



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACION

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

ID. N° 106341049

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento de INFORME FINAL DE TESIS cuyo título es:

EVALUACIÓN Y SIMULACIÓN HIDRÁULICA DEL CANAL DE RIEGO OCCOSA TIPO ACUEDUCTO, PARA OPTIMIZAR SU EFICIENCIA HIDRÁULICA, DISTRITO DE OYOLO, PÁUCAR DEL SARA SARA, AYACUCHO – 2022

presentado por:


QUISPE PINTO, CLISMAN DENIS

Bachiller del nivel de **PREGRADO** de la Facultad de Ingeniería Civil. El resultado obtenido es de **15% de similitud**, por el cual se otorga el calificativo de **APROBADO**, según el Reglamento para la evaluación de la Originalidad de los documentos de investigación.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 22 de enero de 2024

Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN


Dra. Edith Isabel Guerra Landa
DIRECTORA

DIRECTOR DE UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Facultad de Ingeniería Civil



Evaluación y simulación hidráulica del canal de riego Occosa tipo
acueducto, para optimizar su eficiencia hidráulica, distrito de Oyolo,
Páucar del Sara Sara, Ayacucho – 2022

Línea de investigación:
Recursos hídricos, riesgo de desastres y cambio climático

INFORME FINAL DE TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:
BACH. QUISPE PINTO, CLISMAN DENIS

Ica, Perú
2024

Dedicatoria

Se lo dedico a mi familia, amigos y compañeros en mi vida personal y profesional.

Agradecimientos

A mí familia, amigos, maestros y a todos aquellos que me acompañaron.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Situación problemática	1
1.2 Formulación de problemas.....	3
1.2.1 Problema general	3
1.2.2 Problemas específicos.....	3
1.3. Antecedentes del problema de investigación.....	3
1.3.1 Antecedentes a nivel internacional	3
1.3.2 Antecedentes a nivel nacional.....	4
1.3.3 Antecedentes a nivel local	5
1.4 Justificación e importancia de la investigación	5
1.4.1 Justificación	5
1.4.2 Importancia	5
1.5 Objetivos de la investigación.....	6
1.5.1 Objetivo general.....	6
1.5.2 Objetivos específicos	6
1.6 Contenido de capítulos.....	6
II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA	8
2.1 Procedimientos.	8
2.2 Diseño metodológico.	8
2.2.1 Tipo, nivel y diseño de investigación	8
2.2.2 Operacionalización de variables	9
2.3 Participantes.....	10
2.4 Universo y muestra	10
2.4.1 Delimitación del proyecto.....	10
2.4.2 Delimitación temporal.	13
2.4.3 Delimitación social.	13
2.4.4 Delimitación conceptual.	13
2.4.5 Población y muestra.....	13

2.5 Instrumentos y técnicas de medición y recolección.....	14
2.5.1 Instrumentos de recolección de datos	14
2.5.2 Técnicas de recolección de datos.....	14
2.5.3 Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de datos	14
III. RESULTADOS.....	15
3.1 Procesamiento y análisis, e interpretación de datos.....	15
3.1.1 Procesamiento y datos de aforo	15
3.1.2 Datos actuales geométricos e hidráulicos del tramo 0+540-0+790.60	17
3.1.3 Coeficientes de contracción y expansión.....	17
3.2 Evaluación hidráulica de canal actual.....	17
3.2.1 Modelado en Hec – Ras 6.3: método de flujo bajo y alto.....	17
3.2.2 Introducción de condiciones hidráulicas.....	20
3.2.3 Niveles de agua en los diversos tramos del tramo del canal actual	21
3.2.4 Perfil de flujo en la zona de estudio.....	28
3.2.5 Resumen de resultados del canal actual.....	29
3.3 Simulación hidráulica para propuesta de mejoramiento del canal actual.	30
3.3.1 Diseño con máxima eficiencia hidráulica	30
3.3.2 Modelación hidráulica del canal propuesto: método del flujo bajo y alto	32
3.3.3 Niveles de agua en los diversos tramos del tramo del canal propuesto	35
3.3.4 Perfil de flujo en la zona de estudio.....	43
3.3.5 Resumen de resultados del canal propuesto.....	43
3.4 Verificación de hipótesis.	44
3.4.1 Verificación de hipótesis específicas.	44
3.4.2 Verificación de hipótesis general.....	45
IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	46
V. CONCLUSIONES	47
VI. RECOMENDACIONES.....	48
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
VIII. ANEXOS.....	50
8.1 Relación de planos.....	50
8.2 Fotos	51

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I. Operacionalización de variables.....	10
TABLA II. Determinación del factor de corrección F_c	15
TABLA III. Velocidad promedio en los tramos.....	16
TABLA IV. Valores de rugosidad “n” de Manning para canales.....	17
TABLA V. Coeficientes de contracción y expansión	17
TABLA VI. Resumen de resultados de la modelación del canal existente	30
TABLA VII. Borde libre en función del caudal	31
TABLA VIII. Resumen de resultados de la modelación-canal propuesta	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1	Tramo 0+540 – 0+790.60, exceso de vegetación.....	1
Fig. 2	Tramo 0+540 – 0+790.60, derrumbes en sus márgenes.....	2
Fig. 3	Tramo 0+540 – 0+790.60, excesiva vegetación en casi todo el tramo	2
Fig. 4	Ubicación del departamento de Ayacucho.....	11
Fig. 5	Ubicación del distrito de Oyolo	12
Fig. 6	Vista Satelital de la Zona del Proyecto	12
Fig. 7	Pantalla de inicio del Hec-Ras	18
Fig. 8	Esquema general del canal	18
Fig. 9	Ingreso de la sección transversal final 0+540	19
Fig. 10	Ingreso de la sección transversal 0+560.....	19
Fig. 11	Ingreso de la sección transversal 0+780.....	19
Fig. 12	Ingreso de la sección transversal inicial 0+790.60.....	20
Fig. 13	Ingreso de condiciones de flujo.....	20
Fig. 14	Seleccionamos “compute” para dar inicio a la simulación	21
Fig. 15	Sección transversal 0+540 – actual, 23 cm de desborde	22
Fig. 16	Sección transversal 0+560.....	22
Fig. 17	Sección transversal 0+580.....	23
Fig. 18	Sección transversal 0+600.....	23
Fig. 19	Sección transversal 0+620.....	24
Fig. 20	Sección transversal 0+640.....	24
Fig. 21	Sección transversal 0+660.....	25
Fig. 22	Sección transversal 0+680.....	25
Fig. 23	Sección transversal 0+700.....	26
Fig. 24	Sección transversal 0+720.....	26
Fig. 25	Sección transversal 0+740.....	27
Fig. 26	Sección transversal 0+760.....	27
Fig. 27	Sección transversal 0+780 – actual, 16 cm de desborde	28
Fig. 28	Sección transversal inicial 0+790.60 – actual, 12 cm de desborde	28
Fig. 29	Perfil longitudinal del tramo en estudio existente	29
Fig. 30	Perfil de las velocidades a lo largo del tramo del canal actual	29
Fig. 31	Sección Máxima Eficiencia Hidráulica $S=0.008636$	31
Fig. 32	Sección transversal para simulación	32
Fig. 33	Pantalla de inicio del Hec-Ras-propuesto	32
Fig. 34	Esquema general del tramo del canal	33
Fig. 35	Ingreso de la sección transversal final 0+540 – propuesta.....	33

Fig. 36	Sección transversal final 0+540 – propuesta.....	34
Fig. 37	Ingreso de la sección transversal inicial 0+790.60 – propuesta	34
Fig. 38	Sección transversal inicial 0+790.60 - propuesta.....	35
Fig. 39	Sección transversal 0+540 – propuesta, 20 cm de borde libre	36
Fig. 40	Sección transversal 0+560 – propuesta	36
Fig. 41	Sección transversal 0+580 – propuesta	37
Fig. 42	Sección transversal 0+600 – propuesta	37
Fig. 43	Sección transversal 0+620 – propuesta	38
Fig. 44	Sección transversal 0+640 – propuesta	38
Fig. 45	Sección transversal 0+660 – propuesta	39
Fig. 46	Sección transversal 0+680 – propuesta	39
Fig. 47	Sección transversal 0+700 – propuesta	40
Fig. 48	Sección transversal 0+720 – propuesta	40
Fig. 49	Sección transversal 0+740 – propuesta	41
Fig. 50	Sección transversal 0+760 – propuesta	41
Fig. 51	Sección transversal 0+780 – propuesta, 30 cm de borde libre	42
Fig. 52	Sección transversal inicial 0+790.60 – propuesta, 33 cm de borde libre	42
Fig. 53	Perfil longitudinal del tramo en estudio-canal propuesta	43
Fig. 54	Perfil de las velocidades a lo largo del tramo del canal propuesto.....	43

RESUMEN

La investigación se centra en el canal de riego Occosa tramo 0+540 – 0+790.60. El problema se evidencia por el mal estado del tramo, sedimentos, constantes desbordes, exceso de vegetación. Siendo necesario estudiar esta condición, se propuso una investigación cuantitativa del tipo aplicada, con la hipótesis “La evaluación y simulación hidráulica del canal de riego Occosa tipo acueducto, permite optimizar la eficiencia hidráulica, distrito de Oyolo, Páucar del Sara Sara, Ayacucho-2022” para que así mejorar las condiciones hidráulicas. Para ello se planteó como objetivo principal “Determinar la evaluación y simulación hidráulica del canal de riego Occosa tipo acueducto, para optimizar la eficiencia hidráulica, distrito de Oyolo, Páucar del Sara Sara, Ayacucho-2022”.

Los resultados de la evaluación y simulación del tramo del canal con el caudal máximo de $Q=0.80$ m³/s, pendiente 0.008636 (m/m), presentado el tramo del canal actual un desborde máximo de 0.23 m, diseñándose la nueva sección de concreto aplicando Hcanales y Hec-Ras, con dimensiones finales de 0.50 m x 0.95 m, con un borde libre final de 0.20 m, velocidades entre 2.13 m/s - 2.63 m/s, estando entre los valores admisibles de 0.80 m/s – 3.0 m/s, para lograr así la optimización hidráulica.

Por ende, se concluye que La evaluación y modelación hidráulica a través del criterio de máxima eficiencia hidráulica, el Hcanales y Hec-Ras, nos permitió conocer el comportamiento actual del tramo del canal y realizar una propuesta hidráulica que optimizará la eficiencia hidráulica.

Palabras clave: Evaluación hidráulica, simulación hidráulica, canal de riego, eficiencia hidráulica.

ABSTRACT

The research focuses on the Occosa irrigation channel section 0+540 – 0+790.60. The problem is evident due to the poor condition of the section, sediments, constant overflows, and excess vegetation. Given the need to study this condition, a quantitative applied research was proposed, with the hypothesis “The evaluation and hydraulic simulation of the Occosa type aqueduct irrigation channel allows optimizing hydraulic efficiency, Oyolo district, Páucar del Sara Sara, Ayacucho-2022” to thus improve hydraulic conditions. For this, the main objective was set as “Determine the evaluation and hydraulic simulation of the Occosa type aqueduct irrigation channel, to optimize hydraulic efficiency, Oyolo district, Páucar del Sara Sara, Ayacucho-2022”. The results of the evaluation and simulation of the channel section with the maximum flow of $Q=0.80 \text{ m}^3/\text{s}$, slope 0.008636 (m/m) , showed the current channel section a maximum overflow of 0.23 m , designing the new concrete section applying Hcanales and Hec-Ras, with final dimensions of $0.50 \text{ m} \times 0.95 \text{ m}$, with a final free edge of 0.20 m , speeds between $2.13 \text{ m/s} - 2.63 \text{ m/s}$, being between the admissible values of $0.80 \text{ m/s} - 3.0 \text{ m/s}$, thus achieving hydraulic optimization.

Therefore, it is concluded that the evaluation and hydraulic modeling through the criterion of maximum hydraulic efficiency, the Hcanales and Hec-Ras, allowed us to know the current behavior of the channel section and make a hydraulic proposal that will optimize hydraulic efficiency.

Keywords: Hydraulic evaluation, hydraulic simulation, irrigation channel, hydraulic efficiency.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Situación problemática

Actualmente el canal de riego Occosa en varios tramos presenta inconvenientes, como deterioro por antigüedad, también con fisuras algunos pequeños problemas de filtración, pero el problema más significativo y de suma urgencia, se da en el tramo 0+540 – 0+790.60, el cual presenta problemas de estancamiento de sus aguas y derrumbes de sus márgenes por presentar un nivel de terreno en sus secciones transversales muy por encima del nivel de la corona del canal de riego, todo esto trae continuos problemas a las distintas comunidades agrícolas que son 200 agricultores y sus familias de manera directa y 20 familias indirectamente, teniendo un pésimo rendimiento agrícola, por una mala eficiencia hidráulica del canal de riego Occosa centrada en el tramo ya descrito. Como antecedente local se tiene que hace más de 15 años no se realiza mantenimiento o mejoramiento de la misma según los habitantes de la zona.

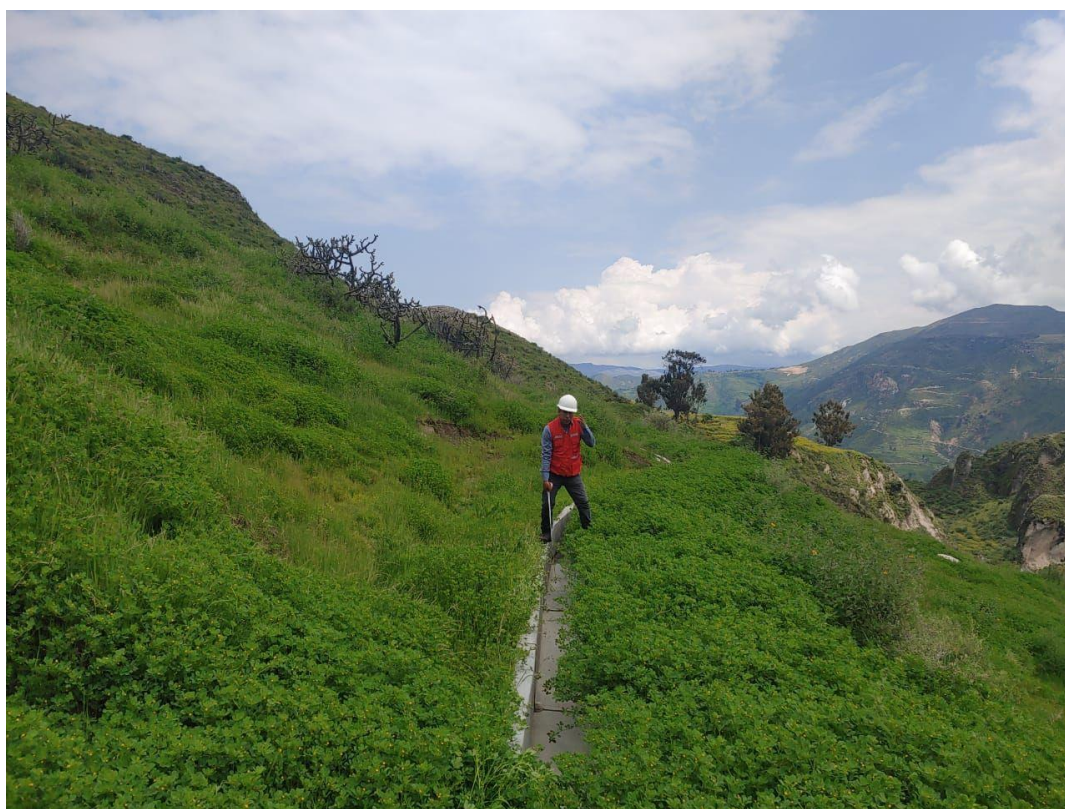


Fig. 1 Tramo 0+540 – 0+790.60, exceso de vegetación



Fig. 2 Tramo 0+540 – 0+790.60, derrumbes en sus márgenes



Fig. 3 Tramo 0+540 – 0+790.60, excesiva vegetación en casi todo el tramo

1.2 Formulación de problemas

1.2.1 Problema general

¿De qué manera influye la evaluación y simulación hidráulica del canal de riego Occosa tipo acueducto, para optimizar la eficiencia hidráulica, distrito de Oyolo, Páucar del Sara Sara, Ayacucho – 2022?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿De qué manera influye la evaluación hidráulica del canal de riego Occosa tipo acueducto, para optimizar la eficiencia hidráulica, distrito de Oyolo, Páucar del Sara Sara, Ayacucho-2022?
- ¿De qué manera influye la simulación hidráulica del canal de riego Occosa tipo acueducto, para optimizar la eficiencia hidráulica, distrito de Oyolo, Páucar del Sara Sara, Ayacucho – 2022?

1.3. Antecedentes del problema de investigación

1.3.1 Antecedentes a nivel internacional

En 2011, Y. Molina [1] refiere: Tuvo como objetivo Realizar el proyecto de ingeniería de la canalización del estero Leña Seca, tomando en cuenta cada una de las etapas que conlleva una obra de encauzamiento, esto es: desarrollar el trabajo en terreno necesario, al igual que el estudio y cálculo hidráulico. El estero Leña Seca recorre cerca de 3,4 km y nace a un costado del sector Corvi, específicamente en la población los Jardines de San Cristóbal a la altura de la calle Ignacio de la Carrera, pasando por la población los Jazmines y por el interior de campamento los Girasoles, hasta desembocar en el río Calle-Calle. Los instrumentos utilizados fueron el equipo topográfico, fotográfico, HEC-RAS, AUTOCAD. Como conclusión: La canalización propuesta tiene un correcto funcionamiento, prevalece la condición de régimen subcrítico, una velocidad media menor a 1.5 m/s lo que es bastante bajo, pudiendo ayudar esta condición a impedir un gran arrastre de materiales, esto es algo ventajoso, en el lecho y orillas del estero existe gran presencia de basura, matorrales, arbustos, etc.

En 2018, R. Moya y W. Alexander [2]: En este trabajo se realizará el modelado hidráulico del canal de lluvia urbana Río Negro, ciudad de Bogotá. El modelado hidráulico determinará las áreas clave que son vulnerables a las inundaciones en el canal como también los caudales y el nivel máximo de la convergencia con el río Arzobispo. El modelado hidráulico se desarrollará a través de las siguientes etapas: Levantamiento topográfico (batimetría) y su corredor ecológico, la implementación

de software especial (HEC-RAS) y el modelado hidráulico realizando diferentes simulaciones (períodos de retorno). [...] Finalmente, los planos en planta y terreno se realizarán con el respectivo dimensionamiento de la zona de influencia del canal, como alturas máximas y bordes de desbordamiento y así realizar la modelación donde se analizará las zonas de afectación.

1.3.2 Antecedentes a nivel nacional

En 2018, M. Alcides [3] menciona que tuvo como objetivo Diseñar el canal - túnel Cutervo para la evacuación de aguas pluviales con la ejecución del proyecto Mejoramiento y ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado. En la evaluación, se determinó que el canal-túnel evacuará el flujo de agua que corre en la microcuenca interior de la ciudad de Cutervo, el flujo de agua producido por la precipitación de la temporada de lluvias, la fuga de agua de manantial durante todo el año y el agua provista por el depósito. El canal tiene la capacidad de evacuar el flujo previsto a medida que crece la población y aumentan las precipitaciones. La topografía del canal está diseñada para determinar la dirección del lecho del canal y la pendiente de la excavación, porque pequeños errores en desniveles pueden causar problemas de sedimentación. Los cálculos hidráulicos determinan el tamaño y la geometría del canal en función del flujo transportado por el canal, la pendiente de la operación, la rugosidad del material a través del cual fluye el fluido y otros factores.

En 2015, J. Espir y J. Morales [4] refieren que su objetivo es determinar y evaluar los fenómenos hidráulicos en el primer tramo del canal Chaquín - Valle Virú. Este es un canal lateral de segundo orden derivado del Canal madre del proyecto Chavimochic, beneficiando un área de riego 4,866.86 Ha. Los fenómenos hidráulicos son resultado del cambio de sección, pendiente y trazo, lo que se busca es determinar a que están ligados estos fenómenos de dicho canal. Se realizó una evaluación in situ en la cual se corroboró, que existen fenómenos hidráulicos actuando sobre el caudal obligando a disminuir el mismo, perjudicando a los usuarios directos y afectando directamente el desarrollo socioeconómico de la zona. También se realizó verificación del diseño usando un software H-Canales y Criterios de diseño U.S. Bureau of Reclamation (USBR), con la finalidad de contrastar los datos y determinar las fallas a evaluar. Se propuso soluciones prácticas básicamente se refieren a la construcción de una posa disipadora en la estructura de inicio, el cambio de sección del canal entre las progresivas 00+142 a 00+469 km en donde se presenta desborde supercrítico debido a su pendiente existente y la colocación de obstáculos en las pozas disipadoras de las

caídas verticales; las cuales necesariamente deben ser desarrolladas y evaluadas técnica y económicamente para su ejecución

1.3.3 Antecedentes a nivel local

No se ha encontrado investigación alguna a nivel local.

1.4 Justificación e importancia de la investigación

1.4.1 Justificación

Bernal [5] “En investigación científica, la justificación metodológica del estudio se da cuando el proyecto que se va a realizar propone una metodología o una estrategia para generar conocimiento válido y confiable”.

