



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Análisis y Simulación del Canal Entubado Checchewa-Casa
Blanca con Hec-Ras 4.1.0, para Mejorar la Eficiencia
Hidráulica, Distrito de Tambo, Huancavelica.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Julian Yanqui, Emerson (ORCID: 0000-0002-1494-2272)

Chuquiyaury Guerra, Jhely (ORCID: 0000-0001-7629-8956)

ASESOR:

Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo (ORCID: 0000-0001-8850-8463)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

Lima - Perú

2021

DEDICATORIA

Dedicado de manera muy especial a mis hermanas, ya que ellas son mi ejemplo a seguir en mi vida personal y profesional, su solo existir crea en mí, las bases de responsabilidad y deseos de superación, en ellas tengo el espejo en el cual me quiero reflejar pues sus grandes virtudes y gran corazón me hacen admirarlas cada día más.

Chuquiyauri Guerra, Jhely

Dedicado especialmente a mi madre Zosima Yanqui Choquehuanca quien fue la persona que me brindó su apoyo incondicional, en mi formación personal y profesional, gracias a su perseverancia en convertirme en una excelente persona.

Julian Yanqui, Emerson

Agradecimientos

Agradecemos a nuestros padres y hermanas ya que ellos son quienes depositaron toda su confianza y amor hacia nuestra persona, inculcándonos valores del cual nos sentimos orgullosos. Sin ustedes no hubiera podido lograr las metas que nos inculcaron siempre.

Gracias.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Resumen	ix
Abstrac.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II MARCO TEORICO.....	5
III. METODOLOGIA.....	13
3.1. Tipo, nivel y diseño de investigacion.....	14
3.2. Operacionalizacion de variables.....	14
3.3. Poblacion, muestra y muestreo	15
3.4. Instrumentos y técnicas de medición y recolección.....	19
3.5. Procedimientos.....	20
3.6. Método de análisis de datos.....	21
3.7. Aspectos éticos.....	21
IV. RESULTADOS.....	23
V. DISCUCION.....	67
VI. CONCLUSION	70
VII. RECOMENDACION.....	72
REFERENCIAS	74
ANEXOS	79

Índice de tablas

Tabla 1.	Operacionalización de variables	15
Tabla 2.	Cotas topográficas de la subrasante del canal	20
Tabla 3.	Coordenadas UTM de los puntos de inicio y final del canal	20
Tabla 4.	Verificaciones hidráulicas tramo 3+020 a 3+380.	25
Tabla 5.	Verificaciones hidráulicas tramo 3+380 a 3+420.	25
Tabla 6.	Verificaciones hidráulicas tramo 3+420 a 3+586.	25
Tabla 7.	Resumen de resultados de Hcanales (parte 1).....	41
Tabla 8.	Resumen de resultados de Hcanales (parte 2).....	42
Tabla 9.	Comparación de velocidades en el canal	42
Tabla 10	Comparación de velocidades en el canal	80

Índice de figuras

Figura.1	Sección circular de tubería.....	08
Figura.2	Ubicación del departamento de Huancavelica	16
Figura.3	Ubicación de la provincia de Huaytará.....	17
Figura.4	Ubicación del distrito de Tambo.....	17
Figura.5	Ubicación de las localidades de Checchewa – Casa Blanca.....	18
Figura.6	Ubicación de la zona de proyecto km 3+020 – km 3+586.....	18
Figura.7	Sección típica del canal existente	24
Figura.8	Sección transversal km 3+020.....	27
Figura.9	Sección transversal km 3+040.....	27
Figura.10	Sección transversal km 3+060.....	28
Figura.11	Sección transversal km 3+080.....	28
Figura.12	Sección transversal km 3+100.....	29
Figura.13	Sección transversal km 3+120.....	29
Figura.14	Sección transversal km 3+140.....	30
Figura.15	Sección transversal km 3+160.....	30
Figura.16	Sección transversal km 3+180.....	31
Figura.17	Sección transversal km 3+200.....	31
Figura.18	Sección transversal km 3+220.....	32
Figura.19	Sección transversal km 3+240.....	32
Figura.20	Sección transversal km 3+260.....	33
Figura.21	Sección transversal km 3+280.....	33
Figura.22	Sección transversal km 3+300.....	34
Figura.23	Sección transversal km 3+320.....	34
Figura.24	Sección transversal km 3+340.....	35
Figura.25	Sección transversal km 3+360.....	35
Figura.26	Sección transversal km 3+380.....	36
Figura.27	Sección transversal km 3+400.....	36
Figura.28	Sección transversal km 3+420.....	37
Figura.29	Sección transversal km 3+440.....	37
Figura.30	Sección transversal km 3+460.....	38

Figura.31 Sección transversal km 3+480.....	38
Figura.32 Sección transversal km 3+500.....	39
Figura.33 Sección transversal km 3+520.....	39
Figura.34 Sección transversal km 3+540.....	40
Figura.35 Sección transversal km 3+560.....	40
Figura.36 Sección transversal km 3+586.....	41
Figura.37 Pantalla de inicio del Hec-Ras 4.1.0	45
Figura.38 Esquema general del canal	45
Figura.39 Ingreso de la sección transversal Km 3+020	46
Figura.40 Ingreso de la sección transversal Km 3+380	46
Figura.41 Ingreso de la sección transversal Km 3+400	47
Figura.42 Ingreso de la sección transversal Km 3+586	47
Figura.43 Ingreso de caudal o condiciones de flujo para nuestro canal.....	48
Figura.44 Ingreso de condiciones de flujo aguas arriba y abajo	48
Figura.45 Seleccionamos “compute” para dar inicio a la evaluación.....	49
Figura.46 La simulación de flujo mixto se completo sin errores.	49
Figura.47 Sección transversal aguas arriba 3+020; pendiente 0.09%	50
Figura.48 Sección transversal aguas arriba 3+380 – pendiente 1.5%	50
Figura.49 Sección transversal aguas arriba 3+586; pendiente 0.22%	51
Figura.50 Perfil longitudinal del canal existente.....	51
Figura.51 Sección con riesgo latente en el Km 3+020	52
Figura.52 Resumen de resultados del canal existente	53
Figura.53 Características hidráulicas de máxima eficiencia. Sección rectangular.....	54
Figura.54 Sección transversal propuesta.....	55
Figura.55 Pantalla de inicio de Hec-Ras.....	56
Figura.56 Esquema general del tramo en estudio	56
Figura.57 Ingreso de datos de la sección transversal 3+020 km	57
Figura.58 Ingreso de datos de la sección transversal 3+380 km	57
Figura.59 Ingreso de datos de la sección transversal 3+400	58
Figura.60 Ingreso de datos de la sección transversal 3+420	58
Figura.61 Ingreso de datos de la sección transversal 3+586	59
Figura.62 Ingreso de condiciones de flujo	59

Figura.63 Análisis bajo régimen de flujo mixto.....	60
Figura.64 El análisis del canal se realizó sin problemas.	60
Figura.65 Segunda vista 3D del canal propuesto	61
Figura.66 Simulación del tramo Km 3+020.....	61
Figura.67 Simulación del tramo Km 3+380.....	62
Figura.68 Simulación del tramo Km 3+400.....	62
Figura.69 Simulación del tramo Km 3+586.....	63
Figura.70 Perfil longitudinal del canal	63
Figura.71 Vista 3d del canal actual.....	64
Figura.72 Resumen de resultados de modelación de canal propuesto.....	65
Figura.73 Vista de Planta y Perfil de Canal Existente.....	81
Figura.74 Secciones transversales de canal existente	82
Figura.75 Certificado de Calibración de Estación Total	83
Figura.76 Certificado de calibración de colimador	84
Figura.77 Calculo de Tamaño de la Muestra Finita	85
Figura.78 Vista panorámica del punto de estudio.....	86
Figura.79 Progresiva 00+000 de canal existente.....	86
Figura.80 Trabajos de Levantamiento Topográfico.....	87
Figura.81 Inicio de canal Entubado Checchewa.....	87
Figura.82 Canal Entubado Checchewa	88
Figura.83 Levantamiento topográfico	88
Figura.84 Longitudes consideradas para el levantamiento topográfico.....	89
Figura.85 Excavación de Calicata-1.	89
Figura.86 Calicata-1	90
Figura.87 Calicata - 2.	90
Figura.88 Análisis de Permeabilidad de Calicata-2.....	91
Figura.89 Análisis de Permeabilidad de Calicata-1.....	92
Figura.90 Análisis Granulométrico de la Cantera -2, Estrato-2.....	93
Figura.91 Análisis Granulométrico de la Cantera -2, Estrato-1.....	94
Figura.92 Análisis Granulométrico Cantera 1- Estrato-2.....	95
Figura.93 Análisis Granulométrico Cantera 1-Estrato-1.....	96
Figura.94 Centro Poblado Casa Blanca	97

Resumen

El canal entubado de Checchewa de 3.586 km, en el tramo Casa Blanca comprendido entre el km 3+020 al km 3+586, se ubica en el distrito de Casa Blanca, de la provincia de Huaytará y departamento Huancavelica. Con el transcurrir de los años, esta tubería se deterioró y se tuvo que retirar para mantener la conducción de agua para los cultivos a través del antiguo canal de concreto que le servía de estructura contenedora y a la vez protectora. El problema se evidencia cuando este canal que, construido sin criterios técnicos, empieza a mostrar desbordes y roturas en algunos sectores, generando pérdidas en la conducción de agua en desmedro de los agricultores de la zona.

Siendo necesario evaluar esta condición para determinar una propuesta técnica se propuso desarrollar una investigación cuantitativa del tipo aplicada con la hipótesis de que mediante el análisis de resultados de una simulación hidráulica con Hec-Ras 4.1.0 se mejoran las condiciones hidráulicas y eficiencia del canal. Para tal efecto se planteó como objetivo principal el análisis y simulación hidráulica del canal desde el tramo km 3+020 hasta el km 3+586, para evaluar una propuesta de diseño hidráulico mediante la modelación.

Los resultados del análisis y simulación actual del canal arrojaron que el caudal promedio es $Q=0.0762$ m³/seg, con pendientes de 0.0009, 0.015 y 0.002 m/m y el flujo es subcrítico en todo su recorrido. Siendo las velocidades entre 0.43 y 1.18 m/s, por debajo de la mínima 0.80 m/s demostrándose que se sedimenta y causa desbordes. La modelación identificó riesgo de desborde en la sección 3+200.

La simulación de la propuesta técnica, bajo condiciones de máxima eficiencia hidráulica demostró que ya no existe riesgo de desbordes, manteniendo las pendientes originales del canal y aplicando una rugosidad de 0.014 para concreto nuevo, con el mismo caudal, demostrándose la hipótesis planteada.

Palabras clave: Análisis Hidráulico, Simulación Hidráulica, Máxima Eficiencia Hidráulica.

Abstract

The 3,586 km Checchhua cased canal, in the Casa Blanca section between km 3 + 020 to km 3 + 586, is located in the Casa Blanca district, in the Huaytará province and Huancavelica department. Over the years, this pipeline deteriorated and had to be removed to maintain the water conduction for the crops through the old concrete channel that served as a containing and protective structure. The problem becomes evident when this canal, which, built without technical criteria, begins to show overflows and breaks in some sectors, generating losses in the water conduction to the detriment of the farmers in the area.

Being necessary to evaluate this condition to determine a technical proposal, it was proposed to develop a quantitative investigation of the applied type with the hypothesis that by analyzing the results of a hydraulic simulation with Hec-Ras 4.1.0 the hydraulic conditions and efficiency of the canal are improved. For this purpose, the main objective was the analysis and hydraulic simulation of the canal from the section km 3 + 020 to km 3 + 586, to evaluate a hydraulic design proposal through modeling.

The results of the current analysis and simulation of the canal showed that the average flow is $Q = 0.0762 \text{ m}^3 / \text{sec}$, with slopes of 0.0009, 0.015 and 0.002 m / m and the flow is subcritical throughout its route. The velocities are between 0.43 and 1.18 m / s, below a minimum of 0.80 m / s, showing that it sediments and causes overflows. The modeling identified overflow risk in section 3 + 200.

The simulation of the technical proposal, under conditions of maximum hydraulic efficiency, showed that there is no longer any risk of overflows, maintaining the original slopes of the channel and applying a roughness of 0.014 for new concrete, with the same flow, demonstrating the hypothesis raised.

Keywords: Hydraulic Analysis, Hydraulic Simulation, Maximum Hydraulic Efficiency.

I. INTRODUCCIÓN

Realidad problemática.

El canal Checchewa cuenta con más de 20 años de funcionamiento, y tiene 3.586 km de longitud. Discurre sobre una topografía accidentada con fuertes pendientes transversales, y se ubica en la cuenca del Río Tambo, sin embargo, su característica principal es que conducía agua mediante una tubería de PVC de 200 mm, que se había asentado dentro de un antiguo canal, el cual servía de nicho protector, sin embargo, En el tramo comprendido entre 3+020 al Km 3+586 a la altura del C.P. Casablanca, con el transcurrir de los años, esta tubería se vino deteriorando y se tuvo que retirar para que pueda continuarse con la conducción de agua para los cultivos. El problema se evidencia cuando el canal antiguo que, construido sin criterios técnicos, empieza a mostrar desbordes y roturas en algunos sectores, generando pérdidas en la conducción de agua en desmedro de los agricultores de la zona.

Los pobladores de la zona que son usuarios de este canal manifiestan que no fue una buena alternativa entubar ese tramo porque la caída de rocas deterioró la tubería rompiéndola en muchos sectores y generó muchos desbordes por lo cual se la retiró dejando que el canal que lo protegía sirva para este propósito, sin embargo aún acusa los mismos problemas por lo que se hace necesario evaluar dicha estructura para analizar su funcionamiento y proponer mejoras que permitan lograr una mejor eficiencia hidráulica.

Para ello se ha desarrollado una investigación cuantitativa de tipo aplicada donde el objetivo principal es modelar el canal actual utilizando la herramienta de simulación hidráulica HEC-RAS 4.1.0 y analizar los resultados que presenta para evaluar una propuesta que mejore su eficiencia hidráulica., para ello se plantean los siguientes problemas:

Formulación de problemas

- **Problema general**
 - ✓ ¿De qué manera influye el análisis y simulación del canal entubado Checchewa – Casa Blanca con Hec-Ras 4.1.0, para mejorar la eficiencia hidráulica, distrito de Tambo, Huancavelica?

- Problemas específicos
- ✓ ¿De qué manera influye el análisis del canal entubado Checchehua – Casa Blanca con Hec-Ras 4.1.0, para mejorar la eficiencia hidráulica, distrito de Tambo, Huancavelica?
- ✓ ¿De qué manera influye la simulación del canal entubado Checchehua – Casa Blanca con Hec-Ras 4.1.0, para mejorar la eficiencia hidráulica, distrito de Tambo, Huancavelica?

Justificación e importancia de la investigación

El presente proyecto se justifica porque se pretende investigar las causas que generan la problemática actual, desarrollando acciones para una investigación aplicada en la evaluación, manejo de información relacionada de un adecuado sistema de agua para riego, en beneficio de la sociedad, el desarrollo local y las líneas de investigación.

Esta Investigación contribuirá a que la población pueda tener una nueva propuesta de canal en óptimas condiciones, brindando así un correcto caudal y un servicio adecuado de este, mediante una propuesta de diseño para mejorar este canal bajo el método de Máxima eficiencia hidráulica del canal entubado Checchehua - Casa Blanca, distrito de Tambo, provincia de Huaytará, Huancavelica. Su importancia radica en promover el desarrollo de actividades de investigación y manejo de información relacionada con los recursos hídricos en la región y el país.

Objetivos de la investigación

Objetivo general

Realizar el análisis y simulación del canal entubado Checchehua – Casa Blanca con Hec-Ras 4.1.0, para mejorar la eficiencia hidráulica, distrito de Tambo, Huancavelica.

Objetivos específicos

- ✓ Realizar el análisis del canal entubado Checchehua – Casa Blanca con Hec-Ras 4.1.0, para mejorar la eficiencia hidráulica, distrito de Tambo, Huancavelica.

- ✓ Realizar la simulación del canal entubado Checchewa – Casa Blanca con Hec-Ras 4.1.0, para mejorar la eficiencia hidráulica, distrito de Tambo, Huancavelica.

Hipótesis general

- ✓ El análisis y simulación del canal entubado Checchewa – Casa Blanca con HEC-RAS 4.1.0, influye para mejorar la eficiencia hidráulica, distrito de Tambo, Huancavelica.

Hipótesis específicos

- ✓ El análisis del canal entubado Checchewa – Casa Blanca con HEC-RAS 4.1.0, influye en el mejoramiento de la eficiencia hidráulica, en el distrito de Tambo, Huancavelica.
- ✓ La simulación del canal entubado Checchewa – Casa Blanca con HEC-RAS 4.1.0, influye en el mejoramiento de la eficiencia hidráulica, en el distrito de Tambo, Huancavelica.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes a nivel internacional

Pupiales (2019), resalta. Tener mayor control acerca de la existencia de infraestructuras de desagües, que siendo un canal de riego para cultivos, es utilizada como desagüe de predios, cuyas aguas se dirigen hacia el canal principal haciendo que el agua aparte de la basura existente en el canal, quede mucho más contaminada y no sea apta para el riego de los cultivos, razón por la cual según mediciones del pH en las tres secciones es de alrededor de 8.5, sin embargo, esta agua es utilizada para irrigar los cultivos. En 2019, Romero manifiesta que "...Se debe dar mayor énfasis al mantenimiento del canal en especial a la limpieza del mismo que se recomienda dos o tres veces al año, ya que las excesivas sedimentaciones alteran el comportamiento hidráulico de este".

Moya y Álvarez (2018), mencionan: Es necesario la construcción de unos diques o terraplenes empezando en las zonas críticas del canal a partir de la sección 15 en el km 1+127 hasta el km 1+247 de la sección 18, para evitar los desbordamientos puntuales en la zona.

Oviedo y Quiñones (2015), mencionan: Se realizó la simulación para diferentes eventos de precipitación y los escenarios indicados. Se obtuvo como resultado que el factor de reducción para el área de la cuenca de 12.20 Km² es de 0,73 y para los casos analizados, se demostró que existe una variación importante en los caudales generados a la salida de la cuenca.

Blandón Duarte y Monzón Tavalera (2015), mencionan: Con el caudal (Q), la pendiente (S) y la n de maning del concreto, se realizó la determinación de la sección óptima del canal. Con los datos geométricos e hidráulicos de la sección del canal diseñado se realizó la implementación de un modelo hidráulico unidimensional conocido como HEC-RAS (Hydraulic Engenering Center River Analys System) por sus siglas en ingles el cual ocupa la versión 4.1 para determinar la variación de los niveles de agua y las velocidades del flujo a lo largo del canal y principalmente los riesgos de inundación

Antecedentes a nivel nacional

Manay (2019), indica:El modelamiento del flujo a superficie libre del agua con el programa HEC-RAS se debe realizar a la par con el diseño del canal, de

esta forma se verificará que el diseño realizado funciona y no tenga problemas con el flujo del agua.

Huidobro y Lazo (2019), recomiendan "...Se sugiere cambiar la pendiente de 2% a 5% entre las secciones antes mencionadas para poder lograr una mayor velocidad".

Hernández (2020), resalta: Como recomendación dentro del desarrollo de esta investigación tenemos que, para encontrar mayores niveles de precisión con respecto a resultados de los parámetros hidráulicos como: caudal teórico, tirante de agua, número de Froude y velocidad, es la de proponer la realización de nuevas investigaciones con estudios similares que impliquen el uso del software HEC – RAS ; y de esta manera poder obtener una base de datos mucho más amplia y completa y realizar una generalización de los resultados; contribuyendo de esta manera al desarrollo de próximas investigaciones.

Asalde (2020), menciona: Se inició con un análisis del flujo a través del cálculo del módulo de riego ubicado dentro del intervalo del proyecto y con el trazo de 3 pendientes a lo largo del eje longitudinal del canal; luego, se representó en cada tramo, la curva de energía, tirante normal, tirantes críticos, resalto hidráulico, curvas de remanso y se conoció el tipo de perfil que podría existir en cada sección del canal; después, se realizó la comprobación del diseño utilizando el software HCANALES de acuerdo a los criterios del U.S. Bureau of Reclamation, y se desarrolló una modelación hidráulica utilizando el software HEC-RAS, la misma que concluyó que HEC-RAS determinó la influencia en el diseño del tramo del canal de riego en estudio con máxima eficiencia hidráulica, por lo que es apropiado para estudiar y visualizar el comportamiento del perfil del flujo.

Jovanovic (2017), menciona: Se revisarán las características de estudios de suelos existentes en la zona (Geología, Geotecnia y perforaciones). Luego de ello se procederá al modelamiento y ejecución de los datos con el HEC-RAS y el HECGeoRAS, se analizarán las respuestas obtenidas de tablas de valores de velocidades, tirantes, número de Froude y mapas de áreas de influencia de las zonas inundadas en diferentes tramos del río Huallaga y finalmente se procederá a delimitar las zonas inundables.

Guillen y Galvez (2020), mencionan: La presente tesis se desarrolló en el distrito de San José, provincia de Pacasmayo con el objetivo de estudiar el fenómeno de socavación en el puente Libertad mediante simulación hidráulica en HEC RAS. Se realizaron estudios básicos de ingeniería en conjunto con los softwares CIVIL 3D, RIVER, HIDROESTA y ARCGIS para obtener información técnica que permita realizar un modelamiento hidráulico de régimen de flujo permanente en HEC RAS.

Antecedentes a nivel local

Escate (2018), concluye: Se realizó el análisis de la propuesta con alternativas aplicando la toma de decisiones para un buen proyecto [...] Ejecutada la tesis, se logra mejorar la producción agrícola, debiéndose proponer la agroexportación. [...] Se incrementa la productividad y sostenibilidad de los cultivos contribuyendo así a la mejor calidad de vida. [...] Se comprueba la hipótesis, ya que, la ejecución del proyecto mejora la sostenibilidad.

FUNDAMENTO DE HIDRÁULICA DE TUBERÍAS

“Es frecuente tener un conducto cerrado llevando un fluido que no ocupa totalmente la sección transversal. Podría ser, por ejemplo, un túnel una tubería de desagüe o alcantarilla.

En cualquiera de estos casos el conducto no trabaja a presión e hidráulicamente es un canal.

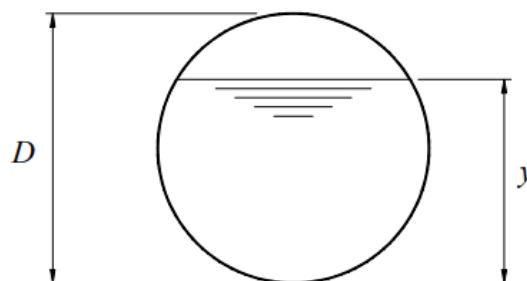


Figura 01 Sección Circular De Tubería
Fuente: (Rocha Felices, 2007)

Donde:

D = diámetro de la tubería

y = tirante de la tubería” (Rocha Felices, 2007)

Aforo

Las mediciones se toman dos veces al año durante los monzones y la sequía para garantizar que la fuente original proporcione un flujo adecuado y garantizar un flujo promedio y mínimo. Además, aconsejan a los padres de la zona que sepan cuándo las raíces producen un flujo y un flujo bajos. Estamos particularmente interesados en categorías irrelevantes para comparar con el flujo que la audiencia está buscando. Recomendado para caudales inferiores a 10 litros / segundo para optimizar el método volumétrico utilizado. La aplicación de este método es determinar el caudal de manantial, o caudal bajo, que se utiliza en las operaciones de riego para determinar la fuerza de los estanques nocturnos que deben resguardar los manantiales. Este método se basa en medir cuánto tiempo se llena un balde con un volumen conocido. Al dividir la fuerza del cubo (litros) por el tiempo de uso (segundos) se obtiene el flujo en l / s de la siguiente manera:

$$\text{Caudal (l/s) } Q = \frac{\text{Volumen del balde (litros)}}{\text{Tiempo que demora en llenarse (s)}}$$

Este método mide pequeños desagües como manantiales, tanques, sifones, cajas de distribución, orificios de drenaje, canales de múltiples aspersores, salidas, etc., ya que toda el agua debe colocarse en un balde u otro recipiente. Se utiliza el sistema de California.

Sobre la determinación del tiempo de llenado (T)

Para determinar el tiempo de llenado del recipiente se debe considerar como medición 5 mediciones a fin de determinar un tiempo promedio.

(MINAGRI, 2015)

TEORÍAS SOBRE ANÁLISIS DEL FLUJO

➤ **Tipos de flujo**

La siguiente clasificación se hace de acuerdo con el cambio en la profundidad de flujo con respecto al tiempo y al espacio.

Flujo permanente y flujo no permanente: tiempo como criterio.

Flujo permanente

Se dice que el flujo en un canal abierto es permanente si la profundidad de flujo no cambia o puede suponerse constante durante el intervalo de tiempo en consideración.

Flujo no permanente

Si la profundidad cambia con el tiempo, el flujo no dura. Para la mayoría de los casos de canales abiertos, la condición del flujo debe investigarse de manera sostenible. Sin embargo, si la condición de flujo cambia varias veces a lo largo del tiempo, debe considerarse no permanente.

➤ **Estados del flujo**

El estado o comportamiento del flujo en canales abiertos está gobernado básicamente por los efectos de viscosidad y gravedad en relación con las fuerzas inerciales del flujo.

Efecto de viscosidad.

El flujo puede ser laminar, turbulento o transicional según el efecto de la viscosidad en relación con la inercia.

El flujo es laminar. En el flujo laminar, las partículas de agua se mueven en trayectorias suaves definidas o líneas de corriente y las capas de fluidos con espesor infinitesimal parecen deslizarse sobre capas adyacentes.

El flujo es turbulento. En flujo turbulento, las partículas del agua se mueven en trayectorias irregulares, que no son suaves ni fijas, pero que en conjunto todavía representan el movimiento hacia delante de la corriente entera.

Entre los estados de flujo laminar y turbulento existe un **estado mixto o transicional.**

El efecto de la viscosidad en relación con la inercia puede representarse mediante el número de Reynolds, definido por:

$$R = \frac{VL}{\nu}$$

Donde V es la velocidad del flujo, L es una longitud característica o radio hidráulico y ν es la viscosidad cinemática del agua.

El flujo en canales abiertos es laminar si el número de Reynolds R es pequeño, y turbulento si es grande. Para propósitos prácticos, el rango para la zona de transición para R en flujo en canales abiertos puede

suponerse desde 500 hasta 2,000. Sin embargo, debe notarse que el valor superior es arbitrario, debido a que no existe un límite superior definido para todas las condiciones de flujo.

Efecto de la gravedad

El efecto de la gravedad sobre el estado de flujo se representa por la relación entre las fuerzas inerciales y las fuerzas gravitacionales.

Esta relación está dada por el número de Froude, definido como:

$$F = \frac{V}{\sqrt{gL}}$$

Donde V es la velocidad promedio, g es la velocidad de la gravedad y L es la longitud característica. En un flujo de trayectoria abierta, la resistencia está formada por la profundidad ascendente D. Se define como el área de un cuerpo de agua que corresponde a la dirección de flujo de la canal dividida por la superficie. Para conductos rectangulares, esto es igual a la profundidad de la sección de flujo.

Cuando F es igual a la unidad, la ecuación se convierte en

$$V = \sqrt{gD}$$

y se dice que el flujo está en un *estado crítico*.

Si F es menor que la unidad, o $V < \sqrt{gD}$, *el flujo es subcrítico*.

Si F es mayor que la unidad, o $V > \sqrt{gD}$, el flujo es supercrítico". (Ven Te Chow, 1994)

SIMULACIÓN HIDRÁULICA DE CANALES

HEC-RAS (Hydrological Engineering Center – River Analysis System) es un programa de modelización hidráulica unidimensional compuesto por 4 tipos de análisis en ríos:

- Modelización de flujo en régimen permanente
- Modelización de flujo en régimen no permanente
- Modelización del transporte de sedimentos
- Análisis de calidad de aguas

Este software le permite determinar el nivel del agua comparando el flujo de agua en vías fluviales naturales o artificiales. También puede incluir ejemplos de la presencia de un suministro de agua como puentes, tuberías y

presas, por lo que los principales objetivos son: Realizar un análisis de inundaciones para determinar el área de inundación.

Este programa le permite comparar diferentes tipos de actividades hidroeléctricas e hidroeléctricas con diferentes resultados (rendimientos de componentes, resultados de tablas, formatos de imagen, imágenes fotográficas de referencia geográfica, etc.).

(Rebeca Benaya Polo, 2019).

Se presentan los conceptos de los términos que mayor uso hacen en la investigación, que conlleven a uniformizar criterios:

Análisis hidráulico: Es la aplicación de normas, teorías, de libros, manuales y/o de la experiencia para obtener estudiar estructuras hidráulicas.

Canal entubado: Es aquel canal que tiene la función principal de llevar el caudal desde la captación hasta un reservorio, almacenamiento u otra estructura, teniendo dentro de su estructura una tubería por la cual en su interior transcurre el caudal.

Eficiencia hidráulica: Es la capacidad de una acequia para transportar agua.

Flujo hidráulico: Es el estado o comportamiento del fluido en un canal hidráulico que se mide bajo los efectos de la viscosidad y gravedad relativa a las fuerzas de inercia del flujo.

Simulación Hidráulica: Es ingresar los parámetros y requerimientos al modelo Hidráulico y visualizar el comportamiento del canal a través de cuadros y gráficos.

Velocidad mínima: Es la velocidad establecida como parámetro que inferior a dicho valor la estructura pueda presentar inconvenientes de sedimentación.

Velocidad máxima: Es la velocidad establecida como parámetro que superior a dicho valor la estructura pueda presentar inconvenientes de erosión en sus paredes.

En el marco legal está basado en el Reglamento Nacional de Edificaciones. "Norma OS.010 Captación Y Conducción De Agua Para Consumo Humano" del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

III. METODOLOGÍA

3.1. 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 que se expresan mediante cantidad y referente a lo segundo porque a través de las mismas busca utilizar los conocimientos que se adquieren mediante su desarrollo a favor de la sociedad.

- Nivel de investigación:

El nivel de investigación de la presente tesis es **descriptivo – explicativo**. En relación al primer nivel expuesto, es el hecho de manifestar las características de fenómenos, hechos, situaciones, cosas, personas y demás seres vivos por medio de palabras, para que quien lo interprete evoque en su mente. Referente al nivel explicativo, es un proceso que va más allá de la sencilla exposición de un objeto.

- Diseño de investigación:

La investigación es **no experimental** ya que se observan eventos existentes, de tal manera que no son provocados por el investigador y esta situación puede ser transversal, porque se han recogido datos en una sola medición.

Hernández et al.(2014), “En estas investigaciones las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos”.

3.2. Operacionalización de variables

IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

- VARIABLE INDEPENDIENTE

“Análisis y simulación del canal entubado Checchewa – Casa Blanca, con HEC-RAS 4.1.0”.

- VARIABLE DEPENDIENTE

“Mejorar la eficiencia hidráulica, en el distrito de Tambo, Huancavelica”

Tabla 1
Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
INDEPENDIENTE: Análisis y simulación del canal entubado Checchewa – Casa con HEC-RAS 4.1.0.	Proceso de análisis y simulación del canal entubado aplicando el modelo numérico HEC-RAS 4.1.0.	Sección transversal.	Caudal.
		Geometría del canal.	Dimensiones del canal
		Material de la sección del canal.	Rugosidad.
DEPENDIENTE: Mejorar la eficiencia hidráulica, en el distrito de Tambo, Huancavelica.	Proceso de mejora de la eficiencia hidráulica trayendo consigo un flujo del caudal de manera continua y adecuada.	Caudal máximo.	Velocidad mínima.
		Área hidráulica menor.	Sección de máxima eficiencia hidráulica.
		Análisis del flujo.	Número de Froude.

