

Tutoriales de HydroBID Flood

Sistema de Modelación de Inundaciones

agosto de 2026

Hydronia LLC

OilFlow2D™ y RiverFlow2D™, modelos y documentacion producidos por Hydronia, LLC, Pembroke Pines, FL. USA.

La informacion contenida en este documento puede cambiar sin previo aviso y no representa un compromiso por parte de Hydronia, LLC. El software descrito en este documento se proporciona bajo un acuerdo de licencia.

RiverFlow2D, OilFlow2D, RiverFlow2D y RiverFlow2D GPU son marcas registradas por Hydronia, LLC. 2011-2026.

OilFlow2D™ y RiverFlow2D™ son marcas registradas de Hydronia, LLC.

Todos los demas productos o nombres de servicios mencionados aqui son marcas registradas de sus respectivos propietarios.

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicacion puede ser reproducida, almacenada en un sistema de recuperacion o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio electronico, mecanico, fotocopia, grabacion u otros, sin el permiso previo por escrito de Hydronia, LLC.

Fecha de ultima modificacion del documento: agosto de 2026.

Soporte tecnico: support@hydronia.com

Sitio web: www.hydronia.com

Contenido

Lista de Figuras	vii
1 Introducción	1
2 Crear su primera aplicación HydroBID Flood	2
2.1 Iniciando un nuevo proyecto	2
2.2 Cargar datos de elevación	6
2.3 Crear los límites del área de modelado	8
2.4 Generar la malla de celdas triangulares	10
2.5 Configurar las condiciones de borde	11
2.6 Asignar el coeficiente n de Manning	13
2.7 Exportando los archivos	15
3 Herramienta de proyecto de múltiples escenarios	19
3.1 Nuevos elementos de la interfaz para gestionar proyectos de múltiples escenarios en HydroBID Flood	19
3.2 Crear un nuevo proyecto de múltiples escenarios de HydroBID Flood usando QGIS	20
3.3 Crear un escenario nuevo	21
3.4 Cambiar de escenario	22
3.5 Eliminar escenarios	23
3.6 Importar un proyecto HydroBID Flood al modo de múltiples escenarios	23
4 Simulación de diques mediante vertederos	26
4.1 Abrir un proyecto existente	27
4.2 Crear la capa Weirs y la polilínea del vertedero	27
4.3 Generar la malla	31
4.4 Exportar archivos a HydroBID Flood	31
4.5 Ejecutar el modelo	33
4.6 Revisar los archivos de salida	35
5 Simulación de puentes	37
5.1 Crear un archivo de geometría del puente	37
5.2 Abrir un proyecto existente	40
5.3 Ingresar la polilínea del puente en la capa <i>Bridges</i>	40
5.4 Generar la malla	43
5.5 Exportar archivos a HydroBID Flood	43
5.6 Ejecutar el modelo	45

6 Simulación de alcantarillas	49
6.1 Abrir un proyecto existente	51
6.2 Crear la capa Culverts y dibujar la alcantarilla	51
6.3 Generar la malla	54
6.4 Exportar archivos a HydroBID Flood	54
6.5 Ejecutar el modelo	56
6.6 Revisar el archivo de salida de alcantarillas	58
7 Simulación de rupturas de presas	60
7.1 Abrir un proyecto existente	60
7.2 Crear la capa DamBreach y dibujar la línea que define la presa	61
7.3 Generar la malla	64
7.4 Exportar archivos a HydroBID Flood	65
7.5 Ejecutar el modelo	66
7.6 Revisar los archivos de salida	70
8 Establecer elevaciones iniciales de agua, lodo o relaves	71
8.1 Abrir un proyecto HydroBID Flood existente	71
8.2 Importar la capa ráster de WSE inicial	72
8.3 Exportar archivos a HydroBID Flood	73
9 Simulación de transporte de sedimentos de fondo con áreas de erosión limitada	76
9.1 Abrir un proyecto existente	76
9.2 Agregar la capa MaximumErosionDepth y dibujar el polígono que define el área de erosión limitada	77
9.3 Generar la malla	80
9.4 Exportar archivos a HydroBID Flood	81
9.5 Ejecutar el modelo	82
9.6 Revisar los archivos de salida	85
10 Simulación de transporte de sedimentos en suspensión con entradas de concentraciones	87
10.1 Abrir un proyecto existente	87
10.2 Exportar archivos a HydroBID Flood	88
10.3 Ejecutar el modelo	90
10.4 Revisar los archivos de salida	94
10.5 Generar un mapa de concentración	94
11 Simulaciones hidrológicas	96
11.1 Crear el archivo de serie temporal de lluvia y evaporación	96
11.2 Crear el archivo de parámetros de infiltración	97
11.3 Abrir un proyecto existente	98
11.4 Agregar la capa del componente <i>RainEvap</i> y los polígonos de lluvia/evaporación	99
11.5 Agregar la capa del componente <i>Infiltration</i> y los polígonos de Infiltration	101
11.6 Generar la malla	104
11.7 Exportar archivos a HydroBID Flood	105