El presente estudio se justifica, puesto que busca realizar una evaluación y simulación hidráulica, por la situación actual del canal de riego Occosa tramo 0+540 – 0+790.60 tipo acueducto, el cual es el centro del problema general de deficiencia hidráulica, encontrándose actualmente en mal estado y con continuos problemas, con ello se busca realizar la propuesta hidráulica, para así sentar las bases para una posterior ejecución de mejoramiento a través de lo propuesto en la presente investigación, en beneficio de la sociedad, el desarrollo local y las líneas de investigación definidas para el área de las Ciencias e Ingenierías.

La **justificación teórica** para esta investigación consiste modelar la red y observar el comportamiento del cloro residual para evaluar si existen bajas concentraciones que podrían permitir la aparición de organismos patógenos o de lo contrario si existen altas concentraciones que también son perjudiciales para la salud.

El proyecto, también tiene una **justificación metodológica** que se basa en el uso del **enfoque cuantitativo**, dentro de un **tipo aplicado a nivel explicativo**, haciendo uso del método científico, apoyándose en el uso de herramientas de modelación y de análisis estadístico.

La **justificación practica** se manifiesta en la construcción y calibración del modelo de simulación que servirá para mantener un control sobre la calidad del agua.

1.4.2 Importancia

Esta Investigación contribuirá a que la población agrícola pueda abastecerse de agua para riego de manera óptima y fortalecer el desarrollo económico de la misma, mediante una evaluación y simulación hidráulica del canal de riego Occosa tipo acueducto, para optimizar la eficiencia hidráulica, Oyolo, Páucar del Sara Sara, Ayacucho. Su importancia es promover el desarrollo de actividades de investigación

y manejo de información vinculada con los recursos hídricos en la región y el país. Asimismo, incentivar la investigación sobre el cambio climático, su impacto en la biodiversidad y los ecosistemas.

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1 Objetivo general

Determinar la evaluación y simulación hidráulica del canal de riego Occosa tipo acueducto, para optimizar la eficiencia hidráulica, distrito de Oyolo, Páucar del Sara Sara, Ayacucho-2022.

1.5.2 Objetivos específicos

- Determinar la Evaluación hidráulica del canal de riego Occosa tipo acueducto, para optimizar la eficiencia hidráulica, distrito de Oyolo, Páucar del Sara Sara, Ayacucho-2022.
- Determinar la Simulación hidráulica del canal de riego Occosa tipo acueducto, para optimizar la eficiencia hidráulica, distrito de Oyolo, Páucar del Sara Sara, Ayacucho-2022.

1.6 Contenido de capítulos

- Capítulo I – Introducción

En este capítulo se expresa de manera puntual el preámbulo y definiciones del proyecto a desarrollar, así como la problemática, objetivos, justificaciones y antecedentes necesarios para la tesis.

- Capítulo II – Estrategia Metodológica

En este capítulo se muestra el planeamiento metodológico, se presenta detalladamente como fue realizada y los elementos utilizados en esta, los sujetos y grupos de asignación, instrumentos de medición y procedimientos.

- Capítulo III – Resultados

Esta presenta de forma puntual y simple los resultados obtenidos, tablas, figuras y programas que se emplearon, la justificación de porque se utilizaron; se muestra los datos más importantes, lo que ayudará a dar desenlace a la problemática y objetivos propuestos para así lograr contrastar las hipótesis.

- Capítulo IV – Discusión

En este capítulo examinamos e interpretamos resultados, recalando los aspectos cruciales de la tesis, sin repetir la información presentada de manera general.

- Capítulo V – Conclusiones

Estas hacen referencia a los resultados que obtuvimos en el desarrollo de la tesis, van a la par de la cifra de objetivos presentados en la investigación.

- Capítulo VI – Recomendaciones

Se realizan desde la perspectiva del autor respecto a su punto de vista, deben de estar directamente vinculadas con las conclusiones presentadas, siendo puntuales y resumidas.

- Capítulo VII – Referencias Bibliográficas.

Aquí agrupamos todos nuestros orígenes de consulta empleados para este proyecto.

- Capítulo VIII – Anexos

En este capítulo final se colocarán las fotos de la zona de estudio, planos necesarios y otros instrumentos.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1 Procedimientos.

La secuencia metodológica será estructurada en tres etapas, las cuales son:

- 1) Etapa preliminar de gabinete, comienza con en la búsqueda y recopilación de datos catastrales, información sobre las condiciones actuales, población, entre otros; procesar, evaluar analizar la información temática preliminar, relacionada con el ámbito de influencia del estudio.
- 2) Etapa de campo, tiene como propósito evaluar los peligros, vulnerabilidades y riesgos de la zona del proyecto, como también su área de influencia, desarrollando las siguientes actividades: Reconocimiento de campo de toda el área de influencia del proyecto y la recopilación de información complementaria a través de un estudio topográfico de reconocimiento mediante el uso de un equipo topográfico como es una estación total, wincha y un prisma, apoyándose del Google Earth, para obtener las características geométricas del canal y el tipo de material con el que se encuentra revestido.
- 3) Etapa final de gabinete, son las tareas de procesar la información obtenida de las etapas anteriores, se obtendrá los planos topográficos, las secciones transversales cada 20m de tramo de irrigación, se realizará la evaluación y simulación hidráulica aplicando el criterio de máxima eficiencia hidráulica y modelo numérico Hcanales y HEC-RAS 6.3; para así cumplir con los objetivos planteados, realizar la parte metodológica, lograr la verificación de las hipótesis presentadas y llegar finalmente a las conclusiones y recomendaciones del proyecto de investigación.

2.2 Diseño metodológico.

2.2.1 Tipo, nivel y diseño de investigación

- Tipo de investigación

La investigación reúne las condiciones de una **investigación cuantitativa y aplicada**. Ya que se apoya en informaciones cuantificables y busca utilizar los conocimientos que se adquieren mediante su desarrollo a favor de la sociedad. En 1992, según Salinas:

La clásica definición de la investigación aplicada es “La investigación que soluciona una cuestión raudamente”. Se apoya sobre revelaciones, hallazgos y

conclusiones de la investigación dirigida. Se le denomina aplicada porque sus conclusiones se pueden aplicar para la solución inmediata y directa de los problemas que les concierne. Tiene propósitos utilitarios. Ejemplos de este tipo de investigaciones son las empleadas en ciencias tales como la medicina, la agronomía, mineralogía, la ingeniería, galénica, veterinaria, arquitectura, etc. [6]

- Nivel de investigación

El nivel de investigación de la presente tesis es **descriptivo – explicativo**. En referencia al primer nivel señalado, se concibe como la acción de interpretar mediante palabras las peculiaridades de situaciones, fenómenos, sucesos, objetos, personas y otros seres vivientes, de forma que quien revise o entienda la investigación, los evoque en la mente.

Con referencia al nivel explicativo, es un procedimiento que supera a la descripción simple de un objeto. Según Sabino [7] “En este tipo de investigación se ahonda más nuestro entendimiento de la realidad, porque esclarece la razón, el motivo de las cosas, y por consiguiente es más delicado y complejo, pues el peligro de incurrir en errores se intensifica considerablemente”.

- Diseño de investigación

La investigación es **no experimental**. Ya que se observan fenómenos ya realizados, de tal manera que no son provocados intencionalmente por el investigador y esta situación puede ser indirecta, porque se recaudan datos en un solo acto de medición. En estas investigaciones las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos.

2.2.2 Operacionalización de variables

TABLA I. Operacionalización de variables			
Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Independiente: Evaluación y simulación hidráulica del canal de riego Occosa tipo acueducto	Evaluación de las características hidráulicas del canal y simulación mediante el software Hcanales y Hec-Ras 6.3.	<ul style="list-style-type: none"> • Geometría actual del canal. • Material del canal • Caudal 	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad. • Área hidráulica. • Rugosidad.
Dependiente: Optimizar la eficiencia hidráulica, distrito de Oyolo, Páucar del Sara Sara, Ayacucho.	Determinar las características físicas ideales para optimizar su eficiencia hidráulica	<ul style="list-style-type: none"> • Caudal máximo. • Área hidráulica menor. • Material del canal 	<ul style="list-style-type: none"> • Sección de máxima eficiencia hidráulica. • Numero de Froude.

2.3 Participantes.

- Asesorado: Bach. Quispe Pinto, Clisman Denis.
- Asesor: Ing. Guevara Bendezú, José Claudio.

2.4 Universo y muestra.

2.4.1 Delimitación del proyecto

Se ubica en el distrito de Oyolo, provincia de Páucar del Sara Sara, departamento de Ayacucho.

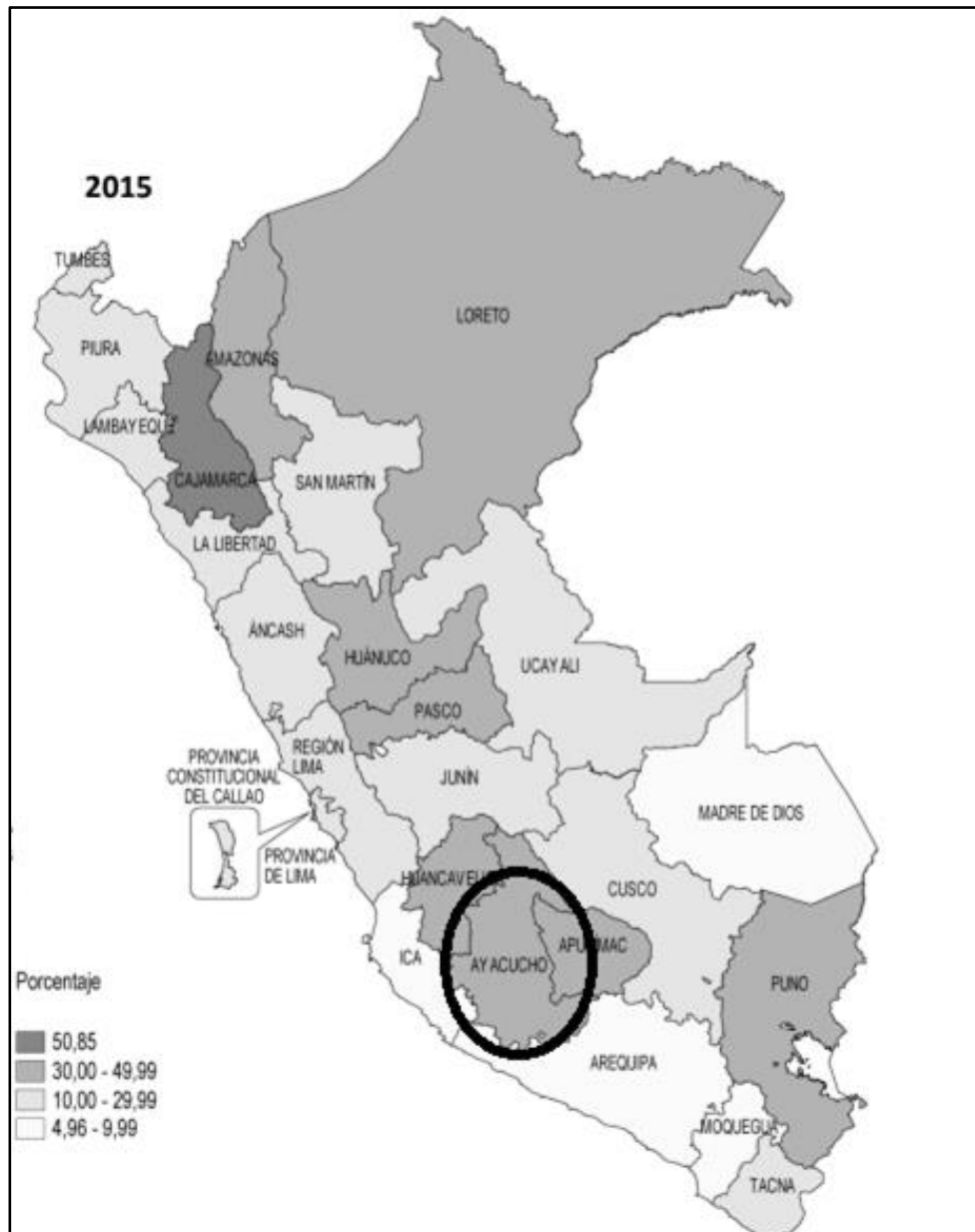


Fig. 4 Ubicación del departamento de Ayacucho

Fuente: INEI [8]



Fig. 5 Ubicación del distrito de Oyolo



Fig. 6 Vista Satelital de la Zona del Proyecto

2.4.2 Delimitación temporal.

El periodo en el cual se elaborará el proyecto de tesis será de 4 meses.

2.4.3 Delimitación social.

Es el área socioeconómica en la que se desarrolla la población colindante al canal de riego Occosa, dentro del distrito de Oyolo, provincia de Páucar del Sara Sara, departamento de Ayacucho; con una población beneficiada de 180 familias en forma directa y 20 familias indirectamente.

2.4.4 Delimitación conceptual.

El proyecto de tesis se desarrollará considerando como área general de investigación: Ciencias e ingeniería y siendo la línea de investigación específica: Recursos hídricos, riesgo de desastres y cambio climático, circunscribiéndose la evaluación y modelación hidráulica del canal de riego Occosa tipo acueducto, mediante la aplicación del modelo numérico Hcanales y HEC-RAS 6.3, para así realizar una propuesta de diseño hidráulico con M.E.H. que optimice su eficiencia hidráulica, todo desde el punto de vista hidráulico. Para ello se tendrá en cuenta el “Manual: Criterios de diseño de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico” del ANA [9] y otros manuales de diseño y teorías disponibles.

2.4.5 Población y muestra.

- Población de estudio

El canal de riego Occosa, distrito Oyolo, provincia Páucar del Sara Sara, Ayacucho.

- Tamaño de la muestra

Longitud de la muestra: 250.60 m del Canal de riego Occosa tramo 0+540 – 0+790.60 tipo acueducto.

- Criterios De Inclusión Y Exclusión

a) Criterios de Inclusión

- ✓ Evaluación y simulación hidráulica aplicando software de ingeniería Hec-Ras 6.3.

b) Criterios de Exclusión

- ✓ Aspecto geotécnico.
- ✓ Aspecto estructural.
- ✓ Diseño de obras de arte.
- ✓ Aspecto económico.
- ✓ Estudios de impacto ambiental, riesgos, suelos, geológicos e hidrológicos.

2.5 Instrumentos y técnicas de medición y recolección.

2.5.1 Instrumentos de recolección de datos

Son aquellos materiales o elementos que nos accede permiten aplicar las técnicas, como serían fichas de registro de datos de campo, cámara fotográfica, equipo de cómputo, software Hcanales y Hec-Ras 6.3.

2.5.2 Técnicas de recolección de datos

Las principales técnicas que se ha empleado en la investigación son: Observación de campo no experimental y recopilación de información temática.

2.5.3 Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de datos

Las técnicas de procesamiento serán: Recolección de datos, procesamiento de información, presentación y divulgación de resultados. En cuanto al análisis se realizará un análisis cuantitativo de acuerdo a los parámetros técnicos y su interpretación de manera objetiva.

III. RESULTADOS

3.1 Procesamiento y análisis, e interpretación de datos.

3.1.1 Procesamiento y datos de aforo

Según el MINAGRI [10] para medir los caudales de los cauces, es recomendable usar el Método del Flotador, estimando la velocidad del agua y el área promedio de la sección del canal. El caudal se determina con:

$$Q = Fc \times A \times \frac{L}{T}$$

Donde:

Q = caudal (m³/s)

L = longitud del tramo (5 a 10) metros.

A = área, (m²)

T = tiempo promedio (s)

Fc = factor de corrección.

El valor de Fc se adopta según el tipo de río o canal y la profundidad del mismo, respecto a los valores de la siguiente tabla:

TABLA II. Determinación del factor de corrección Fc

Tipo de cauce	Factor de corrección FC
Canal revestido en concreto, profundidad del agua > 15cm	0.8
Canal en tierra, profundidad del agua > 15 cm	0.7
Riachuelos profundidad del agua > 15 cm	0.5
Canal en tierra, profundidad del agua < 15 cm	0.25 - 0.5

Fuente: MINAGRI [10]

Para este caso se toma el Factor FC = 0.8

Para realizar la verificación se tomaron tres tramos de 10 metros del tramo anterior puesto en el actual en temporadas de máximo caudal se encuentra en constante desborde, estos tramos que sean lo más recto posible y cuya sección sea también lo más uniforme posible para hacer los aforos de caudal.

- El primer tramo se tomó a partir de la progresiva 0+360, 10 metros aguas abajo.

- El segundo tramo se tomó a partir de la progresiva 0+380, 10 metros aguas abajo.
- El tercer tramo se tomó a partir de la progresiva 0+420, 10 metros aguas abajo.

Para aplicar el método se usó una botella de plástico de 0.5 litros y se procedió a llenarlo con agua hasta la mitad. Se establecieron dos marcas (inicio aguas arriba y final aguas abajo) para señalar un tramo de 10 m. Mediante un cronómetro se midió el tiempo que recorre la botella desde el inicio hasta el final, repitiendo el proceso por lo menos 5 veces para obtener un promedio.

A lo largo de cada tramo se hizo un sondeo de profundidades respecto al fondo del canal y también del ancho para obtener un promedio.

Los datos de velocidad obtenidos en campo se indican en la tabla:

TABLA III. Velocidad promedio en los tramos

Tramo	Distancia (m)	Tiempo (s)	Factor de corrección	Velocidad (m/s)	Pendiente (m/m)
I	10	2.8	0.8	2.86	0.07916
	10	2.8	0.8	2.86	0.07916
	10	2.9	0.8	2.76	0.07916
	10	2.8	0.8	2.86	0.07916
	10	2.9	0.8	2.76	0.07916
	10	2.8	0.8	2.86	0.07916
II	10	2.8	0.8	2.86	0.07916
	10	2.7	0.8	2.96	0.07916
	10	2.8	0.8	2.86	0.07916
	10	2.8	0.8	2.86	0.07916
	10	2.8	0.8	2.86	0.07916
III	10	2.8	0.8	2.86	0.07916
	10	2.8	0.8	2.86	0.07916
	10	2.9	0.8	2.76	0.07916
	10	2.8	0.8	2.86	0.07916
Velocidad promedio final =				2.84	

Siendo el área promedio de $A = 0.5 \times (y_{\text{promedio}}) = 0.5 \times 0.56 = 0.28 \text{ m}^2$ en la expresión:

$$Q = A \times V$$

$$Q = 0.28 \times 2.84$$

$$Q = \mathbf{0.80 \text{ m}^3/\text{s}}$$

3.1.2 Datos actuales geométricos e hidráulicos del tramo 0+540-0+790.60

- Longitud=250.60 m
- **Q = 0.80 m³/s**
- **S = 0.008636 (m/m)**
- Ancho de la base: **b = 0.50 m**
- Ancho de corona: **C = 0.10 m**
- Altura total: **H = 0.50 m**
- **n=0.017** (concreto en uso), **n=0.014** para propuesta

TABLA IV. Valores de rugosidad “n” de Manning para canales

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
Concreto			
Sin pulir	0.014	0.017	0.020

Fuente: Ven Te Chow [11]

3.1.3 Coeficientes de contracción y expansión

El coeficiente “C” tanto para la contracción como la expansión, puede ser asignado por el usuario (por defecto HEC-RAS, considera los valores de 0.1 y 0.3 para la contracción y expansión respectivamente).

TABLA V. Coeficientes de contracción y expansión

Transición	Contracción	Expansión
Sin transición	0	0.2
Transición gradual	0.1	0.3
Puentes	0.3	0.5
Transición abrupta	0.6	0.8

Fuente: Mateo del Horno [12]

3.2 Evaluación hidráulica de canal actual.

3.2.1 Modelado en Hec – Ras 6.3: método de flujo bajo y alto

EL HEC – RAS es un software que nos permite desarrollar un modelo hidráulico unidimensional en flujo constante y no constante en ríos y canales; el cual tiene una interfaz con los sistemas GSI mediante la extensión HEC – GEORAS.

Se inicia creando la carpeta para el proyecto, en este caso se llama “Canal de riego Occosa”

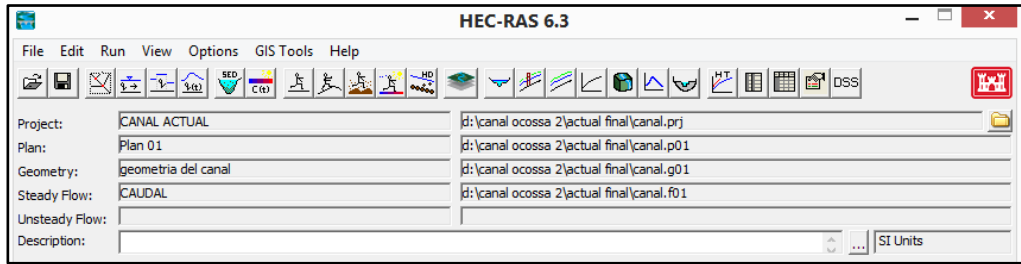


Fig. 7 Pantalla de inicio del Hec-Ras

Para el modelado de este canal se inicia con el trazo de que representa el cauce del eje central del tramo del canal a desarrollar, recalcando que el programa HEC-RAS dibuja de aguas abajo hacia aguas arriba.