3.3. Población, muestra y muestreo.

- Población de estudio
Canal entubado Checchewa desde km 00+000 hasta km 3+586 distrito de Tambo, provincia de Huaytará, Huancavelica.
- Tamaño de la muestra
Tramo entre el km 3+020 y el km 3+586
- Criterios de Inclusión y Exclusión
 - a) Criterios de Inclusión
Canal Checchewa - Casa Blanca,
 - b) Criterios De Exclusión
 - ✓ Estudio geotécnico.
 - ✓ Aspectos geotécnicos, económicos y ambientales.

Delimitación del proyecto

- Delimitación espacial o geográfica

Departamento : Huancavelica
Provincia : Huaytará
Distrito : Tambo
Localidad : Checchehua – Casa Blanca
(Google Earth, 2020)

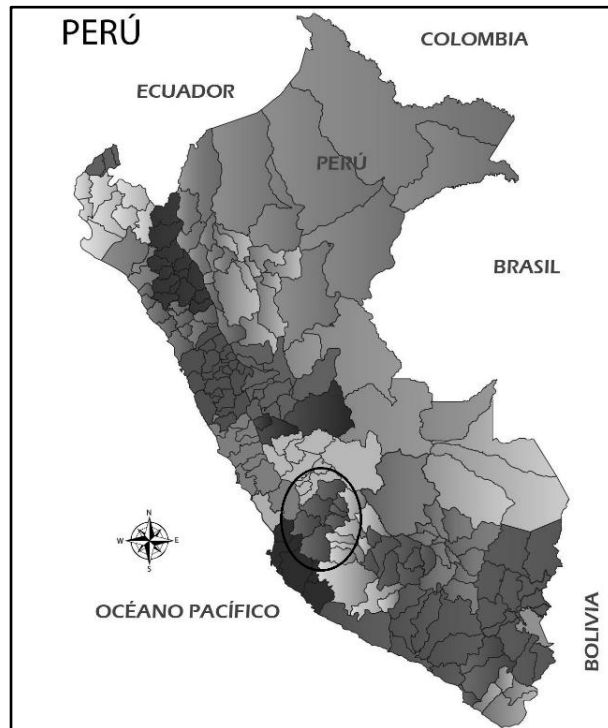


Figura 02: Ubicación del departamento de Huancavelica
Fuente: (Anthoncode.2018)



Figura 03: Ubicación de la provincia de Huaytará
Fuente: STUDYLIB.2005.



Figura 04: Ubicación del distrito de Tambo
Fuente: FamilySearchWiki. 2020

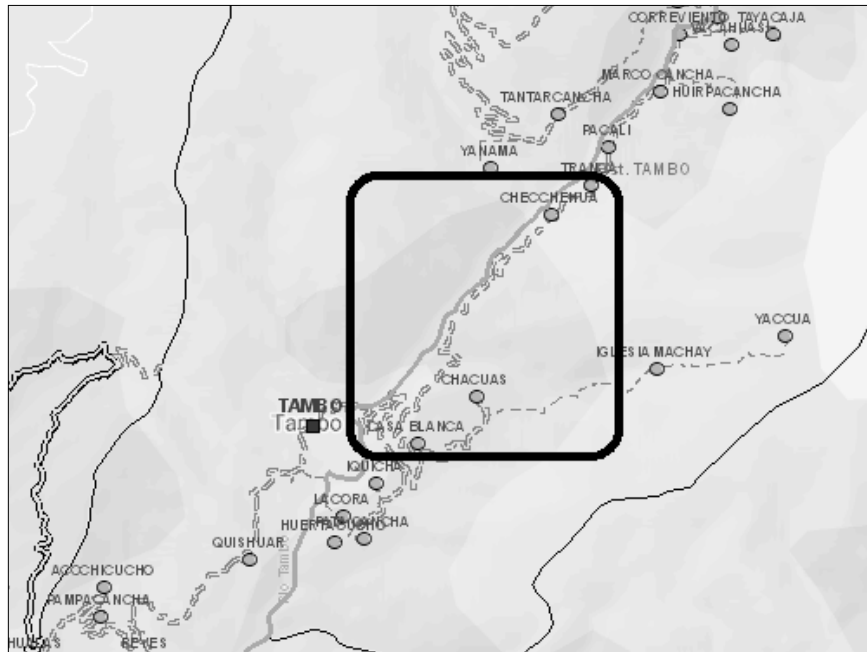


Figura 05: Ubicación de las localidades de Checchewa – Casa Blanca
Fuente: INEI. 2015



Figura 06: Ubicación de la zona de proyecto km 3+020 – km 3+586
Fuente: Google Earth. 2020

Delimitación social.

En 2018, INEI. Es el área socioeconómica en la que se desarrolla el “distrito de Tambo, provincia de Huaytará, departamento de Huancavelica; con una población de 667 habitantes al año 2017”.

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, exclusivo en el análisis y la simulación del canal entubado Checchhua - Casa Blanca del Km 3+020 al Km 3+586 con aplicación de HEC-RAS 4.1.0, desde el punto de vista hidráulico. Para ello se tendrá en cuenta la norma OS.010 “Manual: Criterios de diseño de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico” del ANA (2010), otros manuales de diseño y teorías disponibles.

3.4. Instrumentos y técnicas de medición y recolección.

Instrumentos de recolección de datos

Los principales dispositivos que se emplearon en el desarrollo de este proyecto son: Equipo fotográfico, estación total y programas de cómputo.

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.

Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de datos

Las técnicas de procesamiento serán: Recolección de datos, Procesamiento de información, la presentación y publicación de los resultados. En cuanto al análisis será cuantitativo y su interpretación objetiva basada en los parámetros técnicos de los manuales y normas vigentes

Estudio topográfico

Se trata de un conjunto de operaciones que se deben realizar para obtener la correcta representación en planta y elevación de la extensión del terreno, teniendo en cuenta la diferencia de altura o pendiente. Para realizar

levantamientos topográficos, se puede utilizar una variedad de instrumentos, como medidores de nivel, GPS y estaciones totales.

El estudio y/o levantamiento topográfico realizado se adjuntará en el capítulo de Anexos. Para la elaboración de la simulación en HEC-RAS, contamos con la tabla de cotas.

Tabla 2

Cotas topográficas de la subrasante del canal

Tramo	Cota	Tramo	Cota
Km 3+020	3521.918	km 3+320	3521.653
Km 3+040	3521.9	km 3+340	3521.635
Km 3+060	3521.883	km 3+360	3521.618
Km 3+080	3521.865	km 3+380	3521.591
km 3+100	3521.847	km 3+400	3521.3
km 3+120	3521.83	km 3+420	3521.001
km 3+140	3521.812	km 3+440	3520.928
km 3+160	3521.794	km 3+460	3520.883
km 3+180	3521.777	km 3+480	3520.838
km 3+200	3521.759	km 3+500	3520.793
km 3+220	3521.741	km 3+520	3520.748
km 3+240	3521.724	km 3+540	3520.703
km 3+260	3521.706	km 3+560	3520.658
km 3+280	3521.688	km 3+586	3520.613
km 3+300	3521.671		

Las coordenadas del punto de inicio y punto final son:

Tabla 3

Coordenadas UTM de los puntos de inicio y final del canal

Punto	Coordenadas (m)		Cota (msnm)
	Norte	Este	
Inicio: 3+020	471,657.72	8,485,768.74	3,522.32
Final: 3+586	471,466.28	8,485,313.02	3,520.48

Las pendientes que se obtuvieron son:

- Tramo 1 (3+020 a 3+380) S1 = 0.0009 m/m
- Tramo 2 (3+380 a 3+420) S2 = 0.015 m/m
- Tramo 3 (3+420 a 3+586) S3 = 0.0022 m/m

3.5. Procedimientos.

- a) Etapa inicial de oficina, comienza con el reconocimiento y obtención de datos catastrales, información sobre la situación actual, universo,

etc.; procesar, evaluar analizar la información temática preliminar, relacionado con el proyecto propuesto a desarrollar.

- b) Etapa de desarrollo de campo, tiene como finalidad evaluar los peligros, vulnerabilidades y riesgos de la zona donde se ubica el proyecto a realizar, así como su área de influencia, teniendo en cuenta el desarrollo de las siguientes actividades: Reconocimiento de campo de toda el área de influencia del proyecto para conocer su situación actual 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.
- c) Etapa final de oficina, comprende principalmente las tareas de procesamiento de la información obtenida de las etapas anteriores, en esta etapa se obtendrá los planos topográficos, las secciones transversales, se realizará el análisis, el diseño a través del criterio de máxima eficiencia hidráulica y la simulación del canal entubado aplicando el modelo numérico HEC-RAS 4.1.0; para así cumplir con los objetivos planteados, lograr la verificación de las hipótesis presentadas y llegar finalmente a un conjunto de conclusiones y recomendaciones.

3.6. Método de análisis de datos.

Las técnicas de procesamiento serán: Recolección de datos, Procesamiento de información, la presentación y publicación de los resultados. Respecto al análisis será cuantitativo y su interpretación objetiva basada en los parámetros técnicos de los manuales y normas vigentes a nivel nacional.

3.7. Aspectos Éticos.

(Código de ética del colegio de ingenieros del Perú capítulo III artículo 15). Los ingenieros deben promover y defender la integridad, el honor y la dignidad de su profesión, contribuyendo con su conducta a que el consenso público se forme y mantenga un cabal sentido de respeto hacia

ella y sus miembros, basado en la honestidad e integridad con que la misma se desempeña. Por consiguiente, deben ser honestos e imparciales. Sirviendo con fidelidad al público, a sus empleadores y a sus clientes, deben esforzarse por incrementar el prestigio, la calidad y la idoneidad de la ingeniería y deben apoyar a sus instituciones profesionales y académicas.

En el proyecto se consideran los aspectos éticos de acuerdo a los siguientes puntos:

- Todos los datos tomados y resultados obtenidos en el trabajo de investigación son reales de los autores.
- La investigación se realizó con el mínimo margen de error para su elaboración, buscando así beneficiar al Centro Poblado Casa Blanca, Huancavelica.
- En la referencia bibliográfica tenemos citado a los autores que aportaron en el trabajo de investigación.

IV. RESULTADOS

Para este desarrollo y logro de resultados, se empleó el software HCANALES como primer paso, este determina el caudal del canal por secciones con respecto a su tirante, ancho de base, coeficientes de rugosidad y pendientes. Con el caudal promedio obtenido y las secciones existentes identificadas previamente evaluaremos y modelaremos en el software HEC-RAS 4.1.0, ya que este nos mostrara de manera detallada la simulación de resultados requeridos para nuestro diseño del canal.

Procesamiento y análisis, e interpretación de datos.

Procesamiento y datos de campo.

a) Aforo

Se utilizó el método de sección - pendiente, tomando como punto de aforo el inicio del tramo en estudio (3+020), se realizó una medición de 10 m hacia aguas abajo, luego se tomaron datos de la sección promedio del canal (0.60 x 0.30 m) y finalmente se soltó un cuerpo flotante en el inicio y se registró el tiempo de recorrido. La operación se repitió cinco (5) veces con un cronometro digital, para obtener la velocidad promedio del flujo en el canal. Esto se hizo para cada tramo con pendiente diferente:

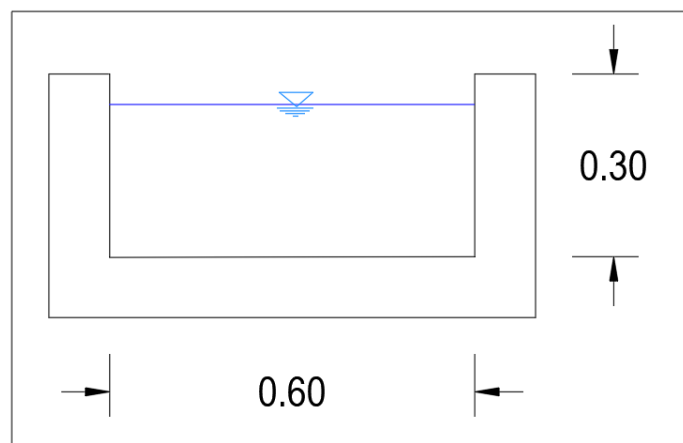


Figura 07: Sección típica del canal existente

Las 5 mediciones se realizaron en diferentes momentos, registrándose los tiempos de recorrido, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 4*Verificaciones hidráulicas tramo 3+020 a 3+380*

Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (m/seg)	Pendiente (m/m)
10	24	0.417	0.0009
10	23	0.435	0.0009
10	23	0.435	0.0009
10	24	0.417	0.0009
10	25	0.400	0.0009
Velocidad promedio =		0.421	

Tabla 5*Verificaciones hidráulicas tramo 3+380 a 3+420*

Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (m/seg)	Pendiente (m/m)
10	8	1.250	0.015
10	8	1.250	0.015
10	10	1.000	0.015
10	9	1.111	0.015
10	9	1.111	0.015
Velocidad promedio =		1.144	

Tabla 6*Verificaciones hidráulicas tramo 3+420 a 3+586*

Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (m/seg)	Pendiente (m/m)
10	17	0.588	0.0022
10	18	0.556	0.0022
10	17	0.588	0.0022
10	19	0.526	0.0022
10	16	0.625	0.0022
Velocidad promedio =		0.577	

b) Verificación del caudal disponible en el canal

Para la evaluación del caudal del canal se realizaron mediciones en las secciones de varios tramos del canal existente, con estos datos y utilizando un modelo de simulación hidráulico se verificaron todos sus parámetros hidráulicos, determinándose el caudal, velocidad, área hidráulica, radio hidráulico, número de Froude, tipo de flujo, perímetro, energía específica entre otros.

El proceso de los datos del canal se hace por medio de expresiones de cálculo que rigen el comportamiento de flujo de agua en un canal, estas fórmulas se pueden procesar mediante una hoja de cálculo o empleando el programa Hcanales.

Los datos geométricos obtenidos del levantamiento topográfico son:

- Tipo de sección = rectangular
- Ancho de solera promedio = 0.60 m
- Tirante promedio = 0.30 m
- Pendientes: Tramo 1 (3+020 a 3+380) S1 = 0.0009 m/m
Tramo 2 (3+380 a 3+420) S2 = 0.015 m/m
Tramo 3 (3+420 a 3+586) S3 = 0.0022 m/m

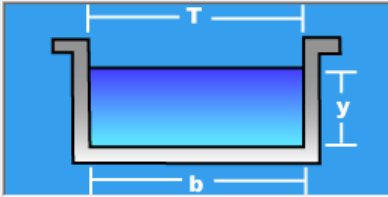
La n de Manning es una de las formas de expresar la cantidad de resistencia al movimiento del agua en cauces, naturales o artificiales. Este coeficiente de resistencia al flujo es muy variable porque depende de una serie de factores como la vegetación, irregularidad, obstrucciones, nivel, caudal, régimen de circulación, entre otros. (Fernández de Córdova y Leon Mendez, 2018)

Para el coeficiente de Manning se ha considerado el valor máximo de $n = 0.020$ para canales de concreto sin terminar con encofrado común de madera, obtenido del "Cuadro 5-6 Valores del coeficiente de rugosidad n " de Ven Te Chow. Que es el que mejor se ajusta al estado actual del canal. Al tramo a analizar se le ha denominado Casa Blanca por encontrarse justo en ese sector:

Lugar:	<input type="text" value="Canal Casa Blanca"/>	Proyecto:	<input type="text" value="Tesis"/>
Tramo:	<input type="text" value="3+020"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto desgastado"/>

Datos:

Tirante (y):	<input type="text" value="0.30"/>	m
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.60"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	
Coefficiente de rugosidad (n):	<input type="text" value="0.020"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.0009"/>	m/m



Resultados:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.0762"/>	m ³ /s	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.4235"/>	m/s
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1800"/>	m ²	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.2000"/>	m
Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1500"/>	m	Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.6000"/>	m
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.2468"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.3091"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				



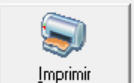

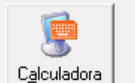
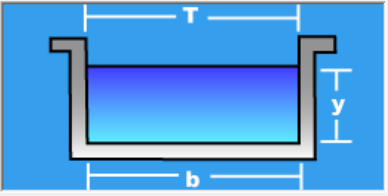
 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
--	--	--	---	---

Figura 08: Sección transversal km 3+020

Lugar:	<input type="text" value="Canal Casa Blanca"/>	Proyecto:	<input type="text" value="Tesis"/>
Tramo:	<input type="text" value="3+040"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto desgastado"/>

Datos:

Tirante (y):	<input type="text" value="0.30"/>	m
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.60"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	
Coefficiente de rugosidad (n):	<input type="text" value="0.020"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.0009"/>	m/m



Resultados:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.0762"/>	m ³ /s	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.4235"/>	m/s
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1800"/>	m ²	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.2000"/>	m
Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1500"/>	m	Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.6000"/>	m
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.2468"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.3091"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				





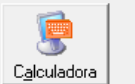
 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
--	--	--	---	---

Figura 09: Sección transversal km 3+040

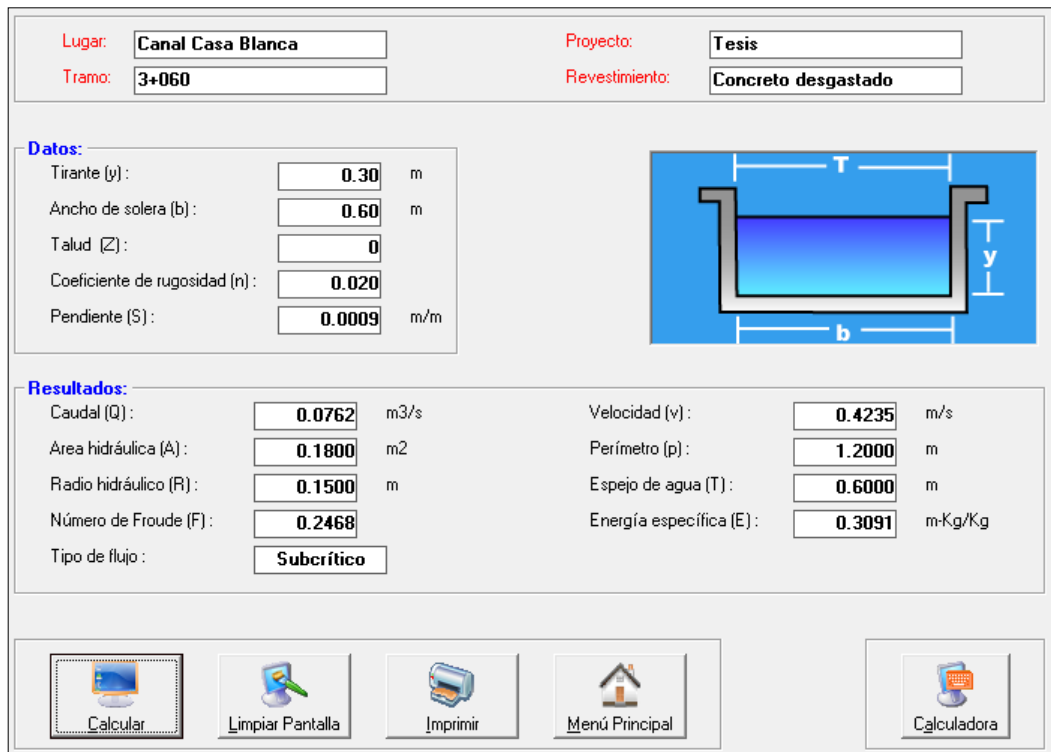


Figura 10: Sección transversal km 3+060

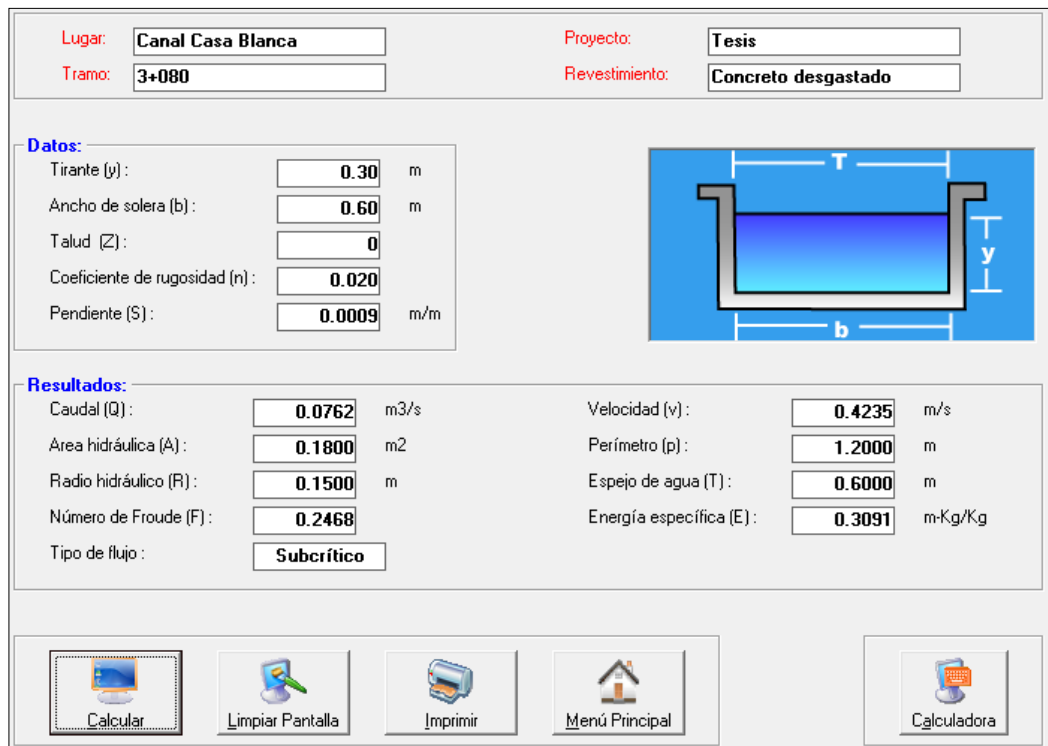


Figura 11: Sección transversal km 3+080

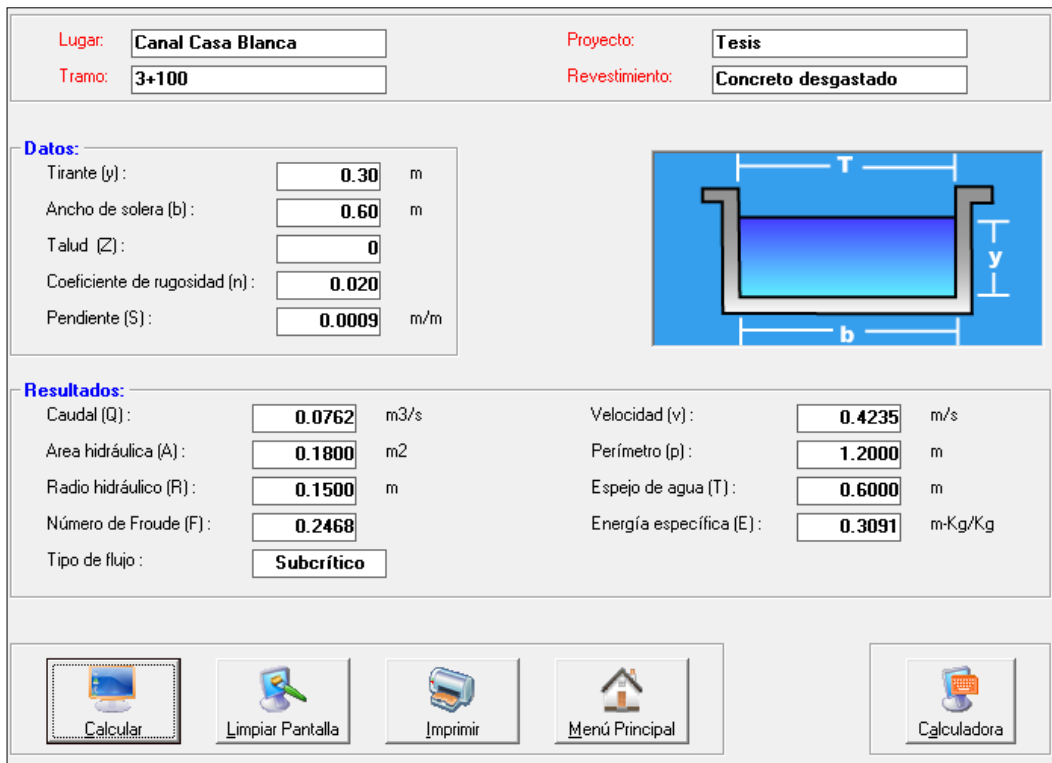


Figura 12: Sección transversal km 3+100

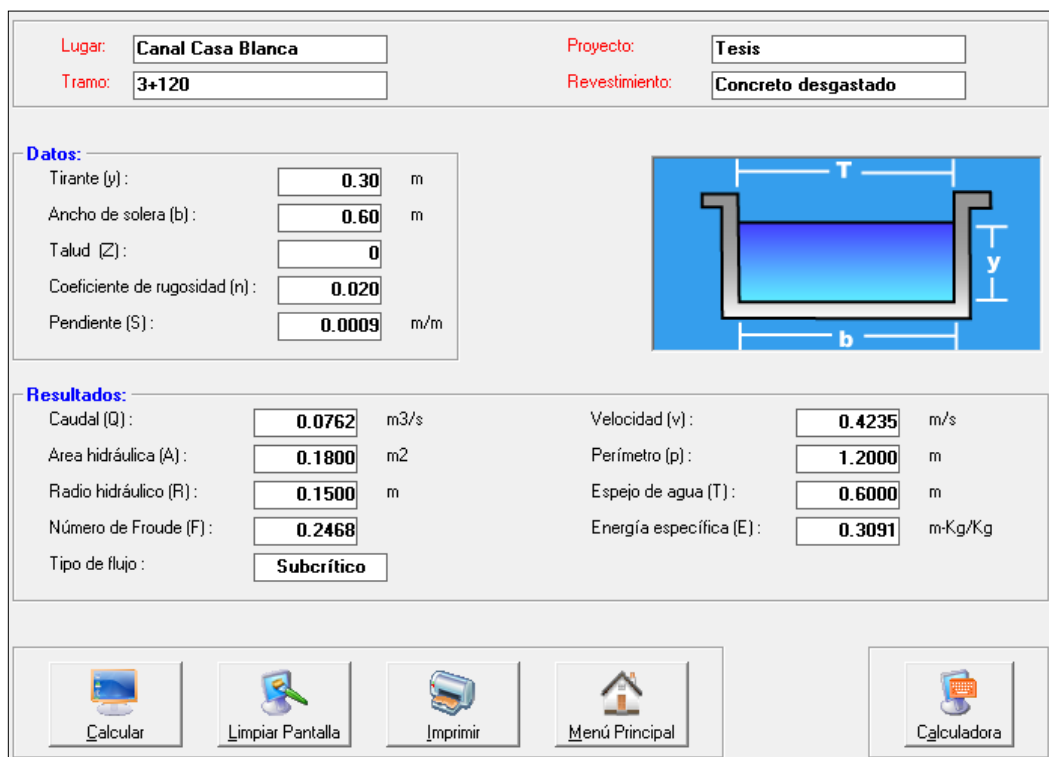
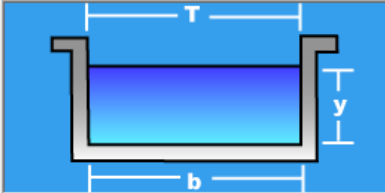


Figura 13: Sección transversal km 3+120

Lugar:	<input type="text" value="Canal Casa Blanca"/>	Proyecto:	<input type="text" value="Tesis"/>
Tramo:	<input type="text" value="3+140"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto desgastado"/>

Datos:	
Tirante (y):	<input type="text" value="0.30"/> m
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.60"/> m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>
Coefficiente de rugosidad (n):	<input type="text" value="0.020"/>
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.0009"/> m/m



Resultados:			
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.0762"/> m ³ /s	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.4235"/> m/s
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1800"/> m ²	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.2000"/> m
Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1500"/> m	Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.6000"/> m
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.2468"/>	Energía específica (E):	<input type="text" value="0.3091"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>		





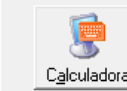
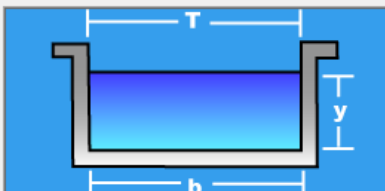
 <input type="button" value="Calcular"/>	 <input type="button" value="Limpiar Pantalla"/>	 <input type="button" value="Imprimir"/>	 <input type="button" value="Menú Principal"/>	 <input type="button" value="Calculadora"/>
---	---	---	---	--

Figura 14: Sección transversal km 3+140

Lugar:	<input type="text" value="Canal Casa Blanca"/>	Proyecto:	<input type="text" value="Tesis"/>
Tramo:	<input type="text" value="3+160"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto desgastado"/>

Datos:	
Tirante (y):	<input type="text" value="0.30"/> m
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.60"/> m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>
Coefficiente de rugosidad (n):	<input type="text" value="0.020"/>
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.0009"/> m/m



Resultados:			
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.0762"/> m ³ /s	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.4235"/> m/s
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1800"/> m ²	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.2000"/> m
Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1500"/> m	Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.6000"/> m
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.2468"/>	Energía específica (E):	<input type="text" value="0.3091"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>		

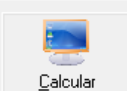



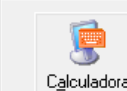
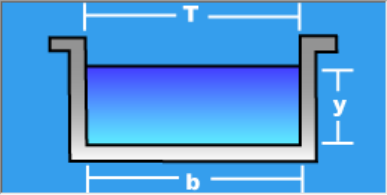
 <input type="button" value="Calcular"/>	 <input type="button" value="Limpiar Pantalla"/>	 <input type="button" value="Imprimir"/>	 <input type="button" value="Menú Principal"/>	 <input type="button" value="Calculadora"/>
---	---	---	---	--

Figura 15: Sección transversal km 3+160

Lugar:	<input type="text" value="Canal Casa Blanca"/>	Proyecto:	<input type="text" value="Tesis"/>
Tramo:	<input type="text" value="3+180"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto desgastado"/>

Datos:

Tirante (y) :	<input type="text" value="0.30"/>	m
Ancho de solera (b) :	<input type="text" value="0.60"/>	m
Talud (Z) :	<input type="text" value="0"/>	
Coefficiente de rugosidad (n) :	<input type="text" value="0.020"/>	
Pendiente (S) :	<input type="text" value="0.0009"/>	m/m



Resultados:

Caudal (Q) :	<input type="text" value="0.0762"/>	m ³ /s	Velocidad (v) :	<input type="text" value="0.4235"/>	m/s
Area hidráulica (A) :	<input type="text" value="0.1800"/>	m ²	Perímetro (p) :	<input type="text" value="1.2000"/>	m
Radio hidráulico (R) :	<input type="text" value="0.1500"/>	m	Espejo de agua (T) :	<input type="text" value="0.6000"/>	m
Número de Froude (F) :	<input type="text" value="0.2468"/>		Energía específica (E) :	<input type="text" value="0.3091"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo :	<input type="text" value="Subcrítico"/>				






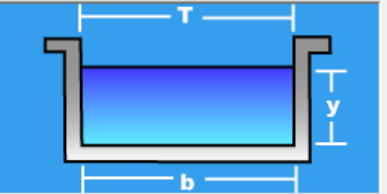
 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
---	---	---	---	--

