



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Evaluación y Diseño Hidráulico del Canal de Irrigación Ácora
Tramo 0+000 – 0+520, en San Francisco de Sangayaico - Huaytará
– Huancavelica - 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Ávila García, Evis Kevin (ORCID: 0000-0002-4578-8255)

Gutiérrez Seminario, Kralissa Petronila (ORCID: 0000-0001-7450-9422)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA - PERÚ

2021

Dedicatoria

Con gran orgullo dedicamos este proyecto de investigación a nuestra familia que con su paciencia y amor han hecho que luchemos por nuestros sueños y con su sabiduría han forjado nuestro camino.

Gutiérrez Seminario, Kralissa Petronila
Ávila García, Evis Kevin

Agradecimiento

Les agradezco eternamente a mis padres y familia por su apoyo incondicional durante todos estos años, por su paciencia y fe hacia mi persona, me han hecho un mejor ser humano.

Ávila García, Evis Kevin

Agradecimiento

Agradezco a dios por cuidarme, a mi madre por empujarme y ayudarme a conseguir mis sueños y a mi padre que me dio la mejor herencia “mis estudios” y que sobre todo hoy que ya no lo tengo me sigue enseñando a ser fuerte.

Gutiérrez Seminario, Kralissa Petronila

Índice de contenidos

Carátula	
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	16
3.2 Variables y operacionalización.....	16
3.3 Población (criterios de selección), muestra y muestreo.....	17
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de dato.....	18
3.5 Procedimientos.....	18
3.6 Método de análisis de datos.....	19
3.7 Aspectos éticos.....	19
IV. RESULTADOS.....	20
V. DISCUSIÓN.....	45
VI. CONCLUSIONES.....	50
VII. RECOMENDACIONES.....	52
REFERENCIAS.....	54
ANEXOS.....	58

Índice de tablas

Tabla 1. Cotas topográficas de subrasante	22
Tabla 2. Caudal según abertura de compuerta obtenidos en hcanales.	24
Tabla 3. Resumen de parámetros obtenidos con Hcanales	25

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Clasificación de canales de riego por su función	7
Figura 2. Sección típica de un canal	7
Figura 3. Modelo numérico HEC-RAS 4.1.0	14
Figura 4. Zona del proyecto canal de irrigación acora tramo 0+000-0+520.	21
Figura 5. Pantalla de inicio del HEC-RAS	27
Figura 6. Esquema general del canal	28
Figura 7. Ingreso de la sección transversal 0+000 KM	28
Figura 8. Ingreso de la sección transversal 0+520 KM	29
Figura 9. Ingreso de condiciones de flujo	29
Figura 10. Ingreso de condiciones de flujo aguas arriba y abajo	30
Figura 11. Seleccionamos “compute” para dar inicio a la simulación	31
Figura 12. La simulación de flujo mixto completa	31
Figura 13. Sección transversal aguas arriba 0+000-canal de tierra existente	32
Figura 14. Sección transversal aguas arriba 0+260-canal de tierra existente	32
Figura 15. Sección transversal aguas arriba 0+520-canal de tierra existente	33
Figura 16. Perfil longitudinal del tramo en estudio existente	33
Figura 17. Sección que muestra desborde en el KM 0+000	34
Figura 18. Resumen de resultados de la modelación del canal existente	35
Figura 19. Sección transversal	37
Figura 20. Pantalla de inicio del HEC-RAS	37
Figura 21. Esquema general del tramo en estudio	38
Figura 22. Ingreso de datos de la sección transversal 0+000 KM	38
Figura 23. Ingreso de datos de la sección transversal 0+520 KM	39
Figura 24. Ingreso de condiciones de flujo	39
Figura 25. La simulación de flujo supercrítico	40

Figura 26. La simulación de flujo mixto completa	40
Figura 27. Vista 3D del canal propuesto	41
Figura 28. Segunda vista 3d del canal propuesto	41
Figura 29. Resultado de la sección transversal propuesta 0+000	42
Figura 30. Resultado de la sección transversal propuesta 0+520	42
Figura 31. Perfil longitudinal del canal	43
Figura 32. Resumen de resultados de modelación de canal propuesto	44

Resumen

El canal de irrigación Acora tramo 0+000 – 0+520 en el distrito de San Francisco de Sangayaico, provincia de Huaytará y departamento de Huancavelica; carece de un revestimiento y con gran cantidad de sedimentos, con secciones naturales e irregulares en un pésimo estado de conservación, dejando de cumplir su objetivo y perjudicando a la población.

En búsqueda de atender los problemas con los que cuenta este canal, se tiene como objetivo: La Modelación y evaluación hidráulica del canal de irrigación acora tramo 0+000 - 0+520, para una propuesta de diseño hidráulico, el cual se ha desarrollado, primero con la etapa preliminar de gabinete mediante la recolección de datos y demás; luego la etapa de campo para la visita del canal y levantamiento de información; por último la etapa de gabinete que abarca la modelación y evaluación de la situación actual como la propuesta de un nuevo tramo del canal. Los resultados de la situación actual del canal es que las velocidades están por debajo de la velocidad mínima de 0.8m/s para canales naturales y ocurre un desborde en varias secciones del tramo; al realizar la propuesta con M.E.H. las velocidades están entre los valores permisibles, con una sección de 0.70m como base libre y una altura de 0.50m. Respecto a las conclusiones se realizó la modelación y la evaluación hidráulica del canal lo cual nos permitió conocer la situación actual y realizar la propuesta hidráulica de un nuevo tramo.

Palabras clave: Modelación hidráulica, evaluación hidráulica y Canal.

Abstract

The Acora irrigation channel, section 0 + 000 - 0 + 520 in the district of San Francisco de Sangayaico, province of Huaytara and department of Huancavelica; it lacks a lining and has a large amount of sediment, with natural and irregular sections in a terrible state of conservation, failing to fulfill its objective and harming the population.

In seeking to address the problems that this canal has, the objective is to: The modeling and hydraulic evaluation of the irrigation canal in section 0 + 000 - 0 + 520, for a hydraulic design proposal, which has been developed, first with the preliminary stage of the cabinet through data collection and others; then the field stage for the visit of the canal and information gathering; Finally, the cabinet stage that includes the modeling and evaluation of the current situation, such as the proposal for a new section of the canal. The results of the current situation of the canal are that the speeds are below the minimum speed of 0.8m / s for natural canals and an overflow occurs in several sections of the stretch; when making the proposal with M.E.H. the speeds are between the permissible values, with a section of 0.70m as a free base and a height of 0.50m. Regarding the conclusions, the hydraulic modeling and evaluation of the canal was carried out, which allowed us to know the current situation and carry out the hydraulic proposal for a new section.

Keywords: Hydraulic modeling, hydraulic evaluation and Canal.

I. INTRODUCCIÓN

El tramo 0+000 – 0+520 del canal de irrigación Acora siendo este la parte inicial y primordial, se encuentra con varios problemas, está cubierto por vegetación, presenta secciones irregulares y tiene constantes problemas de filtración por estar revestida de terreno natural y en mal estado, haciendo que el canal no pueda trabajar de manera eficiente, trayendo consigo el problema de falta de agua para la irrigación, todo ello mermando el crecimiento agrícola y económico de la población dedicada a la agricultura los cuales son 20 agricultores y sus familias de la comunidad campesina de Acora. Como antecedente local se tiene que hace más de 15 años no se realiza mantenimiento o mejoramiento de la misma según los habitantes colindantes al canal.

El presente estudio se justifica porque, puesto busca modelar y evaluar hidráulicamente la situación actual del canal de irrigación Acora tramo 0+000 – 5+020, la cual se encuentra en mal estado y con ello realizar una propuesta de diseño hidráulico, para así sentar las bases para una posterior ejecución de mejoramiento a través de lo propuesto en la presente investigación.

La presente investigación se desarrollará considerando como tema general la **MODELACIÓN Y EVALUACIÓN HIDRÁULICA DE CANALES**, siendo el tema específico el **DISEÑO HIDRÁULICO DE CANALES**, circunscribiendo la modelación y evaluación hidráulica del canal de irrigación Acora tramo 0+000 – 0+520 mediante la aplicación del modelo numérico HEC-RAS 4.1.0, para así realizar una propuesta de diseño hidráulico con M.E.H. aplicando también en el software de ingeniería HEC-RAS 4.1.0, todo desde un planteamiento hidráulico. Para ello se tendrá en cuenta el “Manual: Criterios de diseño de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico” del ANA (2010) y otros manuales de diseño y teorías disponibles.

Esta Investigación contribuirá a que la población agrícola pueda abastecerse de agua para riego de manera óptima y fortalecer el desarrollo económico de la misma, mediante una propuesta de diseño de mejoramiento del canal de irrigación Acora tramo 0+000 – 5+020, distrito San Francisco De Sangayaico, provincia de Huaytará, departamento de Huancavelica. Su importancia radica en promover el desarrollo de investigación y gestión de la información relacionada con los recursos hídricos en la región y el país. Asimismo, incentivar a indagar, investigar sobre el cambio

climático y el impacto negativo que tiene en la biodiversidad y los ecosistemas de la región.

A raíz de la verdadera problemática explicada, se plantea el siguiente Problema General:

¿De qué forma influye la modelación y apreciación hidráulica del canal de irrigación Acora tramo 0+000 – 0+520, en una propuesta de diseño hidráulico, situado en el distrito de San Francisco De Sangayaico, provincia de Huaytará, Huancavelica? Y como problemas específicos de la investigación:

¿De qué manera influye la modelación del canal en una propuesta de diseño hidráulico?

¿De qué manera influye la evaluación hidráulica del canal en una propuesta de diseño hidráulico?

El objetivo general fue: Realizar la modelación y evaluación hidráulica del canal de irrigación Acora tramo 0+000 – 0+520, para realizar una propuesta de diseño hidráulico, situado en el distrito San Francisco De Sangayaico, provincia de Huaytará, Huancavelica.

Los objetivos específicos fueron:

- Realizar la modelación del canal de irrigación mediante el programa HEC-RAS 4.1.0.
- Realizar la evaluación hidráulica del canal de irrigación para realizar la propuesta de diseño hidráulico.

Hipótesis General: La modelación y evaluación hidráulica del canal de irrigación Acora tramo 0+000 – 0+520, influye para realizar una propuesta de diseño hidráulico, situado en el distrito de San Francisco De Sangayaico, provincia de Huaytará, Huancavelica.

Las hipótesis específicas fueron: La modelación del canal influye en una propuesta de diseño hidráulico.

La evaluación hidráulica del canal influye en una propuesta de diseño hidráulico.

II. MARCO TEÓRICO

Los antecedentes relacionados a la siguiente investigación.

ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL

(J. Dávalos, 2017). Nos explica que:

[...] El canal principal se encuentra sin revestimiento en su totalidad, siendo esto uno de los factores por lo cual presenta acareo de sedimentos de suelo, lo cual podría alterar el cauce normal del agua, por ende, se propone un prototipo ejemplar para revestir el canal. Al haber realizado la evaluación del canal principal se concluye que se encuentra en estado regular, necesitando en algunos tramos denominado como críticos, una pronta evaluación frente a las dificultades presentadas de socavación del canal, deslizamientos, falta de recubrimiento y sistemas de compuertas en deterioro que obstaculizan el funcionamiento correcto del sistema.

(Torres y Vivas, 2018). De las recomendaciones se resalta.

[...] En la modelación de la estructura hidráulica, en la sección 3 del Río Negro, la dimensión geométrica del canal no es acta para los distintos periodos de retorno ni para el ultimo caudal de diseño; por lo tanto se ve en la necesidad de un crecimiento en el canal de unos 15cm a 20 cm, debido a que en el canal en su máximo caudal se desborda; y eso daña significativamente la estructura de los canales, entonces para evitar que el canal se desborde y así proteger las zonas residenciales y áreas comerciales que habitan cerca de la zona se propone el crecimiento de la geometría de lo expuesto.

(Moya y Álvarez, En 2018). Donde concluye:

[...] Se deben priorizar mantenimientos programados y continuos de limpieza en el canal para así disminuir o erradicar la acumulación excesiva de sedimentos arrastrados en todo el canal, también deben realizar charlas de educación y concientización a los pobladores para el debido cuidado y mantenimiento del canal para así evitar se arroje desechos en este y darles charlas sobre los planes de contingencia en caso de eventuales desbordamiento.

ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL

(Villar, M., 2017). Donde concluye:

[...] La ejecución del canal y sus obras de arte complementarias ayudaran a obtener el agua del río para transportarla hasta las zonas agrícolas que han sufrido menor riego, fortaleciendo las cosechas y el sector ganadero de la población. El canal logrará ayudar al nivel de vida de los pobladores, así como el aumento de la actividad económica para así generar el desarrollo del distrito.

(Torres, 2017). El cual recomienda:

[...] Para el diseño de un canal y sus obras complementarias de arte u otro plan hidráulico es sumamente importante el que se tenga y se ingrese adecuadamente la información tanto como geométrica, como de las condiciones y límites de frontera.

(Asalde, 2020). Donde concluye:

[...] Al realizar el modelamiento del flujo del canal, se apreció que el recorrido del agua presentó dificultades en una sección del canal, asimismo el desenfreno del flujo, lo cual nos define que la modelación numérica predomina en el diseño del canal de riego con M.E.H mediante el programa HEC-RAS del tramo km 0+000 al 3+085 en el distrito de Salas, región Lambayeque.

(Villafranca, 2015). Donde concluye y recomienda:

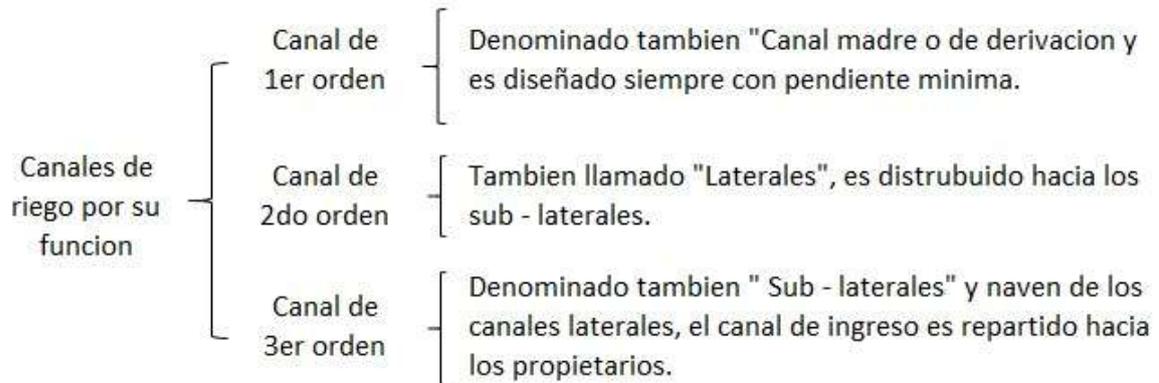
[...] Para conocer las verdaderas velocidades máximas y mínimas no es suficiente diseñar, sino habrá que calcularlo en la fase de operación. Para dar seguridad a los canales es necesario agregar una altura adicional, con el fin de evitar desbordes que puedan ocasionarse por diversos motivos como olas debido al viento, mala operaciones de compuertas.

Fundamento de hidráulica de canales: (Villón Béjar, 2004).

➤ **Descripción de canal**

Es un medio abierto que transporta recurso hídrico por sin ejercer ninguna presión es decir su movimiento se debe al efecto de la gravedad. Se dividen en canales naturales o canales artificiales (o con revestimiento).

➤ **Clasificación de los canales**



Fuente: (Villón Béjar, 2004)

Figura 1. Clasificación de canales de riego por su función

➤ **Componentes geométricos**

De manera resumida son los siguientes:

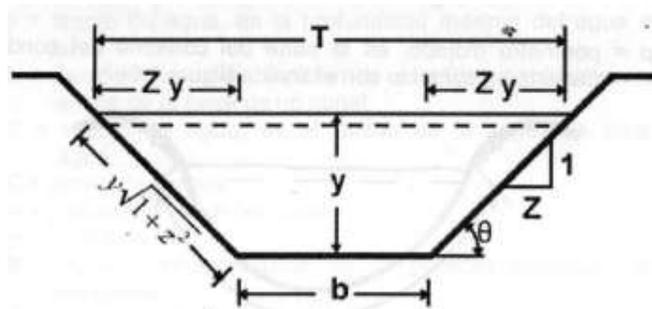


Figura 2. Sección típica de un canal

Donde:

y = tirante de agua.

b = ancho de solera, es el ancho de la base del canal.

T = espejo de agua, ancho de la superficie libre del agua.

C = ancho de corona.

H = profundidad total del canal.

$H - y$ = borde libre.

θ = es el ángulo que se forma por la inclinación de las paredes laterales respecto a la horizontal.

z = talud. (Villón Béjar, 2004)

DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO

Según (MINAGRI, 2015) nos define:

➤ **Aforos o mediciones de caudales en canales**

Método del flotador.

- Con el presente método se obtienen caudales con una certeza de mediana exactitud. Para lo cual se debe recoger la información de campo como el área de canal en estudio y la velocidad obtenida del procedimiento.
- El Cálculo del caudal se realiza mediante la siguiente formula:

$$Q = Fc \times A \times (L/T)$$

Donde:

Q = caudal, en m³/s.

L = longitud entre el Punto. 1 y 2 en metros entre 5 a 10 metros.

A = área, en metros.

T = tiempo prom. en seg.

Fc = factor de corrección.

El valor de Fc se debe seleccionar teniendo en cuenta el tipo de lugar donde se va a extraer el agua y la profundidad del mismo, según tabla Anexo 7:

TEORÍAS SOBRE ANÁLISIS DEL FLUJO

Según (Ven te Chow, 1994), se describe las siguientes definiciones:

Tipos de flujo

Se clasifica en:

- **Flujo permanente**

Si las características hidráulicas del flujo no cambian o son constante durante un tiempo determinado.

- **Flujo no permanente**

Si las características hidráulicas varían en un tiempo determinado, el flujo debe tratarse como no permanente.

Estados del flujo

Se plantea básicamente por dos efectos:

Efecto de viscosidad:

- **El flujo es laminar.** Cuando las moléculas del agua se mantienen en trayectos suaves o líneas de corriente.
- **El flujo es turbulento.** Cuando las moléculas del agua se mueven en trayectorias irregulares, que no son suaves ni fijas.

Existe también un estado un **estado mixto o transicional**, que es la determinación de un estado intermedio de los mencionados.

“El efecto de la viscosidad 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

ν es la viscosidad cinemática del agua.

El flujo que se presenta en los canales abiertos se define como laminar si el número de Reynolds R es menor a 500 y se define como turbulento cuando es mayor que 2000.

Efecto de la gravedad

La relación está dada por el número de Froude:

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

V = Velocidad media del flujo.
g = Aceleración de la gravedad.
L = Longitud.

En el flujo en canales abiertos, la longitud particular se hace igual a la profundidad hidráulica D, la cual está definida como el área de la sección transversal del agua perpendicular a la dirección del flujo en el canal dividido por el ancho de la superficie libre. Para canales rectangulares esta 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*.

TEORÍAS SOBRE EL DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS PARA RIEGO

“La ecuación más empleada es la de “Manning” o “Strickler”, y su expresión es:

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

Q = Caudal (m³/s)

n = Rugosidad

A = Área (m²)

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

Criterios de diseño

Se tienen diversos factores, los cuales tendrán en cuenta:

- **Rugosidad.**- Esta se basa en los datos del cauce y el talud, que se visualiza en los laterales del canal, flora, anomalía y trazado del canal, radio hidráulico

y congestión en el canal”. (Autoridad Nacional del Agua, 2010) , Anexo 5 y 6.

- **Velocidad máxima y mínima permisible.** - “La velocidad mínima admisible es la que no permita sedimentación. El valor asumido de 0.8 m/s se estima como la velocidad más idónea que no permite sedimentación y también evita la crecida de vegetación dentro del canal. La velocidad máxima permisible, usualmente se estima. Anexo 7
- **Borde libre.**- Es la distancia entre el límite del agua y la parte superior del canal. (Anexo 8)

La U.S. BUREAU OF RECLAMATION nos sugiere evaluar el borde libre con la siguiente expresión:

$$\text{Borde Libre} = \sqrt{CY}$$

C = 1.5 para caudales menores a 20 p³/s., y hasta 2.5 para caudales del orden de los 3000 p³/s.

Y = Tirante del canal en pies.

- **Criterios de espesor de revestimiento**

Según los antecedentes de construcción de canales en el país, se ha llegado a la conclusión que se pueden utilizar un ancho de paredes de 5cm a 7.7cm para canales de concreto pequeños a medianos, y 10cm a 15cm para canales de concreto medianos a grandes, siempre que estos se diseñen sin acero”. (Autoridad Nacional del Agua, 2010)

Sección Hidráulica Óptima

Determinación mediante Máxima Eficiencia Hidráulica

“Un canal con M.E.H. es cuando para la misma área y pendiente conduce el mayor caudal posible, esta condición está referida a un perímetro húmedo mínimo, según la siguiente expresión:

$$\frac{b}{y} = 2 * \operatorname{tg}\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

Siendo “ θ ” el ángulo que forma el talud con la horizontal, $\arctan(1/z)$, “b” plantilla del canal y “y” tirante o altura de agua.

De todas las secciones trapezoidales, la más eficiente es aquella donde el ángulo α que forma el talud con la horizontal es 60° , además para cualquier sección de máxima eficiencia debe cumplirse:

$$R = y/2$$

Donde:

R = Radio hidráulico

y = Tirante del canal (Tabla en Anexo 10)

No siempre se podrá plantear un diseño de acuerdo a las condiciones mencionadas, al final prevalecen la situación local que imponen un modelo propio para cada situación”. (Autoridad Nacional del Agua, 2010), Tabla Anexo 10.

HIDROLOGIA

Desde la perspectiva del mundo de la ingeniería, la rama de hidrología abarca un procedimiento para hallar las tasas de flujo como componente de un proyecto de ingeniería que ayuda al uso correcto y la protección del agua, como la construcción de obras de artes. Para lo cual se tiene que planificar, diseñar y poner en marcha operaciones de sistemas hidráulicos que necesitan un análisis hidrológico. (Mejía. M. J. A., 2012).

DEMANDA HIDRICA

Es la cuantía de agua necesaria para que un recurso realice su comportamiento correctamente en el tiempo y sea sostenible. (Aranda y castillo, 2019).

También se entiende que el agua es base fundamental para las actividades agrícolas, estas se hayan después de observar y estudiar las condiciones hídricas de cada cultivo.

En la ocasión del uso agrícola, se puede definir que la demanda bruta es un resultado de la demanda neta o demanda de agua de cultivo o también la evaporación del cultivo referente y a estas se le suma la pérdida por la línea de distribución que están sujetas al tipo empleado para su riego como son por gravedad o por presión

$$ETc = ETo \times Kc$$

Kc = Coeficiente de cultivo, este varía según la etapa de la planta <1 o hasta 1.2 (en plena floración).

ETo= Evapotranspiración de referencia (mm/día)

ETc = Evapotranspiración de cultivo (mm/día)

(Capítulo IV del libro Necesidades de agua del cultivo, pág. 30).

OTRAS DEFINICIONES CORTAS

1. Infiltración, (Hillel, 1997). Precisa sobre la filtración del agua por lluvias y/o riegos de manera vertical al suelo.
2. Hidrología (Rodríguez, H. 2011). Es el grupo de método para poder determinar el caudal como parte del diseño de una idea relacionada con el buen uso y el cuidado del agua.
3. Eficiencia de Conducción (Calvache, M. 2007). Nos define claramente la diferencia que se produce entre el agua que es captada e ingresa al canal (Qi) y el agua que llegara a la salida del canal (Qf).
4. Compuerta (Máximo Villon Bejar, 1995). Es una estructura diseñada para el control hidráulico. Su finalidad es imposibilitar el ingreso libre del agua para que se represen aguas arriba o su velocidad crezca aguas abajo.
5. Ciclo hidrológico (Chow Et Al. 1994). Es el proceso por el cual el agua corre sobre la superficie a favor de los relieves del suelo cuando este ya no tiene la capacidad de filtrarse, es utilizado para consumo, riego entre otros.

MODELACIÓN NUMÉRICA DE CANALES

HEC-RAS 4.1.0 es un software o modelo numérico de ingeniería dedicado al cálculo hidráulico de canales naturales, artificiales o entubados, con el objetivo de simular el comportamiento que presentará una vez puesto en obra, por ende, sirve de apoyo para la vida profesional para realizar un adecuado diseño y obtener los resultados más óptimos en su periodo de vida. (M. Mateo, 2016)

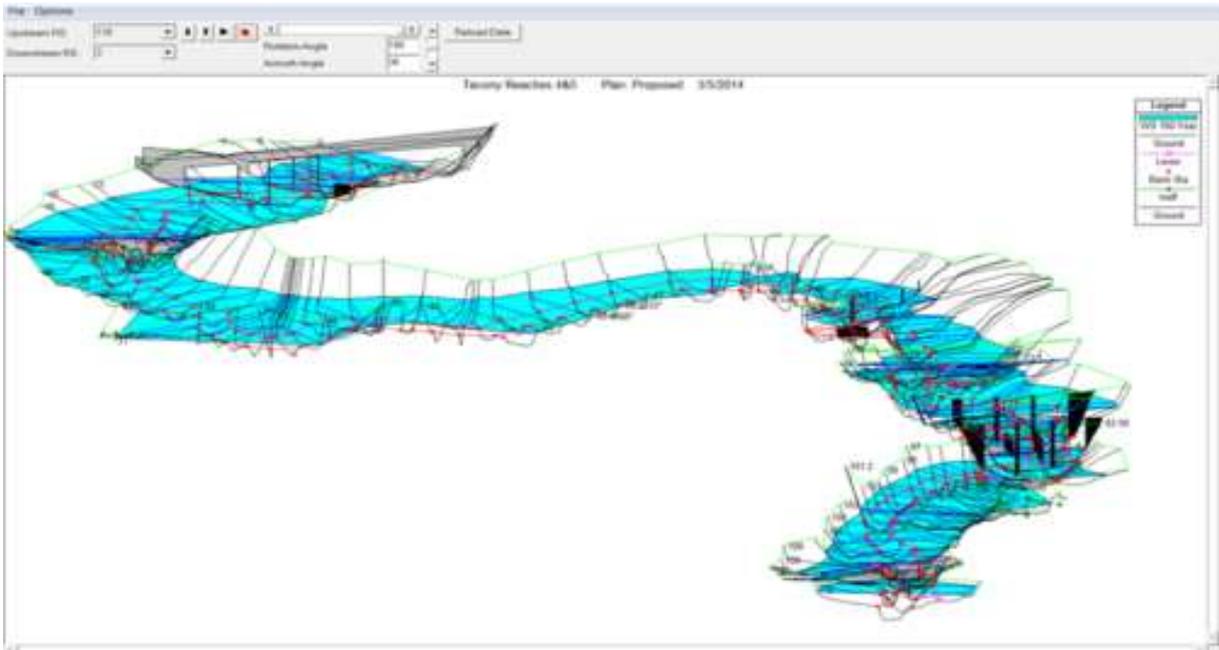


Figura 3. Modelo numérico HEC-RAS 4.1.0

Fuente: (NTM Engineering, 2020)

III. METODOLOGIA

3.1. Tipo y diseño de investigación

(Sánchez, Reyes, y Mejía, 2018). “La investigación aplicada tiene como principal objetivo crear nueva ciencia utilizando a raíz de todos los conocimientos obtenidos a través de una investigación para así poder determinar si estos resultados son útiles”.

El proyecto cumplió con las condiciones de una investigación aplicada. Porque se apoya en la información y busca utilizar los conocimientos adquiridos a través de su desarrollo en beneficio de la sociedad; a su vez es descriptivo – explicativo, en referencia al nivel descriptivo, es el acto de expresar las características de fenómenos, hechos, situaciones, cosas, personas y demás seres vivos por medio de palabras, para que quien lea o interprete la investigación las evocara en su mente. Referente al nivel explicativo, es un procedimiento que va más allá de la simple explicación de un objeto.

El diseño de la investigación

El presente proyecto de investigación tiene como diseño: no experimental ya que se observan fenómenos ya ocurridos, 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 son sucesos que ya ocurrieron y por lo tanto no se pueden manipular, al igual que su efecto”

3.2. Variables y operacionalización

(Sánchez, Reyes, y Mejía, 2018). La variable es un concepto indeterminado que puede ser mirado y dirigido, que pueden ser cuantificados en cualquier hecho, estado y/o comportamiento.

(Espinoza, 2014). La variable independiente es la que se va a investigar y también en donde se centrará en el proceso de análisis o el ensayo.

(Baena, 2017). Cita a Roja Soriano, que. La variable dependiente son las que se pueden explicar y están en base a otros argumentos, por lo tanto, son aquellas que si se pueden modificar o manipular.

En la presente investigación consignamos dos tipos de variables las cuales detallaremos a continuación.

Variable independiente: Modelación y evaluación hidráulica del canal de irrigación Acora tramo 0+000 – 0+520. (ANEXO 1)

Variable Dependiente: Propuesta de diseño hidráulico, distrito de San Francisco De Sangayaico, provincia de Huaytará, departamento de Huancavelica. (ANEXO 1)

3.3. Población (criterios de selección), muestra y muestreo

A. Población:

(Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Nos indica que un conjunto está conformado por varios elementos de características, especificaciones de una serie, que nos permite delimitar la población la cual se estudiara y sobre la cual se quiere dar un resultado.

En la presente investigación se considera como población Canal de irrigación Acora, distrito de San Francisco De Sangayaico, provincia de Huaytará, departamento de Huancavelica con una longitud de un kilómetro (1 km).

- Criterios De Inclusión: Modelación y evaluación hidráulica.
- Criterios De Exclusión: Estudio geotécnico, Análisis sísmico, Análisis y diseño estructural y Aspecto Económico.

B. Muestra:

(Cabezas, Andrade y Santamaria, 2018). Nos indica que la muestra es una sección de la población la cual nos permitirá dar a conocer datos específicos.

La muestra seleccionada de nuestra población en el presente proyecto de investigación es 0.516km, el cálculo se adjuntará en (ANEXO 2), redondeando 0.520 km del Canal de irrigación Acora.

C. Muestreo:

(Hernández Et. Al, 2014). Nos Dice que las probabilidades de ser escogidas para poder definir las características de la población y así poder estratificar el tamaño de la muestra.

(Scheaffer, Mendehall & Ott, 1993). La fórmula empleada en el proyecto de investigación es la fórmula selección de tamaño de muestra:

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

En donde:

n = Tamaño de la muestra buscado.

N = Tamaño de la población total.

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

q = (1 - p) = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado.

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza.

e = Error de estimación máximo aceptado.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las herramientas empleadas en el presente desarrollo de la investigación fueron: Cámara fotográfico, equipo topográfico, herramientas manuales y equipo de cómputo.