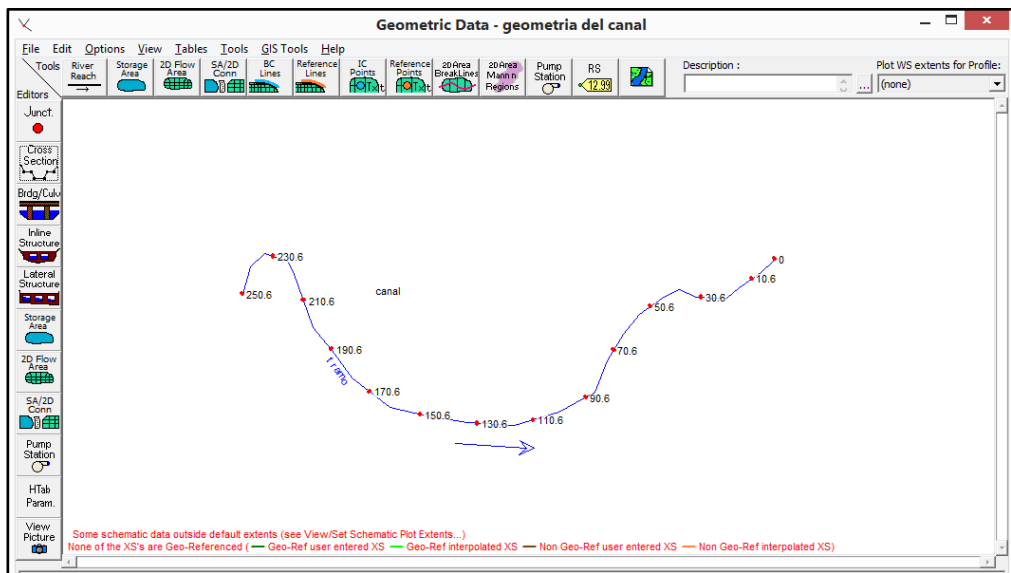


Fig. 8 Esquema general del canal

Luego de tener nuestro tramo pasamos a detallar la geometría de nuestras secciones transversales, desde el Km 0+540 hasta el Km 0+790.60, ya que, el programa por defecto dibuja aguas abajo hacia aguas arriba, nuestra cota de inicio “0” será la 0+790.60, cambiando solo el detalle en la descripción mas no teniendo efecto alguno en los resultados. En los detalles de las secciones también aplicaremos el valor de Manning identificado anteriormente de 0.017.

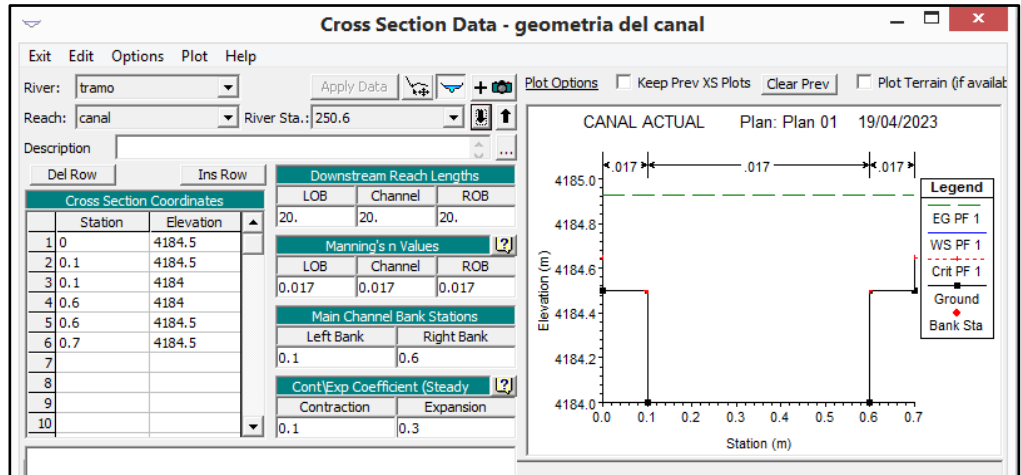


Fig. 9 Ingreso de la sección transversal final 0+540

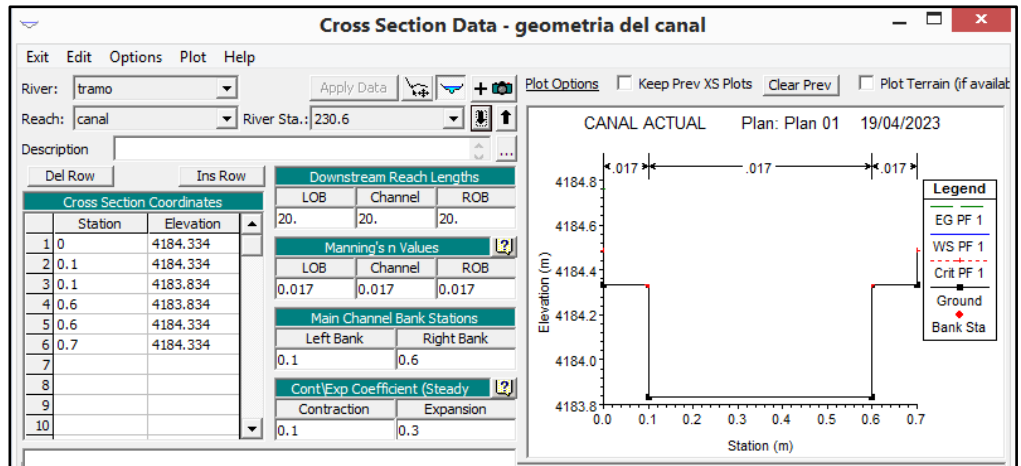


Fig. 10 Ingreso de la sección transversal 0+560

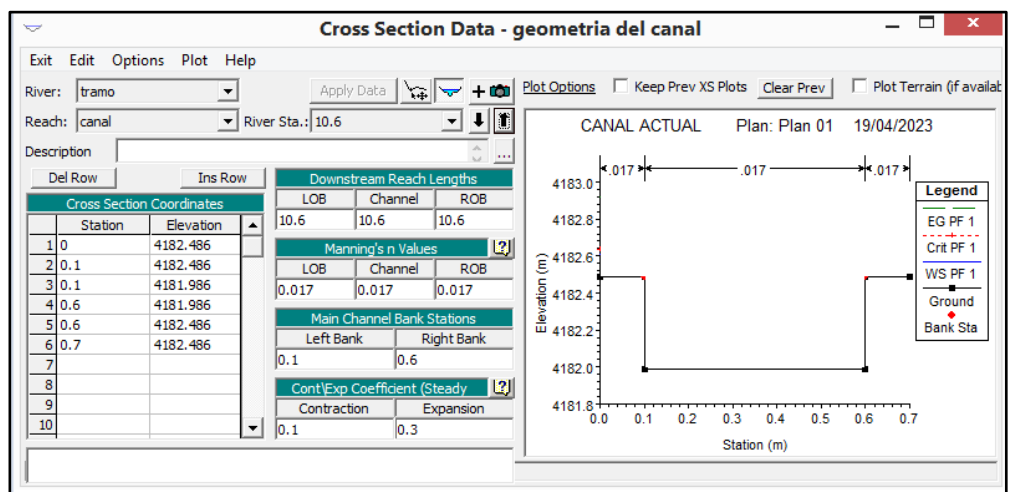


Fig. 11 Ingreso de la sección transversal 0+780

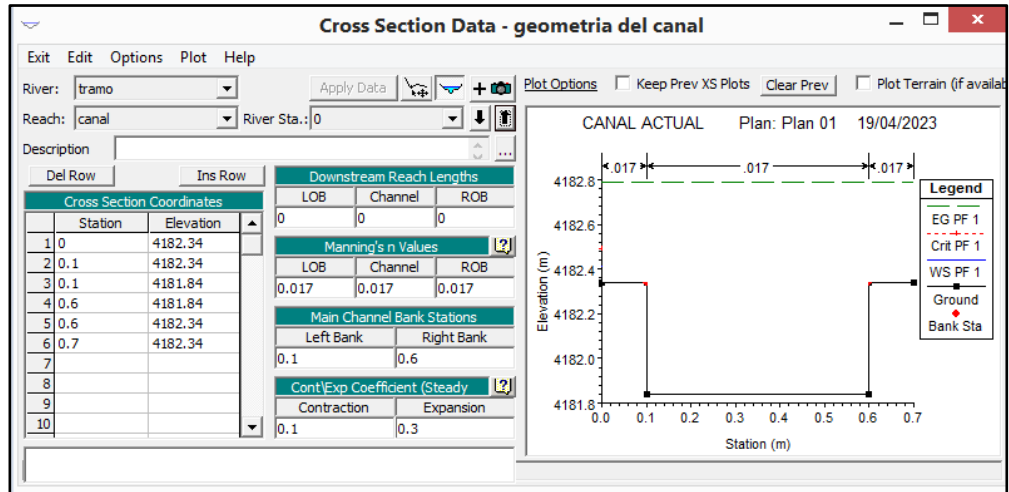


Fig. 12 Ingreso de la sección transversal inicial 0+790.60

3.2.2 Introducción de condiciones hidráulicas

Una vez ingresados los datos geométricos, se ingresan datos de flujo en “Steady flow data”, este consiste en el número de perfiles a ser computado y los datos de caudal.

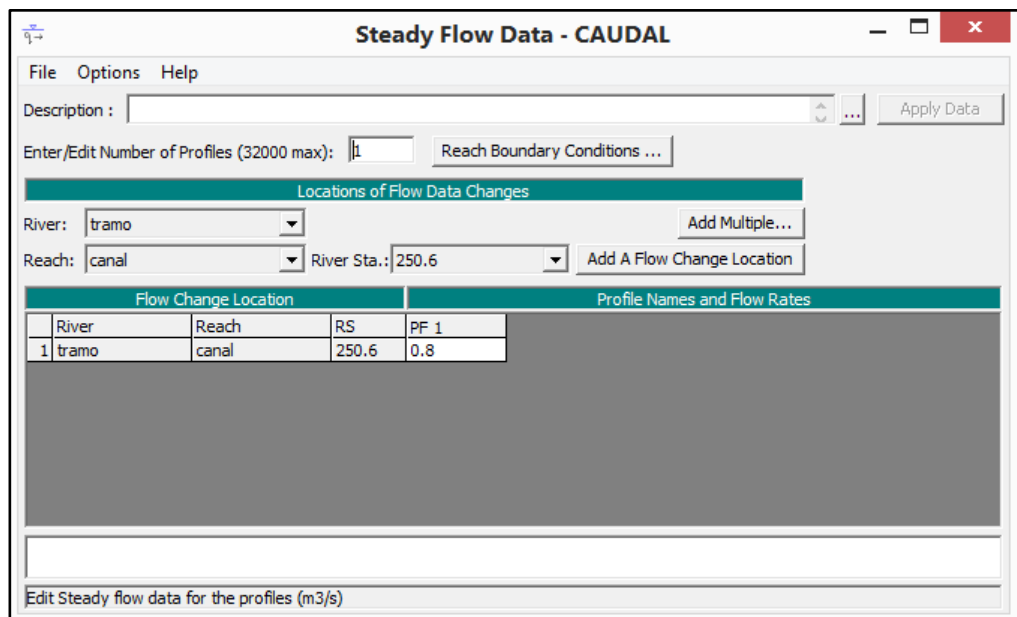


Fig. 13 Ingreso de condiciones de flujo

Si es un análisis de flujo mixto, se requiere ambas condiciones límite tanto aguas arriba como aguas abajo (como en este caso). El límite condiciona la forma de entrada de datos. El tramo en análisis se simuló en régimen permanente y flujo mixto (sub crítico y supercrítico); como condiciones de borde se utilizó como condición límite el criterio de tirante normal con pendiente 0.008636 m/m, al inicio y al final del tramo simulado. Una vez ingresados los datos geométricos y de flujo, se realizó la simulación para obtener los cálculos hidráulicos, para esto se creó el Plan01. Esto se encuentra en la

opción “93”, ya que no estamos seguros de que sea un flujo subcrítico o supercrítico, trabajaremos con la opción “Mixed”, seguido de esto realizaremos la opción “Compute” para dar inicio a la simulación.

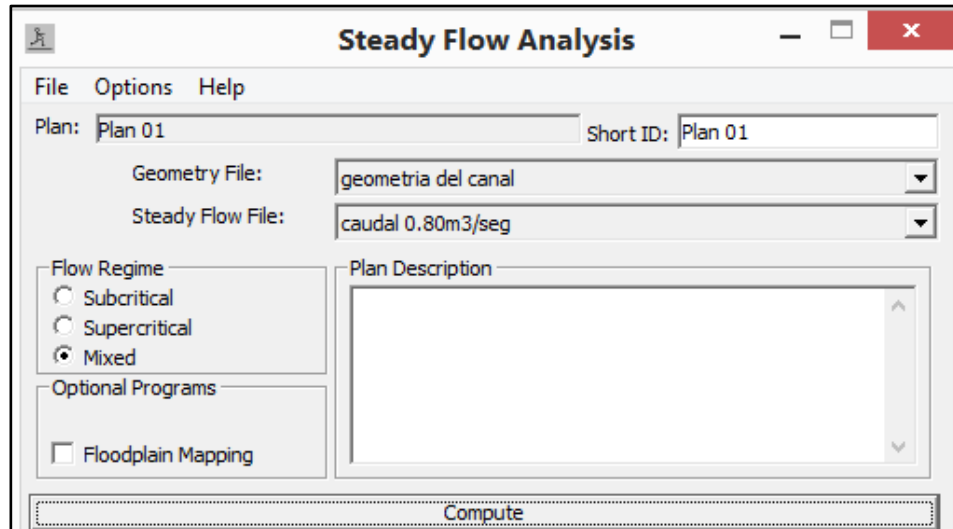


Fig. 14 Seleccionamos “compute” para dar inicio a la simulación

3.2.3 Niveles de agua en los diversos tramos del tramo del canal actual

A continuación, se presentan las secciones transversales como resultado de la modelación hidráulica con el HEC–RAS 6.3 del tramo del canal actual.

- La línea continua de color azul, es el tirante normal del agua.
- La línea segmentada color verde, es la línea de energía.
- La línea punteada de color rojo, es la línea del tirante crítico.

