

**Práctica empresarial como auxiliar de ingeniería en la empresa IBG Ingeniería E.U
aplicando el software HEC-RAS 5.0.3.**

Sergio Andrés Salas Virviescas

Trabajo de grado para optar al Título de Ingeniero Civil

Director

Andrés Almeyda Ortiz

MSc en Ingeniería Civil

Tutor

Iban Gustavo Blanco

Ingeniero Civil

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2019

Contenido

	Pág.
Introducción	10
1. Generalidades.....	11
1.1 Planteamiento y justificación del problema.	11
1.2 Alcance del proyecto.....	11
1.3 Objetivos	12
1.3.1 Objetivo general.....	12
1.3.2 Objetivos específicos	12
2. Marco de Referencia	12
3. Glosario.....	14
4. Descripción de la empresa	15
4.1 Información general de la empresa.	15
4.2 Misión	15
4.3 Visión.....	16
5. Generación de guía metodológica.....	16
5.1 Metodología:	17
5.2 Modelación de canales abiertos	18
5.3 Estudios y diseños para la construcción del acueducto del centro poblado del corregimiento el llanito del municipio de barrancabermeja santander.	20

6. Actividades realizadas para la empresa	21
6.1 Modelación hidráulica de la red de distribución.....	22
6.1.1 Elaboración de planos Planta perfil para el sistema de distribución.....	22
6.2 Estudio hidrológico e hidráulico para determinar cota de inundación sobre la quebrada la estancia sector San Martin municipio Piedecuesta departamento de Santander.....	23
6.2.1 Elaboración de análisis de precios unitarios.	23
6.2.2 Generación de modelo hidráulico en Hec-Ras.....	24
6.2.3 Elaboración de plano en planta con el nivel de inundación para cada Tr.....	25
6.3 Estudio de riesgo detallado de inundación para los municipios gamarra y Chiriguana departamento del Cesar.....	25
6.3.1 Generación de modelo hidráulico en Hec-Ras.....	25
6.3.2 Elaboración de plano en planta con el nivel de inundación para cada Tr.....	26
6.4 Consultoría para la elaboración estudios y diseños para el sistema de acueducto de la vereda el palmar, y de los sistemas de acueducto y alcantarillado de la vereda Rasgon sector la Bricha, del municipio Macaravita Santander.	27
6.4.1 Presentación de la propuesta en el Portal Único de Contratación.....	27
6.4.2 Visita topográfica.....	28
6.4.3 Elaboración de diagnóstico.	29
6.4.4 Modelación de redes de distribución.	29
7. Conclusiones	30
Referencias Bibliograficas	32
Apéndices.....	33

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Secciones Transversales Vista en planta.	19
Figura 2. Secciones Transversales Vista frontal	19
Figura 3. Caudales para cada TR	20
Figura 4. Condición de pendientes, Fuente Ibg ingeniería.....	20
Figura 5. Modelo en Epanet El Llanito	22
Figura 6. Plano Planta Perfil El Llanito	23
Figura 7. Formato de presupuestos El Llanito	24
Figura 8. Formato Análisis de precios unitarios El Llanito	24
Figura 9. Secciones planta Q. La Estancia.....	24
Figura 10. Sección frontal Q. La Estancia.....	25
Figura 11. Inundación en Planta Q. La Estancia	25
Figura 12. Sección frontal Ciénagas Gamarra	26
Figura 13. Secciones planta Ciénagas Gamarra	26
Figura 14. Inundación en Planta Ciénagas Gamarra	27
Figura 15. Proceso modalidad méritos abiertos	28
Figura 16. Registro fotográfico visita Topográfica.....	28
Figura 17. Modelo sector la Bricha.....	29
Figura 18. Modelo Vereda el Palmar	30

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A. Guía metodológica para la modelación de canales abiertos utilizando el software HEC-RAS.....	33

Resumen

Título: Practica empresarial como auxiliar de ingeniería en la empresa IBG ingeniería E.U aplicando el software HEC-RAS 5.0.3*.

Autor: Sergio Andrés Salas Virviescas**

Palabras Claves: Diseño, Proyectos, Presupuestos, Visita topográfica, Software, Propuestas.

Descripción:

La práctica empresarial como auxiliar en la empresa IBG INGENIERIA permitió aplicar los conocimientos obtenidos a lo largo de la formación universitaria. En consecuencia, la práctica se fundamentó en el apoyo en el proceso de ejecución de proyectos relacionados a la modelación de canales abiertos, siendo el resultado una guía metodológica para elaborar modelos en el software HEC-RAS. Además de esto se ejercieron otras funciones en la empresa, en el ámbito del diseño de acueductos, elaboración de planos y de presentación de propuestas técnico económicas.

Por otra parte, se adquirió experiencia en la elaboración y análisis de precios unitarios, informes de proyectos y en el uso de diferentes softwares especializados para diversas ramas de la ingeniería, y asimismo la ejecución de múltiples visitas técnicas. Cabe resaltar que para cada una de las actividades mencionadas anteriormente se debe utilizar la normativa vigente. Finalmente, en el presente documento se describen las actividades y proyectos realizados a lo largo de la práctica empresarial para dar solución a los requerimientos establecidos por la empresa, los cuales a su vez permiten fortalecer los conceptos adquiridos en el programa de Ingeniería Civil.

Cabe resaltar que para cada una de las actividades mencionadas anteriormente se debe utilizar la normativa vigente. Finalmente, en el presente documento se describen las actividades y proyectos realizados a lo largo de la práctica empresarial para dar solución a los requerimientos establecidos por la empresa, los cuales a su vez permiten fortalecer los conceptos adquiridos en el programa de Ingeniería Civil.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas Escuela de Ingeniería Civil Director Andrés Almeyda Ortiz Ingeniero Civil, MSc Tutor Iban Gustavo Blanco Ingeniero Civil, MSc

Abstract

Title: Practica empresarial como auxiliar de ingeniería en la empresa IBG ingeniería E.U aplicando el software HEC-RAS 5.0.3*.

Author: Sergio Andrés Salas Virviescas**

Key Words: Design, Projects, Budgets, Topographical Visit, Software, Proposals.

Description:

The internship engineering as an assistant in the company IBG INGENIERIA allowed to apply the knowledge obtained throughout the university education. Consequently, the practice consisted of supporting the process of project execution related to the open channels modelization, the result being a methodological guide to develop models with HEC-RAS software. In addition to this, other functions were exercised in the company, in the area of water supply systems, plans elaboration and presentation of technical economic proposals.

On the other hand, experience was acquired in the elaboration and analysis of unit prices, project reports and in the use of different specialized software for different areas of Civil Engineering, as well as the execution of multiple technical visits. It is important to point out that for each activity mentioned above, the current regulations must be used. Finally, this document describes the activities carried out throughout the internship to solve all the requirements established by the company, which allows strengthening all the concepts acquired in the Civil Engineering program.

It is important to point out that for each activity mentioned above, the current regulations must be used. Finally, this document describes the activities carried out throughout the internship to solve all the requirements established by the company, which allows strengthening all the concepts acquired in the Civil Engineering program.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas Escuela de Ingeniería Civil Director Andrés Almeyda Ortiz Ingeniero Civil, MSc Tutor Iban Gustavo Blanco Ingeniero Civil, MSc

Introducción

La Ingeniería Civil en los últimos años ha representado uno de los sectores con mayor crecimiento en el país (El Tiempo, 2018), dado esto, se produce la necesidad de crear profesionales íntegros totalmente capaces con los retos de construir, diseñar y revisar proyectos de grandes o pequeñas magnitudes, dentro de los componentes de la ingeniería civil se encuentra la generación de proyectos en aguas y saneamiento ambiental que permiten mejorar la calidad de vida de las personas.

Por ende, se hace pertinente, que los ingenieros civiles tengan la experiencia suficiente para solventar proyectos de tal dimensión. En consecuencia, a lo anterior, una práctica empresarial le brinda al futuro ingeniero una experiencia relevante como preámbulo al relacionamiento con proyectos y a experiencias reales, encaminado a la construcción de un profesional íntegro.

Para la presente práctica empresarial, IBG INGENIERIA le ofrece al postulante una experiencia en estudio, diseño y modelado de acueductos y canales abiertos, del cual se podrá capacitar en hidrología, hidrogeología y diferente software como EPANET y HEC-RAS.

Para esta práctica, se procederá a entregar la presentación del trabajo realizado por el practicante al momento de brindar apoyo a la empresa, que fue su objetivo principal, mediante la descripción de técnicas utilizadas para completar tareas asignadas y los procedimientos pertinentes.

1. Generalidades

1.1 Planteamiento y justificación del problema.

Una de las mayores problemáticas en el ámbito laboral de la actualidad es la falta de práctica de los recién egresados y llevar a la realidad los conocimientos teóricos adquiridos en la institución educativa (Empleo Juvenil, 2018).

El propósito de las ingenierías es llevar a la realidad en hechos demostrables y medibles los conceptos (Léon, 2016), además de enfrentar al individuo a problemas de carácter real y a condiciones no idóneas, haciendo que la practica haga parte fundamental del proceso ingenieril.

Por las razones anteriores, la realización de una práctica empresarial para optar por un título profesional ayuda a fortalecer competencias adquiridas a lo largo de la etapa meramente académica, ayudando a la competitividad en el ámbito laboral y la adquisición de destrezas para el desarrollo personal.

1.2 Alcance del proyecto.

Para el desarrollo de la práctica empresarial el lineamiento clave será brindar apoyo en los proyectos que este ejecutando la empresa, mediante la entrega de informes, nuevas propuestas, tareas propias del estudio, diseño y modelado de los proyectos

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general Realizar una práctica empresarial en la empresa IBG ingeniería E.U, como auxiliar de ingeniería, dando soporte a los requerimientos técnicos de la empresa, aplicando el software HEC-RAS en su versión 5.0.3.

1.3.2 Objetivos específicos

- Elaborar guía metodológica para la modelación de canales abiertos, utilizando el software libre HEC-RAS en la versión 5.0.3.
- Realizar actividades enmarcadas en la ejecución de proyectos en el tema hidrológico, hidráulico y medio ambiente, para la empresa IBG ingeniería.
- Mejoramiento en la documentación técnica referente a las normativas de diseño y modelado de canales abiertos.