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

Las técnicas de procesamiento serán:

Recolección de datos: Procesamiento de información, presentación y divulgación de resultados. En cuanto al análisis se realizará un análisis cuantitativo de acuerdo a los parámetros técnicos de las normas vigentes y su interpretación de manera objetiva.

3.5 Procedimientos

(Sánchez, Reyes, y Mejía, 2018). Indica que la secuencia del proceso se debe realizar de acuerdo a tipo de investigación, su técnica y sus métodos, para así poder garantizar continuamente el experimento de ser necesario.

- Se hizo la investigación de las diferentes bibliografías e informes científicos relacionados al objeto del estudio.
- Se realizó el reconocimiento de campo de la zona de estudio.

- Se realizó el levantamiento topográfico del canal con equipo topográfico - estación total.
- Se procedió a realizar 2 calicatas para identificar las características del suelo.
- Se evaluó la información recolectada de campo y a raíz de eso se propuso un diseño hidráulico del canal.

3.6 Método de análisis de datos

(Cabezas, Andrade y Torres, 2018). Nos indica proceder con el análisis de los datos recolectados en la visita de campo como encuestas, entrevistas entre otros elementos que se hayan podido realizar en la etapa de investigación.

- Procesamiento de datos del equipo topográfico.
- Calculo de diseño geométrico corroborado con el programa H-Canales.
- Calculo de parámetros hidráulicos con Hec-Ras 4.1.0.

3.7 Aspectos éticos

Código de ética del colegio de ingenieros del Perú, capítulo III artículo 14.

Nos indica que todo profesional de ingeniería tiene que defender sus valores como son: integridad, honor, dignidad, para así servir y brindar confianza a su público.

En el presente proyecto atiende los aspectos éticos de acuerdo a lo siguiente:

- Los datos mostrados como resultados del presente trabajos son propios y reales de los autores.
- Los estudios y procedimientos se realizaron con total responsabilidad y honestidad para poder brindar la información adecuada referente al tema tratado.

IV. RESULTADOS

UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Departamento	: Huancavelica
Provincia	: Huaytará
Distrito	: San Francisco De Sangayaico
Zona del proyecto	: 18L
Región natural	: Yunga marítima
Altitud promedio	: 1937 m.s.n.m.
Longitud del tramo de evaluación:	520 m
Ruta	: 0+000 – 0+520
Coordenadas Inicio	: 462189.10E, 8474864.04N
Coordenadas Fin	: 461678.07E, 8474837.4N

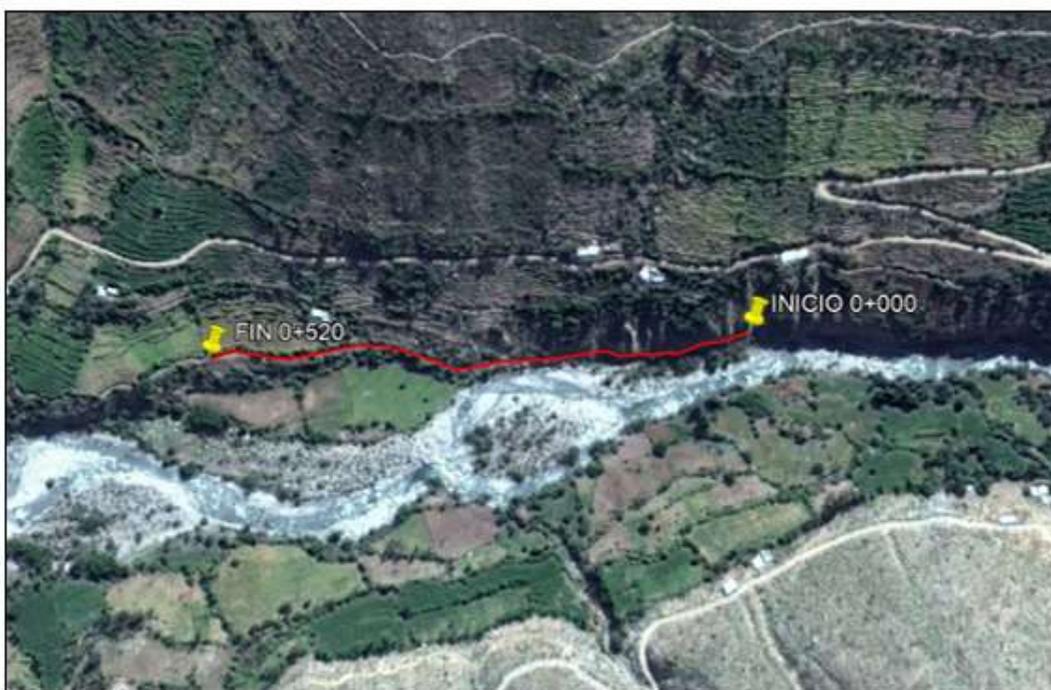


Figura 4. Zona del proyecto canal de irrigación acora tramo 0+000-0+520.

Fuente: Google Earth, 2021

- Los datos sobre la demanda del agua se encuentran en el Anexo 13.
- El estudio topográfico realizado se adjuntará en Anexos 16 y 17. Para la elaboración de la simulación en HEC-RAS, contamos con la tabla de cotas.

Tabla 1

Cotas topográficas de subrasante

TRAMO	COTA DE SUBRASANTE
Km 0+000	1940.120
km 0+020	1940.063
Km 0+040	1940.006
Km 0+060	1939.948
Km 0+080	1939.891
Km 0+100	1939.834
Km 0+120	1939.777
Km 0+140	1939.719
Km 0+160	1939.662
Km 0+180	1939.605
Km 0+200	1939.548
Km 0+220	1939.491
Km 0+240	1939.433
Km 0+260	1939.376
Km 0+280	1939.319
Km 0+300	1939.262

Km 0+320	1939.204
Km 0+340	1939.147
Km 0+360	1939.090
Km 0+380	1939.033
Km 0+400	1938.976
Km 0+420	1938.918
Km 0+440	1938.861
Km 0+460	1938.804
Km 0+480	1938.747
Km 0+500	1938.689
Km 0+520	1938.632

Fuente: Elaboración propia

Para el desarrollo y obtención de resultados, primero se utilizará el programa HCANALES, que nos ayudara a determinar el caudal promedio del canal existente, mediante los datos recolectados previamente para luego poder evaluar y modelar en el software HEC-RAS 4.1.0, ya que son programas muy utilizados en el diseño de canales y/o ríos.

A. Datos geométricos y secciones transversales

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 se utiliza el programa H-CANALES.

Prosiguiendo, se muestra una tabla resumen de parámetros obtenidos con Hcanales.

COMPUERTA

Los datos medidos en campo de la compuerta son: Ancho=0.70m, h=1.10m, marco de hoja de 0.75m x 1.10m.

Teniendo en cuenta una Área promedio de servicio de 20 ha, la cual tiene una demanda de agua de 10.125 l^t/seg .

Tabla 2

Caudal según abertura de compuerta obtenidos en hcanales.

Abertura de la compuerta (m)	Cv	Cd	Q (m3/s)	Q (Lt/s)	y2	L
0.01	0.961	0.593	0.011	10.993	0.006	0.016
0.05	0.966	0.586	0.054	54.280	0.031	0.081
0.1	0.971	0.577	0.107	106.949	0.062	0.161
0.2	0.983	0.562	0.208	208.085	0.124	0.323
0.3	0.994	0.548	0.305	304.465	0.186	0.484
0.4	1.005	0.536	0.397	396.911	0.248	0.645

Fuente: Elaboración propia

- La elaboración de simulación de abertura de compuertas se encuentra adjunta en el Anexo 14.

Tabla 3*Resumen de parámetros obtenidos con Hcanales*

DATOS						TIRANTE NORMAL y (m)	VELOC. (m/seg)	TIPO DE FLUJO
SECCIÓN	CAUDAL (m3/seg)	RUGOS. (n)	BASE (b) (m)	TALUD Z ; 1	PENDIENTES (m/m)			
0+000	0.2424	0.030	0.70	0.112	0.002861	0.538	0.6379	Subcrítico
0+020	0.2333	0.030	0.682	0.112	0.002861	0.573	0.631	Subcrítico
0+040	0.2322	0.030	0.682	0.112	0.002861	0.535	0.6303	Subcrítico
0+060	0.2360	0.030	0.683	0.112	0.002861	0.541	0.6326	Subcrítico
0+080	0.2355	0.030	0.682	0.112	0.002861	0.541	0.6322	Subcrítico
0+100	0.2355	0.030	0.682	0.112	0.002861	0.541	0.6322	Subcrítico
0+120	0.2355	0.030	0.682	0.112	0.002861	0.541	0.6322	Subcrítico
0+140	0.2355	0.030	0.682	0.112	0.002861	0.541	0.6322	Subcrítico
0+160	0.2444	0.030	0.682	0.112	0.002861	0.557	0.637	Subcrítico
0+180	0.2355	0.030	0.682	0.112	0.002861	0.541	0.6322	Subcrítico
0+200	0.2355	0.030	0.682	0.112	0.002861	0.541	0.6322	Subcrítico
0+220	0.2355	0.030	0.682	0.112	0.002861	0.541	0.6322	Subcrítico
0+240	0.2355	0.030	0.682	0.112	0.002861	0.541	0.6322	Subcrítico
0+260	0.2355	0.030	0.682	0.112	0.002861	0.541	0.6322	Subcrítico
0+280	0.2355	0.030	0.682	0.112	0.002861	0.541	0.6322	Subcrítico
0+300	0.2355	0.030	0.682	0.112	0.002861	0.541	0.6322	Subcrítico
0+320	0.2355	0.030	0.682	0.112	0.002861	0.541	0.6322	Subcrítico

0+340	0.2322	0.030	0.682	0.112	0.002861	0.535	0.6303	Subcrítico
0+360	0.2355	0.030	0.682	0.112	0.002861	0.541	0.6322	Subcrítico
0+380	0.2355	0.030	0.682	0.112	0.002861	0.541	0.6322	Subcrítico
0+400	0.2355	0.030	0.682	0.112	0.002861	0.541	0.6322	Subcrítico
0+420	0.2355	0.030	0.682	0.112	0.002861	0.541	0.6322	Subcrítico
0+440	0.2355	0.030	0.682	0.112	0.002861	0.541	0.6322	Subcrítico
0+460	0.2355	0.030	0.682	0.112	0.002861	0.541	0.6322	Subcrítico
0+480	0.2355	0.030	0.682	0.112	0.002861	0.541	0.6322	Subcrítico
0+500	0.2355	0.030	0.682	0.112	0.002861	0.541	0.6322	Subcrítico
0+520	0.2355	0.030	0.682	0.112	0.002861	0.541	0.6322	Subcrítico

Fuente: Elaboración propia

DISCRIMINACION DE RESULTADOS.

De los valores de los caudales obtenidos en las secciones, se puede apreciar que no hay mucha variación de estos, por lo que el promedio del caudal que tomaremos para nuestro diseño será de:

$Q = 0.24 \text{ m}^3/\text{seg}$, también se observa que el tipo de flujo es subcrítico.

El otro valor que tomaremos para nuestra evaluación hidráulica existente, es la pendiente:

$S = 0.002861 \text{ (m/m)}$

CON HEC – RAS 4.1.0

Con este modelo numérico se determinan parámetros hidráulicos como velocidad de flujo, caudal, espejo de agua, tirante, radio hidráulico, etc. Estos parámetros sirven para la modelación hidráulica de todo el canal. Con HEC – RAS se puede visualizar los resultados de puntos críticos de desbordes del canal, este se

determina bajo el algoritmo de cálculo que rigen en el comportamiento de un fluido en un canal. Modelación hidráulica de canal actual:

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

- Longitud Total del Canal: 520.00m
- Pendiente Promedio: 0.002861 m/m
- Caudal Promedio: 0.24 m³/seg
- Coeficiente de Manning: 0.030 (canal revestido con rocas y tierra)

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

Modelado en Hec – Ras 4.1.0: Método de flujo bajo y alto: EL HEC – RAS es un software que nos permite desarrollar un modelo hidráulico unidimensional en flujo constante y no constante en ríos y canales; el cual tiene una interfaz con los sistemas GSI mediante la extensión HEC – GEORAS.

Se inicia creando la carpeta para el proyecto, en este caso se llamada “CANAL EXISTENTE ACORA”

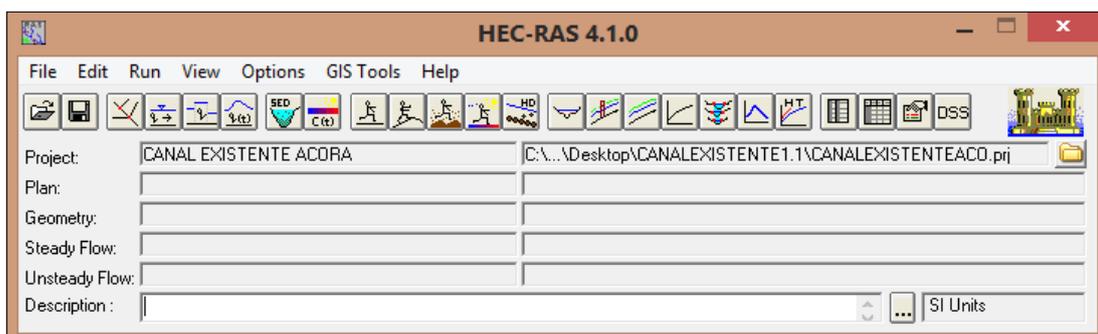


Figura 5. Pantalla de inicio del HEC-RAS

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

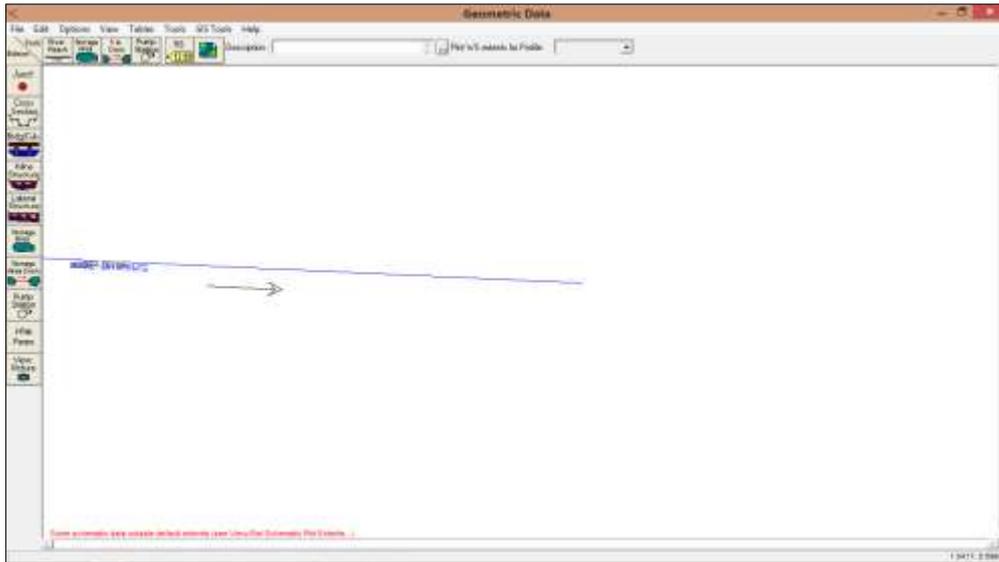


Figura 6. Esquema general del canal

Luego de tener nuestro tramo pasamos a detallar la geometría de nuestras secciones transversales, desde el Km 0+000 hasta el Km 0+520, pero ya que el programa por defecto dibuja aguas abajo hacia aguas arriba, nuestra cota km 0+000 será la 0+520, cambiando solo el detalle en la descripción mas no teniendo efecto alguno en los resultados. En los detalles de las secciones también aplicaremos el valor de Manning anteriormente identificado.

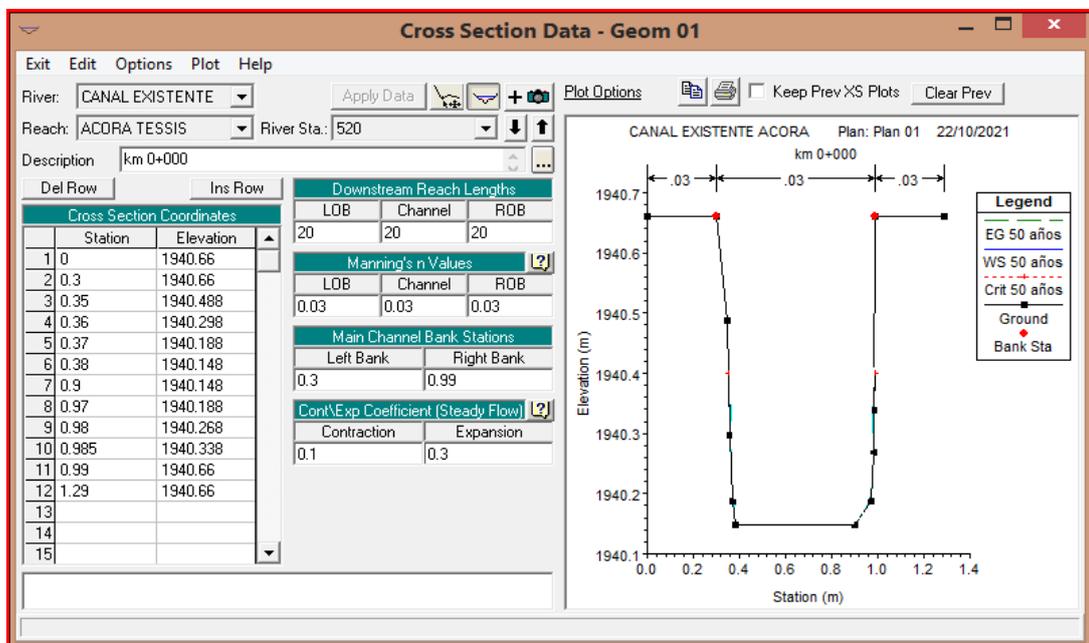


Figura 7. Ingreso de la sección transversal 0+000 KM

En la cota del km 0+520 ajustamos las elevaciones con respecto la distancia con la pendiente para poder, dar el desnivel real a la estructura.

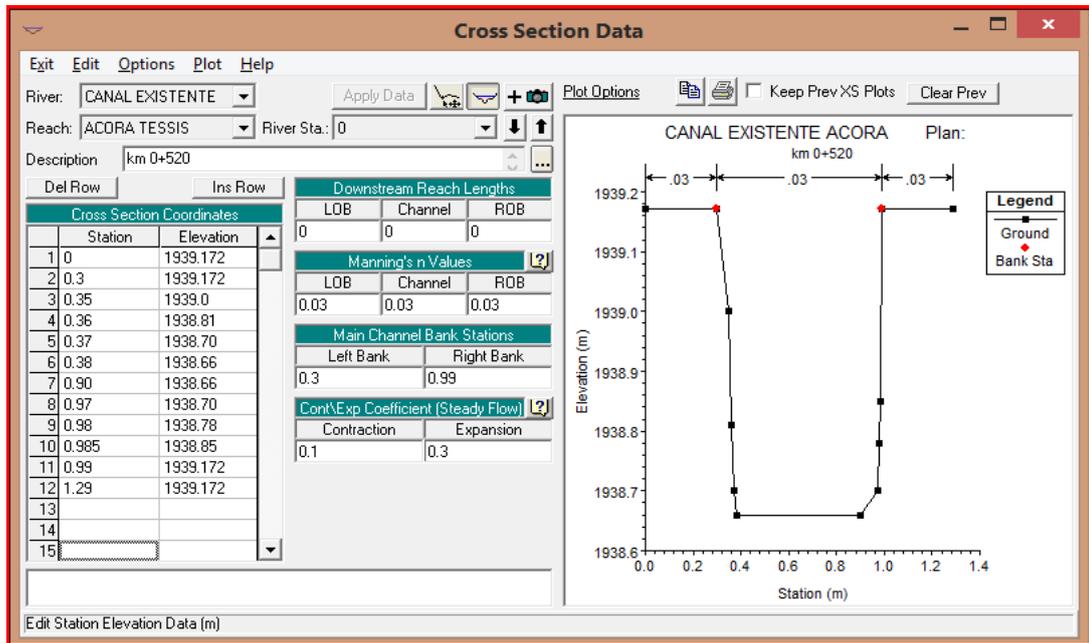


Figura 8. Ingreso de la sección transversal 0+520 KM

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

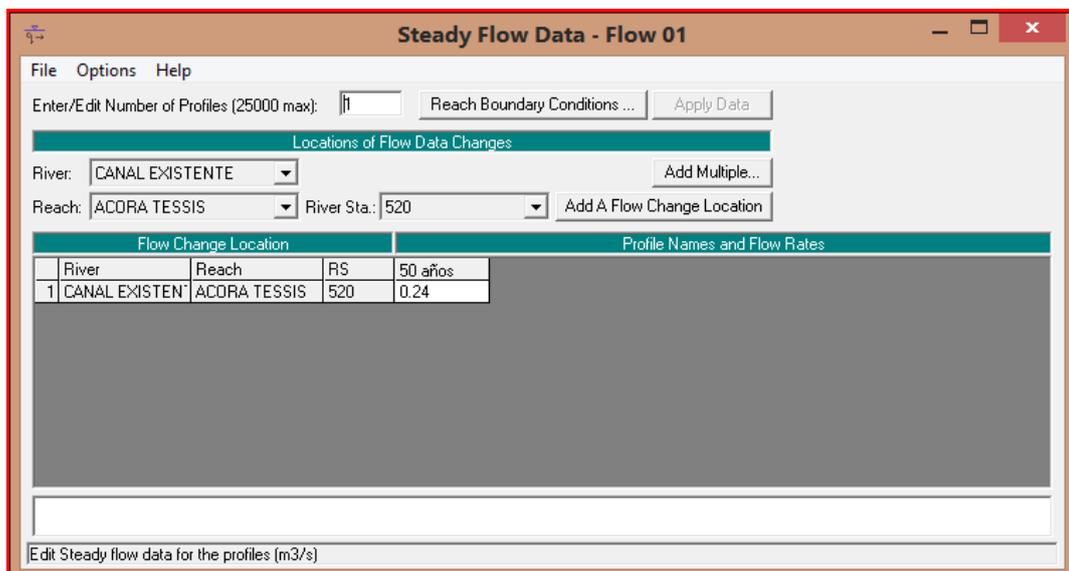


Figura 9. Ingreso de condiciones de flujo

Se requieren las condiciones del límite para realizar los cálculos. Si un análisis de flujo subcrítico va a ser realizado, solo se requiere condiciones de límite de aguas abajo. Si es un análisis de flujo supercrítico, solo se requiere condiciones de límite de aguas arriba. Si es un análisis de flujo mixto, se requiere ambas condiciones límite tanto aguas arriba como aguas abajo (como en este caso). El límite condiciona la forma de entrada de datos. El tramo en análisis se simulo en régimen permanente y flujo mixto (sub crítico y supercrítico); como condiciones de borde se utiliza como condición limite el criterio de tirante normal con pendiente promedio de 0.002861 m/m, al inicio y al final del tramo simulado.

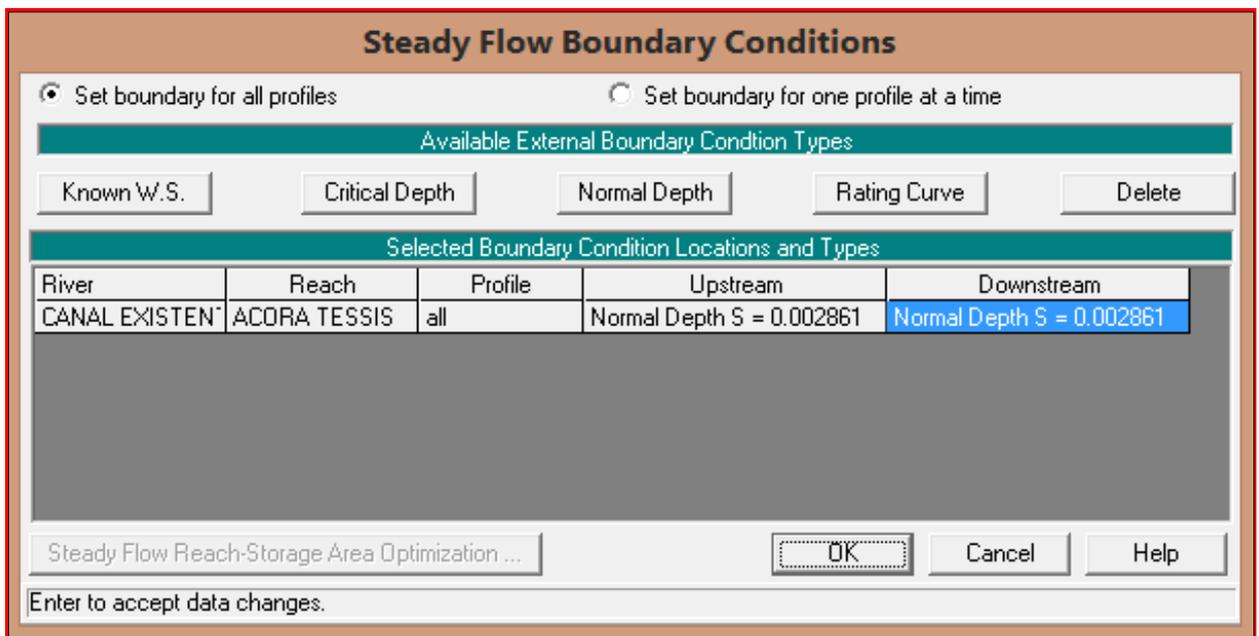


Figura 10. Ingreso de condiciones de flujo aguas arriba y abajo

Una vez ingresados los datos geométricos y de flujo, se realizan la simulación para obtener los cálculos hidráulicos, para esto se creará el Plan01. Esto se encuentra en la opción “Run – Steady – Análisis”, ya que no estamos seguros de que sea un flujo subcrítico o supercrítico, trabajaremos con la opción “Mixed”, seguido de esto realizaremos la opción “Compute” para dar inicio a la simulación.

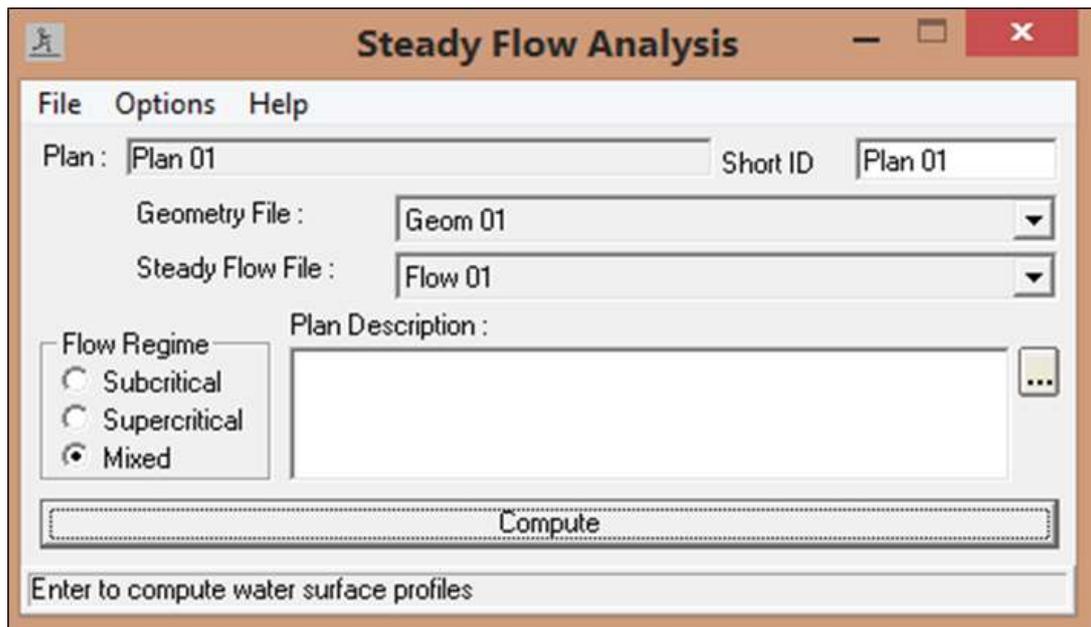


Figura 11. Seleccionamos “compute” para dar inicio a la simulación

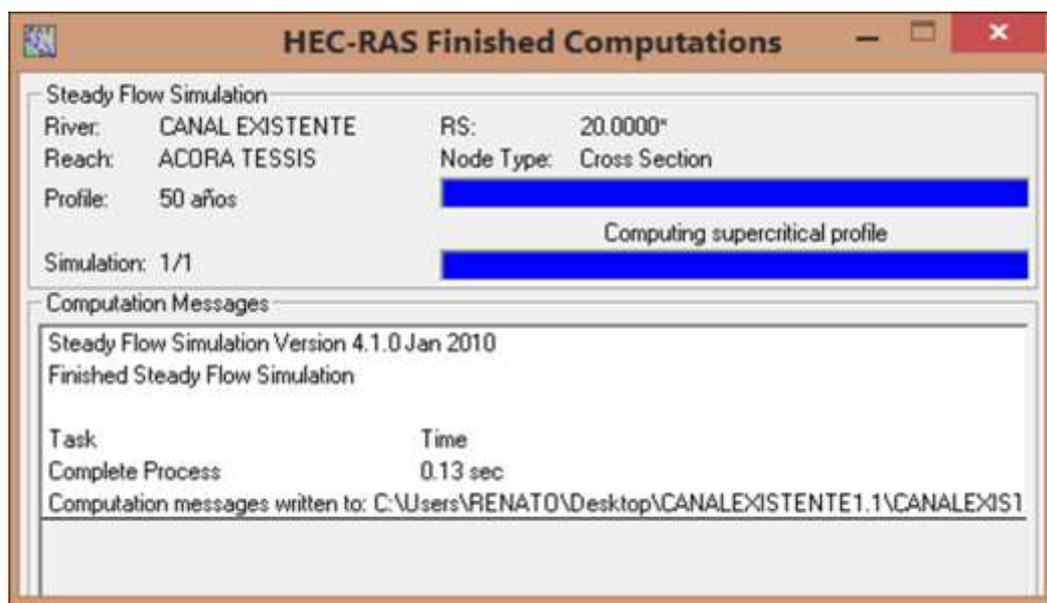


Figura 12. La simulación de flujo mixto completa

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.