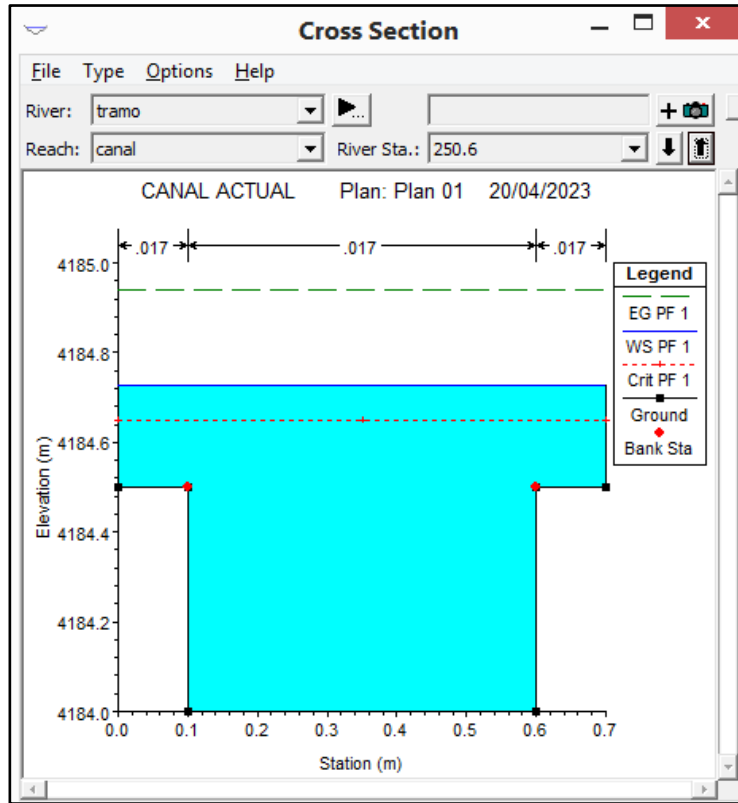


Fig. 15 Sección transversal 0+540 – actual, 23 cm de desborde

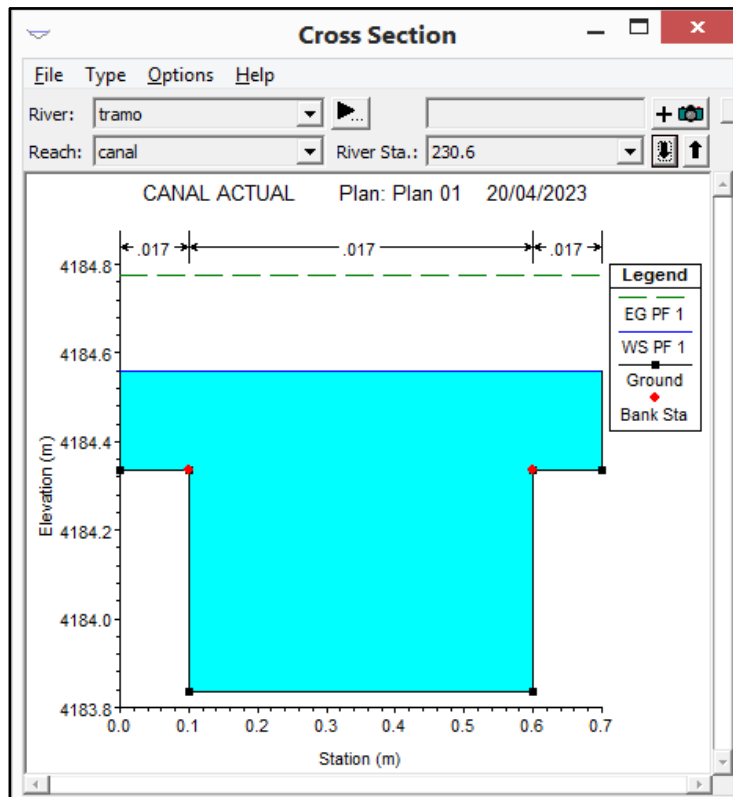


Fig. 16 Sección transversal 0+560

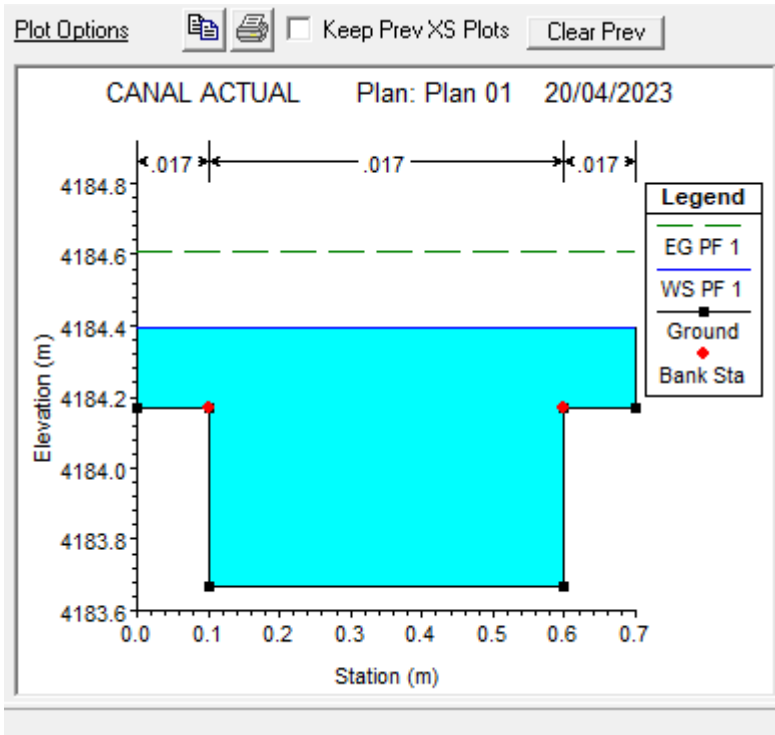


Fig. 17 Sección transversal 0+580

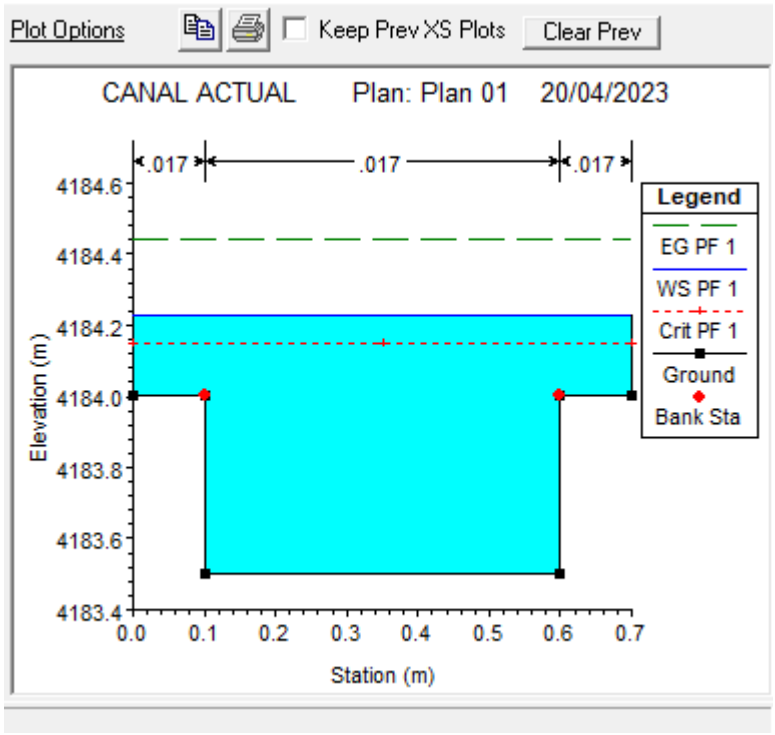


Fig. 18 Sección transversal 0+600

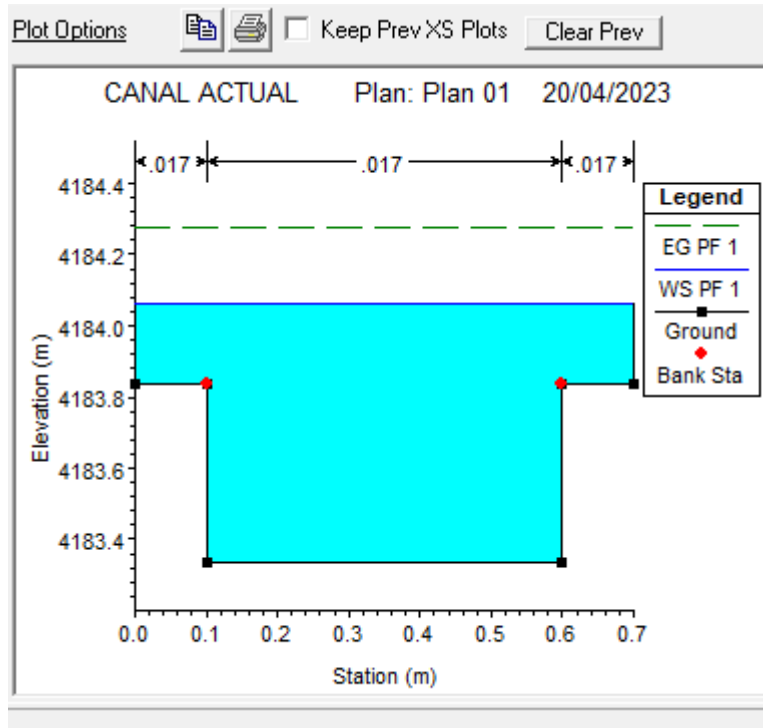


Fig. 19 Sección transversal 0+620

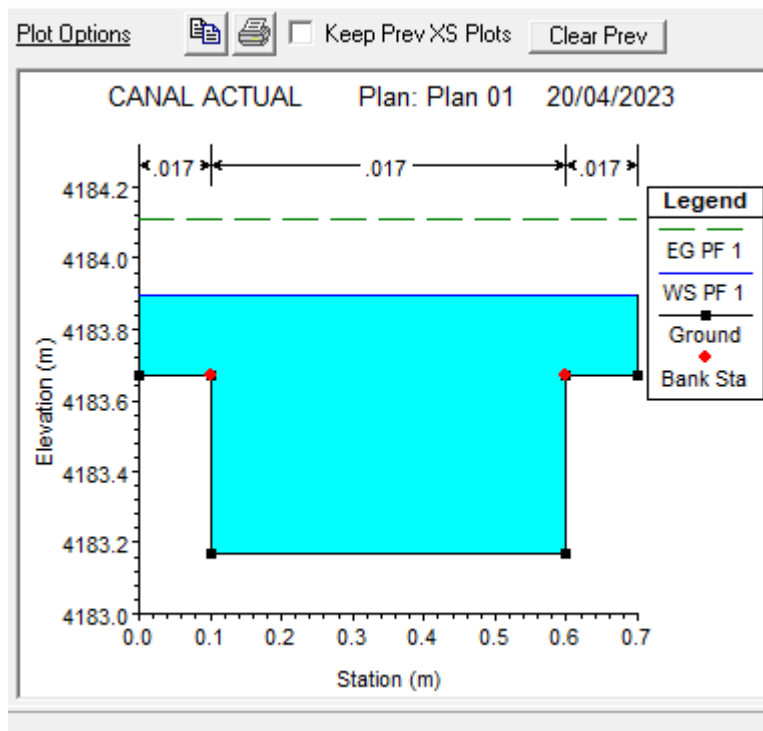


Fig. 20 Sección transversal 0+640

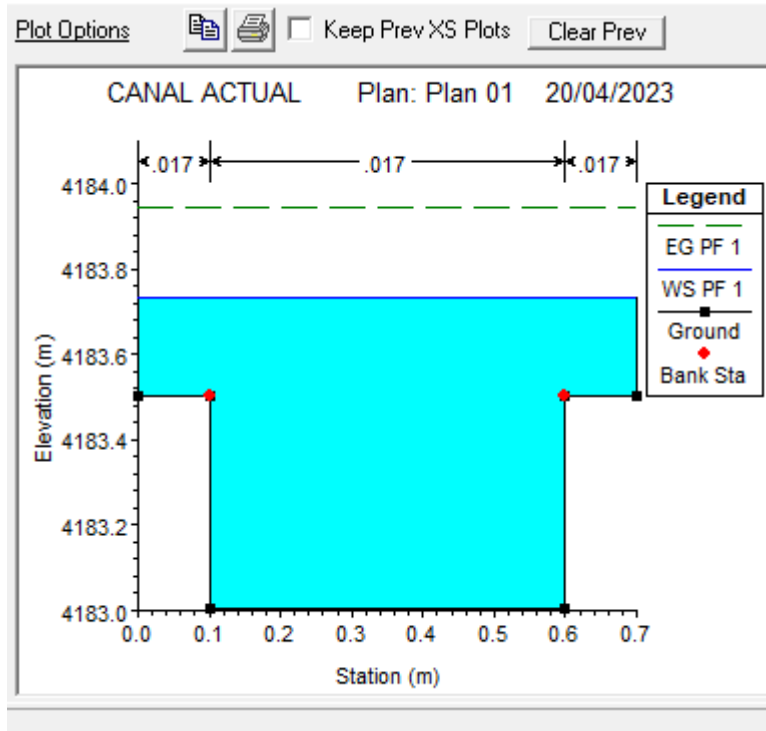


Fig. 21 Sección transversal 0+660

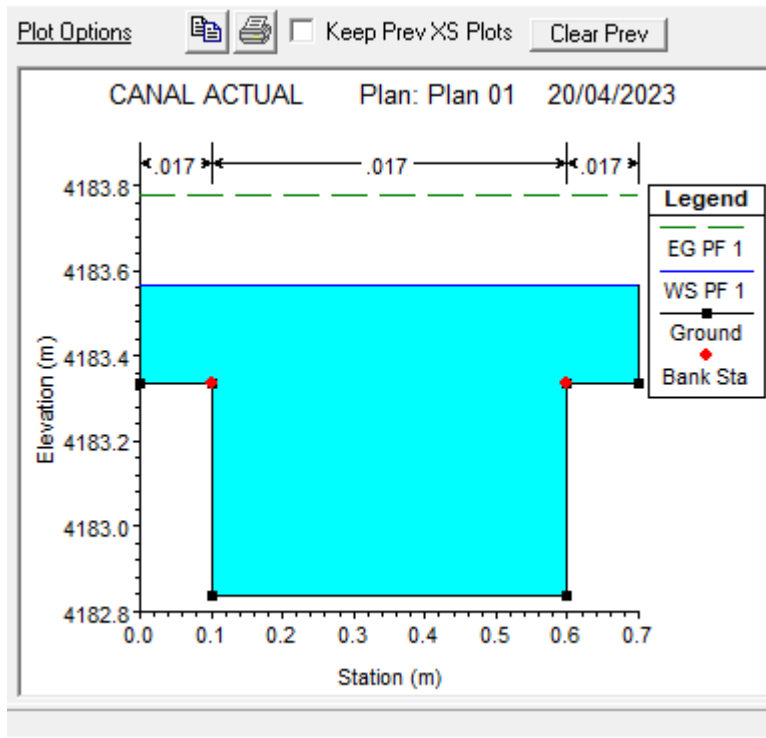


Fig. 22 Sección transversal 0+680

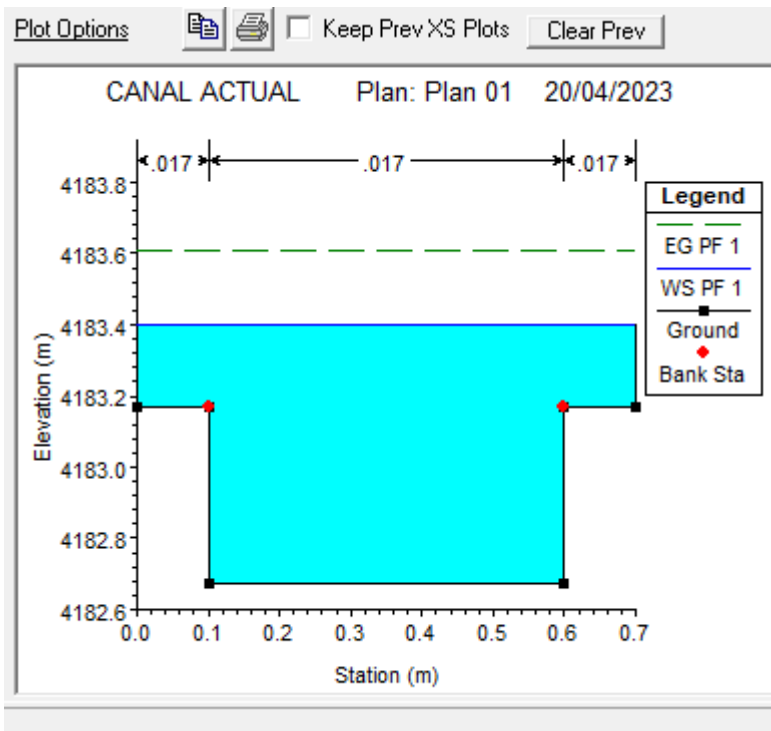


Fig. 23 Sección transversal 0+700

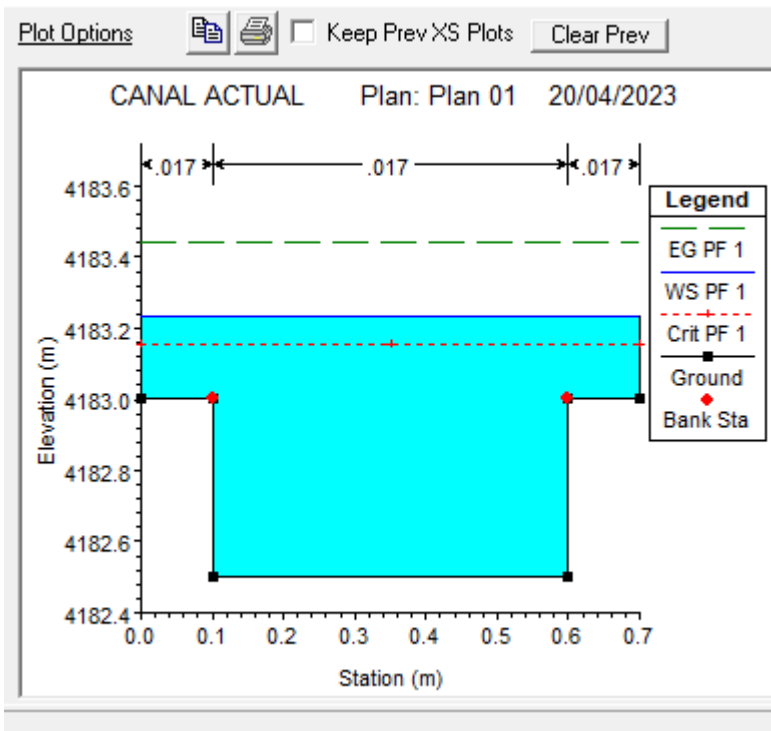


Fig. 24 Sección transversal 0+720

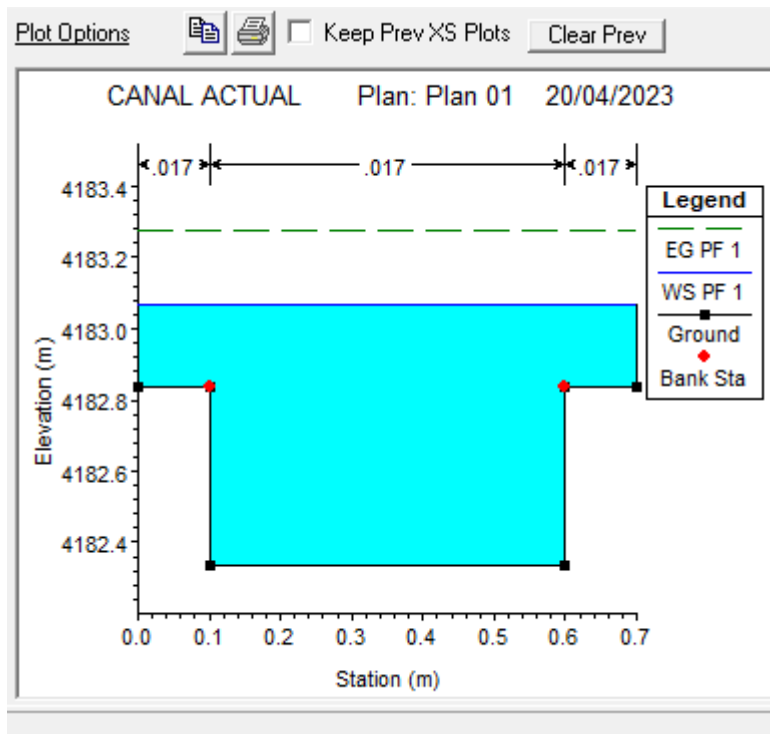


Fig. 25 Sección transversal 0+740

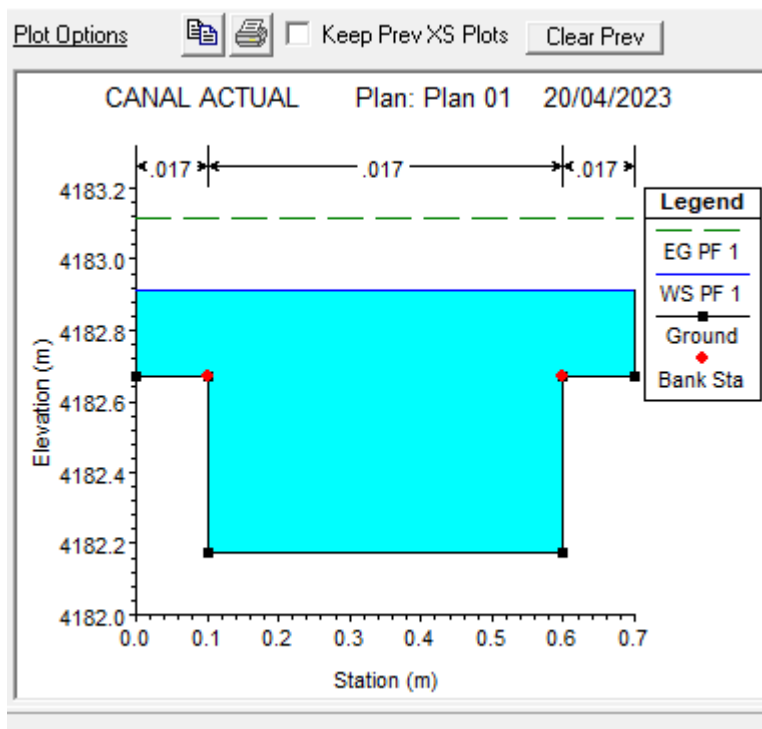


Fig. 26 Sección transversal 0+760

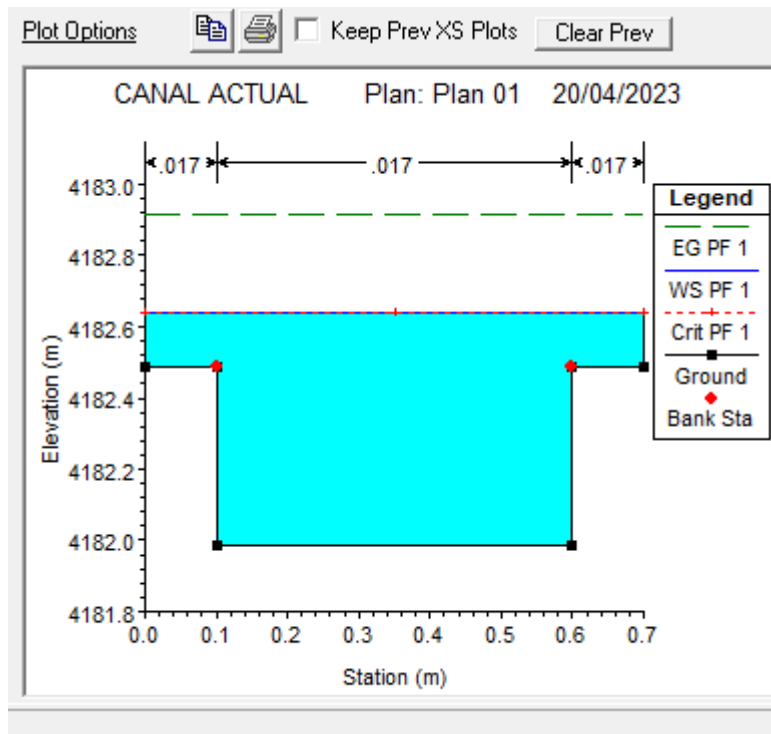


Fig. 27 Sección transversal 0+780 – actual, 16 cm de desborde

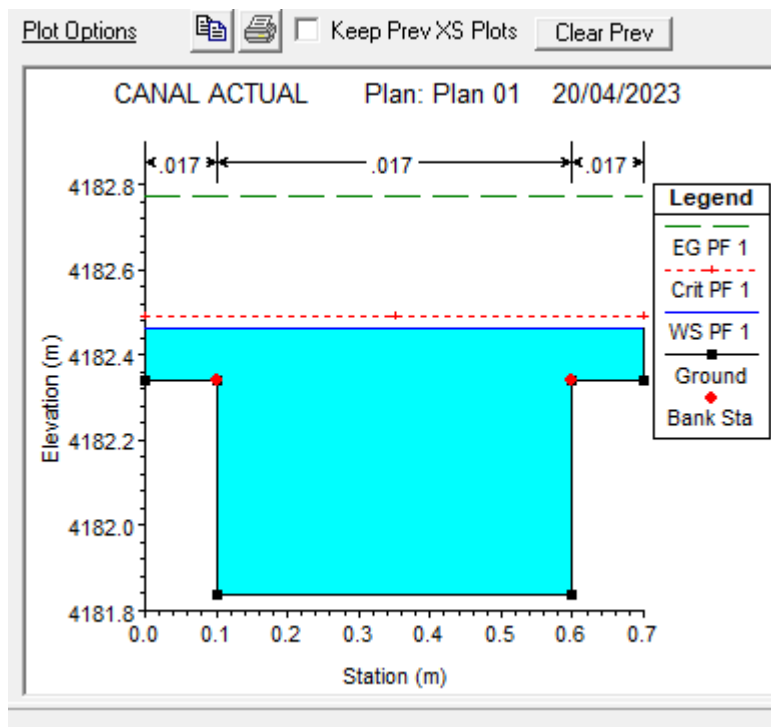


Fig. 28 Sección transversal inicial 0+790.60 – actual, 12 cm de desborde

3.2.4 Perfil de flujo en la zona de estudio

A continuación, se presenta el perfil de flujo del tramo del canal existente.

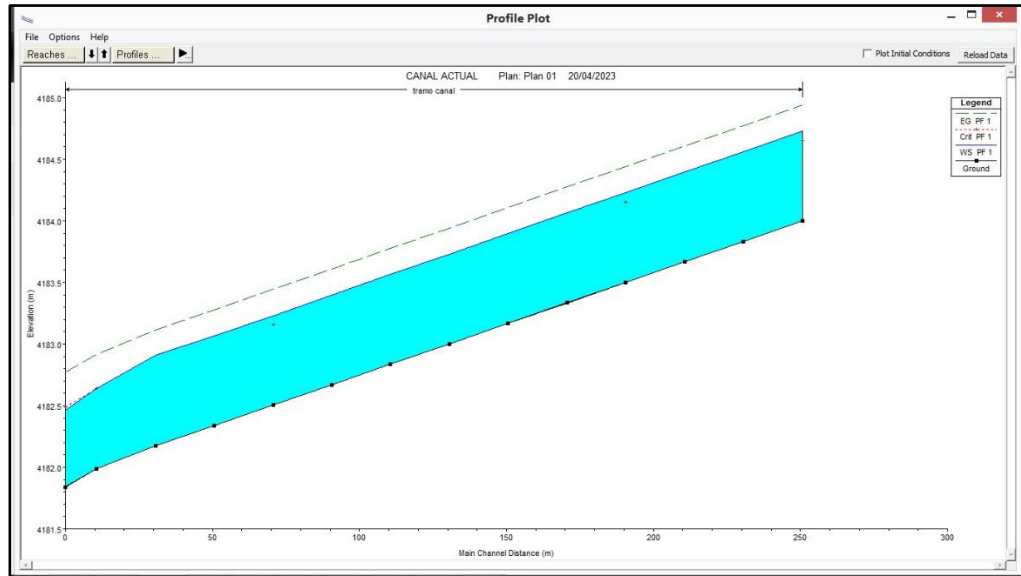


Fig. 29 Perfil longitudinal del tramo en estudio existente

3.2.5 Resumen de resultados del canal actual

Tras la simulación del canal actual, determinamos los caudales y tirantes críticos de cada sección transversal del canal a cada 20 metros. A continuación, presentamos los cuadros de resultados de los parámetros hidráulicos y geométricos calculados con el HEC-RAS 6.3 para la modelación del canal existente.