2. Marco de Referencia

Una práctica empresarial es una actividad académica que consiste en la aplicación de los conocimientos teórico prácticos adquiridos durante el desarrollo curricular y pretende ponerlo en contacto con el entorno laboral (Dirección de prácticas empresariales, 2016), Este proyecto se

enfoca en la realización de una práctica empresarial en la empresa IBG ingeniería Eu con énfasis en la modelación de canales abiertos, uno de los fuertes de la empresa.

Un canal abierto es un conducto por el cual circula un flujo con su superficie expuesta a la atmosfera, esta definición abarca los flujos que ocurren en canales naturales como canales artificiales. El movimiento del fluido en este tipo de canales es producido por efectos de la gravedad, a nivel regional y nacional se desarrollan proyectos en los cuales se evidencia la presencia de cuerpos hídricos los cuales deben ser estudiados para su protección y la protección de posibles obras que se puedan generar en sus zonas aledañas. Es por esto que las modelaciones se utilizan para identificar el comportamiento de estos cuerpos hídricos, los cuales son tomados como canales abiertos, que deben ser estudiados desde su característica hidráulica por medio de topografía y características del lecho para la identificación de los coeficientes de rugosidad (French, 1985).

La obtención de un modelo que recoja todas las características geométricas, hidráulicas y dinámicas de un canal son imprescindibles para que un proyecto tenga éxito, los diversos softwares especializados han sido desarrollados por empresas con una clara vocación investigadora (Romero, 2012).

Para el desarrollo del proyecto se optó por utilizar el software HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System), desarrollado por el US Army corps of Engineers el cual es uno de los programas de referencia dentro de su campo, se trata de un software gratuito utilizado para la modelización hidráulica unidimensional, nos permite simular flujos en cauces naturales o canales artificiales para determinar el nivel de agua. (Polo, 2014).

3. Glosario

En este módulo se describen los conceptos, definiciones y herramientas software usadas para el desarrollo del proyecto

- **Canal abierto:** “Por definición, un canal abierto es un conducto por el cual circula un flujo, que tiene superficie libre expuesta a la atmosfera”, como, por ejemplo: Ríos, quebradas, canales artificiales, etc.” (French, 1985).
- **HEC-RAS:** Es un software utilizado para realizar cálculos hidráulicos para una red completa de canales naturales y artificiales (Polo, 2014).
- **Epanet:** “Es un programa de ordenador que realiza simulaciones en periodos prolongados del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de suministro a presión.” (Rossman, 2001)
- **Caudal:** “Se conoce como caudal, a la cantidad de fluido que circula a través de una sección de un ducto, ya sea tubería, cañería, oleoducto, río, canal, por unidad de tiempo.” (Chow, 1994)
- **Coeficiente de Manning:** “Se fundamenta en los parámetros de la sección hidráulica de la estructura de conducción y en la rugosidad de dicha sección. Los parámetros hidráulicos del cauce son el área, el perímetro mojado, el radio hidráulico y la pendiente hidráulica, cuyos valores son fáciles de determinar una vez que se ha definido el tipo de sección y la diferencia de nivel que hay que vencer en el transporte (pendiente).” (Levi, 1991)

4. Descripción de la empresa

4.1 Información general de la empresa.

IBG INGENIERÍA es una empresa bumanguesa generadora de proyectos y consultoría en el sector de infraestructura, especializada en las áreas de hidrología, hidrogeología, hidráulica, geología, geotecnia y medio ambiente. Realizando sus proyectos por medio de la innovación en la planeación, ejecución y seguimiento del servicio con alta confiabilidad y calidad, alcanzando la excelencia en su desarrollo con óptimos resultados.

Gerente general Ibg Ingeniería: Iban Blanco González

Dirección: Carrera 27 # 37-33 Centro empresarial Green GOLD, oficina 804, Bucaramanga, Santander.

Teléfono: (7) 6423449

Correo: administracion@ibgingenieria.com

4.2 Misión

Ibg Ingeniería es una empresa dedicada a generar proyectos y consultoría en el sector de infraestructura y medio ambiente, en las especialidades de hidrología, hidrogeología, hidráulica, geología, geotecnia y medio ambiente, apoyados en la innovación, estandarización, mejoramiento continuo de sus procesos y competencia técnica del personal, con el fin de cumplir con los

requisitos y expectativas de nuestros clientes y partes interesadas, brindar bienestar al equipo de trabajo y contribuir con el desarrollo sostenible.

4.3 Visión

Para el año 2020, Ibg Ingeniería afianzará su presencia en el mercado nacional en las áreas de hidrología, hidráulica y medio ambiente a través de la innovación en la prestación de sus servicios y la competencia técnica y humana de su equipo de trabajo, logrando la sostenibilidad financiera de la empresa y el reconocimiento en la promoción del desarrollo sostenible en las actividades de clientes y partes interesadas.

5. Generación de guía metodológica

La necesidad de crear una sistematización técnica de modelación de canales abiertos con el software HEC-RAS dio lugar a la práctica empresarial, mediante la cual se trabajó en la elaboración de una guía metodológica, que permite la descripción detallada del procedimiento que se debe seguir a la hora de generar dicho modelado. Con la finalidad de agilizar el proceso de capacitar futuros auxiliares.

5.1 Metodología:

Para el objetivo planteado se propuso un paso a paso, el cual permite a lo largo de la práctica cumplir con los requerimientos que la empresa solicite y a su vez completar la elaboración de la guía metodológica.

- Trabajo presencial o acoplamiento: Se realizó la inducción a la práctica con el propósito de ambientarse y vincularse efectivamente a la propuesta de trabajo con una organización, en esta etapa se adquirieron labores específicas en la empresa, además se inició la ejecución de proyectos utilizando el software Hec-ras, a su vez la realización de informes semanales; al culminar la cuarta semana se envió un informe de desempeño y se realizó una reunión con el director y el tutor para discutir resultados, además de posibles mejoras.
- Trabajo dirigido: Después de discutir los resultados de las semanas de acoplamiento se pasa a la etapa de trabajo dirigido, donde se dan los primeros pasos a la elaboración de la guía metodológica teniendo como base los trabajos realizados en las semanas previas, además se consultaron fuentes externas que ayudaron a conocer más acerca de los programas, realizando reuniones con el tutor para discutir si los métodos utilizados son los más eficientes para las actividades requeridas por la empresa.
- Preparación y discusión: Reuniendo todos los datos de la etapa de trabajo dirigido se dispuso a culminar con la guía metodológica, y observar su utilidad al momento de la realización de proyectos. Además de esto, se siguió cumpliendo con las actividades que la empresa solicitó en diferentes labores.
- Etapa de conclusiones: Se realizó la reunión final tanto con el director como con el tutor de la empresa, donde se ratificó y verificó el cumplimiento de los objetivos, haciendo

entrega final de la guía metodológica. Además, se realizó una evaluación por parte del tutor donde se calificó con sus criterios el desempeño en las distintas labores encargadas a lo largo de la práctica empresarial.

5.2 Modelación de canales abiertos

Ibg ingeniería es una empresa especializada en las ramas de la hidráulica y la hidrología, y uno de sus fuertes es la modelación de canales abiertos, para la determinación de cotas de inundación. Para el desarrollo de estos proyectos es utilizado el software HEC-RAS creado por el Hydrologic Engineering Center del US Army Corps of Engineers, el cual permite realizar modelaciones unidimensionales. Por consiguiente, para la generación de un modelo se requiere una serie de datos recolectados en campo, y a partir de estos se procede con el modelado. A continuación se enuncian los datos mínimos requeridos para realizar el proceso en el software.

Secciones Transversales: Se requieren para generar un canal tipo, el cual se forma a partir de la interpolación entre varias secciones, esta son la base para el modelo. Pueden ser obtenidas a partir de batimetrías realizadas en la zona de interés, y en el software pueden introducirse de manera manual o mediante interacciones con otro software.

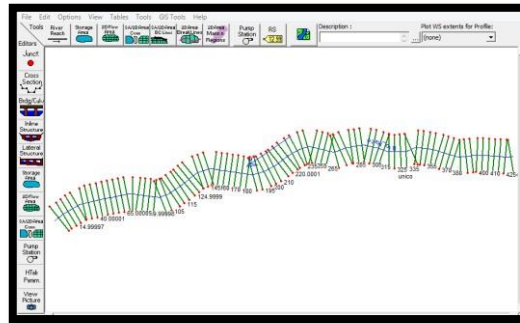


Figura 1. Secciones Transversales Vista en planta.

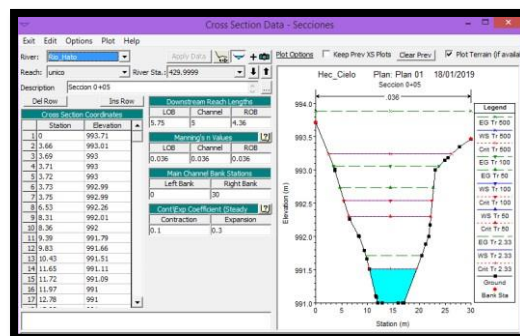


Figura 2. Secciones Transversales Vista frontal

- Caudales en distintos periodos de retorno:** El objetivo principal de un modelo de este tipo, es la posibilidad de comparar el nivel que el agua que se alcanza en cada una de las secciones transversales, para así, generar una cota de inundación de todo el canal en un periodo de retorno establecido. Los datos de los caudales para cada periodo de retorno son obtenidos a través un estudio hidrológico, el cual tiene en cuenta los datos tomados por estaciones tanto del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) como de estaciones locales.

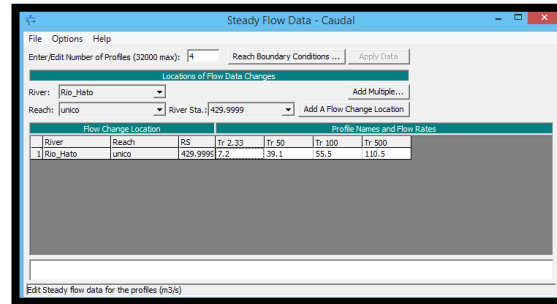


Figura 3. Caudales para cada TR

- Pendiente:** Dependiendo el tipo de simulación, se introduce en las condiciones de contorno como normal **depth**, de lo contrario se puede simular con la opción **Critical depth**, la cual no exige ningún dato adicional. La pendiente se obtiene a través de la topografía del sector, con la diferencia de cotas y la longitud de los tramos.

