectáreas, mediante la reparación y mantenimiento del canal existente, mejorando los procesos constructivos para la construcción del tramo de canal nuevo. Este proyecto permitirá incrementar los niveles de producción y productividad de los cultivos, mejorar el nivel de vida de la población incrementando sus ingresos, contribuirá al uso racional del recurso hídrico, mediante la construcción de estructuras de distribución de agua, permitirá la generación de empleo temporal en la zona durante el periodo de ejecución de la obra y contribuir con el comercio local y regional de materiales, servicios e insumos en general.

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Valores de eficiencia de aplicación de riego para diferentes métodos. | 27 |
| Tabla 2. Vías de Acceso – Ruta 1..... | 33 |
| Tabla 3. Vías de Acceso – Ruta 2..... | 33 |
| Tabla 4. Unidades de Riego Canal Piedra El Toro..... | 33 |
| Tabla 5. Identificación de fisuras y grietas en canal de concreto existente..... | 35 |
| Tabla 6. Paños en muros desplazados | 36 |
| Tabla 7. Dimensiones geométricas del canal revestido | 36 |
| Tabla 8. Tomas laterales en el Canal Piedra El Toro | 39 |
| Tabla 9. Pase Peatonal..... | 40 |
| Tabla 10. Puentes Peatonales..... | 41 |
| Tabla 11. Vertederos (Entregas de agua) | 42 |
| Tabla 12. Canoas | 43 |
| Tabla 13. Botadero para limpia de canal proyectado y construido | 43 |
| Tabla 14. Caídas Verticales..... | 44 |
| Tabla 15. Unidades de riego..... | 61 |
| Tabla 16. Ingresos Económicos..... | 68 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Riego por inundación..... | 22 |
| Figura 2. Riego por surcos y corrugaciones..... | 22 |
| Figura 3. Riego por goteo | 23 |
| Figura 4. Riego por aspersión..... | 24 |
| Figura 5. Ubicación de la zona de estudio | 31 |
| Figura 6. Construcción del pase peatonal obsérvese estructura de toma lateral, junto a pase. | 41 |
| Figura 7. Toma lateral 03 y estructura de botadero en construcción | 43 |
| Figura 8. Construcción de Toma Lateral y Caídas Verticales..... | 45 |
| Figura 9. Excavadora realizando trabajos de movimiento de tierras en caja de canal y camino de acceso o de vigilancia | 46 |
| Figura 10. Trabajos de relleno y compactación con rodillo liso autopropulsado de la sub rasante del canal | 47 |
| Figura 11. Colocación de los encofrados y fierro corrugado 3/8” al espaciamiento indicado en planos correspondientes | 50 |
| Figura 12. Acabado de piso terminado en el canal piedra el toro, véase caída vertical | 52 |
| Figura 13. Véase muro izquierdo de canal desencofrado y muro derecho con encofrado colocado..... | 53 |
| Figura 14. Preparación del concreto con el carmix 3.5 TT | 55 |
| Figura 15. Trabajos de sellado de juntas con material elastomérico | 57 |
| Figura 16. Trabajos de curado del concreto aplicado inmediatamente después de desencofrado..... | 58 |
| Figura 17. Trabajos de sellado y de colocación de los escalines en los muros del canal a ambos lados | 59 |
| Figura 18. Sellado de fisuras y juntas en el canal de concreto existente desde el km. 0+000 al km. 4+375 | 60 |
| Figura 19. Bocatoma La Gallega, estado en que se encuentra al momento del diagnóstico y en la actualidad. | 62 |
| Figura 20. Desarenador | 63 |
| Figura 21. Canal de concreto existente y toma lateral existente | 66 |
| Figura 22. Cerco de púas al pie de la corona del muro concreto del canal | 67 |

| | |
|--|----|
| Figura 23. Muestra funcionamiento de bocatoma la gallega, el 18-05-2023, con la intervención del proyecto, no se ha rehabilitado ni colchón de amortiguamiento, ni base del barraje, (el proyecto no lo ha considerado)..... | 72 |
| Figura 24. Muestra torrente del río la gallega, aguas abajo, mostrando material pedregoso que lo conforma y de alguna manera, lo estabiliza y evita mayores daños a la estructura. | 73 |
| Figura 25. Muestra la compuerta de ingreso al canal piedra el toro, observando su correcto funcionamiento e ingreso del caudal de agua requerido..... | 73 |
| Figura 26. Muestra compuerta izquierda que permite el ingreso del agua hacia el desarenador, sin funcionamiento, ubicado en progresiva 0+108. | 74 |
| Figura 27. Muestra estructura de desarenador lleno de sedimentos, maleza y sin que se haya puesto en funcionamiento a la fecha..... | 74 |
| Figura 28. Muestra ingreso del agua de lluvia por vertedero, proveniente de alcantarilla con arrastre de arena y grava, material que se deposita en canal obstruyendo su normal funcionamiento, km 4+530..... | 75 |
| Figura 29. Muestra canal embalsado entre progresivas 4+450 a 4+500, por efecto de ingreso de sedimentos que entrega alcantarilla ubicada en km 4+530, directo al canal. | 75 |
| Figura 30. Muestra canoa en perfecto estado de funcionamiento, ubicado en progresiva 5+140, sobre zánora, obsérvese falta de limpieza de maleza en bermas de canal (junto a estadio San Luis). | 76 |
| Figura 31. Muestra funcionamiento del canal en progresiva 5+600, saliendo de alcantarilla que cruza la pista, se aprecia poco borde libre, por material colmatado en fondo de canal. | 76 |
| Figura 32. Muestra puente peatonal construido, ubicado en progresiva 7+980.. | 77 |
| Figura 33. Muestra canal en funcionamiento, que requiere limpieza de maleza en ambas márgenes del canal, véase compuerta lateral progresiva 7+964, se observa camino de vigilancia totalmente cubierto por vegetación..... | 77 |
| Figura 34. Muestra canal funcionando, con falta de limpieza de bermas y camino de vigilancia, situación que consideramos debe corregirse en el más breve plazo, progresiva 8+060. | 78 |

| | |
|---|----|
| Figura 35. Muestra otro tramo de canal que necesita limpieza de camino de vigilancia y borde izquierdo, urgente..... | 78 |
| Figura 36. Muestra camino de vigilancia, km 8+050, relativamente limpio de maleza, no habiendo crecido, por ser plataforma rocosa. | 79 |
| Figura 37. Muestra áreas de terreno, en producción, irrigados por agua del canal piedra el toro, km 8+000 aproximadamente..... | 79 |
| Figura 38. Muestra canal en funcionamiento y camino de vigilancia con poca vegetación, por ser terreno rocoso, km 8+100 hacia adelante. | 80 |
| Figura 39. Muestra camino de vigilancia paralelo al canal, limpio de arbustos, por ser plataforma rocosa, construido por cuenta del contratista, para facilitar ejecución y cumplimiento de plazo contractual, km 7+950 hacia atrás. | 80 |
| Figura 40. Muestra áreas de cultivo, en producción, bajo riego del canal piedra el toro, áreas que se ubican junto a Morropón, km 8+200..... | 81 |
| Figura 41. Muestra juntas de concreto, rellenas con material elastomérico, en perfecto estado y funcionando correctamente, km 8+050. | 81 |

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. GENERALIDADES

1.1.1. Antecedentes Referenciales

EL PROGRAMA SUBSECTORIAL DE IRRIGACIONES – PSI, es una unidad ejecutora del Ministerio de Agricultura y Riego, que tiene como objetivo principal, promover el desarrollo sostenible de los sistemas de riego en la costa y en la sierra, el fortalecimiento de las organizaciones de usuarios, el desarrollo de capacidades de gestión; así como, la difusión del uso de tecnologías modernas de riego, para contribuir con el incremento de la producción y la productividad agrícola, que permitirá mejorar la rentabilidad del agro y elevar los estándares de vida de los agricultores.

A través de la Ley N° 30556, “Ley que aprueba disposiciones de carácter extraordinario para las intervenciones del Gobierno Nacional frente a desastres y que dispone la creación de la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios”; a pesar de que ésta, a diferencia de otras leyes especiales, no dispone su supletoriedad expresa; y que, además establece disposiciones extraordinarias, excepcionales y temporales.

Mediante el Decreto Legislativo N° 1354, de fecha 03 de junio del 2018, modifica la Ley N° 30556, Ley que aprueba disposiciones de carácter extraordinario para las intervenciones del Gobierno Nacional, frente a desastres; y que, dispone la creación de la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios; a efectos, de establecer medidas necesarias y complementarias para la eficiente ejecución e implementación de El Plan que comprende intervenciones de reconstrucción, intervenciones de construcción, soluciones de vivienda; para la atención de la población y fortalecimiento de capacidades.

La zona del ámbito del proyecto, se ubica en el distrito de Morropón, zona netamente agrícola y ganadera (vacuno); el valle donde se asientan los terrenos agrícolas, son regados por las aguas del río La Gallega, afluente del río Piura, permitiendo a los usuarios la siembra de una campaña grande y una campaña chica, esta última durante la época de estiaje.

El canal de riego de Piedra El Toro, pertenece a la Comisión de Regantes de La Gallega – Morropón, de la Junta de Usuarios del Distrito de Riego Alto Piura – Huancabamba; irriga 601.93 has y está conformada por 313 usuarios.

La infraestructura del canal de riego Piedra El Toro, presenta deficiencias en la conducción del agua; es por esto, que la Comisión de Regantes logra en el año 1,999 el financiamiento por parte del Programa Subsectorial de Irrigaciones – PSI y en los años 2005 y 2006, financiamiento a través del convenio del Fondo Perú – Alemania, Gobierno Regional de Piura y Junta de Usuarios del Distrito de Riego Alto Piura – Huancabamba, para el revestimiento de 4,375 ml de canal; que actualmente se tiene como existente.

El canal existente capta las aguas del río La Gallega en su margen derecha en la cota 209.100 m.s.n.m.; es conducida a través de un canal existente, una parte de concreto y la otra parte en terreno natural.

El canal de concreto existente tiene una longitud de 4,375 ml, de sección rectangular con dimensiones variables; tal como a continuación se detalla:

El canal es de concreto armado en toda su longitud, de 0.15m de espesor en muros y piso; tal como, lo afirman los usuarios del canal, que han participado en el proceso constructivo. La capacidad del canal es para conducir un caudal de 1.50 m³/s.

Base Legal:

- Ley N° 30556 Ley que aprueba disposiciones de carácter extraordinario para las intervenciones del Gobierno Nacional frente a desastres y que dispone la creación de la Autoridad para la Reconstrucción con cambios.
- Decreto Supremo N° 071-2018-PCM.
- Resolución de Dirección Ejecutiva N° 00084-2018-RCC/DE.
- Ley N° 30879 Ley del Presupuesto del Sector Público para el año fiscal 2019.
- Ley N° 30880 Ley de Equilibrio Financiero de Presupuesto del Sector Público para el año fiscal 2019.
- Decreto Supremo N° 011-79-VC.
- Decreto Legislativo N° 1444 que modifica Ley de Contrataciones del Estado.

- Decreto Supremo N° 344-2018 EF que modifica el Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.
- Directivas del OSCE.

Dentro de este contexto, para el trabajo de suficiencia profesional se verá un poco el tema de resanes del canal y con mayor énfasis, lo que corresponde al proceso constructivo de éste y los problemas que se han tenido que solucionar en el camino, a fin de cumplir metas programadas en plazo contractual establecido.

En una **inspección efectuada al canal Piedra el Toro el 18/05/2023**, se ha constatado el estado en que se encuentra, el cual se expone en el octavo capítulo y se planteó soluciones y recomendaciones para lograr una buena operación y mantenimiento del canal. Estas vivencias han permitido desarrollar este trabajo de suficiencia profesional, para así poder optar con el título profesional en ingeniería civil.

1.2. PLANTEAMIENTO DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

A nivel internacional la eficiencia del agua en los canales de riego es un problema que afecta a las grandes industrias competentes a la importación y exportación de productos. Según Tolentino (2022), comenta que el volumen de agua de salida desde la estanqueidad ha disminuido durante el periodo de recorrido en el canal de riego en aproximadamente 15 % en los últimos años, lo cual será una limitación para el cultivo de productos.

A nivel nacional, una de las principales fuentes de sustento económico es la agricultura y la ganadería, ya que es la principal actividad en las tres regiones del país y por lo tanto presenta muchas necesidades, siendo la más básica el recurso hídrico. Esto requiere la construcción de canales de riego que garanticen un uso eficiente del agua y también rehabilitar canales ya construidos que presentan deficiencias estructurales que los afectan para seguir incrementando la producción y asegurar el abastecimiento a los mercados peruano y extranjero.

La agricultura en el Perú es una de las actividades más importantes para la población rural. Una infraestructura de riego en óptimas condiciones y una correcta gestión, operación y mantenimiento de la infraestructura por parte de los

usuarios son fundamentales para que esta actividad se lleve a cabo de forma eficaz.

El agua para riego escasea y su demanda va en aumento. Esto hace que los agricultores necesiten mejor infraestructura de riego para el manejo y uso eficiente del agua de riego, que suministre más superficie regada y por ende aumente la producción y productividad agrícola, lo que incrementará la rentabilidad de la agricultura y mejorará el nivel de vida de los agricultores.

Moya (2013) menciona que la función de los canales de riego es canalizar el agua desde las zonas de captación hacia los campos o huertas donde riegan los cultivos. Estos son trabajos importantes que deben considerarse cuidadosamente para evitar dañar el medio ambiente y optimizar el consumo de agua.

Según un informe del INDECI (7 de agosto de 2017), el fenómeno climático conocido como “El Niño Costero” provocó uno de los mayores desastres naturales en el Perú durante el 2017, afectando a numerosos sectores a nivel nacional, en especial al sector de la agricultura, ya que los daños producidos por dicho fenómeno en el sector agricultura son: pérdida de 50 154 hectáreas de cultivo, 107 827 hectáreas de cultivos afectados, 22 674 kilómetros de canales de riego destruidos y 49 479 kilómetros de canales de riego afectados.

El distrito de Morropón, departamento de Piura no fue ajeno a “El Niño Costero”, por lo que, se necesitaba rehabilitar de manera inmediata la infraestructura de riego dañada perteneciente a la zona, pues se encontraba en estado ineficiente. Debido a este fenómeno, se generó la principal problemática en el canal Piedra el Toro, el mismo que se encontraba en pésimas condiciones para lograr conducir determinado caudal, originándose pérdidas por infiltración, desbordes y aniegos, con una eficiencia de conducción muy baja. Es por ello, que el PSI contrató la elaboración del expediente técnico denominado “REHABILITACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL CANAL PIEDRA EL TORO, DISTRITO DE MORROPÓN, DEPARTAMENTO-PIURA,” para que posteriormente pueda ser ejecutada. A través de la rehabilitación del canal Piedra del Toro, se espera beneficiar a más de 361 familias y 588 hectáreas de maíz, arroz y mango.

En un estudio realizado por Grillo (2018), en donde determinaron y evaluaron las patologías del concreto en el canal Piedra el toro, obtuvieron como principal resultado, que entre las patologías más predominantes en dicho canal se encuentran: la sedimentación de sólidos y la vegetación, y que los porcentajes de afectación en el canal fueron ocasionados por la sedimentación de sólidos (33.04%), erosión (16.89%), fisuras (0.15%), grietas (0.02%), desprendimientos (0.01%), y vegetación (9.33%)

Aproximadamente el 80% de la extracción de agua en el Perú se utiliza para el riego; sin embargo, la mayor parte del agua (65%) se pierde debido a la dependencia de sistemas de riego ineficientes. Se estima que la eficiencia total del uso del agua en los sistemas de riego es aproximadamente del 35%, lo cual se considera como un mal rendimiento y se debe principalmente a los sistemas de distribución con fugas y al uso extensivo de métodos de riego por gravedad o inundación no mejorados, con una eficiencia total estimada del 50% (Dios, 2017)

El canal de riego Piedra el Toro es una estructura hidráulica de forma rectangular, construida de concreto simple y se construyó en el año 2010, cuyo cauce recorre los centros poblados de Maray y el distrito de Morropón, y tiene su punto de partida en la toma lateral del río La Gallega, durante todo el recorrido se puede observar una sección trapezoidal de tierra, de medianas dimensiones, y que presenta una serie de compuertas laterales en su margen izquierda para el riego temporal de los terrenos de cultivo que se encuentran en dicha margen, a su alrededor; actualmente cuenta con un caudal mínimo de 0.65 m³/s, y esto nos facilita el análisis externo de una forma más específica y puntual, ya que se puede analizar toda la superficie del canal sin ningún problema.

El canal de riego Piedra el Toro, antes de su rehabilitación constructiva presentaba un deterioro masivo, en los tramos revestidos; así como en la mayor parte de su longitud que es sin revestir, la caja hidráulica del canal está excavada en terreno natural.

Los tramos revestidos, han sufrido roturas en el recubrimiento de concreto, así como la erosión vertical y/o socavación del suelo de fundación de la base o solera, así como de los taludes, habiendo en la mayoría de los casos, hecho colapsar partes de los taludes existentes, descritos en el expediente técnico elaborado.

En lo que respecta al canal, en el tramo más extenso sin recubrimiento o canal en tierra, ha sufrido una deformación de la geometría o forma de la caja hidráulica, debido al flujo de las aguas.

La situación que tenía el canal de riego en las obras de conducción y distribución, han generado la pérdida total de la eficiencia de conducción y distribución, la misma que no garantizaba la disponibilidad de agua de riego dentro del área de cultivo originando problemas tanto económicos (pérdidas) así como sociales (reparto de agua) que impiden tanto a los agricultores de la zona, realizar una buena operación de las obras de riego.

Finalmente, antes del inicio de la obra, se revisó íntegramente el Expediente Técnico, encontrando algunas deficiencias u omisiones entre la que destaca, la deficiente programación de la ejecución de actividades, entre otros; que traería como consecuencia el incumplimiento del plazo contractual con la consecuente aplicación de penalidades establecidas en su contrato y mayores costos de ejecución de obra.

Lo primero que se apreció es el que se ha utilizado acémilas en el TRANSPORTE RURAL; para colocar todos los materiales; como el concreto, madera para encofrado, los agregados y acero de refuerzo a pie de obra; lo que resultaba imposible de cumplir en el plazo de ejecución de obra de 90 días calendario; razón por la cual el contratista con el asesoramiento de su equipo técnico, tomaron la decisión de ejecutar a su costo, un camino de acceso o vigilancia del canal que permita ingresar los materiales con maquinaria, utilizando para lograr tal objetivo, una excavadora CAT 320D.

En segundo lugar, se revisó y analizó los costos unitarios, encontrándose que en la Partida 05.- FLETE, se observa que en la sumatoria del peso de los materiales se ha considerado en el insumo Acero corrugado $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ sólo 117.00 kg y si revisamos la Relación de Insumos el peso es de 99,116.89 kg.

Esta diferencia conllevó a errores de cálculo tanto de flete terrestre, como de flete rural, error que asumió el contratista; estos errores los presentamos como una muestra, para elaborar bien los expedientes técnicos y no tener problemas en su ejecución.

De todo lo expuesto se concluyó que el expediente técnico presentó errores u omisiones en su elaboración que obligaron a tomar decisiones que permitan cumplir compromisos contractuales.

A nivel nacional existen un gran número de obras paralizadas y/o con problemas en su ejecución, por deficiencias en la elaboración de los expedientes técnicos y por falta de disponibilidad del terreno, entre otros factores.

En la actualidad existen muchas obras paralizadas, inconclusas, con problemas de arbitraje cuya causa principal son las deficiencias en la elaboración de los expedientes técnicos. Algunos de estos problemas son errores debido a la falta de disponibilidad del terreno, precio de materiales, partidas o materiales no considerados en el presupuesto, planos sin detalles, partidas sin metrar o metrado excesivo, especificaciones técnicas deficiente; un somero análisis de estos errores, indicarían que las causas más probables, serían, metas mal planteadas, profesionales sin experiencia y las consecuencias de todo esto es la generación de pérdidas, inversiones millonarias paralizadas, obras que colapsan, retraso de ejecución de obra entre otras.

El sistema de riego Piedra El Toro presenta una infraestructura de riego definida en un tramo revestido de concreto armado y otro tramo en terreno natural. Antes de la intervención, se vienen cultivando 494.05 has y tiene 107.88 has que no se cultivan. El planteamiento hidráulico del proyecto está dirigido a mejorar el riego de las 494.05 has y al riego de las 107.88 has como ampliación; lo que significa el riego total de 601.93 has.

El tramo del canal Piedra El Toro capta las aguas de la quebrada La Gallega en su margen derecha, se encuentra revestido de concreto armado del km. 0+000 al km. 4+375, ha sido construido para una capacidad de 1.50 m³/seg; de los cuales, 771.66 lts/seg deben captarse en bocatoma para atender la demanda; tal como, indica el estudio hidrológico y la diferencia para recibir las entregas de agua que viene de las quebradas de la margen derecha que se activan en época de lluvias; quebradas que no continúan en la margen izquierda.

En su recorrido, el caudal en el canal se va incrementado con las entregas de agua de las quebradas que se ubican en las progresivas km. 0+610, km. 1+072, km. 1+644 y km. 2+564. En la progresiva km. 2+640 se ubica un botadero en la margen izquierda, estructura que regula el caudal en el canal.

El canal Piedra El Toro se encuentra ubicado en ladera de cerro y las tierras de cultivos se ubican en la margen izquierda. La sección es de forma rectangular de solera y altura variable, de 0.15m de espesor en muros y piso.

El tramo de canal Piedra El Toro que se encuentra en terreno natural, será revestido de concreto armado entre las progresivas km. 4+375 al km. 10+400 para una capacidad de 1.50 m³/seg con el mismo criterio de conducir los 771.66 lts/seg para atender la demanda y la diferencia para recepcionar las entregas de agua que viene de las quebradas de la margen derecha que se activan en época de lluvias.

En su recorrido, el caudal en el canal se va incrementado con las entregas de agua de las quebradas; para el cual, se está proyectando un botadero en la progresiva km. 5+210 en la margen izquierda, estructura que regulará el caudal en el canal.

La sección del canal a revestir es de forma rectangular de 1.50 m de solera x una altura variable de 0.80m a 1.10m, por el hecho que la pendiente será variable de 0.0015 a 0.0095.

En la margen derecha del canal se encuentran quebradas que se activan en época de lluvias; 05 quebradas que no continúan y otras 03 quebradas que sí continúan hacia la margen izquierda del canal; para el cual, se está proyectando la construcción de 05 aliviaderos (entregas de agua al canal) y 03 canoas respectivamente.

Para la distribución del agua hacia las parcelas, se considera la construcción de 32 tomas laterales ubicadas en la margen izquierda del canal.

Para facilitar las entregas de agua en las tomas laterales, estas se encuentran ubicadas en tramos donde el flujo es subcrítico con pendientes de 0.0015 a 0.0035 y para conseguir este tipo de flujo y pendientes suaves, se está proyectando la construcción de 47 pequeñas caídas verticales con diferencia de altura de 0.055m a 0.35m. El caudal que se va a entregar en las tomas laterales es de 30, 90 y 120 lts/seg.

Asimismo, para facilitar el pase de personas y animales por los caminos existentes que cruzan el canal, se está proyectando la construcción de 04 puentes peatonales de 4.00m de y 01 pase peatonal de 1.50m de ancho.