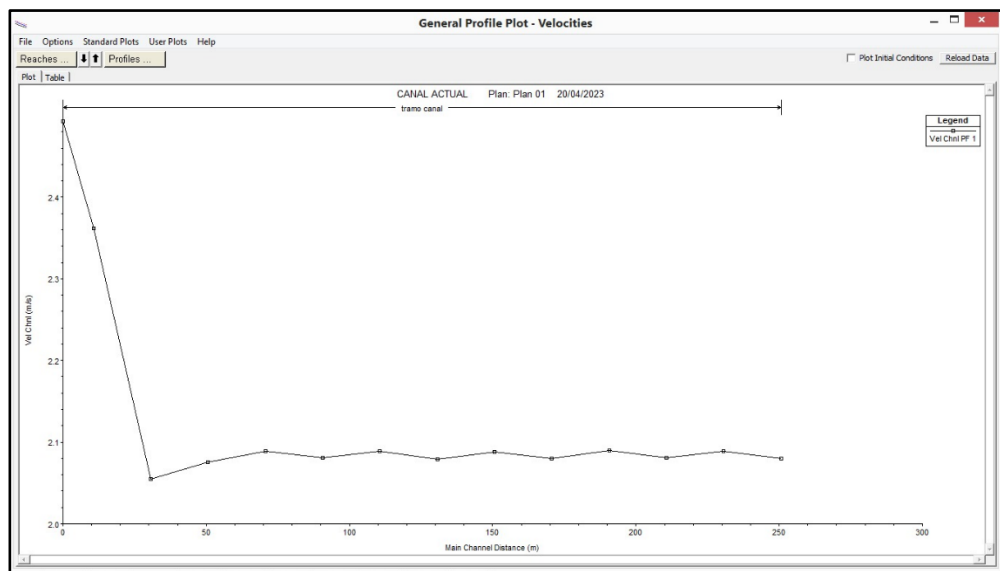


Fig. 30 Perfil de las velocidades a lo largo del tramo del canal actual

TABLA VI. Resumen de resultados de la modelación del canal existente

River State	Q Total (m3/seg)	Min Ch El (m)	W.S Elev (m)	Crit W.S (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Área (m2)	Froude #Chl
250.60	0.80	4184.00	4184.73	4184.65	4184.94	2.08	0.41	0.78
230.60	0.80	4183.83	4184.56		4184.77	2.09	0.41	0.78
210.60	0.80	4183.67	4184.40		4184.61	2.08	0.41	0.78
190.60	0.80	4183.50	4184.23	4184.15	4184.44	2.09	0.41	0.78
170.60	0.80	4183.33	4184.06		4184.28	2.08	0.41	0.78
150.60	0.80	4183.17	4183.90		4184.11	2.09	0.41	0.78
130.60	0.80	4183.00	4183.73		4183.94	2.08	0.41	0.78
110.60	0.80	4182.84	4183.56		4183.78	2.09	0.41	0.78
90.60	0.80	4182.67	4183.40		4183.61	2.08	0.41	0.78
70.60	0.80	4182.51	4183.23	4183.15	4183.45	2.09	0.41	0.78
50.60	0.80	4182.34	4183.07		4183.28	2.08	0.41	0.78
30.60	0.80	4182.17	4182.91		4183.12	2.05	0.42	0.76
10.60	0.80	4181.99	4182.64	4182.64	4182.91	2.36	0.36	0.93
0.00	0.80	4181.84	4182.46	4182.49	4182.77	2.49	0.34	1.01

3.3 Simulación hidráulica para propuesta de mejoramiento del canal actual.

3.3.1 Diseño con máxima eficiencia hidráulica

Se tomará una sección rectangular puesto que es la de más fácil mantenimiento y construcción, bajo la condición de:

$$R = y/2$$

Donde:

R = Radio hidráulico

y = Tirante del canal

- Tramo 0+540-0+790.60

- Longitud=250.60 m

- S = 0.008636 (m/m)

- Q = 0.80 m3/s

- n=0.014 (concreto)

- Aplicando la fórmula de Manning:

Dónde:

- Q = Caudal (m3 /s)

- n = Rugosidad

- A = Área (m2)

- R = Radio hidráulico = Área de la sección húmeda / Perímetro húmedo

- Determinando el tirante de la sección transversal.

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

Fig. 31 Sección Máxima Eficiencia Hidráulica S=0.008636

- Determinando las medidas de la sección transversal.

Se aplicaron las fórmulas del Manual del ANA [9].

- Tirante: $y = 0.42 \text{ m}$
- Ancho de la base: $b = 2*0.42=0.84 \text{ m}$, **$b \approx 0.50 \text{ m}$** (por proceso constructivo)
- Área: $A = 2*0.42*0.42 = 0.35 \text{ m}^2$
- Nuevo tirante: $y = 0.35 \text{ m}^2/0.50 \text{ m}=0.70 \text{ m}$, **$y=0.70 \text{ m}$**
- Perímetro mojado: $P = b + 2y = 0.50+2*0.7 = 1.90 \text{ m}$
- Radio hidráulico: $R = 0.35/1.90 = 0.18 \text{ m}$
- Borde libre: Para caudales entre 0.50-1.00 m³/s, **B.L.= 0.25 m.**
-

TABLA VII. Borde libre en función del caudal

Caudal m ³ /s	Revestido (cm)	Sin revestir (cm)
≤ 0.05	7.5	10
0.05 - 0.25	10	20
0.25 - 0.50	20	40
0.50 - 1.00	25	50
> 1.00	30	60

Fuente: ANA [9]

- Ancho de corona: $C = 0.10 \text{ m}$
- Altura total: $H = y + B.L. = 0.70 + 0.25 = 0.95 \text{ m}$, $H = 0.95 \text{ m}$
- Quedando la sección transversal:

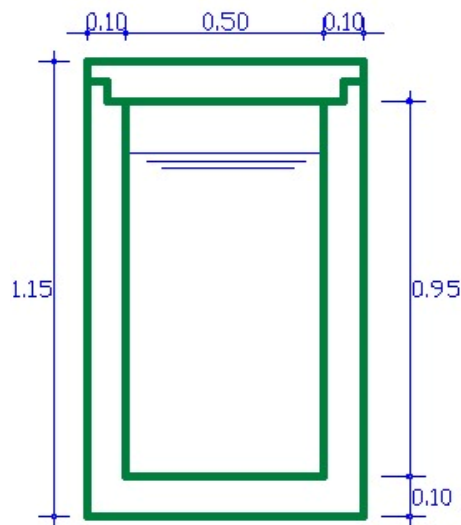


Fig. 32 Sección transversal para simulación

3.3.2 Modelación hidráulica del canal propuesto: método del flujo bajo y alto

Se inicia creando la carpeta para el proyecto, en este caso se llama “Canal de riego Occosa”

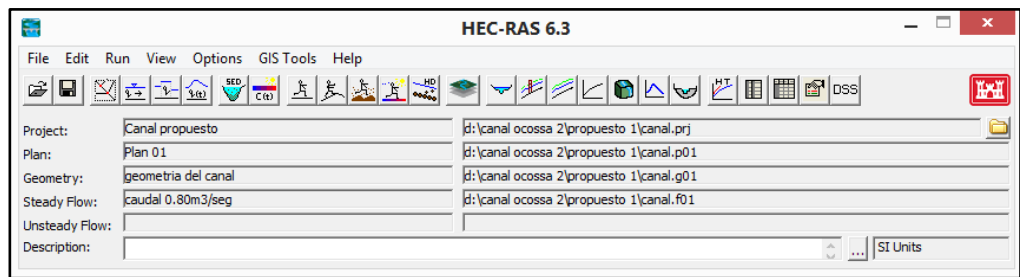


Fig. 33 Pantalla de inicio del Hec-Ras-propuesto

Para el modelado de este canal se inicia con el trazo de que representa el cauce del eje central del tramo del canal a desarrollar, recalcando que el programa HEC-RAS dibuja de aguas abajo hacia aguas arriba.

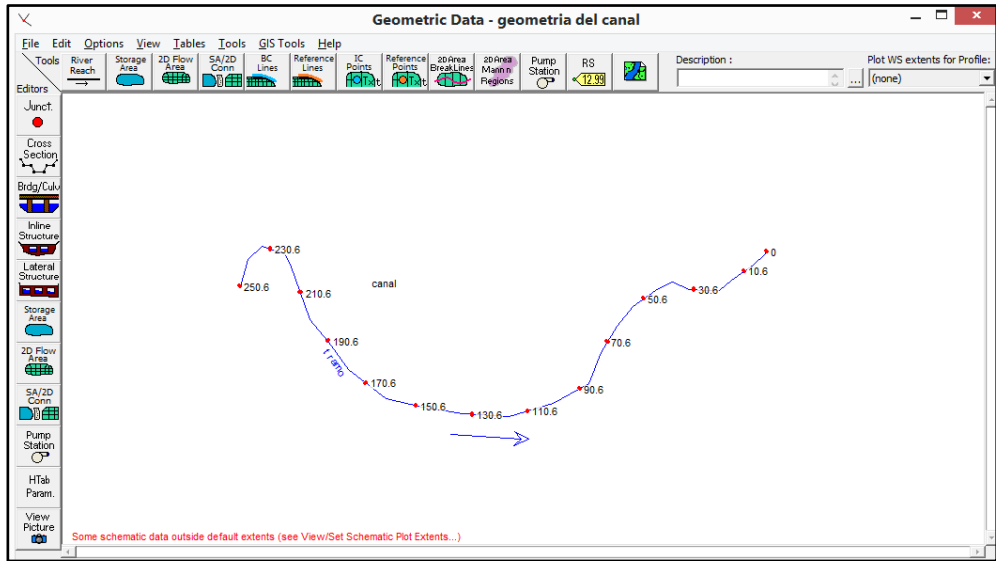


Fig. 34 Esquema general del tramo del canal

En los detalles de las secciones también aplicaremos el valor de Manning identificado anteriormente de 0.014.

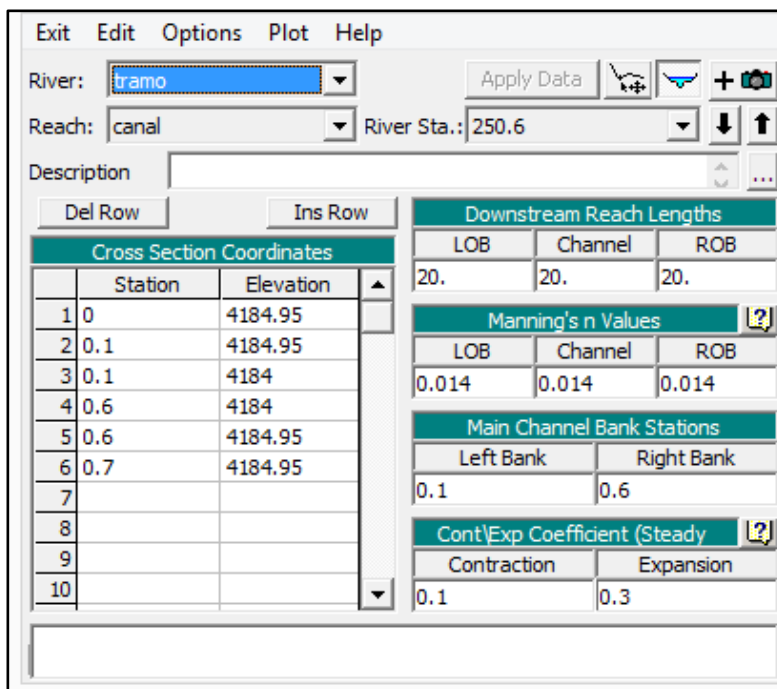


Fig. 35 Ingreso de la sección transversal final 0+540 – propuesta

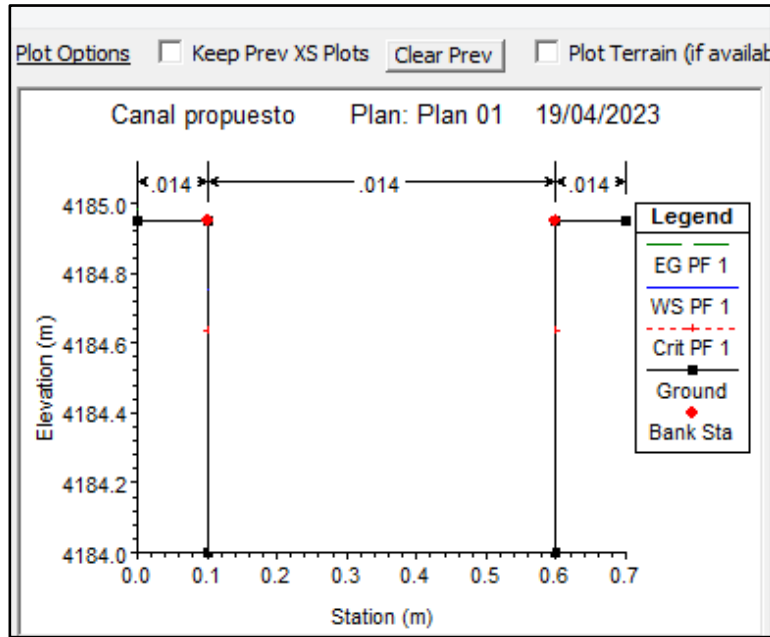


Fig. 36 Sección transversal final 0+540 – propuesta

Exit Edit Options Plot Help

River: tramo Apply Data

Reach: canal River Sta.: 0

Description

Cross Section Coordinates		
	Station	Elevation
1	0	4182.79
2	0.1	4182.79
3	0.1	4181.84
4	0.6	4181.84
5	0.6	4182.79
6	0.7	4182.79
7		
8		
9		
10		

Downstream Reach Lengths		
LOB	Channel	ROB
0	0	0

Manning's n Values		
LOB	Channel	ROB
0.014	0.014	0.014

Main Channel Bank Stations	
Left Bank	Right Bank
0.1	0.6

Cont\Exp Coefficient (Steady)	
Contraction	Expansion
0.1	0.3

Fig. 37 Ingreso de la sección transversal inicial 0+790.60 – propuesta

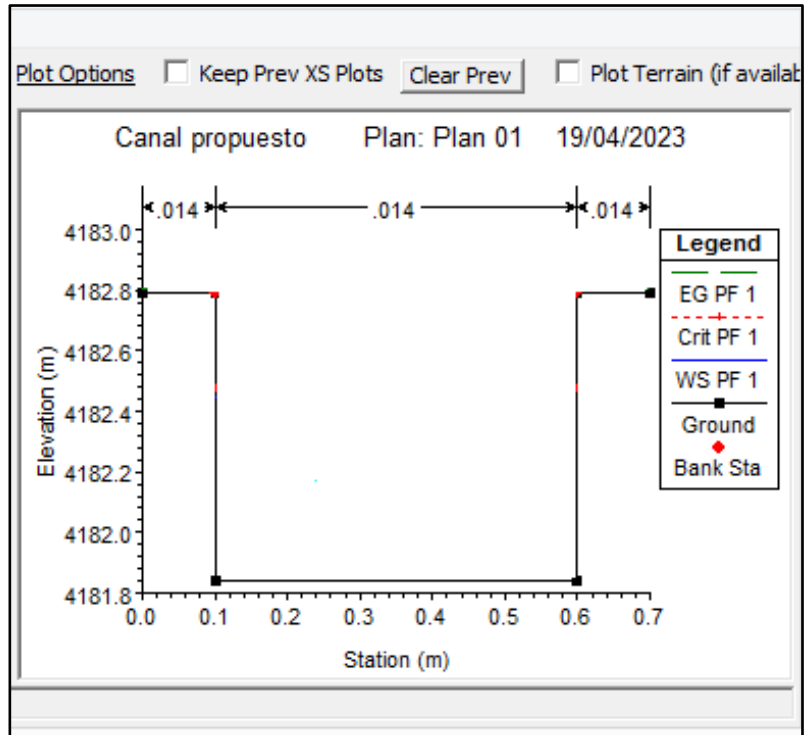


Fig. 38 Sección transversal inicial 0+790.60 - propuesta

3.3.3 Niveles de agua en los diversos tramos del tramo del canal propuesto

A continuación, se presentan las secciones transversales como resultado de la modelación hidráulica con el HEC-RAS 6.3.

- La línea continua de color azul, es el tirante normal del agua.
- La línea segmentada color verde, es la línea de energía.
- La línea punteada de color rojo, es la línea del tirante crítico.