Figura 16: Sección transversal km 3+180

Lugar:	<input type="text" value="Canal Casa Blanca"/>	Proyecto:	<input type="text" value="Tesis"/>
Tramo:	<input type="text" value="3+200"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto desgastado"/>

Datos:

Tirante (y) :	<input type="text" value="0.30"/>	m
Ancho de solera (b) :	<input type="text" value="0.60"/>	m
Talud (Z) :	<input type="text" value="0"/>	
Coefficiente de rugosidad (n) :	<input type="text" value="0.020"/>	
Pendiente (S) :	<input type="text" value="0.0009"/>	m/m



Resultados:

Caudal (Q) :	<input type="text" value="0.0762"/>	m ³ /s	Velocidad (v) :	<input type="text" value="0.4235"/>	m/s
Area hidráulica (A) :	<input type="text" value="0.1800"/>	m ²	Perímetro (p) :	<input type="text" value="1.2000"/>	m
Radio hidráulico (R) :	<input type="text" value="0.1500"/>	m	Espejo de agua (T) :	<input type="text" value="0.6000"/>	m
Número de Froude (F) :	<input type="text" value="0.2468"/>		Energía específica (E) :	<input type="text" value="0.3091"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo :	<input type="text" value="Subcrítico"/>				





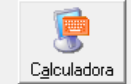
 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
---	---	---	---	--

Figura 17: Sección transversal km 3+200

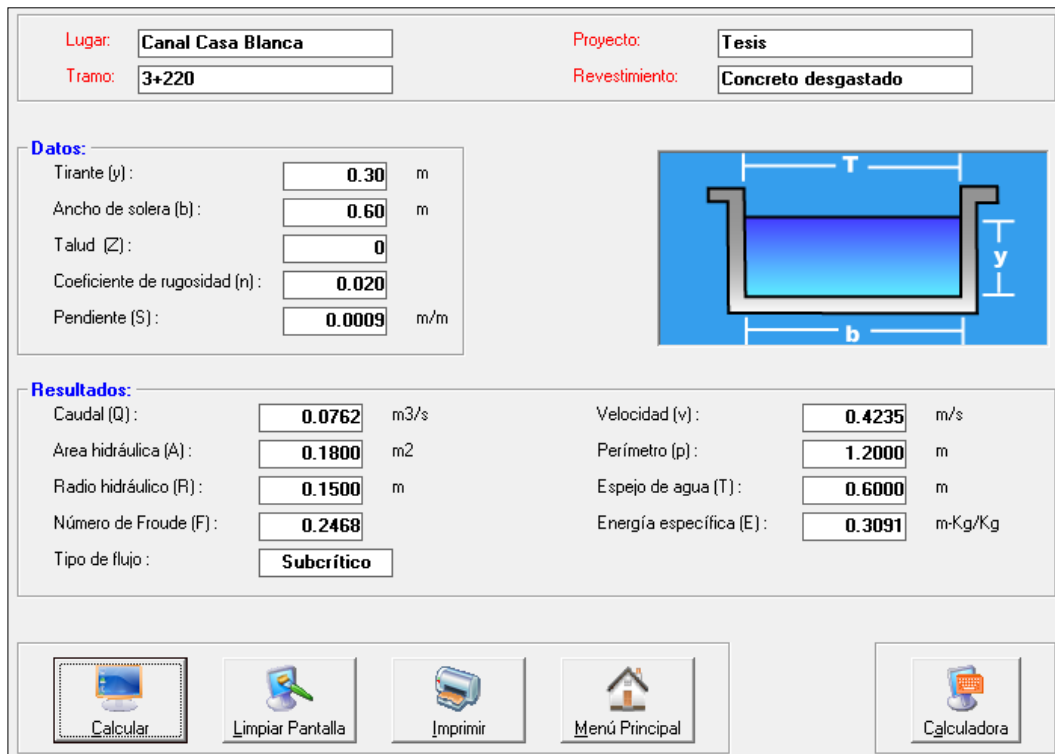


Figura 18: Sección transversal km 3+220

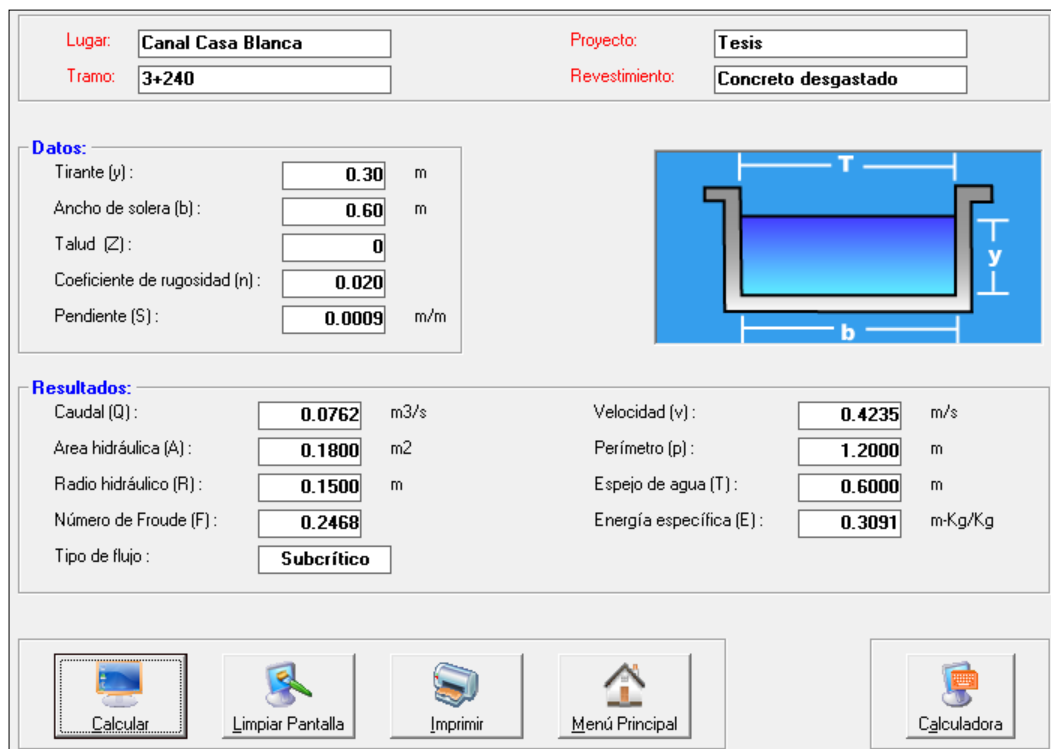


Figura 19: Sección transversal km 3+240

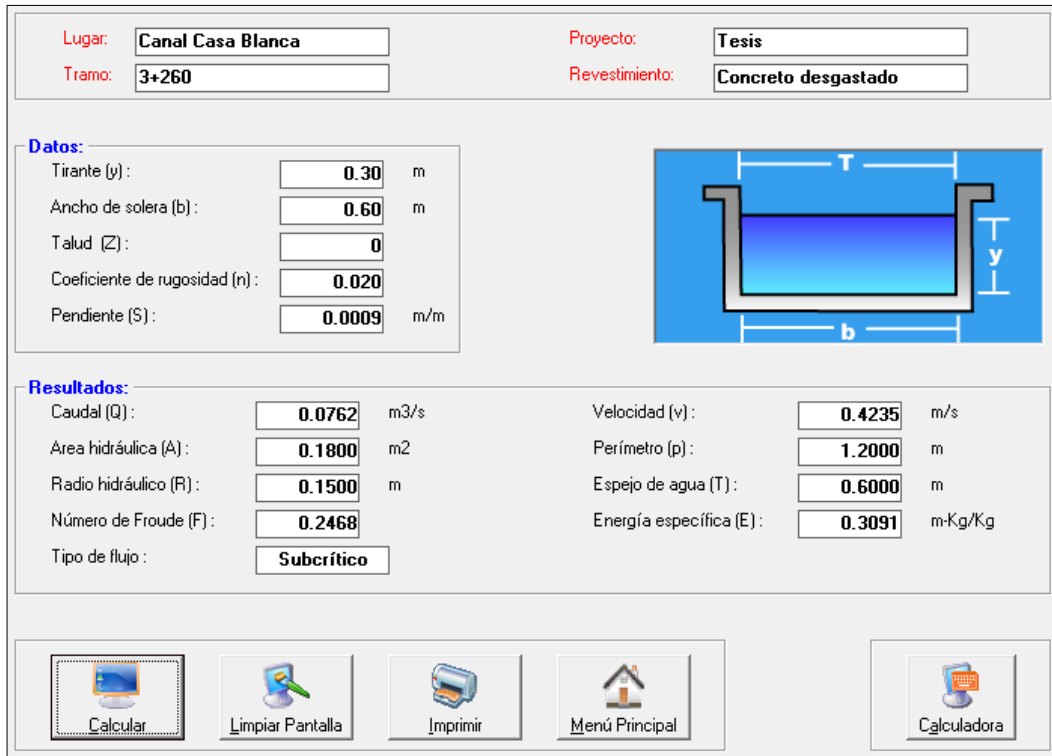


Figura 20: Sección transversal km 3+260

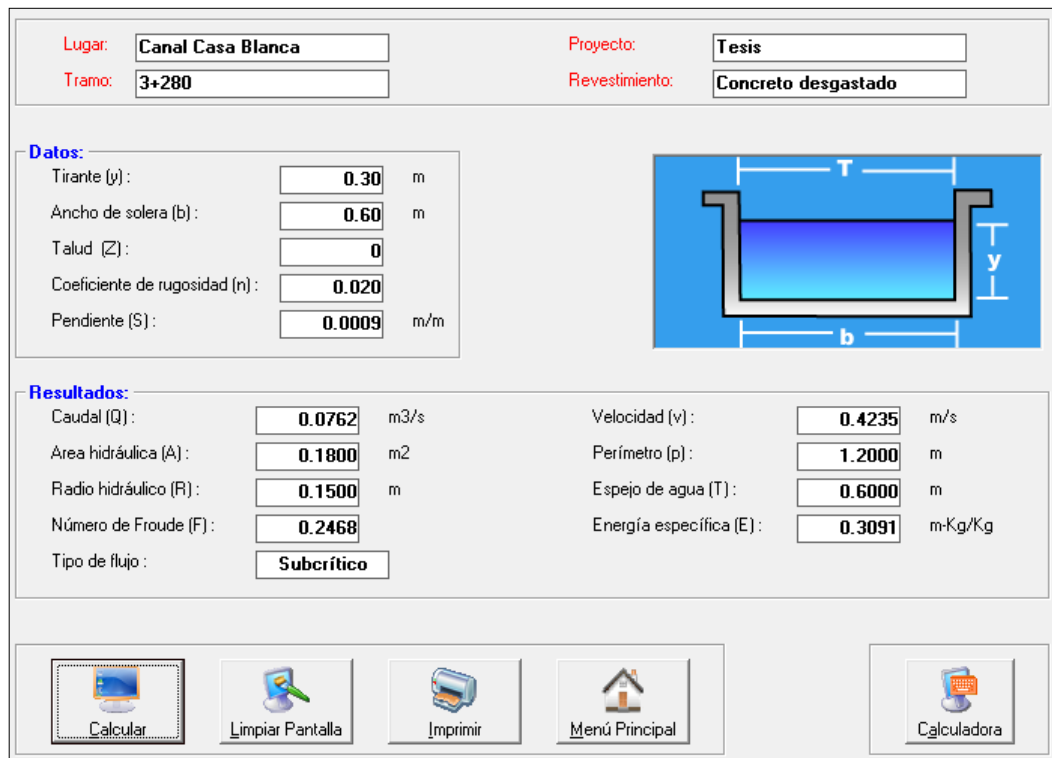


Figura 21: Sección transversal km 3+280

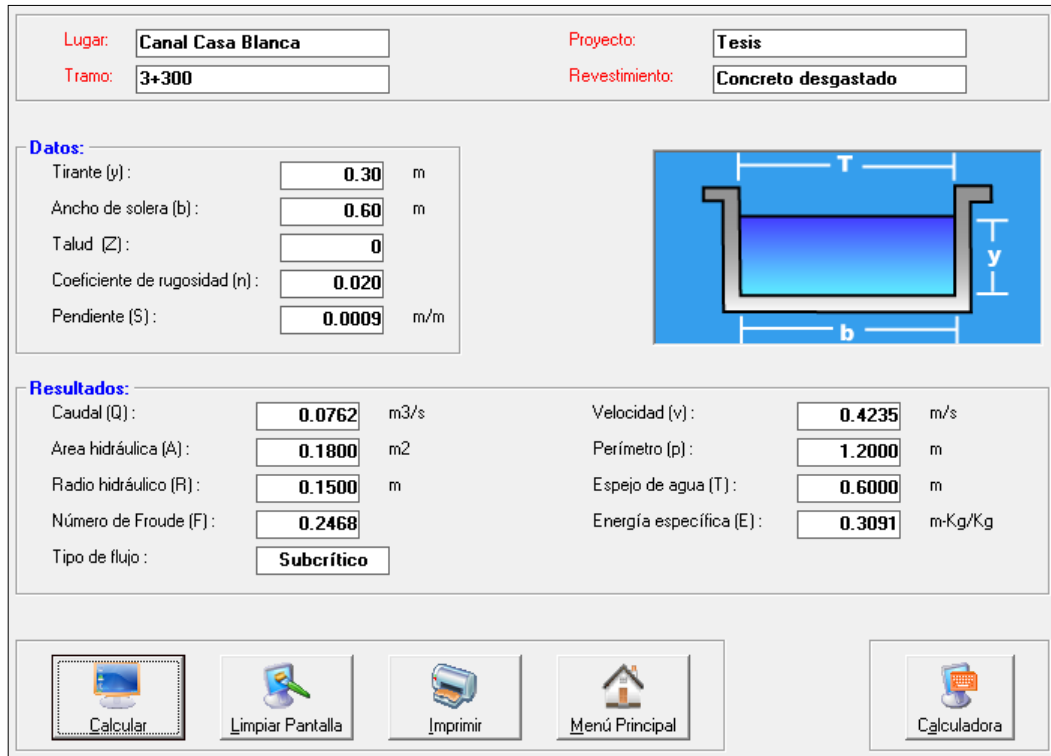


Figura 22: Sección transversal km 3+300

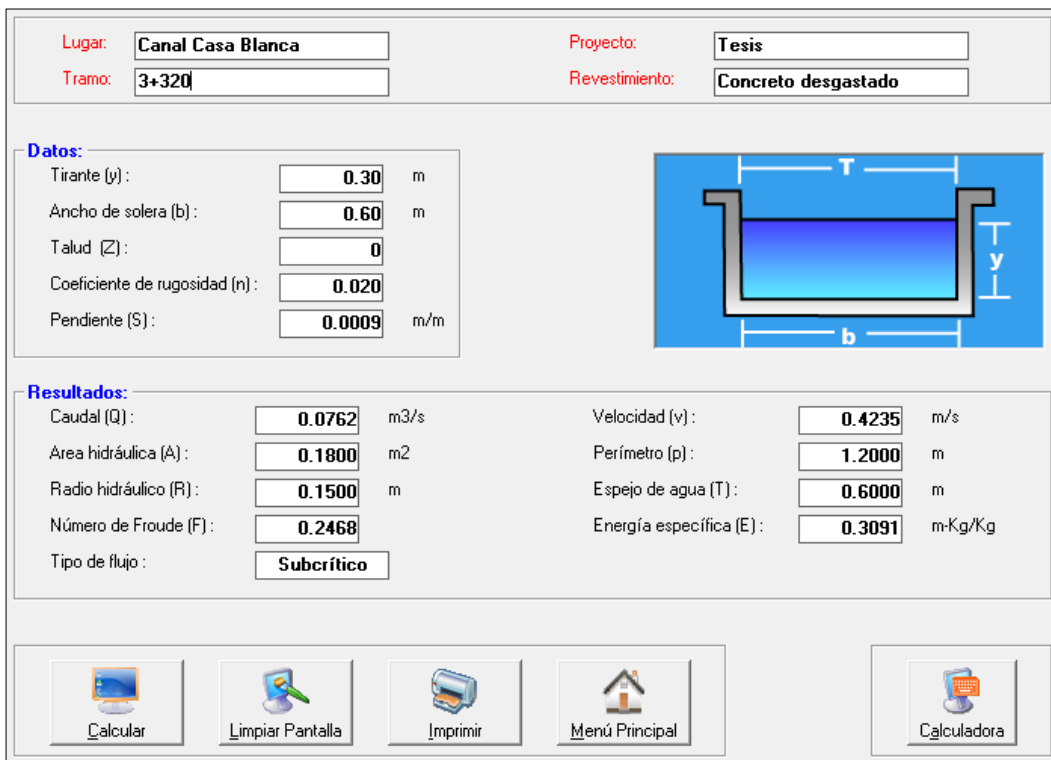


Figura 23: Sección transversal km 3+320

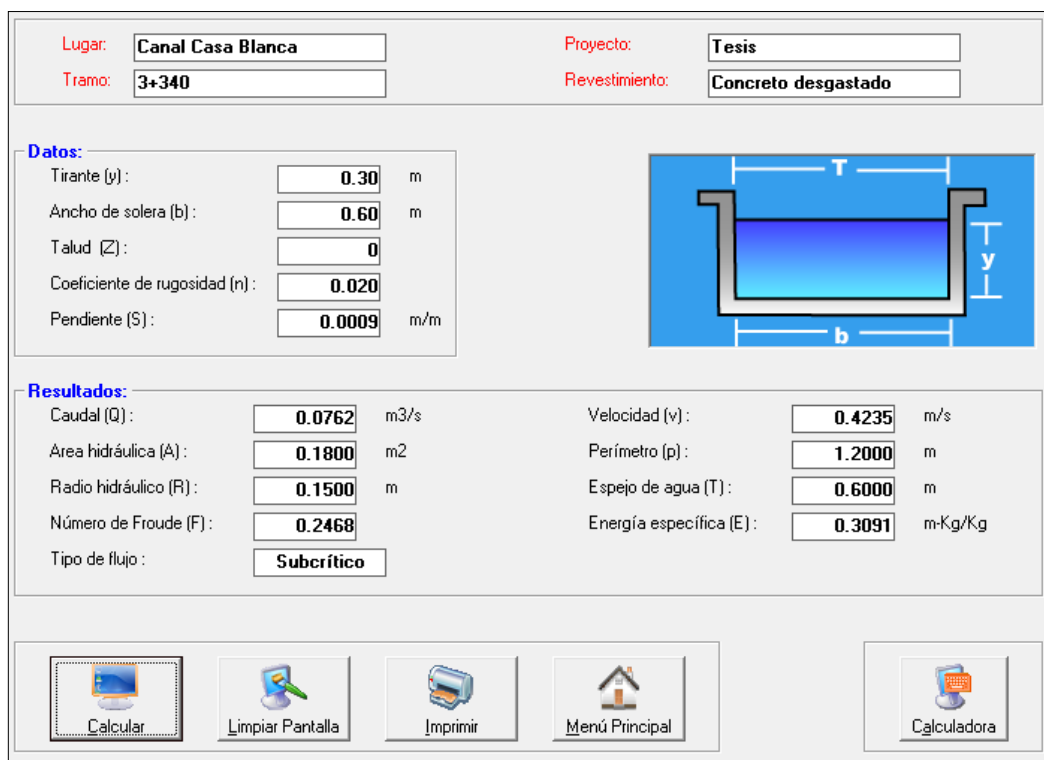


Figura 24: Sección transversal km 3+340

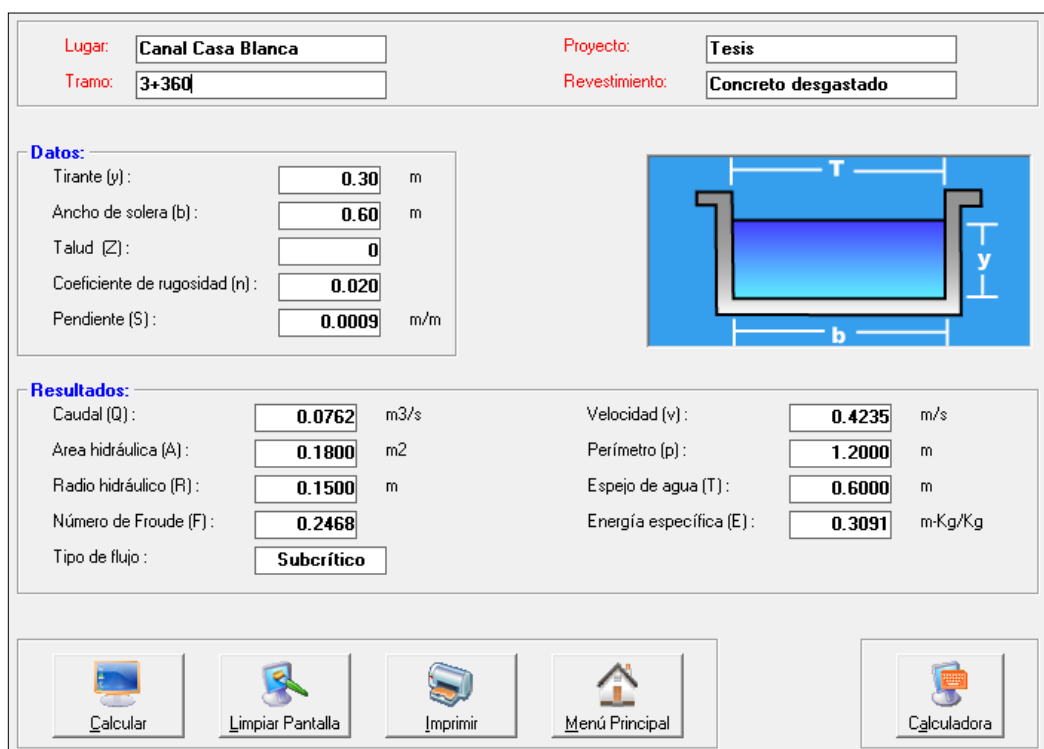
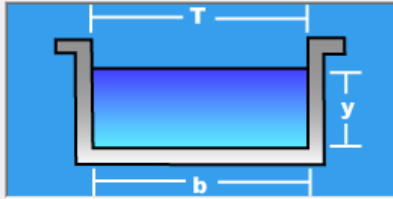


Figura 25: Sección transversal km 3+360

Lugar:	<input type="text" value="Canal Casa Blanca"/>	Proyecto:	<input type="text" value="Tesis"/>
Tramo:	<input type="text" value="3+380"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto desgastado"/>

Datos:

Tirante (y) :	<input type="text" value="0.30"/>	m
Ancho de solera (b) :	<input type="text" value="0.60"/>	m
Talud (Z) :	<input type="text" value="0"/>	
Coefficiente de rugosidad (n) :	<input type="text" value="0.020"/>	
Pendiente (S) :	<input type="text" value="0.0009"/>	m/m



Resultados:

Caudal (Q) :	<input type="text" value="0.0762"/>	m ³ /s	Velocidad (v) :	<input type="text" value="0.4235"/>	m/s
Área hidráulica (A) :	<input type="text" value="0.1800"/>	m ²	Perímetro (p) :	<input type="text" value="1.2000"/>	m
Radio hidráulico (R) :	<input type="text" value="0.1500"/>	m	Espejo de agua (T) :	<input type="text" value="0.6000"/>	m
Número de Froude (F) :	<input type="text" value="0.2468"/>		Energía específica (E) :	<input type="text" value="0.3091"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo :	<input type="text" value="Subcrítico"/>				






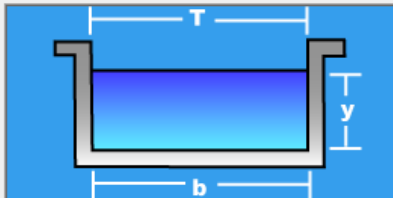
 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
---	---	---	--	--

Figura 26: Sección transversal km 3+380

Lugar:	<input type="text" value="Canal Casa Blanca"/>	Proyecto:	<input type="text" value="Tesis"/>
Tramo:	<input type="text" value="3+400"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto desgastado"/>

Datos:

Tirante (y) :	<input type="text" value="0.1108"/>	m
Ancho de solera (b) :	<input type="text" value="0.6"/>	m
Talud (Z) :	<input type="text" value=""/>	
Coefficiente de rugosidad (n) :	<input type="text" value="0.020"/>	
Pendiente (S) :	<input type="text" value="0.015"/>	m/m



Resultados:

Caudal (Q) :	<input type="text" value="0.0762"/>	m ³ /s	Velocidad (v) :	<input type="text" value="1.1456"/>	m/s
Área hidráulica (A) :	<input type="text" value="0.0665"/>	m ²	Perímetro (p) :	<input type="text" value="0.8216"/>	m
Radio hidráulico (R) :	<input type="text" value="0.0809"/>	m	Espejo de agua (T) :	<input type="text" value="0.6000"/>	m
Número de Froude (F) :	<input type="text" value="1.0988"/>		Energía específica (E) :	<input type="text" value="0.1777"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo :	<input type="text" value="Subcrítico"/>				



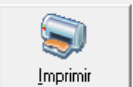

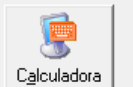
 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
---	---	---	--	--

Figura 27: Sección transversal km 3+400

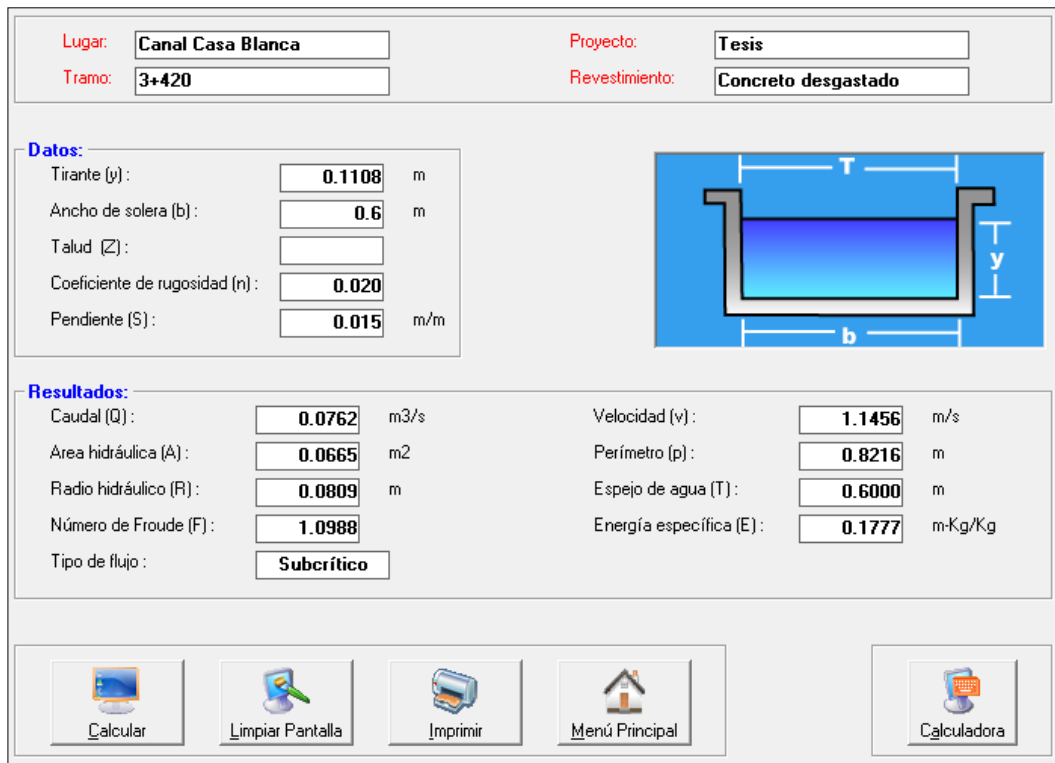


Figura 28: Sección transversal km 3+420

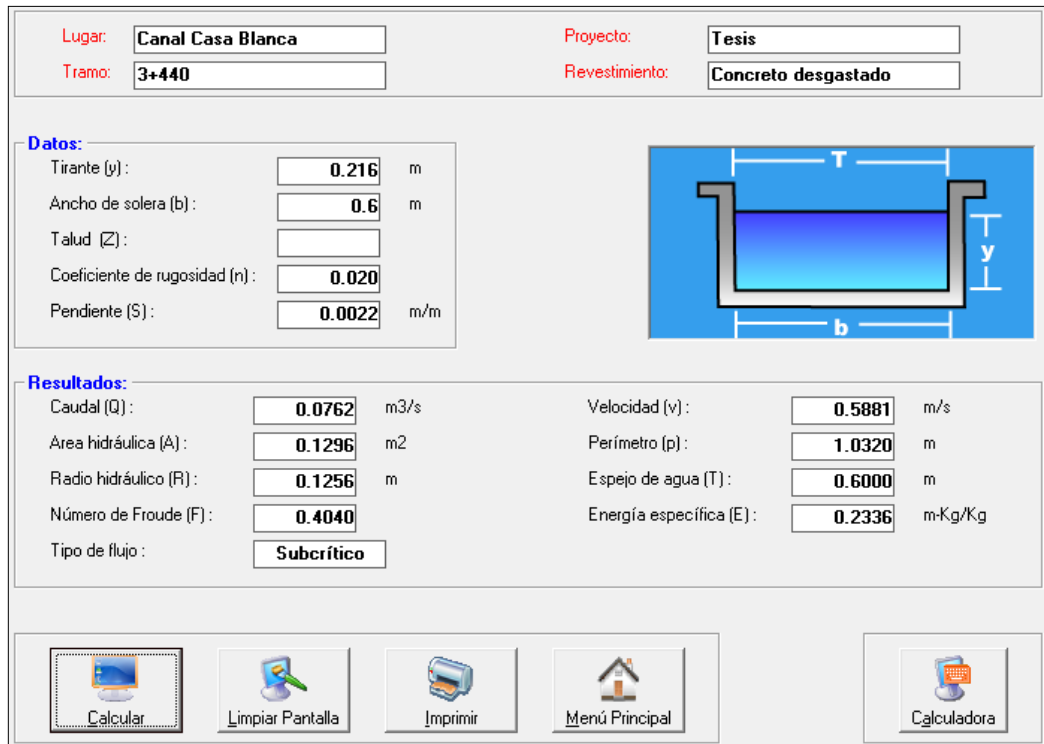


Figura 29: Sección transversal km 3+440

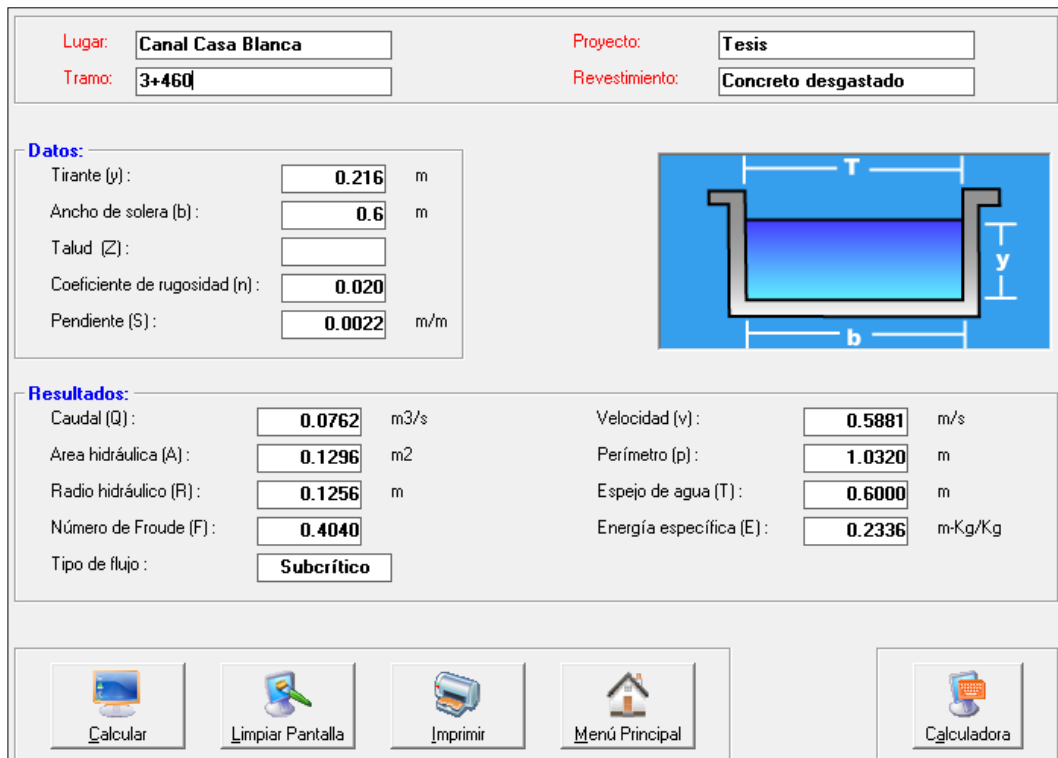


Figura 30: Sección transversal km 3+460

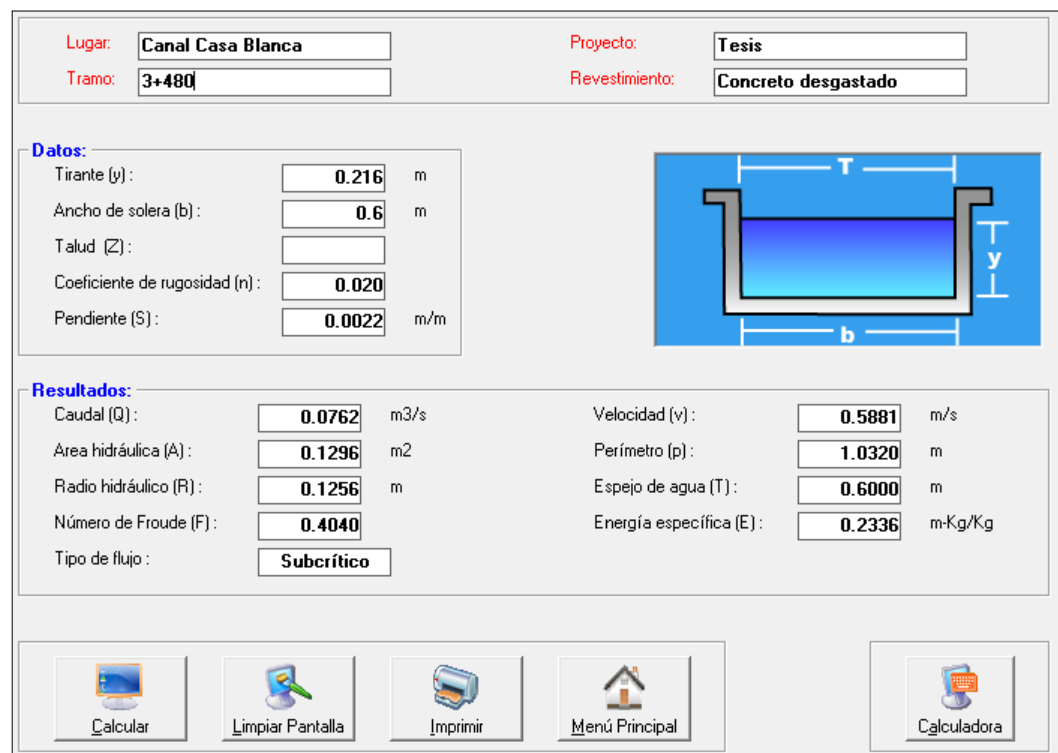
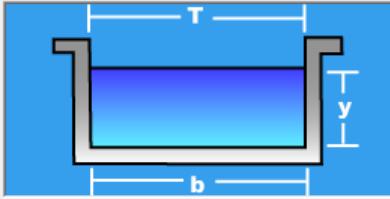