Para ello se plantearon las siguientes preguntas específicas:

- ¿En qué medida afectaron las deficiencias u omisiones del expediente técnico que se han enunciado precedentemente, en el cumplimiento de lo establecido en el contrato de obra?
- ¿En qué medida afectó la deficiente programación de obra, como es el caso de la ejecución de partidas de encofrado y vaciado del concreto a colocar a lo largo de los 6,025 ml de canal revestido, al haber considerado el transporte de los materiales, con acémilas?
- ¿En qué medida la aplicación de las medidas correctivas que se tomaron, lograron revertir y corregir esta situación en la obra?
- ¿En qué medida el análisis e interpretación de los errores u omisiones que se dan en la elaboración del expediente técnico de obra, permitirá reducir problemas posteriores en la ejecución de obras a nivel regional y nacional?

1.3. OBJETIVOS

Objetivo general:

- Mejorar y corregir los procedimientos constructivos establecidos en el expediente técnico, con la finalidad de ejecutar la obra cumpliendo lo establecido en memoria descriptiva, planos, especificaciones técnicas y plazos establecidos entre otros, optimizando el uso de recursos de obra.

Objetivos específicos:

- Las deficiencias u omisiones del expediente técnico enunciados precedentemente obligaron al contratista a tomar medidas correctivas, como es la decisión de construir y habilitar un camino de acceso paralelo al canal Piedra el toro, para de esa manera poder ingresar con maquinaria; los materiales, equipos, herramientas, madera, etc.; a pie de obra. Para la construcción de este acceso se ha utilizado maquinaria consistente en una Excavadora CAT 320D, por un período de **400 HM**, que al costo de S/ 300.00/HM a todo costo, tenemos un importe de **S/ 120,000.00** + el costo de 3 peones y 02 guardianes por el tiempo de 02 meses, que duró la construcción de dicho acceso.
- Para poder mejorar la producción del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, que se ha utilizado en el revestimiento de 6,025 ml de canal, se reemplazó el uso de

mezcladoras, por un Mixer Carmix de 3.50 m³; se mejoró la producción de los encofrados produciendo tableros con marcos de madera especificados y tableros de Triplay fenólico de 1.20mx2.40x18mm; ya que deben revestirse un promedio de 2,000 ml de canal/mes, lo que constituye partidas de la RUTA CRÍTICA.

- La programación establecida en el expediente técnico, fue corregida, teniendo en cuenta que se tiene que cumplir el plazo establecido para ejecución de toda la obra, en 90 días calendarios; para lo cual se consideró contar con el camino de acceso indicado precedentemente; planteando los frentes de trabajo que han sido necesarios, para la ejecución de trabajos en partidas de la RUTA CRÍTICA, constituida por lo que es movimiento de tierras en camino de acceso y caja de canal, compactación de la base, habilitación y colocación de acero, encofrado de muros de canal y vaciado de concreto, a lo largo de los 6,025 ml del canal, para lo cual se ha utilizado un mixer, mezcladoras, vibradores de concreto, etc.
- La ejecución de las medidas correctivas, permitió la construcción oportuna del camino de acceso, lo que a su vez nos permitió, establecer los frentes de trabajo necesarios, en las partidas de la RUTA CRÍTICA y cumplir metas programadas, en plazos establecidos.
- Los errores u omisiones que se presentan en la elaboración de los expedientes técnicos de obras, se dan a nivel regional y nacional; de tal manera que a la fecha se tienen gran cantidad de obras paralizadas o con problemas de avance en su programación. Lo que pretendemos con nuestro trabajo también, es llamar la atención para que se corrijan estas deficiencias, encargando la elaboración de estos expedientes a profesionales o consultoras, con experiencia en el rubro; asimismo la revisión y aprobación de dichos expedientes, también debe estar a cargo de profesionales y consultoras competentes.
- Finalmente se manifestó que estas deficiencias, traen como consecuencia, paralizaciones o atrasos de obra, que encarecen el costo de las mismas y/o no permiten que se concluyan y funcionen en bien de la comunidad y la nación en su conjunto.

Se adjuntó el CUADRO DE REPORTE DE OBRAS PARALIZADAS 2019, en anexo, elaborado por la CONTRALORÍA GENERAL DE LA

REPUBLICA, donde se detalla entre otros, las obras paralizadas por deficiencias de los expedientes técnicos, entre otras causales.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1. Riego

Al riego se le puede definir como la aportación de agua a la tierra por distintos métodos para facilitar el desarrollo de las plantas. Se practica en todas aquellas partes del mundo donde las precipitaciones no suministran suficiente humedad al suelo o bien donde se quieren implantar cultivos de regadío.

El diseño de un sistema de riego debe tener como finalidad satisfacer las demandas de agua de los usuarios en tiempo y volumen, por lo que se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones (Berlijn, 2008).

- El agua destinada para el riego debe ser captada, transportada y distribuida de acuerdo a las condiciones del sitio de implantación del sistema.
- La eficiencia del sistema que se va a implantar.
- La capacidad que tengan los usuarios o regantes para la operación y mantenimiento del sistema.

2.1.1. Métodos de riego

Existen diferentes formas para repartir el agua en el terreno. De acuerdo con el tipo de distribución se distinguen los siguientes métodos de riego (Berlijn, 2008).

2.1.1.1. Riego por inundación.

Consiste en la distribución del agua por gravedad sobre toda la superficie de un terreno encerrado por pequeños diques. Se llena el compartimiento, charco o melga con una cantidad relativamente grande de agua, la cual penetra verticalmente la tierra. Este sistema es aplicado en terrenos planos y en aquellos que permitan su nivelación. Requiere un suministro relativamente grande de agua y un subsuelo menos permeable.

Es usado principalmente para el cultivo de arroz y, en menor grado, para ciertas hortalizas y pastos; la forma de las melgas y charcos puede ser casi cuadrada o rectangular, en donde la superficie de los charcos es normalmente de hasta una hectárea.



Figura 1. Riego por inundación.

Fuente: Berlijn (2008).

2.1.1.2. Riego por surcos y corrugaciones.

Consiste en la distribución del agua por gravedad a lo largo y a través de surcos o corrugaciones en el terreno. Las corrugaciones son pequeños surcos de aproximadamente 15 cm de profundidad empleados en cultivos de menor distancia entre hileras. Este sistema es frecuentemente usado debido a la gran cantidad de cultivos que se siembran en hileras tales como caña de azúcar, papas, maíz, algodón, tomate, tabaco, etc. En terrenos nivelados, los surcos son rectos y en el caso de terrenos ondulados, los surcos siguen las curvas de nivel de dicho terreno (Berlijn, 2008).



Figura 2. Riego por surcos y corrugaciones

Fuente: Berlijn (2008).

2.1.1.3. Riego por goteo.

Consiste en la aplicación directa del agua al sistema radicular de la planta y del árbol. Mediante este sistema, se suministra el agua a la planta y al árbol individualmente, de esta manera, el agua cae en los lugares donde es necesaria. La aplicación de agua a los cultivos se hace a través de pequeños orificios que están calculados para una emisión de agua entre 1 y 8 litros/s/ha para lograr un máximo ahorro del agua (Berlijn, 2008).



Figura 3. Riego por goteo

Fuente: Berlijn (2008).

2.1.1.4. Riego por aspersión.

El riego por aspersión es un sistema por medio del cual el agua se suministra en el campo en forma de lluvia a través de elementos de aspersión alimentados por la presión hidráulica generada por una bomba o la diferencia de alturas. El riego por aspersión se adapta en la mayoría de los cultivos, con excepción del arroz. Además, el sistema es adecuado para ser usado bajo un amplio rango de condiciones topográficas y no requiere un acondicionamiento previo del terreno (Berlijn, 2008).



Figura 4. Riego por aspersión

Fuente: Berlijn (2008).

2.1.2. Selección de un sistema de riego

Según (Berlijn, 2008), la aplicación de un cierto sistema de riego depende de los siguientes factores:

- ❖ **Topografía del terreno:** hace referencia a la pendiente del terreno.
- ❖ **Tipo de cultivo:** corresponde a la densidad de siembra, es decir, al número de plantas o árboles por unidad de superficie.
- ❖ **Rendimiento del cultivo:** es la relación de producción total de un cultivo cosechado por hectárea de terreno utilizada.
- ❖ **Disponibilidad del agua:** uno de los factores más importantes a tener en cuenta, ya que la disponibilidad del agua limita la superficie a regar.
- ❖ **Inversión y costo de mantenimiento del sistema:** son los costos que los usuarios deben asumir para implementar y mantener el sistema operativo.
- ❖ **Disponibilidad de mano de obra:** algunos sistemas de riego tienen elementos constructivos que necesitan gran cantidad de mano de obra para su implantación.

2.1.3. Programación de riego

Según menciona Cadena (2016), la programación del riego tiene por finalidad el ahorro de agua sin reducir la producción agrícola, tratando de dar una respuesta a las siguientes preguntas:

- ❖ ¿Cuándo se debe regar?
- ❖ ¿Cuánta cantidad de agua se debe aplicar en cada riego?
- ❖ ¿Cuánto tiempo se debe aplicar el agua en cada riego?

Para contestar a las dos primeras preguntas se debe tener en cuenta las necesidades de agua del cultivo y las características del suelo en cuanto a la capacidad para retener el agua.

En cuanto a la tercera pregunta, se tendrá presente la velocidad de infiltración; luego, para programar el riego, es necesario partir de las necesidades de agua que tiene el cultivo (evapotranspiración), de la cantidad de agua que puede almacenar el suelo en función de la profundidad radicular de la planta (lámina neta) y de la velocidad de infiltración que tenga ese suelo en función de su textura (Cadena, 2016).

2.1.3.1. Precipitación efectiva (P_e).

La necesidad de agua que tiene el cultivo puede ser cubierta por la lluvia, el riego mediante una combinación de lluvia y riego. En el caso de que toda el agua sea suministrada por la lluvia, la aplicación del riego no es necesaria y en consecuencia la demanda de riego será igual a cero. En caso de que durante el desarrollo del cultivo no llueva en absoluto, toda el agua tendrá que ser suministrada mediante la aplicación de riegos, en este caso la demanda de riego es igual a la evapotranspiración (requerimiento de agua por parte de la planta). Existen muchas fórmulas para estimar el valor de la precipitación efectiva (P_e), según la FAO (Food and Agriculture Organization), se utiliza la siguiente ecuación: (Cadena, 2016)

$$P_e = 0,7 * P_r$$

Donde:

P_e = Precipitación efectiva en mm/día.

P_r = Precipitación media en mm/día.

2.1.3.2. Demanda de riego neta (D_n).

Se refiere a la cantidad de agua que necesita cada planta, se calcula con la siguiente ecuación (Cadena, 2016).

$$D_n = ET_c - P_e$$

Donde:

D_n = Demanda neta de riego en mm/día.

ET_c = Evapotranspiración en mm/día.

P_e = Precipitación efectiva en mm/día.

2.1.3.3. Demanda de riego bruta o total (Dt).

Se refiere a la cantidad de agua que se necesita aplicar en el cultivo, debido a que en todos los métodos de riego se presentan pérdidas tanto de aplicación y distribución del agua, es necesario compensar dichas pérdidas mediante cantidades adicionales de agua, cuyo valor se calcula con la siguiente ecuación (Cadena, 2016).

$$Dt = \frac{Dn}{Er}$$

Donde:

Dt= Demanda total de riego en mm/día.

Dn= Demanda neta de riego en mm/día.

Er= Eficiencia del método de riego en %.

2.1.3.4. Eficiencia del sistema de riego (Er).

Es la relación entre el volumen de agua puesto a disposición de los cultivos en su zona radicular y el volumen total suministrado a la zona de riego. Se lo determina mediante la siguiente ecuación (Cadena, 2016).

$$Er = Ec * Ed * Ea$$

Donde:

Er= Eficiencia del sistema de riego en %.

Ec= Eficiencia de conducción en %.

Ed= Eficiencia de distribución en %.

Ea= Eficiencia de aplicación en %.

- a. **Eficiencia de conducción (Ec).** Representa las pérdidas de caudal que se producen en la conducción del agua, se la puede calcular con la siguiente ecuación (Cadena, 2016).

$$Ec = \frac{Qd}{Qf} * 100$$

Donde:

Ec= Eficiencia de conducción en %.

Qd= Caudal entregado a las vías de distribución en l/s.

Qf= Caudal derivado de la fuente en l/s. 2.2.3.4.2.

b. Eficiencia de distribución (Ed). Representan las pérdidas de caudal que se dan por la manipulación y distribución del agua, específicamente, en los canales que suministran el agua desde la red secundaria hasta las propiedades individuales de los usuarios. Se la calcula con la siguiente ecuación (Cadena, 2016).

$$Ed = \frac{Qp}{Qd} * 100$$

Donde:

Ed = Eficiencia de distribución en %.

Qp= Volumen del agua entregada en la cabecera de la propiedad en l/s.

Qd= Volumen del agua derivado de los canales secundarios en l/s.

c. Eficiencia de aplicación (Ea). Es la relación entre el agua que queda almacenada en la zona de las raíces para ser aprovechada por el cultivo y el agua total aplicada con el riego. Se la calcula con la siguiente ecuación (Cadena, 2016).

$$Ea = \frac{Qc}{Qp} * 100$$

Donde:

Ea = Eficiencia de aplicación en %.

Qc= Volumen del agua disponible para la planta en el suelo en l/s.

Qp= Volumen entregado a la propiedad en l/s.

d. Eficiencia del sistema de riego (Er). Se calcula con la siguiente tabla:

Tabla 1.

Valores de eficiencia de aplicación de riego para diferentes métodos

| <i>Tipo de Riego</i> | <i>Eficiencia Er</i> |
|---|----------------------|
| Riego por surcos | 0.50-0.70 |
| Riego por fajas | 0.60-0.75 |
| Riego por inundación | 0.60-0.80 |
| Riego por inundación permanente (arroz) | 0.30-0.40 |
| Riego por aspersión | 0.65-0.85 |
| Riego por goteo | 0.75-0.90 |

Fuente: Cadena (2016).

2.2. Canal de riego.

Un canal de riego es una obra de ingeniería que se basa en la conducción de agua desde una fuente hídrica hasta un campo de cultivo donde se hará el proceso de riego, estos canales son muy importantes para el desarrollo de la agricultura y acuicultura, sin embargo, deben tener un estudio minucioso y cuidadoso para no provocar daños medioambientales y/o desperdicios de recursos como el agua (FAO, 2018). En cuanto a la constitución de los canales de riego abiertos hay 2 principales categorías, las cuales son:

Canales revestidos: Estos canales, como su nombre lo dice, están recubiertos de hormigón, cemento, ladrillos, piedra, polietileno, selladores químicos, entre otros.

El revestimiento más recomendado debido a su durabilidad, mínima necesidad de mantenimiento y reparación es el hormigón, sin embargo, es también el más costoso.

Canales no revestidos: Este tipo de canales no presenta ningún tipo de recubrimiento y por tanto son más económicos de construir e implementar, sin embargo, quedan más expuestos a fenómenos de filtración y/o erosión (ALTOL, 2020).

2.2.1. Características básicas de los canales de riego.

Geometría: Los canales de riego presentan 2 geometrías comunes, las cuales son trapezoidal y rectangular. La escogencia de la geometría depende de los requerimientos del canal, por ejemplo, si es primordial reducir el riesgo de erosión, los canales trapezoidales son la mejor opción, pero si, en cambio se necesita adecuar el canal con instrumentación y actuadores como compuertas mecánicas, es mejor optar por una geometría cuadrada (ALTOL, 2020).

Gradiente: El gradiente del canal se refiere a la inclinación a lo largo del canal, lo cual permite la fluidez del agua, esta inclinación se expresa comúnmente como un porcentaje y los valores típicos rondan el 1%, sin embargo, debido a que la velocidad del agua tiene una relación directa con el gradiente, para valores menores a 0.5% se pueden presentar estancamientos de agua. Por otra parte, el gradiente y la velocidad máxima van a depender de la contextura del suelo y la cantidad de vegetación presente (ALTOL, 2020).

2.3. Reparación de canales

Se sugiere como actividad preliminar realizar una limpieza general del canal eliminando la vegetación, el limo y la arcilla, para determinar con certeza el tipo de tratamiento a realizar, los materiales específicos a emplear y la cuantía requerida (Toxement, 2011)

2.3.1. Recuperación de las juntas

En caso que la junta presente despostillamientos o roturas, se debe determinar tanto el ancho como la profundidad a recuperar. Con el fin de remover todo el concreto en mal estado, se recomienda extender los límites (aproximadamente 5 cm en la superficie y 3 cm en profundidad) más allá de las áreas deterioradas formando cuadrados o rectángulos, con el fin de que las áreas irregulares no causen desarrollo de grietas en el concreto/mortero usado en la reparación. La remoción del material se puede realizar mediante aserrado y cincelado o fresado, de modo que quede un cajón regular y se le pueda dar la forma requerida a los labios de la junta. El ancho de la junta debe estar entre 6 mm y 25 mm para que soporte bien los diferentes movimientos de las losas, También es recomendable que el corte de la sierra tenga una profundidad mínima de 40 mm.

El material a usar en la reparación dependerá de la profundidad del corte. Se recomienda que la unión entre el concreto endurecido y el material de reparación se haga con el adhesivo EPOTOC 1:1, teniendo en cuenta que, para su aplicación la superficie de concreto endurecido debe tener un perfil de adherencia mínimo de 3 mm

Para el sello de la junta, se debe retirar todo el material suelto, la arcilla, el limo y el material vegetal presente; así mismo, la superficie debe estar libre de polvo, grasa y curadores (Toxement, 2011)

2.3.2. Recuperación de las losas totalmente deterioradas

El concreto se debe diseñar y elaborar acorde con la especificación original y la construcción con sus dimensiones (largo, ancho, espesor) de diseño acorde con las buenas prácticas de ingeniería. La malla electrosoldada que se coloca por retracción de fraguado y por temperatura, se podría reemplazar por fibras sintéticas estructurales, que además ayudan a reducir las fisuras por retracción plástica, le dan mayor resistencia a la tenacidad, a la flexión, a la abrasión y al impacto (Toxement, 2011)

2.3.3. Reparación de losas parcialmente dañadas

Es posible que algunas losas requieran de reparcho. Para el efecto se recomienda marcar los límites de la reparación definiendo áreas cuadradas o rectangulares. Para asegurar el retiro de todo el material en mal estado, se deben extender más allá de los límites, entre 80 y 100 mm con una profundidad mínima de 40 mm, para evitar que las áreas irregulares puedan causar grietas en el material de reparación. Cuando se requiera el arreglo de áreas que se encuentren a menos de 600 mm de distancia, es recomendable integrarla en una sola área por economía y para una mejor apariencia (Toxement, 2011)

CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO

3.1.1. UBICACIÓN POLÍTICA

| | |
|--------------|-------------------------|
| Departamento | : Piura |
| Provincia | : Morropón |
| Distrito | : Morropón |
| Sectores | : La Gallega – Morropón |



Figura 5. Ubicación de la zona de estudio

Fuente: Elaboración Propia

3.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Coordenadas en data WGS84:

Km. 0+000 (inicio canal revestido existente).

: Este: 617783.298 - Norte: 9430140.398

: Cota: 209.100

Km. 4+375 (fin canal revestido existente).

: Este: 617783.298 - Norte: 9430140.398

: Cota: 190.454

Km. 11+515 (fin canal a revestir concreto nuevo)

: Este: 613626.932 - Norte: 9429842.118

: Cota: 149.393

3.1.3. UBICACIÓN HIDROGRÁFICA

El sistema hidrográfico del distrito, está constituido por el río La Gallega que nace en la sierra de la provincia de Morropón, después de cruzar el distrito se junta con el río Corral del Medio, para luego continuar como afluente del río Piura.

| | |
|----------------|----------------------|
| Vertiente | : Pacífico |
| Cuenca | : Del Chira - Piura |
| Sub Cuenca | : Del Rio La Gallega |
| Fuente de Agua | : Rio La Gallega. |

3.2. ACCIÓN ADMINISTRATIVA

| | |
|-----------------------------------|---|
| Autoridad Administrativa del Agua | : Jequetepeque - Zarumilla |
| Administración Local de Agua | : Alto Piura – Huancabamba |
| Distrito de Riego | : Alto Piura – Huancabamba |
| Sub Distrito de Riego | : La Gallega - Morropón |
| Comisión de Regantes | : La Gallega – Morropón |
| Unidades de Riego | : Piedra El Toro, San Luis, El Chorro, El Cerezo, Piedra Blanca, Rinconada Alta y Rinconada Baja. |

La dotación del recurso hídrico está garantizada con la RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA N° 296-2004.GOB.REG.P.DRA.PIURA.AACH.ATDR.AP-H, de la Administración Técnica del Distrito de Riego Alto Piura – Huancabamba, que dota de 1.50 m³/seg del río La Gallega en forma permanente, para el canal denominado Piedra El Toro, con fines de uso agrícola.

3.3. VÍAS DE ACCESO

El proyecto se ubica en el Departamento de Piura, Provincia y Distrito de Morropón. El acceso desde la ciudad de Lima por vía terrestre presenta la siguiente ruta:

Tabla 2.
Vías de Acceso – Ruta 1

| Partida | Llegada | Distancia (Km) | Tiempo (Horas) | Tipo Vía | Estado |
|------------------|----------------|----------------|----------------|-----------|---------|
| Lima | Cruce Olmos | 876.00 | 13.5 | Asfaltado | Bueno |
| Cruce Olmos | Cruce km. 65 | 55.00 | 0.60 | Asfaltado | Bueno |
| Cruce km. 65 | Cruce Morropón | 10.80 | 0.50 | Asfaltado | Bueno |
| Cruce Morropón | Morropón | 8.10 | 0.25 | Asfaltado | Regular |
| Morropón | Piedra El Toro | 6.00 | 0.20 | Asfaltado | Regular |
| T O T A L | | 955.90 | 15.05 | | |

Fuente: Elaboración Propia

La ruta 2 desde Piura, es la siguiente:

Tabla 3.
Vías de Acceso – Ruta 2

| Partida | Llegada | Distancia (Km) | Tiempo (Horas) | Tipo Vía | Estado |
|------------------|----------------|----------------|----------------|-----------|---------|
| Piura | Cruce km. 65 | 65.00 | 0.75 | Asfaltado | Bueno |
| Cruce km. 65 | Cruce Morropón | 10.80 | 0.50 | Asfaltado | Bueno |
| Cruce Morropón | Morropón | 8.10 | 0.25 | Afirmado | Regular |
| Morropón | Piedra El Toro | 6.00 | 0.20 | Asfaltado | Regular |
| T O T A L | | 89.90 | 1.70 | | |

Fuente: Elaboración Propia

3.4. BENEFICIOS DEL PROYECTO

3.4.1. POBLACIÓN BENEFICIADA

El área de influencia del proyecto, son los centros poblados de Piedra El Toro, San Luis, El Chorro, Piedra Blanca, Rinconada Alta, Rinconada Baja y El Cerezo.

Tabla 4.
Unidades de Riego Canal Piedra El Toro

| N° | Unidad de Riego (UR) | Ha Total Mejoramiento | Ha Total Ampliación |
|------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|
| 1 | Piedra El Toro | 82.41 | |
| 2 | San Luis | 102.57 | |
| 3 | El Chorro | 65.75 | |
| 4 | Piedra Blanca Alta | 44.79 | |
| 5 | Rinconada Alta | 55.03 | |
| 6 | Rinconada Baja | 88.49 | |
| 7 | El Cerezo | 55.03 | 107.88 |
| T O T A L | | 494.05 | 107.88 |

Fuente: Elaboración Propia

El canal Piedra El Toro comprende 07 Unidades de Riego, tal como se indica en la tabla n°4, beneficiando a 313 usuarios, lo que significa una población beneficiada directa promedio de 1,241 habitantes.