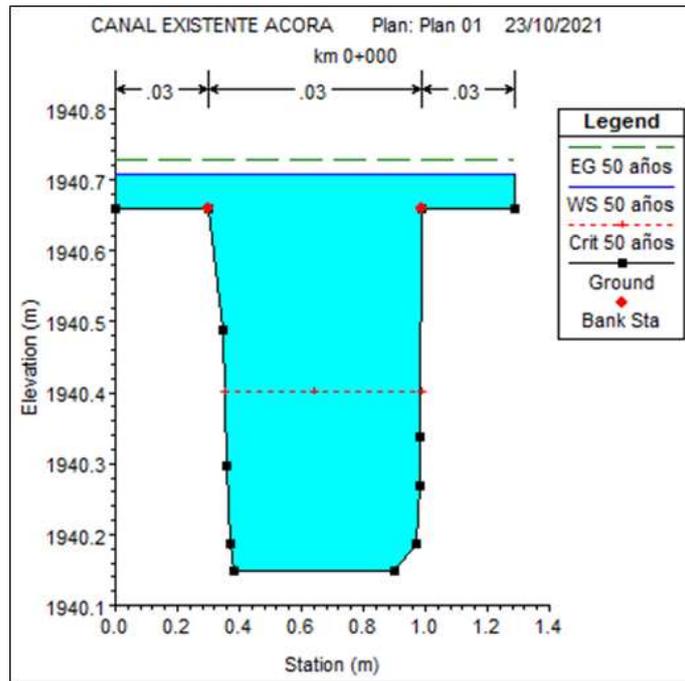


Figura 13. Sección transversal aguas arriba 0+000-canal de tierra existente

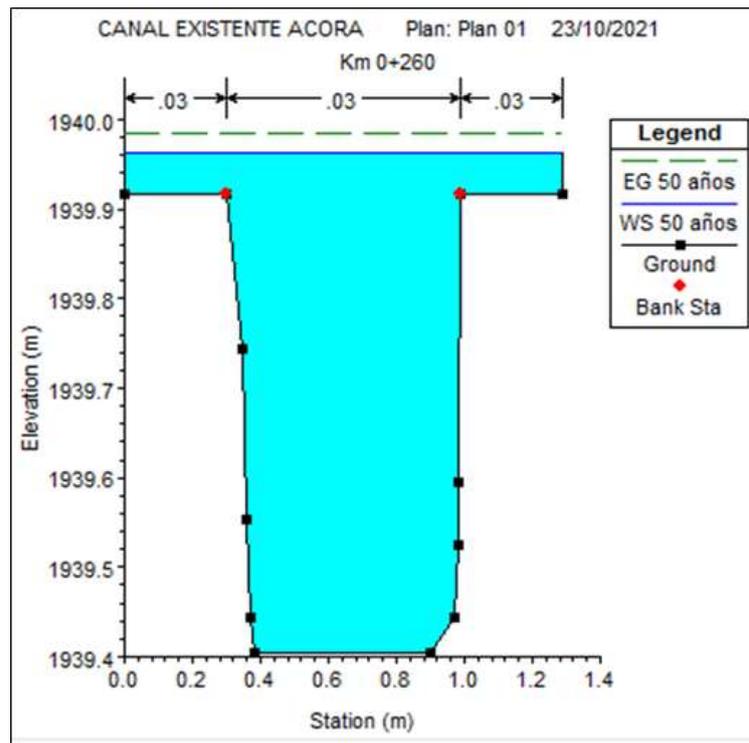


Figura 14. Sección transversal aguas arriba 0+260-canal de tierra existente

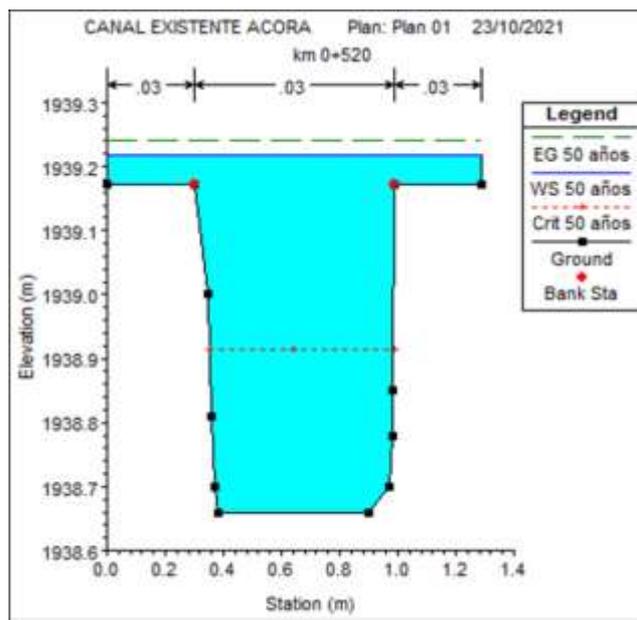


Figura 15. Sección transversal aguas arriba 0+520-canal de tierra existente

Comentario:

Se puede observar el desborde del canal en el tramo 0+000, en los siguientes cortes 0+0260 y 0+520 también se aprecia un desborde, por lo que podemos ver que este desborde constante.

Perfil de flujo en la zona de estudio

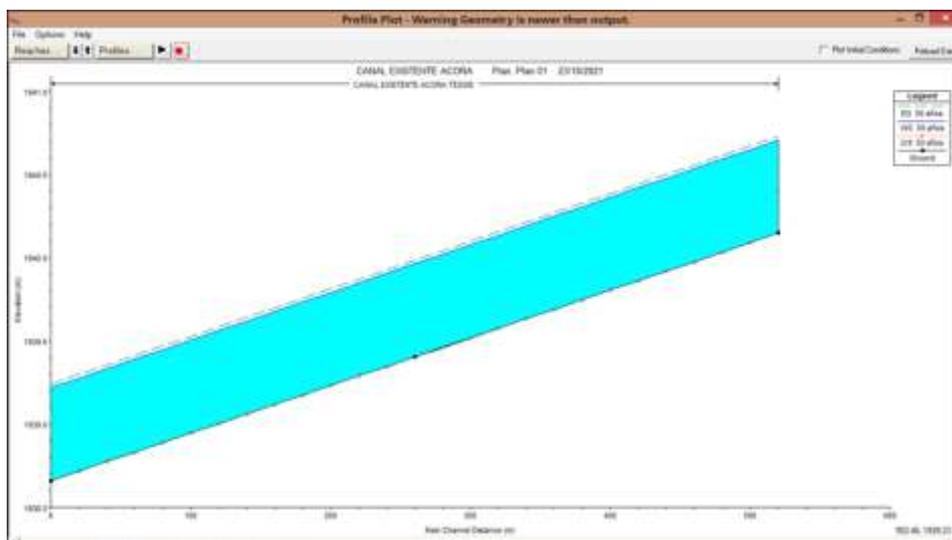


Figura 16. Perfil longitudinal del tramo en estudio existente

Comentario: Se visualiza la situación actual del canal.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL CANAL EXISTENTE

Tras la simulación del canal de acora actualmente existente, determinamos los caudales y tirantes críticos de cada sección transversal del canal a cada 20 metros. En estos cortes simulados por el HEC-RAS 4.1.0 podemos apreciar que:

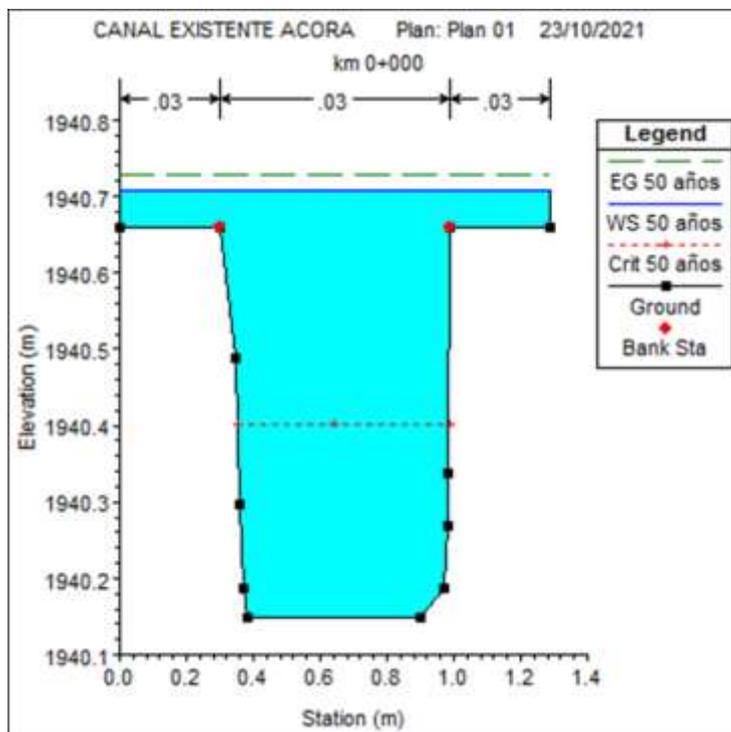


Figura 17. Sección que muestra desborde en el KM 0+000

Las modelaciones nos han permitido encontrar la situación de las secciones transversales, por lo que podemos apreciar que el tramo km 0+000, se genera un desborde en el canal de 0.04m, lo cual demuestra la deficiencia del canal existente, lo que nos genera la necesidad de un nuevo diseño de canal.

A continuación, presentamos los cuadros de resultados de los parámetros hidráulicos y geométricos calculados con el HEC-RAS 4.1.0 para la modelación del canal en tierra existente y de la modelación del nuevo canal a proyectar.

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: CANAL EXISTENTE Reach: ACORA TESSIS Profile: 50 años Reload Data

Reach	River Sta	Profile	Q Total [m ³ /s]	Min Ch El [m]	W/S Elev [m]	Cut W.S. [m]	E.G. Elev [m]	E.G. Slope [m/m]	Vel Chnl [m/s]	Flow Area [m ²]	Top Width [m]	Froude # Ch
ACORA TESSIS	520	50 años	0.24	1940.15	1940.71	1940.40	1940.73	0.002860	0.66	0.38	1.29	0.29
ACORA TESSIS	500	50 años	0.24	1940.09	1940.65		1940.67	0.002870	0.66	0.38	1.29	0.29
ACORA TESSIS	480	50 años	0.24	1940.03	1940.59		1940.61	0.002866	0.66	0.38	1.29	0.29
ACORA TESSIS	460	50 años	0.24	1939.98	1940.54		1940.56	0.002856	0.66	0.38	1.29	0.29
ACORA TESSIS	440	50 años	0.24	1939.92	1940.48		1940.50	0.002860	0.66	0.38	1.29	0.29
ACORA TESSIS	420	50 años	0.24	1939.86	1940.42		1940.44	0.002866	0.66	0.38	1.29	0.29
ACORA TESSIS	400	50 años	0.24	1939.81	1940.36		1940.39	0.002860	0.66	0.38	1.29	0.29
ACORA TESSIS	380	50 años	0.24	1939.75	1940.31		1940.33	0.002853	0.66	0.39	1.29	0.29
ACORA TESSIS	360	50 años	0.24	1939.69	1940.25		1940.27	0.002857	0.66	0.38	1.29	0.29
ACORA TESSIS	340	50 años	0.24	1939.63	1940.19		1940.21	0.002860	0.66	0.38	1.29	0.29
ACORA TESSIS	320	50 años	0.24	1939.58	1940.14		1940.16	0.002867	0.66	0.38	1.29	0.29
ACORA TESSIS	300	50 años	0.24	1939.52	1940.08		1940.10	0.002860	0.66	0.38	1.29	0.29
ACORA TESSIS	280	50 años	0.24	1939.46	1940.02		1940.04	0.002853	0.66	0.39	1.29	0.29
ACORA TESSIS	260	50 años	0.24	1939.40	1939.96		1939.99	0.002857	0.66	0.38	1.29	0.29
ACORA TESSIS	240	50 años	0.24	1939.35	1939.91		1939.93	0.002860	0.66	0.38	1.29	0.29
ACORA TESSIS	220	50 años	0.24	1939.29	1939.85		1939.87	0.002873	0.66	0.38	1.29	0.29
ACORA TESSIS	200	50 años	0.24	1939.23	1939.79		1939.81	0.002856	0.66	0.39	1.29	0.29
ACORA TESSIS	180	50 años	0.24	1939.18	1939.74		1939.76	0.002860	0.66	0.38	1.29	0.29
ACORA TESSIS	160	50 años	0.24	1939.12	1939.68		1939.70	0.002866	0.66	0.38	1.29	0.29
ACORA TESSIS	140	50 años	0.24	1939.06	1939.62		1939.64	0.002876	0.66	0.38	1.29	0.29
ACORA TESSIS	120	50 años	0.24	1939.00	1939.56		1939.58	0.002855	0.66	0.39	1.29	0.29
ACORA TESSIS	100	50 años	0.24	1938.95	1939.51		1939.53	0.002858	0.66	0.38	1.29	0.29
ACORA TESSIS	80	50 años	0.24	1938.89	1939.45		1939.47	0.002862	0.66	0.38	1.29	0.29
ACORA TESSIS	60	50 años	0.24	1938.83	1939.39		1939.41	0.002872	0.66	0.38	1.29	0.29
ACORA TESSIS	40	50 años	0.24	1938.78	1939.33		1939.36	0.002873	0.66	0.38	1.29	0.29
ACORA TESSIS	20	50 años	0.24	1938.72	1939.28		1939.30	0.002858	0.66	0.38	1.29	0.29
ACORA TESSIS	0	50 años	0.24	1938.66	1939.22	1938.91	1939.24	0.002865	0.66	0.38	1.29	0.29

Total flow in cross section.

Figura 18. Resumen de resultados de la modelación del canal existente

Comentario: En cuanto a las velocidades, hemos obtenido en el modelado del canal existente una velocidad de 0.66 m/s, la mayoría de valores están muy por debajo del valor promedio mínimo de 0.80 m/s para evitar sedimentación, lo cual se evidencia en la gran cantidad de vegetación y sedimentos. Referente a la velocidad máxima está por debajo de la velocidad de erosión para canales de tierra con grava de 1.80 m/s, pero está muy cerca de ese valor y por ende al transcurrir lo años ha afectado evidenciándose en las irregularidades de las secciones transversales.

PROPUESTA PARA MEJORAMIENTO DEL CANAL DE IRRIGACIÓN

Diseño con máxima eficiencia hidráulica

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

$$R = y/2$$

Donde:

R = Radio hidráulico

y = Tirante del canal

Tomando los siguientes parámetros:

- Longitud total del tramo = 520.00 m
- Pendiente promedio = 0.002861 m/m
- Caudal promedio = 0.24 m³/seg
- Coeficiente de Manning = 0.014 (revestimiento de concreto)

Aplicando la fórmula de Manning:

Dónde:

Q = Caudal (m³ /s)

n = Rugosidad

A = Área (m²)

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

Aplicando las fórmulas de la Tabla 10: secciones de máxima eficiencia hidráulica, para una sección rectangular.

Determinando el tirante de la sección transversal.

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

$$0.24 = \frac{(2y^2)(y/2)^{2/3}(0.002861)^{1/2}}{0.014}$$

$$0.24 = 4.81 (y^2)(y^{2/3})$$

$$0.0498 = (y^{8/3})$$

$$y = 0.32m$$

Determinando las medidas de la sección transversal.

- Tirante: $y = 0.32 \text{ m} \approx 0.35 \text{ m}$
- Área: $A = 2 \cdot 0.35 \cdot 0.35 = 0.25 \text{ m}^2$
- Perímetro mojado: $P = 4 \cdot 0.35 = 1.40 \text{ m}$
- Radio hidráulico: $R = 0.35/2 = 0.175 \text{ m}$
- Ancho superficial: $T = 2 \cdot 0.35 = 0.70 \text{ m}$
- Ancho de la base: $b = 0.70 \text{ m}$

- Borde libre: B.L.= 10 cm (Según tabla Anexo 8), según conocimiento empírico $0.32/3 = 0.11\text{m}$, por lo tanto, el máximo superior se tomará un borde libre de 15cm.

Quedando la sección transversal:

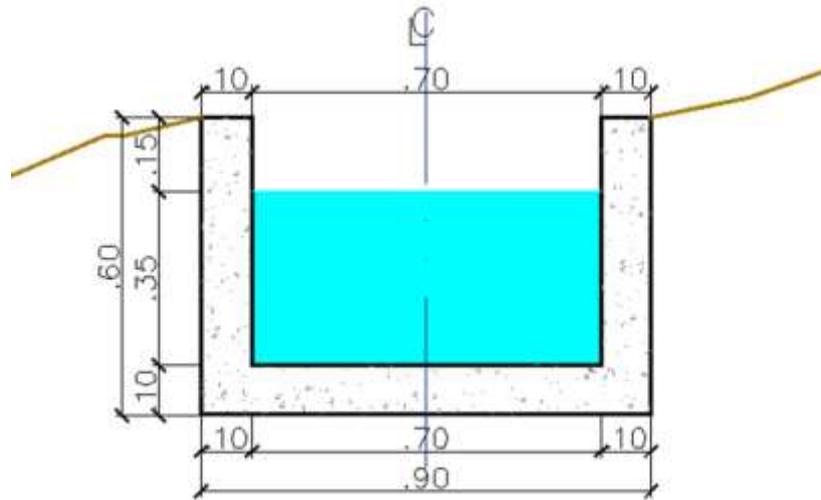


Figura 19. Sección transversal

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

De manera muy similar como modelamos el canal existente, se realizará el modelado de esta propuesta bajo el método de Máxima Eficiencia Hidráulica, volviendo a recalcar que el programa por defecto diseña desde aguas abajo hacia aguas arriba.

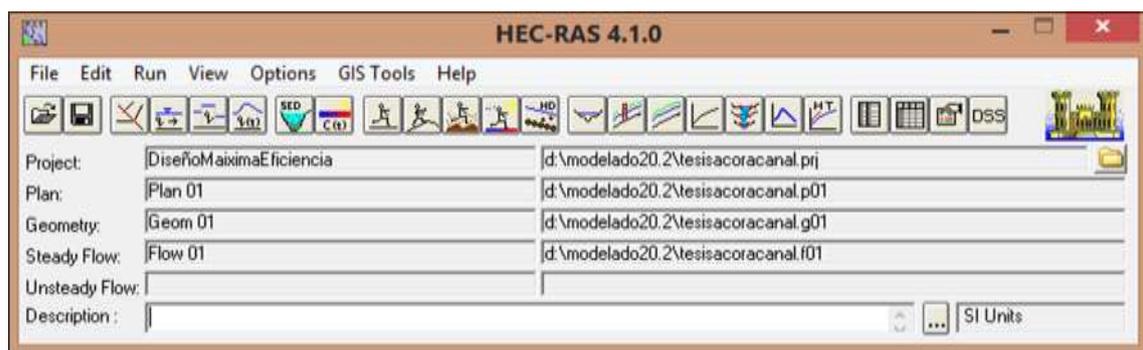


Figura 20. Pantalla de inicio del HEC-RAS

Para el caso de este canal, se inicia con el ingreso de los datos geométricos, primero dibujando el trazo general del canal en la opción “Reach River”, esta representara el trazo del cauce del eje, de la cual obtenemos:

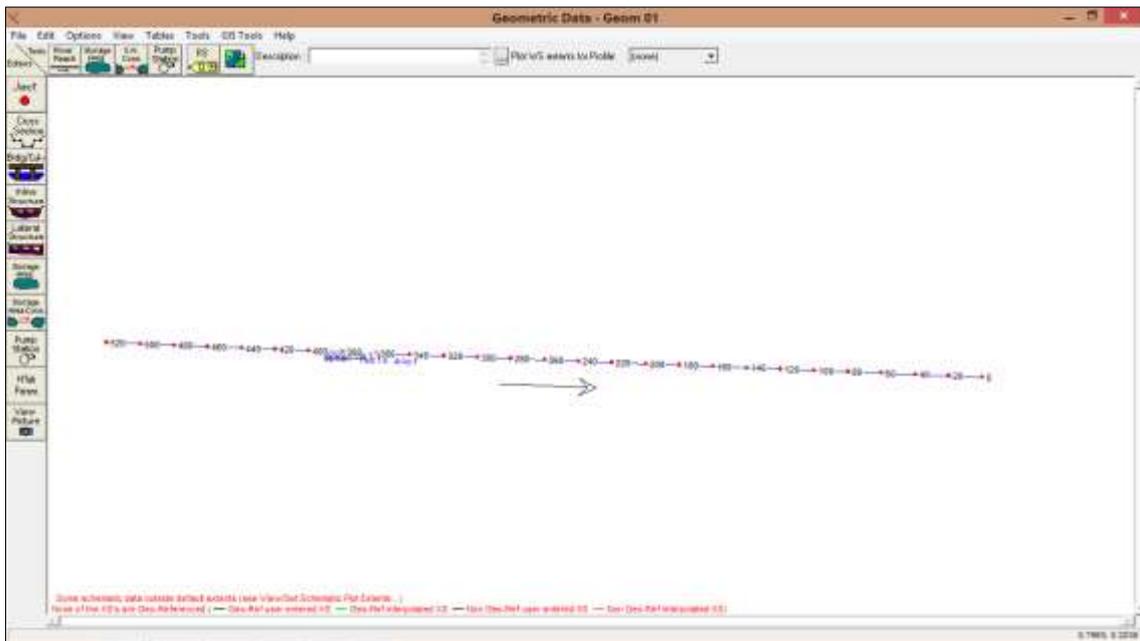


Figura 21. Esquema general del tramo en estudio

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

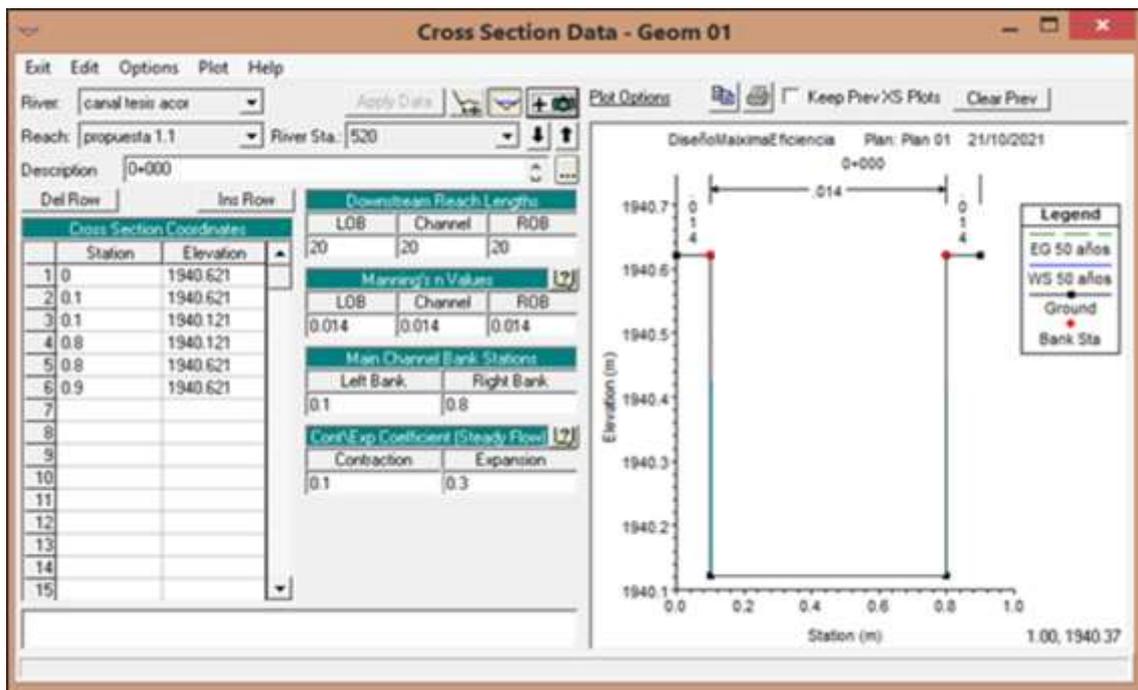


Figura 22. Ingreso de datos de la sección transversal 0+000 KM

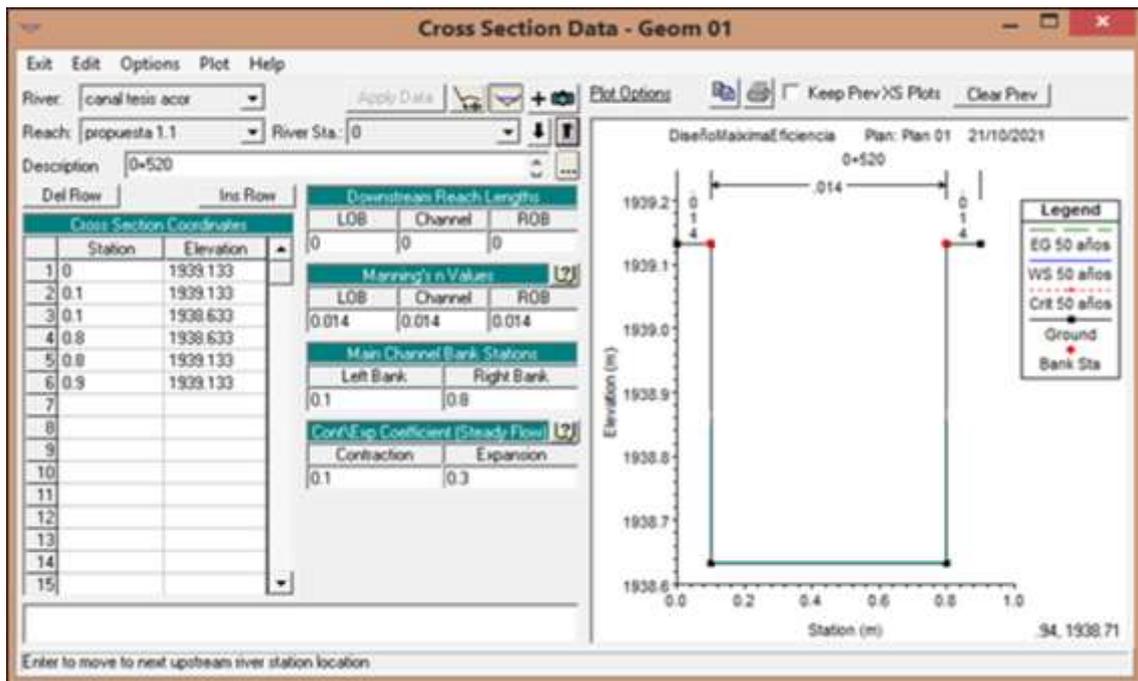


Figura 23. Ingreso de datos de la sección transversal 0+520 KM

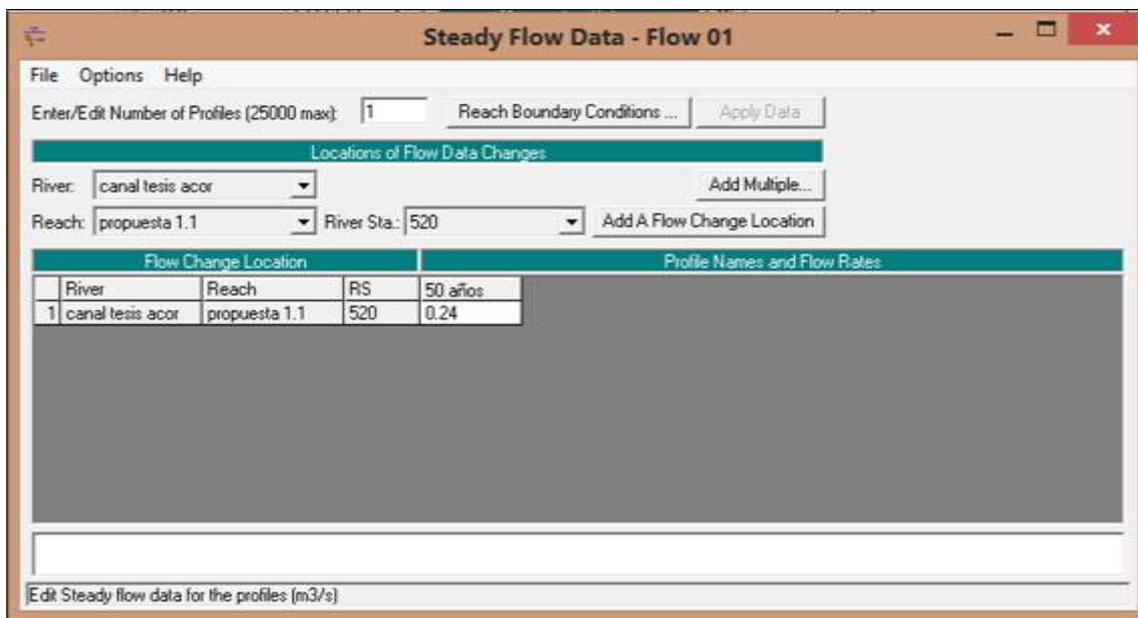


Figura 24. Ingreso de condiciones de flujo

Después de ingresar las coordenadas de las secciones, también agregamos los coeficientes de rugosidad (Manning's Values), las coordenadas de desborde y ajustamos las alturas con respecto de la pendiente con la distancia.

Seguido introduciremos las condiciones de caudal, para poder realizar la simulación correctamente.