11.8 Ejecutar el modelo	106
11.9 Utilizar la herramienta de sección transversal para revisar archivos de salida	109
12 Drenaje urbano con HydroBID Flood y EPA-SWMM	111
12.1 Configuración del drenaje pluvial en EPA-SWMM	113
12.1.1 Iniciar QGIS	121
12.1.2 Iniciar un nuevo proyecto HydroBID Flood	122
12.1.3 Cargar datos de elevación	124
12.1.4 Importar las conexiones de intercambio entre superficie y drenaje desde el archivo SWMM .INP	126
12.1.5 Crear los límites del área de modelación	127
12.1.6 Asignar n de Manning	129
12.1.7 Imponer las condiciones de borde	130
12.1.8 Generar la malla de celdas triangulares	132
12.2 Exportar los archivos	132
13 Simulación de falla de presa de relaves con HydroBID Flood MT	138
13.1 Iniciar un nuevo proyecto para una simulación de falla de presa de relaves	139
13.2 Cargar datos de elevación	140
13.3 Crear los límites del área de modelación	143
13.4 Crear más detalle para la malla en el área principal de flujo	144
13.5 Generar la malla de celdas triangulares	146
13.6 Configurar las condiciones de borde	147
13.7 Asignar n de Manning	151
13.8 Proveer las concentraciones iniciales para el material de relaves	152
13.9 Exportar el proyecto de QGIS a HydroBID Flood	153
13.10 Configurar los parámetros finales del modelo en el Hydronia Data Input Program (DIP).	154
13.10.1 Panel de datos de control	154
13.10.2 Panel Mud/Tailings Flow	155
13.11 Ejecutar el modelo	156
13.12 Generar mapas para el módulo Mud/Tailings Flow	157
13.13 Generar animaciones para el módulo Mud/Tailings Flow	159
14 Simular el transporte de contaminantes	161
14.1 Crear un escenario para modelar un solo contaminante como condición inicial	162
14.2 Crear una capa Initial Concentrations	162
14.3 Introducir los datos del contaminante	164
14.4 Generar la malla y exportar a HydroBID Flood	165
14.5 Revisar el panel de condiciones de frontera para la entrada de contaminantes	168
14.6 Revisar los archivos de salida	169
14.7 Crear un segundo escenario para agregar una nueva fuente de contaminante bajo condiciones existentes	171
14.8 Agregar la información necesaria de concentraciones para múltiples contaminantes	173
14.9 Agregar los parámetros del nuevo contaminante en Hydronia Data Input Program y ejecutar el modelo HydroBID Flood	175