3.4.2. ÁREA BENEFICIADA

El área bajo riego en el canal Piedra El Toro es de 601.93; de los cuales, 494.05 has corresponde a las áreas de mejoramiento y 107.88 has corresponde a las áreas de ampliación; aguas provenientes del río La Gallega, para las 07 Unidades de Riego.

CAPÍTULO IV: PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PROYECTO**4.1. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LAS OBRAS CIVILES**

La rehabilitación del servicio de agua del canal de riego Piedra El Toro, consiste en la continuación del revestimiento del canal existente de concreto armado y la construcción de obras de arte; asimismo, la rehabilitación del tramo de canal de concreto armado existente.

Las obras civiles se han determinado teniendo en cuenta el cumplimiento del objetivo del proyecto; para el cual se ha tenido que ejecutar los componentes siguientes:

a) Resane de fisuras y grietas en muros laterales y piso de canal de concreto existente.

Se considera como fisura aquellas que tienen una abertura de ancho de 0.15 a 1.0mm que afecta solamente la superficie, y casi no tiene profundidad. Se considera una grieta a abertura de ancho mayor de 1.0mm que afecta a todo un espesor.

Las fisuras y grietas se abrieron con una amoladora con disco para realizar la caladura, limpiar y luego rellenar con un sellador previa colocación de una mano de imprimante.

En el terreno se han identificado las fisuras y grietas que tienen que repararse, según cuadro que se adjunta.

Tabla 5.

Identificación de fisuras y grietas en canal de concreto existente

| PROGRESIVA | | L (m) | Altura (m) | TOTAL (m) | OBSERVACIÓN |
|-----------------------------------|----------|-------|------------|---------------|--|
| DE | A | | | | |
| FISURAS Y GRIETAS EN MUROS | | | | | |
| 0+603.50 | 0+609.50 | | 1.00 | 1.00 | 02 paños muros con fisuras margen derecha. |
| 3+559 | 3+562 | | 0.80 | 0.80 | 01paño muro agrietado en margen izquierda. |
| 3+620 | 3+623 | | 0.80 | 0.80 | 01paño muro agrietado en margen izquierda. |
| 3+638 | 3+641 | | 0.80 | 0.80 | 01paño muro agrietado en margen izquierda. |
| 3+723 | 3+726 | | 0.80 | 0.80 | 01paño muro agrietado en margen izquierda. |
| 3+780 | 3+783 | | 0.80 | 0.80 | 01paño muro agrietado en margen izquierda. |
| 3+826 | 3+829 | | 0.80 | 0.80 | 01paño muro agrietado en margen derecha. |
| 3+830 | 3+836 | | 0.80 | 0.80 | 01paño muro agrietado en margen izquierda. |
| 3+875 | 3+878 | | 0.80 | 0.80 | 01paño muro con fisuras en margen izquierda. |
| 3+987 | 3+990 | | 0.80 | 0.80 | 01paño muro con fisuras en margen derecha. |
| 4+148 | 4+160 | | 0.80 | 0.80 | 04 paños muro con fisuras en margen izquierda. |
| FISURAS Y GRIETAS EN PISO | | | | | |
| 3+785 | 3+830 | 45.00 | | 45.00 | 10 paños de piso agrietado |
| 3+836 | 3+848 | 12.00 | | 12.00 | 04 paños agrietado en piso. |
| 3+862 | 3+874 | 12.00 | | 12.00 | 04 paños de piso agrietado |
| 3+978 | 4+008 | 30.00 | | 30.00 | 10 paños de piso agrietado |
| 4+180 | 4+202 | 22.00 | | 22.00 | 07 paños agrietado en piso. |
| 4+211 | 4+220 | 9.00 | | 9.00 | 03 paños de piso con fisuras. |
| TOTAL: | | | | 139.00 | |

Fuente: Elaboración Propia

b) Construcción de Muros Laterales que han sido desplazados.

Esta situación se ha presentado en varios paños de muros del canal en la margen derecha e izquierda, paños que han sido demolidos y se ha construido nuevos paños de las mismas dimensiones actuales, según lo establecido en el expediente técnico.

Para el vaciado de concreto, se ha tenido que encofrar las formas en ambas caras, quedando el paño construido en el mismo alineamiento aguas arriba como aguas abajo. El concreto armado utilizado es de 175 kg/cm² y acero estructural.

El número de paños que han sido desplazados son 06 que suman una longitud total de 18.00 ml, su ubicación se detalla en tabla N° 07, siguiente.

Tabla 6.
Paños en muros desplazados

| PAÑOS EN MURO DESPLAZADOS | |
|---------------------------|----------------------|
| PROGRESIVA | LONGITUD DE PAÑO (m) |
| km. 1+363-km. 1+366 | 3.00 |
| km. 1+759- km.1+762 | 3.00 |
| km. 1+980-km. 1+983 | 3.00 |
| km. 2+087-km.2+090 | 3.00 |
| km. 3+939 km.3+945 | 6.00 |
| TOTAL: | 18.00 |

Fuente: Elaboración Propia

c) Construcción de Canal de Sección Rectangular de Concreto Armado

La sección tiene una capacidad de 1.50 m³/s; según el análisis de cálculo estructural, la sección de forma rectangular tendrá un espesor de muros y piso de 0.15 m, concreto de 175 kg/cm², ancho de plantilla de 1.50m, altura variable de 0.80 a 1.10 m, pendiente variable de 0.0015 a 0.0095; tal como a continuación se detalla en el cuadro siguiente:

Tabla 7.
Dimensiones geométricas del canal revestido

| CUADRO DE CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS Y GEOMÉTRICAS | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-----------|----------|--|-------|-------|-------|--------|-------|-------|---------|------|------------------------------|---------|-------|
| PROGRESIVA | | Long. (m) | Q (m3/s) | S | n | b (m) | Y (m) | A (m2) | P (m) | R (m) | V (m/s) | F | BL (m) = (CY) ^{0.5} | usar BL | H (m) |
| DE | A | | | | | | | | | | | | | | |
| 4+375 | 5+140 | 765.00 | 1.50 | 0.0023 | 0.014 | 1.50 | 0.61 | 0.91 | 2.71 | 0.33 | 1.65 | 0.68 | 0.679 | 0.40 | 1.00 |
| 5+140 | 5+153 | 13.00 | 1.50 | PASE AEREO DE CONCRETO, BUENAS CONDICIONES | | | | | | | | | | | |
| 5+153 | 5+320 | 167.00 | 1.50 | 0.0023 | 0.014 | 1.50 | 0.61 | 0.91 | 2.71 | 0.33 | 1.65 | 0.68 | 0.679 | 0.40 | 1.00 |
| 5+320 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 01: ΔH= 0.20m | | | | | | | | | | | |
| 5+320 | 5+360 | 40.00 | 1.50 | 0.0035 | 0.014 | 1.50 | 0.52 | 0.78 | 2.54 | 0.31 | 1.92 | 0.85 | 0.629 | 0.40 | 0.95 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------|--------|------|---|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
| 5+360 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 02: ΔH= 0.32m | | | | | | | | | | | |
| 5+360 | 5+400 | 40.00 | 1.50 | 0.0035 | 0.014 | 1.50 | 0.52 | 0.78 | 2.54 | 0.31 | 1.92 | 0.85 | 0.629 | 0.40 | 0.95 |
| 5+400 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 03: ΔH= 0.35m | | | | | | | | | | | |
| 5+400 | 5+420 | 20.00 | 1.50 | 0.0035 | 0.014 | 1.50 | 0.52 | 0.78 | 2.54 | 0.31 | 1.92 | 0.85 | 0.629 | 0.40 | 0.95 |
| 5+420 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 04: ΔH= 0.35m | | | | | | | | | | | |
| 5+420 | 5+480 | 60.00 | 1.50 | 0.0035 | 0.014 | 1.50 | 0.52 | 0.78 | 2.54 | 0.31 | 1.92 | 0.85 | 0.629 | 0.40 | 0.95 |
| 5+480 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 05: ΔH= 0.32m | | | | | | | | | | | |
| 5+480 | 5+540 | 60.00 | 1.50 | 0.0035 | 0.014 | 1.50 | 0.52 | 0.78 | 2.54 | 0.31 | 1.92 | 0.85 | 0.629 | 0.40 | 0.95 |
| 5+540 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 06: ΔH= 0.34m | | | | | | | | | | | |
| 5+540 | 5+580 | 40.00 | 1.50 | 0.0035 | 0.014 | 1.50 | 0.52 | 0.78 | 2.54 | 0.31 | 1.92 | 0.85 | 0.629 | 0.40 | 0.95 |
| 5+580 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 07: ΔH= 0.34m | | | | | | | | | | | |
| 5+580 | 5+700 | 120.00 | 1.50 | 0.0035 | 0.014 | 1.50 | 0.52 | 0.78 | 2.54 | 0.31 | 1.92 | 0.85 | 0.629 | 0.40 | 0.95 |
| 5+700 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 08: ΔH= 0.25m | | | | | | | | | | | |
| 5+700 | 5+760 | 60.00 | 1.50 | 0.0035 | 0.014 | 1.50 | 0.52 | 0.78 | 2.54 | 0.31 | 1.92 | 0.85 | 0.629 | 0.40 | 0.95 |
| 5+760 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 09: ΔH= 0.203m | | | | | | | | | | | |
| 5+760 | 5+900 | 140.00 | 1.50 | 0.0035 | 0.014 | 1.50 | 0.52 | 0.78 | 2.54 | 0.31 | 1.92 | 0.85 | 0.629 | 0.40 | 0.95 |
| 5+900 | 6+120 | 220.00 | 1.50 | 0.01045 | 0.014 | 1.50 | 0.35 | 0.53 | 2.21 | 0.24 | 2.82 | 1.52 | 0.519 | 0.40 | 0.80 |
| 6+120 | 6+150 | 30.00 | 1.50 | 0.00350 | 0.014 | 1.50 | 0.52 | 0.78 | 2.54 | 0.31 | 1.92 | 0.85 | 0.629 | 0.40 | 0.95 |
| 6+150 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 10: ΔH= 0.225m | | | | | | | | | | | |
| 6+150 | 6+180 | 30.00 | 1.50 | 0.00350 | 0.014 | 1.50 | 0.52 | 0.78 | 2.54 | 0.31 | 1.92 | 0.85 | 0.629 | 0.40 | 0.95 |
| 6+180 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 11: ΔH= 0.20m | | | | | | | | | | | |
| 6+180 | 6+220 | 40.00 | 1.50 | 0.00350 | 0.014 | 1.50 | 0.52 | 0.78 | 2.54 | 0.31 | 1.92 | 0.85 | 0.629 | 0.40 | 0.95 |
| 6+220 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 12: ΔH= 0.25m | | | | | | | | | | | |
| 6+220 | 6+250 | 30.00 | 1.50 | 0.00300 | 0.014 | 1.50 | 0.55 | 0.82 | 2.60 | 0.32 | 1.82 | 0.78 | 0.647 | 0.40 | 0.95 |
| 6+250 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 13: ΔH= 0.25m | | | | | | | | | | | |
| 6+250 | 6+270 | 20.00 | 1.50 | 0.00300 | 0.014 | 1.50 | 0.55 | 0.82 | 2.60 | 0.32 | 1.82 | 0.78 | 0.647 | 0.40 | 0.95 |
| 6+270 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 14: ΔH= 0.25m | | | | | | | | | | | |
| 6+270 | 6+290 | 20.00 | 1.50 | 0.00300 | 0.014 | 1.50 | 0.55 | 0.82 | 2.60 | 0.32 | 1.82 | 0.78 | 0.647 | 0.40 | 0.95 |
| 6+290 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 15: ΔH= 0.25m | | | | | | | | | | | |
| 6+290 | 6+300 | 10.00 | 1.50 | 0.00300 | 0.014 | 1.50 | 0.55 | 0.82 | 2.60 | 0.32 | 1.82 | 0.78 | 0.647 | 0.40 | 0.95 |
| 6+300 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 16: ΔH= 0.25m | | | | | | | | | | | |
| 6+300 | 6+350 | 50.00 | 1.50 | 0.00300 | 0.014 | 1.50 | 0.55 | 0.82 | 2.60 | 0.32 | 1.82 | 0.78 | 0.647 | 0.40 | 0.95 |
| 6+350 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 17: ΔH= 0.202m | | | | | | | | | | | |
| 6+350 | 6+400 | 50.00 | 1.50 | 0.00350 | 0.014 | 1.50 | 0.52 | 0.78 | 2.54 | 0.31 | 1.92 | 0.85 | 0.629 | 0.40 | 0.95 |
| 6+400 | 6+440 | 40.00 | 1.50 | 0.00900 | 0.014 | 1.50 | 0.37 | 0.56 | 2.25 | 0.25 | 2.68 | 1.40 | 0.533 | 0.40 | 0.80 |
| 6+440 | 6+496 | 56.00 | 1.50 | CANAL ABIERTO Y TAPADO DE CONCRETO, BUENAS CONDICIONES | | | | | | | | | | | |
| 6+496 | 6+550 | 54.00 | 1.50 | 0.00900 | 0.014 | 1.50 | 0.37 | 0.56 | 2.25 | 0.25 | 2.68 | 1.40 | 0.533 | 0.40 | 0.80 |
| 6+550 | 6+630 | 80.00 | 1.50 | 0.00350 | 0.014 | 1.50 | 0.52 | 0.78 | 2.54 | 0.31 | 1.92 | 0.85 | 0.629 | 0.40 | 0.95 |
| 6+630 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 18: ΔH= 0.27m | | | | | | | | | | | |
| 6+630 | 6+710 | 80.00 | 1.50 | 0.00900 | 0.014 | 1.50 | 0.37 | 0.56 | 2.25 | 0.25 | 2.68 | 1.40 | 0.533 | 0.40 | 0.80 |
| 6+710 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 19: ΔH= 0.055m | | | | | | | | | | | |
| 6+710 | 6+730 | 20.00 | 1.50 | 0.00350 | 0.014 | 1.50 | 0.52 | 0.78 | 2.54 | 0.31 | 1.92 | 0.85 | 0.629 | 0.40 | 0.95 |
| 6+730 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 20: ΔH= 0.25m | | | | | | | | | | | |
| 6+730 | 6+750 | 20.00 | 1.50 | 0.00350 | 0.014 | 1.50 | 0.52 | 0.78 | 2.54 | 0.31 | 1.92 | 0.85 | 0.629 | 0.40 | 0.95 |
| 6+750 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 21: ΔH= 0.23m | | | | | | | | | | | |
| 6+750 | 6+770 | 20.00 | 1.50 | 0.00350 | 0.014 | 1.50 | 0.52 | 0.78 | 2.54 | 0.31 | 1.92 | 0.85 | 0.629 | 0.40 | 0.95 |
| 6+770 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 22: ΔH= 0.23m | | | | | | | | | | | |
| 6+770 | 6+780 | 10.00 | 1.50 | 0.00300 | 0.014 | 1.50 | 0.55 | 0.82 | 2.60 | 0.32 | 1.82 | 0.78 | 0.647 | 0.40 | 0.95 |
| 6+780 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 23: ΔH= 0.27m | | | | | | | | | | | |
| 6+780 | 6+790 | 10.00 | 1.50 | 0.00300 | 0.014 | 1.50 | 0.55 | 0.82 | 2.60 | 0.32 | 1.82 | 0.78 | 0.647 | 0.40 | 0.95 |
| 6+790 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 24: ΔH= 0.244m | | | | | | | | | | | |
| 6+790 | 6+880 | 90.00 | 1.50 | 0.00350 | 0.014 | 1.50 | 0.52 | 0.78 | 2.54 | 0.31 | 1.92 | 0.85 | 0.629 | 0.40 | 0.95 |
| 6+880 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 25: ΔH= 0.20m | | | | | | | | | | | |
| 6+880 | 6+890 | 10.00 | 1.50 | 0.00350 | 0.014 | 1.50 | 0.52 | 0.78 | 2.54 | 0.31 | 1.92 | 0.85 | 0.629 | 0.40 | 0.95 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------|-----------------|------|--|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
| 6+890 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 26: $\Delta H= 0.205m$ | | | | | | | | | | | |
| 6+890 | 7+000 | 110.00 | 1.50 | 0.00800 | 0.014 | 1.50 | 0.39 | 0.58 | 2.28 | 0.26 | 2.57 | 1.32 | 0.544 | 0.4 | 0.80 |
| 7+000 | 7+350 | 350.00 | 1.50 | 0.00350 | 0.014 | 1.50 | 0.52 | 0.78 | 2.54 | 0.31 | 1.92 | 0.85 | 0.629 | 0.40 | 0.95 |
| 7+350 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 27: $\Delta H= 0.25m$ | | | | | | | | | | | |
| 7+350 | 7+360 | 10.00 | 1.50 | 0.00900 | 0.014 | 1.50 | 0.37 | 0.56 | 2.25 | 0.25 | 2.68 | 1.40 | 0.533 | 0.40 | 0.95 |
| 7+360 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 28: $\Delta H= 0.235m$ | | | | | | | | | | | |
| 7+360 | 7+490 | 130.00 | 1.50 | 0.00900 | 0.014 | 1.50 | 0.37 | 0.56 | 2.25 | 0.25 | 2.68 | 1.56 | 0.533 | 0.4 | 0.80 |
| 7+490 | 8+000 | 510.00 | 1.50 | 0.00350 | 0.014 | 1.50 | 0.52 | 0.78 | 2.54 | 0.31 | 1.92 | 0.85 | 0.629 | 0.40 | 0.95 |
| 8+000 | 8+480 | 480.00 | 1.50 | 0.00300 | 0.014 | 1.50 | 0.55 | 0.82 | 2.60 | 0.32 | 1.82 | 0.78 | 0.647 | 0.40 | 0.95 |
| 8+480 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 29: $\Delta H= 0.25m$ | | | | | | | | | | | |
| 8+480 | 8+500 | 20.00 | 1.50 | 0.00300 | 0.014 | 1.50 | 0.55 | 0.82 | 2.60 | 0.32 | 1.82 | 0.78 | 0.647 | 0.40 | 0.95 |
| 8+500 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 30: $\Delta H= 0.31m$ | | | | | | | | | | | |
| 8+500 | 8+540 | 40.00 | 1.50 | 0.00300 | 0.014 | 1.50 | 0.55 | 0.82 | 2.60 | 0.32 | 1.82 | 0.78 | 0.647 | 0.40 | 0.95 |
| 8+540 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 31: $\Delta H= 0.31m$ | | | | | | | | | | | |
| 8+540 | 8+590 | 50.00 | 1.50 | 0.00300 | 0.014 | 1.50 | 0.55 | 0.82 | 2.60 | 0.32 | 1.82 | 0.78 | 0.647 | 0.40 | 0.95 |
| 8+590 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 32: $\Delta H= 0.31m$ | | | | | | | | | | | |
| 8+590 | 8+640 | 50.00 | 1.50 | 0.00300 | 0.014 | 1.50 | 0.55 | 0.82 | 2.60 | 0.32 | 1.82 | 0.78 | 0.647 | 0.40 | 0.95 |
| 8+640 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 33: $\Delta H= 0.31m$ | | | | | | | | | | | |
| 8+640 | 8+670 | 30.00 | 1.50 | 0.00300 | 0.014 | 1.50 | 0.55 | 0.82 | 2.60 | 0.32 | 1.82 | 0.78 | 0.647 | 0.40 | 0.95 |
| 8+670 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 34: $\Delta H= 0.31m$ | | | | | | | | | | | |
| 8+670 | 8+700 | 30.00 | 1.50 | 0.00300 | 0.014 | 1.50 | 0.55 | 0.82 | 2.60 | 0.32 | 1.82 | 0.78 | 0.647 | 0.40 | 0.95 |
| 8+700 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 35: $\Delta H= 0.31m$ | | | | | | | | | | | |
| 8+700 | 8+710 | 10.00 | 1.50 | 0.00300 | 0.014 | 1.50 | 0.55 | 0.82 | 2.60 | 0.32 | 1.82 | 0.78 | 0.647 | 0.40 | 0.95 |
| 8+710 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 36: $\Delta H= 0.31m$ | | | | | | | | | | | |
| 8+710 | 8+720 | 10.00 | 1.50 | 0.00300 | 0.014 | 1.50 | 0.55 | 0.82 | 2.60 | 0.32 | 1.82 | 0.78 | 0.647 | 0.40 | 0.95 |
| 8+720 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 37: $\Delta H= 0.24m$ | | | | | | | | | | | |
| 8+720 | 8+730 | 10.00 | 1.50 | 0.00300 | 0.014 | 1.50 | 0.55 | 0.82 | 2.60 | 0.32 | 1.82 | 0.78 | 0.647 | 0.40 | 0.95 |
| 8+730 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 38: $\Delta H= 0.24m$ | | | | | | | | | | | |
| 8+730 | 8+740 | 10.00 | 1.50 | 0.00300 | 0.014 | 1.50 | 0.55 | 0.82 | 2.60 | 0.32 | 1.82 | 0.78 | 0.647 | 0.40 | 0.95 |
| 8+740 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 39: $\Delta H= 0.30m$ | | | | | | | | | | | |
| 8+740 | 8+750 | 10.00 | 1.50 | 0.00300 | 0.014 | 1.50 | 0.55 | 0.82 | 2.60 | 0.32 | 1.82 | 0.78 | 0.647 | 0.40 | 0.95 |
| 8+750 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 40: $\Delta H= 0.30m$ | | | | | | | | | | | |
| 8+750 | 8+760 | 10.00 | 1.50 | 0.00300 | 0.014 | 1.50 | 0.55 | 0.82 | 2.60 | 0.32 | 1.82 | 0.78 | 0.647 | 0.40 | 0.95 |
| 8+760 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 41: $\Delta H= 0.32m$ | | | | | | | | | | | |
| 8+760 | 8+770 | 10.00 | 1.50 | 0.00300 | 0.014 | 1.50 | 0.55 | 0.82 | 2.60 | 0.32 | 1.82 | 0.78 | 0.647 | 0.40 | 0.95 |
| 8+770 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 42: $\Delta H= 0.35m$ | | | | | | | | | | | |
| 8+770 | 8+780 | 10.00 | 1.50 | 0.00300 | 0.014 | 1.50 | 0.55 | 0.82 | 2.60 | 0.32 | 1.82 | 0.78 | 0.647 | 0.40 | 0.95 |
| 8+780 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 43: $\Delta H= 0.31m$ | | | | | | | | | | | |
| 8+780 | 8+800 | 20.00 | 1.50 | 0.00300 | 0.014 | 1.50 | 0.55 | 0.82 | 2.60 | 0.32 | 1.82 | 0.78 | 0.647 | 0.40 | 0.95 |
| 8+800 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 44: $\Delta H= 0.29m$ | | | | | | | | | | | |
| 8+800 | 8+810 | 10.00 | 1.50 | 0.00300 | 0.014 | 1.50 | 0.55 | 0.82 | 2.60 | 0.32 | 1.82 | 0.78 | 0.647 | 0.40 | 0.95 |
| 8+810 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 45: $\Delta H= 0.182m$ | | | | | | | | | | | |
| 8+810 | 8+850 | 40.00 | 1.50 | 0.00350 | 0.014 | 1.50 | 0.52 | 0.78 | 2.54 | 0.31 | 1.92 | 0.85 | 0.629 | 0.40 | 0.95 |
| 8+850 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 46: $\Delta H= 0.25m$ | | | | | | | | | | | |
| 8+850 | 8+870 | 20.00 | 1.50 | 0.00350 | 0.015 | 1.50 | 0.52 | 0.78 | 2.54 | 0.31 | 1.92 | 0.85 | 0.629 | 0.40 | 0.95 |
| 8+870 | | | 1.50 | CAÍDA VERTICAL N° 47: $\Delta H= 0.233m$ | | | | | | | | | | | |
| 8+870 | 9+000 | 130.00 | 1.50 | 0.00950 | 0.014 | 1.50 | 0.37 | 0.55 | 2.23 | 0.25 | 2.73 | 1.44 | 0.528 | 0.40 | 0.80 |
| 9+000 | 9+020 | 20.00 | 1.50 | 0.00350 | 0.014 | 1.50 | 0.52 | 0.78 | 2.54 | 0.31 | 1.92 | 0.85 | 0.629 | 0.40 | 0.95 |
| 9+020 | 9+200 | 180.00 | 1.50 | 0.00950 | 0.014 | 1.50 | 0.37 | 0.55 | 2.23 | 0.25 | 2.73 | 1.44 | 0.528 | 0.40 | 0.80 |
| 9+200 | 9+300 | 100.00 | 1.50 | 0.00350 | 0.014 | 1.50 | 0.52 | 0.78 | 2.54 | 0.31 | 1.92 | 0.85 | 0.629 | 0.40 | 0.95 |
| 9+300 | 9+600 | 300.00 | 1.50 | 0.00600 | 0.014 | 1.50 | 0.43 | 0.64 | 2.36 | 0.27 | 2.33 | 1.13 | 0.572 | 0.40 | 0.80 |
| 9+600 | 10+300 | 700.00 | 1.50 | 0.00150 | 0.014 | 1.50 | 0.71 | 1.06 | 2.92 | 0.36 | 1.41 | 0.54 | 0.735 | 0.40 | 1.10 |
| TOTAL | | 5,925.00 | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

La mayor parte del canal en terreno natural es ancha; por lo que, se tuvo que encofrar las cuatro caras de la sección de canal construido.