5.3 Estudios y diseños para la construcción del acueducto del centro poblado del corregimiento el llanito del municipio de barrancabermeja santander.

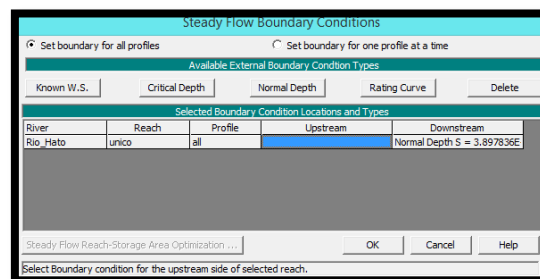


Figura 4. Condición de pendientes

Con los datos obtenidos en campo y con estudios previos, se realiza la modelación teniendo como resultado los niveles de inundación en diferentes periodos de retorno. El proceso para la generación de un modelo en el software se detalla en el anexo 1 **Guía Metodológica**.

Esta guía se creó con los modelos establecidos por la empresa para la elaboración de guías metodológicas.

6. Actividades realizadas para la empresa

Durante la práctica se realizaron labores basadas en los diferentes proyectos que la empresa ejecutó, estos proyectos son:

- Estudios y diseños para la construcción del acueducto del centro poblado del corregimiento El Llanito del municipio de Barrancabermeja Santander.
- Estudio hidrológico e hidráulico para determinar cota de inundación sobre la quebrada la estancia sector San Martín municipio Piedecuesta departamento Santander.
- Estudio de riesgo detallado de inundación para los municipios Gamarra y Chiriguana departamento del Cesar.
- Consultoría para la elaboración de estudios y diseños para el sistema de acueducto de la vereda El Palmar, y de los sistemas de acueducto y alcantarillado para el sector La Bricha de la vereda Rasgón del municipio Macaravita Santander.

En este capítulo se aborda con detalle las labores realizadas para la elaboración cada proyecto.

Para este proyecto se realizaron labores de apoyo en las siguientes actividades

6.1 Modelación hidráulica de la red de distribución.

Por medio del software Epanet y basándose en los datos de campo y los calculados previamente como los son los caudales y las demandas requeridas, se dispone a realizar el diseño de la red de distribución de agua potable. Este modelo debe cumplir con todos los requerimientos técnicos establecidos por el Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS-2000, es su última resolución 0330 del 2017.

Este modelo sirve como parte integral del proyecto, debido a que brindará una idea del funcionamiento del sistema, además de que a partir de este se genera los planos detallados para la construcción de la obra, a continuación, se presenta es modelo generado.

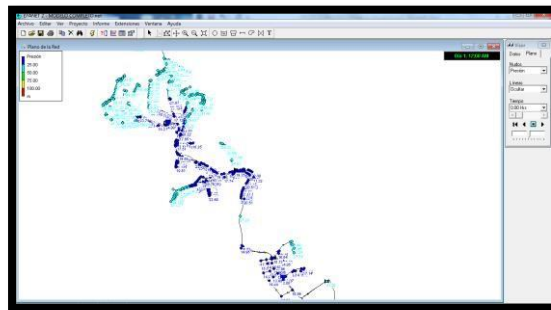


Figura 5. Modelo en Epanet El Llanito

6.1.1 Elaboración de planos Planta perfil para el sistema de distribución. A partir del modelo hidráulico y con la información levantada en campo se procede a realizar el plano planta perfil del sistema, el cual es fundamental para la construcción de la obra. En este se plasma la geometría de la región, presiones del sistema, accesorios, entre otros.

6.2 Estudio hidrológico e hidráulico para determinar cota de inundación sobre la quebrada la estancia sector San Martin municipio Piedecuesta departamento de Santander.

Para este proyecto se realizaron labores de apoyo en las siguientes actividades.

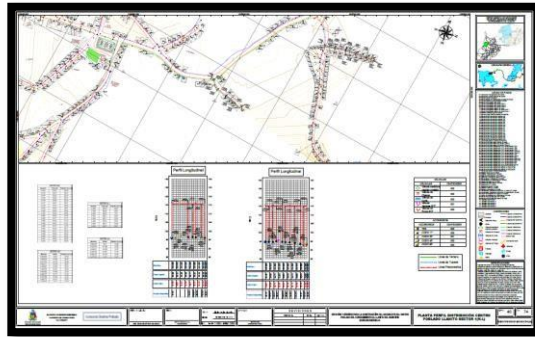


Figura 6. Plano Planta Perfil El Llanito

6.2.1 Elaboración de análisis de precios unitarios. El análisis de precios unitarios es la medida que permite la aproximación del costo total de un proyecto, en la elaboración de este se deben considerar los parámetros que otorgan la eficacia de este modelo, tales como las actividades para llevar a cabo el proyecto, su construcción, materiales y equipos. Para generar un presupuesto se debe tener un amplio conocimiento del proyecto, ya que este será la base para el control de la ejecución de la obra.

Consortio Diseños Poblado HERRERO DUCHE

SISTEMA DE ACUEDUCTO TOTAL

ITEM	ACTIVIDAD	UN	CANTIDAD	UNITARIO	SUBTOTAL
FASE 1					
1. PUNTO DE EMPALME					
1.1	Locación y material	m2	10.00	\$ 1,813.00	\$ 18,130.00
1.2	Compartido en bita de polietileno 2m	m2	10.00	\$ 14,809.00	\$ 148,090.00
1.3	Excavación manual	m3	24.00	\$ 12,840.00	\$ 308,160.00
1.4	Densación de estratos en concreto simple o reforzado	m2	3.30	\$ 14,516.00	\$ 47,902.80
1.5	Pedra y disposición de material subdrain	m3	19.20	\$ 62,234.00	\$ 1,194,892.80
1.6	Tubo HD 10"	m	10.00	\$ 252,565.00	\$ 2,525,650.00
1.7	Válvula de corte 10"	un	2.00	\$ 2,576,332.00	\$ 5,152,664.00
1.8	Válvula hidráulica controladora de caudal 10"	un	1.00	\$ 20,294,332.00	\$ 20,294,332.00
1.9	Medidor de agua tipo electromagnético 10"	un	1.00	\$ 10,866,332.00	\$ 10,866,332.00
1.10	Tee dilata HD 10"	un	1.00	\$ 9,939,332.00	\$ 9,939,332.00
					\$ 42,776,144.00
FASE 2					
2. CONDUCCIÓN					
2.1	Locación y material	m2	17,900.00	\$ 1,813.00	\$ 32,455,130.00
2.2	Compartido en bita de polietileno 2m	m2	50.00	\$ 14,809.00	\$ 740,450.00
2.3	Campanario e infiltraciones 10 m2	un	1.00	\$ 1,620,034.00	\$ 1,620,034.00
2.4	Densación de estratos en concreto simple o reforzado	m2	100.00	\$ 14,516.00	\$ 1,451,600.00
2.5	Densación mecánica de pavimento flexible	m2	14,075.00	\$ 14,455.00	\$ 203,533,750.00
2.6	Densación mecánica de pavimento rígido	m2	740.00	\$ 25,895.00	\$ 19,146,000.00
2.7	Excavación en material común	m3	8752.00	\$ 12,441.00	\$ 108,634,512.00
2.8	Excavación en roca en seco	m3	1459.00	\$ 69,455.00	\$ 101,317,445.00
2.9	Excavación en zona muerta para tubería	m3	4076.00	\$ 32,000.00	\$ 130,432,000.00
2.10	Pedra con material proveniente de la excavación	m3	6127.00	\$ 14,260.00	\$ 87,322,614.00

Figura 7. Formato de presupuestos El Llanito

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Nombre del presupuesto: Proyecto de Sistema de Acueducto Total
 Descripción: Válvula de Ventosa 2" en tubería 10"

Especificaciones: 2.18
 Unidad: un
 Cantidad: 0.00

GRUPO	Descripción	Unidad	Valor Unitario	Sub-Total
I. HERRAMIENTAS Y MATERIALES	HERRAMIENTAS Y MATERIALES		\$ 2,352.00	\$ 2,352.00
II. MATERIALES EN OBRA	Válvula Ventosa 2"	un	\$ 10,800.00	\$ 10,800.00
III. TRANSPORTES	TRANSPORTE TUBERÍA	m3	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00
IV. MANO DE OBRA	OBRA	m3	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00
				Total Costo Directo = \$ 23,152.00

Figura 8. Formato Análisis de precios unitarios El Llanito

6.2.2 Generación de modelo hidráulico en Hec-Ras. A partir de los datos suministrados se generó el modelo hidráulico de la quebrada La Estancia sector San Martín.

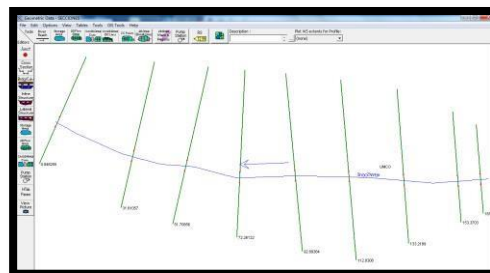


Figura 9. Secciones planta Q. La Estancia

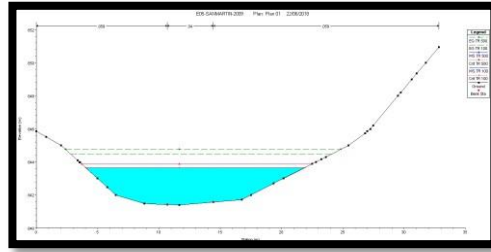


Figura 10. Sección frontal Q. La Estancia

6.2.3 Elaboración de plano en planta con el nivel de inundación para cada Tr. Con las cotas de inundación determinadas en el software Hec-Ras, se plasma en planta los niveles de inundación.

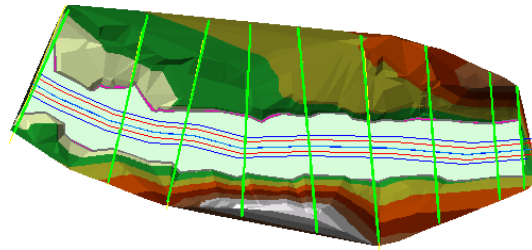


Figura 11. Inundación en Planta Q. La Estancia

6.3 Estudio de riesgo detallado de inundación para los municipios gamarra y Chiriguana departamento del Cesar.

6.3.1 Generación de modelo hidráulico en Hec-Ras. A partir de los datos suministrados en fases previas se generó el modelo hidráulico de las Ciénagas Ubicadas en el municipio de Gamarra Cesar.