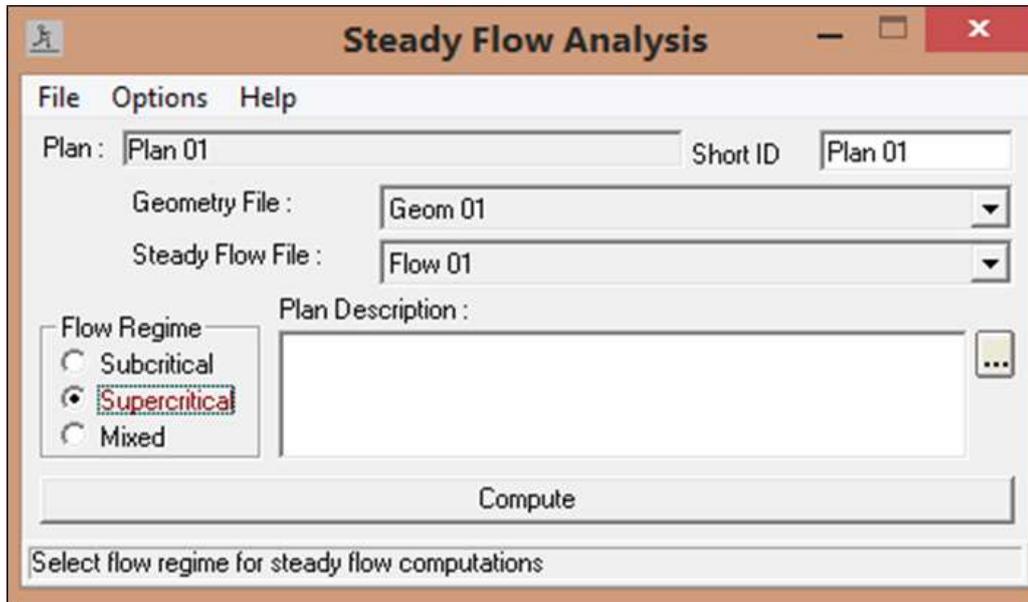


Figura 25. La simulación de flujo supercrítico

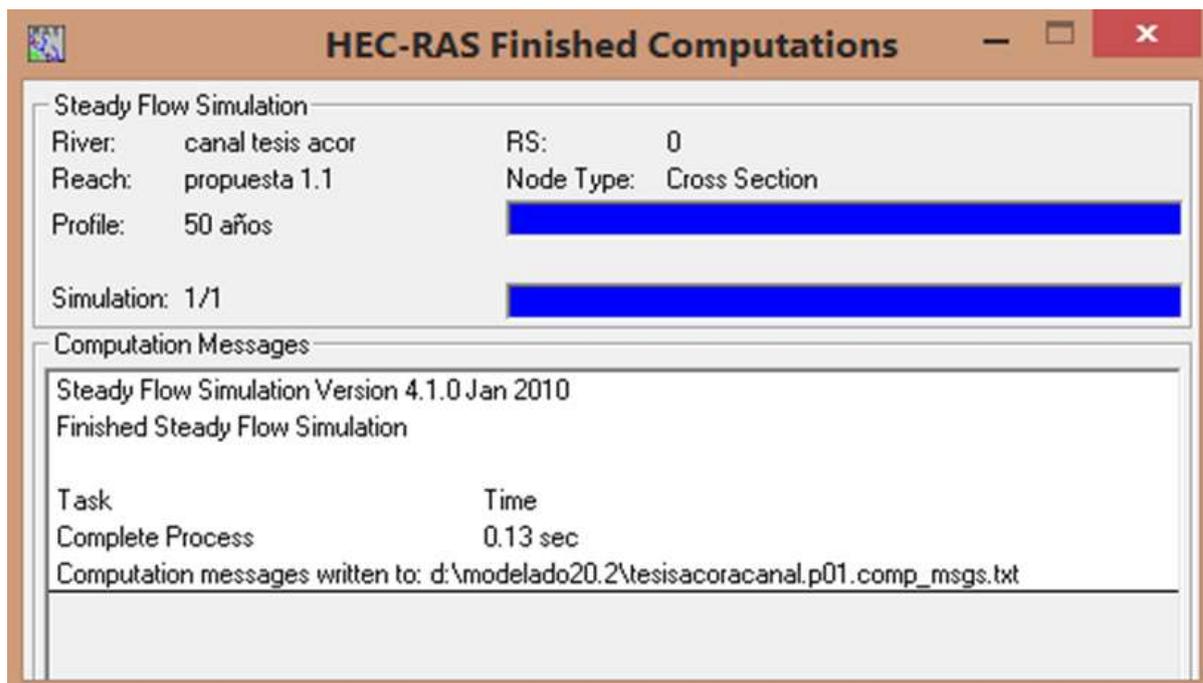


Figura 26. La simulación de flujo mixto completa

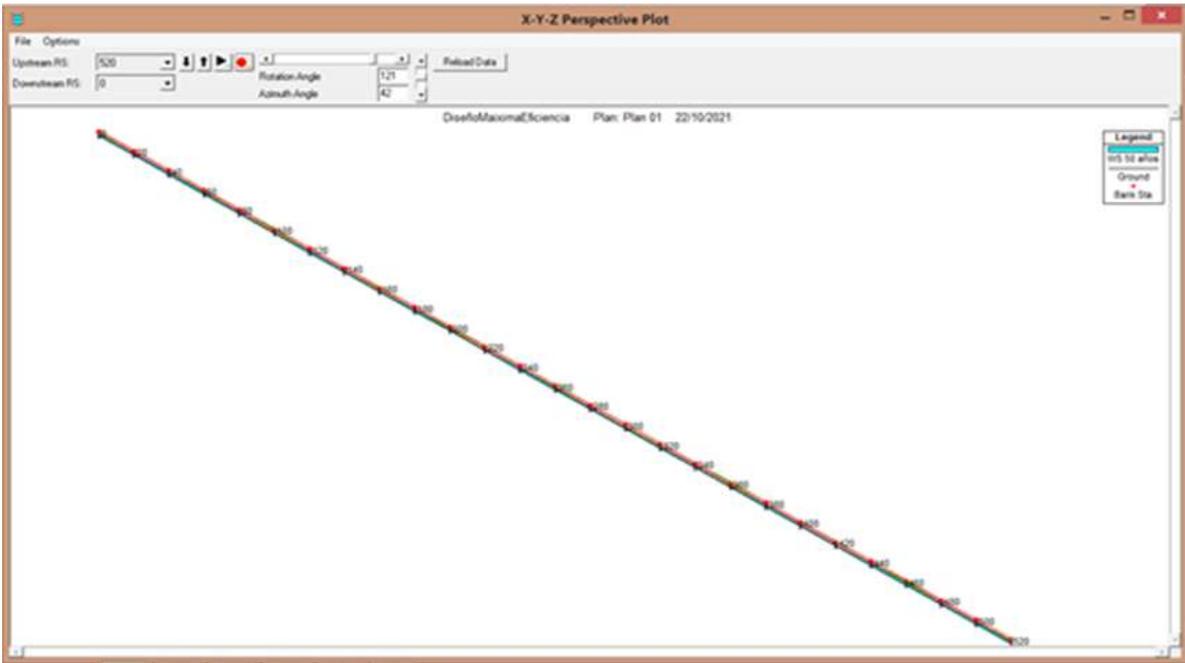


Figura 27. Vista 3D del canal propuesto

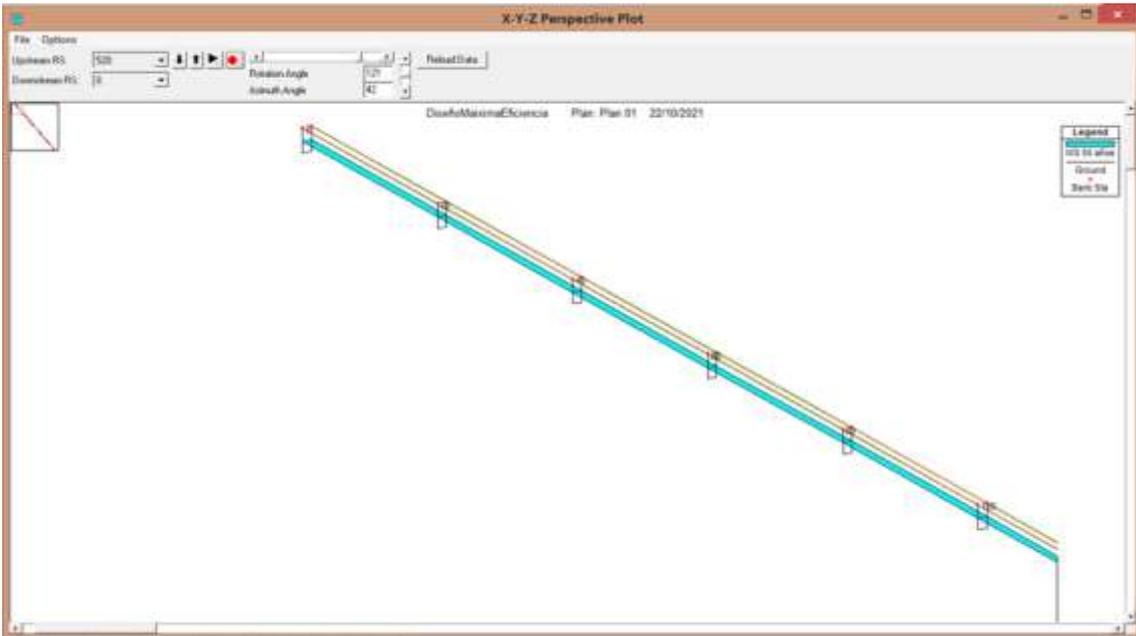


Figura 28. Segunda vista 3d del canal propuesto

NIVELES DE AGUA EN LOS DIVERSOS TRAMOS DEL CANAL PROPUESTO:

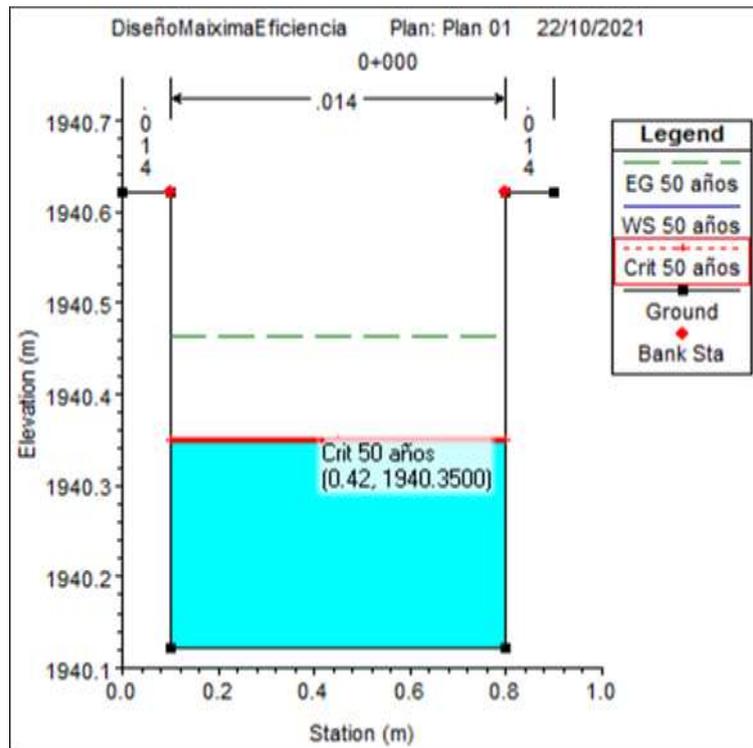


Figura 29. Resultado de la sección transversal propuesta 0+000

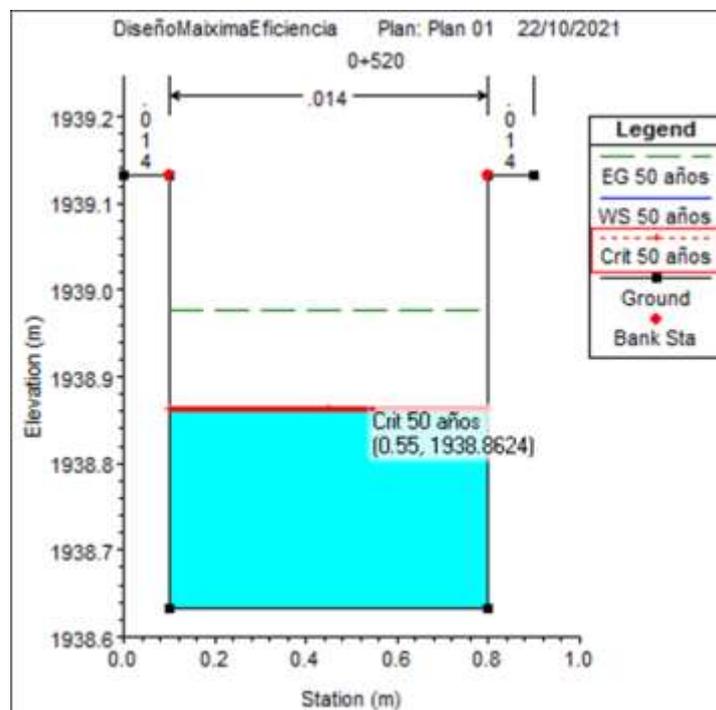


Figura 30. Resultado de la sección transversal propuesta 0+520

PERFIL DE FLUJO EN LA ZONA DE ESTUDIO:

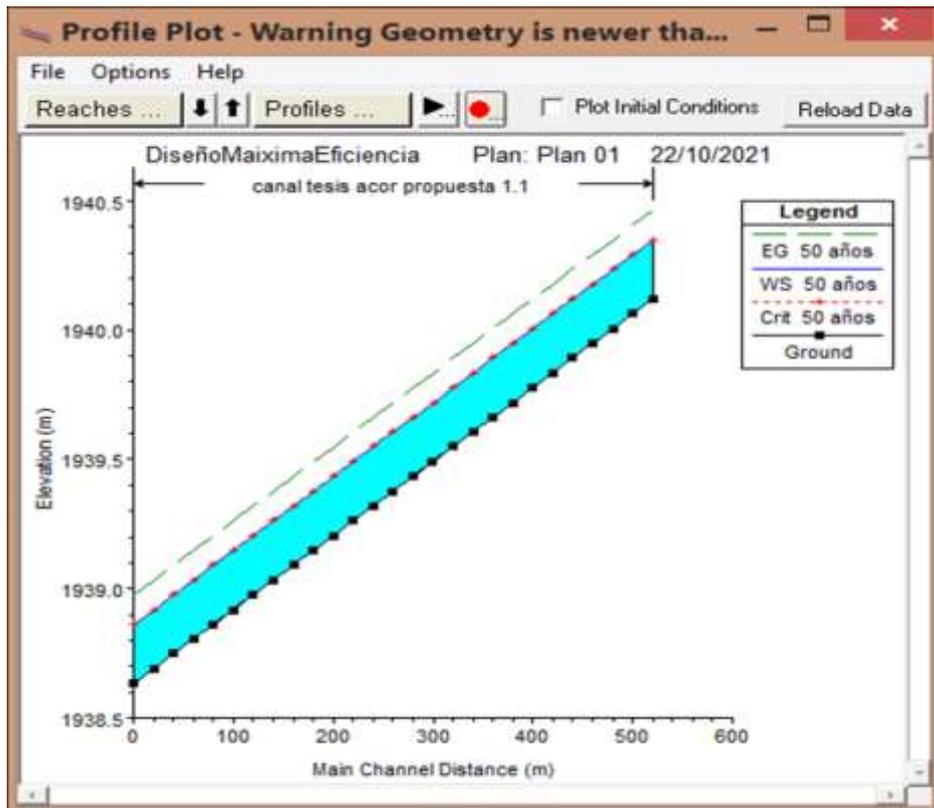


Figura 31. Perfil longitudinal del canal

Análisis de los de resultados de propuesta bajo máxima eficiencia hidráulica

En la nueva propuesta del canal, bajo máxima eficiencia hidráulica, podemos observar las nuevas secciones del canal ya modeladas con su tabla de resultados que presentaremos a continuación:

Profile Output Table - Standard Table 1												
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: canal tesis acor Reach: propuesta 1.1 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
propuesta 1.1	520	50 años	0.24	1940.12	1940.35	1940.35	1940.46	0.006129	1.50	0.16	0.70	1.00
propuesta 1.1	500	50 años	0.24	1940.06	1940.29	1940.29	1940.41	0.006140	1.50	0.16	0.70	1.00
propuesta 1.1	480	50 años	0.24	1940.01	1940.24	1940.24	1940.35	0.006118	1.50	0.16	0.70	1.00
propuesta 1.1	460	50 años	0.24	1939.95	1940.18	1940.18	1940.29	0.006107	1.49	0.16	0.70	1.00
propuesta 1.1	440	50 años	0.24	1939.89	1940.12	1940.12	1940.24	0.006129	1.50	0.16	0.70	1.00
propuesta 1.1	420	50 años	0.24	1939.84	1940.06	1940.06	1940.18	0.006107	1.49	0.16	0.70	1.00
propuesta 1.1	400	50 años	0.24	1939.78	1940.01	1940.01	1940.12	0.006129	1.50	0.16	0.70	1.00
propuesta 1.1	380	50 años	0.24	1939.72	1939.95	1939.95	1940.06	0.006107	1.49	0.16	0.70	1.00
propuesta 1.1	360	50 años	0.24	1939.66	1939.89	1939.89	1940.01	0.006118	1.50	0.16	0.70	1.00
propuesta 1.1	340	50 años	0.24	1939.61	1939.84	1939.84	1939.95	0.006107	1.49	0.16	0.70	1.00
propuesta 1.1	320	50 años	0.24	1939.55	1939.78	1939.78	1939.89	0.006129	1.50	0.16	0.70	1.00
propuesta 1.1	300	50 años	0.24	1939.49	1939.72	1939.72	1939.83	0.006129	1.50	0.16	0.70	1.00
propuesta 1.1	280	50 años	0.24	1939.43	1939.66	1939.66	1939.78	0.006129	1.50	0.16	0.70	1.00
propuesta 1.1	260	50 años	0.24	1939.38	1939.61	1939.61	1939.72	0.006129	1.50	0.16	0.70	1.00
propuesta 1.1	240	50 años	0.24	1939.32	1939.55	1939.55	1939.66	0.006129	1.50	0.16	0.70	1.00
propuesta 1.1	220	50 años	0.24	1939.26	1939.49	1939.49	1939.61	0.006129	1.50	0.16	0.70	1.00
propuesta 1.1	200	50 años	0.24	1939.21	1939.43	1939.43	1939.55	0.006118	1.50	0.16	0.70	1.00
propuesta 1.1	180	50 años	0.24	1939.15	1939.38	1939.38	1939.49	0.006107	1.49	0.16	0.70	1.00
propuesta 1.1	160	50 años	0.24	1939.09	1939.32	1939.32	1939.43	0.006118	1.50	0.16	0.70	1.00
propuesta 1.1	140	50 años	0.24	1939.03	1939.26	1939.26	1939.38	0.006129	1.50	0.16	0.70	1.00
propuesta 1.1	120	50 años	0.24	1938.98	1939.21	1939.21	1939.32	0.006118	1.50	0.16	0.70	1.00
propuesta 1.1	100	50 años	0.24	1938.92	1939.15	1939.15	1939.26	0.006107	1.49	0.16	0.70	1.00
propuesta 1.1	80	50 años	0.24	1938.86	1939.09	1939.09	1939.21	0.006118	1.50	0.16	0.70	1.00
propuesta 1.1	60	50 años	0.24	1938.81	1939.04	1939.04	1939.15	0.006107	1.49	0.16	0.70	1.00
propuesta 1.1	40	50 años	0.24	1938.75	1938.98	1938.98	1939.09	0.006118	1.50	0.16	0.70	1.00
propuesta 1.1	20	50 años	0.24	1938.69	1938.92	1938.92	1939.03	0.006129	1.50	0.16	0.70	1.00
propuesta 1.1	0	50 años	0.24	1938.63	1938.86	1938.86	1938.98	0.006118	1.50	0.16	0.70	1.00

Total flow in cross section.

Figura 32. Resumen de resultados de modelación de canal propuesto

Comentario: En cuanto al nuevo diseño propuesto con respecto al caudal promedio de 0.24 m3/seg, podemos observar un correcto desempeño de nuestro diseño, desde la sección Km 0+00 hasta 0+520, bajo el análisis de un periodo de retorno de 50 años, que el tirante critico promedio, es de aproximadamente 0.25m, por lo que no se parecían desbordes de este, también en el perfil longitudinal se aprecia que el tirante critico se mantiene muy similar en todo su tramo.

También se aprecia que las velocidades son mayores a la mínima y menores a la máxima.

V. DISCUSION

- La presente investigación sirvió para poder realizar la modelación y evaluación hidráulica del Canal de Irrigación Ácora Tramo 0+000 – 0+520, en San Francisco de Sangayaico - Huaytará – Huancavelica – 2021, Asumiendo con responsabilidad criterios técnicos, autores y normativas de diseño de canales de riego.
- Para llegar a los resultados finales se procedió primero a realizar el reconocimiento de campo del área en estudio donde se encontró con un canal natural con vegetación, algunas rocas en las paredes y con fondo de terreno natural, a todo largo del tramo presenta secciones irregulares. Seguidamente se procedió a visualizar la problemática como sedimentación e infiltración.
- Se procedió a realizar levantamiento topográfico a cada 20 m a lo largo de todo el tramo en estudio, esta información fue procesada en gabinete para así poder obtener los planos en planta, perfil longitudinal y plano de secciones de corte.
- En el levantamiento topográfico realizado también nos dio las secciones transversales del canal los cuales se procesaron y fueron ingresados en el programa HCANALES.
- El programa HCANALES es un software que nos permitió con la información topografía como ancho de base, talud, tirante y pendiente, además del coeficiente de rugosidad (obtenido por la inspección visual y llevado a la tabla de Manning) obtener valores importantes para la definición del diseño hidráulico del canal, como el caudal, la velocidad a emplear, tipo de flujo, entre otros. Que fueron procesados en un siguiente programa llamado HEC – RAS 4.1.0
- Se realizaron 2 calicatas a lo largo del tramo estudiado, el método de excavación fue manual y con dimensiones de 0.8 x 1.00 x 3.00M cada una, los cuales dieron los siguientes resultados.
El perfil estratigráfico visualizado en la cota 0+220 muestra que es un sueño con grava arcillosa con arena (GS) según la SUCS, de color marrón claro en estado húmedo y de mediana dificultad de excavación.

- El perfil estratigráfico visualizado en la cota 0+440 muestra que en un suelo con grava limosa – arcilla (GC-GM) según la SUCS, de color marrón claro, en estado húmedo y de mediana dificultad de excavación.

Canal existente.

De acuerdo a la evaluación se pudo observar que los resultados fueron los siguientes: Velocidad promedio de 0.63 m/seg con un número de Froude de 0.28, dando como resultado una velocidad menor a la mínima para evitar sedimentación y presenta un flujo Subcrítico, también se obtuvo un caudal promedio de 0.24 m³/seg, el cual se utilizó para las modelaciones en el HEC-RAS.

Se pueden apreciar los siguientes problemas:

- Desborde constante y de aproximadamente 0.04m a todo lo largo del tramo en estudio.
- Coeficiente de Manning con un valor de 0.030 ya que es un canal con revestimiento de terreno natural.
- Dimensiones inadecuadas que hacen que el canal sea ineficiente,
- Presenta velocidades están por debajo de la mínima, por lo tanto, reafirma los problemas de sedimentación.
- No cuenta con mantenimiento constante.

Canal propuesto

La propuesta planteada para el diseño geométrico del Canal de Irrigación Ácora Tramo 0+000 – 0+520 fueron las siguientes:

- Calculado en base a la modalidad de diseño de Máxima Eficiencia Hidráulica será de diseño geométrico rectangular.
- Al ser un canal revestido de concreto en su total del tramo a desarrollar cuenta con un coeficiente de Manning de 0.014 (ANA 2010).

- En la nueva propuesta su modelación fue óptima dando velocidad de 1.50 m/seg estando por encima de la velocidad mínima para poder evitar sedimentación y el crecimiento de vegetación y por debajo de la velocidad máxima para evitar socavación de las paredes por la fricción con el agua, de esta manera asegurando su correcto desempeño.
- En las secciones se puede apreciar que el borde libre oscila entre los 20 y 30 cm.
- Los tirantes críticos están dentro de los parámetros y todo esto fue simulado en el Software HEC-RAS previamente señalados.

Verificación de hipótesis.

- Verificación de hipótesis general: La modelación y evaluación hidráulica del canal de irrigación Acora tramo 0+000 – 0+520, influye para realizar una propuesta de diseño hidráulico, distrito de San Francisco De Sangayaico, provincia de Huaytará, Huancavelica.
- Contrastación: Si influye puesto que todo que su modelación y evaluación hidráulica nos brinda los cálculos, planos, conclusiones y recomendaciones, lo que nos daría un pre-estudio para el desarrollo de un expediente y ejecución de proyecto, optimizando notoriamente el tramo urbano del canal de irrigación de Acora.

Verificación de hipótesis específicas:

- La modelación del canal influye en una propuesta de diseño hidráulico.
Contrastación: Si influye, nos sirve para visualizar el canal existente, también la propuesta del diseño hidráulica y de esta manera obtener el diseño final, como se aprecia en la simulación de sus secciones.

- La evaluación hidráulica del canal influye en una propuesta de diseño hidráulico.

Contrastación: Si influye, puesto que tras su evaluación hidráulica se aprecia, los resultados de las velocidades, tirantes, puntos de desborde y poder compararlo con los parámetros técnicos, por lo que con estos resultados de flujo constatamos un buen desempeño del canal propuesto.

VI. CONCLUSIONES

1. La modelación y evaluación en conjunto a través del criterio de máxima eficiencia hidráulica nos permitió conocer el comportamiento del canal y realizar una propuesta hidráulica definiendo las secciones de un canal de concreto.
2. La modelación del canal en HEC-RAS nos permitió diseñar la sección del canal, puesto pudimos visualizar el comportamiento del flujo existente y del canal propuesto.
3. La evaluación hidráulica del canal nos ayudó a realizar la propuesta de diseño puesto conocido el comportamiento del canal actual y en base al criterio de máxima eficiencia hidráulica se diseñó la sección adecuada para el canal.
4. Los trabajos topográficos realizados consistieron en el levantamiento topográfico para poder obtener los planos en planta del trazo de canal, el perfil longitudinal del canal y las secciones transversales.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar el expediente técnico para comenzar las actividades de construcción del canal Acora tramo 0+000 – 0+520, del distrito de Sangayaico, provincia de Huaytará, departamento de Huancavelica.
2. Realizar la modelación del canal en otro software de ingeniería para poder contrastar resultados.
3. Realizar mantenimiento del canal cada año y evaluaciones hidráulicas, para conocer el estado del canal y su desarrollo en el tiempo.
4. Realizar un estudio de balance hídrico de la cuenca actualizado a la fecha en el que se desea seguir y ejecutar con el presente estudio para constatar resultados.
5. Para aprovechar el agua que transcurre por el canal de manera más eficiente se recomienda realizar charlas, manuales y/o capacitaciones a los usuarios.
6. El planteamiento de diseño de sección hidráulica debe cumplir con todas las normas técnicas establecidas por la Autoridad Nacional del Agua en su manual titulado "Desarrollo de Normas de Diseño de Ingeniería Hidráulica para Proyectos Multisectoriales de Conservación de Agua y Consolidación de Agua" (2010). Con la finalidad de diseñar canales recubiertos para evitar la pérdida de agua por infiltración.

REFERENCIAS

- J. Dávalos, (2017). “Evaluación y mejoramiento del canal principal del sistema de riego Pisque de la comunidad Guachala, Parroquia Cangahua,” Universidad Central Del Ecuador
- J. Torres and J. Vivas, (2018) “Modelación de una estructura hidráulica de confluencia de canales urbanos. (Caso Estudio: Río Arzobispo, Bogotá D.C.),” Universidad Católica de Colombia).
- R. Moya and W. Alexander, (2018). “Modelación Hidráulica de un canal urbano en la ciudad de Bogotá, caso de estudio: Canal Rio Negro,” Universidad Católica de Colombia.
- M. Villar, (2017). “Diseño de 4 Km de canal Unguay – Huaso – provincia de Julcan – región La Libertad,” Universidad Nacional De Trujillo.
- J. Torres, (2017). “Diseño hidráulico y modelamiento en HEC- RAS del canal de concreto y de obras de arte del Proyecto Carpintero – Tramo Km 0 + 000 al Km 5 + 000,” Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- J. Asalde, (2020). “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,” USMP.
- E. Villafranca, (2015). “Aplicación del modelo de simulación HEC-RAS para la determinación del perfil hidráulico del sistema de riego Pucaccacca-Chauiqupampa del Km 2+000 al Km 5+000, distrito de Vinchos, provincia de Huamanga , departamento de Ayacucho,” Universidad Nacional “San Luis Gonzaga.
- M. Villón, (2004). Hidráulica de Canales. Lima-Perú.
- R. Hernández, R. Fernández, and Baptista, (2014). Metodología de la Investigación. México.
- MINAGRI, (2015). Manual N°5 Medición de agua, vol. 2da Ed., no. Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego. Lima-Perú.
- Ven Te Chow, (1994). Hidráulica De Canales Abiertos.
- Autoridad Nacional del Agua, (2010).Criterios de diseño de obras hidráulicas.
- M. Mateo del Horno, (2016). Aplicación práctica del programa HEC-RAS.

- I. NTM Engineering, “Introduction to HEC-RAS”, (2020). <https://www.ntmeng.com/training/introduction-to-hec-ras/> (accessed Dec. 06, 2020).
- Sánchez Carlessi, H., Reyes Romero, C., & Mejía Sáenz, K. , (2018). Manual de términos de investigación Científica, Tecnológica y Humanística. Lima: Universidad Ricardo Palma
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. D., (2014). Metodología de la Investigación. México: Editorial Mexicana.
- Espinoza Montes, C., (2014). Metodología de investigación tecnológica Pensando en sistemas. Huancayo: Soluciones Gráficas S.AC.
- Baena Paz, G., (2017). Metodología de la investigación serie integral por competencias. San Juan Tlihuaca -Mexico: Patria.
- 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.
- Código de ética del colegio de ingenieros del Perú [HYPERLINK http://www.cip.org.pe/publicaciones/reglamentosCNCD2018/codigo_de_etica_del_cip.pdf](http://www.cip.org.pe/publicaciones/reglamentosCNCD2018/codigo_de_etica_del_cip.pdf)
- Google Earth, (2020). “Canal de irrigación Acora tramo 0+000 - 0+520, distrito San Francisco de Sangayaico, provincia de Huaytará, departamento de Huancavelica”.
- Hernández, R., Fernández, C., & Del Pilar, M, (2014). Metodología de la Investigación. México: Editorial Mexicana
- Scheaffer, Richard L. et al., (2007). Elementos de muestreo. Sexta edición. Madrid: Thomson.
- ESTRADA Gutiérrez, Guadalupe, (2012). Laboratorio de Hidráulica de Canales. [pdf] [Lima] : [s.n], 24 de Agosto de 2012.
- 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.