En el diseño de la sección de canal se consideró tramos cortos con pendiente suave; con el fin de conseguir un flujo subcrítico en los tramos donde se ubican las tomas laterales.

d) Estructuras de Tomas laterales

Estas estructuras se han considerando para las entregas de agua a los sectores que se encuentran las parcelas bajo riego. Debido a la topografía del terreno, es necesario una diversidad de tomas laterales; siendo necesario un total de 32 tomas laterales, ubicadas en las progresivas que se detallan a continuación:

Tabla 8.
Tomas laterales en el Canal Piedra El Toro

| Nº | Progresiva | Qa (lts/s) | Área a Irrigar | b(m) T.L. | h (m) T.L. |
|------------------------------|------------|------------|----------------|-----------|------------|
| 1 | 4+587 | 30 | 15 | 0.30 | 1.00 |
| 2 | 4+765 | 30 | 15 | 0.30 | 1.00 |
| 3 | 4+973 | 30 | 14 | 0.30 | 1.00 |
| 4 | 5+245 | 30 | 15 | 0.30 | 1.00 |
| 5 | 5+308 | 30 | 15 | 0.30 | 1.00 |
| 6 | 5+314 | 30 | 15 | 0.30 | 1.00 |
| 7 | 5+701 | 30 | 14 | 0.30 | 0.95 |
| 8 | 5+833 | 30 | 15 | 0.30 | 0.95 |
| 9 | 6+134 | 30 | 15 | 0.30 | 0.95 |
| 10 | 6+211 | 30 | 14 | 0.30 | 0.95 |
| 11 | 6+397 | 30 | 12 | 0.30 | 0.95 |
| 12 | 6+555 | 30 | 15 | 0.30 | 0.95 |
| 13 | 6+726 | 30 | 15 | 0.30 | 0.95 |
| 14 | 6+767 | 30 | 14 | 0.30 | 0.95 |
| 15 | 6+831 | 30 | 13 | 0.30 | 0.95 |
| 16 | 7+043 | 30 | 15 | 0.30 | 0.95 |
| 17 | 7+286 | 30 | 15 | 0.30 | 0.95 |
| 18 | 7+496 | 30 | 15 | 0.30 | 0.95 |
| 19 | 7+611 | 30 | 15 | 0.30 | 0.95 |
| 20 | 7+693 | 30 | 12 | 0.30 | 0.95 |
| 21 | 7+964 | 30 | 15 | 0.30 | 0.95 |
| 22 | 8+096 | 30 | 15 | 0.30 | 0.95 |
| 23 | 8+226 | 30 | 15 | 0.30 | 0.95 |
| 24 | 8+316 | 90 | 60 | 0.65 | 0.95 |
| COMPUERTA EN CANAL PRINCIPAL | | | | | |
| 25 | 8+698 | 30 | 15 | 0.30 | 0.95 |
| 26 | 8+809 | 30 | 14 | 0.30 | 0.95 |
| 27 | 8+842 | 30 | 14 | 0.30 | 0.95 |

| | | | | | |
|------------------------------|--------|-----|-----|------|------|
| 28 | 9+011 | 30 | 12 | 0.30 | 0.95 |
| 29 | 9+226 | 30 | 14 | 0.30 | 0.95 |
| 30 | 9+808 | 30 | 13 | 0.30 | 1.10 |
| 31 | 10+026 | 170 | 115 | 1.00 | 1.10 |
| COMPUERTA EN CANAL PRINCIPAL | | | | | |
| 32 | 10+201 | 30 | 12 | 0.30 | 1.10 |

Fuente: Elaboración Propia

Las tomas laterales son estructuras de concreto armado de sección rectangular, el caudal de ingreso será regulado por una compuerta metálica de volante.

e) Pase Peatonal

Son estructuras que han sido construidas de concreto armado, que permite el pase de personas y está ubicado a la altura del km. 4+407.

La longitud del pase peatonal será de 1.50m x 1.80 m, con sardineles a ambos lados de 0.20 m de ancho x 0.25 m de altura.

Tabla 9.
Pase Peatonal

| N° | DESCRIPCIÓN | PROGRESIVA | LOSA (m) | | | SARDINEL (m) | |
|----|---------------|------------|----------|-------|---------|--------------|--------|
| | | | Largo | Ancho | Espesor | Ancho | Altura |
| 1 | Pase Peatonal | 4+407 | 2.30 | 1.90 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |

Fuente: Elaboración Propia



Figura 6. Construcción del pase peatonal obsérvese estructura de toma lateral, junto a pase.

Fuente: Elaboración Propia

f) Puente Peatonal

Son estructuras de concreto armado que permitirán el pase de personas y ganado; los puentes peatonales estarán ubicados en las progresivas km. 4+854, 6+755, 7+980 y 10+020.

Estas estructuras tienen una longitud de 4.0 m x 2.30 m de ancho apoyado en estribos. Asimismo, se ha considerado la construcción de sardineles de 0.20 m de ancho x 0.20 m de altura.

Tabla 10.
Puentes Peatonales

| N° | DESCRIPCIÓN | PROGRESIVA | LOSA (m) | | | SARDINEL (m) | |
|----|-----------------|------------|----------|-------|---------|--------------|--------|
| | | | Largo | Ancho | Espesor | Ancho | Altura |
| 1 | Puente Peatonal | 4+854 | 4.00 | 2.30 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| 2 | Puente Peatonal | 6+755 | 4.00 | 2.30 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| 3 | Puente Peatonal | 7+980 | 4.00 | 2.30 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| 4 | Puente Peatonal | 11+194 | 4.00 | 2.30 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |

Fuente: Elaboración Propia

g) Construcción Vertederos (Entrega de agua)

Estas estructuras son de concreto armado y concreto ciclópeo, que reciben la carga de agua que viene de las alcantarillas de la carretera y de las quebradas que actualmente están secas, pero que se activan en época de lluvias.

Las quebradas vienen de la margen derecha y al llegar al canal, la masa no continúa hacia la margen izquierda; por lo que, obligatoriamente las aguas tienen que entrar al canal.

Las aguas antes de ingresar al vertedero, pasan por una rampa de 0.80m de longitud x 0.30m altura de cresta, para evitar que el agua golpee el muro del canal. La rampa es de concreto armado y el tramo de encauzamiento de la quebrada a la rampa es de concreto ciclópeo.

El proyecto requiere la construcción de 05 aliviaderos (entrega de agua), las cuales serán ubicadas en las progresivas siguientes:

Tabla 11.
Vertederos (Entregas de agua)

| N° | DESCRIPCIÓN | PROGRESIVA | SECCIÓN VERTEADOR (m) | | | TIRANTE (m) | |
|----|-------------|------------|-----------------------|-------|--------|-------------|--------------|
| | | | L. Cresta | Ancho | Altura | Canal | Carga/cresta |
| 1 | Vertedor | 4+530 | 3.00 | 0.15 | 0.25 | 0.52 | 0.13 |
| 2 | Vertedor | 6+575 | 3.00 | 0.15 | 0.25 | 0.52 | 0.13 |
| 3 | Vertedor | 8+670 | 3.00 | 0.15 | 0.25 | 0.52 | 0.114 |
| 4 | Vertedor | 9+410 | 2.00 | 0.15 | 0.25 | 0.43 | 0.032 |
| 5 | Vertedor | 9+526 | 2.00 | 0.15 | 0.25 | 0.43 | 0.032 |

h) Construcción de Canoas

Son estructuras de concreto armado y de concreto ciclópeo, que reciben las aguas de la alcantarilla de la carretera asfaltada y de quebradas que actualmente se encuentran secas pero que se activan en época de lluvias, se ubican en la margen derecha del canal. Estas estructuras encauzan las aguas por encima del canal y evacúa hacia aguas abajo en la margen izquierda.

El proyecto requiere la construcción de 03 canoas, que serán ubicadas en las progresivas siguientes:

Tabla 12.
Canoas

| N° | DESCRIPCIÓN | PROGRESIVA | SECCIÓN CANOA (m) | | | MUROS (m) | | LOSA (m) | | |
|----|-------------|------------|-------------------|-------|--------|-----------|--------|----------|-------|---------|
| | | | Longit. | Ancho | Altura | Espesor | Altura | Largo | Ancho | Espesor |
| 1 | Canoa | 5+140 | 5.30 | 3.00 | 0.40 | 0.20 | 0.40 | 5.30 | 3.40 | 0.20 |
| 2 | Canoa | 9+445 | 5.30 | 2.50 | 0.40 | 0.20 | 0.40 | 5.30 | 3.40 | 0.20 |
| 3 | Canoa | 9+491 | 5.30 | 2.50 | 0.40 | 0.20 | 0.40 | 5.30 | 3.40 | 0.20 |

i) Construcción de Botadero

En el proyecto se considera la construcción de 01 botadero que tiene como función de eliminar la masa de agua y sedimentos que viene del agua de las quebradas que ingresan a los vertederos (entrada de aguas); asimismo, para regular el caudal en el canal principal y evitar desbordamiento; evacuando a la quebrada que se ubica a unos 20m.

Tabla 13.
Botadero para limpia de canal proyectado y construido

| N° | DESCRIPCIÓN | PROGRESIVA | OBSERVACIÓN |
|----|-------------|------------|------------------------------|
| 1 | Botadero | 5+177 | Construcción de 01 botadero. |



Figura 7. Toma lateral 03 y estructura de botadero en construcción
Fuente: Elaboración Propia

j) Construcción de Caídas Verticales

Estructuras que se han construido para conseguir pendientes suaves en los tramos donde se ubican las tomas laterales; de tal manera, de que se consiga un flujo subcrítico que permite asegurar la captación de agua hacia las tomas laterales.

Tabla 14.
Caídas Verticales

| Progresiva | Caída N° | Δh (m) | Progresiva | Caída N° | Δh (m) | Progresiva | Caída N° | Δh (m) |
|------------|----------|----------------|------------|----------|----------------|------------|----------|----------------|
| 5+320 | 1 | 0.20 | 6+350 | 17 | 0.202 | 8+640 | 33 | 0.31 |
| 5+360 | 2 | 0.32 | 6+630 | 18 | 0.27 | 8+670 | 34 | 0.31 |
| 5+400 | 3 | 0.35 | 6+710 | 19 | 0.055 | 8+700 | 35 | 0.31 |
| 5+420 | 4 | 0.35 | 6+730 | 20 | 0.25 | 8+710 | 36 | 0.31 |
| 5+480 | 5 | 0.32 | 6+750 | 21 | 0.23 | 8+720 | 37 | 0.24 |
| 5+540 | 6 | 0.34 | 6+770 | 22 | 0.23 | 8+730 | 38 | 0.24 |
| 5+580 | 7 | 0.34 | 6+780 | 23 | 0.27 | 8+740 | 39 | 0.30 |
| 5+700 | 8 | 0.25 | 6+790 | 24 | 0.244 | 8+750 | 40 | 0.30 |
| 5+760 | 9 | 0.203 | 6+880 | 25 | 0.20 | 8+760 | 41 | 0.32 |
| 6+150 | 10 | 0.225 | 6+890 | 26 | 0.205 | 8+770 | 42 | 0.35 |
| 6+180 | 11 | 0.20 | 7+350 | 27 | 0.25 | 8+780 | 43 | 0.31 |
| 6+220 | 12 | 0.25 | 7+360 | 28 | 0.235 | 8+800 | 44 | 0.29 |
| 6+250 | 13 | 0.25 | 8+480 | 29 | 0.25 | 8+810 | 45 | 0.182 |
| 6+270 | 14 | 0.25 | 8+500 | 30 | 0.31 | 8+750 | 46 | 0.25 |
| 6+290 | 15 | 0.25 | 8+540 | 31 | 0.31 | 8+770 | 47 | 0.233 |
| 6+300 | 16 | 0.25 | 8+590 | 32 | 0.31 | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Las caídas verticales al ser pequeñas no requieren de poza de disipación de energía; la altura de la caída será de concreto armado de 0.15 m de espesor.



Figura 8. Construcción de Toma Lateral y Caídas Verticales
Fuente: Elaboración Propia

4.2. REHABILITACIÓN DEL CANAL PIEDRA EL TORO

4.2.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS

a. EXCAVACIÓN EN MATERIAL SUELTO CON MAQUINARIA

La excavación masiva se realizó con una excavadora CAT 320D de 160 HP y/o una retroexcavadora sobre llantas de 120 HP, una vez colocadas las estacas de nivelación de la rasante y marcado con yeso el ancho de fondo y banquetas de la caja del canal que es de sección rectangular.

Parte del material de fundación existente en la zona reúne las características requeridas como material de relleno, se ha dejado en su estado natural, lo que ha servido para realizar el perfilado y refine caja de canal.

El material excavado que no ha reunido las características requeridas por las especificaciones técnicas, como material de relleno, ha sido transportado directamente al banco de escombros (botadero).



Figura 9. Excavadora realizando trabajos de movimiento de tierras en caja de canal y camino de acceso o de vigilancia

Fuente: Elaboración Propia

b. RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO

Para la ejecución de esta actividad, según lo especificado, se requirió de una plancha compactadora vibratoria tipo plancha de 7 HP, pala, pico y rastrillo; pero en lo que corresponde a la compactación del fondo de caja del canal se ha utilizado un rodillo neumático autopropulsado de 1 ton, conforme se observa en figura N° 011, con lo cual se mejoró el grado de compactación.

Este trabajo consistió en el nivelado y compactado con plancha compactadora y rodillo neumático autopropulsado, del fondo de zanja de canal, hasta obtener una dureza del suelo aceptable para el vaciado del concreto hasta los niveles que indique los planos y deben ser colocados las estacas por el topógrafo para el control de alineamiento y niveles. Se evitó las sobre excavaciones, sin embargo, en algunos casos, se ha realizado el relleno y compactado correspondiente.

Se ha obtenido una compactación mayor al 90 % de la resistencia del próctor modificado. Se ha ejecutado un emplantillado antes de la compactación y en otras si requiere efectuar algunos rellenos, como por ejemplo, relleno con concreto, para conseguir una superficie llana uniforme y bien compactada.



Figura 10. Trabajos de relleno y compactación con rodillo liso autopropulsado de la sub rasante del canal

Fuente: Elaboración Propia

c. PERFILADO Y REFINE CAJA DE CANAL

Para el alineamiento de los muros de la caja excavada se utilizó un cordel y se ha verificado que tenga el ancho que indican los planos; asimismo, se tendió un cordel entre estaca y estaca de niveles dejado por el topógrafo para definir el espesor de vaciado de concreto; se compactó el área del cimiento de muros con un pisón de mano, en lugares donde no ha sido posible utilizar una plancha compactadora.

d. DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURA DE CONCRETO

se consideró la demolición de pequeños tramos de canal de concreto existente en muros y piso y tomas laterales, que se encuentra en malas condiciones físicas, las mismas que han sido identificadas previo recorrido en el campo, se verificó lo indicado en el expediente técnico, para lo cual se empleó una cortadora de concreto para lograr de esta manera aislar tramos en el canal de concreto existente, luego con la barreta ser levantadas y demolidas con comba para facilitar el trabajo.

Esta partida se ejecutó con un martillo demoledor de 2000W que permitió perforar y romper el concreto viejo.

El material demolido ha sido retirado y no sirvió como material propio de relleno tal como indica el Informe del Estudio de Suelos por ser un material inadecuado para este fin.

e. ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE, D= 5.8 KM

Se considera la eliminación de material excedentes, producto de la excavación del canal a revestir que no sirve para rellenos, incluyendo el material obtenido producto de la limpieza, desbroce y destronque realizados en el desbroce y limpieza del terreno.

El material excavado excedente, demolido y otros materiales inservibles han sido transportado y eliminado en botadero ubicado a 100 m con respecto a la bocatoma, siendo la distancia promedio de 5.8 km que existe entre el punto final del canal y el botadero N° 1. La zona donde se ha colocado dicho material, es una zonas árida abandonada sin ningún tipo de cobertura vegetal, debidamente autorizada.

Para la ejecución de esta partida se utilizó un cargador sobre llantas de 125-135 HP 3.0 Yd3 y de un camión volquete de 6x4 330HP 10 m3, el mismo que se ha desplazado por el camino de acceso existente y la carretera asfaltada que va al sector Piedra El Toro.

4.2.2. OBRAS DE CONCRETO

a. ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Las secciones de la caja de canal de forma rectangular, recibieron un encofrado plano con formas o tableros de madera tornillo o similar, como también de formas metálicas o paneles de triplay, que reúne las especificaciones técnicas de diseño

de soporte de carga y presiones laterales. Los paneles para los encofrados, fueron de 3.00 m x 1" de espesor cuando se trata de listones de madera tornillo o similar; pero en la obra se utilizaron paneles de triplay fenólico de 1.20m x 2.40m x 18 mm de espesor, lo que ha permitido obtener concreto caravista en las paredes del canal construido.

Los encofrados han sido construidos de manera tal que permitan obtener superficies expuestas de concreto, con textura uniforme, libre de aletas, salientes u otras irregularidades y defectos que se consideren impropios para este tipo de trabajo. Los encofrados son adecuadamente fuertes, rígidos y durables, para soportar todos los esfuerzos que se le impongan, y que permitan todas las operaciones incidentales al vaciado y compactación del concreto, sin sufrir ninguna deformación, flexión o daños que podrían afectar la calidad del trabajo del concreto.

Los encofrados han sido construidos para producir concreto en forma, dimensiones y elevaciones requeridas por los planos. Los encofrados para las superficies de concreto que estarán expuestas a la vista deberán ser, cuando sea practicable, construidos de tal manera que las marcas dejadas por el encofrado sean simétricas, y se conformen a las líneas generales de la estructura.

No se ha permitido utilizar pequeños paneles de encofrados que resulten en trabajos de "parchados".



Figura 11. Colocación de los encofrados y fierro corrugado 3/8” al espaciamiento indicado en planos correspondientes

Fuente: Elaboración Propia

Acabados

Las desviaciones permitidas en la verticalidad, nivel, alineamiento perfil, cotas y dimensiones que se indican, tal como se determinan en estas especificaciones, se definen como “Tolerancia” y deben diferenciarse de las irregularidades en el terminado, las que trata en el presente acápite.

Las clases y requisitos para el acabado de las superficies de concreto, deben ser tal y cual se especifica a continuación.

En caso de los acabados que no estén definitivamente especificados en este acápite, o en los planos de construcción, los acabados que se usen serán los especificados para superficies adyacentes similares.

Las clases de terminado serán como sigue:

F1: El acabado F1 se aplica a las superficies formadas con encofrados sobre o contra las cuales se colocará material de relleno o concreto y que no queden expuestas a la vista después de terminando el trabajo.

La superficie no requerirá ningún tratamiento después de la remoción de encofrados, excepto en el caso de concreto defectuoso o que requiera reparación y el relleno de los huecos que queden después de quitar los sujetadores de los extremos de las varillas y para el curado especificado.

La corrección de las irregularidades de la superficie, sólo se requerirá en el caso de depresiones y sólo para aquellas que excedan de 2 cm al ser medidas en la forma prescrita anteriormente.

F2: El acabado F2 se aplica a todas las superficies formadas con encofrados que no queden permanentemente tapadas con material de relleno o concreto. Las irregularidades de la superficie, medidas tal como se describe anteriormente, no excederán 0.5 cm para irregularidades abruptas y 1 cm para irregularidades graduales.

U1: Acabado U1 (acabado enrasado) se aplica a las superficies no formadas con encofrados que se van a cubrir con material de relleno o concreto.

El acabado U1 también se aplica como la primera etapa del terminado U2 y U3.

Las operaciones de terminado consistirán en una nivelación y enrasado para producir superficies parejas y uniformes. Las irregularidades de la superficie, medidas tal como se describe anteriormente, no excederán de 1 cm.

U2: El acabado U2 (acabado frotachado) se aplica a las superficies no conformadas con encofrados y que no van a quedar permanentemente cubiertas con material de relleno o concreto. El acabado U2 también se utiliza como la segunda etapa del terminado U3. El frotachado puede hacerse usando equipo manual o mecánico. El frotachado se comenzará tan pronto como la superficie a enrasar, se haya endurecido suficientemente, y será el mínimo necesario para producir una superficie que esté libre de marcas de enrasado y que sea de una textura uniforme, cuyas irregularidades no excederán de 0.5 cm.

Las juntas y bordes serán trabajadas con bruñas; todas las esquinas y aristas en el concreto que quedarán expuestas, serán biseladas con chaflán de 2 x 2 cm.

U3: El acabado U3 (acabado planchado) se aplica al revestimiento del canal. Cuando la superficie frotachado se ha endurecido lo suficiente para evitar que el exceso del material fino suba a la superficie, se terminará el acabado con una sola planchada con llana de metal, la cual se hará con una presión firme que permita aplanar la textura arenosa de la superficie frotachado, y produzca una superficie uniforme y densa, libre de defectos y marcas del planchado.

Las irregularidades de la superficie, medidas tal como se describieron anteriormente no debe excederse del 0.5 cm



Figura 12. Acabado de piso terminado en el canal piedra el toro, véase caída vertical

Fuente: Elaboración Propia

Aberturas Temporales

Se realizaron aberturas temporales en la base de los encofrados de las columnas y muros, o en cualquier otro punto que sea necesario, para facilitar la limpieza e inspección, antes de vaciar el concreto. Los encofrados de los muros u otras secciones de considerable altura, estarán provistos de aberturas u otros dispositivos para asegurar el exacto emplazamiento, compactación y control del concreto, evitando la segregación.

Desencofrado

Los encofrados deberán ser retirados, de manera que se pueda proceder a las operaciones de curado, debiéndose asegurar que haya transcurrido un tiempo tal que evite la producción de daños en el concreto.

El tiempo de desencofrado será fijado en función de la resistencia requerida, del comportamiento estructural de la obra y de la experiencia del ejecutor, quien asumirá la plena responsabilidad sobre estos trabajos.