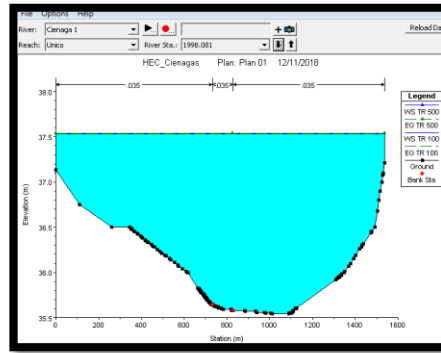


Figura 12. Sección frontal Ciénagas Gamarra

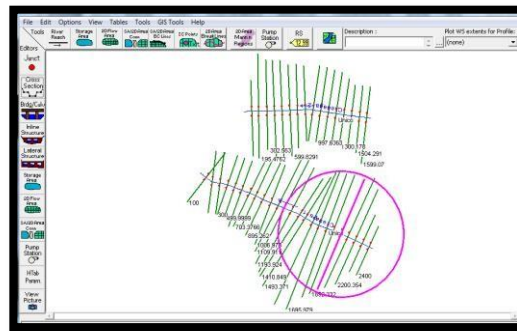


Figura 13. Secciones planta Ciénagas Gamarra

6.3.2 Elaboración de plano en planta con el nivel de inundación para cada Tr. Con las cotas de inundación determinadas en el software Hec-Ras, se plasma en planta los niveles de inundación.

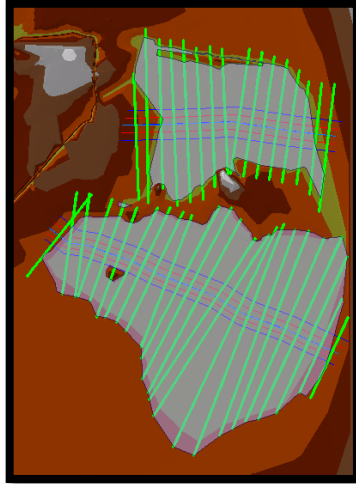


Figura 14. Inundación en Planta Ciénagas Gamarra

6.4 Consultoría para la elaboración estudios y diseños para el sistema de acueducto de la vereda el palmar, y de los sistemas de acueducto y alcantarillado de la vereda Rasgon sector la Bricha, del municipio Macaravita Santander.

Para este proyecto se realizaron labores de apoyo en las siguientes actividades

6.4.1 Presentación de la propuesta en el Portal Único de Contratación. El portal único de contratación es la plataforma en la cual las todas las entidades deben publicar los documentos del proceso, desde la planeación del contrato hasta su liquidación. La empresa Ibg ingeniería decidió participar en el proceso convocado bajo la modalidad concurso de méritos abiertos CM-002 convocado por medio de la plataforma.

La labor principal fue la de recolección de todos los documentos solicitados a través del pliego de condiciones, como lo son las hojas de vida de los profesionales que participarían en el proyecto,

la experiencia de la empresa, el pago de pólizas, la propuesta económica, entre otros. El resultado de la propuesta fue favorable a la empresa ibg ingeniería.



Figura 15. Proceso modalidad méritos abiertos

6.4.2 Visita topográfica. Para la fase de diseño del proyecto es necesaria la recolección de datos directamente del sector donde se realizará la obra, así como el levantamiento topográfico es fundamental para la posterior elaboración de diseños y otros requerimientos. El levantamiento topográfico tuvo lugar en el municipio de Macaravita en las veredas el Palmar y Rasgón, además de la toma de puntos también se realizó un análisis de las estructuras existentes.

La comisión topográfica fue conformada por el topógrafo, dos cadeneros de la región, y un auxiliar de ingeniería con la función de coordinar todo el proceso.



Figura 16. Registro fotográfico visita Topográfica

6.4.3 Elaboración de diagnóstico. Con base en los datos obtenidos en la visita mencionada, se procede a generar el informe de diagnóstico, en el que se hace un análisis de la topografía del sector, de las estructuras existentes y de diferentes aspectos socioeconómicos de la zona donde se ejecutará el proyecto.

Uno de los objetivos del diagnóstico es presentar diferentes propuestas para el diseño final del proyecto, cada uno con respectivos requerimientos tanto técnicos como económicos, para luego realizar una comparación detallada, donde se elige la alternativa más óptima.

6.4.4 Modelación de redes de distribución. Se generó el modelo de la red de distribución en el software Epanet, tanto para la vereda El Palmar como para el sector La Bricha con los datos obtenidos en el diagnóstico y en la proyección de la población.

Este modelo sirve como parte integral del proyecto, debido a que brindará una idea del funcionamiento del sistema, además de que a partir de este se generaran los planos detallados para la construcción de la obra. estas visitas de campo fundamentales ya que permite observar eventos y condiciones determinantes en la generación de los modelos.

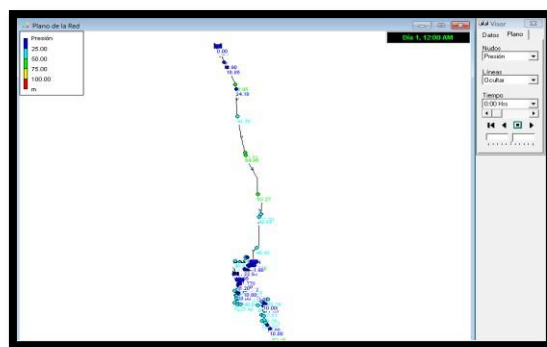


Figura 17. Modelo sector la Bricha

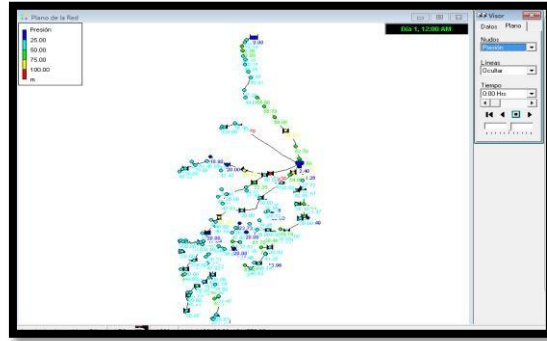


Figura 18. Modelo Vereda el Palmar

7. Conclusiones

- Para la optimización de tareas mecánicas, elementos como una guía metodológica facilitan la transmisión del conocimiento requerido para ejecutar la labor, como es el caso de la modelación de canales abiertos, permitiendo que nuevos usuarios del software puedan realizar proyectos de forma autónoma y eficiente.
- El apoyo en las actividades de modelación hidráulica de acueductos con el software Epanet para la empresa en proyectos como “Estudios y diseños para la construcción del acueducto del centro poblado del corregimiento El Llanito del municipio de Barrancabermeja Santander.” fortaleció los conocimientos adquiridos en el pregrado, dando la oportunidad de aplicarlos en situaciones reales y bajo condiciones no ideales.
- La modelación de canales abiertos con el software HEC-RAS da una visión cercana de como las obras se comportan en la realidad; de igual manera es importante ingresar la

información de forma correcta, lo cual permite disminuir el porcentaje de error y brindar una mejor confiabilidad en los modelos.

- En el proyecto “Consultoría para la elaboración de estudios y diseños para el sistema de acueducto de la vereda El Palmar, y de los sistemas de acueducto y alcantarillado para el sector La Bricha de la vereda Rasgón del municipio Macaravita Santander.” se observa la importancia de la recolección de información en campo, como es el caso de los datos de topografía, siendo

Referencias Bibliograficas

Chow, V. T. (1994). *Open-Channel Hydraulics*. Bogota: Editorial McGraw.Hill Latinoamerica.

Direccion de prácticas empresariales. (2016). *Reglamento de las practicas empresariales*. Politecnico Gran Colombia.

El Tiempo. (29 de Abril de 2018). Obtenido de <http://www.eltiempo.com>

Empleo Juvenil. (2018). ¿Porque a los jóvenes sin experiencia se les dificulta tanto encontrar trabajo? *Dinero*.

French, R. H. (1985). *Channels Hydraulic* . USA: McGraw-Hill Inc.

Léon, G. E. (2016). *La formación de ingenieros en la actualidad, una explicacion necesaria*. Cuba: Universidad de Cienfuegos.

Levi, E. (1991). *Robert Manning y su fórmula*. Mexico: Instituto Mexicano de tecnología del agua.

Polo, R. B. (20 de Noviembre de 2014). *Cursos gis*. Obtenido de <http://www.cursosgis.com>

Romero, A. Á. (2012). *Modelado y control de canales hidráulicos*. Universidad de sevilla, sevilla.

Rossman, L. A. (2001). *Manual Del Usuario*. USA: United States Enviromental.

Apéndices

Apéndice A. Guía metodológica para la modelación de canales abiertos utilizando el software HEC-RAS.

1. OBJETIVO

Implementar una guía que contenga los pasos necesarios para el modelado de canales abiertos utilizando el software HEC-RAS.

2. ALCANCE

El procedimiento aplica para todos los canales de tipo natural o artificial.

3. RESPONSABILIDADES

- ☐ **El Coordinador Sistema de gestión** Es el responsable de velar por el cumplimiento del presente procedimiento, así como el de realizar los ajustes al documento con apoyo si se requiere del responsable de proceso, actualizar el historial de cambios de la documentación, asignar código los documentos nuevos, actualizar la intranet de acuerdo

a los cambios generados en la documentación, actualizar el listado maestro de documentos de acuerdo a los cambios que se generen en la documentación, verificar que los formatos también cumplan con los lineamientos establecidos en el instructivo de elaboración de documentos.

- ☐ **Responsables de procesos:** Identificar los cambios (creación, modificación y/o eliminación) en la documentación de su proceso y solicitar los cambios correspondientes a la Coordinación de sistema de gestión.

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- ☐ ISO 9001:2008 Requisito 7.5
- ☐ OSHAS 18001:2007 Requisito 4.4.5
- ☐ ISO 14001:2004 Requisito 7.5

5. DESARROLLO DE ACTIVIDADES

A continuación, se presenta el procedimiento general para la elaboración de un modelo para un canal.