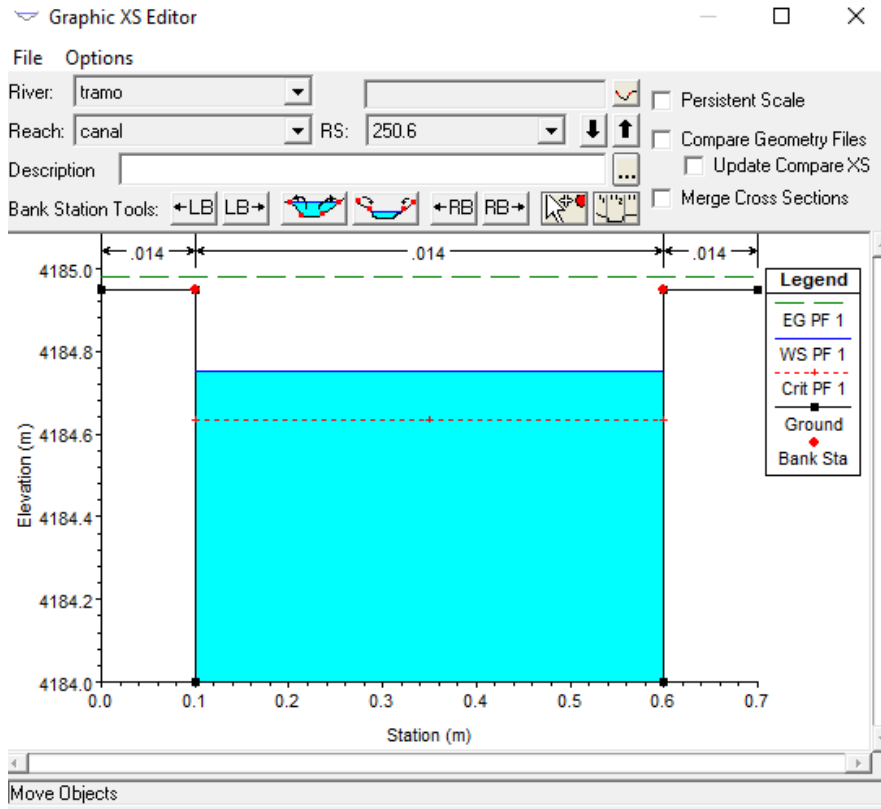


Fig. 39 Sección transversal 0+540 – propuesta, 20 cm de borde libre

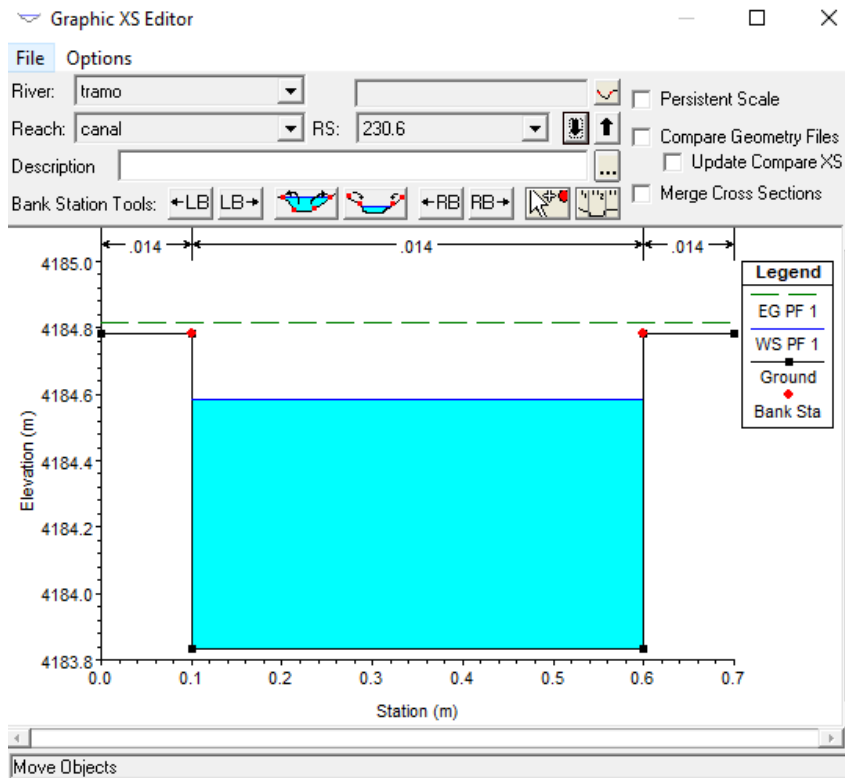


Fig. 40 Sección transversal 0+560 – propuesta

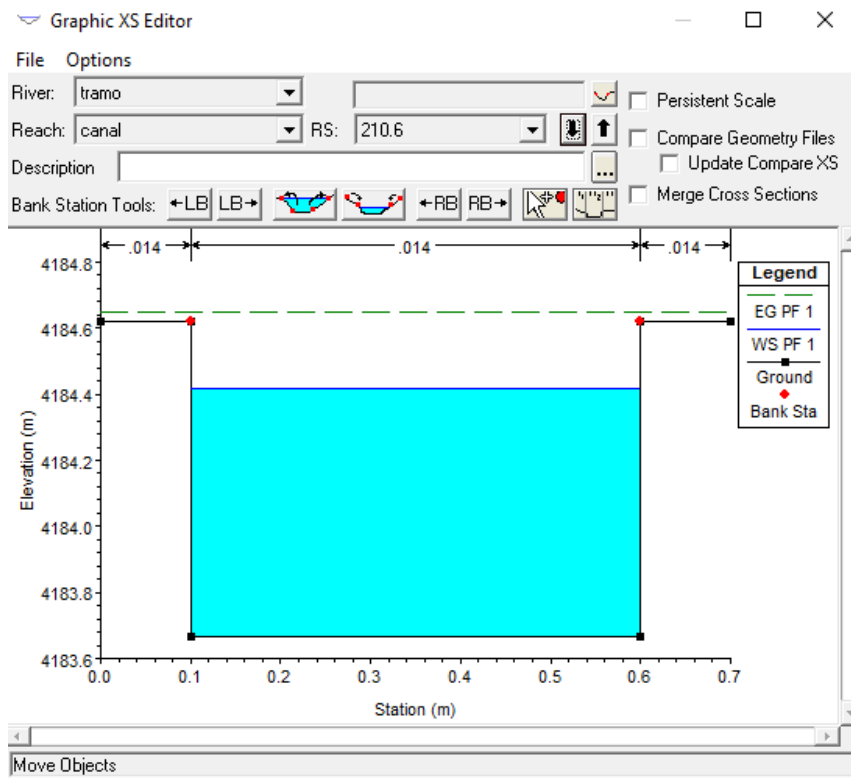


Fig. 41 Sección transversal 0+580 – propuesta

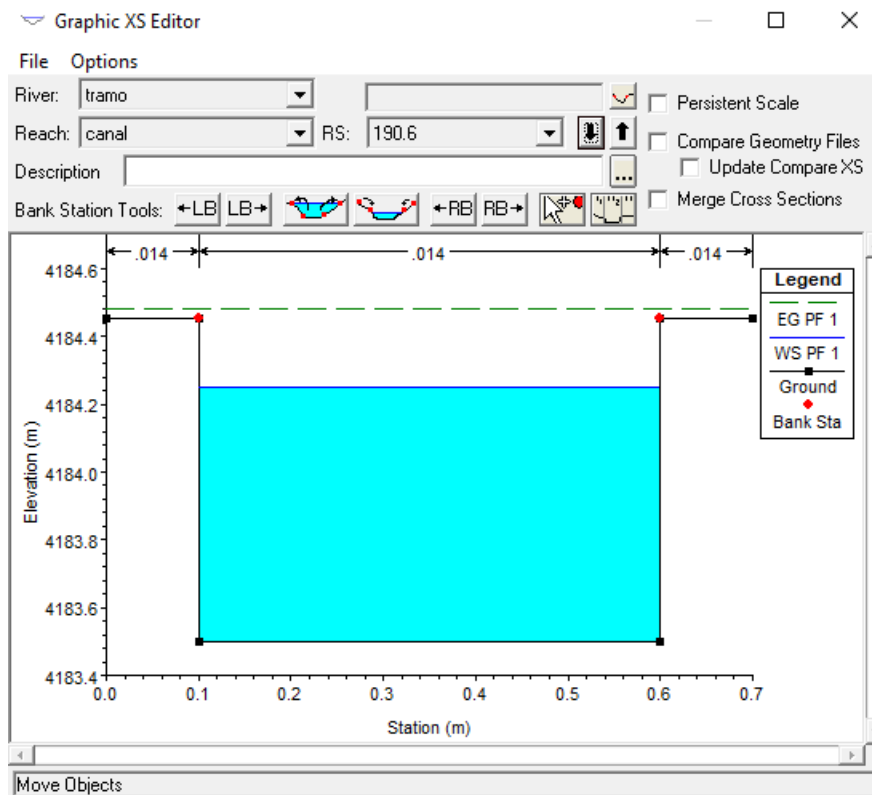


Fig. 42 Sección transversal 0+600 – propuesta

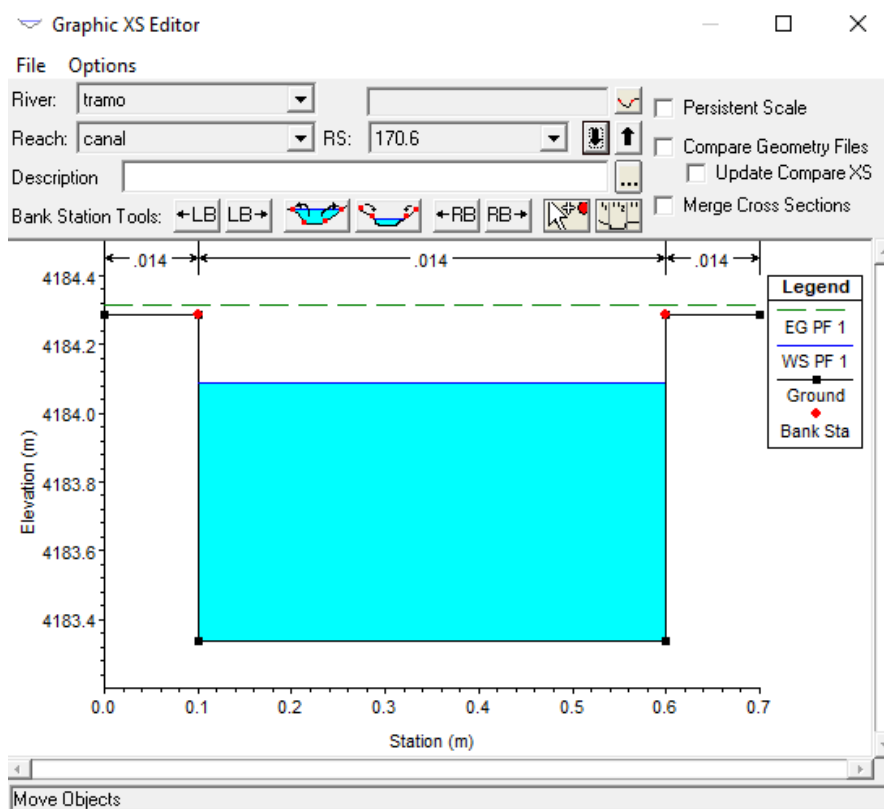


Fig. 43 Sección transversal 0+620 – propuesta

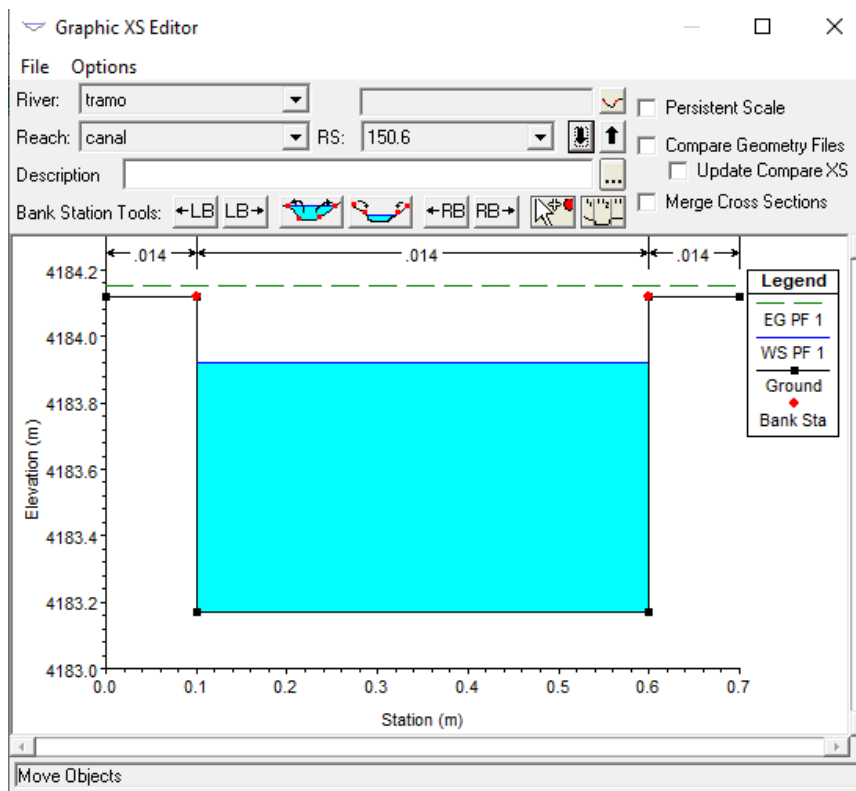


Fig. 44 Sección transversal 0+640 – propuesta

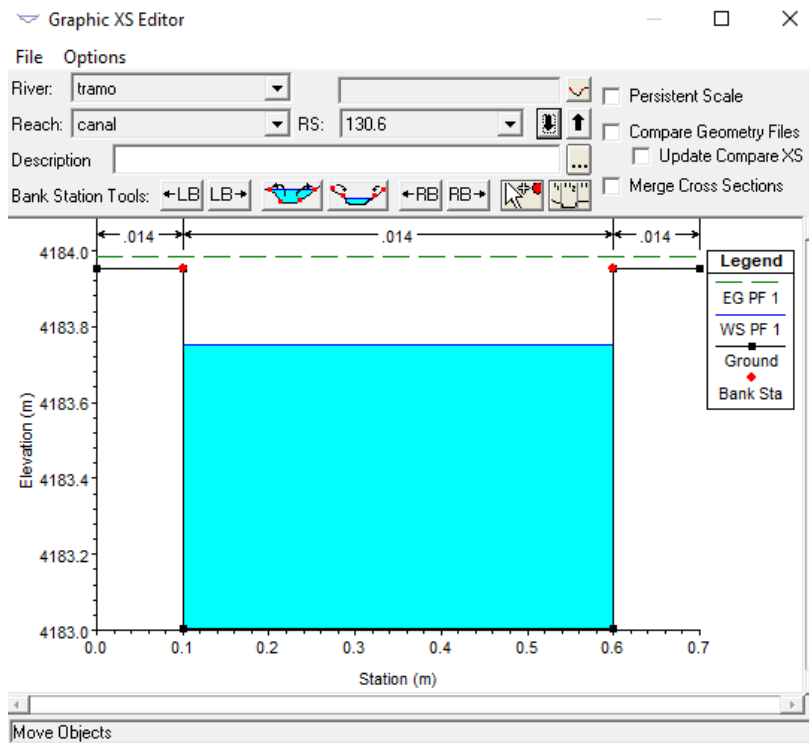


Fig. 45 Sección transversal 0+660 – propuesta

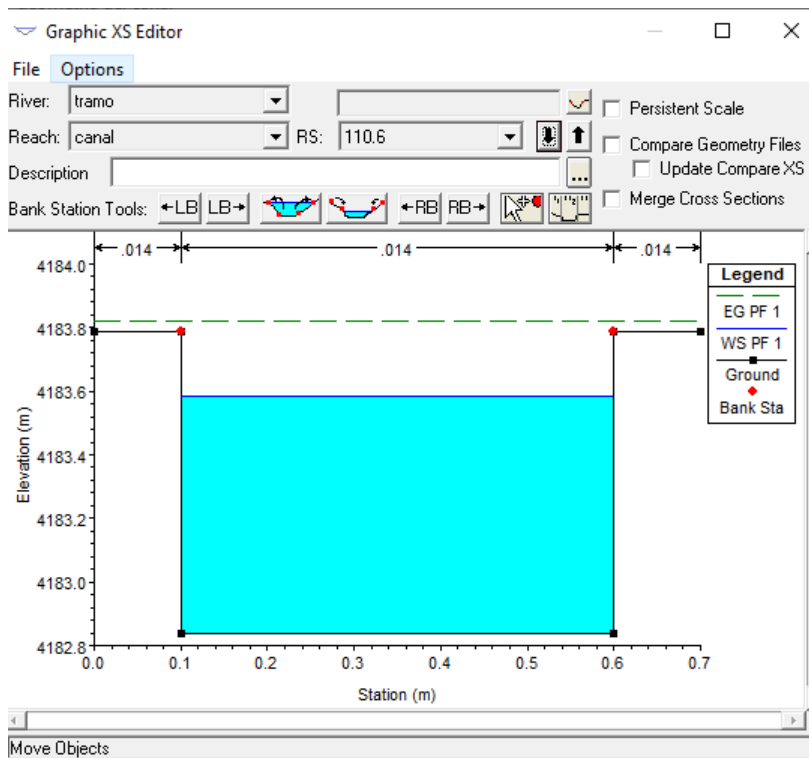


Fig. 46 Sección transversal 0+680 – propuesta

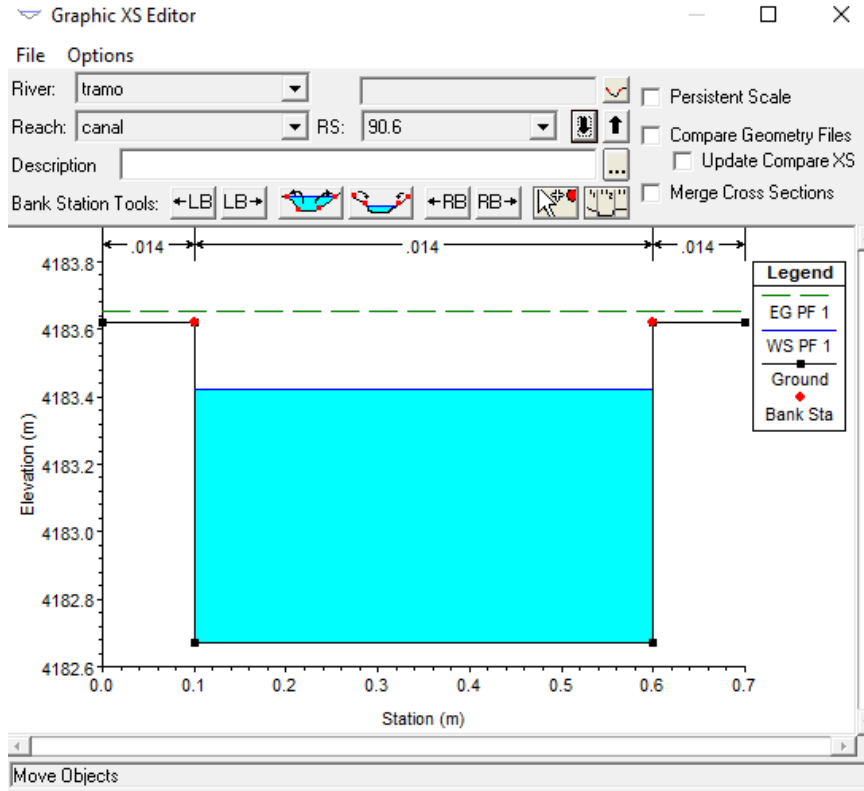


Fig. 47 Sección transversal 0+700 – propuesta

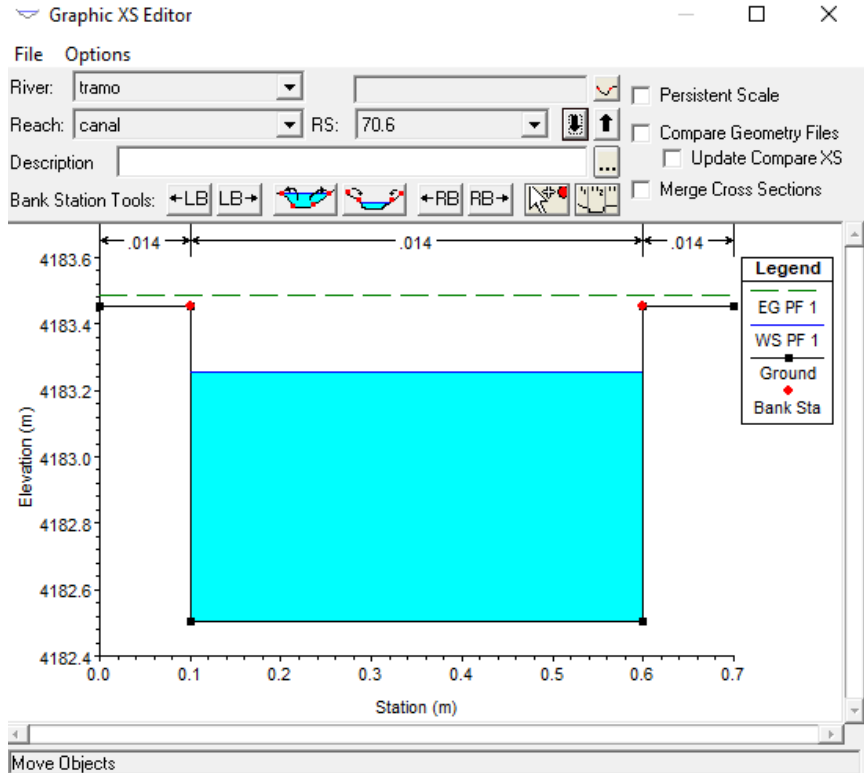


Fig. 48 Sección transversal 0+720 – propuesta

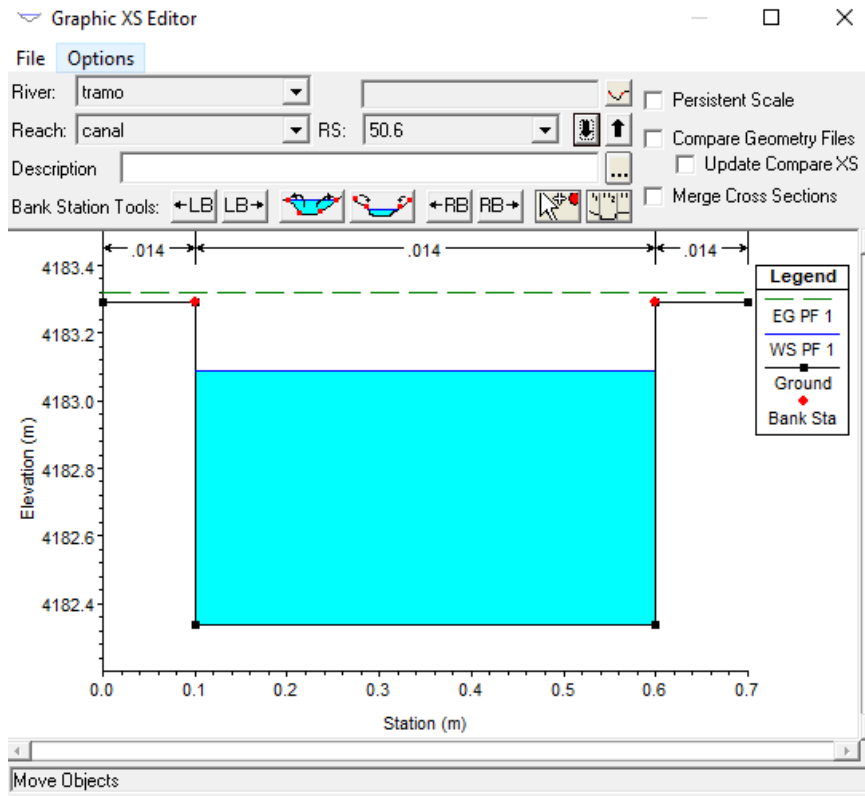


Fig. 49 Sección transversal 0+740 – propuesta

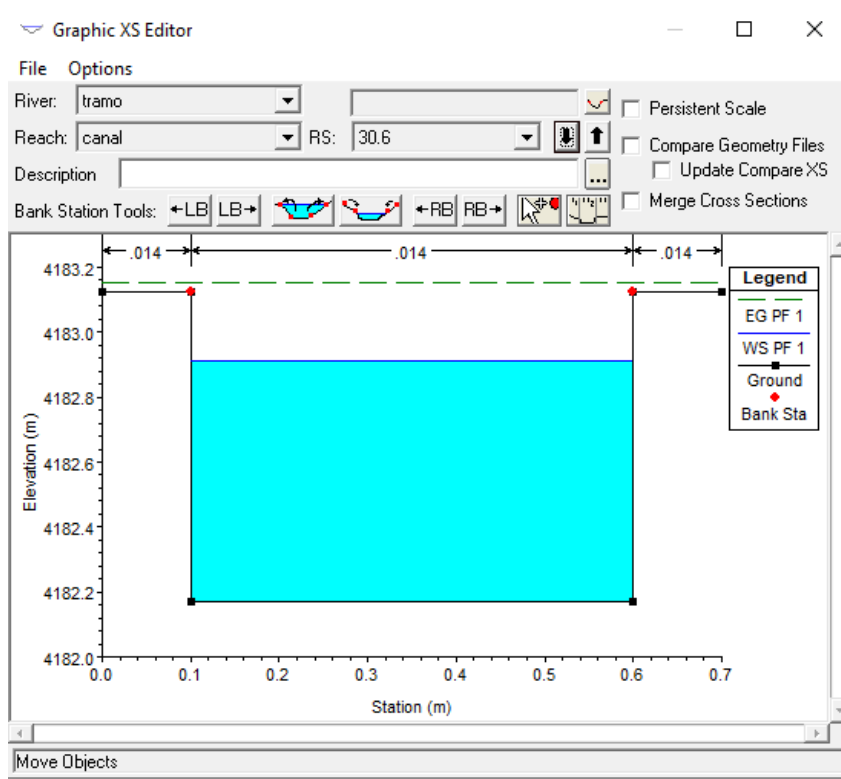


Fig. 50 Sección transversal 0+760 – propuesta

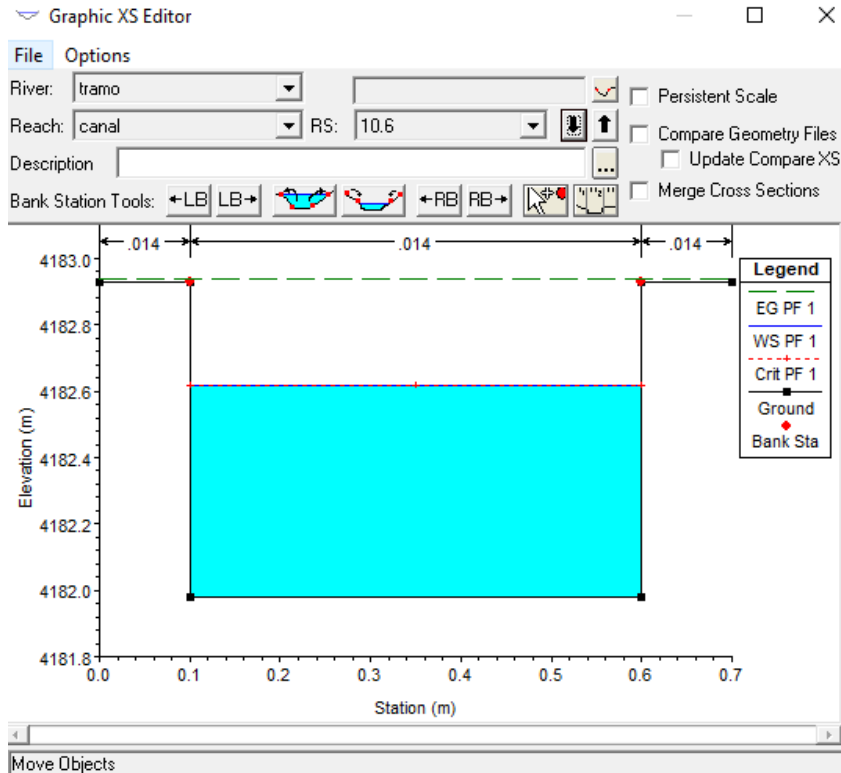


Fig. 51 Sección transversal 0+780 – propuesta, 30 cm de borde libre

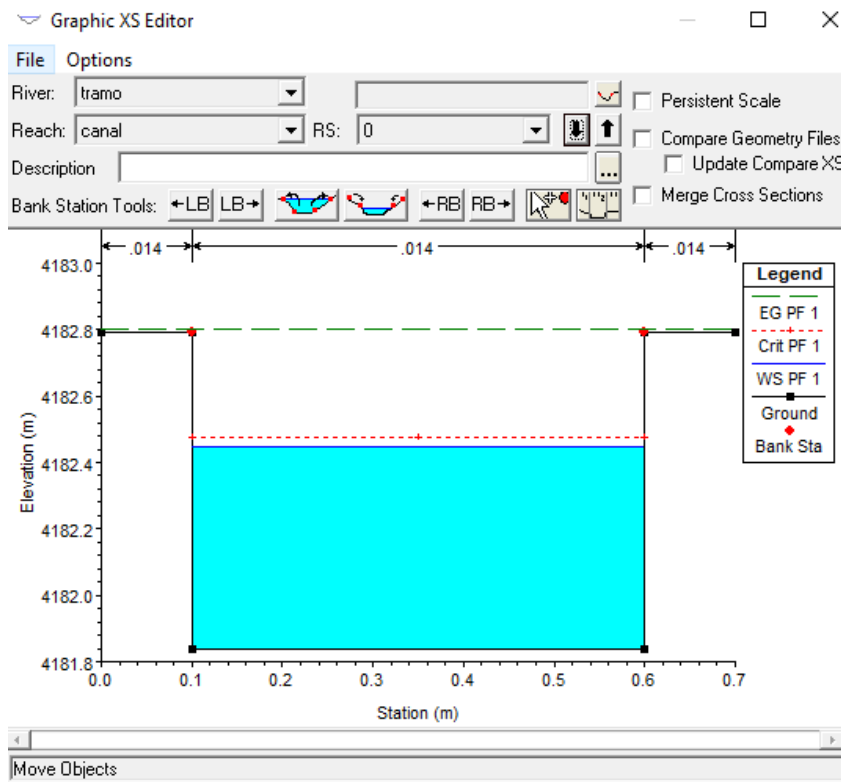


Fig. 52 Sección transversal inicial 0+790.60 – propuesta, 33 cm de borde libre

3.3.4 Perfil de flujo en la zona de estudio

A continuación, se presenta el perfil de flujo del canal existente.

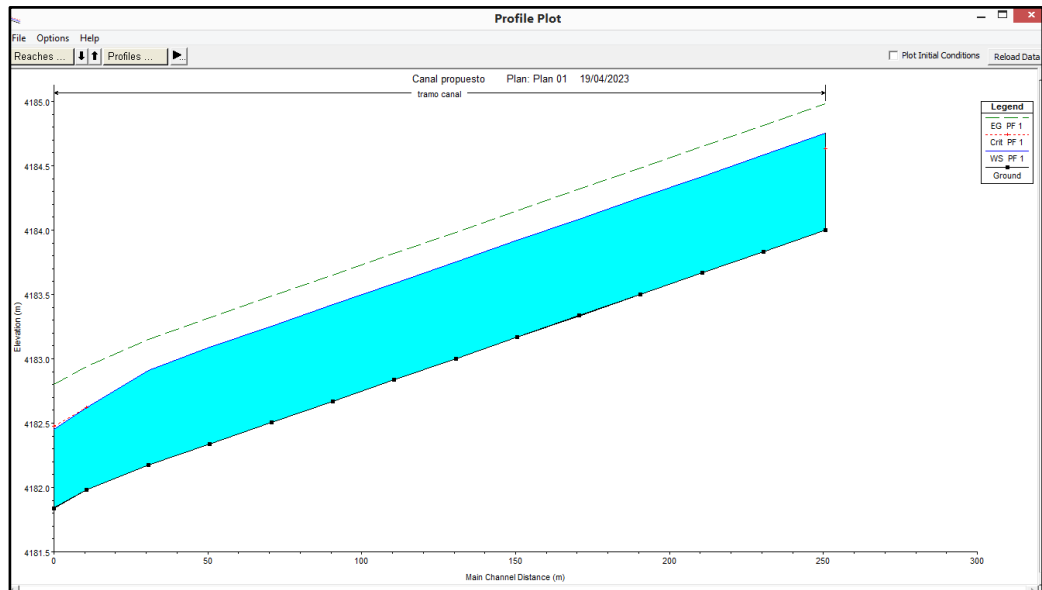


Fig. 53 Perfil longitudinal del tramo en estudio-canal propuesta

3.3.5 Resumen de resultados del canal propuesto

Tras la simulación del canal actual, determinamos los caudales y tirantes críticos de cada sección transversal del canal a cada 20 metros. A continuación, presentamos los cuadros de resultados de los parámetros hidráulicos y geométricos calculados con el HEC-RAS 6.3 para la modelación del canal propuesto.

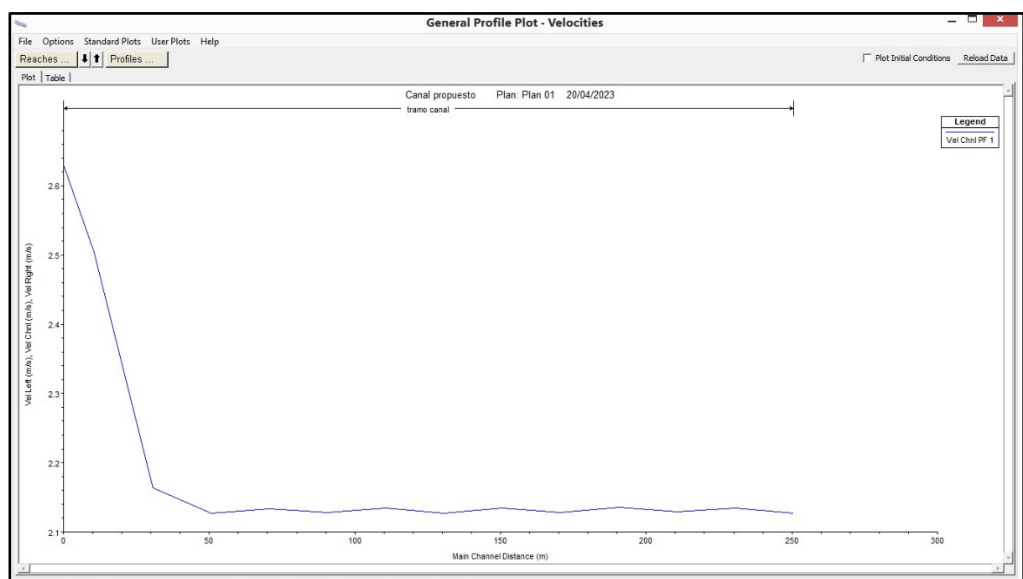


Fig. 54 Perfil de las velocidades a lo largo del tramo del canal propuesto

TABLA VIII. Resumen de resultados de la modelación-canal propuesta

River State	Q Total (m3/seg)	Min Ch El (m)	W.S Elev (m)	Crit W.S (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Froude #Chl
250.60	0.80	4184.00	4184.75	4184.64	4184.98	2.13	0.38	0.78
230.60	0.80	4183.83	4184.58		4184.82	2.13	0.37	0.79
210.60	0.80	4183.67	4184.42		4184.65	2.13	0.38	0.78
190.60	0.80	4183.50	4184.25		4184.48	2.14	0.37	0.79
170.60	0.80	4183.33	4184.09		4184.32	2.13	0.38	0.78
150.60	0.80	4183.17	4183.92		4184.15	2.13	0.37	0.79
130.60	0.80	4183.00	4183.75		4183.98	2.13	0.38	0.78
110.60	0.80	4182.84	4183.59		4183.82	2.13	0.37	0.79
90.60	0.80	4182.67	4183.42		4183.65	2.13	0.38	0.78
70.60	0.80	4182.51	4183.26		4183.49	2.13	0.38	0.79
50.60	0.80	4182.34	4183.09		4183.32	2.13	0.38	0.78
30.60	0.80	4182.17	4182.91		4183.15	2.16	0.37	0.80
10.60	0.80	4181.98	4182.62	4182.62	4182.94	2.50	0.32	1.00
0.00	0.80	4181.84	4182.45	4182.48	4182.80	2.63	0.30	1.08

3.4 Verificación de hipótesis.

3.4.1 Verificación de hipótesis específicas.

- La evaluación hidráulica del canal de riego Occosa, tipo acueducto, influye en optimizar la eficiencia hidráulica, distrito Oyolo, provincia Páucar del Sara Sara, Ayacucho – 2022.

Contrastación:

Se concluye que **influye**, ya que, nos permitió visualizar el canal existente, poder corroborar los problemas presentes de desbordes en el tramo y con ello saber cuál sería la solución que se plantearía en la simulación hidráulica de un nuevo tramo, donde se propuso aumentar la altura interna, manteniendo la cota de rasante por procesos constructivos y con ello empezar el proceso de optimizar la eficiencia hidráulica del canal.

- La simulación hidráulica del canal de riego Occosa tipo acueducto, influye en optimizar la eficiencia hidráulica, distrito Oyolo, provincia Páucar del Sara Sara, Ayacucho – 2022.

Contrastación:

Se concluye que **influye**, ya que, habiendo realizado la simulación, se obtienen los datos hidráulicos finales como la velocidad del tramo, tipo de flujo, altura necesaria

del tramo del canal y así poder realizar la propuesta hidráulica que abarcará los planos hidráulicos respectivos para optimizar la eficiencia hidráulica del canal.

3.4.2 Verificación de hipótesis general.

La evaluación y simulación hidráulica del canal de riego Occosa tipo acueducto, permite optimizar la eficiencia hidráulica, distrito de Oyolo, Páucar del Sara Sara, Ayacucho-2022.

Contrastación:

Habiendo verificado las dos anteriores hipótesis específicas, se da por válida la presente hipótesis general.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- a) Respecto a la evaluación hidráulica se tiene el canal existente de 0.50 m x 0.50 m, el desborde que este presenta es constante y con un valor máximo de 0.23 m, esto se debe a varios factores, uno de ellos la falta de altura de la sección del canal y la falta de mantenimiento, este canal presenta velocidades entre 2.05 m/s - 2.49 m/s con ello están por encima de la mínima ANA [9] “El valor de 0.80 m/s se considera como la velocidad apropiada que no permite sedimentación y además impide el crecimiento de plantas en el canal” y por debajo de la velocidad máxima ANA [9] “La U.S. BUREAU OF RECLAMATION, recomienda que, para el caso de revestimiento de canales de hormigón no armado, las velocidades no deben exceder de 2.5 – 3.0 m/s. Para evitar la posibilidad de que el revestimiento se levante”, por lo tanto, se evidencia el problema solo en el tema de desborde.