Figura 13. Véase muro izquierdo de canal desencofrado y muro derecho con encofrado colocado.

Fuente: Elaboración Propia

b. CONCRETO $f'c= 175 \text{ KG/CM}^2$

Se refiere a las prescripciones técnicas requeridas para todas las actividades de concreto de $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporadas en las obras de construcción del canal rectangular Piedra El Toro, sus obras de arte y trabajos preliminares, tal como se especifica en los planos y en los respectivos análisis de precios unitarios. Los trabajos incluyeron el suministro de equipo, materiales y mano de obra necesarios para la dosificación, mezclado, transporte, colocación, acabado y curado del concreto.

Requisitos del Concreto

Los trabajos de concreto se ejecutarán de acuerdo a la conformidad a las Especificaciones Técnicas, establecidas por los siguientes códigos y normas, las cuales se detallan a continuación:

- ACI 318. Building Code Requirements
- Concrete Manual – Bureau of Reclamation (Última Edición)

- ASTM
- Reglamento Nacional de Edificaciones

La calidad del concreto, debe cumplir con los requisitos de Resistencia a la rotura a los 28 días ($f'c$) especificada y durabilidad expresada por la relación agua/cemento.

La resistencia especificada a la rotura por compresión en Kg/cm^2 , se determinará por medio de ensayos de cilindros standard de 6" x 12", fabricados y ensayados de acuerdo con la norma ASTM C39, siendo los resultados de rotura interpretados según las recomendaciones del ACI 214, a los 28 días de edad. El número de muestras deberá ser como mínimo de dos (02) probetas en la edad de control de la resistencia a la rotura ($f'c$) especificada en los planos de diseño.

Alcance de los Trabajos

Para el concreto de armado, se empleará concreto $f'c=210 kg/cm^2$, se considerará para las obras de arte en el canal y las estructuras a instalar en los caminos de acceso hacia la obra, debiendo elaborarse el concreto con cemento Portland Tipo II (MS).

El concreto $f'c=100 kg/cm^2$, se consideró para la regularización y/o solado en las obras de arte y campamentos.

El concreto armado $f'c=175 kg/cm^2$ de 0.15 m de espesor, se consideró para el revestimiento del canal rectangular.

En lo que se refiere al concreto del canal que entrará en contacto con el agua a la reposición del servicio, deberá ser vaciado dejando el tiempo necesario para su endurecimiento y se deberá usar acelerante de fragua como se indica en estas especificaciones técnicas y en los análisis de costos unitarios respectivos. Igual criterio se tendrá en el concreto correspondiente a las otras partidas, que, aunque no entran necesariamente en contacto con el agua, deben tener un rápido endurecimiento antes de la reposición del servicio.

En la etapa de culminación de la última "seca" y antes de empezar la reposición del servicio de agua, se efectuará el revestimiento provisional, que servirá para garantizar la estabilidad del canal trapezoidal construido, manteniéndolo en buen estado operativo. El CONTRATISTA deberá garantizar que el revestimiento provisional efectuado cumpla con su función de evitar las infiltraciones de agua hacia el terreno de fundación; si no cumpliera, el EJECUTOR lo volverá a ejecutar a su costo, para ello deberá coordinar con la SUPERVISIÓN sobre la reposición de agua en el canal, siendo de su entera responsabilidad cualquier daño que se

ocasiona a las estructuras construidas, a las estructuras existentes y a los terrenos de cultivo. Este revestimiento provisional deberá permanecer hasta que el EJECUTOR programe la ejecución de los tramos consecutivos, aguas abajo del canal.

Identificar las zonas que se utilicen en la elaboración del concreto y la limpieza de los equipos de construcción a fin de minimizar los efectos de los agentes químicos de cemento en los suelos adyacentes. El CONTRATISTA deberá ejecutar la limpieza y eliminación de los suelos de zonas afectadas y reacondicionamiento de las mismas; la preparación de los concretos deben estar ubicada en la zona del camino de servicio proyectado, salvo otra indicación de la SUPERVISIÓN, a efectos de garantizar una mínima distancia para el traslado del concreto a utilizar en las obras, siendo estos cubiertos de arte; después de la limpieza del suelo se efectuará la construcción del camino de servicio o berma de mantenimiento.

Fuente: Elaboración Propia



Figura 14. Preparación del concreto con el carmix 3.5 TT

c. ACERO CORRUGADO $F_y = 4200 \text{ KG/CM}^2$, GRADO 60

Todas las varillas de refuerzo, deben cumplir los requisitos de las especificaciones ASTM A-615 para varillas de acero grado 60. El acero deberá tener un límite de fluencia de 4, 200 Kg/cm² como mínimo.

Antes de efectuar la colocación de las varillas, la superficie de las mismas debe ser limpiada de todos los óxidos, escamas, suciedad, grasa y cualquier otra sustancia ajena que en la opinión de la SUPERVISIÓN sea rechazable.

El óxido grueso en forma de escamas, debe ser removido por escobillado con crudos o cualquier tratamiento equivalente.

Todos los detalles y habilitación, deberán efectuarse de acuerdo a las Especificación ACI – 315 “Manual de Prácticas Normales para Detallar Estructuras de Concreto”.

Todos los anclajes y traslapes de las varillas, deben cumplir los requisitos de las Especificación ACI 318 “Requisitos del Código de Edificación para Concreto Armado”.

Las varillas de refuerzo serán colocadas con precisión y firmemente aseguradas en su posición, de modo que no sean desplazadas durante el vaciado del concreto. Antes y después de su colocación, las varillas de refuerzo deben mantenerse en buenas condiciones de limpieza, hasta que queden totalmente empotradas en el concreto.

d. JUNTAS CON MATERIAL ELASTOMÉRICO

Las juntas de dilatación deben estar determinadas por los espacios que dejen las formas del encofrado, al ser extraídas en tramo recto y variable en tramo curvo. Estas permitirán al concreto expandirse o contraerse por efectos de temperatura, evitando que los paños se rajen.

La colocación del sello elastomérico en las juntas se realizó de acuerdo a las dimensiones y características indicadas en los planos de diseño, se utilizó Tecnopor de $e = 1$ ”; así como, material de respaldo del sellador constituido por Rod $\phi 1$ ” espuma de poliolefina, hasta dejar el espesor necesario para alojar al material para el sellado (mínimo 1.5 cm.) Antes de la colocación del material la superficie de la junta debe ser limpiada e imprimada con material recomendado por el fabricante del material de la junta, no debiendo permanecer sin sellador más de 8 horas; en cuyo caso deberá aplicarse nuevamente el imprimante.

El sello que se haya colocado en la junta utilizando una espátula o pistola aplicadora manual (Herramienta manual), taconeándose de manera de disponer

de una superficie de una superficie alineada y una junta compacta. Durante la ejecución de estos trabajos el cordón de poliolefina no debe ser pinchado, estirado o sometido a compresión.

El material elastomérico deberá tener, sin ser limitativo, las siguientes características:

- ❖ Masilla elastomérica de Poliuretano de dos componentes.
- ❖ Aplicación en Canales y Obras –hidráulicas.
- ❖ Buena resistencia ante las inclemencias del clima.
- ❖ Secado al tacto en 24 horas – máximo 72 horas.



Figura 15. Trabajos de sellado de juntas con material elastomérico
Fuente: Elaboración Propia

e. CURADO DE CONCRETO

El curador se aplicó inmediatamente al ser desencofrado los muros, en concreto fresco; con un líquido transparente tipo membrana que satisfaga las especificaciones ASTM 309 clase A, que con una sola aplicación debe producir una membrana que retendrá el 95 % del agua del concreto por 7 días, evitando la evaporación prematura del agua; evitando también las grietas o fisuras en la superficie del concreto; curador para temperaturas altas.

Método de Ejecución

- ❖ El líquido curador se aplicó de la manera siguiente:
- ❖ Se agitó bien el envase antes de emplear.
- ❖ Se aplicó dos manos directamente del envase (sin diluir) con brocha, rodillo o mochila de aspersión sobre la superficie de los muros del canal a curar.
- ❖ Se limpió las herramientas de aplicación con agua limpia inmediatamente después de culminar el trabajo.



Figura 16. Trabajos de curado del concreto aplicado inmediatamente después de desencofrado

Fuente: Elaboración Propia

f. ESCALINES DE FIERRO LISO DE $\frac{3}{4}$ "

Los escalines que se han colocado, son de fierro corrugado de $\Phi \frac{3}{4}$ " de una longitud de 0.40m colocado en el canal Piedra El Toro a cada 150m por la dificultad en bajar para los trabajos de mantenimiento. Los escalines son de forma de U empotrando los extremos en la pared del muro lateral a la profundidad mínima del espesor del concreto de revestimiento; 0.05m empotrado y 0.015m de luz para apoyar el pie; intercalado o espaciado cada 0.30m.

Los fierros son doblados en U en las dimensiones que indican los planos habiendo recibido un acabado de pintura epóxica y una base de pintura anticorrosiva. Al momento del vaciado de concreto en los muros laterales, se ha empotrado los escalines, no se ha permitido picar el concreto para empotrar el escalín.



Figura 17. Trabajos de sellado y de colocación de los escalines en los muros del canal a ambos lados

Fuente: Elaboración Propia

g. RESANE DE FISURAS Y GRIETAS

El canal Piedra El Toro ha sido construido en el año 1999 y 2005; por lo tanto, tiene varios años de servicio. Durante su recorrido, realizado en el periodo de trabajo de campo, se observó la presentación de fisuras y grietas en los paños de los muros y del piso; que han sido selladas, a fin de evitar la filtración y fuga de agua por las fisuras y grietas.

Método de Ejecución

Comprende el suministro de la mano de obra, materiales, equipo y todas las operaciones necesarias para realizar el corte o caladura con una amoladora con disco de 125 mm. Para sellar las fisuras y grietas se ha utilizado un sellador de poliuretano y para que genere un buen pegado, se ha utilizado un imprimante.



Figura 18. Sellado de fisuras y juntas en el canal de concreto existente desde el km. 0+000 al km. 4+375
Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO V: ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA POBLACIÓN Y DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO, EN EL DISTRITO DE MORROPÓN

5.1. DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

El canal de irrigación Piedra El Toro ha sido construido en el siglo pasado por los antepasados, tiene una longitud aproximada de 14,890 ml, de los cuales 4,375 ml se encuentran revestidos y 10,515 ml el canal es en tierra a tajo abierto en terreno natural, recorriendo las 07 unidades de riego, tal como, se describe a continuación.

Tabla 15.
Unidades de riego

| N° | Unidad de Riego (UR) | Ha Total Mejoramiento | Ha Total Ampliación |
|------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|
| 1 | Piedra El Toro | 82.41 | |
| 2 | San Luis | 102.57 | |
| 3 | El Chorro | 65.75 | |
| 4 | Piedra Blanca Alta | 44.79 | |
| 5 | Rinconada Alta | 55.03 | |
| 6 | Rinconada Baja | 88.49 | |
| 7 | El Cerezo | 55.03 | 107.88 |
| T O T A L | | 494.05 | 107.88 |

Fuente: Elaboración Propia

En el año 1999 se revistió un tramo de 343 ml de sección rectangular de base y altura variable; asimismo, se construyó 03 acueductos de concreto armado. En el año 2003 se construyó un barraje móvil de concreto de 30 m de largo y en el año 2004 se construyó un desarenador y una estructura de aliviadero.

En los años 2005 y 2006 mediante el convenio Perú – Alemania, Gobierno Regional de Piura y Junta de Usuarios del Distrito de Riego Alto Piura – Huancabamba, se construyó hasta el km. 4+375 de canal de concreto y obras de arte.

Bocatoma La Gallega

Coordenadas WGS84: E 617783.298, N 9430140.398

La captación del agua para el canal Piedra El Toro, es a través de una bocatoma de concreto armado ubicada en la margen derecha del río La Gallega, construida por el Programa Subsectorial de Irrigaciones – PSI, en el año 1999.

Debido a las avenidas extraordinarias habido en los últimos años con la presencia del Fenómeno del Niño, la bocatoma ha sido dañada y se evidencia con la socavación del barraje que ha destruido la poza amortiguadora y la destrucción progresiva de la cresta del barraje.

Por falta de mantenimiento la estructura de la bocatoma está llena de vegetación, material colmatado y palos; asimismo, la presencia del concreto destruido.

Requiere urgente la construcción de la poza amortiguadora que tuvo dimensiones de 20m de largo x 30 m de ancho.



Figura 19. Bocatoma La Gallega, estado en que se encuentra al momento del diagnóstico y en la actualidad.

Fuente: Elaboración Propia

Poza de amortiguación del barraje fijo, no existe; ha sido 100% destruido por las aguas en épocas de avenidas. La loza ha sido de 20m de largo x 30 m de ancho.

Barraje fijo de concreto se encuentra socavado en toda su longitud de 30 m. Requiere su rehabilitación.

Desarenador

Actualmente la estructura del desarenador se encuentra completamente copado de vegetación y colmatado con material de río con agua estancada. El canal de evacuación hacia el río, también está completamente colmatado, ante esta situación no cumple la función de evacuar los sedimentos al río en su margen izquierda.

Por otro lado, el canal de evacuación no tiene salida al río; debido a que, el talud de la margen derecha del río por donde supuestamente evacuaba, ha sido enrocado tapando la salida del agua que viene del desarenador al río.

Tampoco tiene vertedero; por lo tanto, no funciona. Se encuentra ubicada en la progresiva km. 0+108.



Figura 20. Desarenador

Fuente: Elaboración Propia

Canal Piedra El Toro: km. 0+000 al km. 4+375

El canal presenta un tramo revestido de concreto armado del km. 0+000 al km. 4+375 ml, construida en el año 1999, 2,005 y 2,006; tramo comprendido entre el sector Piedra El Toro y el sector San Luis.

A partir de San Luis el canal se encuentra en terreno natural a tajo abierto en forma irregular, hasta el sector El Cerezo.

El canal Piedra El Toro presenta las siguientes deficiencias :

- Actualmente el canal a revestir km. 0+000 al km. 10+300, tiene una capacidad de conducción de 0.80 m³/seg, el cual no cubre la demanda de agua. Existen tramos donde la capacidad del canal es más reducida; por lo que, los agricultores recurren a colocar sacos de arena o tierra para levantar la altura de los muros, problema que se agudiza en época de lluvias.
- Las pérdidas por conducción son altas llegando hasta un 40% por problemas de filtraciones, agudizando aún más el problema de la disponibilidad del agua.
- La distribución del agua es muy deficiente ya que no existe estructuras de distribución, caso de tomas laterales; las tomas existentes son rústicas.
- No existe estructuras de medición de agua; por lo tanto, no existe control de ingreso de caudal al canal.
- El canal de concreto existente en su recorrido atraviesa 10 quebradas naturales. Estas quebradas se ubican en las progresivas siguientes: km. 0+320, km 0+600, km. 0+610, km. 1+072, km. 1+234, km. 1+460, km. 1+644, km. 1+905, km. 2+564, km. 4+365.

En las progresivas km. 0+320, km. 0+600, km. 1+234 y km. 1+460; el canal cruza las quebradas; a través de, pases aéreos de concreto armado y el agua que carga la quebrada viene de alcantarillas de la carretera asfaltado que se encuentra en la margen derecha del canal.

En las progresivas km. 0+610, km. 1+072, km. 1+644, km, 2+564 y km. 4+365; las aguas que cargan en las quebradas, ingresan al canal a través de un vertedero (entradas de agua al canal), ya que la quebrada no continua aguas abajo de la margen izquierda del canal.

En la progresiva km. 1+905, la quebrada cruza al canal mediante una alcantarilla de 02 ojos.

- En su recorrido el canal presenta 04 depresiones del terreno con diferencia de altura considerable, en donde se han construido caídas verticales, a fin de evitar la socavación; ubicadas en las progresivas siguientes: km. 1+709 con altura de caída de 1.40m, km. 2+049 con altura de caída de 0.90m, km. 3+177 con altura de caída de 1.00 m y km. 3+441 con altura de caída de 1.32 m.
- Existen 07 pases peatonales de concreto armado de 1.20m x 1.80m x 0.15m de espesor de losa.
- Existen 04 puentes peatonales de concreto armado, en promedio de 4.00m x 2.20m x 0.20m espesor de losa.

Canales Laterales

A lo largo de su recorrido se encuentran canales laterales de longitudes variable, con tomas de concreto deteriorado que funcionan deficientemente, algunas sin compuerta y otras rústicas con piedras y sacos. Asimismo, se ha observado la proliferación de tomas parcelarias con tubos PVC.



Estructura de Toma Lateral existente en el tramo de canal revestido, en donde el muro de concreto de la toma ha colapsado, requiere su rehabilitación.



Figura 21. Canal de concreto existente y toma lateral existente
Fuente: Elaboración Propia

El canal de concreto existente generalmente no cuenta con un camino de servicio o vigilancia, ya que existe la presencia de cercos con alambre de púas que colinda con la corona del muro del canal y en otras atraviesan el canal, no permitiendo el pase de personas.



Cerco de púas al pie de la corona del muro concreto del canal, el camino ha estado poblado de vegetación.

Figura 22. Cerco de púas al pie de la corona del muro concreto del canal
Fuente: Elaboración Propia

5.2. ACTIVIDAD PRINCIPAL DE LA POBLACIÓN Y NIVEL DE VIDA

La población beneficiaria de este proyecto se dedica a la actividad de la agricultura, siendo los cultivos para la campaña principal: el arroz, en los sectores de Piedra El Toro y San Luis; maíz, frijol y yuca en los sectores El Chorro, Rinconada Alta, Rinconada Baja y El Cerezo; algodón maíz, frutales y pastos en el sector Piedra Blanca Alta.

De acuerdo a las encuestas realizadas en la zona del ámbito del proyecto, el 100% de la población realiza actividad agrícola, complementada con trabajos temporales como jornaleros en otras parcelas.

Tabla 16.
Ingresos Económicos

| Ingreso anual (S/.) | Frecuencia | |
|---------------------|------------|------------|
| | Cantidad | Porcentaje |
| menor 5000 | 10 | 10.64% |
| 5000-10000 | 40 | 42.55% |
| 10000-20000 | 40 | 42.55% |
| 20000-30000 | 4 | 4.26% |

Fuente: Elaboración Propia

Según el Cuadro N° 2.1 en la zona si existe pobreza en un 10.00 % que perciben un ingreso diario de S/. 13.70.

Según el Centro Nacional de Planeamiento Estratégico – CEPLAN, al 31 de diciembre del 2017 elaboró la Información Departamental, Provincial, y Distrital de Población que requiere atención adicional y devengado per cápita; en donde la provincia de Morropón figura con 53.10% de pobreza total y 12.90 % de pobreza extrema.

5.3. GESTIÓN DEL AGUA

La Junta de Usuarios del Distrito de Riego Alto Piura – Huancabamba, es el nivel más alto de las organizaciones de usuarios; se conforman por usuarios de agua organizados, sobre la base de un sector hidráulico. Las Comisiones y Comités de Usuarios del sector hidráulico Alto Piura – Huancabamba, forman parte de la Junta de usuarios.

La Comisión de Usuarios es el nivel intermedio de las organizaciones de usuarios de agua y está conformada, por los Comités de Usuarios que se encuentran dentro del subsector hidráulico.

Con R.D. 120-2016-ANA-DARH, se declara con eficacia al 31 de marzo del 2016, a la Junta de Usuarios Alto Piura, adecuada a la Ley N° 30157, Ley de las Organizaciones de Usuarios de Agua y su Reglamento, aprobado por Decreto Supremo N° 005-2015MINAGRI, a mérito de lo cual queda denominada como Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Menor Alto Piura Clase B.

5.4. MANEJO, FRECUENCIA Y DISTRIBUCIÓN DEL AGUA

El tipo de riego que emplean los usuarios es diurno - nocturno y continuo, lo realizan por turnos de riego, supeditado al caudal que va por el canal.

El canal Piedra el Toro es parte del sistema de riego del valle alto Piura - Huancabamba, perteneciente a la sub Cuenca del Río la Gallega, es parte de la cuenca del río Piura

Específicamente el canal Piedra el Toro se ubica en la Margen derecha del río la Gallega cerca al Caserío de Piedra del Toro, aguas abajo de la toma del canal y funciona como sistema regulado, dando atención con agua de riego por gravedad a los agricultores de los caseríos de Piedra del Toro, San Luis, El Chorro, Piedra Blanca , Rinconada Baja, Rinconada Alta y el Cerezo del mismo Morropón, beneficia directamente a 369 usuarios e indirectamente beneficia a los pobladores de los caseríos involucrados

La distribución del agua se realiza por turnos de riego dependiendo de los cultivos, en caso de arroz con una dotación de 5 horas/ha cada 7 días; y en los demás cultivos como el maíz 2 a 5 horas/ha cada 15 días. El riego que se realiza es por gravedad.

CAPÍTULO VI: COSTOS DE FABRICACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

A continuación se detalla el costo de fabricación para la rehabilitación del servicio de agua para riego del canal Piedra el toro, distrito de Morropón-Morropón-Piura.