Figura 31: Sección transversal km 3+480

Lugar:	<input type="text" value="Canal Casa Blanca"/>	Proyecto:	<input type="text" value="Tesis"/>
Tramo:	<input type="text" value="3+500"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto desgastado"/>

Datos:

Tirante (y):	<input type="text" value="0.216"/>	m
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.6"/>	m
Talud (Z):	<input type="text"/>	
Coefficiente de rugosidad (n):	<input type="text" value="0.020"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.0022"/>	m/m



Resultados:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.0762"/>	m ³ /s	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.5881"/>	m/s
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1296"/>	m ²	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.0320"/>	m
Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1256"/>	m	Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.6000"/>	m
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.4040"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.2336"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				






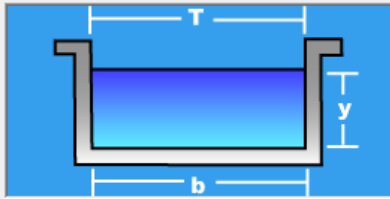
 <input type="button" value="Calcular"/>	 <input type="button" value="Limpiar Pantalla"/>	 <input type="button" value="Imprimir"/>	 <input type="button" value="Menú Principal"/>	 <input type="button" value="Calculadora"/>
---	---	---	---	--

Figura 32: Sección transversal km 3+500

Lugar:	<input type="text" value="Canal Casa Blanca"/>	Proyecto:	<input type="text" value="Tesis"/>
Tramo:	<input type="text" value="3+520"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto desgastado"/>

Datos:

Tirante (y):	<input type="text" value="0.216"/>	m
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.6"/>	m
Talud (Z):	<input type="text"/>	
Coefficiente de rugosidad (n):	<input type="text" value="0.020"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.0022"/>	m/m



Resultados:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.0762"/>	m ³ /s	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.5881"/>	m/s
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1296"/>	m ²	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.0320"/>	m
Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1256"/>	m	Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.6000"/>	m
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.4040"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.2336"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				






 <input type="button" value="Calcular"/>	 <input type="button" value="Limpiar Pantalla"/>	 <input type="button" value="Imprimir"/>	 <input type="button" value="Menú Principal"/>	 <input type="button" value="Calculadora"/>
---	---	---	---	--

Figura 33: Sección transversal km 3+520

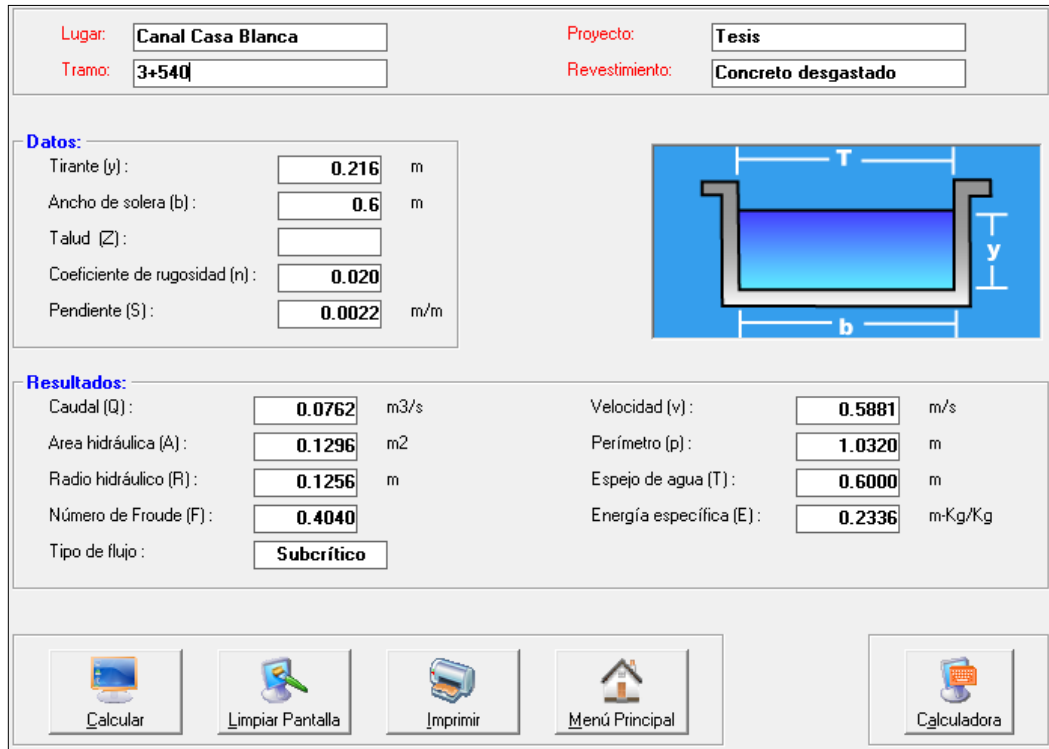


Figura 34: Sección transversal km 3+540

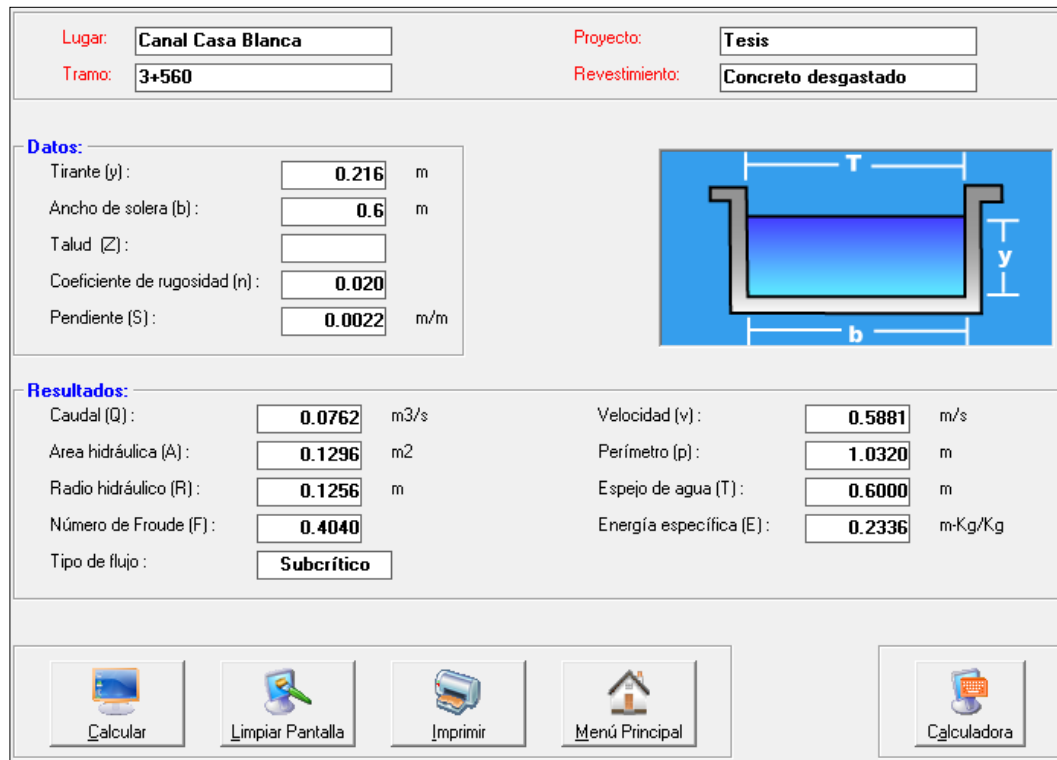
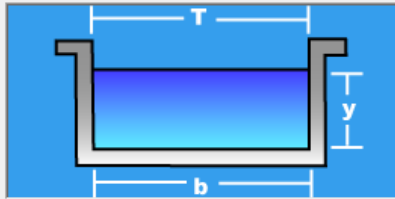


Figura 35: Sección transversal km 3+560

Lugar:	<input type="text" value="Canal Casa Blanca"/>	Proyecto:	<input type="text" value="Tesis"/>
Tramo:	<input type="text" value="3+586"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto desgastado"/>

Datos:

Tirante (y):	<input type="text" value="0.216"/>	m
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.6"/>	m
Talud (Z):	<input type="text"/>	
Coefficiente de rugosidad (n):	<input type="text" value="0.020"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.0022"/>	m/m



Resultados:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.0762"/>	m ³ /s	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.5881"/>	m/s
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1296"/>	m ²	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.0320"/>	m
Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1256"/>	m	Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.6000"/>	m
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.4040"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.2336"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				






 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
--	--	--	---	---

Figura 36: Sección transversal km 3+586

Tabla 7

Resumen de resultados de Hcanales (parte 1)

Sección	Datos					Tirante normal y (m)	Velocidad (m/seg)	Tipo de flujo
	Caudal (m ³ /seg)	Rugos. (n)	Base (b) (m)	Número de Froude	Pendiente (m/m)			
3+020	0.0762	0.02	0.6	0.2468	0.0009	0.3	0.4235	Subcrítico
3+040	0.0762	0.02	0.6	0.2468	0.0009	0.3	0.4235	Subcrítico
3+060	0.0762	0.02	0.6	0.2468	0.0009	0.3	0.4235	Subcrítico
3+080	0.0762	0.02	0.6	0.2468	0.0009	0.3	0.4235	Subcrítico
3+100	0.0762	0.02	0.6	0.2468	0.0009	0.3	0.4235	Subcrítico
3+120	0.0762	0.02	0.6	0.2468	0.0009	0.3	0.4235	Subcrítico
3+140	0.0762	0.02	0.6	0.2468	0.0009	0.3	0.4235	Subcrítico
3+160	0.0762	0.02	0.6	0.2468	0.0009	0.3	0.4235	Subcrítico
3+180	0.0762	0.02	0.6	0.2468	0.0009	0.3	0.4235	Subcrítico
3+200	0.0762	0.02	0.6	0.2468	0.0009	0.3	0.4235	Subcrítico
3+220	0.0762	0.02	0.6	0.2468	0.0009	0.3	0.4235	Subcrítico
3+240	0.0762	0.02	0.6	0.2468	0.0009	0.3	0.4235	Subcrítico
3+260	0.0762	0.02	0.6	0.2468	0.0009	0.3	0.4235	Subcrítico
3+280	0.0762	0.02	0.6	0.2468	0.0009	0.3	0.4235	Subcrítico
3+300	0.0762	0.02	0.6	0.2468	0.0009	0.3	0.4235	Subcrítico
3+320	0.0762	0.02	0.6	0.2468	0.0009	0.3	0.4235	Subcrítico
3+340	0.0762	0.02	0.6	0.2468	0.0009	0.3	0.4235	Subcrítico
3+360	0.0762	0.02	0.6	0.2468	0.0009	0.3	0.4235	Subcrítico

3+380	0.0762	0.02	0.6	0.2468	0.0009	0.3	0.4235	Subcrítico
-------	--------	------	-----	--------	--------	-----	--------	------------

Tabla 8

Resumen de resultados de Hcanales (parte 2)

Sección	Datos					Tirante normal y (m)	Velocidad (m/seg)	Tipo de flujo
	Caudal (m3/seg)	Rugos. (n)	Base (b) (m)	Número de Froude	Pendiente (m/m)			
3+400	0.0762	0.02	0.6	1.0988	0.015	0.1108	1.1456	Supercrítico
3+420	0.0762	0.02	0.6	1.0988	0.015	0.1108	1.1456	Supercrítico
3+440	0.0762	0.02	0.6	0.404	0.0022	0.216	0.5881	Subcrítico
3+460	0.0762	0.02	0.6	0.404	0.0022	0.216	0.5881	Subcrítico
3+480	0.0762	0.02	0.6	0.404	0.0022	0.216	0.5881	Subcrítico
3+500	0.0762	0.02	0.6	0.404	0.0022	0.216	0.5881	Subcrítico
3+520	0.0762	0.02	0.6	0.404	0.0022	0.216	0.5881	Subcrítico
3+540	0.0762	0.02	0.6	0.404	0.0022	0.216	0.5881	Subcrítico
3+560	0.0762	0.02	0.6	0.404	0.0022	0.216	0.5881	Subcrítico
3+586	0.0762	0.02	0.6	0.404	0.0022	0.216	0.5881	Subcrítico

ANÁLISIS DE RESULTADOS:

Los resultados obtenidos en las secciones evaluadas con los datos previamente identificados, ha permitido obtener un caudal promedio de:

$$Q = 0.0762 \text{ m}^3/\text{seg}$$

También se observa la disminución de tirantes y aumento de velocidades en los tramos que tienen pendientes de 1.5% y 0.22% respectivamente, circulando en todo momento un flujo subcrítico y en un tramo corto supercrítico. Se aprecia también que las velocidades obtenidas mediante el aforo y el programa Hcanales tiene mucha similitud.

Tabla 9

Comparación de velocidades en el canal

Tramo	Velocidad		Pendiente (m/m)
	Aforo	Hcanales	
3+020 a 3+380	0.421	0.424	0.0009
3+380 a 3+420	1.144	1.146	0.015
3+420 a 3+586	0.577	0.588	0.0022

Siendo, para todos los casos, velocidades que no superan la velocidad erosiva para el revestimiento.

c) Con HEC-RAS 4.1.0

Es un software que permite desarrollar un modelo hidráulico unidimensional en flujo permanente y no permanente de ríos y canales. Interactúa con los sistemas de información geográfica (SIG) mediante la extensión Hec-GeoRas.

Fue desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los EE.UU. (USACE). El modelo de simulación hidráulica analiza el flujo gradualmente variado que se caracteriza por los cambios que ocurren en la superficie del agua y de las velocidades del flujo en las secciones transversales del canal. El estudio para este, es el tramo del Canal Checchewa que en el Hec-Ras se identifica como proyecto (Project) y en cada proyecto puede haber diversos planes de simulación, siendo cada plan combinaciones de geometría con condiciones de flujo dadas (caudales y condición de contorno).

Los datos proporcionados por el programa Hcanales, se introducen en el modelo para obtener un análisis de flujo. Dependiendo del régimen de flujo, subcrítico o supercrítico, el modelo asume la dirección en que se realizaran los cálculos hidráulicos según su algoritmo. Si se hace un análisis de flujo subcrítico se requiere introducir un tirante aguas abajo (condiciones de borde) y el cálculo se desarrolla desde aguas abajo hacia aguas arriba. Si se hace un análisis de flujo supercrítico requiere un tirante aguas arriba y el cálculo se desarrolla desde aguas arriba hacia aguas abajo. El modelo también evalúa el régimen de flujo mediante el número de Froude, siendo:

- ✓ $Fr < 1$: Flujo subcrítico.
- ✓ $Fr > 1$: Flujo supercrítico.
- ✓ $Fr = 1$: Flujo crítico.

Esto se refleja en las condiciones de contorno que se establecerán al definir las condiciones cinéticas y dinámicas en el canal.

HEC -RAS 4.1.0 desarrolla

Cinco pasos principales para crear un modelo hidráulico:

- a) Crear un Proyecto Nuevo o Abrir uno existente
- b) Introducir los Datos Geométricos
- c) Introducir los Datos Hidráulicos: Caudal y condiciones de Contorno
- d) Crear un plan y ejecutar la simulación
- e) Ver e imprimir los resultados

De acuerdo a este procedimiento, se ingresan los datos geométricos de la sección transversal, tomando los datos levantamiento topográfico.

Modelación hidráulica de canal actual

Para el modelado en HEC-RAS necesitamos determinar algunos parámetros fundamentales:

- ✓ Longitud de cada sub tramo considerando que existen 3 pendientes diferentes, siendo la longitud total del canal: 566.00 m
- ✓ Pendientes: Cuenta con 3 variaciones (0.09%; 1.5%; 0.22%)
- ✓ Caudal Promedio: 0.0762 m³/seg
- ✓ Coeficiente de Manning: 0.020 para concretos rugosos y muy deteriorados.

Coeficientes de contracción y expansión

El coeficiente de contracción y expansión, se usa cuando existen cambios de sección en el canal. De una sección mayor a una sección menor se usa un coeficiente de contracción; de una sección menor a una sección mayor se usa el coeficiente de expansión. Los valores se pueden obtener en los Apéndices del Manual de Usuario de HEC-RAS. Sin embargo, para este caso se dejarán los valores que, en la interface de datos para secciones transversales, aparecen por defecto ya que no se tienen cambios de sección. El tramo a evaluar se le denominará Casa Blanca por estar precisamente cercano a ese centro poblado.

Modelado en Hec – Ras 4.1.0: Método de flujo bajo y alto

Se inicia creando el proyecto con el nombre “Canal Checchewa actual”.

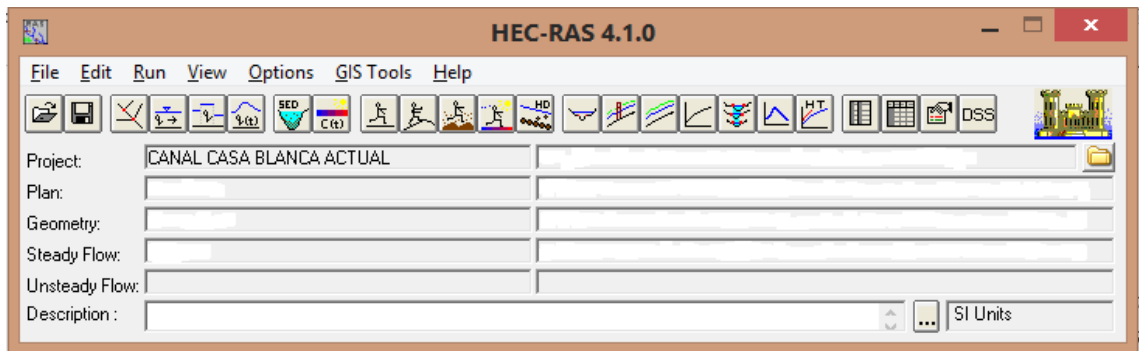


Figura 37: Pantalla de inicio del Hec-Ras 4.1.0

Luego se ingresa la geometría del canal haciendo un trazo desde arriba hacia abajo para que el canal asuma la dirección del flujo.

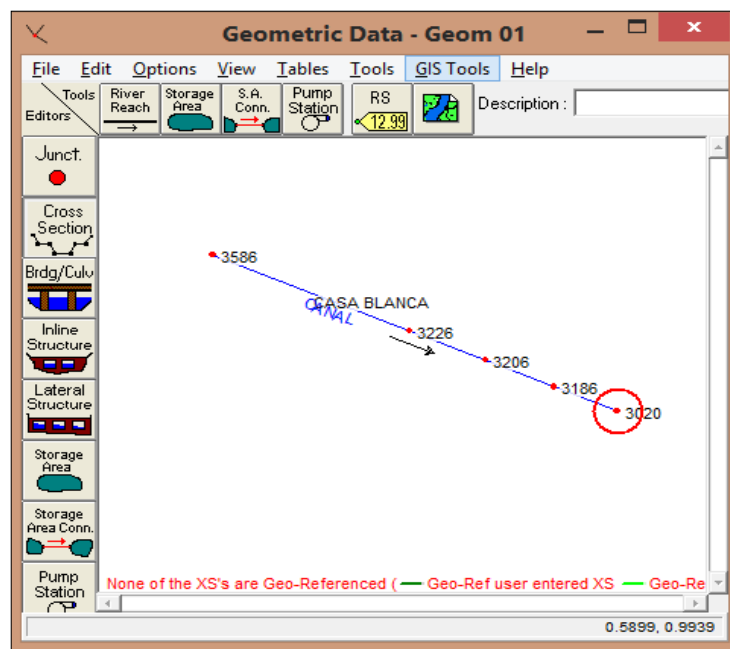


Figura 38: Esquema general del canal

Luego de trazar el eje, se dibuja la geometría de las secciones transversales, desde el km 3+020 hasta el km 3+586, pero en vista que el software por defecto dibuja de aguas abajo, hacia agua arriba, se empieza con la última sección, esto se detalla en el nombre, pero no afecta las pendientes y resultados.

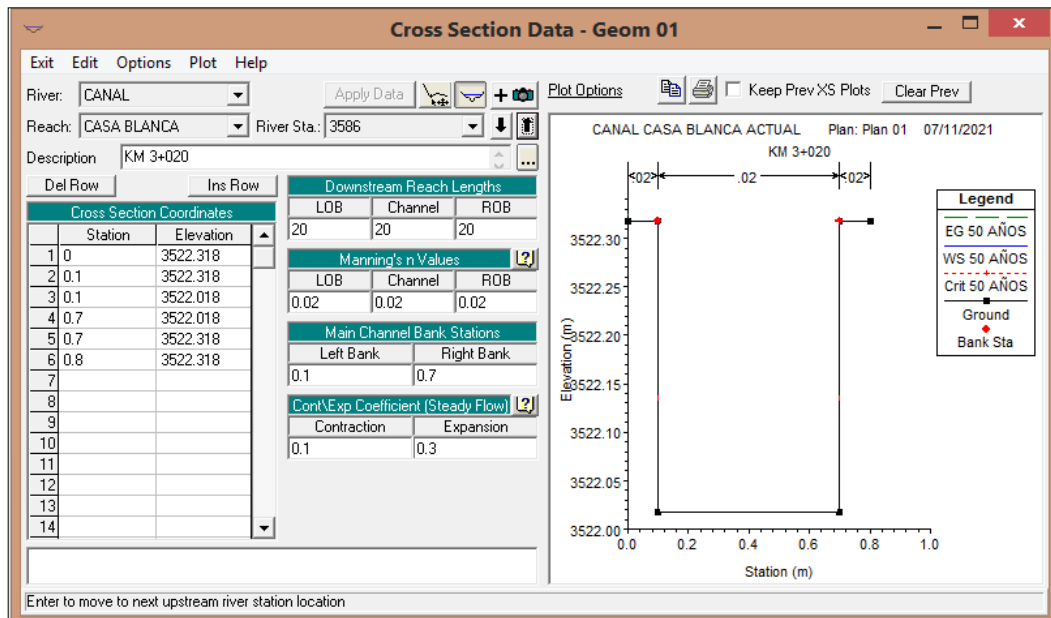


Figura 39: Ingreso de la sección transversal km 3+020

En esta sección del km 3+020 se introducen las distancias de la estructura en "X" y sus elevaciones en "Y", están se encuentran 10 cm arriba de la cota de subrasante debido al espesor de la estructura.

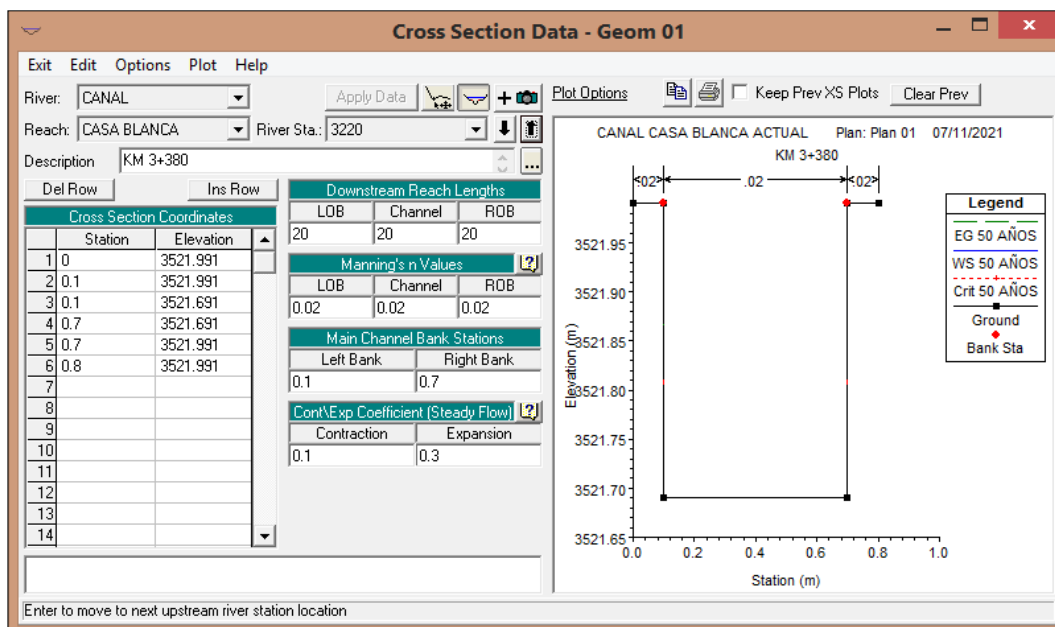


Figura 40: Ingreso de la sección transversal Km 3+380

Luego se establece la sección km 3+380 ya que en este punto se encuentra el primer cambio de pendiente de 0.09% para poder hacer el ajuste de alturas, tal como se aprecia en las elevaciones.

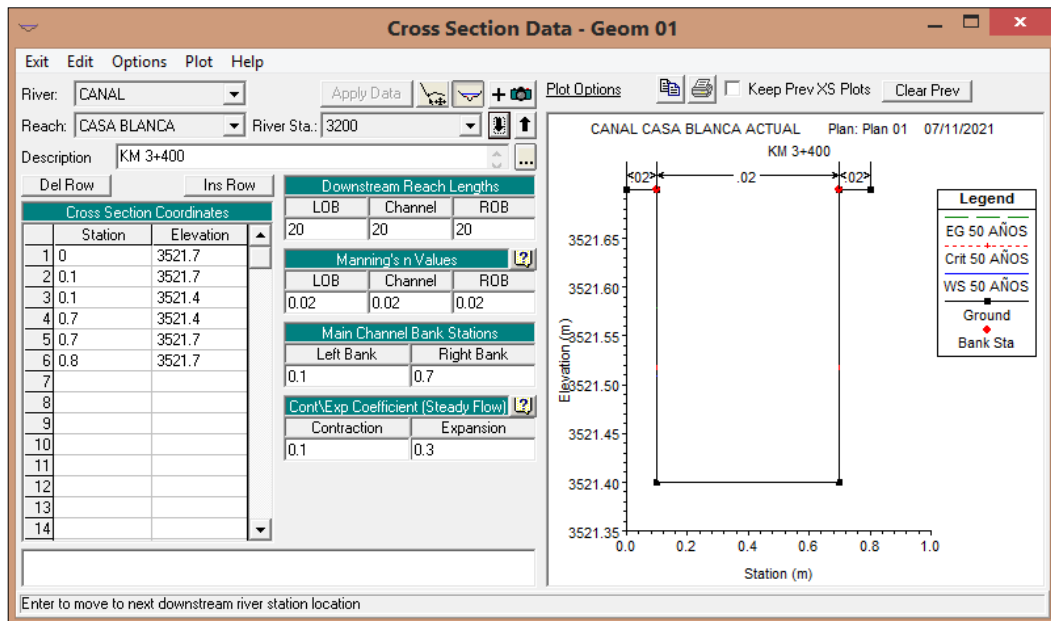


Figura 41: Ingreso de la sección transversal Km 3+400

Luego se establece la sección km 3+400 ya que en este punto está la segunda variante de pendiente de 1.5% para poder realizar el cambio de alturas respectivo, tal como se aprecia en las cotas.