- b) Respecto a la simulación hidráulica esta propuesta se desarrolló en la modalidad de diseño de Máxima Eficiencia Hidráulica, en esta nueva propuesta su modelación fue optima con dimensiones propuesta de 0.50 m x 0.95 m, con un borde libre final mínimo de 0.20 m, teniendo unas velocidades entre 2.13 m/s - 2.63 m/s, estando por encima de la mínima y por debajo de la máxima permitida recomendables, de esta manera asegurando su óptimo desempeño, en las secciones se puede apreciar que le borde libre mínimo es de 20 cm en el caso más crítico, dando así holgura al canal y eliminando el problema de desborde.
- c) Al realizarse tanto la evaluación como la simulación hidráulica con Hcanales y Hec-Ras, nos permitió comparar y afinar los resultados que se fueron obteniendo.

V. CONCLUSIONES

- a) La evaluación hidráulica del tramo del canal con sección 0.50 m x 0.50 m, nos ayudó a realizar la propuesta de diseño, puesto que, conocido el comportamiento y la situación actual, con un caudal máximo $Q=0.80 \text{ m}^3/\text{s}$, sección a la cual le faltaba altura efectiva, ya que, presentaba un desborde máximo de 0.23 m, con unas velocidades entre 2.05 m/s - 2.49 m/s y en base al criterio de máxima eficiencia hidráulica se diseñó la sección adecuada para el tramo del canal.
- b) La modelación del tramo del canal nos permitió diseñar la sección del tramo del canal tipo acueducto con dimensiones efectivas de 0.50 m x 0.95 m, aumentando así en 0.45 m la altura del tramo del canal existente, con un borde libre final de 0.20m, teniendo este un flujo con velocidades aceptables entre 2.13 m/s - 2.63 m/s y de esta manera obtener su optimización hidráulica.
- c) La evaluación y modelación hidráulica a través del criterio de máxima eficiencia hidráulica, el Hcanales y Hec-Ras, nos permitió conocer el comportamiento actual del tramo del canal y realizar una propuesta hidráulica que optimiza la eficiencia hidráulica.
Se ha determinado que la población no está capacitada para realizar actividades de mantenimiento periódico y rutinario, debiendo para ello realizar capacitaciones necesarias para que la obra perdure en el tiempo.
- d) Los resultados con Hcanales son complementarios al HEC-RAS ya que el primero basa sus cálculos simplemente en la ecuación de Manning de una determinada sección transversal y el segundo basa su algoritmo de cálculo en el balance de la ecuación de la energía entre secciones contiguas a lo largo del canal, de manera que sus resultados pueden variar ya que el análisis del Hcanales es estático y el análisis con HEC-RAS supone movimiento, de allí las divergencias entre velocidades y tirantes a pesar de que el régimen de flujo no varía.

VI. RECOMENDACIONES

- a) Realizar evaluaciones a canales de otras localidades, aplicando la metodología utilizada, para determinar su diagnóstico.
- b) Realizar una propuesta hidráulica mediante la modelación de canales de otras localidades que requieran obtener su eficiencia hidráulica.
- c) Para que la ejecución de la obra perdure en el tiempo realizar mantenimientos periódicos y rutinarios.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Y. Molina, «Proyecto de ingeniería, diseño de la canalización del estero Leña Seca», La Universidad Austral de Chile, 2011.
- [2] R. Moya Rico y W. Alexander Alvares, «Modelación Hidráulica de un Canal Urbano en la Ciudad de Bogotá, caso de Estudio: Canal Rio Negro», Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Católica de Colombia. Bogotá, Colombia., 2018.
- [3] M. Alcides, «Diseño y ejecución del canal - Túnel para la evacuación de agua pluviales en Cutervo - Cajamarca», Universidad Nacional Agraria La Molina, 2018.
- [4] J. J. Espir Nureña y J. A. Morales Leiva, «Evaluación de Fenómenos Hidráulicos en el Canal Chaquín del Sistema de Riego del Valle de Virú Primer Tramo», Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad Privada Antenor Orrego - UPAO. Trujillo, Perú, 2015.
- [5] C. Bernal, *Metodología de la Investigación*, 3era ed. Bogotá: Universidad de La Sabana, 2010.
- [6] P. Salinas, *Metodología de la Investigación Científica*. Venezuela: Universidad de Los Andes, 2010.
- [7] C. Sabino, *El Proceso de investigación*, Ed. Panapo. Caracas, 1992.
- [8] INEI, «Evolución de la pobreza monetaria en el Perú», 2015. [En línea]. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/cifras_de_pobreza/exposicion_inei_pobreza2015.pdf.
- [9] Autoridad Nacional del Agua, *Criterios de diseño de obras hidráulicas*. 2010.
- [10] MINAGRI, *Manual N°5 Medición de agua*, vol. 2da Ed., n.º Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego. Lima-Perú, 2015.
- [11] Ven Te Chow, *Hidráulica De Canales Abiertos*. 1994.
- [12] M. Mateo del Horno, *Aplicación práctica del programa HEC-RAS*. 2016.