Tabla 18.
Costos de fabricación del proceso constructivo

| Item | Descripción | Und. | Metrado | Precio S/. | Parcial S/. |
|----------|---|------|-----------|------------|---------------------|
| 01 | OBRAS PROVISIONALES | | | | 6,236.94 |
| 01.01 | CARTEL DE OBRA | und | 1.00 | 1,537.15 | 1,537.15 |
| 01.02 | ALMACÉN, OFICINA Y GUARDIANÍA | glb | 1.00 | 3,500.00 | 3,500.00 |
| 01.03 | INSTALACIÓN PROVISIONAL DE DEPÓSITO DE AGUA | und | 1.00 | 1,199.79 | 1,199.79 |
| 02 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | 74,960.50 |
| 02.01 | DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO | m2 | 12,050.00 | 2.57 | 30,968.50 |
| 02.02 | TRAZO Y NIVELACIÓN Y REPLANTEO | m2 | 10,845.00 | 2.04 | 22,123.80 |
| 02.03 | MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS | glb | 1.00 | 2,200.00 | 2,200.00 |
| 02.04 | CONTROL TOPOGRÁFICO | mes | 2.00 | 9,834.10 | 19,668.20 |
| 03 | REHABILITACIÓN DE CANAL PIEDRA EL TORO | | | | 2,908,452.99 |
| 03.01 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | 467,249.95 |
| 03.01.01 | EXCAVACIÓN EN MATERIAL SUELTO CON MAQUINARIA | m3 | 1,438.61 | 6.95 | 9,998.34 |
| 03.01.02 | RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO | m3 | 14,435.30 | 28.45 | 410,680.02 |
| 03.01.03 | PERFILADO Y REFINE CAJA DE CANAL | m2 | 10,845.00 | 2.52 | 27,329.40 |
| 03.01.04 | DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURA DE CONCRETO | m3 | 106.24 | 114.55 | 12,169.79 |
| 03.01.05 | ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE D= 5.8 KM | m3 | 287.72 | 18.89 | 5,435.03 |
| 03.01.06 | ELIMINACIÓN DE DEMOLICIÓN DE CONCRETO D= 5.8 KM | m3 | 106.24 | 20.03 | 2,127.99 |
| 03.02 | OBRAS DE CONCRETO | | | | 2,344,296.96 |
| 03.02.01 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO | m2 | 22,590.26 | 19.52 | 440,956.80 |
| 03.02.02 | CONCRETO f _c = 175 kg/cm ² | m3 | 3,400.23 | 376.28 | 1,279,438.74 |
| 03.02.03 | ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM ² GRADO 60 | kg | 88,343.36 | 5.77 | 509,741.19 |
| 03.02.04 | JUNTAS CON MATERIAL ELASTOMÉRICO | m | 9,529.38 | 18.31 | 174,482.95 |
| 03.02.05 | CURADO DE CONCRETO | m2 | 20,750.60 | 1.78 | 36,936.07 |
| 03.02.06 | ESCALINES DE FIERRO LISO DE 3/4" | unid | 81.00 | 20.79 | 1,683.99 |
| 03.02.07 | RESANE DE FISURAS Y GRIETAS | m | 139.00 | 15.62 | 2,171.18 |
| 03.03 | TOMAS LATERALES (32 UNID) | | | | 44,095.30 |
| 03.03.01 | EXCAVACIÓN EN MATERIAL SUELTO | m3 | 20.25 | 38.47 | 779.02 |
| 03.03.02 | RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO | m3 | 44.48 | 28.45 | 1,265.48 |
| 03.03.03 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO | m2 | 327.99 | 19.52 | 6,402.36 |
| 03.03.04 | CONCRETO f _c = 175 kg/cm ² | m3 | 32.89 | 376.28 | 12,375.85 |
| 03.03.05 | ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM ² GRADO 60 | kg | 778.97 | 5.77 | 4,494.66 |
| 03.03.06 | JUNTAS CON MATERIAL ELASTOMÉRICO | m | 74.65 | 18.31 | 1,366.84 |
| 03.03.07 | COMPUERTA METÁLICA TIPO VOLANTE | glb | 1.00 | 17,411.11 | 17,411.11 |
| 03.04 | CANOAS (03 UNID) | | | | 14,589.89 |
| 03.04.01 | TRAZO Y NIVELACIÓN Y REPLANTEO | m2 | 169.54 | 2.04 | 345.86 |
| 03.04.02 | EXCAVACIÓN EN MATERIAL SUELTO | m3 | 3.20 | 38.47 | 123.10 |
| 03.04.03 | RELLENO COMPACTADO C/ MATERIAL DE PRESTAMO | m3 | 4.26 | 67.90 | 289.25 |
| 03.04.04 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO | m2 | 80.45 | 19.52 | 1,570.38 |
| 03.04.05 | CONCRETO f _c = 210 kg/cm ² | m3 | 13.24 | 416.55 | 5,515.12 |
| 03.04.06 | ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM ² GRADO 60 | kg | 882.27 | 5.77 | 5,090.70 |
| 03.04.07 | CONCRETO CICLÓPEO F _c = 175 kg/cm ² +30% P.M. | m3 | 5.84 | 283.47 | 1,655.46 |
| 03.05 | VERTEDEROS (05 UNID) | | | | 5,284.00 |
| 03.05.01 | TRAZO Y NIVELACIÓN Y REPLANTEO | m2 | 121.50 | 2.04 | 247.86 |

| | | | | | |
|---|--|-----|----------|------------|---------------------|
| 03.05.02 | EXCAVACIÓN EN MATERIAL SUELTO | m3 | 14.12 | 38.47 | 543.20 |
| 03.05.03 | RELLENO COMPACTADO C/ MATERIAL DE PRESTAMO | m3 | 4.91 | 67.90 | 333.39 |
| 03.05.04 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO | m2 | 52.80 | 19.52 | 1,030.66 |
| 03.05.05 | CONCRETO f _c = 210 kg/cm ² | m3 | 3.28 | 416.55 | 1,366.28 |
| 03.05.06 | ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60 | kg | 140.90 | 5.77 | 812.99 |
| 03.05.07 | CONCRETO CICLÓPEO F' _c = 175 kg/cm ² +30% P.M. | m3 | 3.35 | 283.47 | 949.62 |
| 03.06 | BOTADERO (01 UNID) | | | | 3,851.23 |
| 03.06.01 | EXCAVACIÓN EN MATERIAL SUELTO | m3 | 1.30 | 38.47 | 50.01 |
| 03.06.02 | RELLENO COMPACTADO C/ MATERIAL DE PRÉSTAMO | m3 | 1.59 | 67.90 | 107.96 |
| 03.06.03 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO | m2 | 16.30 | 19.52 | 343.93 |
| 03.06.04 | CONCRETO f _c = 175 kg/cm ² | m3 | 1.58 | 376.28 | 594.52 |
| 03.06.05 | ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60 | kg | 47.26 | 5.77 | 272.69 |
| 03.06.06 | JUNTAS CON MATERIAL ELASTOMÉRICO | m | 3.10 | 18.31 | 56.76 |
| 03.06.07 | COMPUERTA METÁLICA TIPO VOLANTE | glb | 1.00 | 2,451.11 | 2,451.11 |
| 03.07 | PUENTE PEATONAL (04 UNID) | | | | 23,483.79 |
| 03.07.01 | TRAZO Y NIVELACIÓN Y REPLANTEO | m2 | 68.80 | 2.04 | 140.35 |
| 03.07.02 | EXCAVACIÓN EN MATERIAL SUELTO | m3 | 17.36 | 38.47 | 667.84 |
| 03.07.03 | RELLENO COMPACTADO C/ MATERIAL DE PRÉSTAMO | m3 | 4.48 | 67.90 | 304.19 |
| 03.07.04 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO | m2 | 89.92 | 19.52 | 1,755.24 |
| 03.07.05 | CONCRETO f _c = 210 kg/cm ² | m3 | 22.42 | 416.55 | 9,339.05 |
| 03.07.06 | ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60 | kg | 1,954.44 | 5.77 | 11,277.12 |
| 03.08 | PASE PEATONAL (01 UNID) | | | | 784.37 |
| 03.08.01 | TRAZO Y NIVELACIÓN Y REPLANTEO | m2 | 3.45 | 2.04 | 7.04 |
| 03.08.02 | EXCAVACIÓN EN MATERIAL SUELTO | m3 | 0.23 | 38.47 | 8.85 |
| 03.08.03 | RELLENO COMPACTADO C/ MATERIAL DE PRÉSTAMO | m3 | 0.23 | 67.90 | 15.62 |
| 03.08.04 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO | m2 | 6.17 | 19.52 | 120.44 |
| 03.08.05 | CONCRETO f _c = 210 kg/cm ² | m3 | 0.81 | 416.55 | 337.41 |
| 03.08.06 | ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60 | kg | 51.13 | 5.77 | 295.02 |
| 03.09 | CAÍDAS VERTICALES (47 UNID) | | | | 4,817.51 |
| 03.09.01 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO | m2 | 34.96 | 19.52 | 682.42 |
| 03.09.02 | CONCRETO f _c = 175 kg/cm ² | m3 | 4.33 | 376.28 | 1,629.29 |
| 03.09.03 | ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60 | kg | 434.28 | 5.77 | 2,505.80 |
| 04 | IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD | | | | 6,000.00 |
| 04.01 | EQUIPO DE SEGURIDAD PERSONAL | glb | 1.00 | 4,000.00 | 4,000.00 |
| 04.02 | IMPLEMENTOS DE SEÑALIZACIÓN | glb | 1.00 | 2,000.00 | 2,000.00 |
| 05 | FLETE | | | | 210,796.71 |
| 05.01 | FLETE TERRESTRE | glb | 1.00 | 90,723.51 | 90,723.51 |
| 05.02 | FLETE RURAL | glb | 1.00 | 120,073.20 | 120,073.20 |
| 06 | MITIGACIÓN AMBIENTAL | | | | 20,000.00 |
| 06.01 | PLAN DE MANEJO AMBIENTAL | glb | 1.00 | 9,334.00 | 9,334.00 |
| 06.02 | PLAN DE SEGUIMIENTO Y CONTRL | glb | 1.00 | 4730.00 | 4730.00 |
| 06.03 | PLAN DE CONTINGENCIA | glb | 1.00 | 2,293.00 | 2,293.00 |
| 06.04 | PLAN DE CIERRE Y ABANDONO | glb | 1.00 | 3,643.00 | 3,643.00 |
| Costo Directo | | | | | 3,226,447.13 |
| Gastos Generales (5.39467099 %) | | | | | 174,447.13 |
| Utilidad (0.44955584 %) | | | | | 14,504.68 |
| SUB TOTAL | | | | | 3,415,008.02 |
| IGV (18 % S.T.) | | | | | 614,701.44 |
| COSTO DE FABRICACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO | | | | | 4'029,709.46 |
| SON : CUATRO MILLONES VEINTINUEVE MIL SETECIENTOS NUEVE Y 46/100 SOLES | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO VII: FUNCIONAMIENTO DEL CANAL PIEDRA EL TORO DESPUÉS DEL FENÓMENO DEL CICLÓN YACU

En su presentación ante la Comisión de Presupuesto del Congreso de la República, el titular del Ministerio de Economía y Finanzas, Alex Contreras, precisó que el ciclón Yaku generó la afectación de 659 kilómetros de carreteras (costo 332 millones de soles), 351 canales de riego (186 millones), 216 puentes (674 millones), y 82 kilómetros de redes de agua (14 millones). La Comisión de Presupuesto del Congreso aprobó este financiamiento entre otros, vía Crédito Suplementario el 03 de abril del presente año. El ciclón Yaku 2023 comenzó desde: martes 7 de marzo, hasta: lunes 20 de marzo.

En visita de inspección efectuada al canal Piedra el Toro, el 18/05/2023; se pudo constatar que viene funcionando y atendiendo con recurso hídrico las áreas bajo riego, sin embargo, en el recorrido de la obra se pudo observar que su mantenimiento se encuentra en estado de abandono, lo cual puede evidenciarse en las vistas fotográficas que se muestran a continuación:



Figura 23. Muestra funcionamiento de bocatoma la gallega, el 18-05-2023, con la intervención del proyecto, no se ha rehabilitado ni colchón de amortiguamiento, ni base del barraje, (el proyecto no lo ha considerado).



Figura 24. Muestra torrente del río la gallega, aguas abajo, mostrando material pedregoso que lo conforma y de alguna manera, lo estabiliza y evita mayores daños a la estructura.



Figura 25. Muestra la compuerta de ingreso al canal piedra el toro, observando su correcto funcionamiento e ingreso del caudal de agua requerido.



Figura 26. Muestra compuerta izquierda que permite el ingreso del agua hacia el desarenador, sin funcionamiento, ubicado en progresiva 0+108.



Figura 27. Muestra estructura de desarenador lleno de sedimentos, maleza y sin que se haya puesto en funcionamiento a la fecha.



Figura 28. Muestra ingreso del agua de lluvia por vertedero, proveniente de alcantarilla con arrastre de arena y grava, material que se deposita en canal obstruyendo su normal funcionamiento, km 4+530.



Figura 29. Muestra canal embalsado entre progresivas 4+450 a 4+500, por efecto de ingreso de sedimentos que entrega alcantarilla ubicada en km 4+530, directo al canal.



Figura 30. Muestra canoa en perfecto estado de funcionamiento, ubicado en progresiva 5+140, sobre zánora, obsérvese falta de limpieza de maleza en bermas de canal (junto a estadio San Luis).



Figura 31. Muestra funcionamiento del canal en progresiva 5+600, saliendo de alcantarilla que cruza la pista, se aprecia poco borde libre, por material colmatado en fondo de canal.



Figura 32. Muestra puente peatonal construido, ubicado en progresiva 7+980.



Figura 33. Muestra canal en funcionamiento, que requiere limpieza de maleza en ambas márgenes del canal, véase compuerta lateral progresiva 7+964, se observa camino de vigilancia totalmente cubierto por vegetación.



Figura 34. Muestra canal funcionando, con falta de limpieza de bermas y camino de vigilancia, situación que consideramos debe corregirse en el más breve plazo, progresiva 8+060.



Figura 35. Muestra otro tramo de canal que necesita limpieza de camino de vigilancia y borde izquierdo, urgente.



Figura 36. Muestra camino de vigilancia, km 8+050, relativamente limpio de maleza, no habiendo crecido, por ser plataforma rocosa.



Figura 37. Muestra áreas de terreno, en producción, irrigados por agua del canal piedra el toro, km 8+000 aproximadamente.



Figura 38. Muestra canal en funcionamiento y camino de vigilancia con poca vegetación, por ser terreno rocoso, km 8+100 hacia adelante.



Figura 39. Muestra camino de vigilancia paralelo al canal, limpio de arbustos, por ser plataforma rocosa, construido por cuenta del contratista, para facilitar ejecución y cumplimiento de plazo contractual, km 7+950 hacia atrás.



Figura 40. Muestra áreas de cultivo, en producción, bajo riego del canal piedra el toro, áreas que se ubican junto a Morropón, km 8+200.



Figura 41. Muestra juntas de concreto, rellenas con material elastomérico, en perfecto estado y funcionando correctamente, km 8+050.

CONCLUSIONES

El Expediente Técnico aprobado para el desarrollo del proyecto, ha presentado errores que ha sido necesario corregir, pero que no han implicado mayores costos a la obra, los cuales han sido asumidos por el contratista; ya que el contrato que se firmó con el PSI, fue bajo la modalidad de CONCURSO OFERTA, es decir tuvo a su cargo la elaboración del expediente técnico y la ejecución de la obra.

Se deben dar a conocer que gran cantidad de expedientes técnicos de obras que son elaborados a nivel nacional, presentan errores u omisiones que han traído como consecuencia, suspensiones de obra, paralizaciones que a la vez generan Ampliaciones de plazo y/o adicionales de obra y/o resoluciones de contrato. Debiendo precisar que, para este caso, por esta causa, no se solicitaron ni aprobaron adicionales de obra, ni ampliaciones de plazo, por el motivo indicado precedentemente.

En el país se tienen 867 obras paralizadas por un monto de S/ 16,870,855,767.00, a causa de deficiencias en los expedientes técnicos y no disponibilidad de terrenos, entre otros; así lo señaló la contraloría general de la República, en su REPORTE, al 31 de julio del 2018.

Las mejoras y correcciones planteadas a los procedimientos constructivos establecidos en el expediente técnico, permitirán cumplir las metas programadas en plazo establecido contractualmente.

En obra, la sectorización de los frentes de trabajo ha sido una de las partes más importantes de la programación, habiendo dado énfasis a las partidas pertenecientes a la RUTA CRÍTICA, constituida por las partidas de movimiento de tierras, concreto, encofrado y desencofrado y acero de refuerzo de los 6,025 ML de canal construido; se ha evaluado y mejorado la conformación de cuadrillas de trabajo; se ha mejorado la disposición en planta, con una optimización de los flujos (transporte, espera, almacenamiento, operación) que ha redundado en una mayor producción, por lo tanto, se aumentó directamente la productividad, en obra, lo que ha permitido reducir tiempos y costos de producción en obra.

Se ha omitido la intervención en la rehabilitación de la bocatoma La Gallega y en el desarenador, a pesar de que fueron de conocimiento de los proyectistas habiéndolo incluido en su diagnóstico, lo que consideramos es un error, debido a

que su falla o colapso comprometería el funcionamiento de todo el sistema hidráulico del canal Piedra el toro.

En la inspección efectuada a obra, el 18/05/2023, se ha constatado que no se han planificado, ni se ejecutaron trabajos de limpieza y mantenimiento del canal Piedra el toro, lo que se evidencia en vistas fotográficas en anexo; la sedimentación de material granular, en varios tramos del canal, donde se producen entregas de aguas de lluvia provenientes de alcantarillas que atraviesan la carretera, en margen derecha del canal. Por lo expuesto precedentemente, se concluye que las organizaciones de usuarios, han incumplido la LEY N° 30157 LEY DE LAS ORGANIZACIONES DE USUARIOS DE AGUA, faltando a sus funciones como operadores de la infraestructura hidráulica del canal Piedra el toro, poniendo en riesgo su integridad y mermando la eficiencia de su funcionamiento.

Se determinó los costos de fabricación del proceso constructivo para rehabilitación del servicio de agua para riego del canal Piedra El Toro el cual es de **S/.4,029,709.46**, adjuntamos en anexo N° ... VALORIZACIÓN N° 08, AGOSTO 2020 (ÚLTIMA VALORIZACIÓN).

RECOMENDACIONES

Se debe mejorar el sistema de contratación de consultorías, los cuales on los encargados de la elaboración de los expedientes técnicos, en los tres niveles de gobierno; nacional, regional y local; revisando y proponiendo los ajustes y cambios que sean necesarios en la Ley de Contrataciones y su Reglamento, en lo que se refiere a este tema y mediante los canales correspondientes.

Se recomienda a la Junta de Usuarios que tiene cargo este sistema hidráulico, cumplir con sus obligaciones de la limpieza y mantenimiento del canal, lo que permitirá el funcionamiento del sistema, en óptimas condiciones; preservando la inversión efectuada por parte del Estado y evitando posibles pérdidas económicas a los beneficiarios.

Para poder efectivizar esta propuesta, es fundamental la capacitación a los miembros de la Junta de usuarios, con el fin de establecer planes de operación y mantenimiento de la Infraestructura Hidráulica, para lo cual se recomienda que en futuros contratos de obra se establezca que, junto con la entrega de obra, se alcance el **manual de operación y mantenimiento** de dicho sistema, para contribuir a que la obra alcance la vida útil planteada en el Proyecto, que le permita un funcionamiento óptimo.

Se recomienda a la Junta de Usuarios del canal Piedra el toro, gestionar en el más breve plazo, la elaboración de un expediente técnico que comprenda la Rehabilitación de la bocatoma La Gallega y del Desarenador, para construir estructuras fundamentales del sistema Hidráulico, lo cual es necesario para que funcionen de manera óptima y segura, durante la vida útil del proyecto; para luego continuar con la gestión del financiamiento para su ejecución en el más breve plazo y evitar posibles fallas del sistema, por esta causal.

Se recomienda al personal técnico responsable de la ejecución de un proyecto, tomar conocimiento y revisar detalladamente los expedientes técnicos, antes de iniciar una obra, a fin de comprobar su compatibilidad con el terreno y su factibilidad de ejecución.

Se recomienda conocer detalladamente cada uno de los procesos constructivos establecidos en los expedientes técnicos, lo cual le permitirá al constructor realizar las obras sin generar imprevistos ni pérdidas económicas por falta de permisos o

por el mal seguimiento y no cumplimiento adecuado de la metodología para el desarrollo de cada uno de los procesos constructivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altol, R. (2020). *¿Qué es un Canal de Riego y con qué Capacidad Cuenta Nuestro País?*
<http://www.altolrd.com/canal-riego-capacidad-cuentapais/>.
- Aparicio, F. (1992). *Fundamentos de Hidrología de superficie*. Limusa Grupo Noriega Editores.
http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/adamoreno/HIDRO/Fundamentos_de_hidrologia_de_superficie_-_Aparicio.pdf
- Atamari, O. (2015). *Planeamiento y Programación para el Proyecto Habilitación tiendas París Bellavista*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Institucional UNITRU.
<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/19060>
- Berlijn, J. (2008). *Riego y drenaje. Área: Suelos y agua*. Trillas Int. Gral.
https://www.libcientifica.com/libro/riego-y-drenaje_102204
- Cadena, V. (2016). *Hablemos de riego*. El Telégrafo E.P. <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/HABLEMOS-DE-RIEGO-LOW.pdf>
- Carazas, L. (2014). *Planificación y Control del Costo y Plazo de la Construcción del Proyecto de Oficinas Schreiber 220*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional PUCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/7867>
- Constructora, CYJ. (2014). Datos del Proyecto Torre Orquídeas. Lima
- De Valverde, J. (2007). *Riego y Drenaje. 1ª edición, Costa Rica*. Ed Limusa. México.
- Díaz, D. (2007). *Aplicación del Sistema Last Planner a la Construcción de un Edificio Habitacional de Media Altura*. [Tesis de pregrado, Universidad de Chile]. Repositorio Académico Universidad de Chile.
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/104607>
- Dios, M. (2017). *Descripción del proceso constructivo: mejoramiento del servicio de agua de riego en el sector agrícola Los Barreras, en la localidad de uña de gato del distrito de papayal, provincia Zarumilla región tumbes*. [Tesis de pregrado, Universidad Alas Peruanas]. Repositorio Institucional UAP.
<https://hdl.handle.net/20.500.12990/1760>
- García, E. (1987). *Manual del diseño hidráulico de canales y obras de arte*. Primera edición. Chiclayo.
- FAO (2018). *Estudio de la producción piscícola en los canales de riego*. FAO ORG.
<https://www.fao.org/3/T0401s/T0401S08.htm>

- Frederick S. (1985). *Manual del Ingeniero Civil*. Tomo III. México.
- Castillo, G. (2001). *Productividad en Obras de Construcción*. Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/181910>
- Grillo, S. (2018). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal piedra del toro, entre las progresivas, km 0+500 hasta km 1+580, ubicado en el centro poblado piedra del toro, del distrito de Morropón, provincia de Morropón, región Piura*. [Tesis de pregrado, Universidad católica de los Ángeles]. Repositorio Institucional ULADECH. <https://hdl.handle.net/20.500.13032/11899>
- Guzmán, A. (2014). *Aplicación de la Filosofía Lean Construction en la Planificación, Programación, Ejecución y Control de Proyectos*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional PUCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/5778>
- Herrera, L. (2015). *Planeamiento, Programación, Control y Gestión de costos para un Edificio ubicado en la Av. Primavera 643-San Borja-Lima*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. UPC Institucional. <http://hdl.handle.net/10757/624001>
- Huaroto, E. (2015). *Gestión de la calidad para el control de obras de saneamiento*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI. <http://hdl.handle.net/20.500.14076/3958>
- Lanza, N. (2012). *Texto de ejercicios resueltos de hidráulica 2*. Managua: Universidad Nacional de Ingeniería. <https://www.studocu.com/cl/document/universidad-nacional-mayor-de-san-marcos/ingenieria-hidraulica/informe/texto-ejercicios-resueltos-de-hidraulica-2/5236837/view>
- Villon, M. (1985). *Hidráulica de canales*. Ediciones Villon. https://www.sancristoballibros.com/libro/hidraulica-de-canales_57818
- Mendoza, P. (2016). *Plan de Gestión en Obra Aplicado en un Edificio Residencial*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional PUCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/7260>
- Moya, C. (2013). *Que son los canales de riego*. Disponible en <https://es.scribd.com/document/147136585/Que-Son-Canales-de-Riego>
- Norambuena, C. (2009). *Implementación del Sistema Last Planner en la construcción de viviendas*. [Tesis de pregrado, Universidad Austral de Chile]. Tesis electrónicas UACH. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/bmfcib2751i/doc/bmfcib2751i.pdf>
- Peurifoy, L. (1965). *Métodos, planteamiento y equipos de construcción*. Diana Editorial. <https://www.iberlibro.com/primer-edicion/METODOS-PLANEAMIENTO-EQUIPOS-CONSTRUCCION-M%C3%A9todos-construcci%C3%B3n/22446424168/bd>
- Quispe, A. (2014). *Aplicación de un sistema de control para el mejoramiento de la productividad en edificaciones*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/4471>

- Rocha, A. (2012). *Hidráulica de tuberías y canales*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. <https://luisalderonf.files.wordpress.com/2012/01/hidraulica-de-tuberias-y-canales.pdf>
- Rodríguez, W. y Valdez, D. (2012). *Mejoramiento de la Productividad en la Construcción de Obras con Lean Construction, Trenchless, Cyclone, Ezstrobe*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <http://biblioteca.unfv.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=31732>
- SENAGUA (2015). *Norma CO 10.07 – 601 para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes*. https://www.agua.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2014/04/norma_urbana_para_estudios_y_disenos.pdf
- Serpell, A. (2002). *Administración de operaciones de construcción*. Editorial Alfaomega. <https://es.scribd.com/document/502393327/Administracion-de-Operaciones-de-Construccion-Alfredo-Serpell-B-2da-Edicion>
- Solís, J., & Yacelga, C. (2018). *Diseño del sistema de riego por aspersión para el sector 5, Comuna Carrera, Parroquia Cangahua, Canton Cayambe, Provincia de Pichincha*. [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador].
- Tolentino, J. (2022). *Aplicación de geomembrana HDPE para minimizar la pérdida de agua en la rehabilitación de canal de riego Callo, Ancash, 2022*. [Tesis de pregrado]. Repositorio Institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/104645>
- Toxement (2011). *Guía para la reparación y mantenimiento de losas de concreto de canales de conducción de agua* <https://www.toxement.com.co/media/3414/reparacion-mantenimiento-en-losas-de-concreto-en-canales-de-conduccion-de-agua-2011-11-v1.pdf>
- Ven, C. (1986). *Hidráulica de canales abiertos*. Editorial Mc. Graw Hill. https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-puno/archivos/public/docs/richard_french_hidraulica_canales_abiertos_-_hydroclis_compressed_compressed-comprimido.pdf

ANEXOS

| | |
|---|-----|
| Anexo N°1. Panel Fotográfico: Antes del inicio de los Trabajos..... | 90 |
| Anexo N°2. Panel Fotográfico: Después de los Trabajos | 122 |
| Anexo N°3. Estudio de canteras | 125 |
| Anexo N°4. Estudio Topográfico | 130 |
| Anexo N°5. Estudio de mecánica de suelos..... | 139 |
| Anexo N°6. Propiedades físico mecánicas..... | 140 |
| Anexo N°7. Plano de ubicación de proyectos | 142 |
| Anexo N°8. Plano de canteras y vías de acceso..... | 143 |

**ANEXO N° 1:
PANEL FOTOGRÁFICO: ANTES DEL INICIO DE LOS TRABAJOS**



ESTRUCTURA DE BOCATOMA EXISTENTE DONDE SE OBSERVA EL INICIO DE JUNTAS DETERIORADAS



TRAMO DE CANAL DE CONCRETO EXISTENTE CON PRESENCIA DE VEGETACIÓN QUE OBSTRUYE EL CAMINO DE SERVICIO Y EN LA MARGEN DERECHA NO EXISTE UNA BERMA NATURAL..