MODELACION HIDRAULICA

Nº	ACTIVIDAD / QUÉ	CÓMO / DÓNDE	RESPONSABLE / QUIÉN	DOCUMENTOS / REGISTROS
1	Recolección de información de elevación	Limpiar o separar las curvas de nivel, de los otros elementos que puedan estar presentes ya que estos pueden alterar el modelo de elevación, esto debe realizarse en el software especializado	Coordinador Sistema de gestión	<i>No Aplica</i>
2	Crear el modelo de elevación.	Con base en la información suministrada y con el uso de un software especializado se genera un modelo de elevaciones, el cual debe cerciorarse que las alturas plasmadas sean coherentes.	Coordinador Sistema de gestión	<i>IN01-SI Instructivo para la Elaboración de documentos</i>
3	Modelación de canales	Una vez obtenido el modelo de elevaciones, se procede a generar el modelo hidráulico del sector, para esto se deben seguir los pasos que el software requiere. • El primer paso es dibujar el eje de la del proyecto, siguiendo el modelo de elevación para dar un recorrido acertado de la corriente de agua, se debe nombrar cada uno de los tramos que se trazaron. • Se procede a trazar las bancas, teniendo como guía el eje del proyecto, estas deben estar ubicadas una a cada lado del eje. • El paso siguiente es el trazo de las líneas de flujo, las cuales al igual que las bancas deben ubicarse una a cada lado del eje, y una más sobre el mismo eje. • Las líneas de flujo deben asignarse indicando el sentido de la corriente, el sentido se da siempre derecha e izquierda, observando desde aguas arriba a aguas abajo. • Se dibujan las secciones transversales, con un ancho y ubicación según los requerimientos del proyecto.	Responsable de Procesos	<i>Archivo geodatabase (.gdb)</i>
4	Simulación de inundación	• Una vez traída la información debe revisarse que cada sección transversal, tenga datos coherentes. • En el software de simulación se deben introducir los datos necesarios para que el programa funcione: Pendientes, Caudales, Manning. • Se genera la inundación y los datos se	Coordinador Sistema de gestión	<i>Correo Electrónico</i>

MODELACION HIDRAULICA				
Nº	ACTIVIDAD / QUÉ	CÓMO / DÓNDE	RESPONSABLE / QUIÉN	DOCUMENTOS / REGISTROS
		exportan nuevamente para generar los polígonos de inundación.		
5	Generación de polígonos	A partir del archivo exportado con anterioridad se generan los polígonos de inundación, los cuales dan mayor detalle de la inundación.	Coordinador Sistema de gestión	<i>No Aplica</i>

DOCUMENTOS RELACIONADOS

- ☐ PR04-SI Identificación, Registro y Evaluación de Requisitos Legales y Otros.
- ☐ IN01-SI Instructivo para la Elaboración de Documentos.
- ☐ FO01-SI Listado Maestro de Documentos Internos.
- ☐ FO03-SI Listado Maestro de Documentos Externos.
- ☐ FO02-SI Historial de cambios de la documentación.

7. PROCESO DETALLADO

7.1 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Se debe realizar una clasificación de los datos suministrados y limpiar los datos que no sean relevantes en cuanto a la elevación del terreno se refiera.

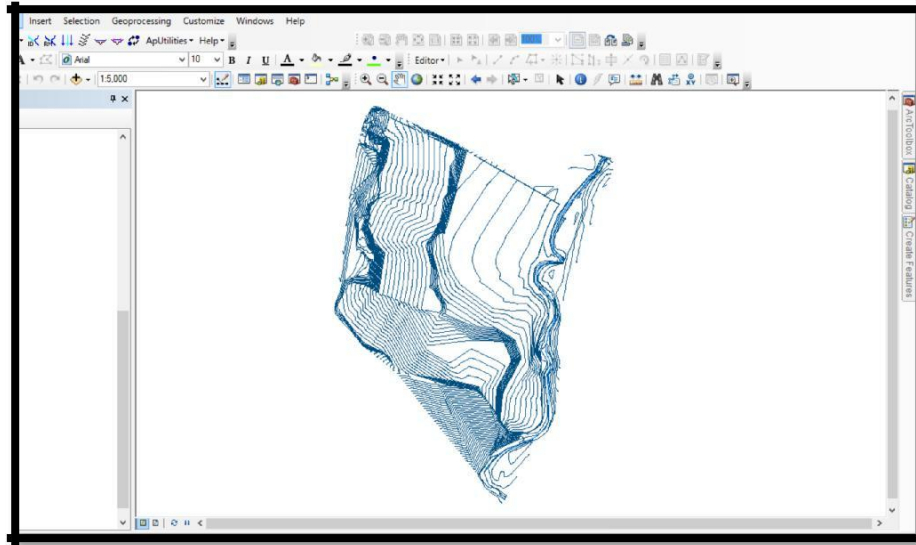


Ilustración 1 Ejemplo de Datos de elevación, Fuente IBG INGENIERIA

7.2 CREACIÓN DE MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN

El modelo digital de elevación será la base con la cual se generara el corrimiento hidráulico

7.2.1 Generación de TIN

Basado en un modelo de elevación digital realizado con las curvas de nivel realizado con un software de sistemas de información geográfica.

7.3 MODELACIÓN DE CANALES

El proyecto se realizara a partir del Modelo digital de elevación

7.3.1 Iniciar el software y vinculación con el Raster.

- Abrimos el software HEC-RAS, y guardamos el proyecto en la ruta deseada.

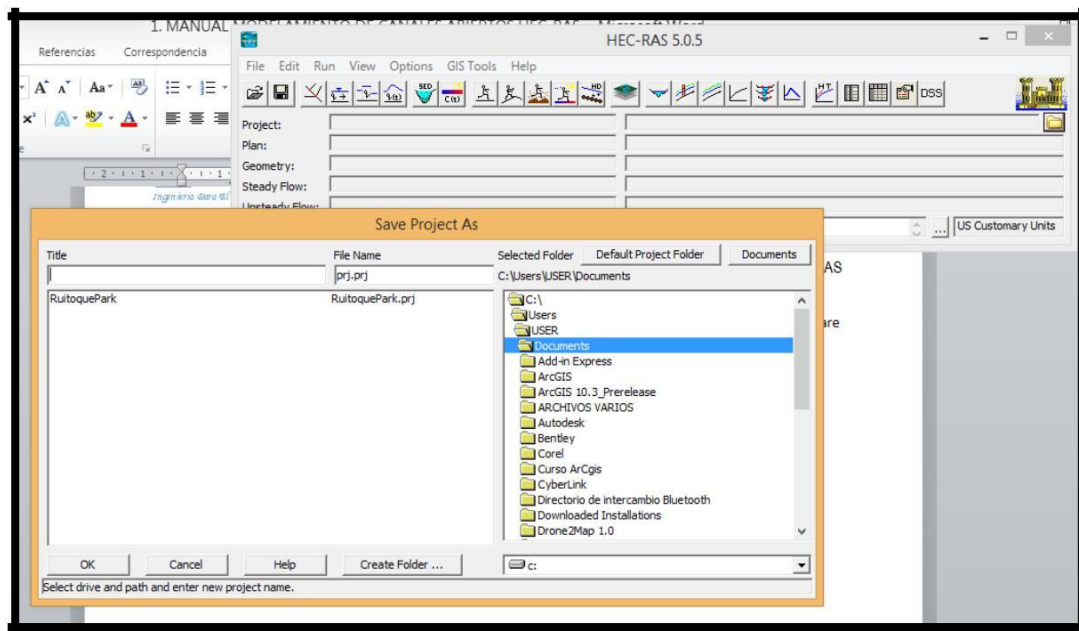


Ilustración 2 Iniciar y Guardar HEC-RAS, Fuente IBG INGENIERIA

- Seguido de esto abrimos la pestaña de Ras-Mapper

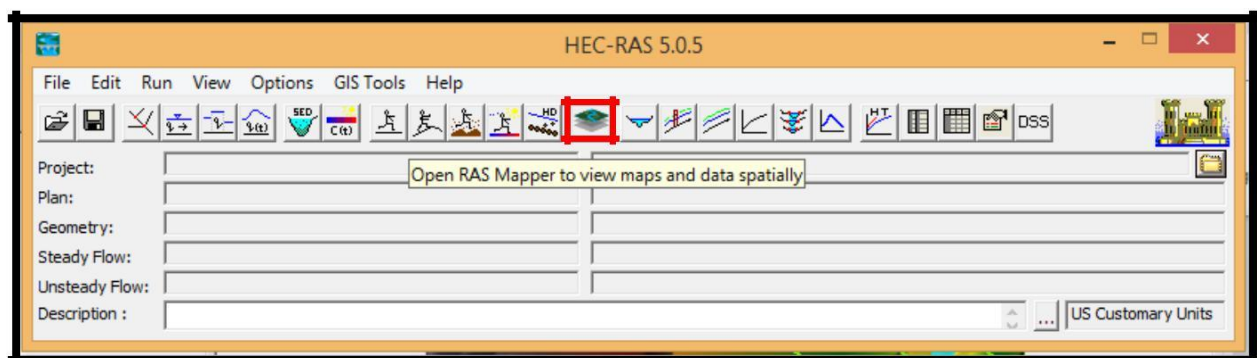
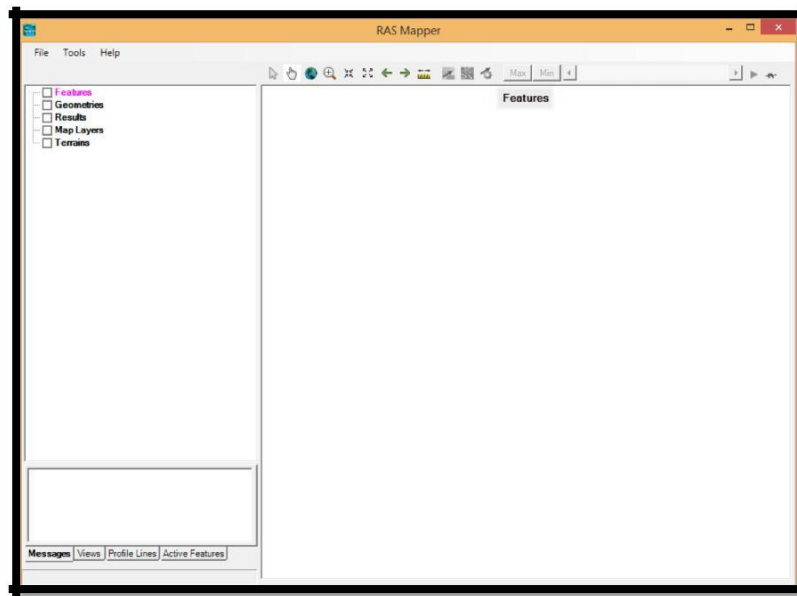


Ilustración 3 Pestaña de Ras-Mapper HEC-RAS, Fuente IBG INGENIERIA

- ☐ Esta nos llevara a una ventana de trabajo en la cual se iniciara el proceso.