- Hillel, L., (1971). Hidrología aplicada al estudio y manejo de cuencas y de sistemas de riego y drenaje: Aplicación de metodologías para la medición y estimación del escurrimiento y la infiltración.
- Aranda y castillo, (2019). "Diseño hidráulico de canal de riego San José, centro poblado La Golondrina, distrito de Marcavelica, Sullana, Piura".
- ED Ongley, (1997). Lucha Contra la Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos.
- Mejía. M. J. A., (2012) Hidrología aplicada
- Jorge Mendoza (2020). Topografía y Geodesia.
- Capítulo IV del libro Necesidades de agua del cultivo, pág. 30
- M. Yañez, (2020). "Diseño de obras hidráulicas para sistema de captación, conducción y distribución de agua para uso agrícola, canal derivación Nanchoc - Cajamarca"
- J. Hernandez (2020). "Eficiencia en el cálculo de parámetros hidráulicos usando el canal pendiente variable y el software HEC – RAS, Cajamarca 2020"
- E.Castro, (2021). "Diseño del Canal de Riego "El Rio", Distrito de Chochope, Lambayeque, Lambayeque"
- Capítulo IV del libro Necesidades de agua del cultivo
- K. P. Sudheer(2020), Uncertainty of hydrologic simulation, and its impact on the design and the effectiveness of water conservation structures. Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2020
- Abbas Roozbahani,(2020),. Analysis of performance criteria and sustainability index in urban stormwater systems under the impacts of climate change. Associate Professor, Department of Irrigation and Drainage Engineering, buraihan Campus, University of Tehran, Tehran, Iran.
- Jaber Almedeij, (2020). Long-Term Periodic Modeling in Hydrology: Role of Sunspot Cycles. 2020 American Society of Civil Engineers.
- Kurniawan, B; Sasmita, F S; Alviana, S. (2020). Application of Hec-Ras Technology to Irrigation and Water Building in Agricultural Businesses
- <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/28246/Hernandez%20Vilena%2c%20Jhanela%20Stefany%20Alexandra.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/capacidades/capac_12/PRESENTACIONES_julio_ago/RIEGO/3_Formulaci_Riegos.pdf
- https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/gestion-sostenible-regadios/precipitacionefectiva05_tcm30-82980.pdf
- https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/manual-riego/manual_determinacion_eficiencia_riego.pdf
- https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/componente1_aguas_superficiales_memoriafinal_anexos.pdf

ANEXOS

ANEXO 1: Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE: Modelación y evaluación hidráulica del canal de irrigación Acora tramo 0+000 – 0+520.	Proceso de modelación y evaluación hidráulica del canal aplicando el modelo numérico HEC-RAS 4.1.0.	El diseño hidráulico del canal de riego se hará en función a los indicadores de cada uno de sus dimensiones como caudal, área hidráulica, rugosidad, velocidad mínima, sección de máxima eficiencia hidráulica y número de froude.	Sección transversal.	Caudal.	RAZON
			Geometría del canal.	Área hidráulica.	RAZON
			Material de la sección del canal.	Rugosidad.	RAZON
DEPENDIENTE: Propuesta de diseño hidráulico, distrito San Francisco De Sangayaico, provincia de Huaytará, departamento de Huancavelica.	Proceso de diseño hidráulico del canal con M.E.H. y aplicación del modelo numérico HEC-RAS 4.1.0.		Caudal máximo.	Velocidad mínima.	RAZON
			Área hidráulica menor.	Sección de máxima eficiencia hidráulica.	RAZON
			Régimen de flujo.	Número de Froude.	RAZON

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO 2: Calculo tamaño de muestra

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

En donde:

n = es el tamaño de la muestra buscado.

N = es el tamaño de la población total.

p = probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito).

q = (1 - p) = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado.

Z = es el valor obtenido mediante niveles de confianza.

e = error de estimación máximo aceptado.

Reemplazando valores en formula:

N	1,000
Z	1.960
p	50.00%
q	50.00%
e	3.00%

$$n = \frac{1,000 * 1.960^2 * 50 * 50}{3^2(1,000 - 1) + 1.960^2 * 50 * 50}$$

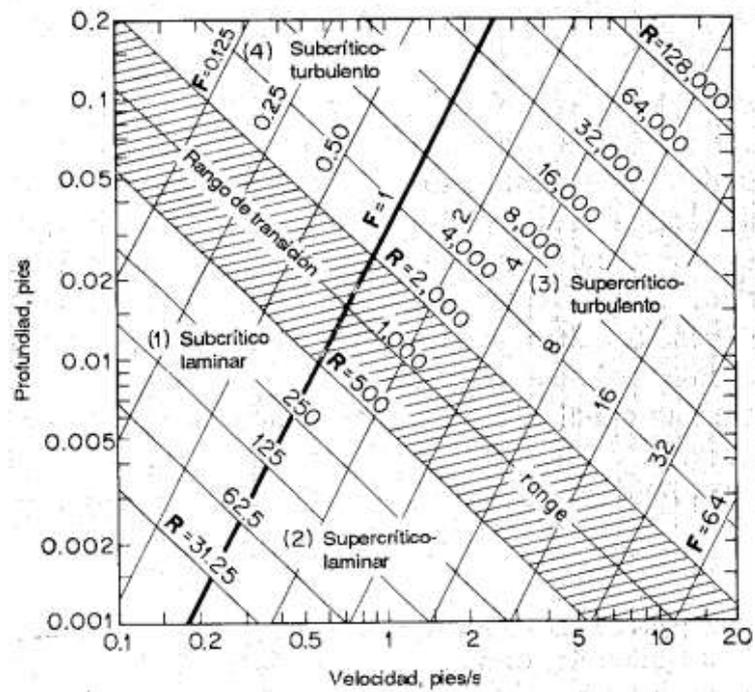
$$\mathbf{n = 516m \approx 0.516 km}$$

ANEXO 3: Determinación de factor de corrección f_c para el cálculo de caudales por el método del flotador.

TIPO DE CAUCE	FACTOR DE CORRECCION FC
Canal Revestido en concreto, profundidad del agua > 15 cm	0.8
Canal en Tierra, profundidad del agua > 15 cm	0.7
Riachuelos profundidad del agua > 15 cm	0.5
Canales de Tierra profundidad del agua > 15 cm	0.25 – 0.5

Fuente: (MINAGRI, 2015)

ANEXO 4: Relación profundidad-velocidad para cuatro regímenes de flujo en canales abiertos



Fuente: (Ven Te Chow, 1994)

ANEXOS 5. Valores de rugosidad “N” de manning

n	Superficie
0.010	Muy lisa, vidrio, plástico, cobre.
0.011	Concreto muy liso.
0.013	Madera suave, metal, concreto frotachado.
0.017	Canales de tierra en buenas condiciones.
0.020	Canales naturales de tierra, libres de vegetación.
0.025	Canales naturales con alguna vegetación y piedras esparcidas en el fondo.
0.035	Canales naturales con abundante vegetación.
0.040	Arroyos de montaña con muchas piedras.

Fuente: (Autoridad Nacional del Agua, 2010)

ANEXO 6: Valores de rugosidad “n” de manning para canales revestidos

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
B. Canales revestidos o desarmables			
B-1. Metal			
a. Superficie lisa de acero			
1. Sin pintar	0.011	0.012	0.014
2. Pintada	0.012	0.013	0.017
b. Corrugado	0.021	0.025	0.030
B-2. No Metal			
a. Cemento			
1. Superficie pulida	0.010	0.011	0.013
2. Mortero	0.011	0.013	0.015
b. Madera			
1. Cepillada sin tratar	0.010	0.012	0.014
2. Cepillada, creosotada	0.011	0.012	0.015
3. Sin Cepillar	0.011	0.013	0.015
4. Laminas con Listones	0.012	0.015	0.018
5. Forrada con papel impermeabilizante	0.010	0.014	0.017
c. Concreto			
1. Terminado con llana metálica (palustre)	0.011	0.013	0.015
2. Terminado con llana de madera	0.013	0.015	0.016
3. Pulido, con gravas en el fondo	0.015	0.017	0.020
4. Sin pulir	0.014	0.017	0.020
5. Lanzado, sección buena	0.016	0.019	0.023
6. Lanzado, sección ondulada	0.018	0.022	0.025
7. Sobre roca bien excavada	0.017	0.020	
8. Sobre roca irregularmente excava	0.022	0.027	

Fuente: (Ven Te Chow, 1994)

ANEXO 7: Máxima velocidad permitida en canales no recubiertos de vegetación

MATERIAL DE LA CAJA DEL CANAL	“n” Manning	Agua limpia	Velocidad (m/s)	
			Agua con partículas coloidales	Agua transportando arena, grava o fragmentos
Arena fina coloidal	0.020	1.45	0.75	0.45
Franco arenoso no coloidal	0.020	0.53	0.75	0.60
Franco limoso no coloidal	0.020	0.60	0.90	0.60
Limos aluviales no coloidales	0.020	0.60	1.05	0.60
Franco consistente normal	0.020	0.75	1.05	0.68
Ceniza volcánica	0.020	0.75	1.05	0.60
Arcilla consistente muy coloidal	0.025	1.13	1.50	0.90
Limo aluvial coloidal	0.025	1.13	1.50	0.90
Pizarra y capas duras	0.025	1.80	1.80	1.50
Grava fina	0.020	0.75	1.50	1.13
Suelo franco clasificado no coloidal	0.030	1.13	1.50	0.90
Suelo franco clasificado coloidal	0.030	1.20	1.65	1.50
Grava gruesa no coloidal	0.025	1.20	1.80	1.95
Gravas y guijarros	0.035	1.80	1.80	1.50

Fuente: (Autoridad Nacional del Agua, 2010)

ANEXO 8: Borde libre en función del caudal

Caudal m³/seg	Revestido (cm)	Sin revestir (cm)
≤ 0.05	7.5	10.0
0.05 – 0.25	10.00	20.00
0.25 – 0.50	20.0	40.0
0.50 – 1.00	25.0	50.0
> 1.00	30.0	60.0

Fuente: (Autoridad Nacional del Agua, 2010)

ANEXO 9: Coeficientes de contracción y expansión

	Contracción	Expansión
Sin transición	0.0	0.0
Transición gradual	0.1	0.3
Puentes	0.3	0.5
Transición abrupta	0.6	0.8

Fuente: (Mateo del Horno, 2016) [14]

ANEXO 10: Tabla Secciones de máxima eficiencia hidráulica

SECCION	AREA A	PERIMETRO MOJADO P	RADIO HIDRAULICO R	ANCHO SUPERFICIAL T	TIRANTE HIDRAULICO d	FACTOR HIDRAULICO Z
TRAPECIO (Mitad de un hexágono)	$\sqrt{3}y^2$	$2\sqrt{3}y^2$	$\frac{y}{2}$	$\frac{4}{3}\sqrt{3}y$	$\frac{3}{4}y$	$\frac{3}{2}y^{\frac{5}{2}}$
RECTANGULO (Mitad de un cuadrado)	$2y^2$	$4y$	$\frac{y}{2}$	$2y$	y	$2y^{\frac{5}{2}}$
TRIANGULO (Mitad de un cuadrado)	y^2	$2\sqrt{2}y$	$\frac{1}{4}\sqrt{2}y$	$2y$	$\frac{y}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}y^{\frac{5}{2}}$
SEMICIRCULO	$\frac{\pi}{2}y^2$	πy	$\frac{1}{2}y$	$2y$	$\frac{\pi}{4}y$	$\frac{\pi}{4}y^{\frac{5}{2}}$
PARABOLA T=2√2 y	$\frac{4}{3}\sqrt{2}y^2$	$\frac{8}{3}\sqrt{2}y$	$\frac{1}{2}y$	$2\sqrt{2}y$	$\frac{2}{3}y$	$\frac{8}{9}\sqrt{3}y^{\frac{5}{2}}$
CATENARIA	$1.39586y^2$	$2.9836y$	$0.46784y$	$1.917532y$	$0.72795y$	$1.19093y^{\frac{5}{2}}$

Fuente: (Ven Te Chow, 1994)

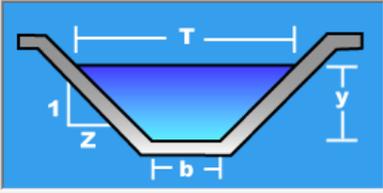
ANEXO 11: Secciones Transversales

Sección transversal progresiva 0+000

Lugar:	<input type="text" value="CANAL ACORA TESIS"/>	Proyecto:	<input type="text" value="TESIS DE TITULACION"/>
Tramo:	<input type="text" value="0+000"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="TIERRA Y PIEDRAS"/>

Datos:

Tirante (y):	<input type="text" value="0.538"/>	m
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.70"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0.012"/>	
Coefficiente de rugosidad (n):	<input type="text" value="0.030"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.002861"/>	m/m



Resultados:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.2424"/>	m ³ /s	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.6379"/>	m/s
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.3801"/>	m ²	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.7761"/>	m
Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.2140"/>	m	Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.7129"/>	m
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.2789"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.5587"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

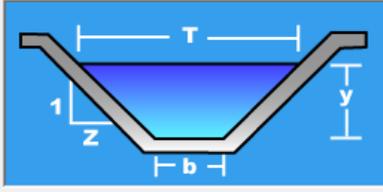
 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
--	--	--	--	---

Sección transversal progresiva 0+020

Lugar:	<input type="text" value="CANAL ACORA TESIS"/>	Proyecto:	<input type="text" value="TESIS DE TITULACION"/>
Tramo:	<input type="text" value="0+020"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="TIERRA Y PIEDRAS"/>

Datos:

Tirante (y):	<input type="text" value="0.537"/>	m
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.682"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0.012"/>	
Coefficiente de rugosidad (n):	<input type="text" value="0.030"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.002861"/>	m/m



Resultados:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.2333"/>	m ³ /s	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.6310"/>	m/s
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.3697"/>	m ²	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.7561"/>	m
Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.2105"/>	m	Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.6949"/>	m
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.2762"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.5573"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

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

Sección transversal progresiva 0+040

Lugar:	CANAL ACORA TESIS	Proyecto:	TESIS DE TITULACION
Tramo:	0+040	Revestimiento:	TIERRA Y PIEDRAS

Datos:

Tirante (y):	0.535	m
Ancho de solera (b):	0.682	m
Talud (Z):	0.012	
Coefficiente de rugosidad (n):	0.030	
Pendiente (S):	0.002861	m/m

Resultados:

Caudal (Q):	0.2322	m ³ /s	Velocidad (v):	0.6303	m/s
Área hidráulica (A):	0.3683	m ²	Perímetro (p):	1.7521	m
Radio hidráulico (R):	0.2102	m	Espejo de agua (T):	0.6948	m
Número de Froude (F):	0.2764		Energía específica (E):	0.5553	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Calcular	Limpiar Pantalla	Imprimir	Menú Principal	Calculadora

Sección transversal progresiva 0+060

Lugar:	CANAL ACORA TESIS	Proyecto:	TESIS DE TITULACION
Tramo:	0+060	Revestimiento:	TIERRA Y PIEDRAS

Datos:

Tirante (y):	0.541	m
Ancho de solera (b):	0.683	m
Talud (Z):	0.012	
Coefficiente de rugosidad (n):	0.030	
Pendiente (S):	0.002861	m/m

Resultados:

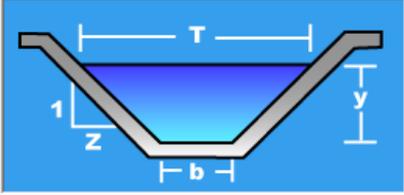
Caudal (Q):	0.2360	m ³ /s	Velocidad (v):	0.6326	m/s
Área hidráulica (A):	0.3730	m ²	Perímetro (p):	1.7651	m
Radio hidráulico (R):	0.2113	m	Espejo de agua (T):	0.6960	m
Número de Froude (F):	0.2759		Energía específica (E):	0.5614	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Calcular	Limpiar Pantalla	Imprimir	Menú Principal	Calculadora

Sección transversal progresiva 0+080

Lugar:	<input type="text" value="CANAL ACORA TESIS"/>	Proyecto:	<input type="text" value="TESIS DE TITULACION"/>
Tramo:	<input type="text" value="0+080"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="TIERRA Y PIEDRAS"/>

Datos:	
Tirante (y):	<input type="text" value="0.541"/> m
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.682"/> m
Talud (Z):	<input type="text" value="0.012"/>
Coefficiente de rugosidad (n):	<input type="text" value="0.030"/>
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.002861"/> m/m



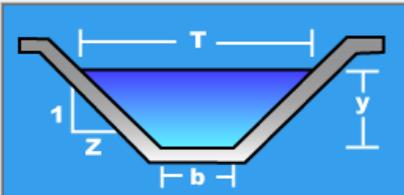
Resultados:			
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.2355"/> m ³ /s	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.6322"/> m/s
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.3725"/> m ²	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.7641"/> m
Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.2111"/> m	Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.6950"/> m
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.2757"/>	Energía específica (E):	<input type="text" value="0.5614"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>		

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

Sección transversal progresiva 0+100

Lugar:	<input type="text" value="CANAL ACORA TESIS"/>	Proyecto:	<input type="text" value="TESIS DE TITULACION"/>
Tramo:	<input type="text" value="0+100"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="TIERRA Y PIEDRAS"/>

Datos:	
Tirante (y):	<input type="text" value="0.541"/> m
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.682"/> m
Talud (Z):	<input type="text" value="0.012"/>
Coefficiente de rugosidad (n):	<input type="text" value="0.030"/>
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.002861"/> m/m



Resultados:			
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.2355"/> m ³ /s	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.6322"/> m/s
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.3725"/> m ²	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.7641"/> m
Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.2111"/> m	Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.6950"/> m
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.2757"/>	Energía específica (E):	<input type="text" value="0.5614"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>		

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

Sección transversal progresiva 0+120

<p>Lugar: <input type="text" value="CANAL ACORA TESIS"/></p> <p>Tramo: <input type="text" value="0+120"/></p>	<p>Proyecto: <input type="text" value="TESIS DE TITULACION"/></p> <p>Revestimiento: <input type="text" value="TIERRA Y PIEDRAS"/></p>
---	---

Datos:		
Tirante (y):	<input type="text" value="0.541"/> m	
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.682"/> m	
Talud (Z):	<input type="text" value="0.012"/>	
Coefficiente de rugosidad (n):	<input type="text" value="0.030"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.002861"/> m/m	

Resultados:			
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.2355"/> m3/s	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.6322"/> m/s
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.3725"/> m2	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.7641"/> m
Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.2111"/> m	Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.6950"/> m
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.2757"/>	Energía específica (E):	<input type="text" value="0.5614"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>		

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

Sección transversal progresiva 0+140

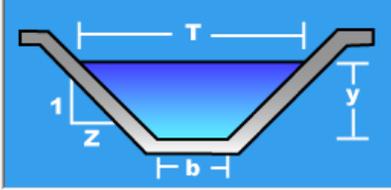
<p>Lugar: <input type="text" value="CANAL ACORA TESIS"/></p> <p>Tramo: <input type="text" value="0+140"/></p>	<p>Proyecto: <input type="text" value="TESIS DE TITULACION"/></p> <p>Revestimiento: <input type="text" value="TIERRA Y PIEDRAS"/></p>
---	---

Datos:		
Tirante (y):	<input type="text" value="0.541"/> m	
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.682"/> m	
Talud (Z):	<input type="text" value="0.012"/>	
Coefficiente de rugosidad (n):	<input type="text" value="0.030"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.002861"/> m/m	

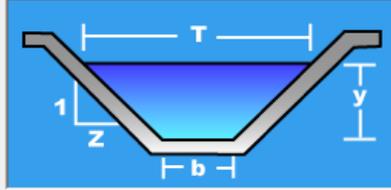
Resultados:			
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.2355"/> m3/s	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.6322"/> m/s
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.3725"/> m2	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.7641"/> m
Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.2111"/> m	Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.6950"/> m
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.2757"/>	Energía específica (E):	<input type="text" value="0.5614"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>		

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

Sección transversal progresiva 0+160

<p>Lugar: <input type="text" value="CANAL ACORA TESIS"/></p> <p>Tramo: <input type="text" value="0+160"/></p>	<p>Proyecto: <input type="text" value="TESIS DE TITULACION"/></p> <p>Revestimiento: <input type="text" value="TIERRA Y PIEDRAS"/></p>										
<p>Datos:</p> <p>Tirante (y): <input type="text" value="0.557"/> m</p> <p>Ancho de solera (b): <input type="text" value="0.682"/> m</p> <p>Talud (Z): <input type="text" value="0.012"/></p> <p>Coefficiente de rugosidad (n): <input type="text" value="0.030"/></p> <p>Pendiente (S): <input type="text" value="0.002861"/> m/m</p>											
											
<p>Resultados:</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td>Caudal (Q): <input type="text" value="0.2444"/> m³/s</td> <td>Velocidad (v): <input type="text" value="0.6370"/> m/s</td> </tr> <tr> <td>Área hidráulica (A): <input type="text" value="0.3836"/> m²</td> <td>Perímetro (p): <input type="text" value="1.7961"/> m</td> </tr> <tr> <td>Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.2136"/> m</td> <td>Espejo de agua (T): <input type="text" value="0.6954"/> m</td> </tr> <tr> <td>Número de Froude (F): <input type="text" value="0.2738"/></td> <td>Energía específica (E): <input type="text" value="0.5777"/> m-Kg/Kg</td> </tr> <tr> <td>Tipo de flujo: <input type="text" value="Subcrítico"/></td> <td></td> </tr> </table>		Caudal (Q): <input type="text" value="0.2444"/> m ³ /s	Velocidad (v): <input type="text" value="0.6370"/> m/s	Área hidráulica (A): <input type="text" value="0.3836"/> m ²	Perímetro (p): <input type="text" value="1.7961"/> m	Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.2136"/> m	Espejo de agua (T): <input type="text" value="0.6954"/> m	Número de Froude (F): <input type="text" value="0.2738"/>	Energía específica (E): <input type="text" value="0.5777"/> m-Kg/Kg	Tipo de flujo: <input type="text" value="Subcrítico"/>	
Caudal (Q): <input type="text" value="0.2444"/> m ³ /s	Velocidad (v): <input type="text" value="0.6370"/> m/s										
Área hidráulica (A): <input type="text" value="0.3836"/> m ²	Perímetro (p): <input type="text" value="1.7961"/> m										
Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.2136"/> m	Espejo de agua (T): <input type="text" value="0.6954"/> m										
Número de Froude (F): <input type="text" value="0.2738"/>	Energía específica (E): <input type="text" value="0.5777"/> m-Kg/Kg										
Tipo de flujo: <input type="text" value="Subcrítico"/>											
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Calcular</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Limpiar Pantalla</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Imprimir</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Menú Principal</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Calculadora</td> </tr> </table>		 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora					
 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora							

Sección transversal progresiva 0+180

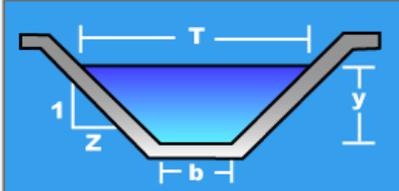
<p>Lugar: <input type="text" value="CANAL ACORA TESIS"/></p> <p>Tramo: <input type="text" value="0+180"/></p>	<p>Proyecto: <input type="text" value="TESIS DE TITULACION"/></p> <p>Revestimiento: <input type="text" value="TIERRA Y PIEDRAS"/></p>										
<p>Datos:</p> <p>Tirante (y): <input type="text" value="0.541"/> m</p> <p>Ancho de solera (b): <input type="text" value="0.682"/> m</p> <p>Talud (Z): <input type="text" value="0.012"/></p> <p>Coefficiente de rugosidad (n): <input type="text" value="0.030"/></p> <p>Pendiente (S): <input type="text" value="0.002861"/> m/m</p>											
											
<p>Resultados:</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td>Caudal (Q): <input type="text" value="0.2355"/> m³/s</td> <td>Velocidad (v): <input type="text" value="0.6322"/> m/s</td> </tr> <tr> <td>Área hidráulica (A): <input type="text" value="0.3725"/> m²</td> <td>Perímetro (p): <input type="text" value="1.7641"/> m</td> </tr> <tr> <td>Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.2111"/> m</td> <td>Espejo de agua (T): <input type="text" value="0.6950"/> m</td> </tr> <tr> <td>Número de Froude (F): <input type="text" value="0.2757"/></td> <td>Energía específica (E): <input type="text" value="0.5614"/> m-Kg/Kg</td> </tr> <tr> <td>Tipo de flujo: <input type="text" value="Subcrítico"/></td> <td></td> </tr> </table>		Caudal (Q): <input type="text" value="0.2355"/> m ³ /s	Velocidad (v): <input type="text" value="0.6322"/> m/s	Área hidráulica (A): <input type="text" value="0.3725"/> m ²	Perímetro (p): <input type="text" value="1.7641"/> m	Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.2111"/> m	Espejo de agua (T): <input type="text" value="0.6950"/> m	Número de Froude (F): <input type="text" value="0.2757"/>	Energía específica (E): <input type="text" value="0.5614"/> m-Kg/Kg	Tipo de flujo: <input type="text" value="Subcrítico"/>	
Caudal (Q): <input type="text" value="0.2355"/> m ³ /s	Velocidad (v): <input type="text" value="0.6322"/> m/s										
Área hidráulica (A): <input type="text" value="0.3725"/> m ²	Perímetro (p): <input type="text" value="1.7641"/> m										
Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.2111"/> m	Espejo de agua (T): <input type="text" value="0.6950"/> m										
Número de Froude (F): <input type="text" value="0.2757"/>	Energía específica (E): <input type="text" value="0.5614"/> m-Kg/Kg										
Tipo de flujo: <input type="text" value="Subcrítico"/>											
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Calcular</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Limpiar Pantalla</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Imprimir</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Menú Principal</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Calculadora</td> </tr> </table>		 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora					
 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora							

Sección transversal progresiva 0+200

Lugar:	<input type="text" value="CANAL ACORA TESIS"/>	Proyecto:	<input type="text" value="TESIS DE TITULACION"/>
Tramo:	<input type="text" value="0+200"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="TIERRA Y PIEDRAS"/>

Datos:

Tirante (y):	<input type="text" value="0.541"/>	m
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.682"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0.012"/>	
Coefficiente de rugosidad (n):	<input type="text" value="0.030"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.002861"/>	m/m



Resultados:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.2355"/>	m ³ /s	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.6322"/>	m/s
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.3725"/>	m ²	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.7641"/>	m
Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.2111"/>	m	Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.6950"/>	m
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.2757"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.5614"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

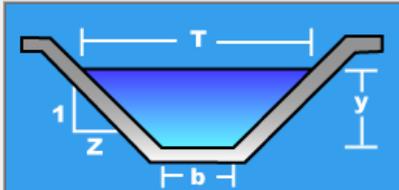
 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
--	--	--	--	---

Sección transversal progresiva 0+22

Lugar:	<input type="text" value="CANAL ACORA TESIS"/>	Proyecto:	<input type="text" value="TESIS DE TITULACION"/>
Tramo:	<input type="text" value="0+220"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="TIERRA Y PIEDRAS"/>

Datos:

Tirante (y):	<input type="text" value="0.541"/>	m
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.682"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0.012"/>	
Coefficiente de rugosidad (n):	<input type="text" value="0.030"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.002861"/>	m/m

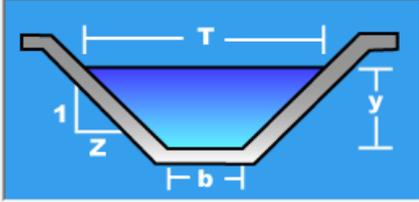


Resultados:

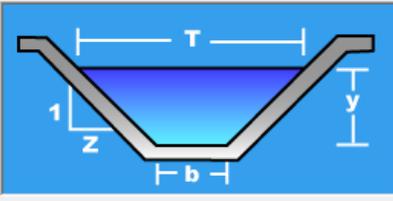
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.2355"/>	m ³ /s	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.6322"/>	m/s
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.3725"/>	m ²	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.7641"/>	m
Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.2111"/>	m	Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.6950"/>	m
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.2757"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.5614"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

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

Sección transversal progresiva 0+240

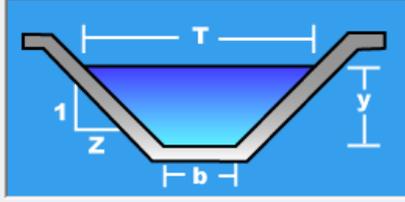
<p>Lugar: <input type="text" value="CANAL ACORA TESIS"/></p> <p>Tramo: <input type="text" value="0+240"/></p>	<p>Proyecto: <input type="text" value="TESIS DE TITULACION"/></p> <p>Revestimiento: <input type="text" value="TIERRA Y PIEDRAS"/></p>										
<p>Datos:</p> <p>Tirante (y): <input type="text" value="0.541"/> m</p> <p>Ancho de solera (b): <input type="text" value="0.682"/> m</p> <p>Talud (Z): <input type="text" value="0.012"/></p> <p>Coefficiente de rugosidad (n): <input type="text" value="0.030"/></p> <p>Pendiente (S): <input type="text" value="0.002861"/> m/m</p>											
											
<p>Resultados:</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td>Caudal (Q): <input type="text" value="0.2355"/> m³/s</td> <td>Velocidad (v): <input type="text" value="0.6322"/> m/s</td> </tr> <tr> <td>Área hidráulica (A): <input type="text" value="0.3725"/> m²</td> <td>Perímetro (p): <input type="text" value="1.7641"/> m</td> </tr> <tr> <td>Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.2111"/> m</td> <td>Espejo de agua (T): <input type="text" value="0.6950"/> m</td> </tr> <tr> <td>Número de Froude (F): <input type="text" value="0.2757"/></td> <td>Energía específica (E): <input type="text" value="0.5614"/> m-Kg/Kg</td> </tr> <tr> <td>Tipo de flujo: <input type="text" value="Subcrítico"/></td> <td></td> </tr> </table>		Caudal (Q): <input type="text" value="0.2355"/> m ³ /s	Velocidad (v): <input type="text" value="0.6322"/> m/s	Área hidráulica (A): <input type="text" value="0.3725"/> m ²	Perímetro (p): <input type="text" value="1.7641"/> m	Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.2111"/> m	Espejo de agua (T): <input type="text" value="0.6950"/> m	Número de Froude (F): <input type="text" value="0.2757"/>	Energía específica (E): <input type="text" value="0.5614"/> m-Kg/Kg	Tipo de flujo: <input type="text" value="Subcrítico"/>	
Caudal (Q): <input type="text" value="0.2355"/> m ³ /s	Velocidad (v): <input type="text" value="0.6322"/> m/s										
Área hidráulica (A): <input type="text" value="0.3725"/> m ²	Perímetro (p): <input type="text" value="1.7641"/> m										
Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.2111"/> m	Espejo de agua (T): <input type="text" value="0.6950"/> m										
Número de Froude (F): <input type="text" value="0.2757"/>	Energía específica (E): <input type="text" value="0.5614"/> m-Kg/Kg										
Tipo de flujo: <input type="text" value="Subcrítico"/>											
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;">  <p>Calcular</p> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;">  <p>Limpiar Pantalla</p> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;">  <p>Imprimir</p> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;">  <p>Menú Principal</p> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;">  <p>Calculadora</p> </div> </div>											

Sección transversal progresiva 0+260

<p>Lugar: <input type="text" value="CANAL ACORA TESIS"/></p> <p>Tramo: <input type="text" value="0+260"/></p>	<p>Proyecto: <input type="text" value="TESIS DE TITULACION"/></p> <p>Revestimiento: <input type="text" value="TIERRA Y PIEDRAS"/></p>										
<p>Datos:</p> <p>Tirante (y): <input type="text" value="0.541"/> m</p> <p>Ancho de solera (b): <input type="text" value="0.682"/> m</p> <p>Talud (Z): <input type="text" value="0.012"/></p> <p>Coefficiente de rugosidad (n): <input type="text" value="0.030"/></p> <p>Pendiente (S): <input type="text" value="0.002861"/> m/m</p>											
											