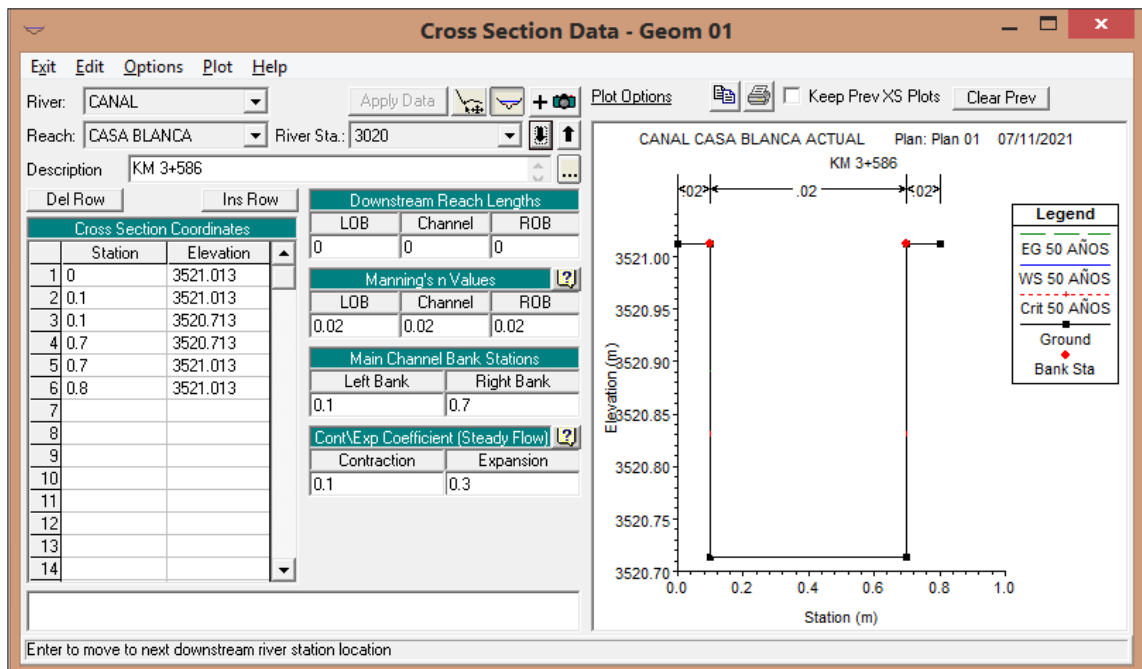


Figura 42: Ingreso de la sección transversal Km 3+586

En esta última sección se cuenta con la última variación de pendiente del 0.22%, ajustando las alturas para generar las pendientes existentes y se detallan las secciones a cada 20 metros para poder representar mejor al canal.

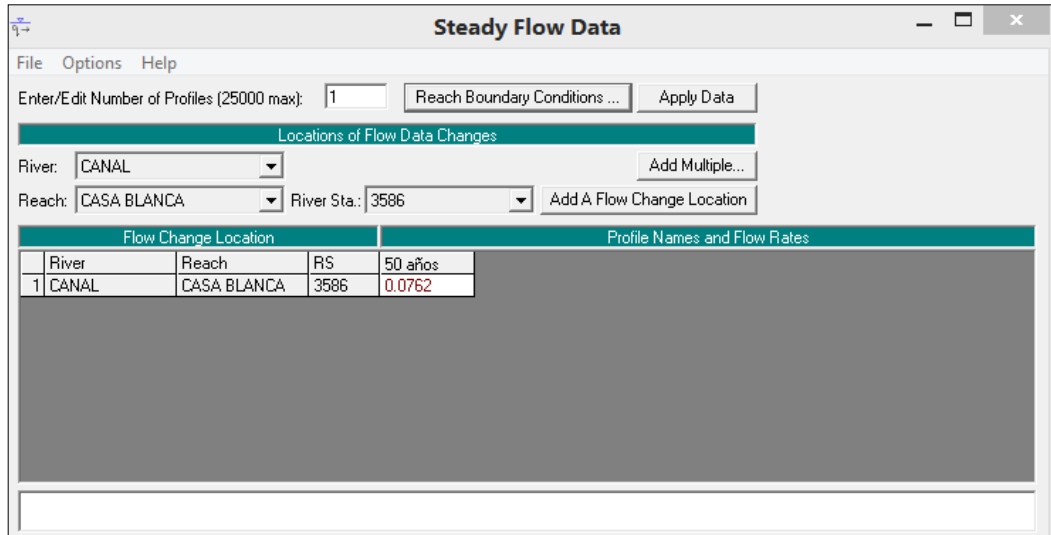


Figura 43: Ingreso de caudal o condiciones de flujo para el canal

Para simular en flujo permanente hay que ingresar condiciones de borde, caudal, período de retorno y pendientes de flujo. Para este caso $Q = 0.0762$, con un periodo de retorno de 50 años y las pendientes conocidas. Cuando el número de Froude es menor a la unidad, es un flujo subcrítico y cuando es mayor a la unidad es supercrítico. Se usará las pendientes de aguas arriba y aguas abajo consideradas con profundidad crítica en ambas para poder realizar un análisis de flujo mixto.

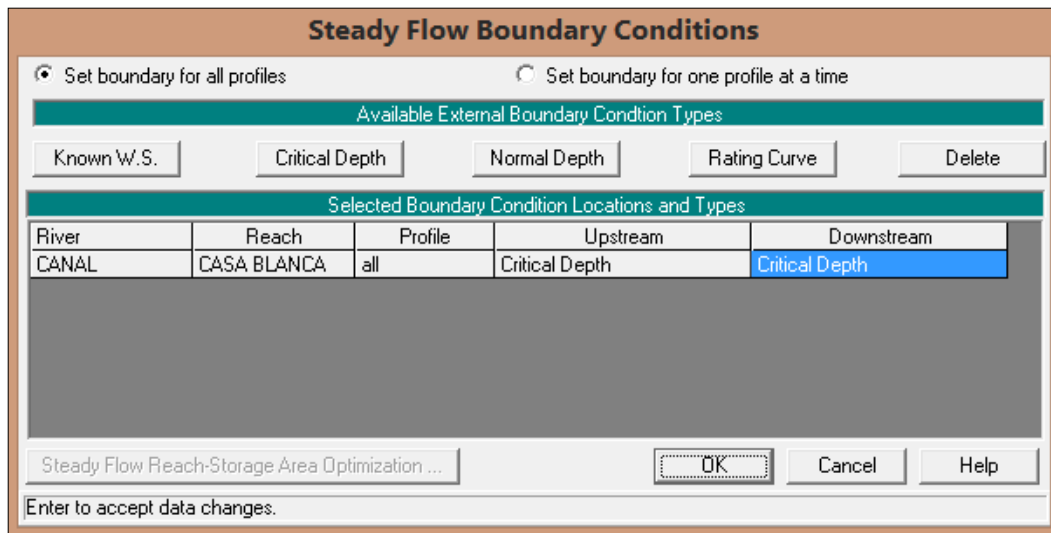


Figura 44: Ingreso de condiciones de flujo aguas arriba y abajo

Una vez ingresados los datos geométricos y de flujo, se corre el programa para evaluar un flujo mixto.

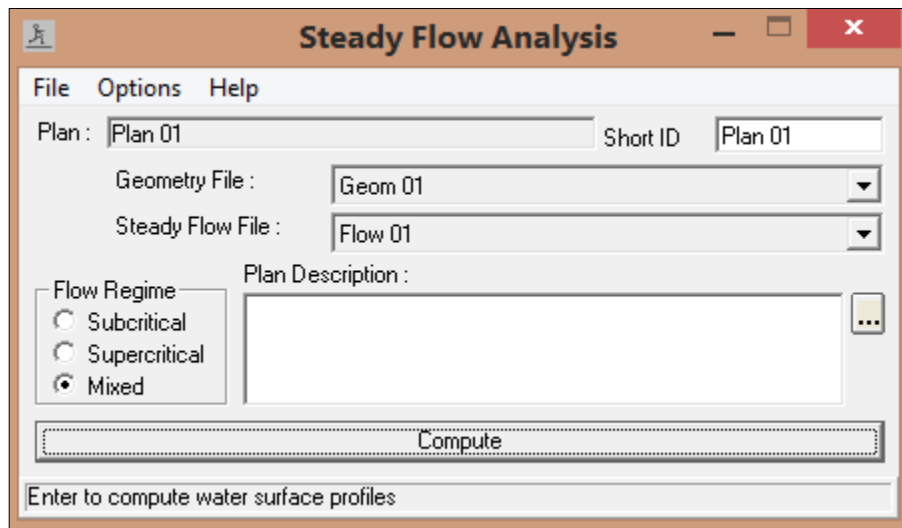


Figura 45: Seleccionamos “Compute” para dar inicio a la evaluación

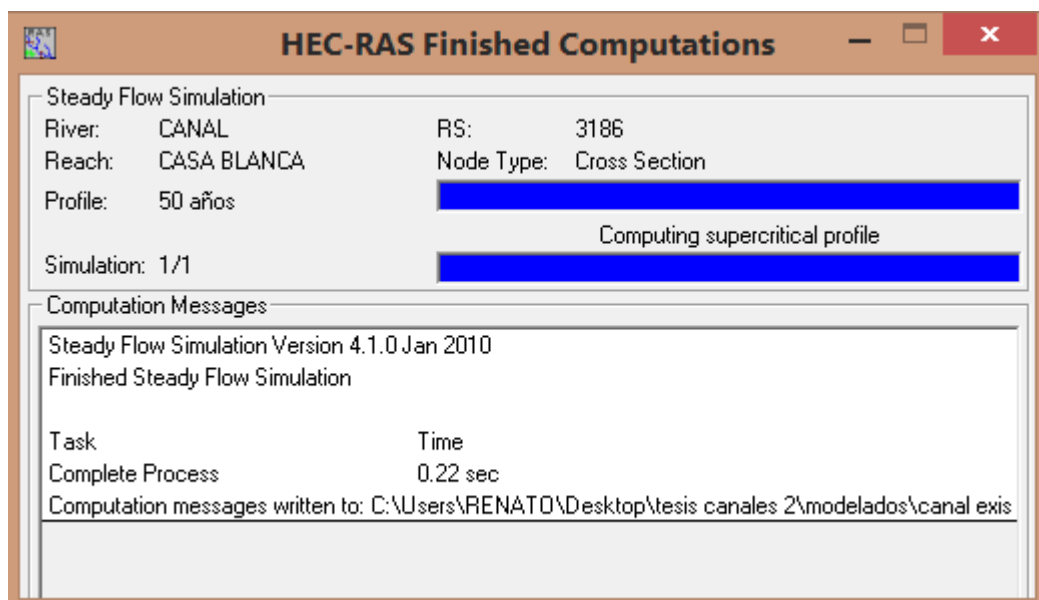


Figura 46: La simulación de flujo mixto se completó sin errores

Niveles de agua en los diversos tramos del canal

A continuación, se presentan las secciones transversales como resultado de la modelación hidráulica con el HEC–RAS 4.0.

- 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.

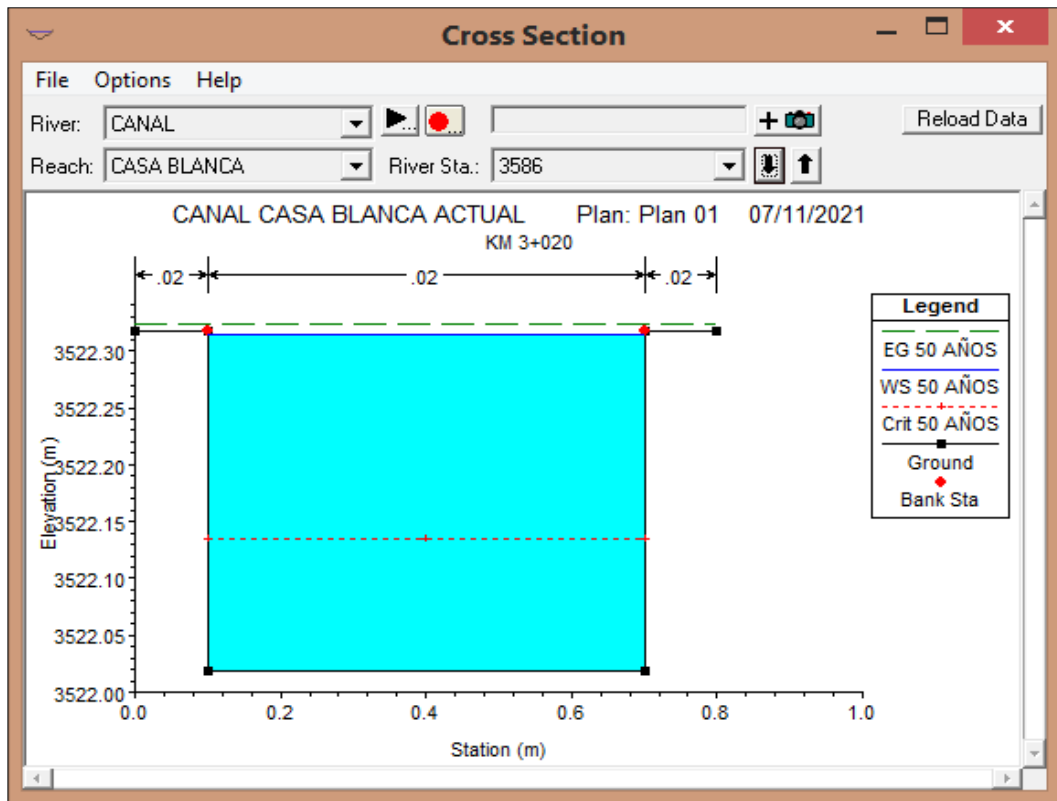


Figura 47: Sección transversal aguas arriba 3+020; pendiente 0.09%

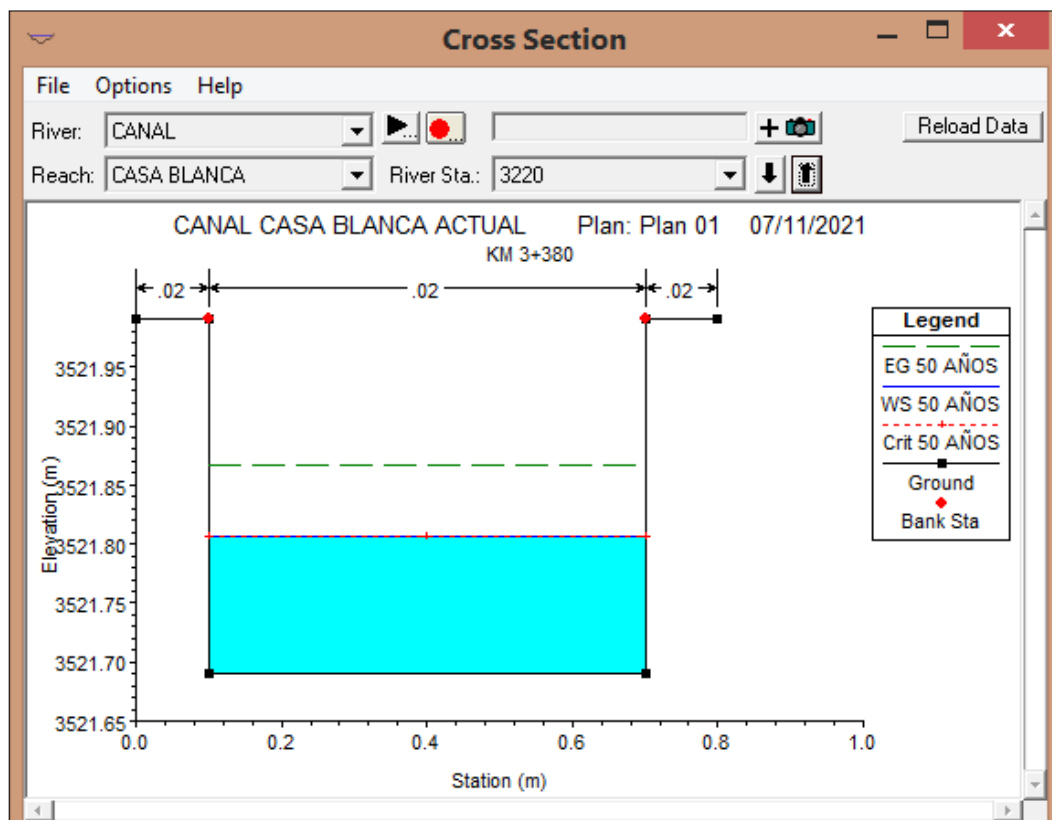


Figura 48: Sección transversal aguas arriba 3+380 – pendiente 1.5%

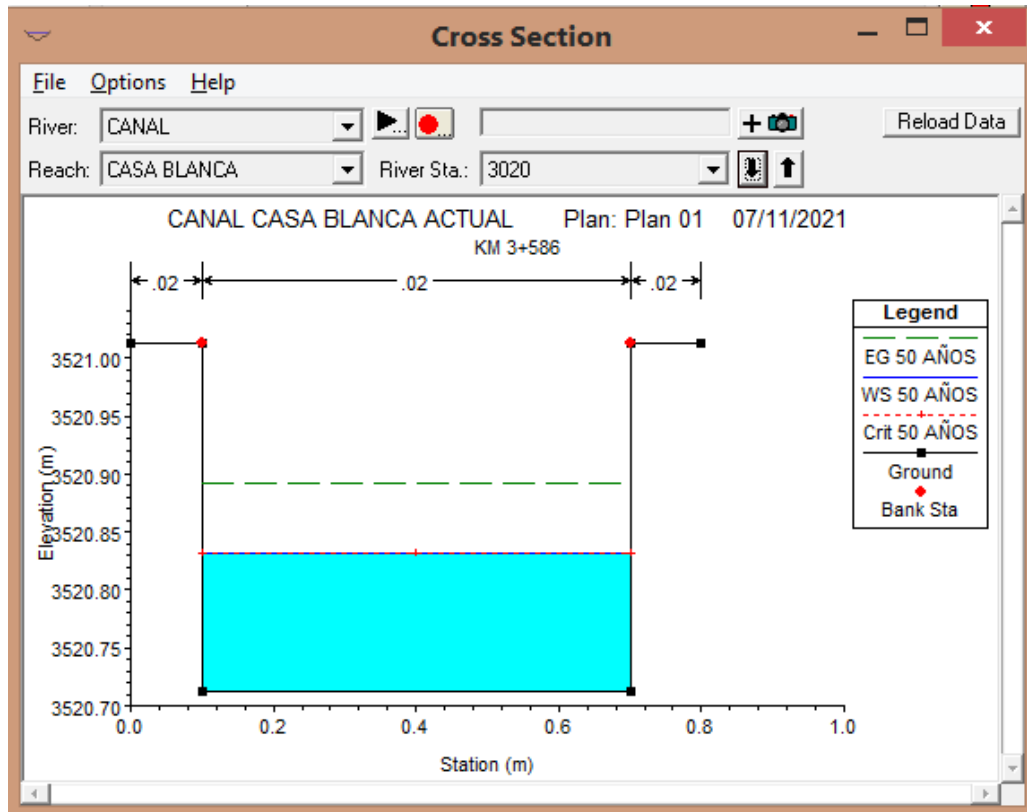


Figura 49: Sección transversal aguas arriba 3+586; pendiente 0.22%

Comentario:

Se puede observar en la primera sección del canal que el agua está a 1cm del desborde, luego a medida que aumenta el tramo con su pendiente, aumenta la velocidad, por lo que el tirante de agua disminuye.

Perfil de flujo en la zona de estudio

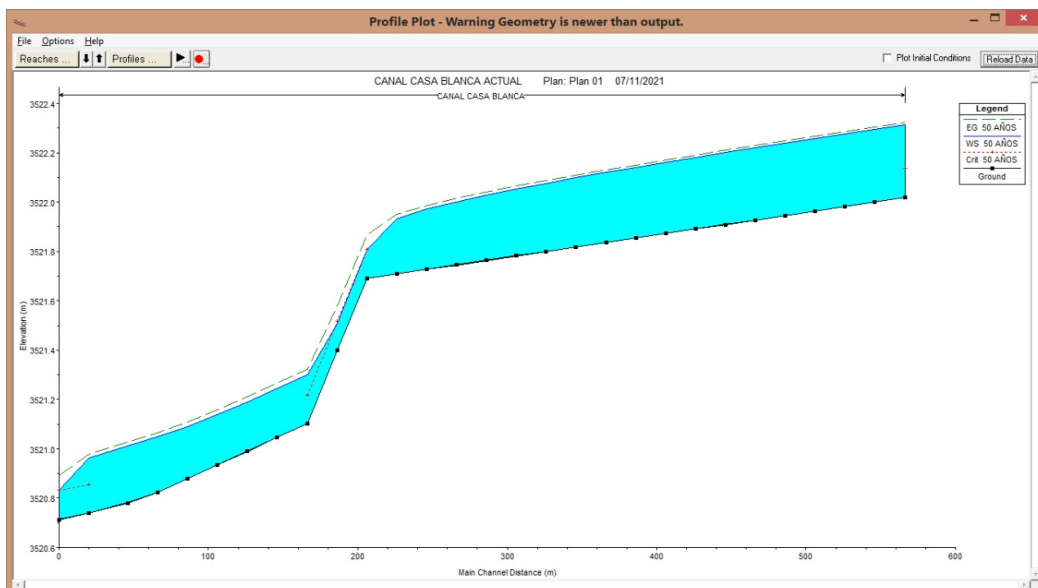


Figura 50: Perfil longitudinal del canal existente

Comentario:

Se visualiza la situación actual del canal.

Análisis de los resultados del canal existente

Tras la simulación del canal existente, determinamos los caudales, tirantes y velocidades del flujo, de cada sección transversal del canal a cada 20 metros. En estos se puede apreciar el comportamiento del caudal sobre nuestra estructura.

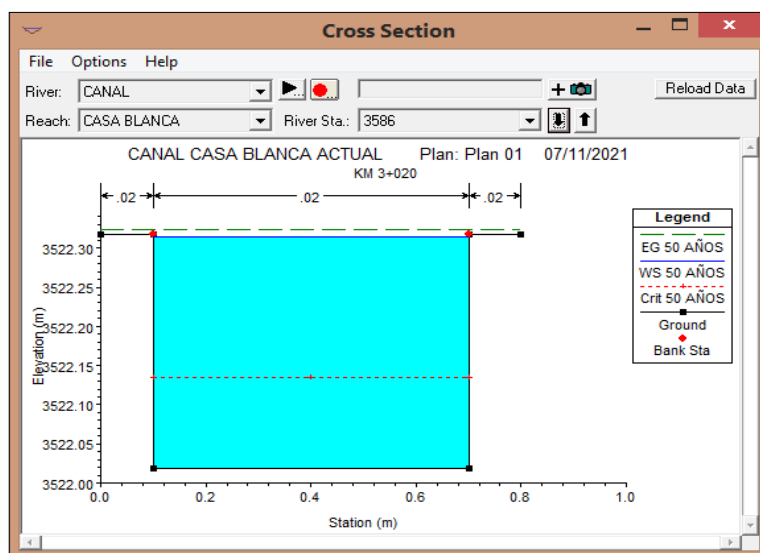


Figura 51: Sección con riesgo latente en el Km 3+020

A continuación, se muestra la tabla de resultados de los parámetros de flujo y geométricos obtenidos con el HEC-RAS 4.1.0 para la evaluación del canal existente.

Profile Output Table - Standard Table 1												
HEC-RAS Plan												Reload Data
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
CASA BLANCA	3586	50 AÑOS	0.08	3522.02	3522.31	3522.14	3522.32	0.000935	0.43	0.18	0.60	0.25
CASA BLANCA	3560	50 AÑOS	0.08	3522.00	3522.30		3522.31	0.000940	0.43	0.18	0.60	0.25
CASA BLANCA	3540	50 AÑOS	0.08	3521.98	3522.28		3522.29	0.000943	0.43	0.18	0.60	0.25
CASA BLANCA	3520	50 AÑOS	0.08	3521.96	3522.26		3522.27	0.000948	0.43	0.18	0.60	0.25
CASA BLANCA	3500	50 AÑOS	0.08	3521.95	3522.24		3522.25	0.000956	0.43	0.18	0.60	0.26
CASA BLANCA	3480	50 AÑOS	0.08	3521.93	3522.22		3522.23	0.000961	0.43	0.18	0.60	0.26
CASA BLANCA	3460	50 AÑOS	0.08	3521.91	3522.20		3522.21	0.000971	0.44	0.17	0.60	0.26
CASA BLANCA	3440	50 AÑOS	0.08	3521.89	3522.18		3522.19	0.000985	0.44	0.17	0.60	0.26
CASA BLANCA	3420	50 AÑOS	0.08	3521.87	3522.16		3522.17	0.001001	0.44	0.17	0.60	0.26
CASA BLANCA	3400	50 AÑOS	0.08	3521.85	3522.14		3522.15	0.001021	0.44	0.17	0.60	0.26
CASA BLANCA	3380	50 AÑOS	0.08	3521.84	3522.12		3522.13	0.001044	0.45	0.17	0.60	0.27
CASA BLANCA	3360	50 AÑOS	0.08	3521.82	3522.10		3522.11	0.001074	0.45	0.17	0.60	0.27
CASA BLANCA	3340	50 AÑOS	0.08	3521.80	3522.08		3522.09	0.001115	0.46	0.17	0.60	0.28
CASA BLANCA	3320	50 AÑOS	0.08	3521.78	3522.05		3522.06	0.001168	0.47	0.16	0.60	0.29
CASA BLANCA	3300	50 AÑOS	0.08	3521.76	3522.03		3522.04	0.001240	0.48	0.16	0.60	0.30
CASA BLANCA	3280	50 AÑOS	0.08	3521.75	3522.00		3522.01	0.001361	0.49	0.15	0.60	0.31
CASA BLANCA	3260	50 AÑOS	0.08	3521.73	3521.97		3521.99	0.001554	0.52	0.15	0.60	0.33
CASA BLANCA	3240	50 AÑOS	0.08	3521.71	3521.93		3521.95	0.001948	0.56	0.14	0.60	0.38
CASA BLANCA	3220	50 AÑOS	0.08	3521.69	3521.81	3521.81	3521.87	0.012680	1.08	0.07	0.60	1.01
CASA BLANCA	3200	50 AÑOS	0.08	3521.40	3521.51	3521.52	3521.58	0.016173	1.18	0.06	0.60	1.14
CASA BLANCA	3180	50 AÑOS	0.08	3521.10	3521.30	3521.22	3521.32	0.002780	0.64	0.12	0.60	0.46
CASA BLANCA	3160	50 AÑOS	0.08	3521.05	3521.24		3521.27	0.002851	0.65	0.12	0.60	0.46
CASA BLANCA	3140	50 AÑOS	0.08	3520.99	3521.19		3521.21	0.002722	0.63	0.12	0.60	0.45
CASA BLANCA	3120	50 AÑOS	0.08	3520.93	3521.14		3521.16	0.002655	0.63	0.12	0.60	0.45
CASA BLANCA	3100	50 AÑOS	0.08	3520.88	3521.08		3521.10	0.002528	0.62	0.12	0.60	0.44
CASA BLANCA	3080	50 AÑOS	0.08	3520.82	3521.04		3521.06	0.002254	0.59	0.13	0.60	0.41
CASA BLANCA	3060	50 AÑOS	0.08	3520.77	3521.00		3521.01	0.001865	0.55	0.14	0.60	0.37
CASA BLANCA	3040	50 AÑOS	0.08	3520.72	3520.95	3520.83	3520.97	0.001651	0.53	0.14	0.60	0.35
CASA BLANCA	3020	50 AÑOS	0.08	3520.72	3520.83	3520.83	3520.89	0.012872	1.09	0.07	0.60	1.02

Total flow in cross section.

Figura 52: Resumen de resultados del canal existente

Comentario:

Con respecto a las velocidades obtenidas en el análisis del canal actual, este presenta una velocidad mínima de 0.43 m/s y una máxima de 1.18 m/s, estando por debajo de la velocidad mínima de 0.80 m/s, por lo que se confirma de manera técnica la sedimentación y la causa de los desbordes, estos problemas sin mencionar que este canal no fue diseñado para ser la estructura portante del agua, si no que fue la tubería deteriorada inexistente, evidenciándose la ineficiencia de este canal, por lo que se presentara una nueva propuesta hidráulica.

Propuesta para mejoramiento del canal actual

Diseño bajo máxima eficiencia hidráulica

Se tomará igualmente una sección rectangular, puesto que brinda un mejor manejo de mantenimiento y limpieza, manteniendo las pendientes actuales para evitar excesivos movimientos de tierra ya que este canal se encuentra adyacente al talud de un cerro. El radio hidráulico recomendado para la sección rectangular es:

$$R = y/2$$

Donde:

R = Radio hidráulico

y = Tirante del canal

✓ Tomando los siguientes parámetros:

- Longitud total del tramo = 566.00 m
- Pendientes = 0.0009 m/m, 0.015 m/m, 0.0022 m/m
- Caudal promedio = 0.0762 m³/seg
- Coeficiente de Manning = 0.014 (revestimiento de concreto nuevo)

✓ Máxima eficiencia hidráulica:

Se aplicarán fórmulas para secciones de máxima eficiencia hidráulica, para secciones rectangulares:

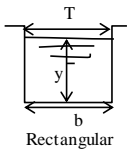
SECCION	AREA HIDRAULICA (Ah)	PERIMETRO MOJADO (Pm)	RADIO HIDRAULICO (Rh)	ESPEJO DEL AGUA (T)
 <p>Rectangular</p>	$Ah = by$	$Pm = b + 2y$	$Rh = \frac{Ah}{Pm}$	$T = b$

Figura 53: Característica hidráulicas de máxima eficiencia. Sección rectangular
Fuente: Chanson, H. (2002). Hidráulica del Flujo en Canales Abiertos.

✓ Determinando el tirante de la sección con pendiente de: 0.09%

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

$$0.0762 = \frac{(2y^2)(y/2)^{2/3}(0.0009)^{1/2}}{0.014}$$

$$0.0762 = 2.69 (y^2)(y^{2/3})$$

$$0.028 = (y^{8/3})$$

$$y = 0.26 \text{ m}$$

✓ Determinando el tirante de la sección con pendiente de: 1.5%

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

$$0.0762 = \frac{(2y^2)(y/2)^{2/3}(0.015)^{1/2}}{0.014}$$

$$0.0762 = 11.022 (y^2)(y^{2/3})$$

$$0.00691 = (y^{8/3})$$

$$y = 0.153 \text{ m}$$

- ✓ Determinando el tirante de la sección con pendiente de: 0.22%

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

$$0.0762 = \frac{(2y^2)(y/2)^{2/3}(0.0022)^{1/2}}{0.014}$$

$$0.0762 = 4.22 (y^2)(y^{2/3})$$

$$0.018 = (y^{8/3})$$

$$y = 0.22 \text{ m}$$

- ✓ Determinando las medidas de la sección transversal.

Para el nuestro nuevo diseño utilizaremos el tirante más elevado que esté presente de las 3 pendientes actuales, por lo que se tomara el valor de 0.26m.

- Tirante: $y = 0.26 \text{ m} \approx 0.30 \text{ m}$
- Área: $A = 2 \cdot 0.30 \cdot 0.30 = 0.18$
- Perímetro mojado: $P = 4 \cdot 0.30 = 1.20 \text{ m}$
- Radio hidráulico: $R = 0.30/2 = 0.15 \text{ m}$
- Ancho superficial: $T = 2 \cdot 0.30 = 0.60 \text{ m}$
- Ancho de la base: $b = 0.60 \text{ m}$
- Borde libre: B.L. = 10 cm (Según el A.N.A.), según conocimiento empírico $0.30/3 = 0.10\text{m}$.