15 Circulación impulsada por viento	180
15.1 Abrir un proyecto existente	180
15.2 Archivo de datos de serie temporal de velocidad del viento	181
15.3 Crear la plantilla de la capa de viento y los polígonos de velocidad del viento	182
15.4 Generar la malla	184
15.5 Exportar archivos	185
15.6 Ejecutar el modelo	187
15.7 Comprobar los archivos de salida del viento	189
16 Usar archivos shape de ESRI para el coeficiente n de Manning	191
16.1 Abrir un proyecto existente	191
16.2 Cargar el archivo shape con los polígonos del coeficiente n de Manning	192
16.3 Importar la geometría y los valores del coeficiente n de Manning a la capa Manning N	193
17 Cálculos de posprocesamiento	198
17.1 Abrir un proyecto existente	198
17.2 Crear una plantilla de las capas <i>ObservationPoints</i> , <i>CrossSections</i> y <i>Profiles</i> y dibujar los controles de salida	199
17.3 Generar la malla	205
17.3.1 Exportar archivos a HydroBID Flood	206
17.4 Ejecutar el modelo	208
17.5 Revisar los archivos de salida	209
18 Digitalización avanzada y ajuste	213
18.1 Abrir un proyecto existente	214
18.2 Activar y configurar la herramienta Snapping	214
18.3 Dibujar polígonos contiguos o adyacentes usando la herramienta Snapping	215
18.4 Eliminar un polígono	221
19 Crear elevaciones ráster a partir de conjuntos de datos X Y Z	223
20 Configurar una VM de Google Cloud para simulaciones aceleradas por GPU	230
20.1 Antes de comenzar	230
20.1.1 Comprobar y solicitar cuotas de GPU	231
20.2 Crear la instancia de VM	231
20.3 Configurar la máquina y la GPU	231
20.4 Configurar el disco de arranque y el firewall	233
20.5 Crear la VM y gestionar las solicitudes de cuota	234
20.6 Conectarse a la VM	237
21 Crear gráficos y animaciones de alto impacto con ParaView	238
21.1 Conceptos básicos de ParaView	238
21.2 Visualizaciones bidimensionales (2D)	241
21.2.1 Crear un mapa 2D de elevación del lecho	241
21.2.2 Crear campos vectoriales de velocidad 2D	243
21.3 Visualizaciones tridimensionales (3D)	247

21.3.1 Crear un gráfico 3D de elevación del agua agregando una capa (h+z)	252
21.3.2 Crear un gráfico de campo de velocidad	254
21.4 Generación de animaciones	256
21.5 Representación de Streamlines	257

Lista de Figuras

2.1	Archivos con los datos requeridos para el ejemplo.	2
2.2	Interfaz de QGIS que indica las áreas de ventana.	3
2.3	Ventana de complementos con HydroBID Flood independiente activado (pre-v10/independiente).	4
2.4	Modelo digital de elevación con representación Hillshade.	8
2.5	Capa Domain Outline.	9
2.6	Malla resultante.	10
2.7	Panel de mensajes del registro con mensajes de GMSH.	10
2.8	Diálogo de exportación de HydroBID Flood.	15
2.9	Diálogo Open DIP con QGIS DIP seleccionado de forma predeterminada y More options expandido con Classic DIP. Se muestra el nombre de la ejecución de ejemplo.	16
2.10	Panel de datos de control de QGIS DIP para el tutorial Hoh.	16
2.11	Ventana heredada de Classic DIP Hydronia Data Input Program.	17
2.12	Ventana mostrada mientras se ejecuta el modelo.	17
3.1	Lista desplegable para mostrar y seleccionar los escenarios del proyecto	19
3.2	Herramienta para crear un escenario nuevo dentro del proyecto	20
3.3	Herramienta para convertir un proyecto existente al modo de múltiples escenarios	20
3.4	Menú para crear un proyecto nuevo	20
3.5	Ventana de diálogo para crear un proyecto nuevo de HBF	21
3.6	Botón de menú para eliminar un escenario.	23
4.1	La polilínea del vertedero que representa el dique se muestra en rojo.	26
4.2	Panel QGIS DIP Control Data del tutorial de vertederos.	33
4.3	Extracto del archivo de salida del Weir1.	36
5.1	Datos de la geometría del puente.	39
5.2	Herramienta de exportación de HydroBID Flood.	44
5.3	Diálogo Open DIP con QGIS DIP seleccionado de forma predeterminada y More options expandido con Classic DIP. Se muestra el nombre de la ejecución de ejemplo.	45
5.4	Panel de datos de control de QGIS DIP para el tutorial de puentes.	45
5.5	Panel del componente Bridges de QGIS DIP.	46
5.6	Archivo de hidrograma del puente 'bridgeh'.	48
6.1	Esquema de alcantarilla.	49
6.2	Diálogo Open DIP con QGIS DIP seleccionado de forma predeterminada y More options expandido con Classic DIP. Se muestra el nombre de la ejecución de ejemplo.	55
6.3	Panel del componente Culverts de QGIS DIP.	57