<p>Resultados:</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td>Caudal (Q): <input type="text" value="0.2355"/> m³/s</td> <td>Velocidad (v): <input type="text" value="0.6322"/> m/s</td> </tr> <tr> <td>Área hidráulica (A): <input type="text" value="0.3725"/> m²</td> <td>Perímetro (p): <input type="text" value="1.7641"/> m</td> </tr> <tr> <td>Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.2111"/> m</td> <td>Espejo de agua (T): <input type="text" value="0.6950"/> m</td> </tr> <tr> <td>Número de Froude (F): <input type="text" value="0.2757"/></td> <td>Energía específica (E): <input type="text" value="0.5614"/> m-Kg/Kg</td> </tr> <tr> <td>Tipo de flujo: <input type="text" value="Subcrítico"/></td> <td></td> </tr> </table>		Caudal (Q): <input type="text" value="0.2355"/> m ³ /s	Velocidad (v): <input type="text" value="0.6322"/> m/s	Área hidráulica (A): <input type="text" value="0.3725"/> m ²	Perímetro (p): <input type="text" value="1.7641"/> m	Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.2111"/> m	Espejo de agua (T): <input type="text" value="0.6950"/> m	Número de Froude (F): <input type="text" value="0.2757"/>	Energía específica (E): <input type="text" value="0.5614"/> m-Kg/Kg	Tipo de flujo: <input type="text" value="Subcrítico"/>	
Caudal (Q): <input type="text" value="0.2355"/> m ³ /s	Velocidad (v): <input type="text" value="0.6322"/> m/s										
Área hidráulica (A): <input type="text" value="0.3725"/> m ²	Perímetro (p): <input type="text" value="1.7641"/> m										
Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.2111"/> m	Espejo de agua (T): <input type="text" value="0.6950"/> m										
Número de Froude (F): <input type="text" value="0.2757"/>	Energía específica (E): <input type="text" value="0.5614"/> m-Kg/Kg										
Tipo de flujo: <input type="text" value="Subcrítico"/>											
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;">  <p>Calcular</p> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;">  <p>Limpiar Pantalla</p> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;">  <p>Imprimir</p> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;">  <p>Menú Principal</p> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;">  <p>Calculadora</p> </div> </div>											

Sección transversal progresiva 0+280

<p>Lugar: <input type="text" value="CANAL ACORA TESIS"/></p> <p>Tramo: <input type="text" value="0+280"/></p>	<p>Proyecto: <input type="text" value="TESIS DE TITULACION"/></p> <p>Revestimiento: <input type="text" value="TIERRA Y PIEDRAS"/></p>
---	---

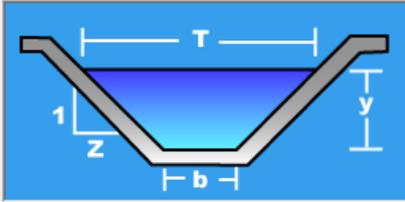
<p>Datos:</p> <p>Tirante (y) : <input type="text" value="0.541"/> m</p> <p>Ancho de solera (b) : <input type="text" value="0.682"/> m</p> <p>Talud (Z) : <input type="text" value="0.012"/></p> <p>Coefficiente de rugosidad (n) : <input type="text" value="0.030"/></p> <p>Pendiente (S) : <input type="text" value="0.002861"/> m/m</p>	
---	--

<p>Resultados:</p> <p>Caudal (Q) : <input type="text" value="0.2355"/> m³/s</p> <p>Area hidráulica (A) : <input type="text" value="0.3725"/> m²</p> <p>Radio hidráulico (R) : <input type="text" value="0.2111"/> m</p> <p>Número de Froude (F) : <input type="text" value="0.2757"/></p> <p>Tipo de flujo : <input type="text" value="Subcrítico"/></p>	<p>Velocidad (v) : <input type="text" value="0.6322"/> m/s</p> <p>Perímetro (p) : <input type="text" value="1.7641"/> m</p> <p>Espejo de agua (T) : <input type="text" value="0.6950"/> m</p> <p>Energía específica (E) : <input type="text" value="0.5614"/> m-Kg/Kg</p>
---	---

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

Sección transversal progresiva 0+300

<p>Lugar: <input type="text" value="CANAL ACORA TESIS"/></p> <p>Tramo: <input type="text" value="0+300"/></p>	<p>Proyecto: <input type="text" value="TESIS DE TITULACION"/></p> <p>Revestimiento: <input type="text" value="TIERRA Y PIEDRAS"/></p>
---	---

<p>Datos:</p> <p>Tirante (y) : <input type="text" value="0.541"/> m</p> <p>Ancho de solera (b) : <input type="text" value="0.682"/> m</p> <p>Talud (Z) : <input type="text" value="0.012"/></p> <p>Coefficiente de rugosidad (n) : <input type="text" value="0.030"/></p> <p>Pendiente (S) : <input type="text" value="0.002861"/> m/m</p>	
---	--

<p>Resultados:</p> <p>Caudal (Q) : <input type="text" value="0.2355"/> m³/s</p> <p>Area hidráulica (A) : <input type="text" value="0.3725"/> m²</p> <p>Radio hidráulico (R) : <input type="text" value="0.2111"/> m</p> <p>Número de Froude (F) : <input type="text" value="0.2757"/></p> <p>Tipo de flujo : <input type="text" value="Subcrítico"/></p>	<p>Velocidad (v) : <input type="text" value="0.6322"/> m/s</p> <p>Perímetro (p) : <input type="text" value="1.7641"/> m</p> <p>Espejo de agua (T) : <input type="text" value="0.6950"/> m</p> <p>Energía específica (E) : <input type="text" value="0.5614"/> m-Kg/Kg</p>
---	---

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

Sección transversal progresiva 0+320

Lugar:	CANAL ACORA TESIS	Proyecto:	TESIS DE TITULACION
Tramo:	0+320	Revestimiento:	TIERRA Y PIEDRAS

Datos:

Tirante (y):	0.541	m
Ancho de solera (b):	0.682	m
Talud (Z):	0.012	
Coefficiente de rugosidad (n):	0.030	
Pendiente (S):	0.002861	m/m

Resultados:

Caudal (Q):	0.2355	m ³ /s	Velocidad (v):	0.6322	m/s
Área hidráulica (A):	0.3725	m ²	Perímetro (p):	1.7641	m
Radio hidráulico (R):	0.2111	m	Espejo de agua (T):	0.6950	m
Número de Froude (F):	0.2757		Energía específica (E):	0.5614	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Calcular	Limpiar Pantalla	Imprimir	Menú Principal	Calculadora

Sección transversal progresiva 0+340

Lugar:	CANAL ACORA TESIS	Proyecto:	TESIS DE TITULACION
Tramo:	0+340	Revestimiento:	TIERRA Y PIEDRAS

Datos:

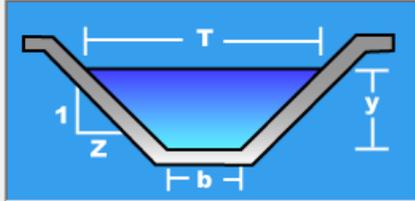
Tirante (y):	0.535	m
Ancho de solera (b):	0.682	m
Talud (Z):	0.012	
Coefficiente de rugosidad (n):	0.030	
Pendiente (S):	0.002861	m/m

Resultados:

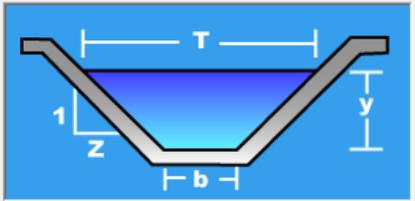
Caudal (Q):	0.2322	m ³ /s	Velocidad (v):	0.6303	m/s
Área hidráulica (A):	0.3683	m ²	Perímetro (p):	1.7521	m
Radio hidráulico (R):	0.2102	m	Espejo de agua (T):	0.6948	m
Número de Froude (F):	0.2764		Energía específica (E):	0.5553	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Calcular	Limpiar Pantalla	Imprimir	Menú Principal	Calculadora

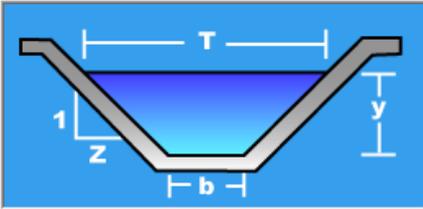
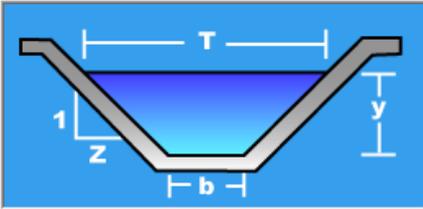
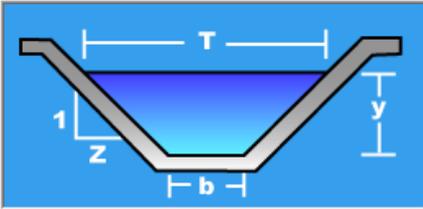
Sección transversal progresiva 0+360

<p>Lugar: <input type="text" value="CANAL ACORA TESIS"/></p> <p>Tramo: <input type="text" value="0+360"/></p>	<p>Proyecto: <input type="text" value="TESIS DE TITULACION"/></p> <p>Revestimiento: <input type="text" value="TIERRA Y PIEDRAS"/></p>																														
<p>Datos:</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td>Tirante (y) :</td> <td><input type="text" value="0.541"/></td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Ancho de solera (b) :</td> <td><input type="text" value="0.682"/></td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Talud (Z) :</td> <td><input type="text" value="0.012"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Coefficiente de rugosidad (n) :</td> <td><input type="text" value="0.030"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pendiente (S) :</td> <td><input type="text" value="0.002861"/></td> <td>m/m</td> </tr> </table>		Tirante (y) :	<input type="text" value="0.541"/>	m	Ancho de solera (b) :	<input type="text" value="0.682"/>	m	Talud (Z) :	<input type="text" value="0.012"/>		Coefficiente de rugosidad (n) :	<input type="text" value="0.030"/>		Pendiente (S) :	<input type="text" value="0.002861"/>	m/m															
Tirante (y) :	<input type="text" value="0.541"/>	m																													
Ancho de solera (b) :	<input type="text" value="0.682"/>	m																													
Talud (Z) :	<input type="text" value="0.012"/>																														
Coefficiente de rugosidad (n) :	<input type="text" value="0.030"/>																														
Pendiente (S) :	<input type="text" value="0.002861"/>	m/m																													
																															
<p>Resultados:</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td>Caudal (Q) :</td> <td><input type="text" value="0.2355"/></td> <td>m³/s</td> <td>Velocidad (v) :</td> <td><input type="text" value="0.6322"/></td> <td>m/s</td> </tr> <tr> <td>Área hidráulica (A) :</td> <td><input type="text" value="0.3725"/></td> <td>m²</td> <td>Perímetro (p) :</td> <td><input type="text" value="1.7641"/></td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Radio hidráulico (R) :</td> <td><input type="text" value="0.2111"/></td> <td>m</td> <td>Espejo de agua (T) :</td> <td><input type="text" value="0.6950"/></td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Número de Froude (F) :</td> <td><input type="text" value="0.2757"/></td> <td></td> <td>Energía específica (E) :</td> <td><input type="text" value="0.5614"/></td> <td>m-Kg/Kg</td> </tr> <tr> <td>Tipo de flujo :</td> <td colspan="5"><input type="text" value="Subcrítico"/></td> </tr> </table>		Caudal (Q) :	<input type="text" value="0.2355"/>	m ³ /s	Velocidad (v) :	<input type="text" value="0.6322"/>	m/s	Área hidráulica (A) :	<input type="text" value="0.3725"/>	m ²	Perímetro (p) :	<input type="text" value="1.7641"/>	m	Radio hidráulico (R) :	<input type="text" value="0.2111"/>	m	Espejo de agua (T) :	<input type="text" value="0.6950"/>	m	Número de Froude (F) :	<input type="text" value="0.2757"/>		Energía específica (E) :	<input type="text" value="0.5614"/>	m-Kg/Kg	Tipo de flujo :	<input type="text" value="Subcrítico"/>				
Caudal (Q) :	<input type="text" value="0.2355"/>	m ³ /s	Velocidad (v) :	<input type="text" value="0.6322"/>	m/s																										
Área hidráulica (A) :	<input type="text" value="0.3725"/>	m ²	Perímetro (p) :	<input type="text" value="1.7641"/>	m																										
Radio hidráulico (R) :	<input type="text" value="0.2111"/>	m	Espejo de agua (T) :	<input type="text" value="0.6950"/>	m																										
Número de Froude (F) :	<input type="text" value="0.2757"/>		Energía específica (E) :	<input type="text" value="0.5614"/>	m-Kg/Kg																										
Tipo de flujo :	<input type="text" value="Subcrítico"/>																														
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Calcular</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Limpiar Pantalla</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Imprimir</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Menú Principal</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Calculadora</td> </tr> </table>		 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora																									
 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora																											

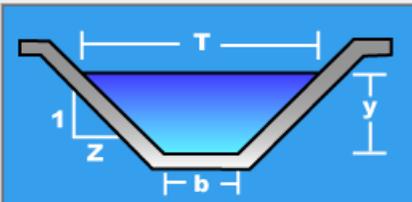
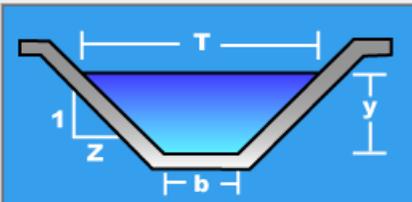
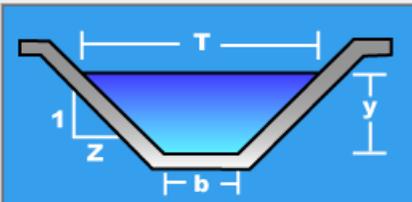
Sección transversal progresiva 0+380

<p>Lugar: <input type="text" value="CANAL ACORA TESIS"/></p> <p>Tramo: <input type="text" value="0+380"/></p>	<p>Proyecto: <input type="text" value="TESIS DE TITULACION"/></p> <p>Revestimiento: <input type="text" value="TIERRA Y PIEDRAS"/></p>																														
<p>Datos:</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td>Tirante (y) :</td> <td><input type="text" value="0.541"/></td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Ancho de solera (b) :</td> <td><input type="text" value="0.682"/></td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Talud (Z) :</td> <td><input type="text" value="0.012"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Coefficiente de rugosidad (n) :</td> <td><input type="text" value="0.030"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pendiente (S) :</td> <td><input type="text" value="0.002861"/></td> <td>m/m</td> </tr> </table>		Tirante (y) :	<input type="text" value="0.541"/>	m	Ancho de solera (b) :	<input type="text" value="0.682"/>	m	Talud (Z) :	<input type="text" value="0.012"/>		Coefficiente de rugosidad (n) :	<input type="text" value="0.030"/>		Pendiente (S) :	<input type="text" value="0.002861"/>	m/m															
Tirante (y) :	<input type="text" value="0.541"/>	m																													
Ancho de solera (b) :	<input type="text" value="0.682"/>	m																													
Talud (Z) :	<input type="text" value="0.012"/>																														
Coefficiente de rugosidad (n) :	<input type="text" value="0.030"/>																														
Pendiente (S) :	<input type="text" value="0.002861"/>	m/m																													
																															
<p>Resultados:</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td>Caudal (Q) :</td> <td><input type="text" value="0.2355"/></td> <td>m³/s</td> <td>Velocidad (v) :</td> <td><input type="text" value="0.6322"/></td> <td>m/s</td> </tr> <tr> <td>Área hidráulica (A) :</td> <td><input type="text" value="0.3725"/></td> <td>m²</td> <td>Perímetro (p) :</td> <td><input type="text" value="1.7641"/></td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Radio hidráulico (R) :</td> <td><input type="text" value="0.2111"/></td> <td>m</td> <td>Espejo de agua (T) :</td> <td><input type="text" value="0.6950"/></td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Número de Froude (F) :</td> <td><input type="text" value="0.2757"/></td> <td></td> <td>Energía específica (E) :</td> <td><input type="text" value="0.5614"/></td> <td>m-Kg/Kg</td> </tr> <tr> <td>Tipo de flujo :</td> <td colspan="5"><input type="text" value="Subcrítico"/></td> </tr> </table>		Caudal (Q) :	<input type="text" value="0.2355"/>	m ³ /s	Velocidad (v) :	<input type="text" value="0.6322"/>	m/s	Área hidráulica (A) :	<input type="text" value="0.3725"/>	m ²	Perímetro (p) :	<input type="text" value="1.7641"/>	m	Radio hidráulico (R) :	<input type="text" value="0.2111"/>	m	Espejo de agua (T) :	<input type="text" value="0.6950"/>	m	Número de Froude (F) :	<input type="text" value="0.2757"/>		Energía específica (E) :	<input type="text" value="0.5614"/>	m-Kg/Kg	Tipo de flujo :	<input type="text" value="Subcrítico"/>				
Caudal (Q) :	<input type="text" value="0.2355"/>	m ³ /s	Velocidad (v) :	<input type="text" value="0.6322"/>	m/s																										
Área hidráulica (A) :	<input type="text" value="0.3725"/>	m ²	Perímetro (p) :	<input type="text" value="1.7641"/>	m																										
Radio hidráulico (R) :	<input type="text" value="0.2111"/>	m	Espejo de agua (T) :	<input type="text" value="0.6950"/>	m																										
Número de Froude (F) :	<input type="text" value="0.2757"/>		Energía específica (E) :	<input type="text" value="0.5614"/>	m-Kg/Kg																										
Tipo de flujo :	<input type="text" value="Subcrítico"/>																														
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Calcular</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Limpiar Pantalla</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Imprimir</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Menú Principal</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Calculadora</td> </tr> </table>		 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora																									
 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora																											

Sección transversal progresiva 0+400

<p>Lugar: <input type="text" value="CANAL ACORA TESIS"/></p> <p>Tramo: <input type="text" value="0+400"/></p>	<p>Proyecto: <input type="text" value="TESIS DE TITULACION"/></p> <p>Revestimiento: <input type="text" value="TIERRA Y PIEDRAS"/></p>																														
<p>Datos:</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Tirante (y) :</td> <td style="width: 20%;"><input type="text" value="0.541"/></td> <td style="width: 10%;">m</td> <td rowspan="5" style="text-align: center; vertical-align: middle;">  </td> </tr> <tr> <td>Ancho de solera (b) :</td> <td><input type="text" value="0.682"/></td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Talud (Z) :</td> <td><input type="text" value="0.012"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Coefficiente de rugosidad (n) :</td> <td><input type="text" value="0.030"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pendiente (S) :</td> <td><input type="text" value="0.002861"/></td> <td>m/m</td> </tr> </table>		Tirante (y) :	<input type="text" value="0.541"/>	m		Ancho de solera (b) :	<input type="text" value="0.682"/>	m	Talud (Z) :	<input type="text" value="0.012"/>		Coefficiente de rugosidad (n) :	<input type="text" value="0.030"/>		Pendiente (S) :	<input type="text" value="0.002861"/>	m/m														
Tirante (y) :	<input type="text" value="0.541"/>	m																													
Ancho de solera (b) :	<input type="text" value="0.682"/>	m																													
Talud (Z) :	<input type="text" value="0.012"/>																														
Coefficiente de rugosidad (n) :	<input type="text" value="0.030"/>																														
Pendiente (S) :	<input type="text" value="0.002861"/>	m/m																													
<p>Resultados:</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Caudal (Q) :</td> <td style="width: 10%;"><input type="text" value="0.2355"/></td> <td style="width: 10%;">m³/s</td> <td style="width: 50%;">Velocidad (v) :</td> <td style="width: 10%;"><input type="text" value="0.6322"/></td> <td style="width: 10%;">m/s</td> </tr> <tr> <td>Área hidráulica (A) :</td> <td><input type="text" value="0.3725"/></td> <td>m²</td> <td>Perímetro (p) :</td> <td><input type="text" value="1.7641"/></td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Radio hidráulico (R) :</td> <td><input type="text" value="0.2111"/></td> <td>m</td> <td>Espejo de agua (T) :</td> <td><input type="text" value="0.6950"/></td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Número de Froude (F) :</td> <td><input type="text" value="0.2757"/></td> <td></td> <td>Energía específica (E) :</td> <td><input type="text" value="0.5614"/></td> <td>m-Kg/Kg</td> </tr> <tr> <td>Tipo de flujo :</td> <td colspan="5" style="text-align: center;"><input type="text" value="Subcrítico"/></td> </tr> </table>		Caudal (Q) :	<input type="text" value="0.2355"/>	m ³ /s	Velocidad (v) :	<input type="text" value="0.6322"/>	m/s	Área hidráulica (A) :	<input type="text" value="0.3725"/>	m ²	Perímetro (p) :	<input type="text" value="1.7641"/>	m	Radio hidráulico (R) :	<input type="text" value="0.2111"/>	m	Espejo de agua (T) :	<input type="text" value="0.6950"/>	m	Número de Froude (F) :	<input type="text" value="0.2757"/>		Energía específica (E) :	<input type="text" value="0.5614"/>	m-Kg/Kg	Tipo de flujo :	<input type="text" value="Subcrítico"/>				
Caudal (Q) :	<input type="text" value="0.2355"/>	m ³ /s	Velocidad (v) :	<input type="text" value="0.6322"/>	m/s																										
Área hidráulica (A) :	<input type="text" value="0.3725"/>	m ²	Perímetro (p) :	<input type="text" value="1.7641"/>	m																										
Radio hidráulico (R) :	<input type="text" value="0.2111"/>	m	Espejo de agua (T) :	<input type="text" value="0.6950"/>	m																										
Número de Froude (F) :	<input type="text" value="0.2757"/>		Energía específica (E) :	<input type="text" value="0.5614"/>	m-Kg/Kg																										
Tipo de flujo :	<input type="text" value="Subcrítico"/>																														
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Calcular</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Limpiar Pantalla</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Imprimir</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Menú Principal</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Calculadora</td> </tr> </table>		 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora																									
 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora																											

Sección transversal progresiva 0+420

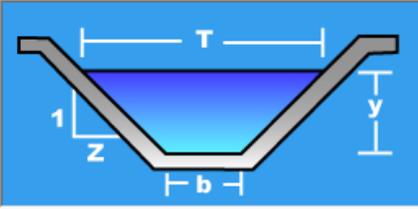
<p>Lugar: <input type="text" value="CANAL ACORA TESIS"/></p> <p>Tramo: <input type="text" value="0+420"/></p>	<p>Proyecto: <input type="text" value="TESIS DE TITULACION"/></p> <p>Revestimiento: <input type="text" value="TIERRA Y PIEDRAS"/></p>																														
<p>Datos:</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Tirante (y) :</td> <td style="width: 20%;"><input type="text" value="0.541"/></td> <td style="width: 10%;">m</td> <td rowspan="5" style="text-align: center; vertical-align: middle;">  </td> </tr> <tr> <td>Ancho de solera (b) :</td> <td><input type="text" value="0.682"/></td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Talud (Z) :</td> <td><input type="text" value="0.012"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Coefficiente de rugosidad (n) :</td> <td><input type="text" value="0.030"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pendiente (S) :</td> <td><input type="text" value="0.002861"/></td> <td>m/m</td> </tr> </table>		Tirante (y) :	<input type="text" value="0.541"/>	m		Ancho de solera (b) :	<input type="text" value="0.682"/>	m	Talud (Z) :	<input type="text" value="0.012"/>		Coefficiente de rugosidad (n) :	<input type="text" value="0.030"/>		Pendiente (S) :	<input type="text" value="0.002861"/>	m/m														
Tirante (y) :	<input type="text" value="0.541"/>	m																													
Ancho de solera (b) :	<input type="text" value="0.682"/>	m																													
Talud (Z) :	<input type="text" value="0.012"/>																														
Coefficiente de rugosidad (n) :	<input type="text" value="0.030"/>																														
Pendiente (S) :	<input type="text" value="0.002861"/>	m/m																													
<p>Resultados:</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Caudal (Q) :</td> <td style="width: 10%;"><input type="text" value="0.2355"/></td> <td style="width: 10%;">m³/s</td> <td style="width: 50%;">Velocidad (v) :</td> <td style="width: 10%;"><input type="text" value="0.6322"/></td> <td style="width: 10%;">m/s</td> </tr> <tr> <td>Área hidráulica (A) :</td> <td><input type="text" value="0.3725"/></td> <td>m²</td> <td>Perímetro (p) :</td> <td><input type="text" value="1.7641"/></td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Radio hidráulico (R) :</td> <td><input type="text" value="0.2111"/></td> <td>m</td> <td>Espejo de agua (T) :</td> <td><input type="text" value="0.6950"/></td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Número de Froude (F) :</td> <td><input type="text" value="0.2757"/></td> <td></td> <td>Energía específica (E) :</td> <td><input type="text" value="0.5614"/></td> <td>m-Kg/Kg</td> </tr> <tr> <td>Tipo de flujo :</td> <td colspan="5" style="text-align: center;"><input type="text" value="Subcrítico"/></td> </tr> </table>		Caudal (Q) :	<input type="text" value="0.2355"/>	m ³ /s	Velocidad (v) :	<input type="text" value="0.6322"/>	m/s	Área hidráulica (A) :	<input type="text" value="0.3725"/>	m ²	Perímetro (p) :	<input type="text" value="1.7641"/>	m	Radio hidráulico (R) :	<input type="text" value="0.2111"/>	m	Espejo de agua (T) :	<input type="text" value="0.6950"/>	m	Número de Froude (F) :	<input type="text" value="0.2757"/>		Energía específica (E) :	<input type="text" value="0.5614"/>	m-Kg/Kg	Tipo de flujo :	<input type="text" value="Subcrítico"/>				
Caudal (Q) :	<input type="text" value="0.2355"/>	m ³ /s	Velocidad (v) :	<input type="text" value="0.6322"/>	m/s																										
Área hidráulica (A) :	<input type="text" value="0.3725"/>	m ²	Perímetro (p) :	<input type="text" value="1.7641"/>	m																										
Radio hidráulico (R) :	<input type="text" value="0.2111"/>	m	Espejo de agua (T) :	<input type="text" value="0.6950"/>	m																										
Número de Froude (F) :	<input type="text" value="0.2757"/>		Energía específica (E) :	<input type="text" value="0.5614"/>	m-Kg/Kg																										
Tipo de flujo :	<input type="text" value="Subcrítico"/>																														
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Calcular</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Limpiar Pantalla</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Imprimir</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Menú Principal</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Calculadora</td> </tr> </table>		 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora																									
 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora																											

Sección transversal progresiva 0+440

Lugar:	CANAL ACORA TESIS	Proyecto:	TESIS DE TITULACION
Tramo:	0+440	Revestimiento:	TIERRA Y PIEDRAS

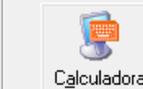
Datos:

Tirante (y):	0.541	m
Ancho de solera (b):	0.682	m
Talud (Z):	0.012	
Coefficiente de rugosidad (n):	0.030	
Pendiente (S):	0.002861	m/m



Resultados:

Caudal (Q):	0.2355	m ³ /s	Velocidad (v):	0.6322	m/s
Área hidráulica (A):	0.3725	m ²	Perímetro (p):	1.7641	m
Radio hidráulico (R):	0.2111	m	Espejo de agua (T):	0.6950	m
Número de Froude (F):	0.2757		Energía específica (E):	0.5614	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

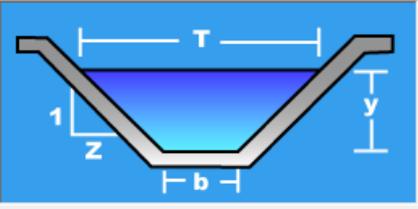
 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
--	--	--	--	---

Sección transversal progresiva 0+460

Lugar:	CANAL ACORA TESIS	Proyecto:	TESIS DE TITULACION
Tramo:	0+460	Revestimiento:	TIERRA Y PIEDRAS

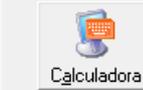
Datos:

Tirante (y):	0.541	m
Ancho de solera (b):	0.682	m
Talud (Z):	0.012	
Coefficiente de rugosidad (n):	0.030	
Pendiente (S):	0.002861	m/m



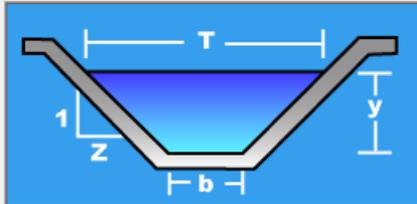
Resultados:

Caudal (Q):	0.2355	m ³ /s	Velocidad (v):	0.6322	m/s
Área hidráulica (A):	0.3725	m ²	Perímetro (p):	1.7641	m
Radio hidráulico (R):	0.2111	m	Espejo de agua (T):	0.6950	m
Número de Froude (F):	0.2757		Energía específica (E):	0.5614	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

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

Sección transversal progresiva 0+480

<p>Lugar: <input type="text" value="CANAL ACORA TESIS"/></p> <p>Tramo: <input type="text" value="0+480"/></p>	<p>Proyecto: <input type="text" value="TESIS DE TITULACION"/></p> <p>Revestimiento: <input type="text" value="TIERRA Y PIEDRAS"/></p>
---	---

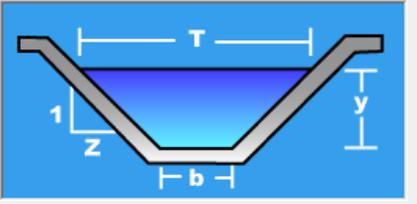
<p>Datos:</p> <p>Tirante (y) : <input type="text" value="0.541"/> m</p> <p>Ancho de solera (b) : <input type="text" value="0.682"/> m</p> <p>Talud (Z) : <input type="text" value="0.012"/></p> <p>Coefficiente de rugosidad (n) : <input type="text" value="0.030"/></p> <p>Pendiente (S) : <input type="text" value="0.002861"/> m/m</p>	
---	--

<p>Resultados:</p> <p>Caudal (Q) : <input type="text" value="0.2355"/> m³/s</p> <p>Área hidráulica (A) : <input type="text" value="0.3725"/> m²</p> <p>Radio hidráulico (R) : <input type="text" value="0.2111"/> m</p> <p>Número de Froude (F) : <input type="text" value="0.2757"/></p> <p>Tipo de flujo : <input type="text" value="Subcrítico"/></p>	<p>Velocidad (v) : <input type="text" value="0.6322"/> m/s</p> <p>Perímetro (p) : <input type="text" value="1.7641"/> m</p> <p>Espejo de agua (T) : <input type="text" value="0.6950"/> m</p> <p>Energía específica (E) : <input type="text" value="0.5614"/> m-Kg/Kg</p>
---	---

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

Sección transversal progresiva 0+500

<p>Lugar: <input type="text" value="CANAL ACORA TESIS"/></p> <p>Tramo: <input type="text" value="0+500"/></p>	<p>Proyecto: <input type="text" value="TESIS DE TITULACION"/></p> <p>Revestimiento: <input type="text" value="TIERRA Y PIEDRAS"/></p>
---	---

<p>Datos:</p> <p>Tirante (y) : <input type="text" value="0.541"/> m</p> <p>Ancho de solera (b) : <input type="text" value="0.682"/> m</p> <p>Talud (Z) : <input type="text" value="0.012"/></p> <p>Coefficiente de rugosidad (n) : <input type="text" value="0.030"/></p> <p>Pendiente (S) : <input type="text" value="0.002861"/> m/m</p>	
---	--

<p>Resultados:</p> <p>Caudal (Q) : <input type="text" value="0.2355"/> m³/s</p> <p>Área hidráulica (A) : <input type="text" value="0.3725"/> m²</p> <p>Radio hidráulico (R) : <input type="text" value="0.2111"/> m</p> <p>Número de Froude (F) : <input type="text" value="0.2757"/></p> <p>Tipo de flujo : <input type="text" value="Subcrítico"/></p>	<p>Velocidad (v) : <input type="text" value="0.6322"/> m/s</p> <p>Perímetro (p) : <input type="text" value="1.7641"/> m</p> <p>Espejo de agua (T) : <input type="text" value="0.6950"/> m</p> <p>Energía específica (E) : <input type="text" value="0.5614"/> m-Kg/Kg</p>
---	---

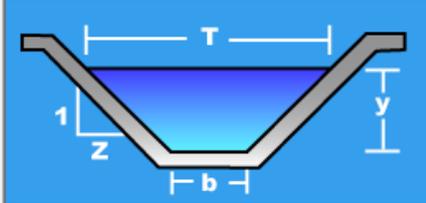
 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
--	--	--	--	---

Sección transversal progresiva 0+520

Lugar:	CALCULO ACORA TESIS	Proyecto:	TESIS DE TITULACION
Tramo:	0+520	Revestimiento:	TIERRA Y PIEDRAS

Datos:

Tirante (y):	0.541	m
Ancho de solera (b):	0.682	m
Talud (Z):	0.012	
Coefficiente de rugosidad (n):	0.030	
Pendiente (S):	0.002861	m/m



Resultados:

Caudal (Q):	0.2355	m ³ /s	Velocidad (v):	0.6322	m/s
Area hidráulica (A):	0.3725	m ²	Perímetro (p):	1.7641	m
Radio hidráulico (R):	0.2111	m	Espejo de agua (T):	0.6950	m
Número de Froude (F):	0.2757		Energía específica (E):	0.5614	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

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

ANEXO 12: Cedula de cultivos

CULTIVO DE LA ZONA	total Área (Has)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Papa	10.00	10.00	10.00	10.00							10.00	10.00	10.00
Camote	4.00	4.00	4.00	4.00							4.00	4.00	4.00
Maíz	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00								4.00
Alfalfa	2.00		2.00	2.00	2.00				2.00	2.00	2.00		
Área cultivado por mes (Has)	20.00	18.00	20.00	20.00	6.00	-	-	-	2.00	2.00	16.00	14.00	18.00
TOTAL %		90%	100%	100%	30%	0%	0%	0%	10%	10%	80%	70%	90%

Fuente: PIP "Mejoramiento del servicio de agua para riego en los canales de irrigación de acora y del medio de la localidad de san francisco de Sangayaico, Distrito de San Francisco de Sangayaico Huaytara – Huancavelica"

ANEXO 13: Demanda de agua

CULTIVO DE LA ZONA	total Área (Has)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Papa	10.00	10.00	10.00	10.00							10.00	10.00	10.00
Camote	4.00	4.00	4.00	4.00							4.00	4.00	4.00
Maíz	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00								4.00
Alfalfa	2.00		2.00	2.00	2.00				2.00	2.00	2.00		
Área cultivado por mes (Has)	20.00	18.00	20.00	20.00	6.00	-	-	-	2.00	2.00	16.00	14.00	18.00
Mr – Modulo de riego		0.164	0.001	0.009	0.085				0.109	0.565	0.003	0	0.225
Eficiencia de riego	Ef 40%												
Total demanda	l/seg	7.38	0.05	0.45	1.275				0.545	2.825	0.12	0	10.125
	m3/seg												0.010

Fuente: PIP “Mejoramiento del servicio de agua para riego en los canales de irrigación de acora y del medio de la localidad de san francisco de Sangayaico, Distrito de San Francisco de Sangayaico Huaytara – Huancavelica”

ANEXO 14: Simulación de abertura de compuerta en Hcanales.