- ✓ Sección transversal resultante:

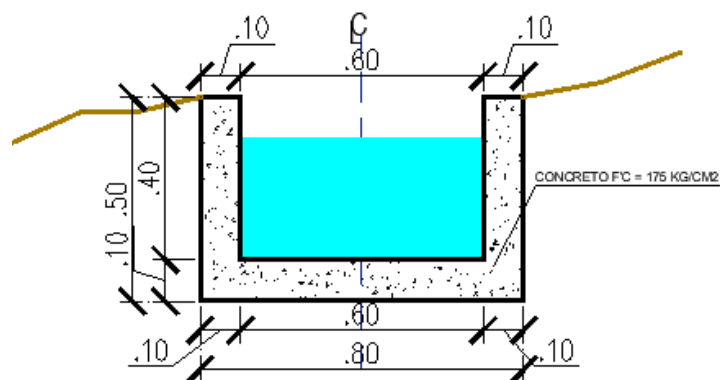


Figura 54: Sección transversal propuesta

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

En forma similar al canal existente se creará el modelado de esta nueva propuesta sustentada en el método de Máxima Eficiencia Hidráulica.

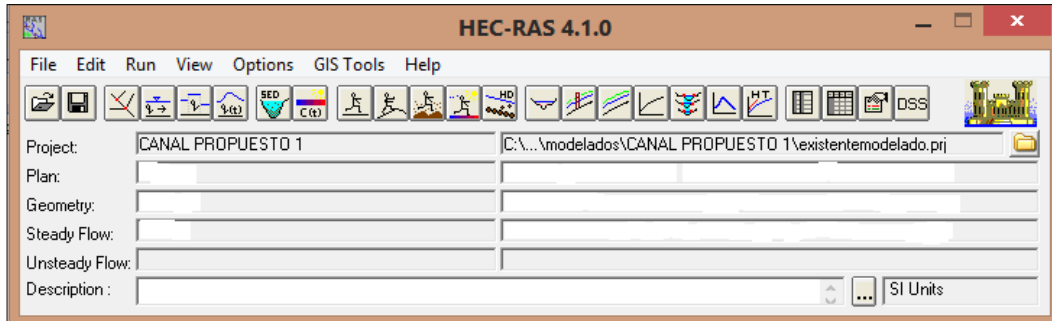


Figura 55: Pantalla de inicio del Hec-Ras

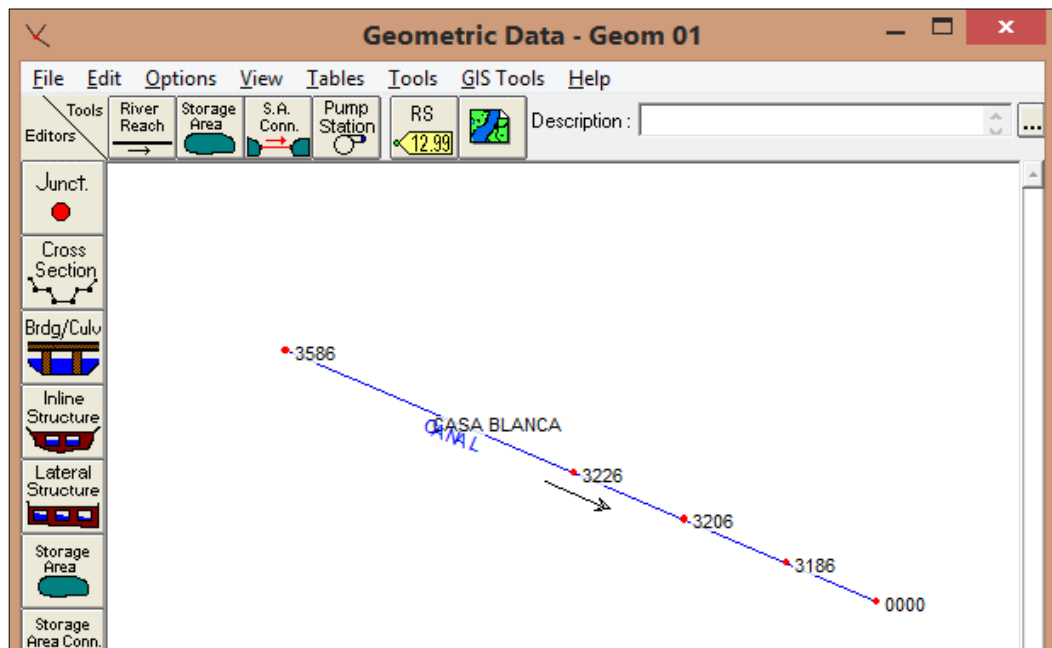


Figura 56: Esquema general del tramo en estudio

Ingreso de datos geométricos de las secciones transversales al menú "Edit"- "Cross Section"

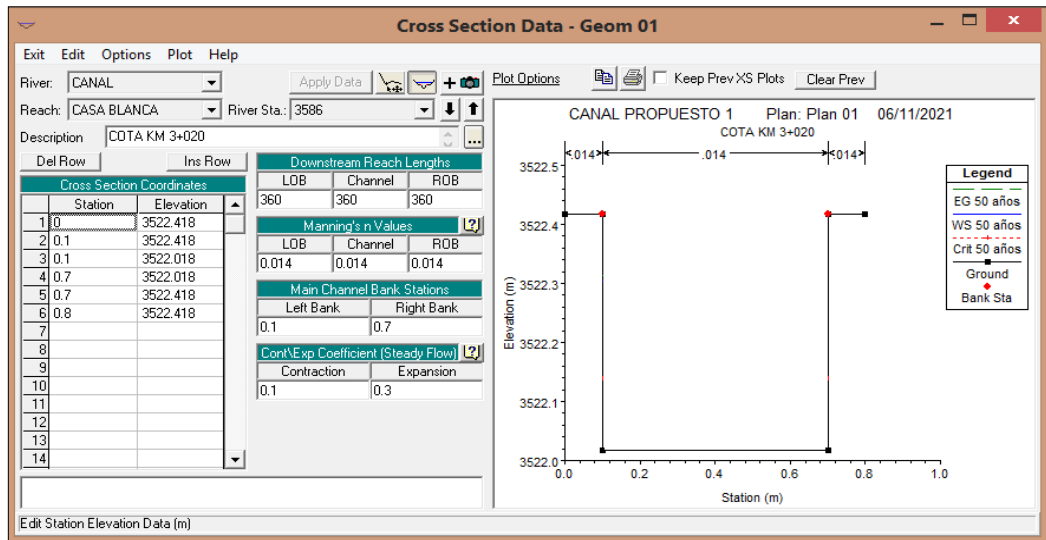


Figura 57: Ingreso de datos de la sección transversal 3+020 km

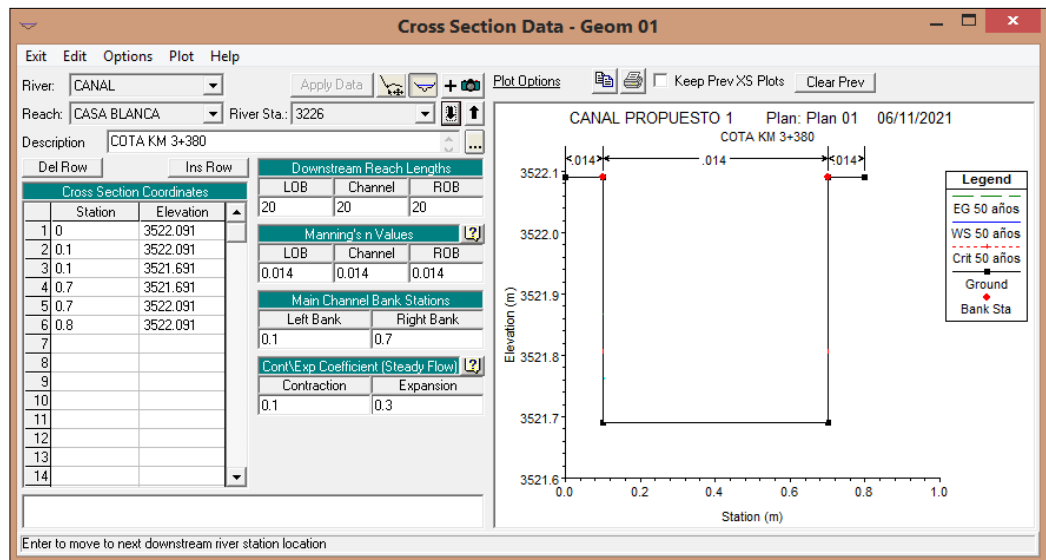


Figura 58: Ingreso de datos de la sección transversal 3+380 km

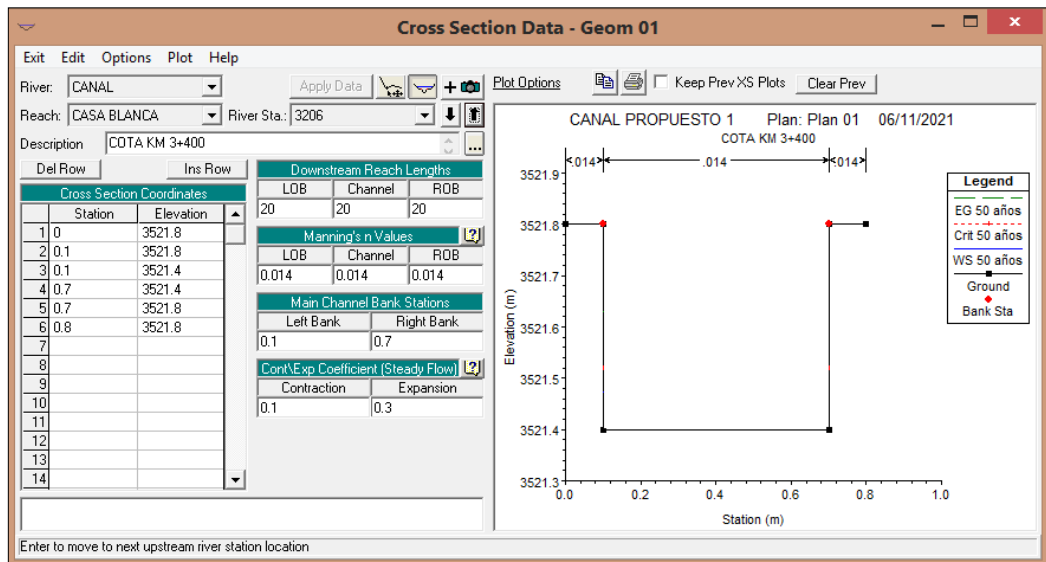


Figura 59: Ingreso de datos de la sección transversal 3+400

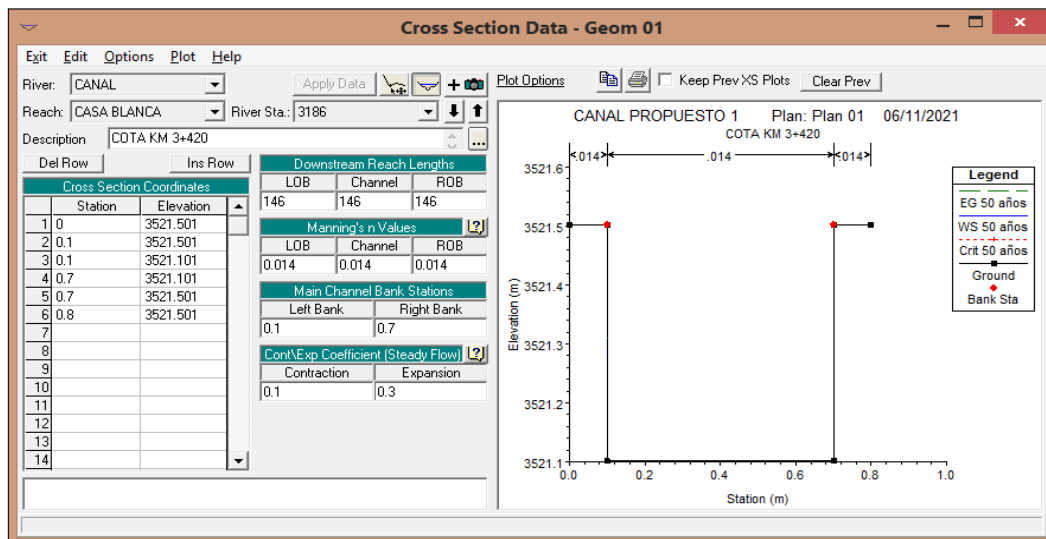


Figura 60: Ingreso de datos de la sección transversal 3+420

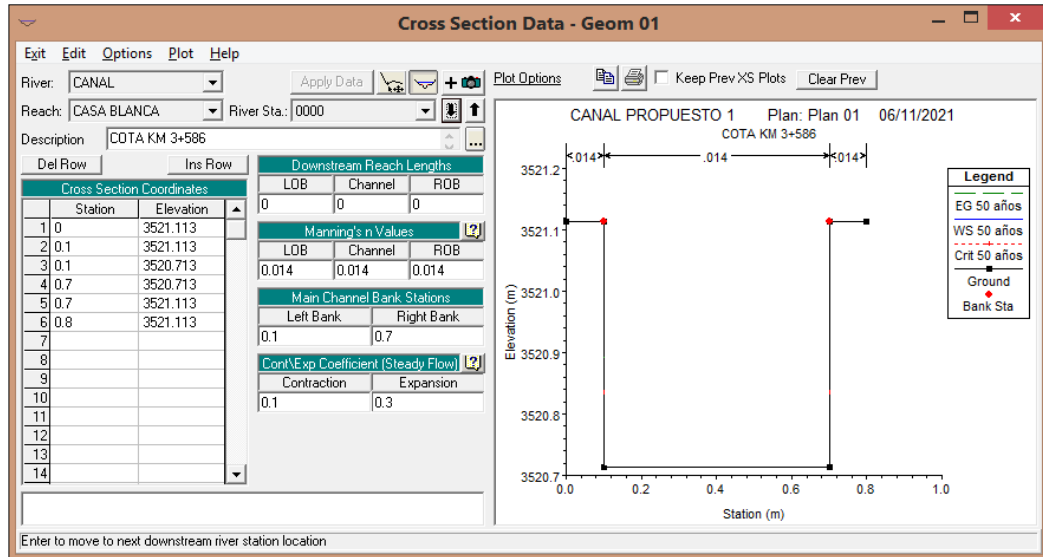


Figura 61: Ingreso de datos de la sección transversal 3+586

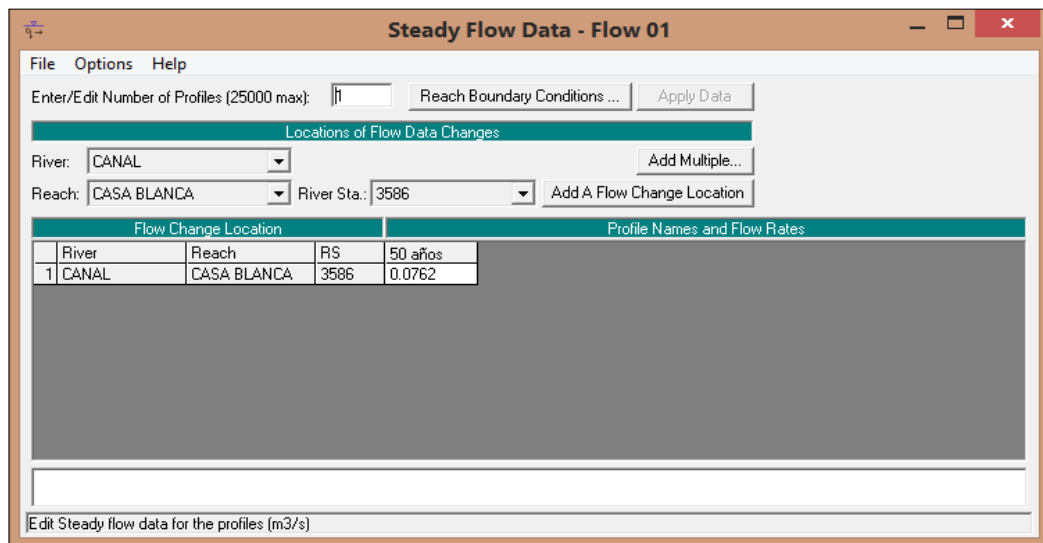


Figura 62: Ingreso de condiciones de flujo

Presentamos las secciones km 3+020 hasta la km 3+380 para poder ajustar nuestras alturas ya que este primer tramo cuenta con la primera pendiente de 0.09%, luego detallamos el Km 3+380 y Km 3+400 ya que dos secciones forman el tramo con la segunda pendiente de 1.5% y finalmente la sección final Km 3+586 para poder general el desnivel de altura final con nuestra tercera pendiente de 0.22%, luego de ingresar nuestras alturas referidas a las pendientes y secciones correctamente dibujadas, detallamos las condiciones del caudal previamente identificado, para que el software pueda realizar el análisis.

Nuestra simulación evaluara para un régimen mixto, ya que este flujo cuenta con ambas condiciones de Froude.