MUROS AGRIETADOS Y JUNTA DETERIORADA QUE REQUIERE DEMOLER EL PAÑO DE MURO Y NUEVO SELLADO DE JUNTA



PAÑO DE MURO COLAPSADO REQUIERE DEMOLICIÓN Y SER REEMPLAZADO CON UN PAÑO DE CONCRETO NUEVO.



FISURAS EN EL PISO Y PAÑO DE MURO DE CONCRETO COLAPSADO, REQUIERE SELLAR JUNTAS Y DEMOLER
- CONSTRUCCIÓN DE NUEVO PAÑO DE CONCRETO.



ALCANTARILLA DE CARRETERA EN MARGEN DERECHA QUE SE ACTIVA EN ÉPOCA DE LLUVIAS,
ACTUALMENTE LAS AGUAS EVACUAN AL CANAL DE CONCRETO EXISTENTE, EN LA MARGEN IZQUIERDA
EXISTEN TERRENOS DE CULTIVOS.



FIN DEL CANAL DE CONCRETO EXISTENTE EN LA PROGRESIVA KM. 4+375



TRAMOS DEL CANAL PIEDRA EL TORO EN TERRENO NATURAL QUE HA SIDO RETIRADO LA VEGETACIÓN EN LA ETAPA DEL EXPEDIENTE TÉCNICO.



ALCANTARILLA DE CARRETERA EN MARGEN DERECHA QUE SE ACTIVA EN ÉPOCA DE LLUVIAS, ACTUALMENTE LAS AGUAS EVACUAN AL CANAL DE TIERRA, REQUIERE DE LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CANOA EN LA PROGRESIVA KM. 5+187.



QUEBARADA QUE SE ACTIVA EN ÉPOCA DE LLUVIAS ANTES DE LOS TRABAJOS EL AGUA INGRESABA AL CANAL DE TIERRA, REQUIERE LA CONSTRUCCIÓN DE UN VERTEDERO EN LA PROGRESIVA KM. 9+215



SE OBSERVA TRAMOS DE CANAL CON ANCHO SUPERIOR A LOS 3.00 M, REQUIERE DE RELLENO Y ENCOFRADO EN SUS CUATRO CARAS EN AMBAS MÁRGENES.



PRESENCIA DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO QUE QUEDA FUERA CON RESPECTO AL EJE DEL CANAL; POR LO TANTO, REQUIERE DE DEMOLICIÓN.

TRABAJOS EN EJECUCIÓN



COLOCACIÓN DEL CARTEL DE OBRA EN LA MARGEN DERECHA DE LA CARRETA ASFALTADA



LLEGADA DEL PRIMER LOTE DE FIERRO DE 3/8: 16 ROLLOS DE 02 TON. C/ROLLO.



TRABAJOS DE TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO Y TOPÓGRAFO CON SU EPP.



EXCAVADORA CAT 320-D A DISPOSICIÓN DE LA OBRA REALIZANDO TRABAJOS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS Y HABILITANDO CAMINO DE ACCESO EN LA MARGEN DERECHA DEL CANAL.



LLEGADA DEL CARMIX DE 3.50 M3 EQUIPO DE PREPARACIÓN DEL CONCRETO.



TAMBIÉN SE HA TENIDO LA DISPONIBILIDAD DE UN RODILLO PARA LA COMPACTACIÓN DE RELLENOS.



DISPONIBILIDAD DE UN GENERADOR NUEVO PARA ABASTECER DE ENERGÍA PARA EL EQUIPO DE CORTE DEL FIERRO.



ABSTECIMIENTO DE CEMENTO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.



ABASTECIMIENTO DE PLANCHAS DE TRIPLAY FENÓLICO Y MADERA TORNILLO PARA LA HABILITACIÓN DE LOS PANELES PARA LOS TRABJSO DE ENCOFRADOS.



TRABAJOS DE TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO – EMPLANTILLADO SECCIÓN DEL CANAL, CON LA PRESENCIA DEL SUPERIOR Y RESIDENTE DE OBRA.



EMPLANTILLADO DEL CANAL EN LOS TRAMOS CON CURVA, RESIDENTE Y SUPERVISOR PRESENTES EN LOS TRABAJOS



TRABAJOS DE RELLENO Y COMPACTACIÓN PARA LA SUB RASANTE DEL CANAL.



TRABAJOS DE RELLENO DE LOS ESPALDONES DE LA CAJA DEL CANAL CON EXCAVADORA Y RETROEXCAVADORA.



PRUEBAS DE COMPACTACIÓN DE LA SUB RASANTE DEL CANAL ENCONTRANDO VALORES SUPERIORES AL 90%.



COLOCACIÓN DE LOS ENCOFRADOS Y FIERRO CORRUGADO 3/8" AL ESPACIAMIENTO INDICADO EN LOS PLANOS.



PREPARACIÓN DEL CONCRETO CON EL CARMIX SE OBSERVA LOS AGREGADOS EN LAS DIMENSIONES Y CANTERAS QUE INDICA EL DISEÑO DE MEZCLAS.



AGUA LIMPIA A DISPOSICIÓN DE LA OBRA PARA EL TRAMO DE KM. 4+375 AL KM. 5+600 (CARRETERA).



TRABAJOS DE ENCOFRADOS EN TRAMOS RECTOS Y EN CURVAS DEL CANAL.



VACIADO DE CONCRETO DEL CARMIX AL CANAL CON TUBERÍA PVC 8”.





VACIADO DE CONCRETO EN LOS MUROS DEL CANAL CON 02 CARMIX DE 3.5 M3



ACABADO DE PISO TERMINADO EN EL CANAL PIEDRA EL TORO.



TRABAJOS DE ACABADOS QUEDA EL CANAL LISTO PARA LA COLOCACIÓN DE JUNTAS ELASTOMÉRICAS.



TRABAJOS DE CURADO DEL CONCRETO APLICADO INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE DESENCOFRADO.



TRABAJOS DE SELLADO DE
JUNTAS CON MATERIAL
ELASTOMÉRICO



COLOCACIÓN DEL CORDÓN EN LAS JUNTAS Y CON LA PISTOLA SE VIENE SELLANDO.



SELLADO DE FISURAS Y JUNTAS EN EL CANAL DE CONCRETO EXISTENTE DESDE EL KM. 0+000 AL
KM. 4+375



TRABAJOS DE SELLADO DE
COLOCACIÓN DE LOS
ESCALINES EN LOS MURO DEL
CANAL A AMBOS LADOS



CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PUENTE PEATONAL



TOMAS LATERALES COLOCADO LAS COMPUERTAS



TERMINACIÓN DEL 5° VERTEDERO DE CONCRETO ARMADO



VERIFICACIÓN DE MEDIDAS DE LA SECCIÓN DEL CANAL RESIDENTE CON EL SUPERVISOR



CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE CANOA EN EL CANAL PARA EVACUAR AGUAS DE LLUVIAS.



VISTA DONDE SE MUESTRA LA CÁIDA VERTICAL PARA CONSEGUIR FLUJO SUBCRÍTICO Y LA TOMA LATERAL PUEDA CAPTAR EL AGUA AGUAS ABAJO.



EQUIPOS QUE SE HAN ADQUIRIDO COMO PREVENCIÓN A LA SALUD DEL TRABAJADOR Y CONTRA INCENDIO.



LAVADO DE MANOS ANTES DEL INGRESO A LOS TRABAJOS



CONTROL DE TEMPERATURA DEL PERSONAL TÉCNICO Y OBRERO ANTES DEL INGRESO A LOS TRABAJOS,
POR EL ASISTENTE EN ENFERMERÍA.



CHARLAS DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL OBRERO ANTES Y DURANTE EL COVID-19

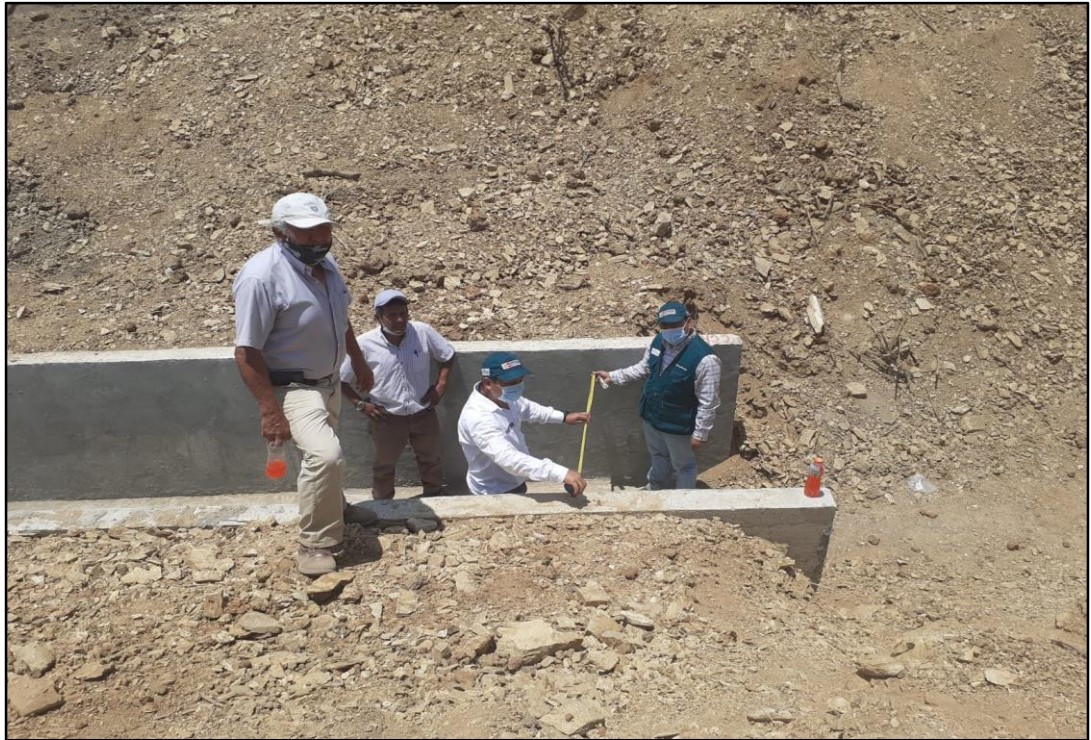
**ANEXO 2:
PANEL FOTOGRÁFICO DESPUÉS DE LOS TRABAJOS**



CANAL TERMINADO Y EN OPERACIÓN POR LA COMISIÓN DE USUARIOS LA GALLEGA-MORROPÓN



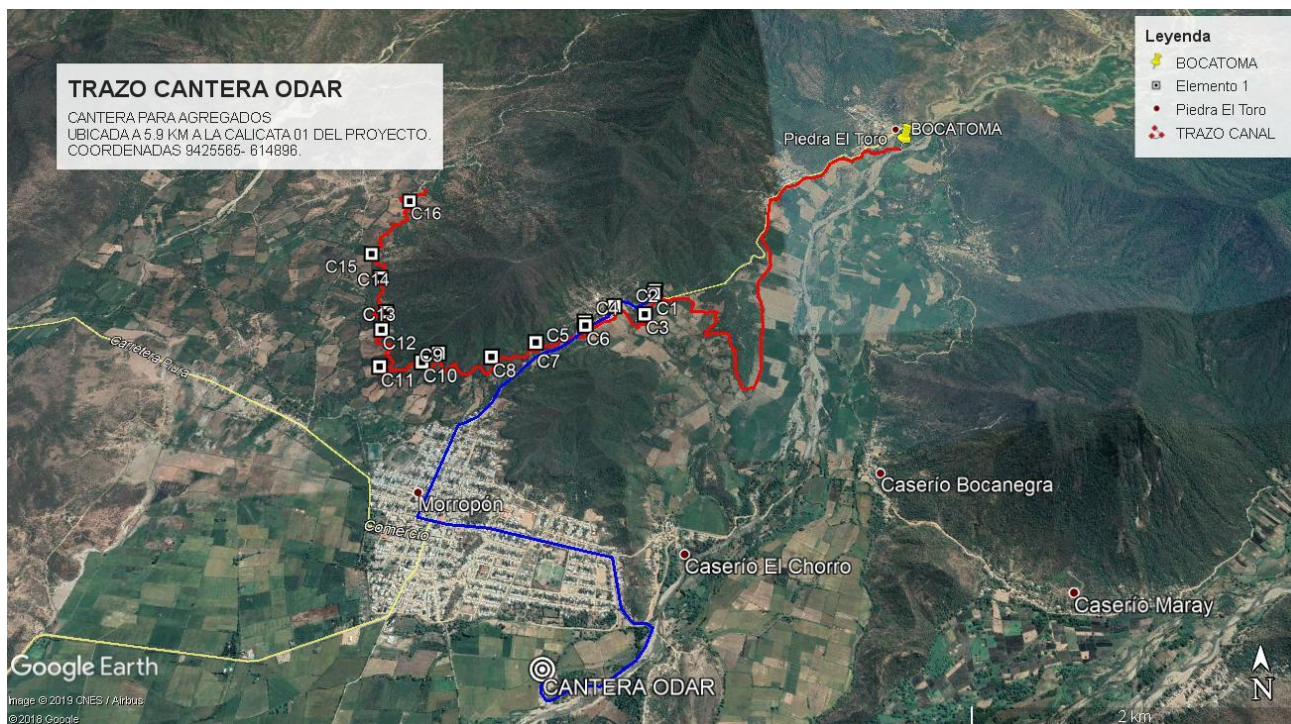
OTROS TRAMOS DE CANAL TERMINADO Y EN OPERACIÓN PARA EL RIEGO DE CULTIVOS.



PERSONAL DEL PSI VERIFICANDO LAS DIMENSIONES DEL CANAL PIEDRA EL TORO.

ANEXO N° 3 ESTUDIO DE CANTERAS

1. Cantera Odar



a. **UBICACION:** Se ubica en el Rio la Gallega, distrito de Morropón– Provincia de Morropón– Departamento de Piura.

b. **ACCESIBILIDAD:** Para llegar a la cantera se sigue la ruta Morropón – La Pilca, asfaltado. El recorrido total aproximado es de 5.95 Km.

c. **DESCRIPCION:** Corresponde a depósitos fluviales, constituidos por una mezcla de gravas sub redondeadas a sub angulares, con arena, de color gris; con tamaño máximo de 6"

d. **PROPIETARIO:** Privado (Sr. Odar).

e. **USOS PROPUESTOS:** (Sub base, base, rellenos, colocación de Bloquetas de concreto, agregado grueso, agregado fino, Piedra Chancada previo tratamiento).

f. **PERIODO DE EXPLOTACION:** Todo el año (En época de verano se restringe un poco el acarreo).

2. Cantera Casa Blanca. -



- a. **UBICACION:** Se ubica en el C.P Casa Blanca, distrito de Las Santa Catalina de Mossa– Provincia de Morropon– Departamento de Piura.
- b. **ACCESIBILIDAD:** Para llegar a la cantera se sigue la ruta Piedra el Toro – Casa Blanca, tramo asfaltado y una ruta carrozable de regular condiciones. El recorrido total aproximado es de 3.8 Km.
- c. **DESCRIPCION:** Corresponde a depósitos Coluviales, constituidos por arenas malgradadas con arcilla.
- d. **PROPIETARIO:** Comunidad.
- e. **USOS PROPUESTOS:** (rellenos, previo tratamiento).
- f. **PERIODO DE EXPLOTACION:** Todo el año (En época de verano se restringe un poco el acarreo).

Relación de Canteras Ubicadas

| CANTERA | ESTADO DEL ACCESO (Al centro de gravedad del proyecto) | Distancia al centro de gravedad del proyecto | POSIBLES USOS (En estado natural, sin ningún tratamiento) | PROPIETARIOS |
|-------------|--|--|--|--------------|
| Odar | Trocha carrozable y Asfaltado regular estado. | 5.95 Km | Sub base, base, rellenos, Over, hormigón, Piedra Chancada previo Zarandeo. | Sr. Odar |
| Casa Blanca | Trocha carrozable y Asfaltado regular estado. | 3.8 Km | Rellenos, | Comunidad |

CUADRO DE RESUMENES DE PROPIEDADES

| Cantera | SUCS | ASSHTO | Humedad Optima % | Densidad Máxima Gr/cm ³ | I.P. % | Corte Directo | Usos |
|-------------|-------|------------|------------------|------------------------------------|--------|---------------|---------------------------|
| Odar | GP-GC | A-1-a (0). | - | - | NP | - | Base, Subbase, Agregados. |
| Casa Blanca | SP-SC | A-1-a (0). | 8.5 | 2.43 | 8 | 29° | Relleno. |

Cálculo de Reservas.

Con la finalidad de obtener las reservas de materiales existentes y en función a las necesidades, se ha procedido a la determinación de las propiedades y dimensiones (peso específico, largo, ancho y espesor). Aplicando las fórmulas siguientes:

| CANTERA | LONGITUD m. | ANCHO m. | AREA m ² | PROF. m. | POTENCIA BRUTA | PESO ESPECIFICO Gr/cm ³ | DESBROCE 20% | POTENCIA NETA EN BANCO BRUTA - DESBROCE | OVER DE LA POTENCIA NETA 5% | POTENCIA NETA APROVECHABLE EN CANTERA m ³ . | RENDIMIENTO DE CANTERA % |
|-------------|----------------|-------------|------------------------|-------------|----------------|---------------------------------------|-----------------|---|--------------------------------|--|--------------------------|
| ODAR | 1,000 | 50 | 50000 | 5 | 250,000 | 2.75% | 10,000 | 240,000 | 12,000 | 228,000 | 91 |
| CASA BLANCA | 200 | 100 | 20000 | 5 | 100,000 | 2.71% | 4,000 | 96,000 | 4,800 | 91,200 | 91 |

Método de Extracción y Seleccionado:

Para la extracción del material y seleccionado se necesitará maquinaria especializada:

1. Maquinaria Especializada (Pala Mecánica, cargador Frontal).
2. Zarandas

POSIBLE BOTADERO

Se ubican a 0.1 Km de Trazo del proyecto. El estado de acceso a este botadero se encuentra en buenas condiciones (Trocha carrozable). El área presenta una topografía suave, un área de 500 mt², en superficie se observa suelos arcillosos. En la Imagen Google Earth se muestra la ubicación del terreno con coordenadas BOTADERO: 9'428,455 N – 615.475 E, en lo consiguiente del canal se colocarán los excedentes unos lugares aledaños al canal.



CARACTERÍSTICAS DEL BOTADERO

Se ha previsto conformar un relleno con el material proveniente de los cortes requeridos para habilitar el terreno donde se desarrollará el proyecto.

Ubicación de Punto de Agua.

El agua que abastecerá para la construcción se extraerá de la Quebrada, la cual cumple con las especificaciones técnicas.



ANEXO N° 4 ESTUDIO TOPOGRÁFICO

El levantamiento topográfico en el campo ha sido a 100% del área de incumbencia del proyecto; que comprende una longitud total de 11,515 ml desde la progresiva km. 0+000 (inicio de canal revestido existente – bocatoma) hasta el km. 11+515.

Para el levantamiento topográfico del canal Piedra El Toro, se ha georreferenciado 06 puntos geodésicos con un GPS Diferencial, teniendo como partida un punto de Estación de Rastreo Permanente del IGN (PI04), ubicado en Huancabamba, con los datos siguientes:

| PUNTO | COORDENADAS UTM WGS 84 | | ELEVACIÓN | UBICACIÓN |
|-------|------------------------|------------|-----------|-------------|
| | NORTE | ESTE | | |
| PI04 | 9420769.774 | 671751.229 | 1949.638 | Huancabamba |

Se tomaron como referencia un punto de control de la estación PI04, que se encuentra ubicado en el Distrito de Huancabamba; a partir de este punto, se llevó a cabo el rastreo a los 06 puntos geo-referencial a la base B1, B2, B3, B4, B5 y B6, que han sido colocados monumentando los hitos con concreto y varilla de fierro \varnothing ½”.

Los puntos topográficos levantados tomados como data han sido 06 puntos geodésicos de orden C, los mismos que se indican en el cuadro siguiente y tiene las siguientes coordenadas UTM, Datum WGS 84:

CUADRO DE COORDENADAS DE LOS PUNTOS GEODÉSICOS

| RESUMEN DE PUNTOS GEODÉSICOS | | | |
|------------------------------|------------|-------------|----------|
| DESCRIPCIÓN | ESTE | NORTE | COTA |
| PI04 | 671751.229 | 9420769.774 | 1949.638 |
| B-1 | 617781.022 | 9430141.612 | 210.832 |
| B-2 | 617647.910 | 9430124.381 | 212.021 |
| B-3 | 615775.326 | 9428558.980 | 192.256 |

| | | | |
|-----|------------|-------------|---------|
| B-4 | 615769.581 | 9428540.159 | 191.30 |
| B-5 | 613721.433 | 9429772.018 | 151.914 |
| B-6 | 613653.185 | 9429820.550 | 152.141 |

Luego, se procedió con el rastreo a la base denomina: B1, B2, B3 B4, B5 Y B6; monumentados los hitos respectivamente.

En trabajo de gabinete proceso los datos y por último se ha obtenido los planos de Planta y Perfil Longitudinal, Secciones Transversales; que servirá para la elaboración de los planos definitivos.

El levantamiento topográfico se desarrolló durante una semana, desde el día 16 hasta el 21 de julio del 2019. Para realizar el trabajo topográfico, se utilizó un GPS DIFERENCIAL doble frecuencia marca TOPCON RTK, Nivel Automático, modelo GR 5, serie 947-10074., integrado a un RTK, precisión: H: 10 mm + 1 ppm / V: 15 mm + 1 ppm.