**Ilustración 4 Ventana de trabajo Ras-Mapper HEC-RAS, Fuente IBG INGENIERIA**

El primer paso es definir el terreno.

- ☐ Damos clic derecho en la opción **Terrains**
- ☐ Seleccionamos la opción **Create as New Ras Terrain**
- ☐ Saldrá la opción de dar coordenadas, pero marcamos no debido a que adoptaremos las coordenadas previas traídas desde el Raster.

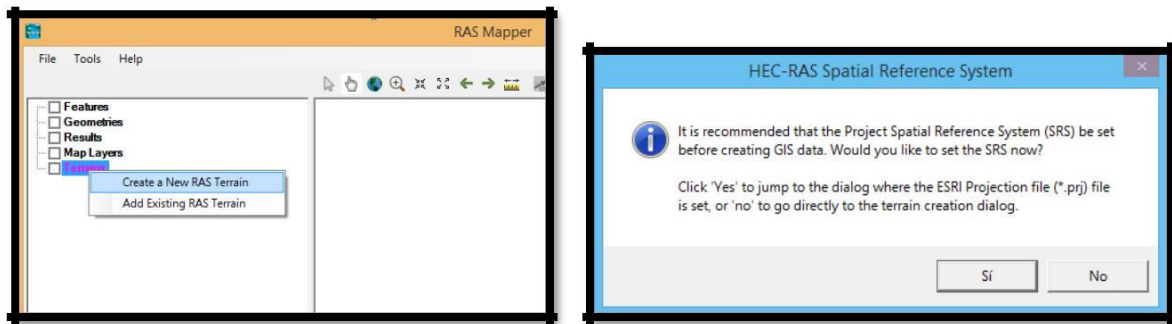


Ilustración 5 Asignar Terreno en HEC-RAS, Fuente IBG INGENIERIA

- Se abrirá una pestaña, en la cual daremos clic en el más, se abrirá el buscador de archivos y traeremos nuestro archivo en formato .TIFF.

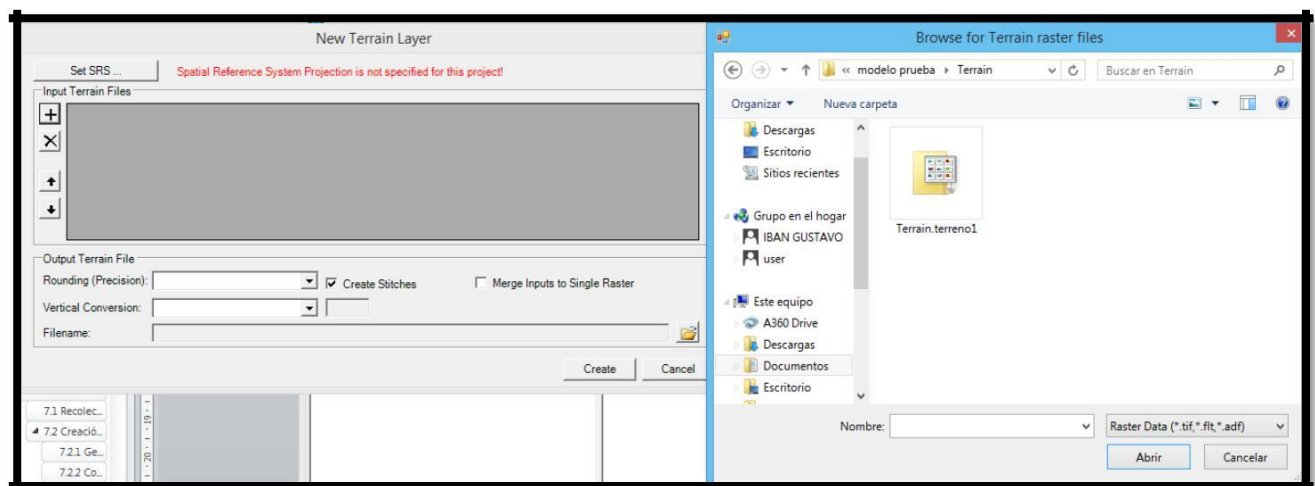


Ilustración 6 Asignación Terreno en HEC-RAS, Fuente IBG INGENIERIA

- ☐ Una vez culminado esto el archivo deberá cargarse en la ventana de trabajo.

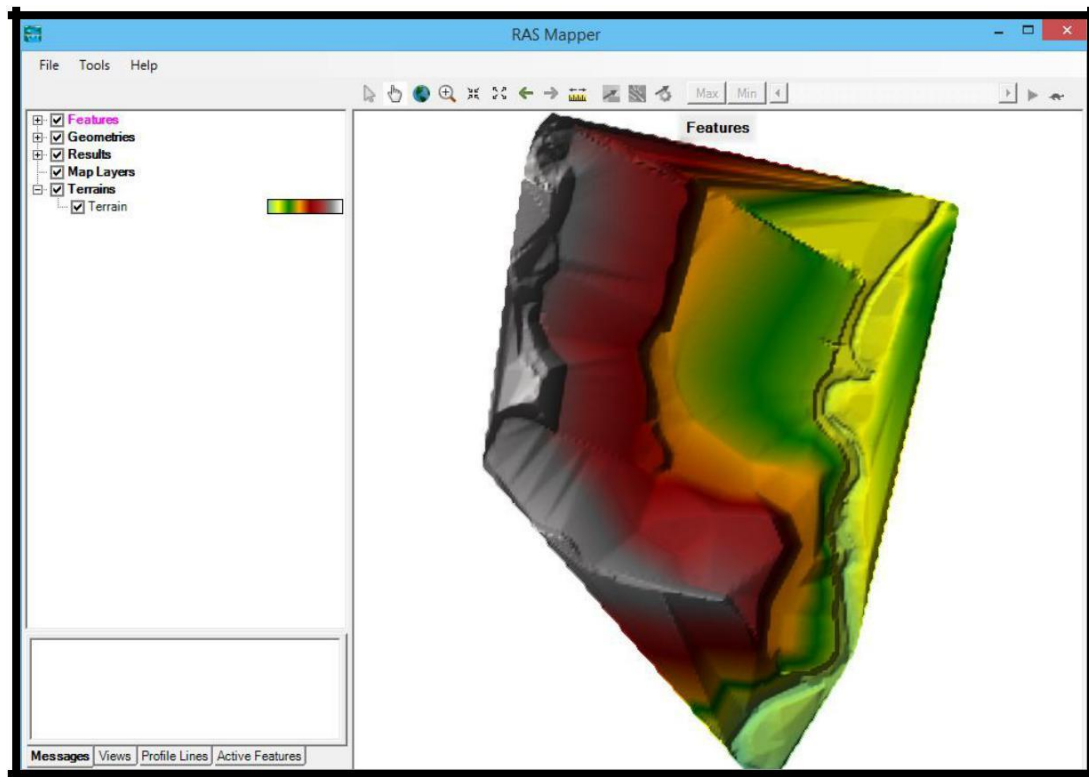


Ilustración 7 Terreno en HEC-RAS, Fuente IBG INGENIERIA

7.3.2 Generación de geometría

La nueva versión del software Hec-Ras permite generar la geometría directamente, sin la necesidad de otros programas.

- ☐ En la ventana de contenido del Ras Mapper, seleccionamos la pestaña **Geometries** y damos clic derecho.
- ☐ Seleccionamos la opción **Add New Geometry**
- ☐ Damos nombre a la geometría que vamos a crear.



Ilustración 8 Crear Geometría, Fuente IBG INGENIERIA

Una vez creada la geometría general, procedemos a generar cada uno de los parámetros necesarios para crear el modelo.

- ☐ El primer elemento que debemos crear es el río, o línea guía por la cual pasara el canal.
- ☐ Damos clic derecho en la pestaña **Rivers** y elegimos la opción **Edit Geometry (Beta)**
- ☐ Procedemos a dibujar el canal basado en el modelo de elevación previamente ubicado, el trazado debe realizarse de aguas arriba a aguas abajo.
- ☐ Damos el nombre del río y del tramo.
- ☐ Terminamos de editar y guardamos los cambios.

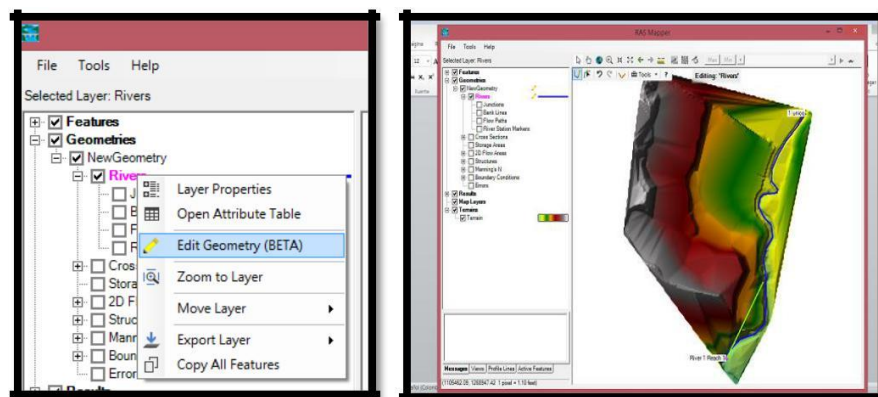


Ilustración 9 Trazado de canal, Fuente IBG INGENIERIA

El siguiente elemento que se debe plasmar son las Banks lines.

- ☐ Damos clic derecho en la pestaña **Bank lines** y elegimos la opción **Edit Geometry (Beta)**
- ☐ Procedemos dibujar a los costados del canal en el modelo de elevación.
- ☐ Terminamos de editar y guardamos los cambios.