VIII. ANEXOS

8.1 Relación de planos

- Ubicación-Localización (UL-01)
- Planta (P-01)
- Perfil longitudinal (PL-01)
- Secciones transversales (ST-01)

8.2 Fotos



Foto 1. Visita a la zona del proyecto



Foto 2. Reconocimiento de la zona



Foto 3. Reconocimiento de la zona de otros tramos



Foto 4. Excesiva vegetación en todo el tramo



Foto 5. Excesiva vegetación en otros tramos



Foto 6. Excesiva vegetación en otros tramos



Foto 7. Excesiva vegetación en otros tramos



Foto 8. Excesiva vegetación en otros tramos



Foto 9. Excesiva vegetación en otros tramos



Foto 10. Presencia de constantes desbordes



Foto 11. Recopilación de información in situ



Foto 12. Tomando medidas del canal



Foto 13. Tomando medidas del canal en otros tramos



Foto 14. Posibles derrumbes en el canal



Foto 15. Tomando medidas del canal en otros tramos



Foto 16. Otros tramos del canal



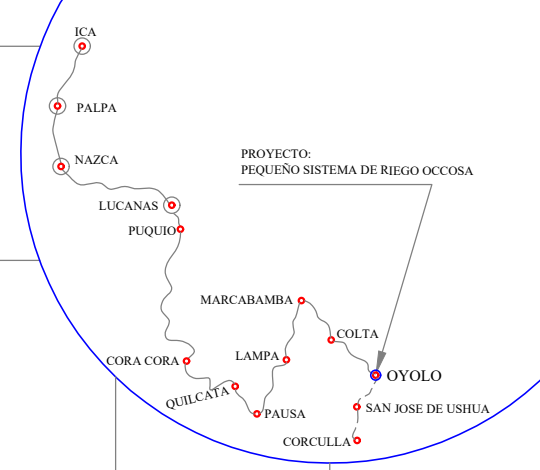
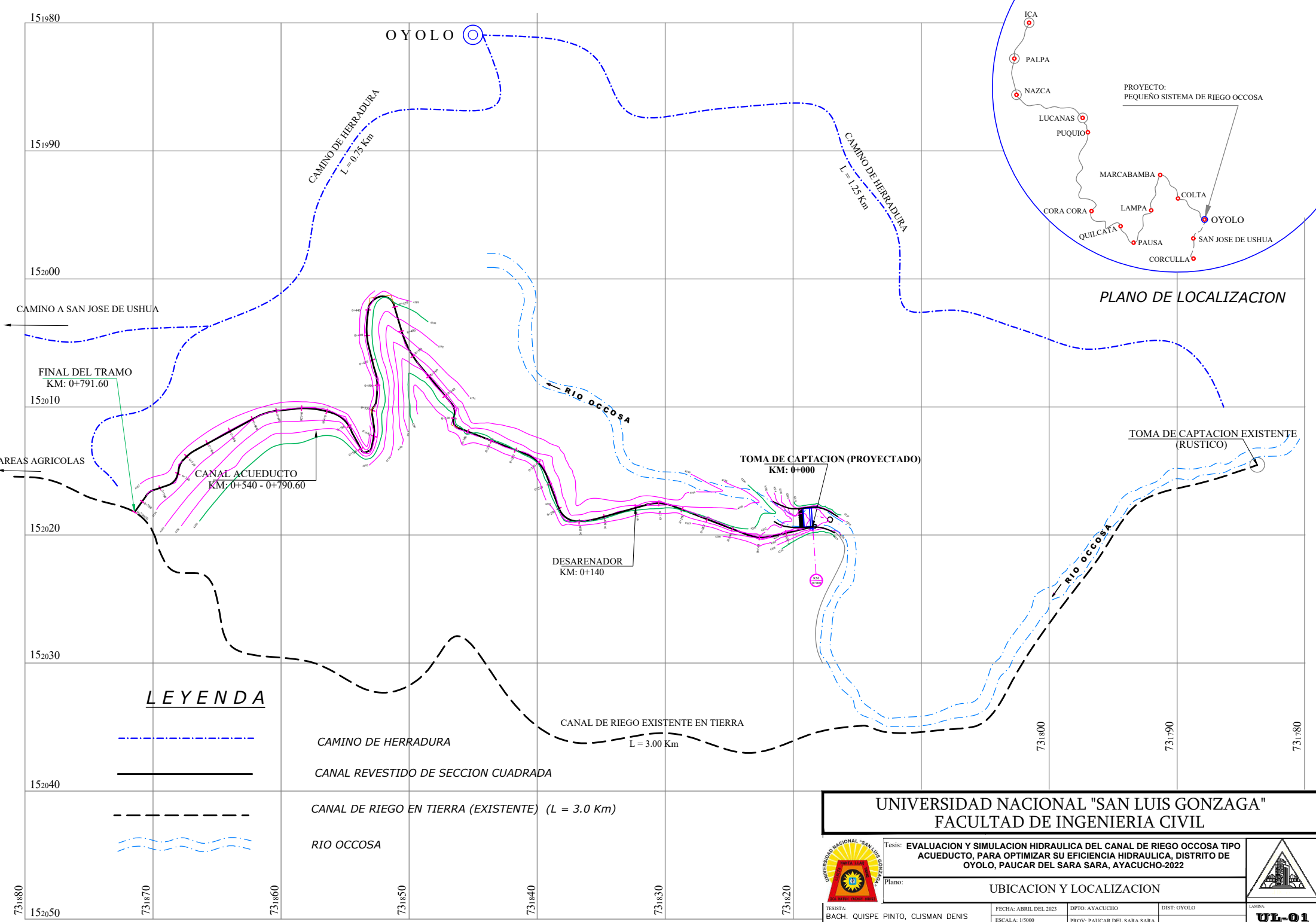
Foto 17. Presencia de vegetación y posibles derrumbes



Foto 18. Medición del ancho del canal



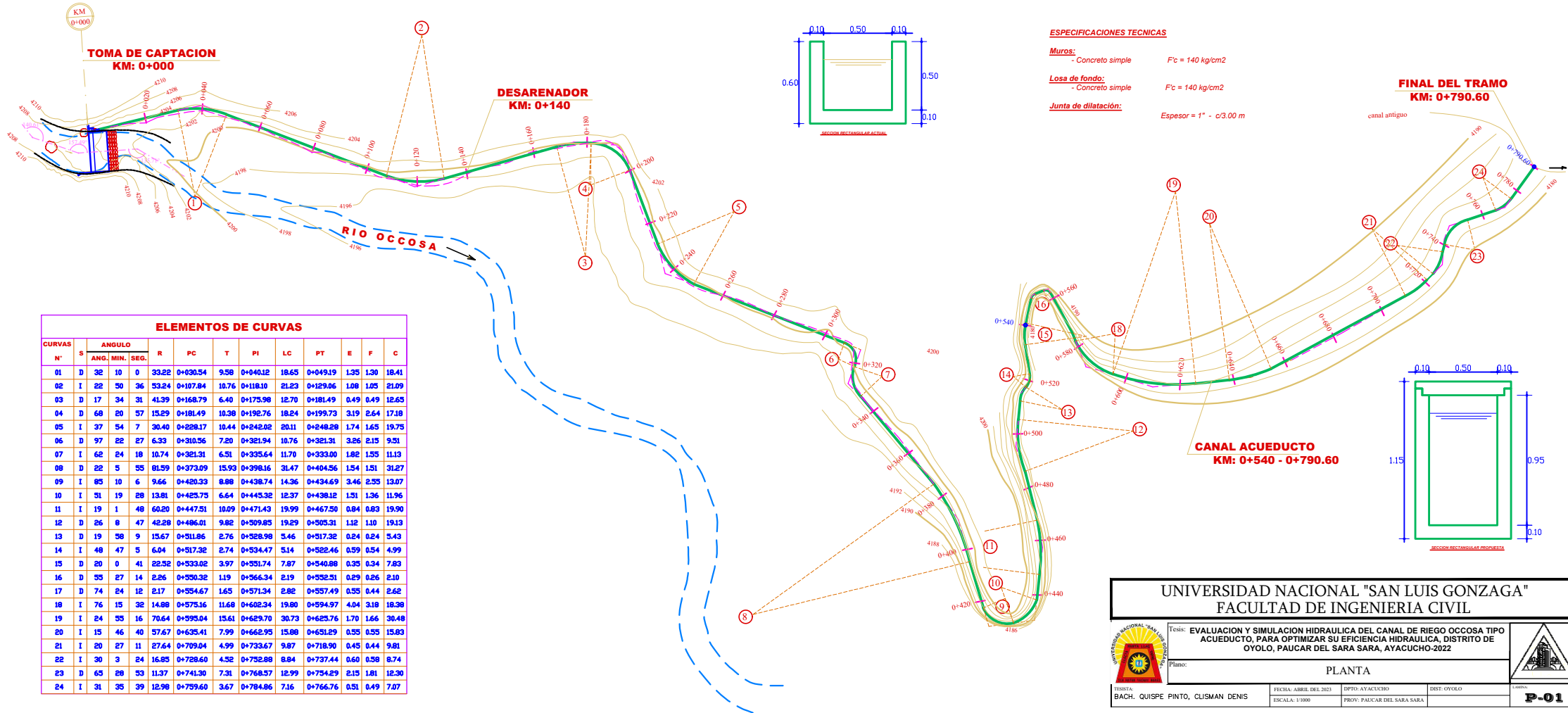
Foto 19. Presencia de vegetación y flujo del caudal en el canal



LEYENDA

- CAMINO DE HERRADURA
- CANAL REVESTIDO DE SECCION CUADRADA
- CANAL DE RIEGO EN TIERRA (EXISTENTE) (L = 3.0 Km)
- RIO OCCOSA

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL			
Tesis: EVALUACION Y SIMULACION HIDRAULICA DEL CANAL DE RIEGO OCCOSA TIPO ACUEDUCTO, PARA OPTIMIZAR SU EFICIENCIA HIDRAULICA, DISTRITO DE OYOLO, PAUCAR DEL SARA SARA, AYACUCHO-2022			
Plano: UBICACION Y LOCALIZACION			
TITULAR: BACH. QUISEP PINTO, CUSMAN DENIS	FECHA: ABRIL DEL 2023 ESCALA: 1:5000	DFTO: AYACUCHO PROV: PAUCAR DEL SARA SARA	DIST: OYOLO LAMINA: UL-01



ESPECIFICACIONES TECNICAS

Muros: - Concreto simple $F_c = 140 \text{ kg/cm}^2$

Losa de fondo: - Concreto simple $F_c = 140 \text{ kg/cm}^2$

Junta de dilatación: Espesor = 1" - c/3.00 m

ELEMENTOS DE CURVAS													
CURVAS N°	S	ANGULO		R	PC	T	PI	LC	PT	E	F	C	
		ANG.	MIN. SEG.										
01	D	32	10	0	033.22	0+030.54	9.58	0+040.12	18.65	0+049.19	1.35	1.30	18.41
02	I	22	50	36	53.24	0+107.84	10.76	0+118.10	21.23	0+129.06	1.08	1.05	21.09
03	D	17	34	31	41.39	0+168.79	6.40	0+175.98	12.70	0+181.49	0.49	0.49	12.65
04	D	68	20	57	15.29	0+181.49	10.38	0+192.76	18.24	0+199.73	3.19	2.64	17.18
05	I	37	54	7	30.40	0+228.17	18.44	0+242.02	20.11	0+248.28	1.74	1.65	19.75
06	D	97	22	27	6.33	0+310.56	7.20	0+321.94	10.76	0+321.31	3.26	2.15	9.51
07	I	62	24	18	10.74	0+321.31	6.51	0+335.64	11.70	0+333.00	1.82	1.55	11.13
08	D	22	5	35	81.59	0+373.09	15.93	0+398.16	31.47	0+404.56	1.54	1.51	31.27
09	I	85	10	6	9.66	0+420.33	8.88	0+438.74	14.36	0+434.69	3.46	2.55	13.07
10	I	51	19	28	13.81	0+425.75	6.64	0+443.32	12.37	0+438.12	1.51	1.36	11.96
11	I	19	1	48	60.20	0+447.51	10.09	0+471.43	19.99	0+467.50	0.84	0.83	19.90
12	D	26	8	47	42.28	0+486.01	9.82	0+509.85	19.29	0+505.31	1.12	1.10	19.13
13	D	19	58	9	15.67	0+511.86	2.76	0+528.98	5.46	0+517.32	0.24	0.24	5.43
14	I	48	47	5	6.04	0+517.32	2.74	0+534.47	5.14	0+522.46	0.59	0.54	4.99
15	D	20	0	41	22.52	0+533.02	3.97	0+551.74	7.87	0+540.88	0.35	0.34	7.83
16	D	35	27	14	2.26	0+530.32	1.19	0+566.34	2.19	0+532.51	0.29	0.26	2.10
17	D	74	24	12	2.17	0+554.67	1.65	0+571.34	2.82	0+557.49	0.35	0.44	2.62
18	I	76	15	32	14.88	0+575.16	11.68	0+602.34	19.80	0+594.97	4.04	3.18	18.38
19	I	24	35	16	70.64	0+595.04	15.61	0+629.70	30.73	0+623.76	1.70	1.66	30.48
20	I	15	46	40	57.67	0+635.41	7.99	0+662.95	15.88	0+651.29	0.55	0.55	15.83
21	I	20	27	11	27.64	0+709.04	4.99	0+733.67	9.87	0+718.90	0.45	0.44	9.81
22	I	30	3	24	16.85	0+728.60	4.52	0+752.88	8.84	0+737.44	0.60	0.58	8.74
23	D	65	28	33	11.37	0+741.30	7.31	0+768.57	12.99	0+754.29	2.15	1.81	12.30
24	I	31	35	39	12.98	0+759.60	3.67	0+784.86	7.16	0+766.76	0.51	0.49	7.07

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

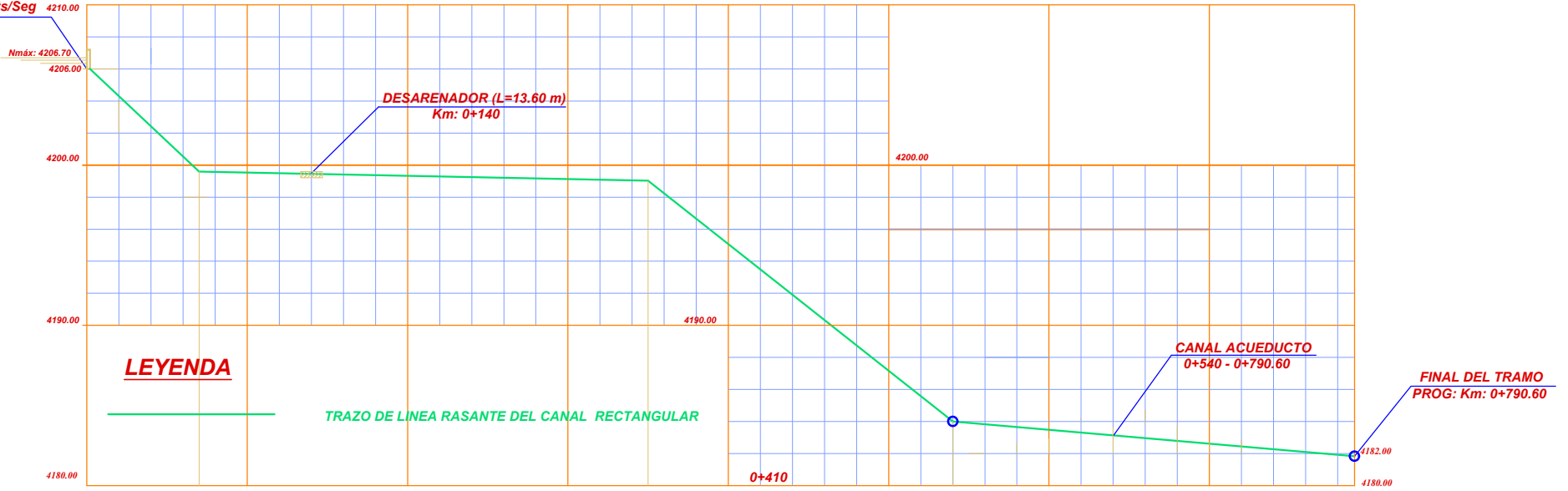
Tesis: **EVALUACION Y SIMULACION HIDRAULICA DEL CANAL DE RIEGO OCCOSA TIPO ACUEDUCTO, PARA OPTIMIZAR SU EFICIENCIA HIDRAULICA, DISTRITO DE OYOLO, PAUCAR DEL SARA SARA, AYACUCHO-2022**

Plano: **PLANTA**

FECHA: ABRIL DEL 2023	DPTO: AYACUCHO	DIST: OYOLO
ESCALA: 1/1000	PROV: PAUCAR DEL SARA SARA	

P-01

TOMA DE CAPTACION OCCOSA
Q = 800 Lts/Seg



DISTANCIA	0+000			0+100			0+200			0+300			0+400			0+500			0+540			0+600			0+700			0+790.60															
PENDIENTE	94.12 ^{0/000}			2.00 ^{0/000}			79.16 ^{0/000}			8.636 ^{0/000}																																	
COTA DE RASANTE	4206.00	4204.31	4202.42	4200.54	4199.60	4199.58	4199.54	4199.50	4199.46	4199.42	4199.38	4199.34	4199.30	4199.26	4199.22	4199.18	4199.14	4199.10	4199.06	4199.04	4198.25	4196.67	4195.08	4193.50	4191.91	4190.33	4188.75	4187.17	4185.58	4184.00	4183.83	4183.65	4183.48	4183.31	4183.14	4182.96	4182.79	4182.62	4182.45	4182.27	4182.10	4181.93	4181.84
TIPO DE SUELO	RS						MATERIAL SUELTO						RS						MATERIAL SUELTO																								

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



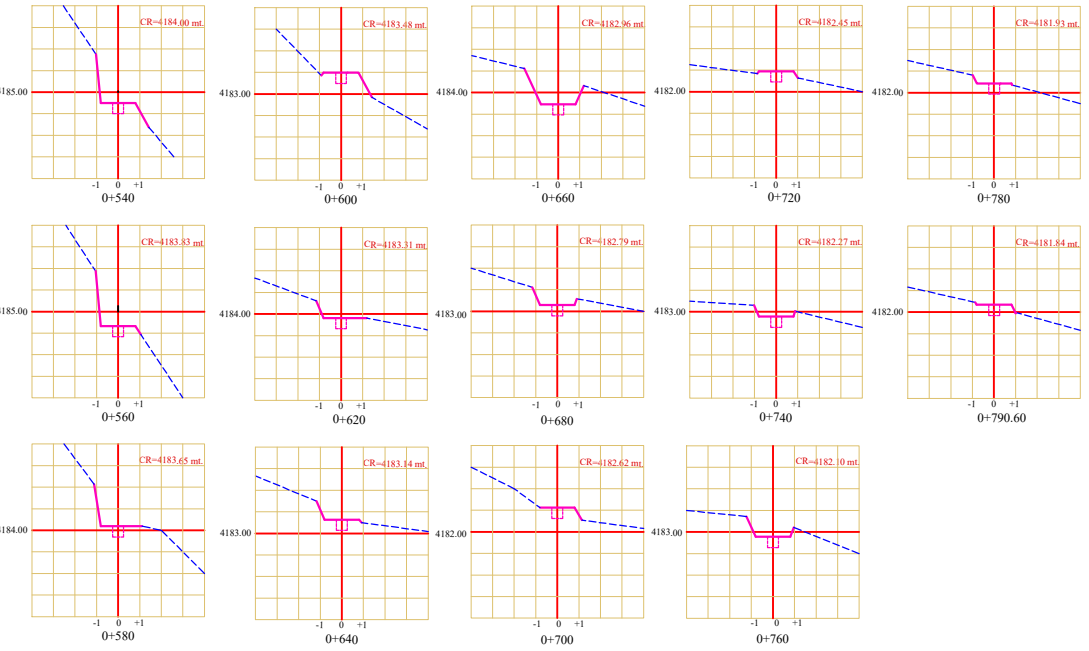
TÍTULO: EVALUACION Y SIMULACION HIDRAULICA DEL CANAL DE RIEGO OCCOSA TIPO ACUEDUCTO, PARA OPTIMIZAR SU EFICIENCIA HIDRAULICA, DISTRITO DE OYOLO, PAUCAR DEL SARA SARA, AYACUCHO-2022

PROFESOR: PERFIL LONGITUDINAL

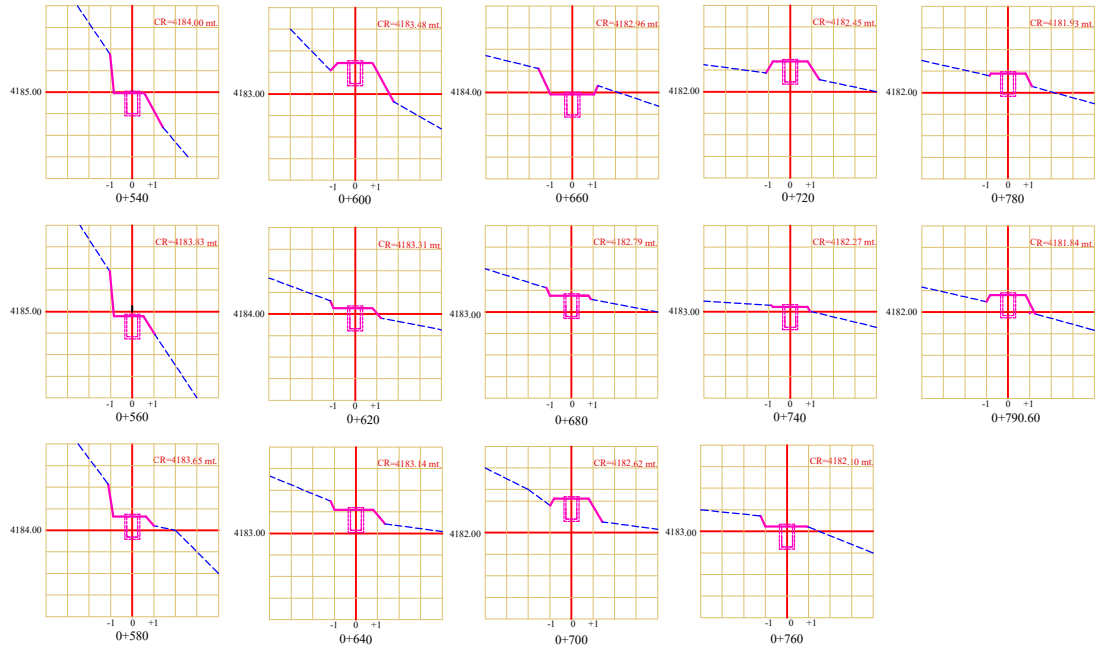


BACH. QUISE PINTO, CLISMAN DENIS	FECHA: MARZO DEL 2022	OPERA: AYACUCHO	DISEÑO: OYOLO
	ESCALA: 1:10000 V:1:200	PROY: PAUCAR DEL SARA SARA	

PL-01



SECCIONES-ACTUALES



SECCIONES-PROPUESTA

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"			
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL			
	Tesis: EVALUACION Y SIMULACION HIDRAULICA DEL CANAL DE RIEGO OCCOSA TIPO ACUEDUCTO PARA OPTIMIZAR SU EFICIENCIA HIDRAULICA. DISTRITO DE OYOLO, PAUCAR DEL SARA SARA, AYACUCHO-2022		
Plano: SECCIONES TRANSVERSALES			
TITULO: BACH. QUISPE PINTO, CLISMAN DENIS	FECHA: ABRIL DEL 2023 ESCALA: 1/200	DPTO: AYACUCHO PROV: PAUCAR DEL SARA SARA	DISTR: OYOLO 