Reconocimiento del Área en Estudio

Se realizó un recorrido del canal Piedra El Toro desde la bocatoma (km. 0+000) hasta el final de la intervención del proyecto (km. 11+515), con los dirigentes de la Comisión de Usuarios del Subsector Hidráulico La Gallega – Morropón; recorrido previo antes de empezar los trabajos de topografía.

En el terreno se verificó el tramo de canal existente revestido de concreto; asimismo, el tramo de canal rústico en tierra. Se observó que el canal en su integridad se encontraba totalmente cubierto de vegetación como arbustos y árboles incluyendo frutales; de tal modo que, era imposible realizar el trabajo de topografía. También se observó que la mayoría de las parcelas cultivadas se encuentran con cerco de alambre de púas al filo del borde incluyendo la sección del canal en sus extremos de las parcelas, no existiendo un camino de servicio o vigilancia.

Descripción del Terreno en Altimetría y Planimetría

La topografía del terreno donde se encuentra trazado el canal Piedra El Toro, es a media ladera, siendo mayor altura en la margen derecha. El trazo del canal presenta una pendiente suave y en su recorrido existe 04 caídas verticales.

El canal se desarrolla sobre una altura de 209.100 msnm en el km. 0+000 en el piso del canal existente hasta una altura de 149.393 msnm en el km. 11+515 en terreno natural; lo que significa una diferencia de altura de 59.704m.

El terreno por donde se desarrolla el canal presenta un suelo conglomerado constituido por tierra y láminas de material rocoso con algunas afloraciones de material rocoso.

Red de Control Horizontal y Red de Control Vertical

Está relacionado con la materialización de hitos de concreto que se han monumentados a lo largo del trazo del canal, que están asegurando la estabilidad y permanencia de los datos topográficos, para poder ser utilizados posteriormente, en el replanteo y control de las obras en sí; estos hitos, tienen coordenadas UTM en el eje “x” y el eje “y”, (coordenadas Norte y Este).

Estos hitos tienen que ver con el control horizontal y la red de control vertical, tiene que ver con la altura en el eje “z”, la cual controla la altura de cada punto geo referenciado, y estos están referidas a m.s.n.m.

Monumentación de Puntos Topográficos

Los puntos de control de la poligonal en el canal Piedra El Toro, se encuentran ubicados en la margen izquierda y derecha, que comprende desde el inicio del canal km. 0+000 (bocatoma), que está ubicada en la margen derecha del canal los puntos B1 y B2.

También se han ubicado al final del canal de concreto existente en la margen derecha el punto B3 y en la margen izquierda el punto B4, de manera estratégicas para facilitar su uso en el replanteo de las actividades y fueron planificadas con anterioridad al levantamiento.

Al final del canal de concreto proyectado, se han ubicado los puntos B5 y B6 en la margen derecha.

Se han monumentado las estaciones de la poligonal y BMs, estos hitos se han fabricado de concreto de $F_c' = 140 \text{ Kg/cm}^2$, con un ancho de 035m de lado y una profundidad de 0.45m. En la cual se encuentra empotrada un fierro de $\Phi \frac{1}{2}$ ".

Luego se pintaron de fondo color rojo con esmalte y sus códigos de color blanco. (Ver fotos).

La cual se describe a continuación:

A continuación, se aprecia, la monumentación de los puntos geodésicos, que amarran a las estaciones de la poligonal y a la vez BMs.

Monumentación de Puntos Geodésicos





Los puntos de cambio que se han realizado se adjuntan en el plano respectivo.

Resultados del estudio Topográfico

- El área en estudio se encuentra ubicada en el Distrito de Morropón, Provincia de Morropón, Departamento de Piura; que mejora el riego de 601.93 has para las unidades de riego: Piedra El Toro, San Luis, El Chorro, Rinconada Alta, Piedra Blanca Alta, Rinconada Baja y El Cerezo.
- El terreno existente donde se ubica el Canal Piedra El Toro, tiene una superficie a media ladera de pendiente suave, en el tramo del canal de concreto existente se tiene 04 caídas verticales en buen estado, el canal se encuentra mayormente en buen estado a excepción de algunos paños con fisuras y grietas en los muros y piso del canal. Algunos paños se encuentran desplazados, requieren ser cambiados.
- El tramo de canal que actualmente se encuentra en terreno natural proyectado para ser revestido con concreto, está expuesto a la descarga que viene de las alcantarillas de la carretera y de quebradas que en época de lluvias se activan; algunas deben evacuar al canal porque la otra

margen es terreno de cultivos y otras tiene que pasar por encima del canal para evacuar en la continuidad de la quebrada.

- Los BMS, y estaciones ubicadas, en cada área de intervención, está alejada de los movimientos de tierras que se puedan efectuar, y están ubicados en lugares para el posterior replanteo del proyecto.
- Cada estación y BMS, consta de sus cuadros detallados para su ubicación y posterior uso en campo y se encuentran en concreto pintados con color rojo y fondo blanco.
- Las cotas de los BMS, y las coordenadas, han sido obtenidas con GPS Diferencial de doble frecuencia, el cual cumple con los estándares para este tipo de trabajos y cuales gozan de confiabilidad, para la realización de los proyectos.
- Para determinar los trabajos de rehabilitación del canal de concreto existente y del canal proyectado su revestimiento con concreto; se ha recorrido desde el km. 0+000 al km. 00+548 con los dirigentes de la Comisión de Usuarios del Subsector Hidráulico La Gallega – Morropón y los delegados de la Unidades de Riego. Las obras de arte que se requiere en el tramo de canal a revestir para la distribución del agua, pases de animales y personas; y de protección de la infraestructura, son las siguientes:
 - 38 Tomas Laterales.
 - 01 Pase Peatonal.
 - 04 Puentes peatonales.
 - 01 Botadero.
 - 03 Canoas.
 - 05 Aliviaderos.
 - 01 Poza Disipadora

Las obras de arte que contempla los Términos de Referencia y Estudio básico, son las siguientes:

- 02 Tomas Laterales.
- 01 Pase Peatonal.
- 04 Puentes peatonales.
- 03 Alcantarillas.

- Cabe mencionar que tanto la nivelación como la obtención de coordenadas UTM, (Control Horizontal), se realizaron por métodos de la Geodesia Satelital y métodos Geométricos que actualmente se usa en la Topografía. El trabajo que se tuvo que realizar es el procesamiento de los datos traídos del campo, almacenados en estación Total y del GPS Diferencial y en el Rover, los cuales se han procesado en gabinete con el software Topcon Tools y Topcon Link en Post-proceso y dan un valor de error de +/- 3mm. Coordenadas y altimetría.

Por lo cual se concluye que el trabajo de campo realizado con estos equipos cumple de manera óptima con los parámetros de todo trabajo de ingeniería.

PANEL FOTOGRAFICO DEL ESTUDIO TOPOGRAFICO





EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO SE HA NICIADO A PARTIR DEL PUNTO GEODÉSICO B1, QUE SE UBICA EN LA MARGEN IZQUIERDA DEL KM. 0+000



MONUMENTACIÓN DE LOS HITOS DE LA POLIGONAL DE APOYO

ANEXO N° 5 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Cuadro de la cantidad de calicatas realizadas en este proyecto

| ITEM | COORDENADAS | | COTA | NIVEL FREÁTICO | UBICACIÓN |
|--------|-------------|---------|-------|-------------------|-----------------------------|
| | N | E | | | |
| C - 1 | 9428562 | 615,663 | 213 m | NP | ALCANTARILLA |
| C - 2 | 9428527 | 615,648 | 191 m | NP | PUENTE PEATONAL |
| C - 3 | 9428334 | 615,576 | 194 m | NP | PUENTE PEATONAL |
| C - 4 | 9428414 | 615,336 | 192 m | NP | ALCANTARILLA |
| C - 5 | 9428267 | 615,114 | 186 m | NP | ALCANTARILLA |
| C - 6 | 9428233 | 615,120 | 123 m | NP | PASE PEATONAL |
| C - 7 | 9428079 | 614,747 | 185 m | NP | M. C |
| C - 8 | 9427954 | 614,414 | 172 m | NP | CANAL |
| C - 9 | 9427992 | 614,019 | 173 m | NP | QUEBRADA |
| C - 10 | 9427923 | 613,899 | 176 m | NP | TOMA LATERAL |
| C - 11 | 9427888 | 613,577 | 172 m | NP | TOMA LATERAL |
| C - 12 | 9428232 | 613,555 | 170 m | NP | TOMA LATERAL |
| C - 13 | 9428401 | 613,578 | 171 m | NP | QUEBRADA |
| C - 14 | 9428742 | 613,482 | 164 m | NP | QUEBRADA |
| C - 15 | 9428998 | 613,376 | 157 m | NP | TOMA LATERAL Y PTE PEATONAL |
| C - 16 | 9429557 | 613,623 | 158 m | NP | CANAL |

Parámetros del suelo para diseño sismo resistente

| FACTORES | VALORES |
|-----------------------------------|-------------------------|
| Parámetros de zona | zona 4 |
| Factor de zona | $Z (g) = 0.45$ |
| Suelo Tipo | S - 3 |
| Amplificación del suelo | $S = 1.2$ |
| Periodo predominante de vibración | $T_p = 1.0 \text{ seg}$ |
| Sísmico | $C = 0.60$ |
| Uso | $U = 1.00$ |

ANEXO N° 6 PROPIEDADES FISICO MECÁNICAS

| ZONA | DESIGNACIÓN | LABORATORIO SUELOS | | | | | Sales Sol. Totales | Contenid. Sulfatos | Contenid. Cloruros |
|-----------------------|-------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------|---------------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | Analisis Granulometrico (SUCS) | Limites Atterberg (LL, L:P) | Proctor Modificado | Corte Directo | Humedad Natural | | | |
| | | Prof. (m) | Prof. (m) | Prof. (m) | Prof. (m) | Prof. (m) | | | |
| CANAL PIEDRA EL TORO. | C-1 | 0,25 - 0,40 | 0,25 - 0,40 | - | - | 0,25 - 0,40 | - | - | - |
| | | 0,40 - 2,00 | 0,40 - 2,00 | 0,40 - 2,00 | 0,40 - 2,00 | 0,40 - 2,00 | 0,40 - 2,00 | 0,40 - 2,00 | 0,40 - 2,00 |
| | C-2 | 0,20 - 0,70 | 0,20 - 0,70 | - | - | 0,20 - 0,70 | - | - | - |
| | | 0,70 - 2,00 | 0,70 - 2,00 | - | - | 0,70 - 2,00 | 0,70 - 2,00 | 0,70 - 2,00 | 0,70 - 2,00 |
| | C-3 | 0,20 - 1,50 | 0,20 - 2,00 | 0,20 - 2,00 | 0,20 - 2,00 | 0,20 - 2,00 | 0,20 - 2,00 | 0,20 - 2,00 | 0,20 - 2,00 |
| | C-4 | 0,00 - 0,90 | 0,00 - 0,90 | - | - | 0,00 - 0,90 | - | - | - |
| | | 0,90 - 2,00 | 0,90 - 2,00 | - | - | 0,90 - 2,00 | 0,90 - 2,00 | 0,90 - 2,00 | 0,90 - 2,00 |
| | C-5 | 0,10 - 0,90 | 0,10 - 0,90 | - | - | 0,10 - 0,90 | - | - | - |
| | | 0,90 - 1,30 | 0,90 - 1,30 | - | - | 0,90 - 1,30 | - | - | - |
| | | 1,30 - 2,00 | 1,30 - 2,00 | 1,30 - 2,00 | 1,30 - 2,00 | 1,30 - 2,00 | 1,30 - 2,00 | 1,30 - 2,00 | 1,30 - 2,00 |
| | C-6 | 0,20 - 0,70 | 0,20 - 0,70 | - | - | 0,20 - 0,70 | - | - | - |
| | | 0,70 - 2,00 | 0,70 - 2,00 | - | - | 0,70 - 2,00 | 0,70 - 2,00 | 0,70 - 2,00 | 0,70 - 2,00 |
| | C-7 | 0,10 - 0,80 | 0,10 - 0,80 | - | - | 0,10 - 0,80 | - | - | - |
| | | 0,80 - 2,00 | 0,80 - 2,00 | - | - | 0,80 - 2,00 | 0,80 - 2,00 | 0,80 - 2,00 | 0,80 - 2,00 |
| | C-8 | 0,00 - 0,50 | 0,00 - 0,50 | - | - | 0,00 - 0,50 | - | - | - |
| | | 0,50 - 2,00 | 0,50 - 2,00 | - | - | 0,50 - 2,00 | 0,50 - 2,00 | 0,50 - 2,00 | 0,50 - 2,00 |
| | C-9 | 0,00 - 1,00 | 0,00 - 1,00 | - | - | 0,00 - 1,00 | - | - | - |
| | | 1,00 - 2,00 | 1,00 - 2,00 | 1,00 - 2,00 | 1,00 - 2,00 | 1,00 - 2,00 | 1,00 - 2,00 | 1,00 - 2,00 | 1,00 - 2,00 |
| | C-10 | 0,00 - 0,30 | 0,00 - 0,30 | - | - | 0,00 - 0,30 | - | - | - |
| | C-11 | 0,00 - 0,30 | 0,00 - 0,30 | - | - | 0,00 - 0,30 | - | - | - |
| C-12 | 0,00 - 0,20 | 0,00 - 0,20 | - | - | 0,00 - 0,20 | - | - | - | |
| C-13 | 0,00 - 0,40 | 0,00 - 0,40 | - | - | 0,00 - 0,40 | - | - | - | |
| C-14 | 0,00 - 0,20 | 0,00 - 0,20 | - | - | 0,00 - 0,20 | - | - | - | |
| C-15 | 0,00 - 0,20 | 0,00 - 0,20 | - | - | 0,00 - 0,20 | - | - | - | |
| C-16 | 0,00 - 0,40 | 0,00 - 0,40 | - | - | 0,00 - 0,40 | - | - | - | |
| | 0,40 - 0,90 | 0,40 - 0,90 | - | - | 0,40 - 0,90 | 0,40 - 0,90 | 0,40 - 0,90 | 0,40 - 0,90 | |
| TOTAL | | 26 | 26 | 4 | 4 | 26 | 10 | 10 | 10 |

Parámetros Geotécnicos

| TIPO DE SUELO | SUCS | PARAMETROS GEOTECNICOS | | |
|--------------------------------------|-------|---|---|----------|
| | | Densidad γ (Tm/m ³) | Angulo Friccion Interno ϕ (°) | Cohesion |
| C-1 (ARCILLA). | CL | 1.71 | 25 | 0.02 |
| C-3 (GRAVA ARCILLOSA). | GC | 1.81 | 32 | 0.004 |
| C-5 (ARENA MAL GRADADA CON ARCILLA). | SP-SC | 1.27 | 28 | 0.00 |
| C-9 (ARCILLA). | CL | 1.70 | 24 | 0.02 |

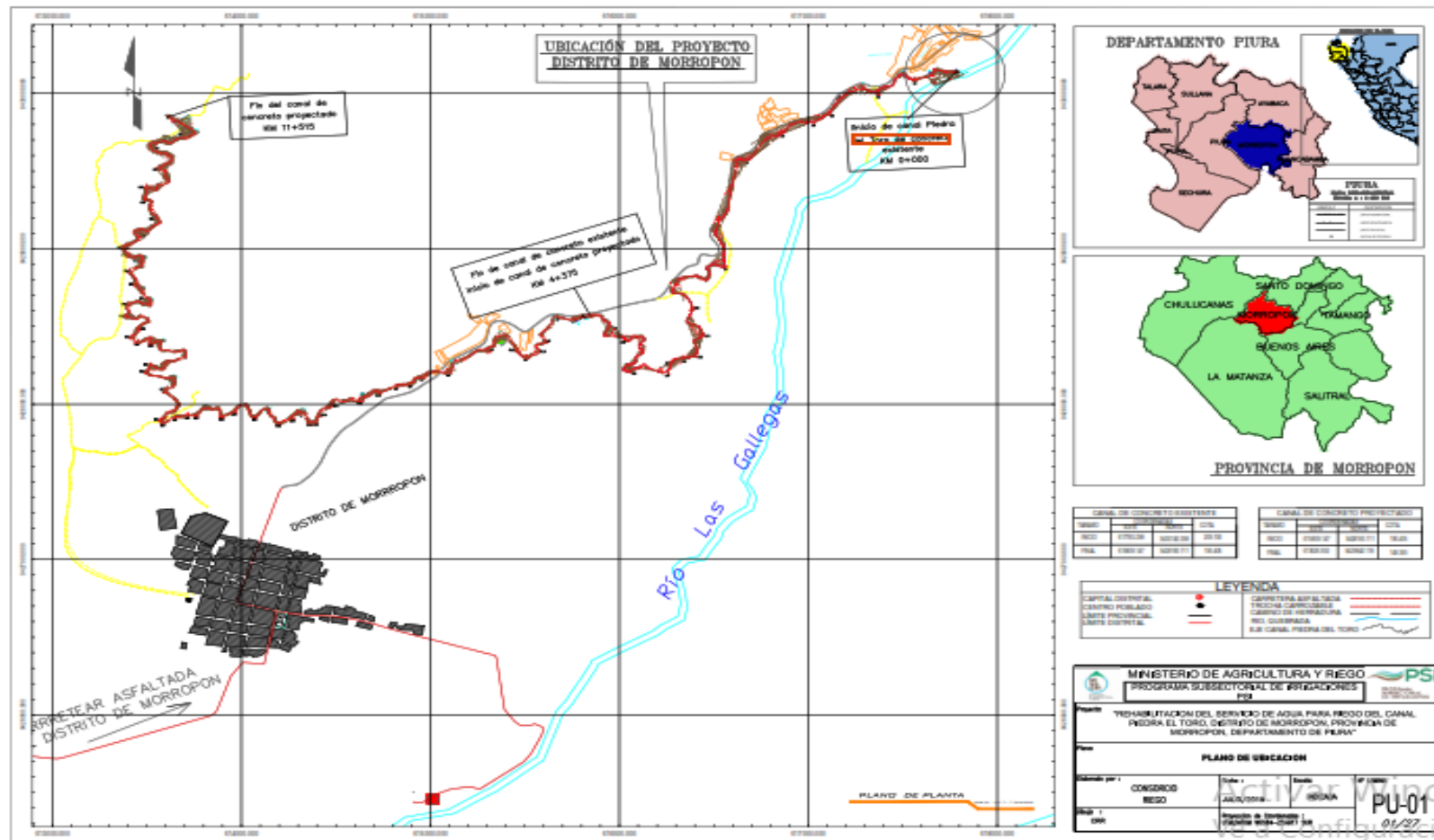
Condiciones Geotécnicas

- En las excavaciones de la zona de estudio muestran que los materiales de subrasante corresponden de acuerdo a la descripción de calicatas, análisis granulométricos y límites de Atterberg se han determinado y clasificado los siguientes tipos:
 - Arcilla (CL).
 - Arenas Arenas Arcillosas (SP-SC).
 - Gravas Arenas Arcillosas (GP-GC).
 - Gravas Arcillosas (GC).

PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS SUELOS

| Sales Solubles Totales | Contenido de Sulfatos ppm | Contenido de Cloruros ppm |
|------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 380 ppm | 293 ppm | 398 ppm |

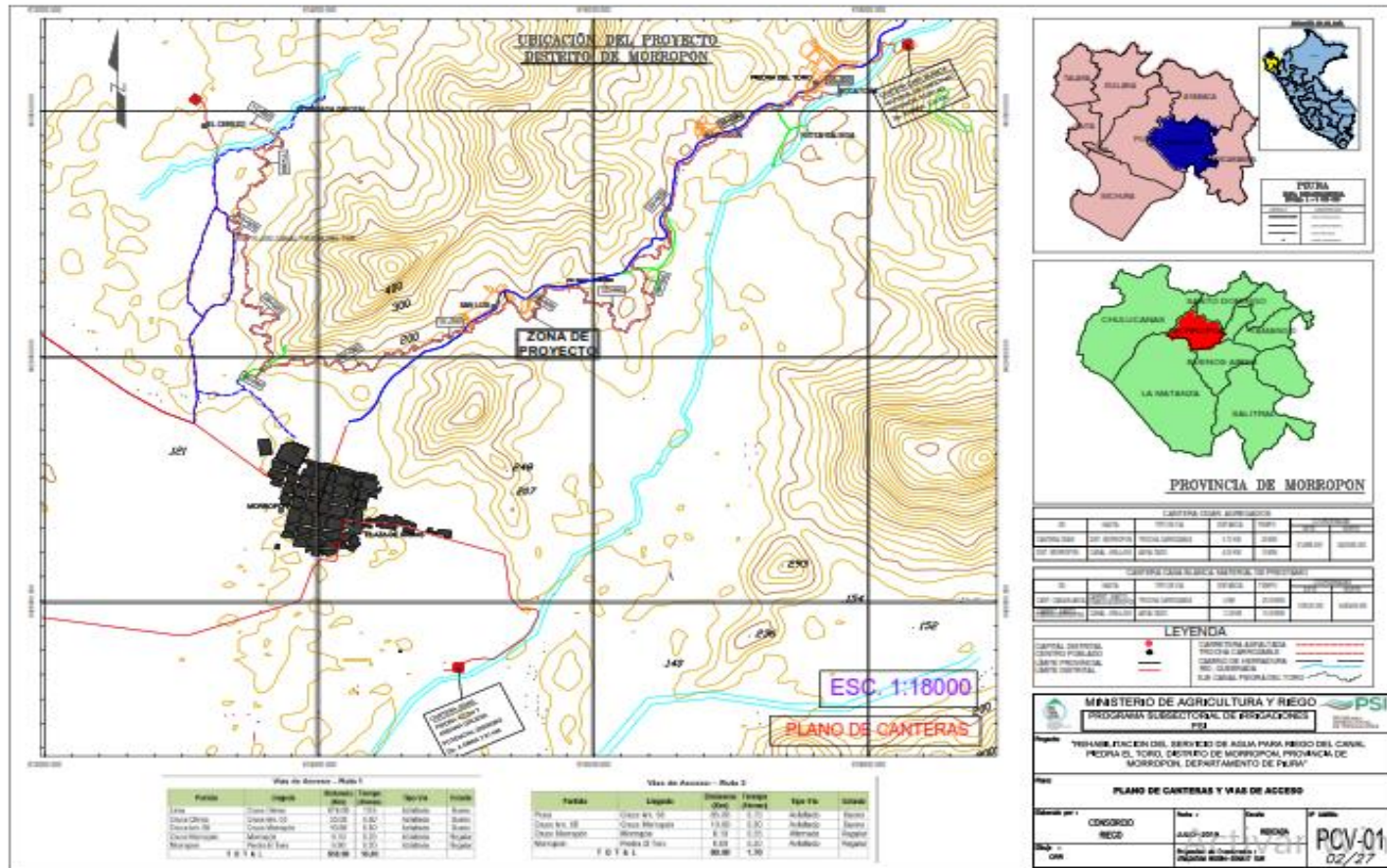
ANEXO N° 7: PLANO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO



“PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA REHABILITACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL CANAL PIEDRA EL TORO, DISTRITO DE MORROPÓN, DEPARTAMENTO-PIURA”

Bach. DE LOS RÍOS QUIJADA, Miguel Ángel

ANEXO N° 8: PLANO DE CANTERAS Y VÍAS DE ACCESO



“PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LA REHABILITACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL CANAL PIEDRA EL TORO, DISTRITO DE MORROPÓN, DEPARTAMENTO-PIURA”

Bach. DE LOS RÍOS QUIJADA, Miguel Ángel