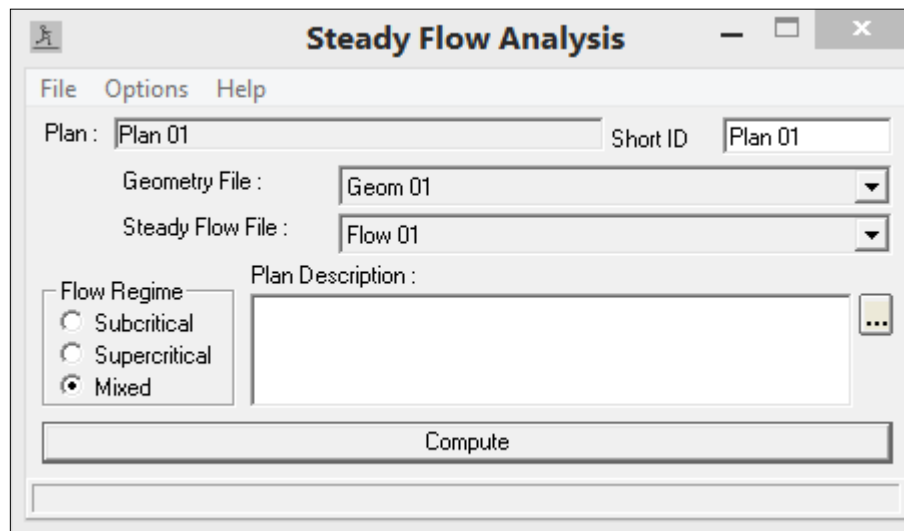


Figura 63: Análisis bajo régimen de flujo mixto

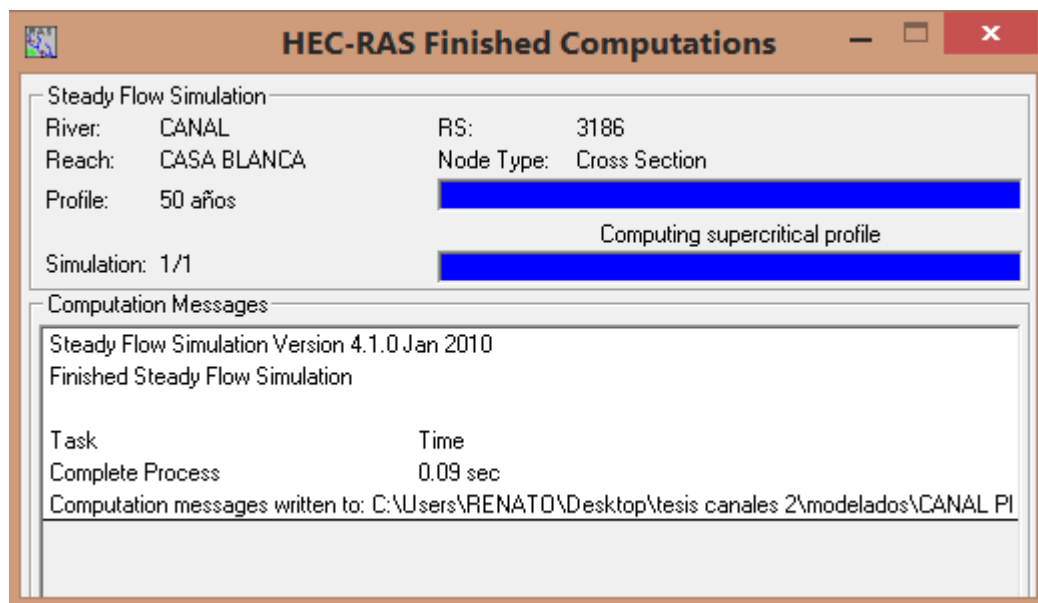


Figura 64: El análisis del canal se realizó sin problemas

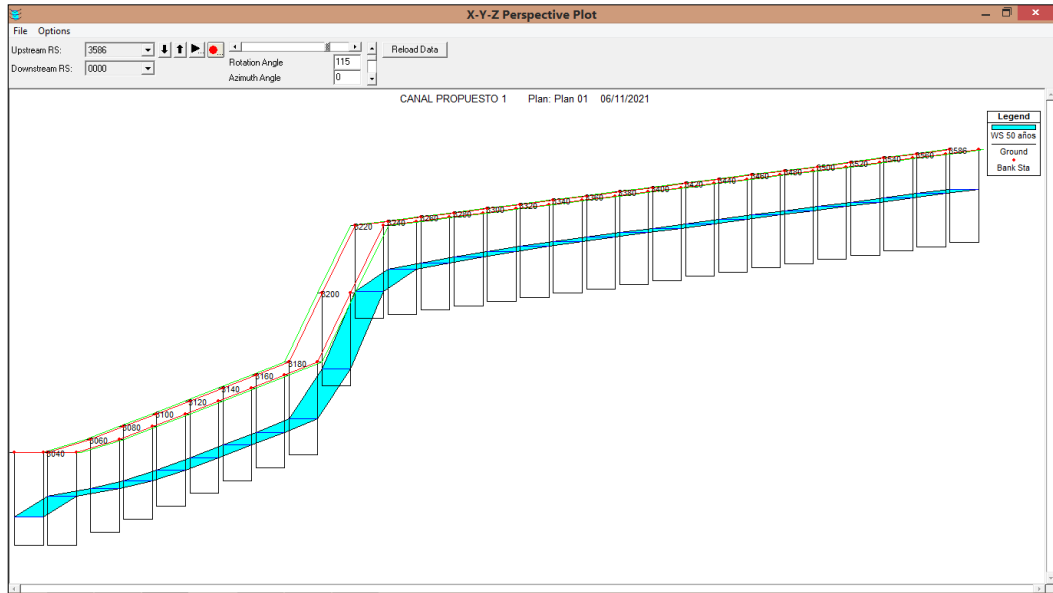


Figura 65: Segunda vista 3D del canal propuesto

Niveles de agua en los diversos tramos del canal propuesto

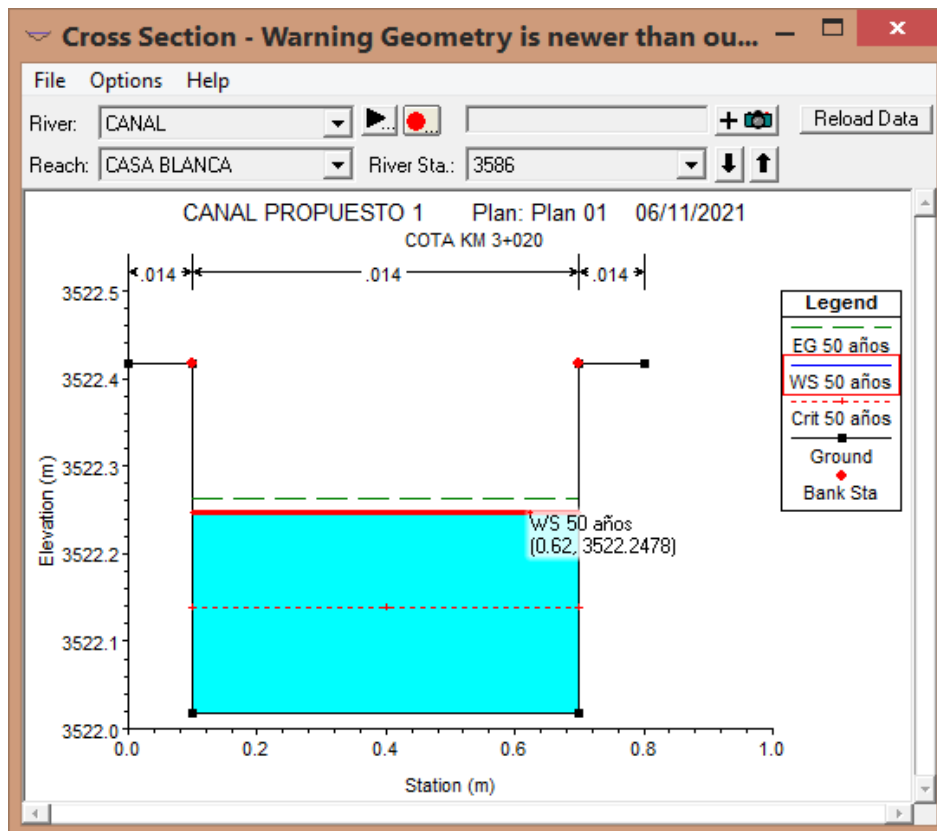


Figura 66: Simulación del tramo Km 3+020

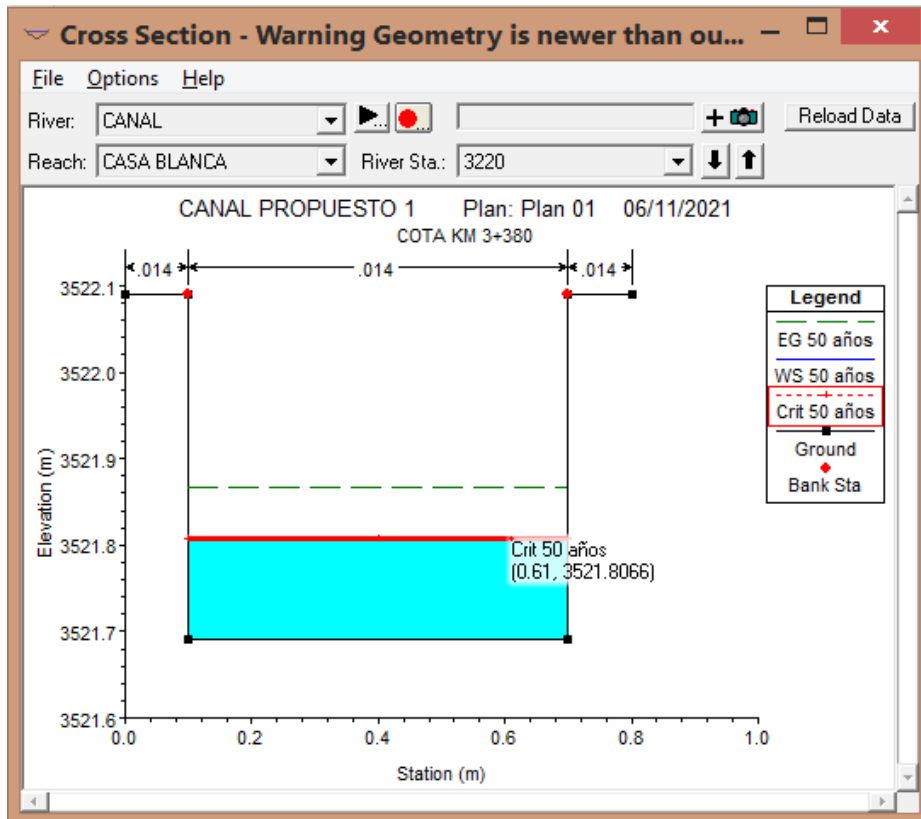


Figura 67: Simulación del tramo Km 3+380

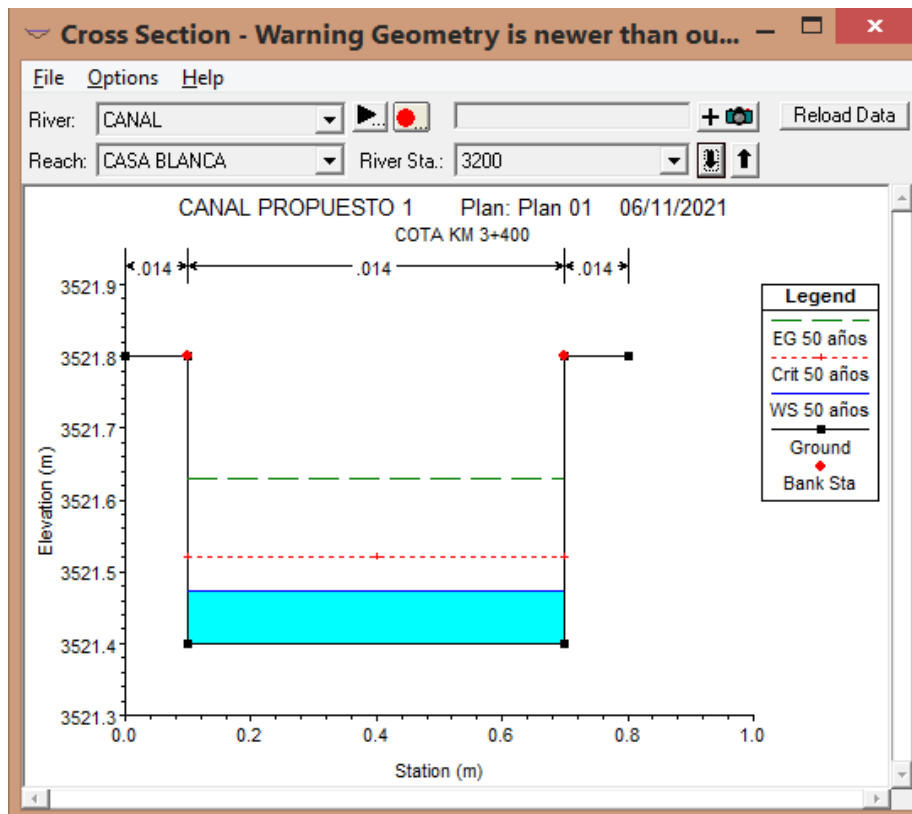


Figura 68: Simulación del tramo Km 3+400

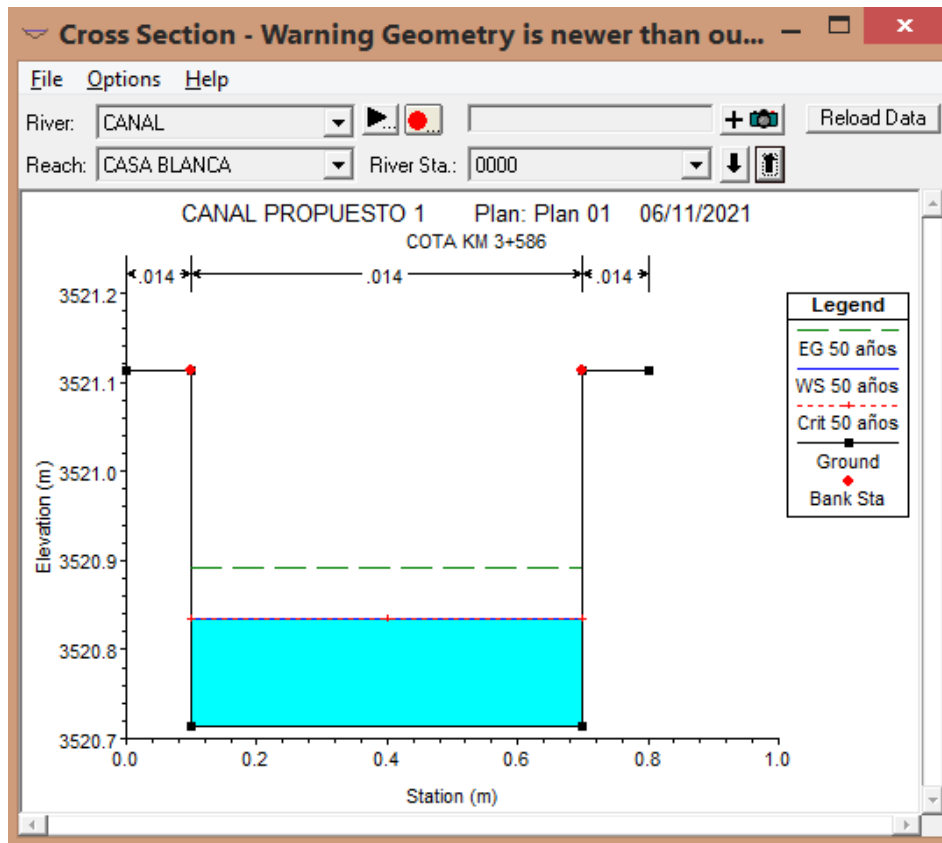


Figura 69: Simulación del tramo Km 3+586

Perfil de flujo en la zona de estudio

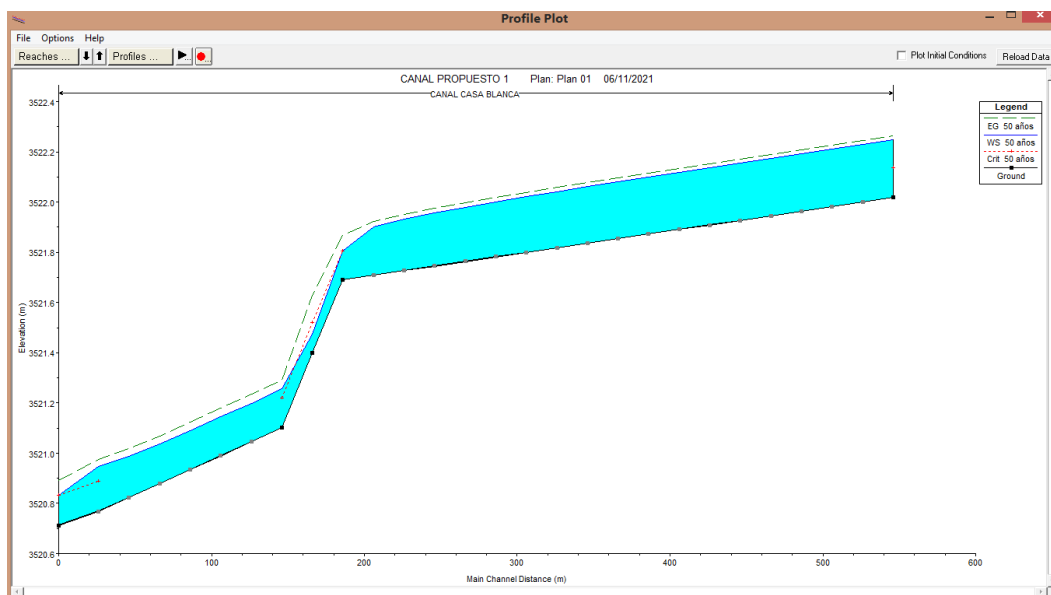


Figura 70: Perfil longitudinal del canal

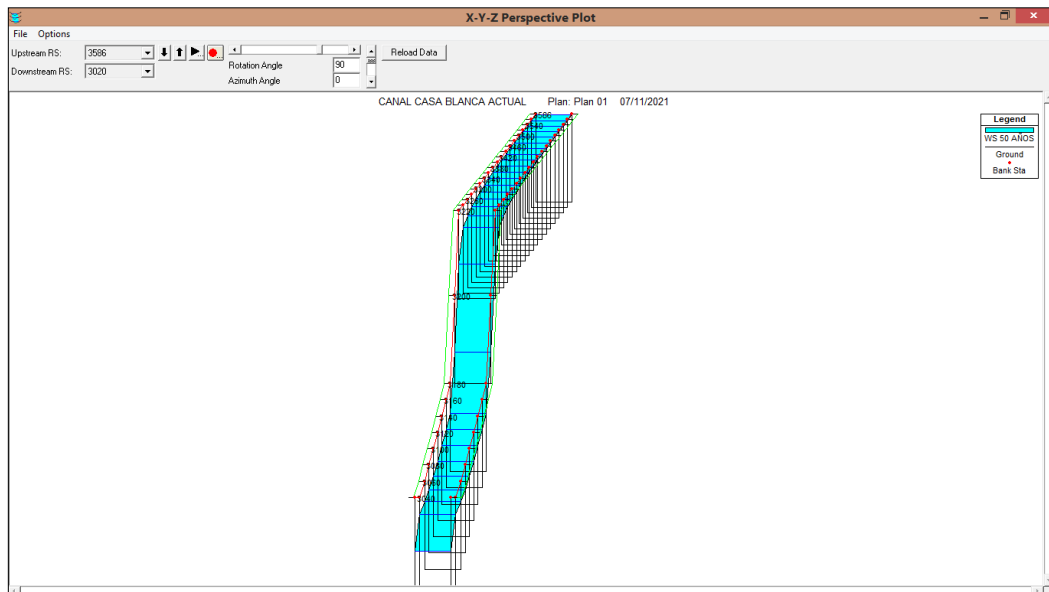


Figura 71: Vista 3d del canal actual

Análisis de resultados de propuesta bajo máxima eficiencia hidráulica

En nuestro nuevo diseño propuesta, sustentado en el método de Máxima Eficiencia Hidráulica, podemos observar y analizar la sección propuesta y su tabla de resultados que expondremos a continuación.

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: CANAL Reach: CASA BLANCA Profile: 50 años Reload Data

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
CASA BLANCA	3586	50 años	0.08	3522.02	3522.25	3522.14	3522.26	0.000917	0.55	0.14	0.60	0.37
CASA BLANCA	3560	50 años	0.08	3522.00	3522.23		3522.25	0.000920	0.56	0.14	0.60	0.37
CASA BLANCA	3540	50 años	0.08	3521.98	3522.21		3522.23	0.000920	0.56	0.14	0.60	0.37
CASA BLANCA	3520	50 años	0.08	3521.96	3522.19		3522.21	0.000924	0.56	0.14	0.60	0.37
CASA BLANCA	3500	50 años	0.08	3521.95	3522.17		3522.19	0.000927	0.56	0.14	0.60	0.37
CASA BLANCA	3480	50 años	0.08	3521.93	3522.16		3522.17	0.000927	0.56	0.14	0.60	0.37
CASA BLANCA	3460	50 años	0.08	3521.91	3522.14		3522.15	0.000930	0.56	0.14	0.60	0.37
CASA BLANCA	3440	50 años	0.08	3521.89	3522.12		3522.13	0.000934	0.56	0.14	0.60	0.37
CASA BLANCA	3420	50 años	0.08	3521.87	3522.10		3522.12	0.000944	0.56	0.14	0.60	0.38
CASA BLANCA	3400	50 años	0.08	3521.85	3522.08		3522.10	0.000951	0.56	0.14	0.60	0.38
CASA BLANCA	3380	50 años	0.08	3521.84	3522.06		3522.08	0.000961	0.56	0.14	0.60	0.38
CASA BLANCA	3360	50 años	0.08	3521.82	3522.04		3522.06	0.000976	0.57	0.13	0.60	0.38
CASA BLANCA	3340	50 años	0.08	3521.80	3522.02		3522.04	0.000997	0.57	0.13	0.60	0.39
CASA BLANCA	3320	50 años	0.08	3521.78	3522.00		3522.02	0.001028	0.58	0.13	0.60	0.39
CASA BLANCA	3300	50 años	0.08	3521.76	3521.98		3522.00	0.001067	0.59	0.13	0.60	0.40
CASA BLANCA	3280	50 años	0.08	3521.75	3521.96		3521.98	0.001140	0.60	0.13	0.60	0.42
CASA BLANCA	3260	50 años	0.08	3521.73	3521.93		3521.95	0.001249	0.62	0.12	0.60	0.44
CASA BLANCA	3240	50 años	0.08	3521.71	3521.90		3521.92	0.001458	0.66	0.12	0.60	0.48
CASA BLANCA	3220	50 años	0.08	3521.69	3521.81	3521.81	3521.87	0.006260	1.09	0.07	0.60	1.01
CASA BLANCA	3200	50 años	0.08	3521.40	3521.47	3521.52	3521.63	0.026727	1.76	0.04	0.60	2.08
CASA BLANCA	3180	50 años	0.08	3521.10	3521.26	3521.22	3521.29	0.002733	0.82	0.09	0.60	0.66
CASA BLANCA	3160	50 años	0.08	3521.05	3521.20		3521.23	0.002890	0.83	0.09	0.60	0.68
CASA BLANCA	3140	50 años	0.08	3520.99	3521.14		3521.18	0.002733	0.82	0.09	0.60	0.66
CASA BLANCA	3120	50 años	0.08	3520.93	3521.09		3521.12	0.002733	0.82	0.09	0.60	0.66
CASA BLANCA	3100	50 años	0.08	3520.88	3521.04		3521.07	0.002659	0.81	0.09	0.60	0.65
CASA BLANCA	3080	50 años	0.08	3520.82	3520.99		3521.02	0.002292	0.77	0.10	0.60	0.60
CASA BLANCA	3060	50 años	0.08	3520.77	3520.96		3520.98	0.001643	0.68	0.11	0.60	0.51
CASA BLANCA	3040	50 años	0.08	3520.72	3520.92	3520.83	3520.94	0.001205	0.61	0.12	0.60	0.43
CASA BLANCA	0000	50 años	0.08	3520.72	3520.83	3520.83	3520.89	0.005898	1.06	0.07	0.60	0.98

Total flow in cross section.

Figura 72: Resumen de resultados de modelación de canal propuesto

Comentario:

Esta nueva propuesta presenta un óptimo desempeño, con el mismo caudal presentado anteriormente, bajo un periodo de retorno de 50 años, podemos observar que el canal no cuenta con desbordes, recalcando que las velocidades aumentan en el segundo tramo con una pendiente de 1.5% por lo que su tirante disminuye considerablemente. También apreciamos una velocidad promedio óptima para evitar sedimentaciones.

Verificación de hipótesis.

Verificación de hipótesis general.

- ✓ El análisis y simulación del canal entubado Checchewa – Casa Blanca con HEC-RAS 4.1.0, influye para mejorar la eficiencia hidráulica, en el distrito de Tambo, Huancavelica.

CONTRASTACIÓN.

Si influye puesto que estamos analizando y simulando la situación actual y a su vez una propuesta que solucione los problemas actuales del canal, a través del diseño de máxima eficiencia hidráulica y de esta manera obtenemos una sección, la cual nos permite poder iniciar el proceso de perfil o expediente técnico.

Verificación de hipótesis específicas.

- ✓ El análisis del canal entubado Checchewa – Casa Blanca influye en el mejoramiento de la eficiencia hidráulica, en el distrito de Tambo, Huancavelica.

CONTRASTACIÓN.

Si influye puesto hemos analizado la situación actual y hemos analizado mediante las fórmulas de máxima eficiencia hidráulica una propuesta que mejore dicha eficiencia hidráulica, la cual se encuentra actualmente con deficiencias.

- ✓ La simulación del canal entubado Checchewa – Casa Blanca, influye en el mejoramiento de la eficiencia hidráulica, en el distrito de Tambo, Huancavelica.

CONTRASTACIÓN.

Si influye, pues podemos observar la situación actual y nos permite ver cuáles son los problemas que presenta el actual canal, para luego determinar nuevas secciones con dimensiones bajo el método de máxima eficiencia hidráulicas, para apreciar su comportamiento mediante el software de ingeniería y de esta manera conocer si es viable o no.

V. DISCUSIÓN

Los datos ingresados previamente en HCANALES considerando las 3 pendientes con las que cuenta el canal, nos permite observar el caudal de entrada, variaciones con el número de Froude, velocidades promedio y tipo de flujo, ya que este nos permite simplificar los cálculos que se requieren para el diseño de canales y estructuras hidráulicas.

- Dicho Software nos permitió realizar simulaciones, variando cualquier parámetro hidráulico como: diferentes condiciones de rugosidad, pendiente, forma y dimensiones del canal.
- Así mismo nos permite optimizar técnica y económicamente el diseño de un canal, recalcando que este nos brindó el caudal promedio para nuestro análisis realizado en HEC-RAS 4.1.0

Canal existente.

En los resultados del canal actual, se aprecia que la primera sección del canal está a 1cm del desborde, esto se debe a varias consideraciones como:

- ✓ la pendiente del canal no era la adecuada y que esta genere sedimentaciones y por ende genere embalsamiento y que el tirante de agua pueda llegar a superar la altura de las paredes del canal el cual debe de estar diseñado con un borde libre.
- ✓ así mismo como su coeficiente de Manning, teniendo un valor de 0.020 debido a su revestimiento de concreto en pésimas condiciones, ya que este no fue diseñado para que transcurra el agua, sino de soporte de la tubería del canal entubado,
- ✓ la sección del canal no fue diseñado con los parámetros correspondientes para determinado caudal, es por ello que determinamos como ineficiente.

Canal propuesto

Esta nueva propuesta nos brinda velocidades optimas, evitando sedimentaciones, asegurando un correcto desempeño, en las secciones se puede apreciar los bordes libres oscilan entre 10 y 30 cm, los tirantes se encuentran dentro de los parámetros; esto siendo analizado en el HEC-RAS 4.1.0, considerando las mismas pendientes existentes, para evitar movimientos de tierra en el talud sobre el que encuentra nuestro canal.

- La sección del canal propuesto se realizó en base a la fórmula de máxima eficiencia hidráulica, la cual se determina el tirante con las diferentes pendientes y para ello tomamos el tirante mayor para obtener los parámetros correspondientes de la sección del canal propuesto.
- Se debe de considerar la colocación de juntas de construcción, separación, contracción y dilatación y la colocación de sello elastomérico de una pulgada de espesor tanto verticales y transversales a cada 3.0 – 3.5 metros.
- Entiéndase que el pobre desempeño del sellador ha sido la causa principal de pérdida de agua en las obras de riego. Por lo que es importante tener establecido un sellador elastomérico apropiado y que pueda evitar las filtraciones que se puedan generar por el caudal a transcurrir. (Gutierrez y Mansen, 2004)
- También se puede considerar la colocación de estructuras de obra de arte (canoas, puentes vehiculares, puente peatonal, alcantarillas etc.) como parte de la preservación del canal, en este caso la colocación de una canoa en la progresiva 3+360 el cual hay presencia de una pequeña quebrada, ya que esta pueda mitigar los daños que generen los deslizamiento en temporadas de lluvia.

VI. Conclusiones

1. El análisis y simulación en sustento del método de máxima eficiencia hidráulica nos dio a conocer el desempeño del canal y realizar una propuesta hidráulica definiendo las secciones de un nuevo canal de concreto.
2. El análisis del canal en HEC-RAS 4.1.0 nos permitió diseñar una correcta sección transversal del canal, pues también pudimos visualizar el desempeño del flujo actual y del canal propuesto.
3. La simulación hidráulica del canal actual nos ayudó a realizar la propuesta de diseño pues pudimos conocer el comportamiento del canal actual mediante el modelo numérico Hec-Ras 4.1.0 y en base al criterio de máxima eficiencia hidráulica se diseñó la sección óptima para el canal propuesto.
4. Para el diseño de canal hidráulico se tiene que considerar todos los parámetros correspondientes y que esta pueda cumplir con eficiencia el propósito para el cual fue diseñado.

VII. Recomendaciones

1. Realizar el perfil o expediente técnico para empezar las actividades de construcción del canal Checchewa tramo km 3+0200 – km 3+586, del distrito de Casa Blanca, provincia de Huaytará, departamento de Huancavelica.
2. Realizar el análisis hidráulico del canal cada año para plantear el mantenimiento respectivo debido a obras adyacentes.
3. Tener en consideración la propuesta de diseño y colocar juntas elastoméricas cada 3 metros para evitar los agrietamientos por contracción.
4. Considerar las obras de arte como canoas en los puntos que existan pequeñas quebradas como parte de preservación del canal y mayor vida útil de ella.
5. Realizar la simulación del canal en otro software de ingeniería para poder contrastar resultados.

REFERENCIAS

- [1] I. Pupiales, "Determinación de la eficiencia de conducción y distribución en el ramal 'El Pueblo' del Sistema de Riego Tumbaco," Universidad Central De Ecuador, 2019.
- [2] F. Romero, "Estimación de pérdidas de caudal y coeficiente de rugosidad del tramo comprendido entre el óvalo 01 al 11 del canal de riego Ambato-Huachi-Pelileo, Cantón Ambato, provincia de Tungurahua," Universidad Técnica de Ambato, 2019.
- [3] R. Moya and W. Alexander, "Modelación Hidráulica de un canal urbano en la ciudad de Bogotá, caso de estudio: Canal Rio Negro," Universidad Católica de Colombia, 2018.
- [4] J. Manay, "Modelación del flujo a superficie libre en el canal Taymi Km 33+000 al Km 38+000, Lambayeque," Universidad Señor De Sipán, 2019.
- [5] J. F. Huidobro and A. del P. Lazo, "Modelo conceptual y numérico para el transporte de sedimentos en alcantarillas, caso: Av. Circunvalación-San Agustín de Cajas-Huancayo 2019," Universidad Ricardo Palma, 2019.
- [6] F. J. Z. Gonzales, "Eficiencia en el cálculo de parámetros hidráulicos usando el canal pendiente variable y el software Hec-Ras Cajamarca 2020," Universidad Privada Del Norte, 2021.
- [7] H. Escate, "Análisis, Elaboración y propuesta de Infraestructura de riego para mejorar la producción del sector agrícola Principal – Paramarca," Universidad Nacional "San Luiz Gonzaga," 2018.
- [8] R. Hernández, R. Fernández, and Baptista, *Metodología de la Investigación*. México, 2014.
- [9] Google Earth, "Canal Checchhua-Casa Blanca Km 3+020 a Km 3+586, distrito de Tamo, Huaytará, Huancavelica / Inicio Km 3+020," 2020. <https://n9.cl/skm5> (accessed Nov. 12, 2020).
- [10] Vector Premium, "Vector de mapa de Perú ," *Freepik*, 2017. https://www.freepik.es/vector-premium/vector-mapa-peru_1776135.htm (accessed Dec. 03, 2020).
- [11] MINSA, "Departamento Huancavelica," 2005.

- <http://www.minsa.gob.pe/estadisticas/MapasDep.asp?CodDP=09&NomDP=HUANCAVELICA> (accessed Dec. 05, 2020).
- [12] FamilySearch Wiki, "Plantilla:Huaytará Provincia Mapa ," 2020. <https://n9.cl/92ihf> (accessed Dec. 05, 2020).
- [13] INEI, "Sistema de Consulta de Centros Poblados-Distrito de Tambo, Huaytará, Huancavelica," 2015. <http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/> (accessed Nov. 12, 2020).
- [14] INEI, "Directorio Nacional de Centros Poblados-Censos Nacionales 2017," Lima-Perú, 2018.
- [15] Te Chow, V. "*Hidráulica de Canales Abiertos*". 1ª. ed. Mc Graw-Hill Interamericana, Santa Fe de Bogotá, 2005.
- [16] Chanson, H. "*Hidráulica del flujo en Canales Abiertos*". 1ª. ed. Mc Graw-Hill Interamericana, Santa Fe de Bogotá, 2002.
- [17] Rocha Felices, A. (2007). Hidráulica de Tuberías y Canales. In *Susferrinmaquinas.Com.Ar*.
- [18] MINAGRI. (2015). Manual N°5 Medición de agua. In *Dgiar: Vol. 2da Ed.* (Issue Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego). <http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/manual-riego/manual5.pdf>
- [19] Rebeca Benaya Polo. (2019, August 19). *¿Qué es HEC-RAS y para qué sirve?* . <https://www.geasig.com/que-es-hec-ras-y-para-que-sirve/>.
- [20] Os-010 Captación Y Conducción De Agua Para Consumo Humano, 202472 Reglamento Nacional de edificaciones. 11 (2006). https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/saneamiento/OS.010.pdf
- [21] Anthoncode. (2018, October 20). *Mapa del Perú y departamentos para colorear e imprimir*. <https://anthoncode.com/mapa-del-peru-y-departamentos-para-colorear/>
- [22] STUDYLIB. (2020). *Departamento Huancavelica*. <https://studylib.es/doc/6013394/departamento-huancavelica>
- [23] Autoridad Nacional del Agua. (2010). *Criterios de diseño de obras hidráulicas*. http://www.ana.gob.pe/media/389716/manual-diseños-1.pdf?fbclid=IwAR3SRs91fBbuUi7EjKWn1xr6nMSpa5VUSF_JK1FnuaB7aQ3CD6FrYRlteYs

- [24] S. Gutierrez Aliaga y A. Mansen Valderrama "*juntas en estructuras de concreto para obras de riego*" Universidad Nacional de Ingenieria, 2004
- [25] Código de ética del colegio de ingenieros del Perú HYPERLINK "http://www.cip.org.pe/publicaciones/reglamentosCNCD2018/codigo_de_etica_del_cip.pdf"
- [26] Oviedo Mujica, Wilner David y Quiñones Díaz, José Carlos; " Evaluación del comportamiento espacial de la precipitación máxima sobre la respuesta hidrológica de una cuenca hidrográfica. Caso de estudio: zona oeste de la ciudad de Coro. " Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, 2015.
- [27] Fernández de Córdova Webter, Carlos Javier, " Influence of the estimation method on Manning coefficient in natural channels" Saneamiento de Cuenca. Universidad del Azuay. Cuenca. Ecuador, 2018.
- [28] Leon Mendez, Alcides J. F, "Influence of the estimation method on Manning coefficient in natural channels" Centro de Investigaciones Hidráulicas (CIH), Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría (Cujae), 2018.
- [29] Blandón Duarte y Monzón Tavalera, "Diseño de un Canal de km 9.5 de la Carretera Norte, Contiguo al hotel Camino Real, del Distrito VI de la Ciudad de Managua", Universidad Autonoma de Nicaragua, (Managua), 2015.
- [30] Asalde Yupton, Jose Walter, " Diseño del canal de riego con máxima eficiencia hidráulica mediante el software HEC-RAS, del tramo km 0+000 al km 3+085, en el distrito de Salas, región Lambayeque", Universidad de San Martín de Porres, 2020.
- [31] Jovanovic Aguirre, Jimmy, " Uso del HEC-RAS para flujo no permanente en el cálculo de inundaciones del Río Huallaga ubicado entre las ciudades de Yurimaguas y Lagunas-Loreto" Pontificia Universidad Católica del Perú, 2017.
- [32] Guillen Cabllero, Albert Heins; Galvez Alcalde, Chris Belu, " Cálculo de

la socavación en el puente Libertad mediante simulación hidráulica en HEC RAS y datos hidrométricos de los años 1965 al 2017, distrito San José, provincia de Pacasmayo - 2020" Universidad Privada del Norte, 2020.

- [33] Baena Paz, G. (2017). Metodología de la investigación serie integral por competencias. San Juan Tlilhuaca -Mexico: Patria.
- [34] Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. D. (2014). Metodología de la Investigación. México: Editorial Mexicana.
- [35] Cabezas Mejía, E. D., Andrade Naranjo, D., & Torres Santamaría, J. (2018). Introducción a la metodología de la investigación científica. Sangolquí - Ecuador: Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ES.
- [36] Hernández, R., Fernández, C., & Del Pilar, M. (2014). Metodología de la Investigación. México: Editorial Mexicana.
- [37] Scheaffer, Richard L. et al. Elementos de muestreo. Sexta edición. Madrid: Thomson, 2007. Print.
- [38] Cabezas Mejía, E. D., Andrade Naranjo, D., & Torres Santamaría, J. (2018). Introducción a la metodología de la investigación científica. Sangolquí - Ecuador: Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ES.
- [39] Chan, E. Tesis: *"Revisión de la capacidad y funcionamiento hidráulico de un canal mediante Modelación Numérica"*. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F., 2015.
- [40] Llerena, L. Tesis: *"Mejoramiento del Sistema de Riego canal Shumin – San Benito, distrito de Usquil – Otuzco, La Libertad"*. Universidad Cesar Vallejo. Trujillo, 2017.
- [41] Gutiérrez, R. Tesis: *"Diseño de un canal de riego para el Caserío Ochape bajo, distrito de Cascas, provincia Gran Chimú, departamento La Libertad"*. Universidad Cesar Vallejo. Trujillo, 2018.

ANEXOS

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Tabla 10

Operacionalización de variables

TESIS: "ANÁLISIS Y SIMULACIÓN DEL CANAL ENTUBADO CHECCEHUA-CASA BLANCA CON HEC-RAS 4.1.0, PARA MEJORAR LA EFICIENCIA HIDRÁULICA, DISTRITO DE TAMBO, HUANCVELICA"				
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES
<ul style="list-style-type: none"> • INDEPENDIENTE Análisis y Simulación del canal entubado checchewa – casa blanca con hec-ras 4.1.0 • DEPENDIENTE Mejorar la eficiencia hidráulica, en el distrito de tambo, Huancavelica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Proceso de análisis y simulación del canal entubado aplicado el modelo numérico HEC-RAS 4.1.0 • Proceso de mejora de la eficiencia hidráulica trayendo consigo un flujo del caudal de manera continua y adecuada 	<ul style="list-style-type: none"> • Datos obtenidos de la sección existente del canal, caudal y rugosidad. • Calculo mediante máxima eficiencia hidráulica para el diseño de la sección del canal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sección transversal • Geometría del canal • Material de la sección del canal • Caudal máximo • Área hidráulica menor • Análisis de flujo 	<ul style="list-style-type: none"> • Caudal • Diámetro de la tubería • Rugosidad • Velocidad minima • Sección de máxima eficiencia hidráulica • Numero de froude

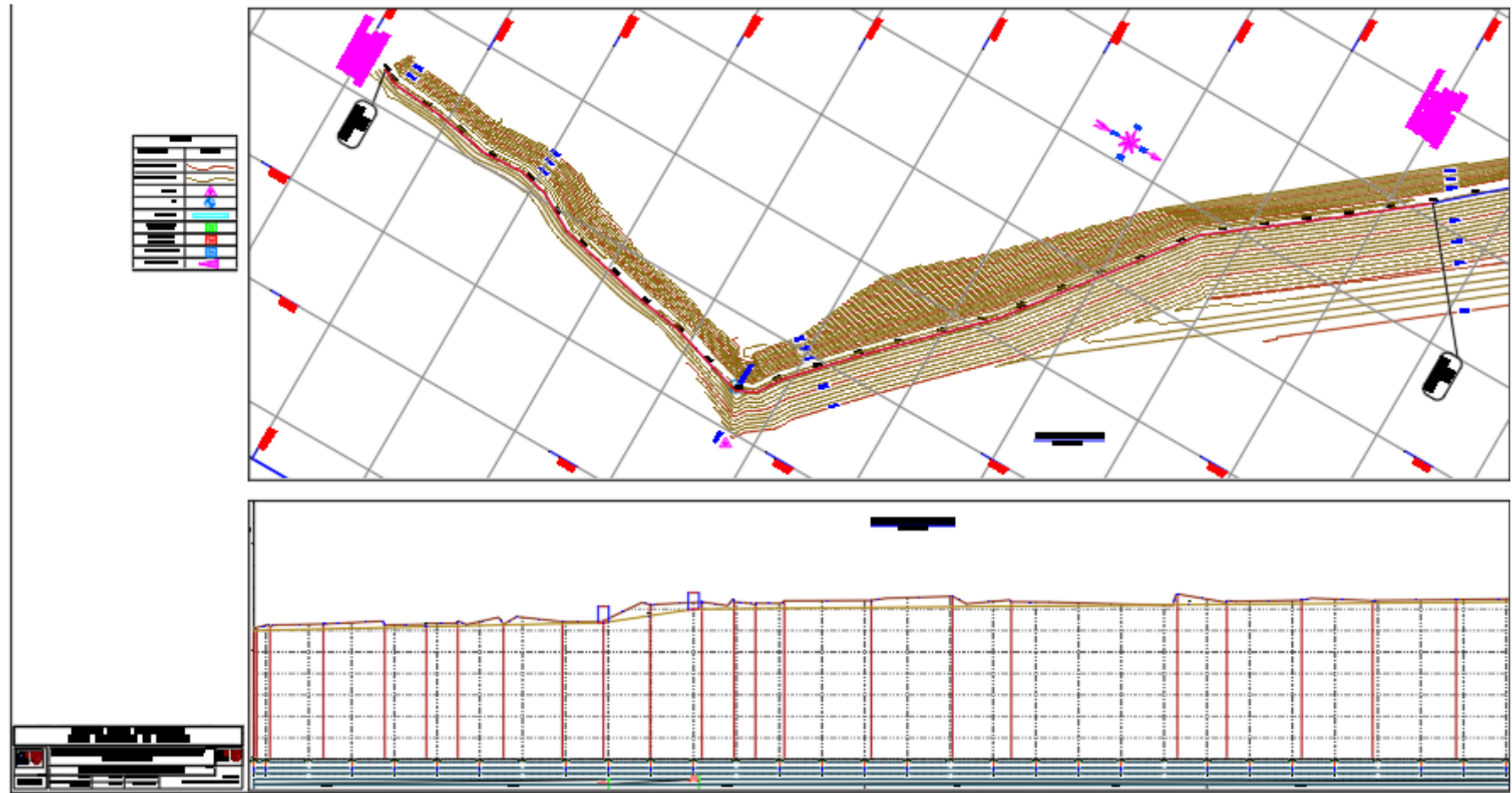


Figura 73: Vista de Planta y Perfil de Canal Existente.