6.4	Panel de datos del componente Culverts de Classic DIP heredado.	57
6.5	Archivo de salida de Culvert1.	59
7.1	Panel QGIS DIP del componente Dam Breach.	67
7.2	Componente Dam Breach de Classic DIP heredado.	68
8.1	Pantalla del proyecto cargado en QGIS.	72
9.1	Diálogo Open DIP con QGIS DIP seleccionado de forma predeterminada y More options expandido con Classic DIP. Se muestra el nombre de la ejecución de ejemplo.	82
9.2	Panel de datos de control de QGIS DIP para el tutorial de profundidad máxima de erosión.	83
9.3	Mapas de diferencia de elevación del lecho del río entre el inicio y el final de la ejecución.	86
10.1	Pantalla del proyecto cargada en QGIS.	88
10.2	Ventana del complemento para exportar los archivos a HydroBID Flood.	89
10.3	Diálogo Open DIP con QGIS DIP seleccionado de forma predeterminada y More options expandido con Classic DIP. Se muestra el nombre de la ejecución de ejemplo.	89
10.4	Panel de datos de control de QGIS DIP para transporte de sedimentos en suspensión.	90
10.5	Panel de datos de control de Classic DIP heredado.	90
10.6	Mapa de concentración de sedimentos en suspensión para el último paso de tiempo.	94
11.1	Diálogo de exportación.	105
11.2	Diálogo Open DIP con QGIS DIP seleccionado de forma predeterminada y More options expandido con Classic DIP. Se muestra el nombre de la ejecución de ejemplo.	106
11.3	Panel del componente Infiltration de QGIS DIP.	108
12.1	Hidrograma de entrada aplicado en el extremo aguas arriba del drenaje pluvial. . .	112
12.2	Perfil del drenaje pluvial.	113
12.3	Interfaz de QGIS.	122
12.4	Capa Domain Outline.	129
12.5	Polígono que cubre los nodos que definen el segmento de la condición de borde de salida.	131
12.6	Malla resultante.	132
12.7	Profundidades máximas.	136
13.1	Archivos con datos requeridos para el ejemplo.	138
13.2	Malla triangular generada para el tutorial de falla de presa de relaves.	147
13.3	Ventana de ejecución del modelo HydroBID Flood.	156
13.4	Botón Concentrations and Properties vs Time en la barra de herramientas del complemento HydroBID Flood.	157
13.5	Ventana Concentrations and Properties vs Time Maps.	158
13.6	Mapa de resultados de Conc_1 a la hora 2.	158
13.7	Ventana de diálogo de animación HBF.	159
13.8	Panel de animación HBF que indica la barra de estado y la capa de animación generada.	160

14.1	Mapa de concentraciones para Conc_2 en el escenario MultiplePollutant.	179
15.1	Panel del componente Wind de QGIS DIP.	188
15.2	Ventana del modelo.	189
15.3	Mapa del campo de velocidad para el tiempo de 20 horas.	190
16.1	Tabla de atributos de la capa Manning N.	196
17.1	Panel de datos de control de QGIS DIP para el tutorial OutControl.	208
18.1	Áreas con superposición y espacios vacíos en la digitalización manual de polígonos adyacentes.	213
18.2	Pantalla del proyecto cargado en QGIS.	214
18.3	Panel de configuración de Snapping.	215
19.1	Archivo que contiene puntos de elevación del terreno.	223
19.2	Ventana para cambiar el estilo de representación de una capa ráster.	228
19.3	Modelo digital de elevación con representación en color.	229
20.1	Configuración de la máquina con un tipo N1 personalizado, 4 vCPU, 32 GB de memoria y una GPU NVIDIA V100.	233
21.1	Ventana principal de ParaView.	239
21.2	Vista después de abrir el archivo 'BridgeTutorial.vtk'.	240
21.3	Barras de herramientas VCR y Time Control.	240
21.4	Vista para Time = 2.	241
21.5	Selector de variable.	241
21.6	Representación de la elevación del lecho z.	242
21.7	Mapas de color predefinidos.	242
21.8	Representación de la elevación del lecho z.	243
21.9	Mapa de color XRay.	244
21.10	Mapa de color de blanco a azul.	244
21.11	Mapa de color de blanco a azul.	245
21.12	Profundidad del agua (h).	245
21.13	Campo vectorial de velocidad sobre la profundidad del agua.	246
21.14	Detalle del campo vectorial de velocidad.	247
21.15	Elevación del lecho z.	248
21.16	Viewpoint Toolbar.	251
21.17	Representación 3D alternativa de la elevación del lecho.	252
21.18	Barra de herramientas Camera Control.	252
21.19	Representación de la elevación de la superficie del agua.	253
21.20	Aplicación del filtro Threshold.	254
21.21	Representación tridimensional de la profundidad del agua h.	254
21.22	Representación del campo de velocidad tridimensional.	256
21.23	Animación.	256
21.24	Representación de StreamLines.	258