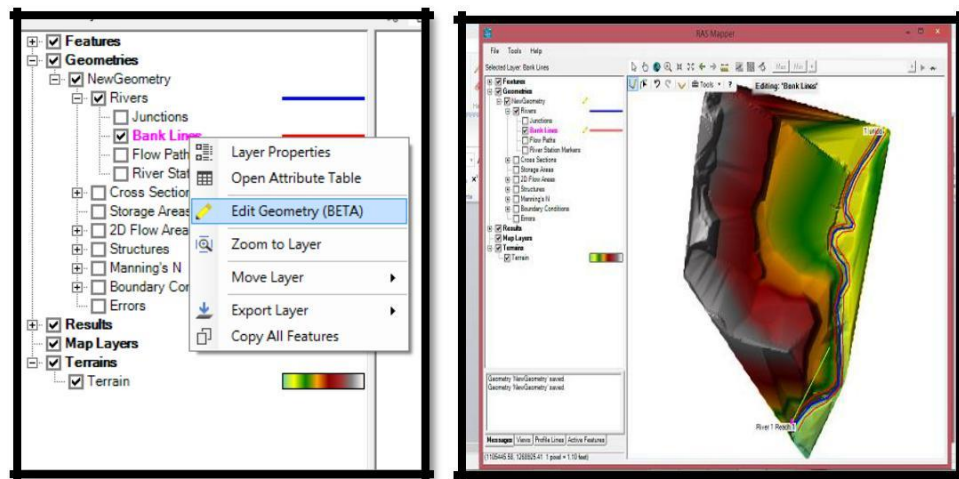


Ilustración 10 Trazado de Bank Lines, Fuente IBG INGENIERIA

Se procede a dibujar las Flow paths,

- ☐ Damos clic derecho en la pestaña **Flow paths** y elegimos la opción **Edit Geometry (Beta)**
- ☐ Procedemos dibujar a los costados de las Banks lines en modelo de elevación.
- ☐ Terminamos de editar y guardamos los cambios.

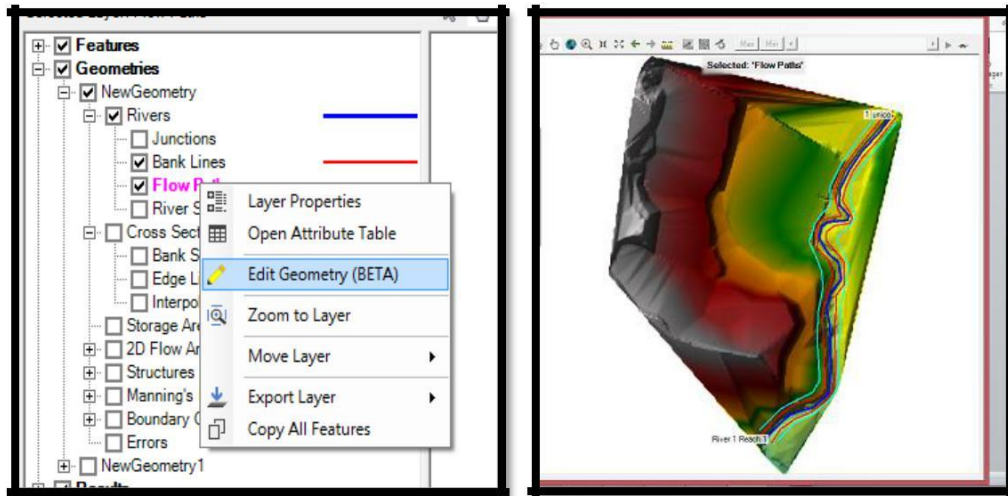


Ilustración 11 Trazado de Flow Paths, Fuente IBG INGENIERIA

El último elemento a crear son las Cross section o secciones transversales.

- ☐ Damos clic derecho en la pestaña **Cross section** y elegimos la opción **Edit Geometry (Beta)**
- ☐ Procedemos dibujar perpendicular al canal la cantidad de secciones que necesitemos, el trazado debe realizarse de aguas arriba a aguas abajo y trazarlo de derecha a izquierda con dirección del flujo.
- ☐ Terminamos de editar y guardamos los cambios.

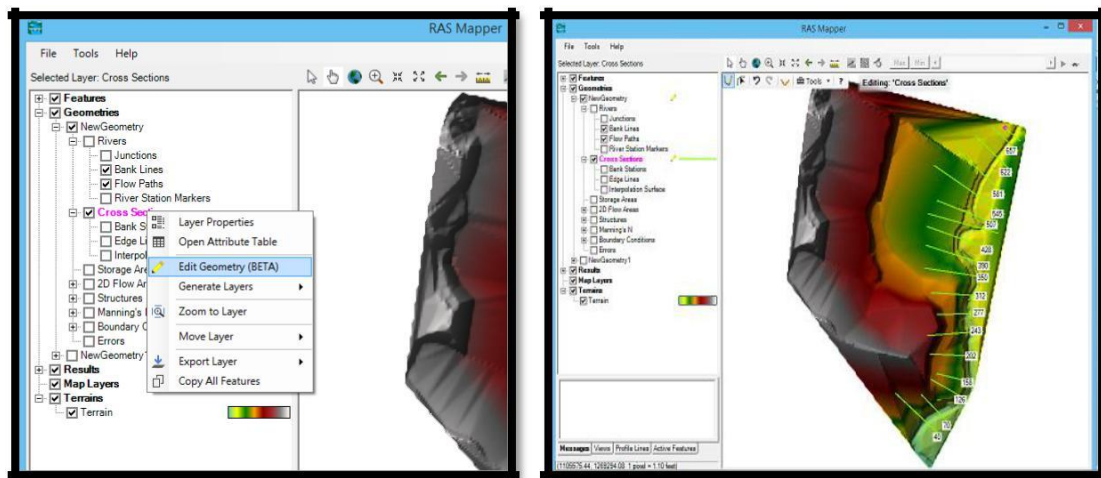


Ilustración 12 Trazado de Cross section Fuente IBG INGENIERIA

Una vez obtenidos todos los elementos necesarios procedemos a llevar la información del RAS Mapper a la pestaña de Geometric Data del HEC-RAS, para esto.

- ☐ Abrimos la pestaña **Geometric Data**
- ☐ Seleccionamos la pestaña **FILE**
- ☐ Seleccionamos la opción **Open Geometry Data**
- ☐ Y seleccionamos el archivo creado previamente con el Ras Mapper.

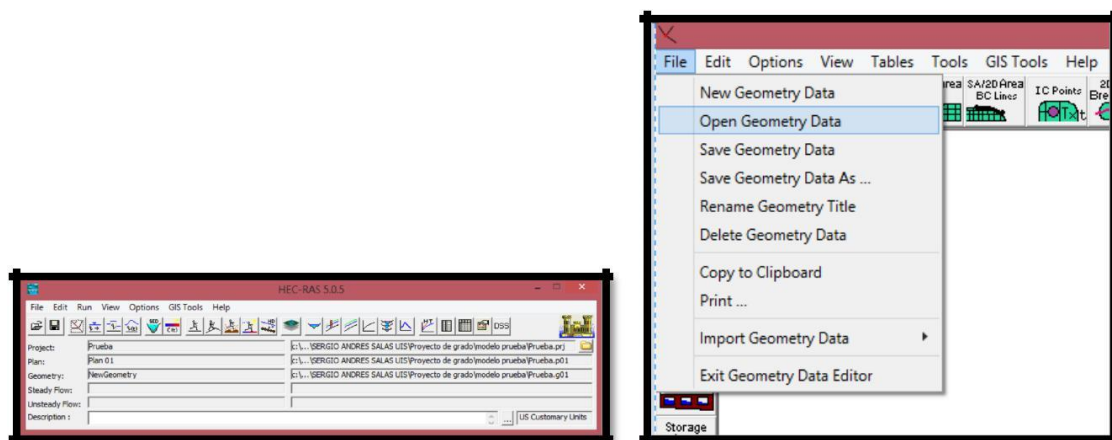


Ilustración 13 Trazado de Cross section Fuente IBG INGENIERIA

3.3 Simulación de inundación

Una vez cargada la geometría, las secciones transversales serán visibles.

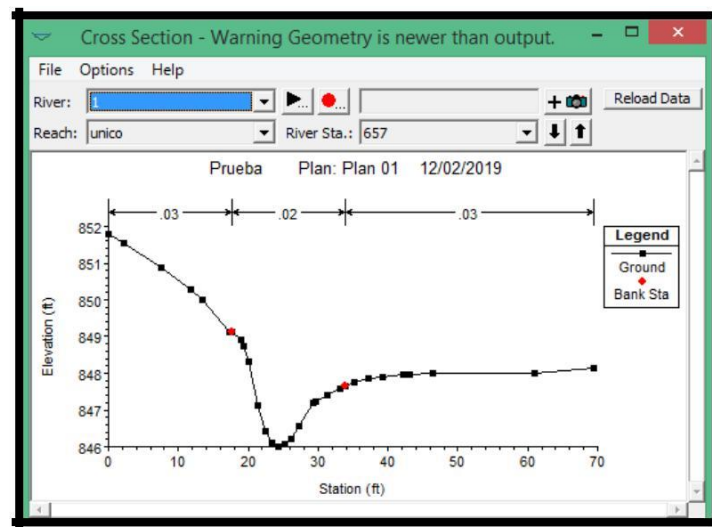


Ilustración 14 Sección Transversal Fuente IBG INGENIERIA

- ☐ A cada una de estas secciones debemos agregarle el coeficiente de Manning, el cual es requerido por el programa para realizar los cálculos, el coeficiente se asigna en la ventana **Geometric Data**, en la opción **Cross section**.

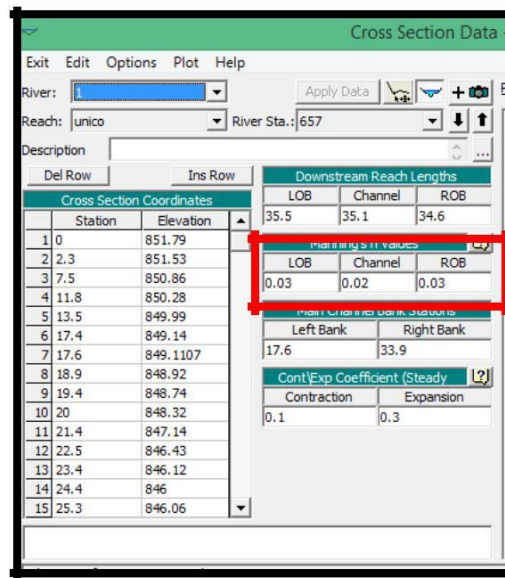


Ilustración 15 Asignación de Manning Fuente IBG INGENIERIA

El paso final para la generar la simulación es asignar el caudal y la pendiente del canal, para esto.