Compuerta		Oficio	
Datos de la compuerta:			
Ancho de la compuerta (b):	<input type="text" value="0.7"/>	m	
Tirante aguas arriba (y1):	<input type="text" value="0.5"/>	m	
Abertura de la compuerta (a):	<input type="text" value="0.01"/>	m	
Coefficiente de contracción (Cc):	<input type="text" value="0.62"/>		
Ecuaciones:			
$Q = C_d b a \sqrt{2g y_1} \quad \text{m}^3/\text{s}$			
donde:			
$C_d = \frac{C_c C_v}{\sqrt{1 + \frac{C_c a}{y_1}}}$	b = ancho compuerta, m	a = abertura compuerta, m	y1 = tirante aguas arriba compuerta, m
para fines prácticos:	Cc = coeficiente contracción	Cv = coeficiente velocidad	Cd = coeficiente descarga
Cc = 0.62			
$C_v = 0.96 + 0.079 \frac{a}{y_1}$			
Elementos de una compuerta			
Resultados:			
Coefficiente de velocidad (Cv):	<input type="text" value="0.9616"/>		
Coefficiente de descarga (Cd):	<input type="text" value="0.5325"/>		
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.013"/>	m ³ /s	
	<input type="text" value="12.9907"/>	Vseg	
Calcula	Limpia Pantalla	Imprima	Menú Principal
			Calculadora

Compuerta		Oficio	
Datos de la compuerta:			
Ancho de la compuerta (b):	<input type="text" value="0.7"/>	m	
Tirante aguas arriba (y1):	<input type="text" value="0.5"/>	m	
Abertura de la compuerta (a):	<input type="text" value="0.05"/>	m	
Coefficiente de contracción (Cc):	<input type="text" value="0.62"/>		
Ecuaciones:			
$Q = C_d b a \sqrt{2g y_1} \quad \text{m}^3/\text{s}$			
donde:			
$C_d = \frac{C_c C_v}{\sqrt{1 + \frac{C_c a}{y_1}}}$	b = ancho compuerta, m	a = abertura compuerta, m	y1 = tirante aguas arriba compuerta, m
para fines prácticos:	Cc = coeficiente contracción	Cv = coeficiente velocidad	Cd = coeficiente descarga
Cc = 0.62			
$C_v = 0.96 + 0.079 \frac{a}{y_1}$			
Elementos de una compuerta			
Resultados:			
Coefficiente de velocidad (Cv):	<input type="text" value="0.9679"/>		
Coefficiente de descarga (Cd):	<input type="text" value="0.5823"/>		
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.0638"/>	m ³ /s	
	<input type="text" value="63.8355"/>	Vseg	
Calcula	Limpia Pantalla	Imprima	Menú Principal
			Calculadora

Compuerta
Orificio

Datos de la compuerta:

Ancho de la compuerta (b):	0.7 m
Tirante aguas arriba (y1):	0.5 m
Abertura de la compuerta (a):	0.1 m
Coefficiente de contracción (Cc):	0.62

Ecuaciones:

$$Q = C_d b a \sqrt{2g y_1} \quad \text{m}^3/\text{s}$$

donde:

$$C_d = \frac{C_c C_v}{\sqrt{1 + \frac{C_c a}{y_1}}}$$

para fines prácticos:

Cc = 0.62

$$C_v = 0.96 + 0.079 \frac{a}{y_1}$$

b = ancho compuerta, m
 a = abertura compuerta, m
 y1 = tirante aguas arriba compuerta, m
 Cd = coeficiente descarga
 Cc = coeficiente contracción
 Cv = coeficiente velocidad

Elementos de una compuerta

$y_2 = C_c \times a$
 $L = \frac{a}{C_c}$

Resultados:

Coefficiente de velocidad (Cv):	0.9758
Coefficiente de descarga (Cd):	0.5706
Caudal (Q):	0.1251 m ³ /s
	125.1128 V/seg

Calcula

Limpiar Pantalla

Imprimir

Menú Principal

Calculadora

Calculos en compuertas y orificios

Compuerta
Orificio

Datos de la compuerta:

Ancho de la compuerta (b):	0.7 m
Tirante aguas arriba (y1):	0.5 m
Abertura de la compuerta (a):	0.20 m
Coefficiente de contracción (Cc):	0.62

Ecuaciones:

$$Q = C_d b a \sqrt{2g y_1} \quad \text{m}^3/\text{s}$$

donde:

$$C_d = \frac{C_c C_v}{\sqrt{1 + \frac{C_c a}{y_1}}}$$

para fines prácticos:

Cc = 0.62

$$C_v = 0.96 + 0.079 \frac{a}{y_1}$$

b = ancho compuerta, m
 a = abertura compuerta, m
 y1 = tirante aguas arriba compuerta, m
 Cd = coeficiente descarga
 Cc = coeficiente contracción
 Cv = coeficiente velocidad

Elementos de una compuerta

$y_2 = C_c \times a$
 $L = \frac{a}{C_c}$

Resultados:

Coefficiente de velocidad (Cv):	0.9916
Coefficiente de descarga (Cd):	0.5503
Caudal (Q):	0.2413 m ³ /s
	241.3145 V/seg

Calcula

Limpiar Pantalla

Imprimir

Menú Principal

Calculadora

Compuerta Oficio

Datos de la compuerta:

Ancho de la compuerta (b): m

Trante aguas arriba (y1): m

Abertura de la compuerta (a): m

Coefficiente de contracción (Cc):

Ecuaciones:

$$Q = C_d b a \sqrt{2g y_1} \quad \text{m}^3/\text{s}$$

donde:

$$C_d = \frac{C_c C_v}{\sqrt{1 + \frac{C_c a}{y_1}}}$$

b = ancho compuerta, m
a = abertura compuerta, m
y1 = tirante aguas arriba compuerta, m
Cd = coeficiente descarga
Cc = coeficiente contracción
Cv = coeficiente velocidad

para fines prácticos:
Cc = 0.62
 $C_v = 0.96 + 0.079 \frac{a}{y_1}$

Elementos de una compuerta

Resultados:

Coefficiente de velocidad (Cv):

Coefficiente de descarga (Cd):

Caudal (Q): m3/s
 l/seg

Compuerta Oficio

Datos de la compuerta:

Ancho de la compuerta (b): m

Trante aguas arriba (y1): m

Abertura de la compuerta (a): m

Coefficiente de contracción (Cc):

Ecuaciones:

$$Q = C_d b a \sqrt{2g y_1} \quad \text{m}^3/\text{s}$$

donde:

$$C_d = \frac{C_c C_v}{\sqrt{1 + \frac{C_c a}{y_1}}}$$

b = ancho compuerta, m
a = abertura compuerta, m
y1 = tirante aguas arriba compuerta, m
Cd = coeficiente descarga
Cc = coeficiente contracción
Cv = coeficiente velocidad

para fines prácticos:
Cc = 0.62
 $C_v = 0.96 + 0.079 \frac{a}{y_1}$

Elementos de una compuerta

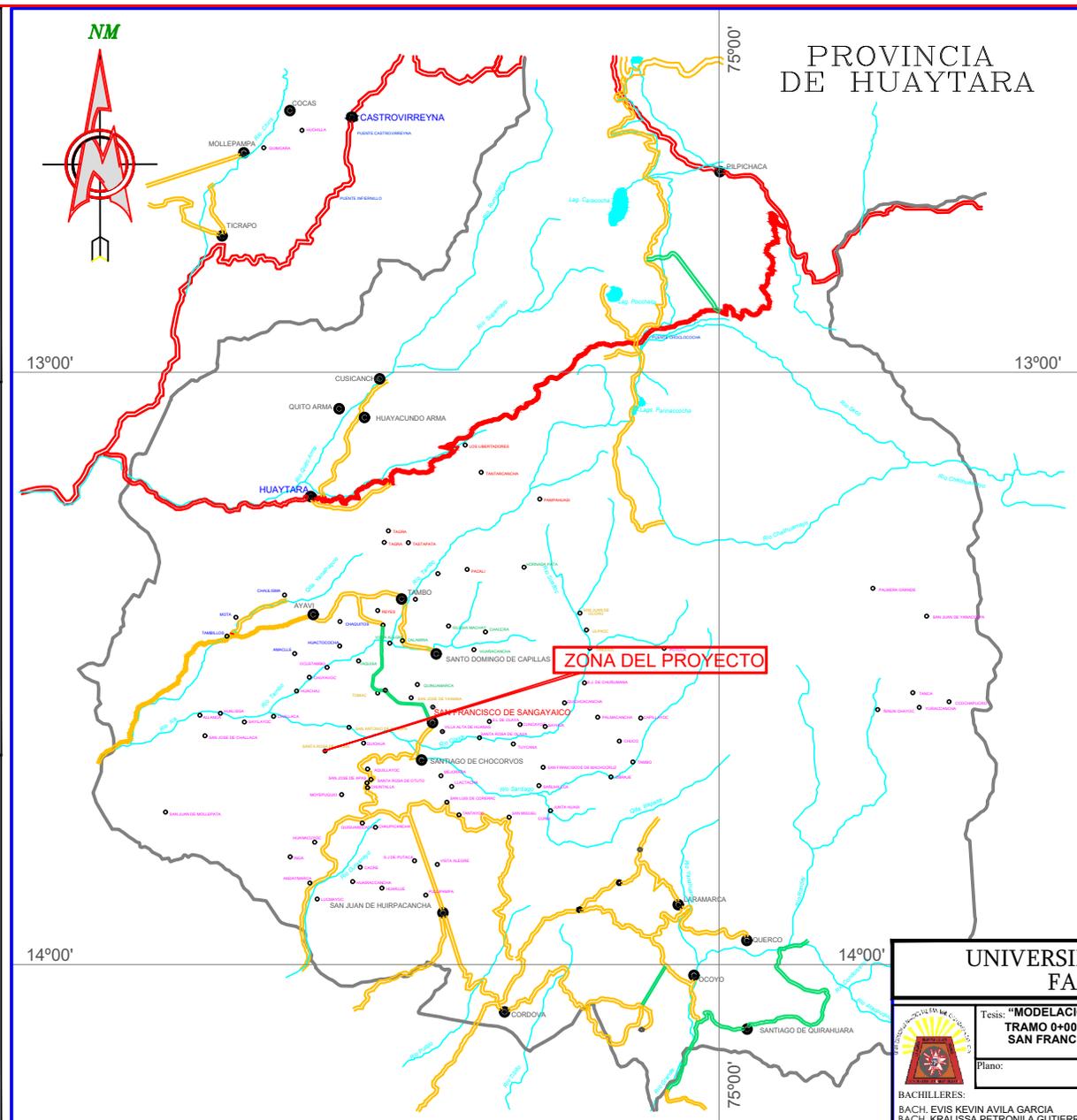
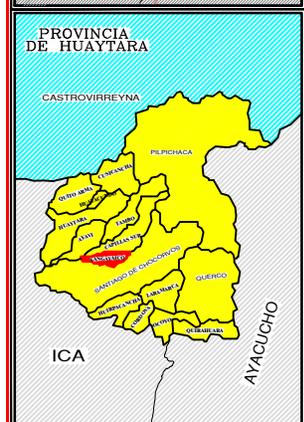
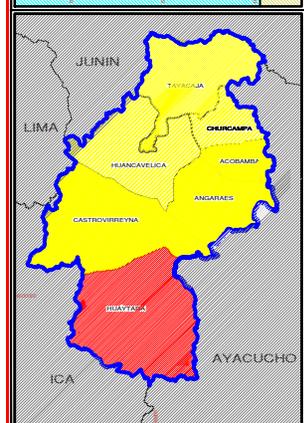
Resultados:

Coefficiente de velocidad (Cv):

Coefficiente de descarga (Cd):

Caudal (Q): m3/s
 l/seg

ANEXO 15: Plano de ubicación y localización (UL-01)



LEYENDA

- QUERO
- AYAVI
- SANTIAGO DE CHOCORVOS
- CAPILLAS
- SANGAYAICO
- Asfaltado
- Afirmado
- Sin Afirmar
- Puente
- Capital Provincial
- Capital Distrital
- Pueblo
- Unidocente
- Jardín
- PRONOEI
- Trocha Carrozable
- Proyectada
- Ríos
- Lagos
- Polidocente
- Multigrado

PLANO DE UBICACION
ESCALA 1:50,000

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Tesis: "MODELACION Y EVALUACION HIDRAULICA DEL CANAL DE IRRIGACION ACORA TRAMO 0+000 - 0+520, PARA UNA PROPUESTA DE DISEÑO HIDRAULICO, DISTRITO SAN FRANCISCO DE SANGAYAICO, PROVINCIA DE HUAYTARA, DEPARTAMENTO DE HUANCAVELICA"-2021

Plano: **UBICACION - LOCALIZACION**

BACHILLERES:
BACH. EVIS KEVIN AVILA GARCIA
BACH. KRALISSA PETRONILA GUTIERREZ SEMINARIO

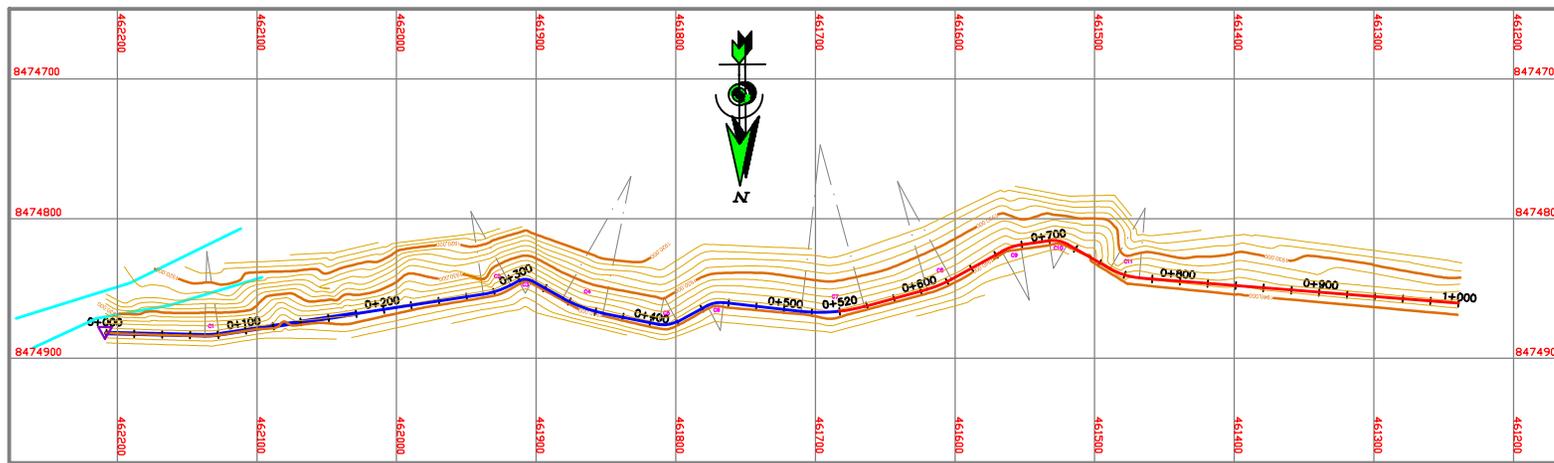
FECHA: OCTUBRE - 2021
ESCALA: INDICADA

DPTO: HUANCAVELICA
PROV: HUAYTARA

DIST: SAN FRANCISCO DE SANGAYAICO

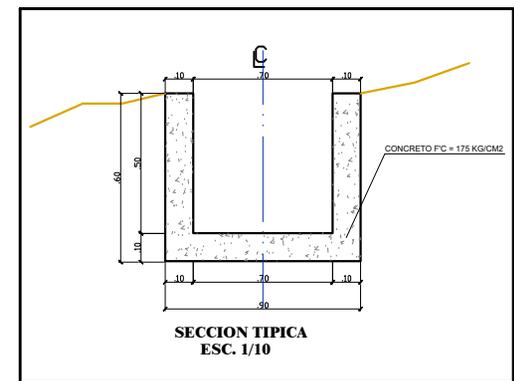
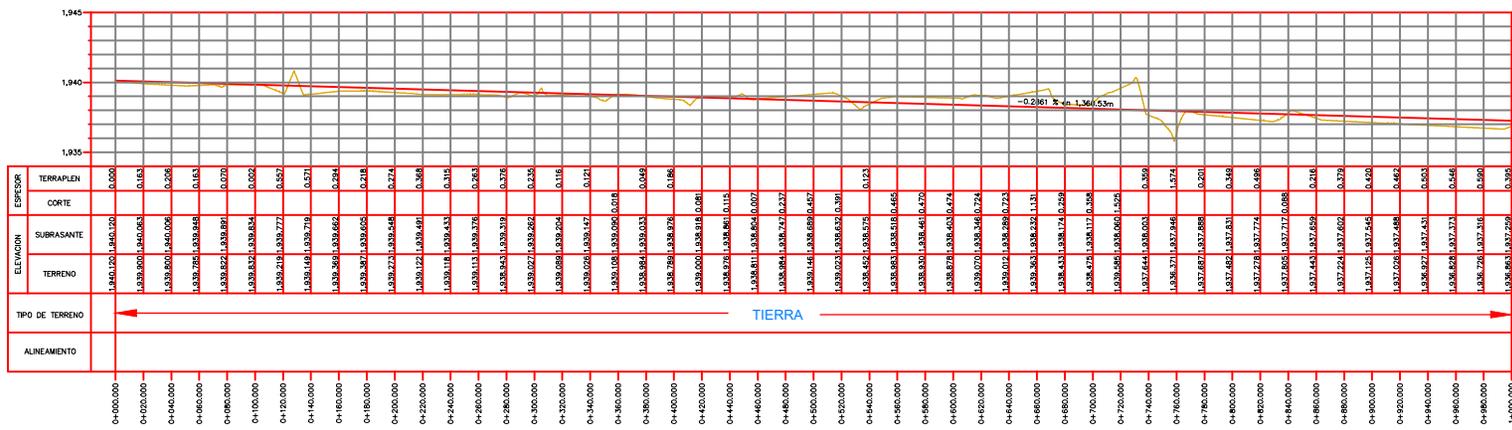
LABELA: **UL-01**

ANEXO 16: Plano planta, perfil longitudinal (PP-01)



PLANTA
ESC. 1/2,000

▲ TOMA DE CAPTACION
 ● CANOAS :
 --- CANAL DE CONCRETO PROYECTADO
 LT = 520.00 M.
 --- CANAL EXISTENTE DE CONCRETO
 LT = 480.00 M.



SECCION TIPICA
ESC. 1/10

ELEMENTOS DE CURVA											
PI	SENT.	DELTA	RADIO	EXT.	LC.	TANG.	PC	PI	PT	NORTE	ESTE
1	I	09°49'32"	60	0.22	10.29	5.16	0+070.645	0+075.803	0+080.935	8474883.64	462132.03
2	I	19°48'39"	60	0.91	20.75	10.48	0+272.231	0+262.798	0+262.976	8474852.65	461927.43
3	D	57°40'15"	10	1.42	10.07	5.51	0+295.445	0+304.551	0+309.511	8474841.98	461907.69
4	I	17°40'46"	100	1.20	30.86	15.55	0+334.712	0+350.263	0+365.568	8474864.57	461867.33
5	I	39°46'12"	20	1.27	13.88	7.23	0+406.100	0+413.334	0+419.982	8474877.26	461805.29
6	D	34°42'46"	20	0.95	12.12	8.25	0+444.265	0+450.516	0+456.362	8474859.41	461772.01
7	I	21°51'53"	120	2.22	45.79	23.18	0+512.433	0+535.511	0+558.236	8474869.11	461687.03
8	I	13°40'34"	80	0.57	19.10	9.59	0+604.626	0+614.219	0+623.721	8474848.14	461619.73
9	D	20°27'28"	40	0.65	14.28	7.22	0+684.951	0+672.169	0+679.234	8474819.98	461559.99
10	D	39°35'04"	20	1.19	13.47	7.06	0+659.894	0+708.895	0+713.363	8474814.29	461528.50
11	I	25°28'10"	50	1.26	22.23	11.30	0+748.620	0+759.920	0+770.847	8474841.57	461479.12

PERFIL LONGITUDINAL
H:1/2000
V:1/500

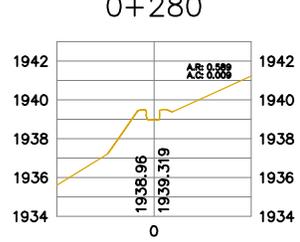
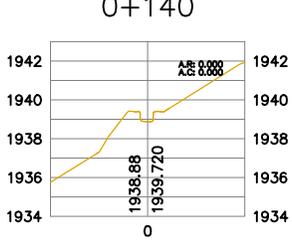
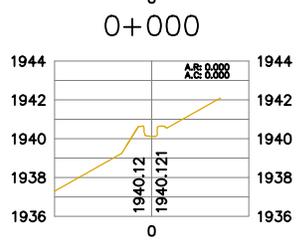
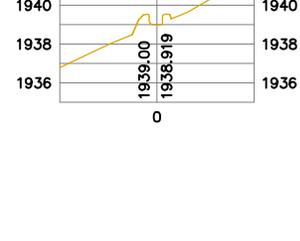
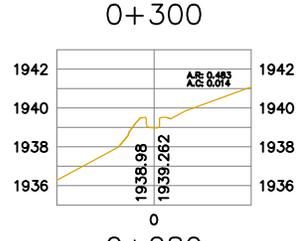
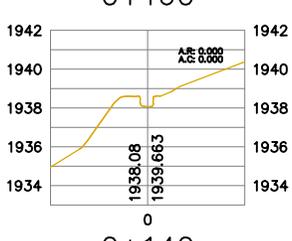
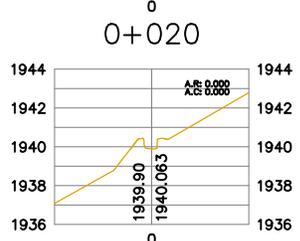
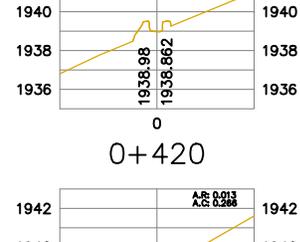
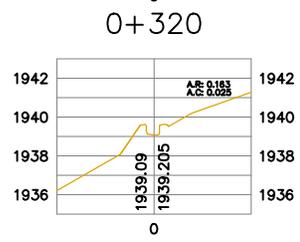
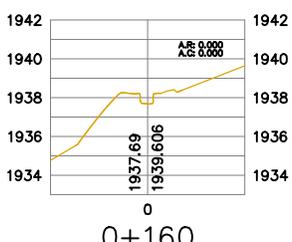
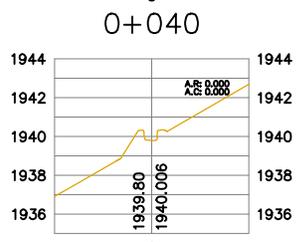
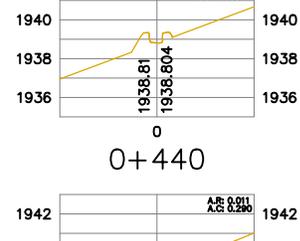
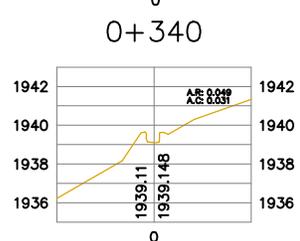
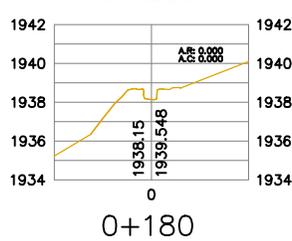
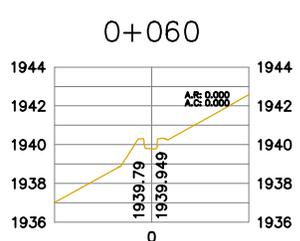
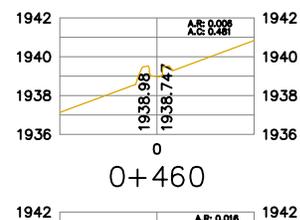
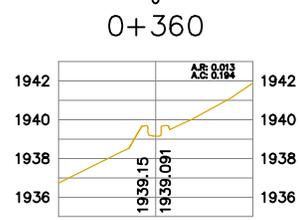
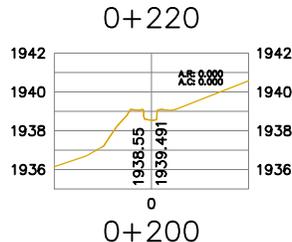
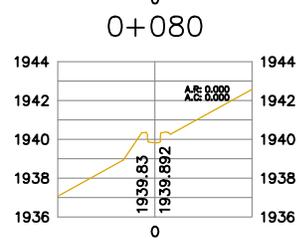
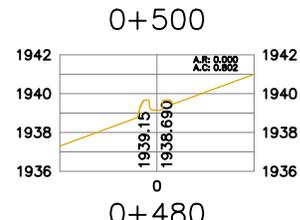
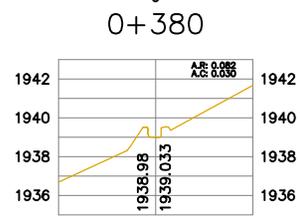
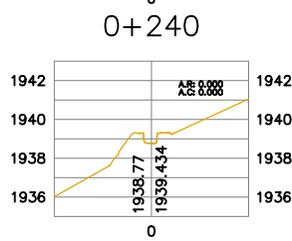
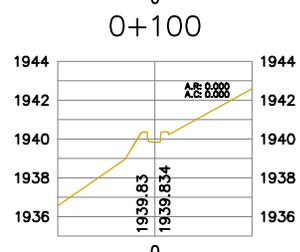
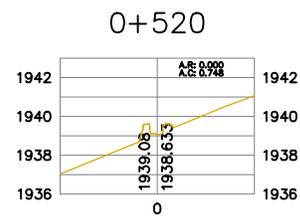
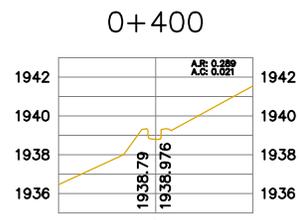
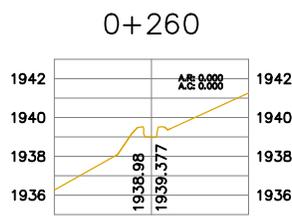
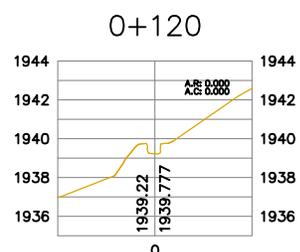
UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Tesis: "MODELACION Y EVALUACION HIDRAULICA DEL CANAL DE IRRIGACION ACORA
 TRAMO 0+000 - 0+520, PARA UNA PROPIUESTA DE DISEÑO HIDRAULICO, DISTRITO
 SAN FRANCISCO DE SANGAYACO, PROVINCIA DE HUAYTARA, DEPARTAMENTO
 DE HUANCAYELICA" 2021
 Plano: **PLANTA-PERFIL LONGITUDINAL**
 FECHA: OCTUBRE - 2021 DPTO: HUANCAYELICA DIST: SAN FRANCISCO DE SANGAYACO
 ESCALA: INDICADA PROV: HUAYTARA