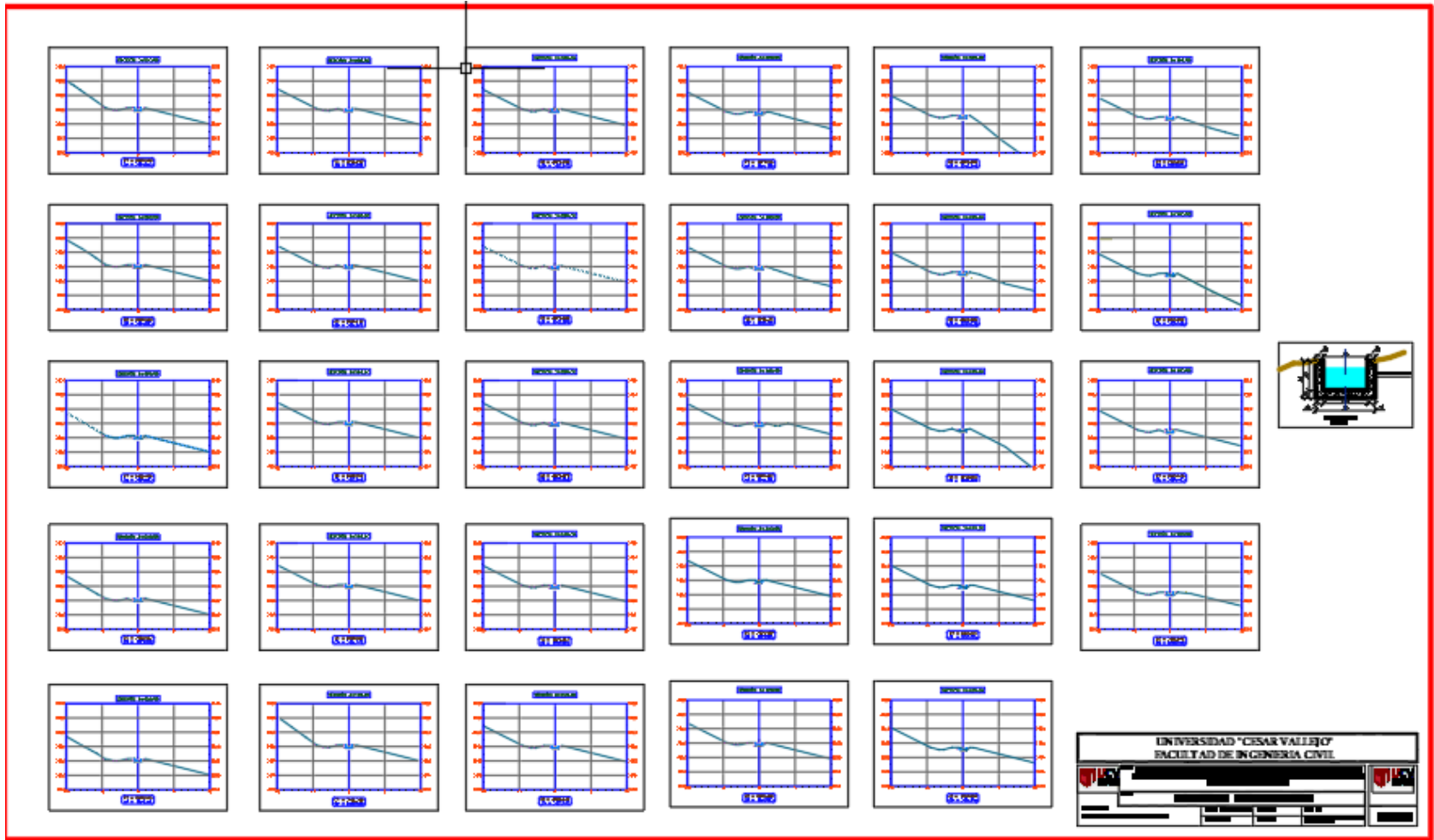


Figura 74: Secciones transversales de canal existente

CERTIFICADO DE CALIBRACION

Mant. General Reparación Calibración Garantía Nuevo

N° 5258A

CLIENTE : MARIANO PERCY MARCILLA MIRANDA

EQUIPO : Estacion Total
MARCA : LEICA
MODELO : TS06 POWER
N° SERIE : 1337010
CODIGO INTERNO : 0

FECHA DE CALIBRACION : 11 de junio de 2021
FECHA DE VENCIMIENTO : 11 de diciembre de 2021

DYH SERVICE S.A.C. Certifica que el equipo topografico arriba descrito cumple con las especificaciones tecnicas de fabrica y los standares internacionales establecidos (DIN 18723)

EQUIPO DE CALIBRACION UTILIZADO

EQUIPO/MODELO	MARCA	MODELO	SERIE
SET COLIMADORES NCS-1	SOUTH	NCS-1	282107

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION

Por medio del cierre angular en directa y en transito con el enfoque al infinito a través de un set de Colimadores.

RESULTADOS :

ANGULOS	VALOR DEL PATRON	VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO	ERROR	INCERTIDUMBRE
VERTICAL	90°00'00"	90°00'00"	0"	± 5"
HORIZONTAL	00°00'00"	180°00'00"	0"	± 5"

CERTIFICADO POR :	FIRMA :	FECHA DE EMISION :
Yitzhak Castillo A. Técnico		11-jun-21



Figura 75: Certificado de Calibración de Estación Total

CERTIFICADO DE CALIBRACION DEL COLIMADOR

N° **857**

CLIENTE : **MARIANO PERCY MARCILLA MIRANDA**

	SET COLIMADOR	CARACTERISTICAS
MARCA :	SOUTH	* TUBO DE ENFOQUE PARALELO 550mm
MODELO :	NCS-1	* MINIMA LECTURA DE SALIDA 30"
N° SERIE :	282107	* DISTANCIA MAS CERCANA 2mts
CODIGO INTERNO :	DYH950	* ALTURA DE FUNCIONAMIENTO 170mm - 240mm

Especificaciones técnicas de fabrica y los standares internacionales establecidos (DIN 18723)

ENTIDAD QUE CERTIFICA : **DYH SERVICE S.A.C.**

FECHA DE CALIBRACION : **15 de junio del 2021**

CONDICIONES AMBIENTALES DE CALIBRACION Y VERIFICACION

Lugar : Laboratorio de Servicio Técnico DYH SERVICE S.A.C
Temperatura : 23° grados C con variación de +/- 0.5 grados C
Humedad : Relativa de 58%

METODOLOGIA APLICADA Y TRAZABILIDAD DE LOS PATRONES

Para controlar y calibrar los ángulos se constatan con un nivel colimador con telescopio de 32x en cuyo reticulo enfocado al infinito con el grosor de sus trazos esta dentro de 01"; es patronado periodicamente por un teodolito KERN modelo DKM2 presición al 01" con el metodo de lectura Directa - Inversa. Verificado con un nivel automatico SOUTH DSZ2+FP1 ± 0.5mm de presición. en doble nivelacion de 1km

Gerente de Servicio Técnico		Responsables de la Calibracion
  YITZHAK CASTILLO AGRERA GERENTE GENERAL Yitzhak Castillo A.		 Angel Castillo V.

SOUTH
Target your success

GARMIN
LIVESADDRESS

RUIDE

TOPCON

Leica
Geosystems

Nikon

Telf. Fax: (01) 4051878
Cel.:99573-8618 / 99570-0213

ventas@dyhservice.com
www.dyhservice.com

Calle Eleazar Blanco
350 Pueblo Libre - Lima - Perú

Figura 76: Certificado de calibración de colimador

CALCULO TAMAÑO DE MUESTRA FINITA

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

n = Tamaño de muestra buscado

N = Tamaño de la Población o Universo

Z = Parámetro estadístico que depende el Nivel de Confianza (NC)

e = Erro de estimación máximo aceptado

p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

Nivel de confianza	Z _{alfa}
99.7%	3
99%	2,58
98%	2,33
96%	2,05
95%	1,96
90%	1,645
80%	1,28
50%	0,674

ocurre el evento estudiado

Parametro	Insertar Valor
N	3,586
Z	1.960
P	50.00%
Q	50.00%
e	4.00%

Tamaño de muestra

"n" =

514.31

Figura 77: Calculo de Tamaño de la Muestra Finita



Figura 78: Vista panorámica del punto de estudio



Figura 79: Progresiva 00+000 de canal existente



Figura 80: Trabajos de Levantamiento Topográfico



Figura 81: Inicio de canal Entubado Checchewa.



Figura 82: Canal Existente Entubado Checchewa.



Figura 83: Levantamiento topográfico.



Figura 84: Longitudes consideradas para el levantamiento topográfico.



Figura 85: Excavación de Calicata-1.



Figura 86: Calicata-1.



Figura 87: Calicata - 2.



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - FIC - UNICA
 "Laboratorio Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfaltos"
 Ciudad Universitaria, Panamericana Sur Km.303.5, Telefax: 056-218928, Ica - Perú



ENSAYO DE PERMEABILIDAD SUELO NATURAL

NORMA: ASTM D 2434 - 68

SOLICITANTE :	BACH. CHUQUIYAUARI GUERRA JHEL Y ANALISIS Y SIMULACION DEL CANAL ENTUBADO	CERTIF. N° 0.010 -2021
PROYECTO :	CHECHEHUA- CASA BLANCA CON HEC-RAS 4.1.0, PARA MEJORAR LA EFICIENCIA HIDRAULICA, DISTRITO TAMBO, HUANCAVELICA*	Producto : Coef. de Permeabilidad (K)
UBICACION :	C.P. CASA BLANCA- DISTRITO TAMBO-HUAYTARA-	Agregado : Mat. propio - suelo Natural
FECHA :	HUANCAVELICA OCTUBRE DE 2021	Tec. Oper.: Mag.Ing. René O. Canchari Vega Lugar : C-2; E-2 - Prof. = 2.00 mt.

PRUEBA DE ENSAYOS DE CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA (COEF. PERMEABILIDAD K, CARGA CONSTANTE)

ITEM	UBICACIÓN	AREA (cm ²)	h1 (cm)	t (seg.)	LECTURA (DIV)	Vol. (cm ³)	L (cm.)	Vx L	A x h x t	K (cm/seg.)	K (cm/seg.)
1	C - 1; E - 3	24.19	112.20	300.00	4.00	39.32	32.10	1262.172	814235.4	0.00155013	1.5501E-3
2	C - 1; E - 3	24.19	112.20	600.00	9.00	88.47	32.10	2839.887	1628470.8	0.00174390	1.7439E-3
3	C - 1; E - 3	24.19	112.20	900.00	14.00	137.62	32.10	4417.602	2442706.2	0.00180849	1.8085E-3
4	C - 1; E - 3	24.19	112.20	1200.00	19.00	186.77	32.10	5995.317	3256941.6	0.00184078	1.8408E-3
5	C - 1; E - 3	24.19	112.20	1500.00	23.00	226.09	32.10	7257.489	4071177	0.00178265	1.7827E-3
6	C - 1; E - 3	24.19	112.20	1800.00	28.00	275.24	32.10	8835.204	4885412.4	0.00180849	1.8085E-3
7	C - 1; E - 3	24.19	112.20	2100.00	32.00	314.56	32.10	10097.376	5699647.8	0.00177158	1.7716E-3
8	C - 1; E - 3	24.19	112.20	2400.00	37.00	363.71	32.10	11675.091	6513883.2	0.00179234	1.7923E-3
9	C - 1; E - 3	24.19	112.20	2700.00	42.00	412.86	32.10	13252.806	7328118.6	0.00180849	1.8085E-3
10	C - 1; E - 3	24.19	112.20	3000.00	46.00	452.18	32.10	14514.978	8142354	0.00178265	1.7827E-3
11	C - 1; E - 3	24.19	112.20	3300.00	50.00	491.5	32.10	15777.15	8956589.4	0.00176151	1.7615E-3
12	C - 1; E - 3	24.19	112.20	3600.00	54.00	530.82	32.10	17039.322	9770824.8	0.0017439	1.7439E-3

COEF. PERMEABILIDAD (K)	: 1.76625000 E-3 cm/seg..
DONDE :	A (cm ²) : Area del Permeámetro (muestra de suelo)
	h1 (cm) : altura del agua variable (carga constante)
	t (seg.) : Tiempo de ensayo de la permeabilidad
	Lect.(Div) : Lectura de ensayo registrada en la probeta de agua
	V (cm ³) : volumen filtrado a través de la muestra
	h2 (cm) : Altura del permeámetro de ensayo
	L (cm) : Longitud de la muestra de ensayos constante



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 PROCESO DE CALIFICACION
 PARA EL AREA DE INGENIERIA CIVIL
 HUAYTARA

Figura 88: Análisis de Permeabilidad de Calicata-2



ENSAYO DE PERMEABILIDAD SUELO NATURAL.

NORMA: ASTM D 2434 - 68

SOLICITANTE :	BACH. CHUQUIYURI GUERRA JHELY ANALISIS Y SIMULACION DEL CANAL ENTUBADO CHECHEHUA-CASA BLANCA CON HEC-RAS 4.1.0, PARA MEJORAR LA EFICIENCIA HIDRAULICA, DISTRITO DE TAMBO, HUANCVELICA"	CERTIF. N° 0.009 -2021
PROYECTO :	C.P. CASA BLANCA - DISTRITO TAMBO - HUAYTARA - HUANCVELICA OCTUBRE DE 2021	Producto : Coef. de Permeabilidad (K) Agregado : Mat. propio - suelo Natural Tec. Oper.: Mag. Ing. René O. Canchari Vega Lugar : C-1; E-2 - Prof. = 2.00 mt.

PRUEBA DE ENSAYOS DE CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA (COEF. PERMEABILIDAD K, CARGA CONSTANTE)

ITEM	UBICACION	AREA (cm ²)	h1 (cm)	t (seg.)	LECTURA (DIV)	Vol. (cm ³)	L (cm.)	Vx L	A x h x t	K (cm/seg.)	K (cm/seg.)
1	C - 1; E - 3	24.19	112.20	300.00	5.00	49.15	32.10	1577.715	814235.4	0.00193766	1.9377E-3
2	C - 1; E - 3	24.19	112.20	600.00	9.00	88.47	32.10	2839.887	1628470.8	0.00174390	1.7439E-3
3	C - 1; E - 3	24.19	112.20	900.00	14.00	137.62	32.10	4417.602	2442706.2	0.00180849	1.8085E-3
4	C - 1; E - 3	24.19	112.20	1200.00	19.00	186.77	32.10	5995.317	3256941.6	0.00184078	1.8408E-3
5	C - 1; E - 3	24.19	112.20	1500.00	24.00	235.92	32.10	7573.032	4071177	0.00186016	1.8602E-3
6	C - 1; E - 3	24.19	112.20	1800.00	28.00	275.24	32.10	8835.204	4885412.4	0.00180849	1.8085E-3
7	C - 1; E - 3	24.19	112.20	2100.00	32.00	314.56	32.10	10097.376	5699647.8	0.00177158	1.7716E-3
8	C - 1; E - 3	24.19	112.20	2400.00	37.00	363.71	32.10	11675.091	6513883.2	0.00179234	1.7923E-3
9	C - 1; E - 3	24.19	112.20	2700.00	41.00	403.03	32.10	12937.263	7328118.6	0.00176543	1.7654E-3
10	C - 1; E - 3	24.19	112.20	3000.00	46.00	452.18	32.10	14514.978	8142354	0.00178265	1.7827E-3
11	C - 1; E - 3	24.19	112.20	3300.00	50.00	491.5	32.10	15777.15	8956589.4	0.00176151	1.7615E-3
12	C - 1; E - 3	24.19	112.20	3600.00	55.00	540.65	32.10	17354.865	9770824.8	0.00177619	1.7762E-3

COEF. PERMEABILIDAD (K)	: 1.804108333 E-3 cm/seg..														
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">DONDE : A (cm²)</td> <td style="width: 40%;">: Area del Permeometro (muestra de suelo)</td> <td rowspan="7" style="width: 30%; vertical-align: top; padding-left: 10px;"> FORMULA: $K = V \times L / h \times A \times t$ (Cm/Seg.) Coeficiente de Permeabilidad ó conductividad Hidraulica de Henry DARCY </td> </tr> <tr> <td>h1 (cm)</td> <td>: altura del agua variable (carga constante)</td> </tr> <tr> <td>t (seg.)</td> <td>: Tiempo de ensayo de la permeabilidad</td> </tr> <tr> <td>Lect. (Div)</td> <td>: Lectura de ensayo registrada en la probeta de agua</td> </tr> <tr> <td>V (cm³)</td> <td>: volumen filtrado a través de la muestra</td> </tr> <tr> <td>h2 (cm)</td> <td>: Altura del permeometro de ensayo</td> </tr> <tr> <td>L (cm)</td> <td>: Longitud de la muestra de ensayos constante</td> </tr> </table>	DONDE : A (cm ²)	: Area del Permeometro (muestra de suelo)	FORMULA: $K = V \times L / h \times A \times t$ (Cm/Seg.) Coeficiente de Permeabilidad ó conductividad Hidraulica de Henry DARCY	h1 (cm)	: altura del agua variable (carga constante)	t (seg.)	: Tiempo de ensayo de la permeabilidad	Lect. (Div)	: Lectura de ensayo registrada en la probeta de agua	V (cm ³)	: volumen filtrado a través de la muestra	h2 (cm)	: Altura del permeometro de ensayo	L (cm)	: Longitud de la muestra de ensayos constante
DONDE : A (cm ²)	: Area del Permeometro (muestra de suelo)	FORMULA: $K = V \times L / h \times A \times t$ (Cm/Seg.) Coeficiente de Permeabilidad ó conductividad Hidraulica de Henry DARCY													
h1 (cm)	: altura del agua variable (carga constante)														
t (seg.)	: Tiempo de ensayo de la permeabilidad														
Lect. (Div)	: Lectura de ensayo registrada en la probeta de agua														
V (cm ³)	: volumen filtrado a través de la muestra														
h2 (cm)	: Altura del permeometro de ensayo														
L (cm)	: Longitud de la muestra de ensayos constante														



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 PRODUCCION DE BENE...
 ICA - PERU
 DIRECTOR

Figura 89: Análisis de Permeabilidad de Calicata-1.



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - FIC - UNICA
 "Laboratorio Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfaltos"
 Ciudad Universitaria, Panamericana Sur Km.303.5, Telefax: 056-218928, Ica - Perú



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Solicitante : BACH. CHUGUIYURI GUERRAJHELY
Proyecto : "ANÁLISIS Y SIMULACION DEL CANAL ENTUBADO CHECHEHUA- CASA BLANCA CON HEC-RAS 4.1.0, PARA MEJORAR LA EFICIENCIA HIDRAULICA, DISTRITO TAMBO, HUANCAVELICA"
Ubicación : C.P. CASA BLANCA- DISTRITO TAMBO - RPROVINCIA HUAYTARA- DEPARTAMENTO HUANCAVELICA
Tipo de Exploración : EXPL. CALICATA A CIELO ABIERTO
Realizado por : TESIS TA CHUGUIYURI GUERRA JHELY
Fecha : ICA, OCTUBRE DE 2021

Procedencia : C.P. CASA BLANCA - HUAYTARA - HUANCAVELICA
Muestra : C-2; E-2 Prof. : 0.80 - 2.00 mt.
Peso de Muestra : 1500.00 grs. N°200= 11.93%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					
Tamizaje ASTM	Aber. mm	Peso reten.	% Reten.	% Pasa	% Ret Acum.
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.000				
1/2"	12.700	2.30	0.15	99.85	0.15
3/8"	9.500	55.40	3.69	96.15	3.85
1/4"	6.350				
N° 4	4.750	149.70	9.98	86.17	13.83
5	2.300				
10	2.000	180.20	12.01	74.16	25.84
15	1.190				
20	0.840	191.30	12.75	61.41	38.59
30	0.590				
40	0.420	220.40	14.69	46.71	53.29
50	0.297				
60	0.250	178.90	11.93	34.79	65.21
80	0.177				
100	0.149	176.60	11.77	23.01	76.99
140	0.105				
200	0.074	166.30	11.09	11.93	88.07
Fondo		178.90	11.93	0.05	100.00
Peso Total =		1500.00	gr.		
C _u (mm)		0.062	C _u	12.69	
C ₁₀ (mm)		0.209	C ₁₀	0.88	
C ₆₀ (mm)		0.800			

HUMEDAD NATURAL (W)	%	5.50
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	%	25.40
LIMITE PLASTICO (L.P.)	%	22.70
INDICE PLASTICO (I.P.)	%	2.70
PESO ESPECIFICO	(gr/cc)	2.54

CLASIFICACION S.U.C.S. : S P - S M
 CLASIFICACION A.A.S.H.T.O. : A-1-b (0)

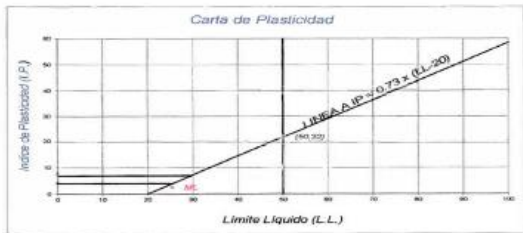


Figura 90: Análisis Granulométrico de la Cantera -2, Estrato-2



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Solicitante : BACH. CHUQUIYAURI GUERRA JHEL Y
Proyecto : "ANÁLISIS Y SIMULACION DEL CANAL ENTUBADO CHECHEHUA- CASA BLANCA CON HEC-RAS 4.1.0, PARA MEJORAR LA EFICIENCIA HIDRAULICA, DISTRITO TAMBO, HUANCAMELICA"
Ubicación : C.P. CASA BLANCA - DISTRITO TAMBO - RPROVINCIA HUAYTARA • DEPARTAMENTO HUANCAMELICA

Tipo de Exploración : EXPL. CALICATA A CIELO ABIERTO
Realizado por : TESISTA CHUQUIYAURI GUERRA JHEL Y
Fecha : ICA, OCTUBRE DE 2021

Procedencia : C.P. CASA BLANCA - HUAYTARA - HUANCAMELICA
Muestra : C-2; E-1 Prof. : 0.00 - 0.80 mt.
Peso de Muestra : 1500.00 grs. N°200= 7.85%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					
Tamices ASTM	Aber. mm.	Peso reten.	% Reten.	% Pasa	% Ret Acum.
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.000	31.70	2.11	97.89	2.11
1/2"	12.700	70.20	4.68	93.21	6.79
3/8"	9.500	95.70	6.38	88.83	13.17
1/4"	6.350				
N° 4	4.760	145.60	9.71	77.12	22.88
8	2.300				
10	2.000	173.70	11.58	65.54	34.46
16	1.190				
20	0.840	215.60	14.37	61.17	48.83
30	0.590				
40	0.420	250.90	16.73	34.44	65.56
60	0.297				
60	0.250	142.80	9.52	24.92	75.08
80	0.177				
100	0.149	130.50	8.70	16.22	83.78
140	0.105				
200	0.074	125.50	8.37	7.85	92.15
Fondo		117.80	7.85	0.00	100.00
Peso Total =		1500.00			
D ₁₀ (mm)		0.093			16.65
D ₃₀ (mm)		0.341			0.80
D ₆₀ (mm)		1.553			

HUMEDAD NATURAL (w)	%	4.55
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	%	24.90
LIMITE PLASTICO (L.P.)	%	23.40
INDICE PLASTICO (I.P.)	%	1.50
PESO ESPECIFICO	(gr/cc)	2.53

CLASIFICACION S.U.C.S.	S P - S M
CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.	A-1-b (0)

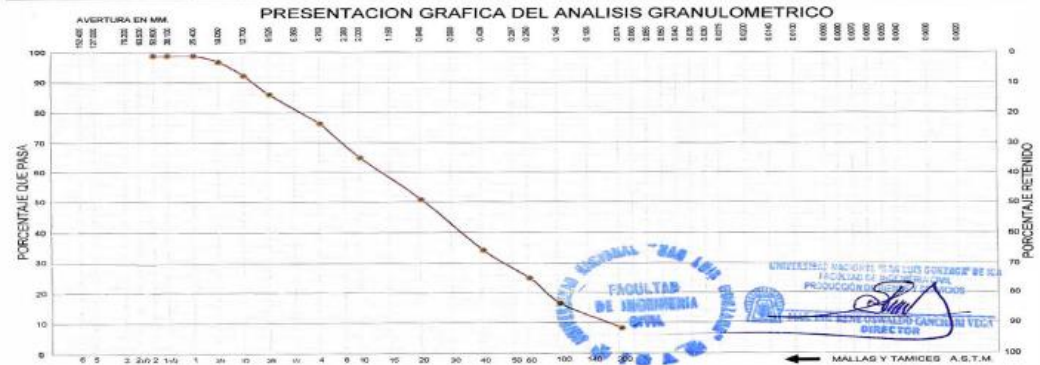
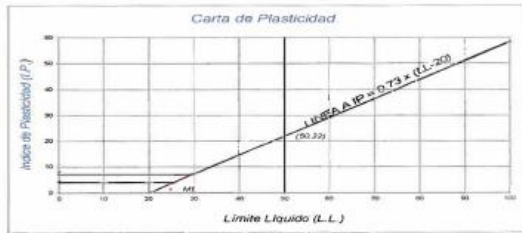


Figura 91: Análisis Granulométrico de la Cantera -2, Estrato-1



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Solicitante : BACH. CHUQUIYAURI GUERRA JHEL Y
Proyecto : "ANÁLISIS Y SIMULACION DEL CANAL ENTUBADO CHECHEHUA- CASA BLANCA CON HEC-RAS 4.1.0, PARA MEJORAR LA EFICIENCIA HIDRAULICA, DISTRITO TAMBO, HUANCAMELICA"
Ubicación : C.P. CASA BLANCA - DISTRITO TAMBO - RPROVINCIA HUAYTARA - DEPARTAMENTO HUANCAMELICA
Tipo de Exploración : EXPL. CALICATA A CIELO ABIERTO
Realizado por : TESISTA CHUQUIYAURI GUERRA JHEL Y
Fecha : ICA, OCTUBRE DE 2021

Procedencia : C.P. CASA BLANCA - HUAYTARA - HUANCAMELICA
Muestra : C-1; E-2 Prof. : 0.80 - 2.00 mt.
Peso de Muestra : 1500.00 grs. N°200= 11.85%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					
Tamices ASTM	Aper. mm.	Peso reten.	% Reten.	% Pasa	% Ret Acum.
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.000				
1/2"	12.700				
3/8"	9.500	65.50	4.37	95.63	4.37
1/4"	6.350				
N° 4	4.760	152.30	10.15	85.48	14.52
8	2.300				
10	2.000	172.20	11.48	74.00	26.00
16	1.190				
20	0.840	192.40	12.83	61.17	38.83
30	0.590				
40	0.420	215.20	14.35	46.83	53.17
60	0.297				
80	0.250	185.60	12.37	34.45	65.55
100	0.177				
140	0.149	176.50	11.77	22.69	77.31
200	0.074	162.50	10.83	11.85	88.15
Fondo		177.80	11.85	0.00	100.00
Peso Total =		1500.00			
D ₁₀ (mm)		0.062	C _u		12.90
D ₃₀ (mm)		0.212	C ₁₀		0.89
D ₆₀ (mm)		0.806			

HUMEDAD NATURAL (w)	%	5.40
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	%	25.50
LIMITE PLASTICO (L.P.)	%	22.80
INDICE PLASTICO (I.P.)	%	2.70
PESO ESPECIFICO (gr/cc)		2.53

CLASIFICACION S.U.C.S. : S P - S M
 CLASIFICACION A.A.S.H.T.O. : A-1-b (0)

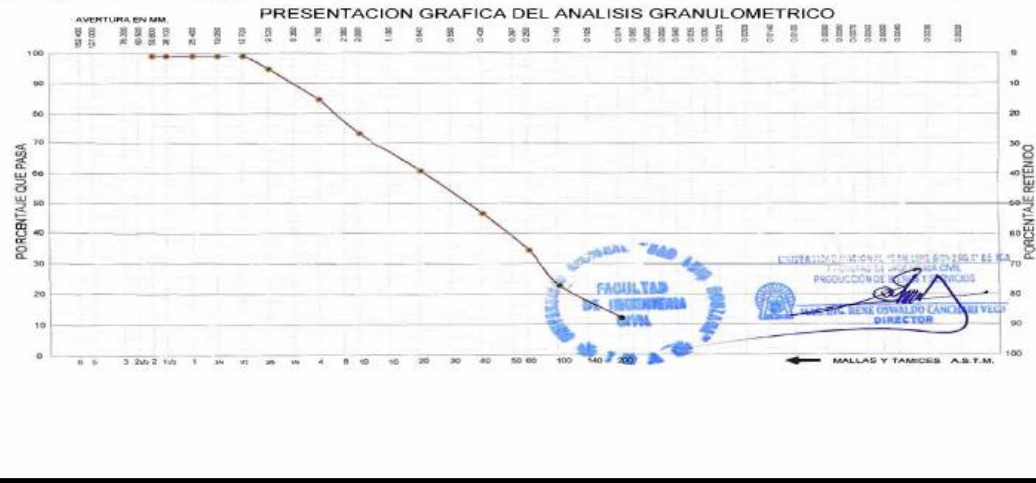
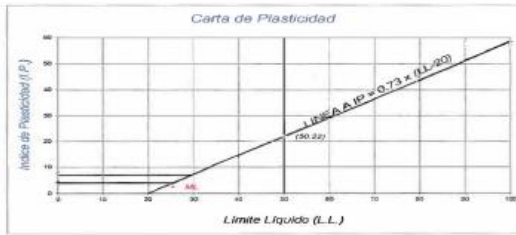


Figura 92: Análisis Granulométrico Cantera 1- Estrato-2



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Solicitante : BACH. CHUQUIYAURI GUERRAJHEL
 Proyecto : "ANÁLISIS Y SIMULACION DEL CANAL ENTUBADO CHECHEHUA- CASA BLANCA CON HEC-RAS 4.1.0, PARA MEJORAR LA EFICIENCIA HIDRAULICA, DISTRITO TAMBO, HUANCAMELICA"
 Ubicación : C.P. CASA BLANCA- DISTRITO TAMBO- PROVINCIA HUAYTARA - DEPARTAMENTO HUANCAMELICA

Tipo de Exploración : EXPL. CALICATA A CIELO ABIERTO
 Realizado por : TESISTA CHUQUIYAURI GUERRAJHEL
 Fecha : ICA, OCTUBRE DE 2021

Procedencia : C.P. CASA BLANCA - HUAYTARA - HUANCAMELICA
 Muestra : C-1; E-1 Prof. : 0.00 - 0.80 mt.
 Peso de Muestra : 1500.00 grs. N°200= 7.69%

Tamices ASTM	Aber. mm.	Peso reten.	% Reten.	% Pasa	% Ret Acum.
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.000	35.30	2.35	97.65	2.35
1/2"	12.700	73.50	4.90	92.75	7.25
3/8"	9.500	97.40	6.49	86.25	13.75
1/4"	6.350				
N°4	4.750	143.30	9.55	76.70	23.30
8	2.300				
10	2.000	175.40	11.69	65.01	34.99
16	1.190				
20	0.840	214.50	14.30	50.71	49.29
30	0.590				
40	0.420	251.60	16.77	33.93	66.07
60	0.297				
80	0.250	141.40	9.43	24.51	75.49
100	0.177				
140	0.149	128.70	8.58	15.93	84.07
200	0.105	123.60	8.24	7.69	92.31
Fondo		115.30	7.69	0.00	100.00
Peso Total =		1500.00	gr		
D ₁₀ (mm)	0.095		C _u	16.77	
D ₃₀ (mm)	0.349		C _c	0.60	
D ₆₀ (mm)	1.594				

HUMEDAD NATURAL (w)	%	4.53
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	%	24.80
LIMITE PLASTICO (L.P.)	%	23.20
INDICE PLASTICO (I.P.)	%	1.60
PESO ESPECIFICO (qr/cc)		2.54

CLASIFICACION S.U.C.S.	S	P	-	S	M
CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.	A-1-b (0)				

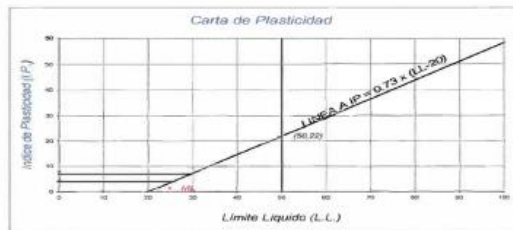


Figura 93: Análisis Granulométrico Cantera 1-Estrato-1.



Figura 94: Centro Poblado Casa Blanca.

Relación de planos

- Planta y Perfil (PP-01)
- Secciones Transversales (ST-01)



Declaratoria de Originalidad de Autores

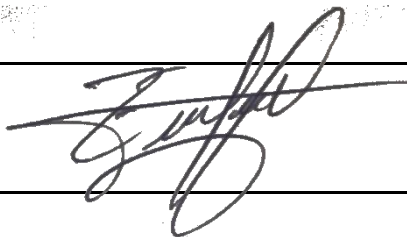
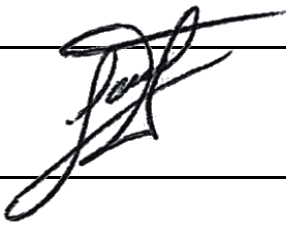
Nosotros, Julian Yanqui Emerson y Chuquiyaury Guerra Jhely egresados de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado:

“Análisis y Simulación del Canal Entubado Chechehua-Casa Blanca con Hec-Ras 4.1.0, para Mejorar la Eficiencia Hidráulica, Distrito de Tambo, Huancavelica”, es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que el Trabajo de Investigación / Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicado, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, 15 de Diciembre del 2021.

Apellidos y Nombres del Autor Julián Yanqui, Emerson		Firma: 
DNI:	70199318	
ORCID:	0000-0002-1494-2272	
Apellidos y Nombres del Autor Chuquiyaury Guerra, Jhely		Firma: 
DNI:	70255505	
ORCID:	0000-0001-7629-8956	