- ☐ En la interfaz inicial de HEC-RAS, vamos a la pestaña **View/Edit steady flow data**.



Ilustración 16 HEC-RAS Fuente IBG INGENIERIA

- Una vez en ella, asignamos el valor del caudal en la casilla vacía, en la parte media de la ventana.

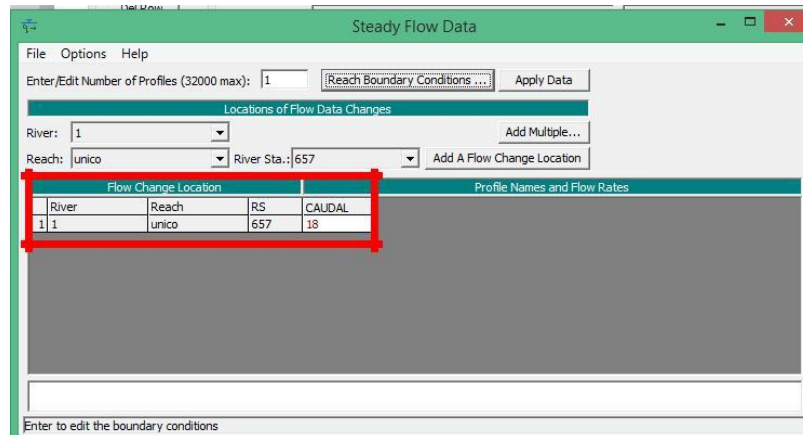


Ilustración 17 Asignación de caudal Fuente IBG INGENIERIA

- Para asignar el valor de la pendiente se debe hacer clic en la pestaña **Reach Boundary conditions**, Mostrada en la imagen anterior y seleccionar el tipo de pendiente que se requiere.
- Para agregarla manual se selecciona la opción la opción normal depth, si se selecciona alguna de las otras se generara una pendiente por defecto.

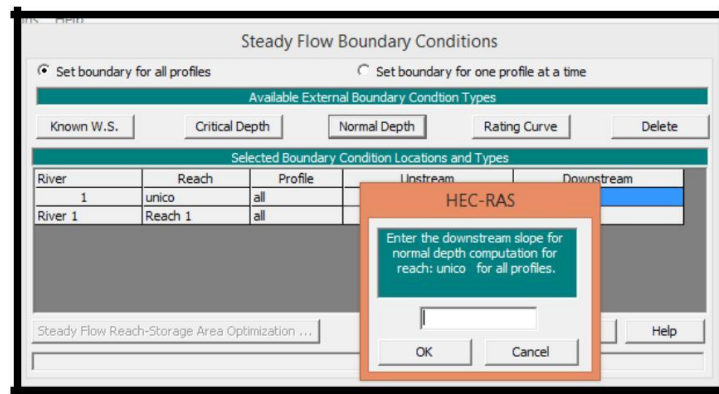


Ilustración 18 Asignación de pendiente Fuente IBG INGENIERIA

7.3.4 Corrimiento del programa

Una vez suministrados todos los datos requeridos, se procede a correr el programa para esto

- ☐ Seleccionamos la opción **Perform a steady flow simulation**



Ilustración 19 corrimiento de programa Fuente IBG INGENIERIA

- ☐ Seleccionamos el régimen por el cual deseemos realizar la simulación y damos clic en la opción compute.

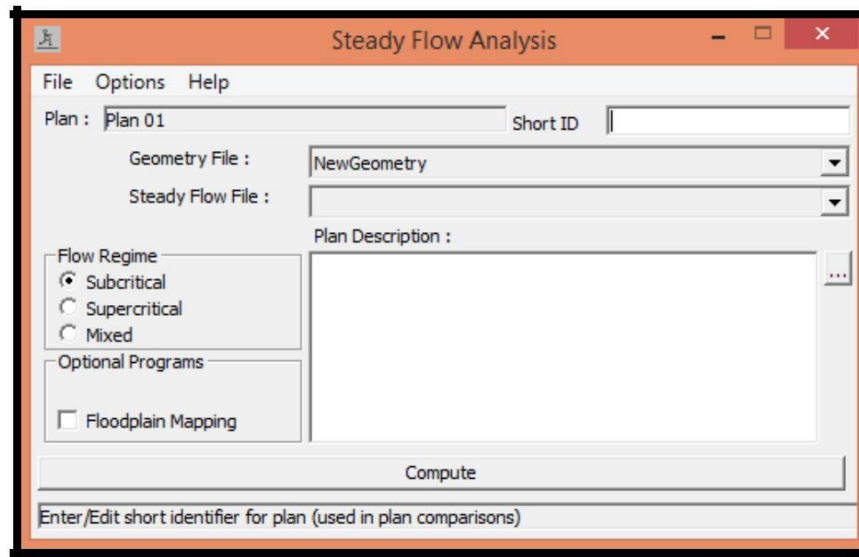


Ilustración 20 corrimiento de programa Fuente IBG INGENIERIA

- Una vez concluido el proceso, se obtendrán diferentes resultados donde queda plasmado la inundación, se observa el nivel del agua en cada una de las secciones transversales, además de un modelo tridimensional de la inundación.

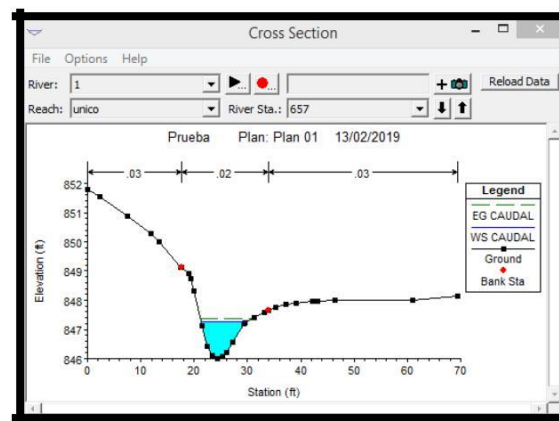


Ilustración 21 Nivel en sección transversal Fuente IBG INGENIERIA

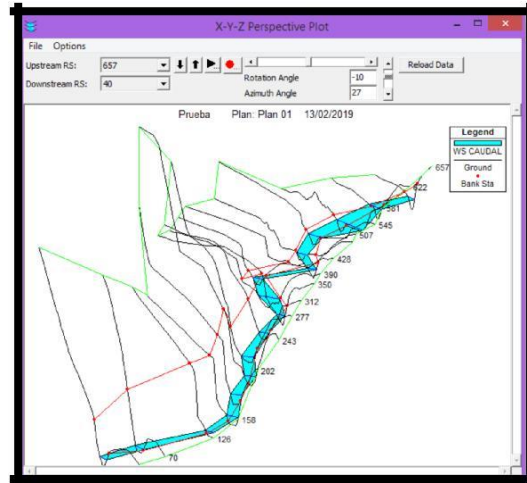


Ilustración 22 Inundación 3d Fuente IBG INGENIERIA

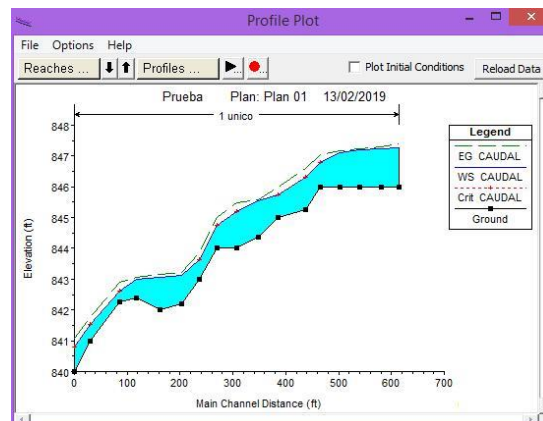


Ilustración 23 Perfil canal Fuente IBG INGENIERIA

7.4 GENERACIÓN DE POLÍGONOS DE INUNDACIÓN

- Una vez terminado el proceso de corrimiento, volvemos a la pestaña Ras Mapper, y se abra habilitado la opción **Results**, para observar el polígono de inundación se debe habilitar la opción **Depth**.

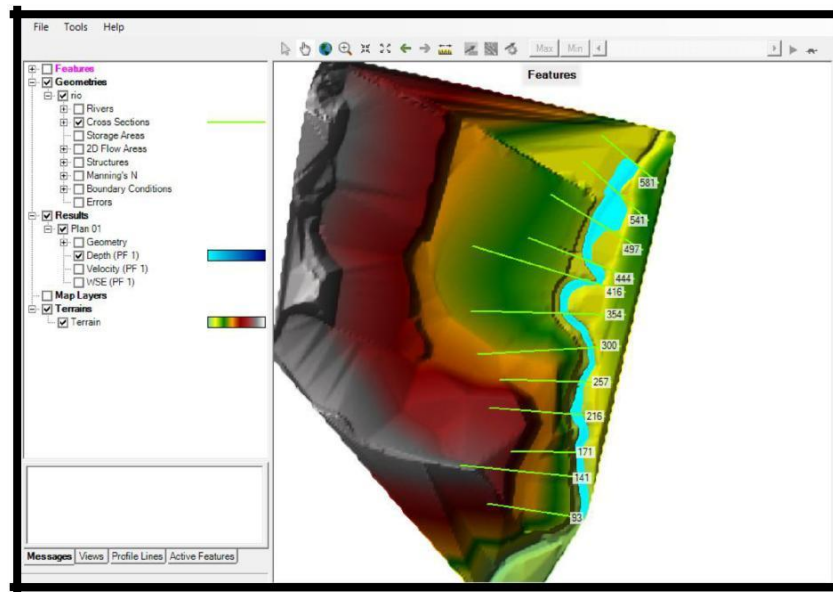


Ilustración 24 Polígono de inundación Fuente IBG INGENIERIA

- ☐ Este último se puede exportar a formato Shape, permitiéndonos plasmarlo en diferentes medios.

7.5 FINALIZACION

Se debe guardar el archivo según la ruta que se estableció para la ejecución del proyecto, al igual que con los elementos generados en el proceso.