BACHILLERES:
 BACH. EIVIS KEVIN AVILA GARCIA
 BACH. KRALISSA PETRONILA GUTIERREZ SEMINARIO



ANEXO 17: Plano secciones transversales (ST-01)



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Tesis: "MODELACION Y EVALUACION HIDRAULICA DEL CANAL DE IRRIGACION ACORA TRAMO 0+000 - 0+520, PARA UNA PROPUESTA DE DISEÑO HIDRAULICO, DISTRITO SAN FRANCISCO DE SANGAYACO, PROVINCIA DE HUAYTARA, DEPARTAMENTO DE HUANCAYELICA-2021"

Plan: SECCIONES TRANSVERSALES

BACHILLERES:
BACH. KEVIN AVILA GARCIA
BACH. KRALISSA PETRONILA GUTIERREZ SEMINARIO

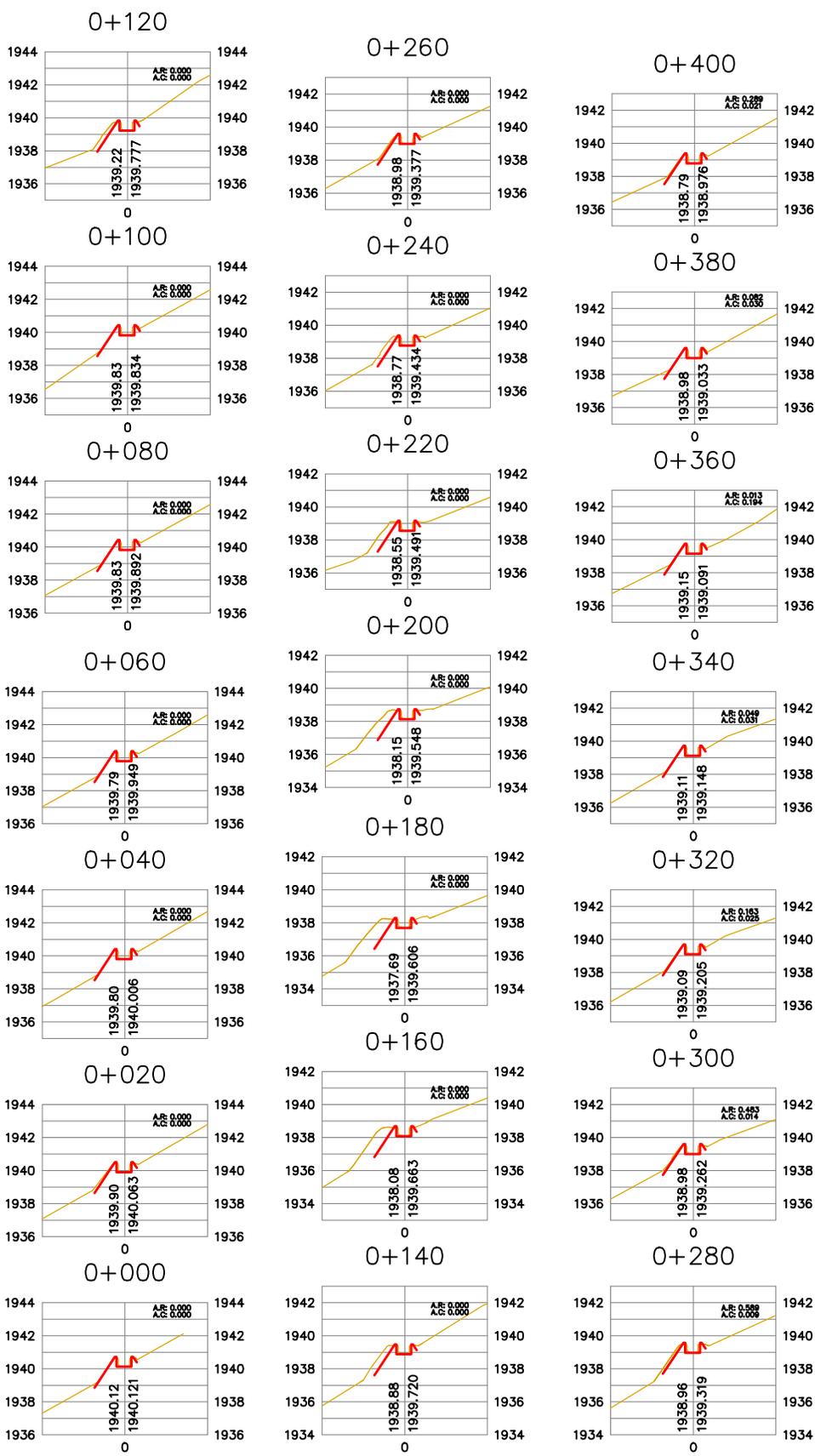
FECHA: OCTUBRE - 2021
ESCALA: INDICADA

DPTO: HUANCAYELICA
PROV: HUAYTARA

DIST: SAN FRANCISCO DE SANGAYACO

ST-01

ANEXO 18: Plano secciones transversales (ST-02)



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL			
Tesis: "MODELACION Y EVALUACION HIDRAULICA DEL CANAL DE IRRIGACION ACORA TRAMO 0+000 - 0+520, PARA UNA PROPUESTA DE DISEÑO HIDRAULICO, DISTRITO SAN FRANCISCO DE SANGAYACO, PROVINCIA DE HUAYTARA, DEPARTAMENTO DE HUANCAYELICA"			
SECCIONES TRANSVERSALES			
INGENIEROS: BACH. KEVIN AVILA GARCIA BACH. KRALISSA PETRONILA GUTIERREZ SEMINARIO	FECHA: OCTUBRE - 2021 ESCALA: INDICADA	DPTO: HUANCAYELICA PROV: HUAYTARA	DIST: SAN FRANCISCO DE SANGAYACO

ANEXO 19: Certificado de calibración de equipo topográfico



CONADECI S.A.C.

CORPORACION NATIVIDAD DEL CISNE S.A.C.
ALQUILER, VENTA, MANTENIMIENTO Y REPARACION DE
INSTRUMENTOS DE GEODESIA Y TOPOGRAFIA

Morales Bermudez Nº 167 Pueblo Libre - Lima

Telefax: 448-0579 Cel: 999 362 625

Email: servicios@conadeci.com www.conadeci.com

ESTACIONES
TEODOLITOS
NIVELES
TRIPODES
MIRAS, ETC

WILD
HEBRÜGG

Leica

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

INSTRUMENTO : ESTACIÓN TOTAL
MARCA : LEICA
MODELO : TCR407 POWER
NÚMERO : 660035
RAZÓN SOCIAL : CONRECO PERU E.I.R.L
RUC : 20604215031

DATOS DEL ENSAYO

TIPO : POR COLIMACIÓN
PATRÓN DE REFERENCIA : COLIMADOR
MARCA : LEICA
MODELO : N3 No. de serie 226062
CONDICIÓN AMBIENTAL : 17° C

PRUEBAS REALIZADAS

COLIMACIÓN HORIZONTAL	PRECISIÓN DEL INSTRUMENTO	ERROR MEDIDO
PRIMERA POSICIÓN 00°00'00"	7"	00.00
SEGUNDA POSICIÓN 180°00'00"		
COLIMACIÓN VERTICAL		
PRIMERA POSICIÓN 90°00'00"	7"	
SEGUNDA POSICIÓN 270°00'00"		00.00

FECHA DE EMISIÓN : 10-01-2021

FECHA DE CADUCIDAD : 10-01-2022

CERTIFICAMOS QUE EL EQUIPO EN MENCIÓN, SE ENCUENTRA TOTALMENTE REVISADO, CONTROLADO, CALIBRADO Y AJUSTADO, SEGÚN NORMA DIN 18723 CON UNA PRECISIÓN DE 7" UTILIZADO POR EL FABRICANTE EN EL 100% DE SU OPERATIVIDAD. SE UTILIZÓ EL SET DE COLIMADORES SEGÚN EL PROCEDIMIENTO DEL ÁNGULO DE INCLINACIÓN DEL COLIMADOR AUTOMÁTICO ENFOCADO AL INFINITO RESPECTO AL RETÍCULO DEL COLIMADOR.

Lima, 10 de Agosto del 2021

CONADECI S.A.C.

ALBERTO MONTALVO R.

Jefe del Dpto. Técnico

Nuestro servicio está respaldado y garantizado por experimentados Técnicos

WILD
HEBRÜGG

ANEXO 20: ENSAYOS DE LABORATORIO



EXPEDIENTE N° : 436.2021
 ESTUDIO : DICIEMBRE
 ATENCIÓN : AVILA GARCIA EVIS KEVIN
 PROYECTO : "EVALUACION Y DISEÑO HIDRAULICO DEL CANAL DE IRRIGACION ACORA TRAMO 0+000 - 0+520, SAN FRANCISCO DE SANGAYAICO - HUAYTARA - HUANCAVELICA - 2021"
 UBICACIÓN : DISTRITO DE SAN FRANCISCO DE SANGAYAICO, PROVINCIA DE HUAYTARA, DEPARTAMENTO DE HUANCAVELICA
 FECHA DE EMISIÓN : 04 DE DICIEMBRE DEL 2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422

CALICATA	C-01 PROG. 0+220
MUESTRA	M-1
PROF. (m)	3.00

TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
3"	75.000	100.00
2 1/2"	63.500	100.00
2"	50.800	100.00
1 1/2"	38.100	100.00
1"	25.400	86.71
3/4"	19.000	77.62
1/2"	12.700	72.28
3/8"	9.500	66.57
1/4"	6.350	60.37
N°4	4.760	57.00
N°10	2.000	48.45
N°20	0.840	44.20
N°30	0.590	39.01
N°40	0.425	33.30
N°60	0.260	27.98
N°100	0.149	24.45
N°200	0.075	20.21

% DE CONTENIDO DE HUMEDAD

13.74%

PORCENTAJES

% GRAVA	43.00%
% ARENA	36.79%
% FINO	20.21%
	100.00%

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318

% LIMITE LIQUIDO	29.62
% LIMITE PLASTICO	17.88
INDICE PLASTICO	11.74

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

SUCS ASTM D-2487	GC
AASHTO ASTM D-3282	A-2-6(0)
NOMBRE DE GRUPO	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA

OBSERVACIÓN : Muestra remitida por el solicitante. El laboratorio, no se responsabiliza por la veracidad de la misma.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004; 1993)

TERRALAB SAC

Ing. Civil Renzo G. Quispe Turpo
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO Y ASFALTO
 C.P. 135507



TERRALAB SAC

RUC 20568403038

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
CONSULTORIA DE OBRAS CIVILES

EXPEDIENTE N° : PE-436-01
 ESTUDIO : DICIEMBRE

ATENCIÓN : AVILA GARCIA EVIS KEVIN

PROYECTO : "EVALUACION Y DISEÑO HIDRAULICO DEL CANAL DE IRRIGACION ACORA TRAMO 0+000 - 0+520, SAN FRANCISCO DE SANGAYAICO - HUAYTARA - HUANCVELICA - 2021"

UBICACIÓN : DISTRITO DE SAN FRANCISCO DE SANGAYAICO, PROVINCIA DE HUAYTARA, DEPARTAMENTO DE HUANCVELICA

FECHA DE EMISIÓN : 04 DE DICIEMBRE DEL 2021

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

CALICATA :	C-01 PROG. 0+220	DIMENSIONES :	0.80 x 1.00 x 3.00
NAPA FREÁTICA :	NP	MÉTODO DE EXCAV :	MANUAL

PROF. (m)	GRÁFICA	SIMBOLOGÍA		DESCRIPCIÓN Forma del material granular,color,contenido de humedad, material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.
		SUCS	AASHTO	
0.10		GC	A-2-6(0)	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA, DE COLOR MARRON CLARO, EN ESTADO HUMEDO Y DE MEDIANA DIFICULTAD DE EXCAVACION.
0.20				
0.30				
0.40				
0.50				
0.60				
0.70				
0.80				
0.90				
1.00				
1.10				
1.20				
1.30				
1.40				
1.50				
1.60				
1.70				
1.80				
1.90				
2.00				
2.10				
2.20				
2.30				
2.40				
2.50				
2.60				
2.70				
2.80				
2.90				
3.00				

TERRALAB SAC

Ing. Civil **Genzo G. Quispe Turpo**
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO Y ASFALTO
 CIP. 135507

OBSERVACIÓN : Muestra remitida por el solicitante. El laboratorio, no se responsabiliza por la veracidad de la misma.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)



EXPEDIENTE N° :436.2021
 ESTUDIO : DICIEMBRE
 ATENCIÓN : AVILA GARCIA EVIS KEVIN
 PROYECTO : "EVALUACION Y DISEÑO HIDRAULICO DEL CANAL DE IRRIGACION ACORA TRAMO 0+000 - 0+520, SAN FRANCISCO DE SANGAYAICO - HUAYTARA - HUANCVELICA - 2021"
 UBICACIÓN : DISTRITO DE SAN FRANCISCO DE SANGAYAICO, PROVINCIA DE HUAYTARA, DEPARTAMENTO DE HUANCVELICA
 FECHA DE EMISIÓN : 04 DE DICIEMBRE DEL 2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422

CALICATA	C-02 PROG. 0+440
MUESTRA	M-1
PROF. (m)	3.00

TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
3"	75.000	100.00
2 1/2"	63.500	100.00
2"	50.800	100.00
1 1/2"	38.100	100.00
1"	25.400	89.80
3/4"	19.000	80.91
1/2"	12.700	73.73
3/8"	9.500	65.22
1/4"	6.350	58.04
N°4	4.760	54.15
N°10	2.000	47.51
N°20	0.840	42.59
N°30	0.590	36.59
N°40	0.425	29.99
N°60	0.260	23.84
N°100	0.149	19.76
N°200	0.075	14.86

% DE CONTENIDO DE HUMEDAD	
14.16%	

PORCENTAJES	
% GRAVA	45.85%
% ARENA	39.29%
% FINO	14.86%
100.00%	

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
% LIMITE LIQUIDO	23.11
% LIMITE PLASTICO	16.17
INDICE PLASTICO	6.94

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
SUCS ASTM D-2487	GC-GM
AASHTO ASTM D-3282	A-2-4(0)
NOMBRE DE GRUPO	GRAVA LIMOSA-ARCILLOSA CON ARENA

TERRALAB SAC
 Ing. Civil Renzo G. Quispe Turpo
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS

OBSERVACIÓN : Muestra remitida por el solicitante. El laboratorio, no se responsabiliza por la veracidad de la misma.

CIP. 135507

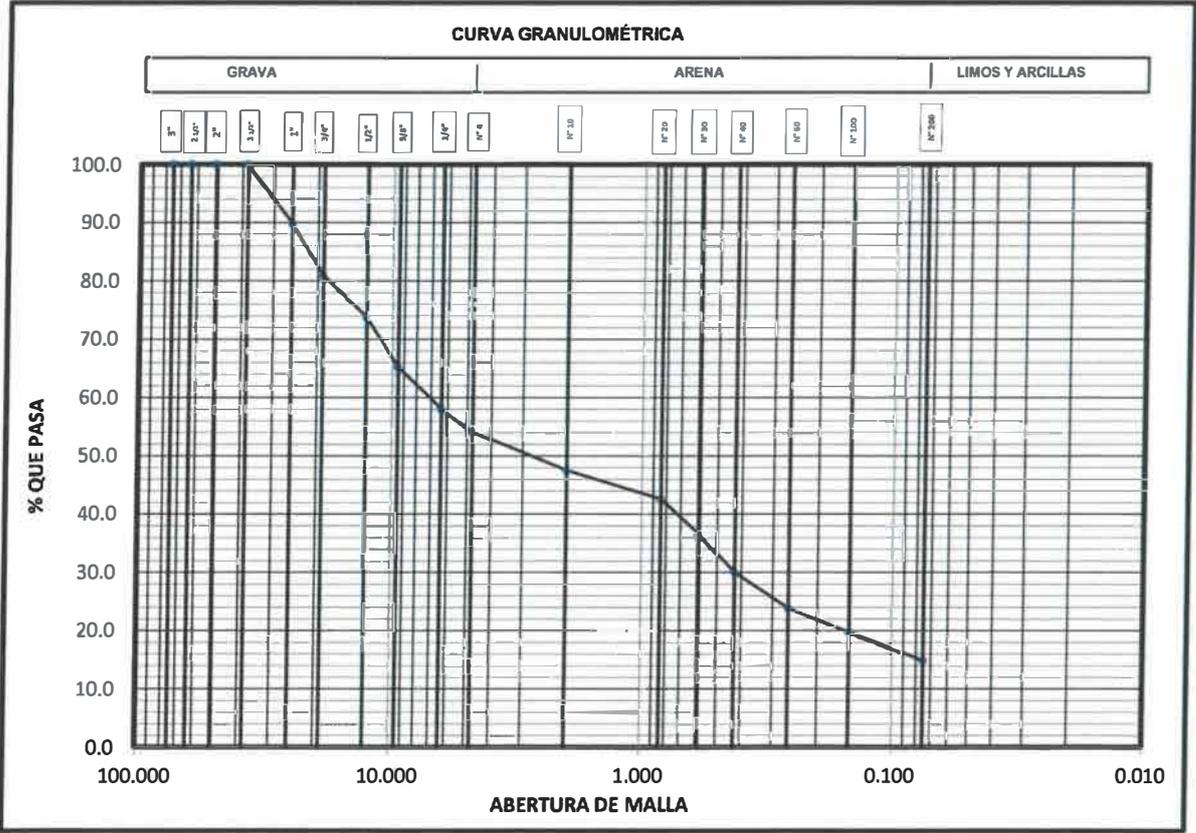
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004; 1993)



EXPEDIENTE N° :436.2021
 ESTUDIO :DICIEMBRE
 ATENCIÓN : AVILA GARCIA EVIS KEVIN
 PROYECTO : "EVALUACION Y DISEÑO HIDRAULICO DEL CANAL DE IRRIGACION ACORA TRAMO 0+000 - 0+520, SAN FRANCISCO DE SANGAYAICO - HUAYTARA - HUANCAVELICA - 2021"
 UBICACIÓN : DISTRITO DE SAN FRANCISCO DE SANGAYAICO, PROVINCIA DE HUAYTARA, DEPARTAMENTO DE HUANCAVELICA
 FECHA DE EMISIÓN : 04 DE DICIEMBRE DEL 2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422

CALICATA	C-02 PROG. 0+440
MUESTRA	M-1
PROF. (m)	3.00





TERRALAB SAC

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
CONSULTORIA DE OBRAS CIVILES

RUC 20568403038

EXPEDIENTE N° : PE-436-01
 ESTUDIO : DICIEMBRE

ATENCIÓN : AVILA GARCIA EVIS KEVIN

PROYECTO : "EVALUACION Y DISEÑO HIDRAULICO DEL CANAL DE IRRIGACION ACORA TRAMO 0+000 - 0+520, SAN FRANCISCO DE SANGAYAICO - HUAYTARA - HUANCVELICA - 2021"

UBICACIÓN : DISTRITO OE SAN FRANCISCO DE SANGAYAICO, PROVINCIA DE HUAYTARA, DEPARTAMENTO DE HUANCVELICA

FECHA DE EMISIÓN : 04 DE DICIEMBRE DEL 2021

PERFIL ESTRATIGRAFICO

CALICATA:	C-02 PROG. 0+440	DIMENSIONES:	0.80 x 1.00 x 3.00
NAPA FREÁTICA:	NP	MÉTODO DE EXCAV:	MANUAL

PROF. (m)	GRÁFICA	SIMBOLOGÍA		DESCRIPCIÓN
		SUCS	AASHTO	Forma del material granular,color,contenido de humedad, material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.
0.10		GC-GM	A-2-4(0)	GRAVA LIMOSA-ARCILLOSA CON ARENA, DE COLOR MARRON CLARO, EN ESTADO HUMEDO Y DE MEDIANA DIFICULTAD DE EXCAVACION.
0.20				
0.30				
0.40				
0.50				
0.60				
0.70				
0.80				
0.90				
1.00				
1.10				
1.20				
1.30				
1.40				
1.50				
1.60				
1.70				
1.80				
1.90				
2.00				
2.10				
2.20				
2.30				
2.40				
2.50				
2.60				
2.70				
2.80				
2.90				
3.00				

TERRALAB SAC

Ing. Civil **Renzo G. Quispe Turpo**
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO Y ASFALTO
 CIF: 135507

OBSERVACIÓN : Muestra remitida por el solicitante. El laboratorio, no se responsabiliza por la veracidad de la misma.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)



II. ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

ESTADO : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
MUESTRA : M-1
CALICATA : C-01 PROG. 0+220

Especimen N°	I	II	III
Diametro del anillo (cm)	6.36	6.36	6.36
Altura Inicial de muestra (cm)	2.14	2.14	2.14
Densidad húmeda inicial (gr/cm ³)	1.520	1.520	1.520
Densidad seca inicial (gr/cm ³)	1.400	1.400	1.400
Cont. de humedad inicial (%)	13.74	13.74	13.74
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (cm)	2.054	1.977	1.927
Altura final de muestra (cm)	2.043	1.988	1.942
Densidad húmeda final (gr/cm ³)	2.394	2.667	2.717
Densidad seca final (gr/cm ³)	1.977	2.201	2.240
Cont. de humedad final (%)	21.06	21.17	21.27
Esfuerzo normal (kg/cm ²)	0.5	1.0	1.5
Esfuerzo de corte maximo (kg/cm ²)	0.439	0.288	0.958
Angulo de fricción interna :	27.43 °		
Cohesion (Kg/cm ²) :	0.043		

TERRALAB SAC
Ing. Civil **Renzo G. Quispe Turpo**
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO
CIP. 135507



SOLICITANTE : AVILA GARCIA EVIS KEVIN

PROYECTO : "EVALUACION Y DISEÑO HIDRAULICO DEL CANAL DE IRRIGACION ACORA TRAMO 0+000 - 0+520,
SAN FRANCISCO DE SANGAYAICO - HUAYTARA - HUANCAVELICA - 2021"

UBICACIÓN : DISTRITO DE SAN FRANCISCO DE SANGAYAICO, PROVINCIA DE HUAYTARA, DEPARTAMENTO DE
HUANCAVELICA

FECHA DE EMISIÓN : 04 DE DICIEMBRE DEL 2021

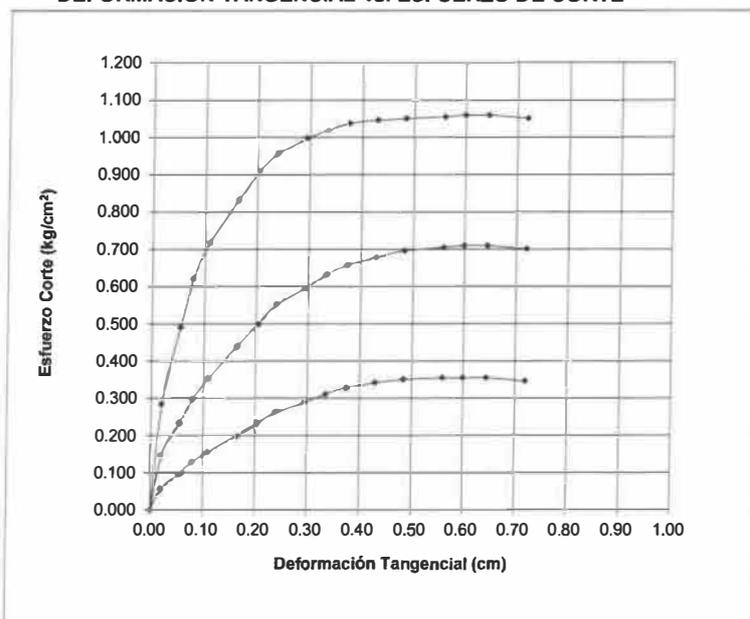
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

Estado : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)

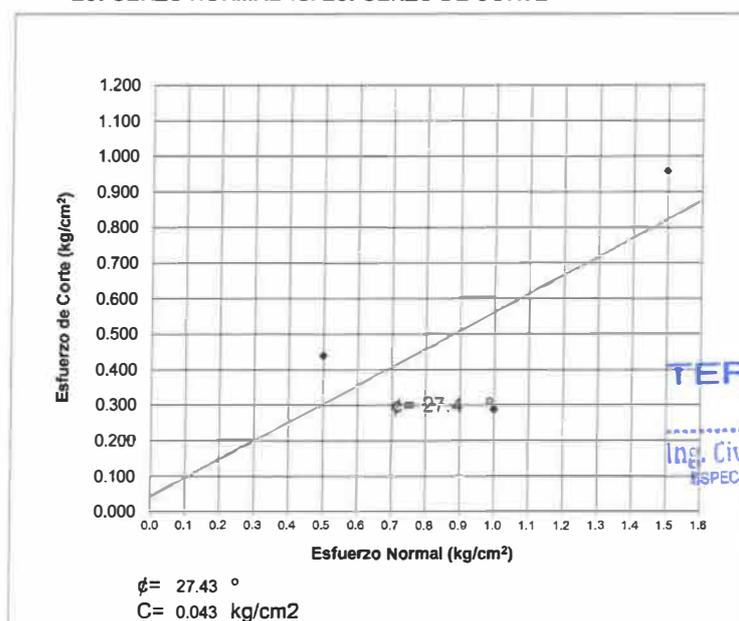
CALICATA: C-01 PROG. 0+220

MUESTRA: M-1

DEFORMACION TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



TERRALAB SAC

Ing. Civil Renzo G. Quispe Turpo
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO
C.I.P. : 35507



II. ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

ESTADO : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
MUESTRA : M-1
CALICATA : C-02 PROG. 0+440

Especimen N°	I	II	III
Diametro del anillo (cm)	6.36	6.36	6.36
Altura Inicial de muestra (cm)	2.15	2.15	2.15
Densidad húmeda inicial (gr/cm ³)	1.430	1.430	1.430
Densidad seca inicial (gr/cm ³)	1.310	1.310	1.310
Cont. de humedad inicial (%)	14.16	14.16	14.16
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (cm)	2.059	1.980	1.934
Altura final de muestra (cm)	2.053	1.998	1.952
Densidad húmeda final (gr/cm ³)	2.382	2.653	2.703
Densidad seca final (gr/cm ³)	1.947	2.168	2.207
Cont. de humedad final (%)	22.34	22.41	22.48
Esfuerzo normal (kg/cm ²)	0.5	1.0	1.5
Esfuerzo de corte maximo (kg/cm ²)	0.437	0.316	1.006
Angulo de fricción interna :	29.62 °		
Cohesion (Kg/cm ²) :	0.018		

TERRALAB SAC
.....
Ing. Civil Benzo G. Quispe Turpo
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO
SIE 135507



SOLICITANTE : AVILA GARCIA EVIS KEVIN

PROYECTO : "EVALUACION Y DISEÑO HIDRAULICO DEL CANAL DE IRRIGACION ACORA TRAMO 0+000 - 0+520, SAN FRANCISCO DE SANGAYAICO - HUAYTARA - HUANCAVELICA - 2021"

UBICACIÓN : DISTRITO DE SAN FRANCISCO DE SANGAYAICO, PROVINCIA DE HUAYTARA, DEPARTAMENTO DE HUANCAVELICA

FECHA DE EMISIÓN : 04 DE DICIEMBRE DEL 2021

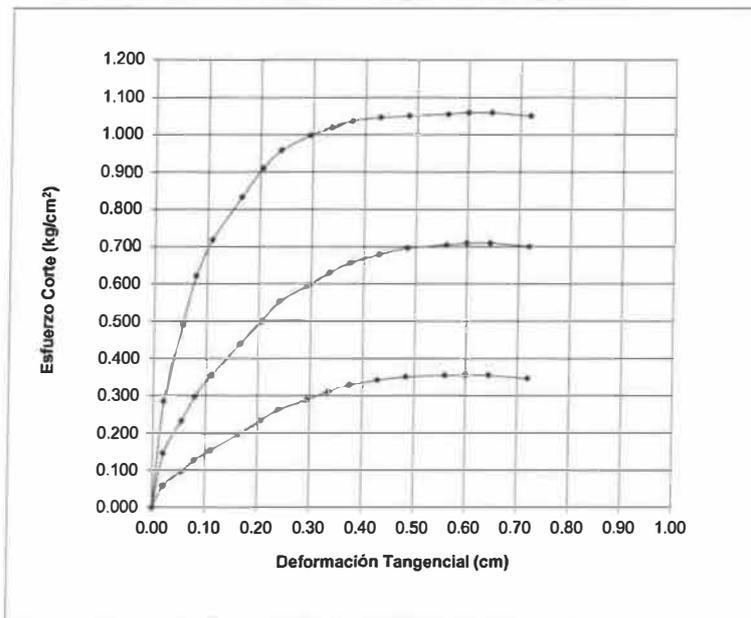
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

Estado : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)

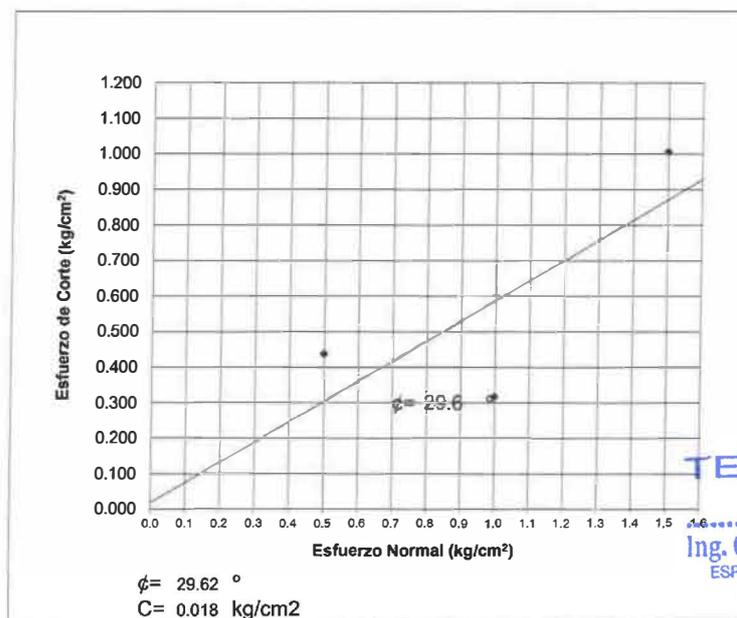
CALICATA: C-02 PROG. 0+440

MUESTRA: M-1

DEFORMACION TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



TERRALAB SAC
 Ing. Civil Renzo G. Quispe Turpo
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO Y ASFALTO
 CIP. 135507

ANEXO 21: Panel Fotográfico