1 | Introducción

Este documento presenta el material instructivo y los tutoriales de HydroBID Flood para facilitar la aplicación de varios componentes del modelo mediante QGIS. HydroBID Flood se basa en el motor RiverFlow2D de Hydronia y está adaptado a los flujos de trabajo de HydroBID para evaluación del riesgo de inundación y drenaje urbano.

HydroBID Flood es un modelo de volúmenes finitos que combina hidrología e hidrodinámica, lecho móvil y transporte de contaminantes para ríos, estuarios, zonas costeras y llanuras de inundación. Puede simular inundaciones sobre terreno complejo con alta resolución y con notable estabilidad, precisión y velocidad. El uso de mallas adaptativas de celdas triangulares permite resolver el campo de flujo alrededor de características clave en entornos fluviales complejos.

Los motores computacionales de Hydronia usan un método de solución de volúmenes finitos preciso, rápido y estable que elimina las dificultades de frontera y de arranque en caliente de algunos modelos bidimensionales de malla flexible. HydroBID Flood también incluye la capacidad de representar rupturas de presas o diques e integrar estructuras hidráulicas como alcantarillas, vertederos, puentes y compuertas. Las capacidades hidrológicas incluyen lluvia, evaporación e infiltración espacialmente distribuidas. Esta versión puede integrar el efecto de esfuerzos de viento distribuidos sobre la superficie del agua.

La interfaz de usuario de los modelos de Hydronia se basa en QGIS, un software potente para el análisis de sistemas de información geográfica de distribución libre. Este sistema, integrado con el complemento GMSH para generación de mallas, ofrece funciones interactivas para generar y refinar la malla flexible de volúmenes finitos, y usa objetos GIS conocidos para construir una representación de alto nivel del modelo. QGIS también ofrece un conjunto completo de herramientas de visualización que incluyen renderizado para representar los resultados generados por el modelo.

Estado del borrador: traducción de trabajo reconciliada con el Markdown inglés v10 de HydroBID Flood. No se localizó una fuente española legada específica de HydroBID Flood; las capturas de pantalla con texto visible permanecen sin revisar y requieren captura o aprobación en español.

Tareas pendientes: completar la revisión lingüística, validar las etiquetas de interfaz conservadas en inglés y aprobar las capturas antes de publicar.

2 | Crear su primera aplicación Hydro-BID Flood

Esta sección proporciona una guía paso a paso para ayudarle a comenzar con un proyecto Hydro-BID Flood usando la interfaz de QGIS. El ejemplo ilustra la aplicación del modelo para simular el flujo en un río con una entrada única aguas arriba y una salida única aguas abajo. Incluye instrucciones para ingresar los datos de elevación del terreno, crear la malla, preparar las capas con la información de entrada y ejecutar el modelo.

2.1 Iniciando un nuevo proyecto

Los archivos necesarios para seguir este tutorial se pueden extraer del archivo zip 'ExampleProjects' en la carpeta 'Hoh_QGIS_Metric_Units'. Este archivo zip se descarga por separado de sus materiales de instalación.

Name	Date modified	Type	Size
 hohdem2.tif	5/3/2024 11:39 AM	TIF File	1,166 KB
 HohDTM_points_METRIC.txt	6/26/2018 12:17 PM	Text Document	357 KB
 Projection EPSG 2855 meters.txt	9/4/2018 10:38 AM	Text Document	0 KB
 QIN.DAT	11/24/2019 10:54 AM	DAT File	1 KB

Figura 2.1 – Archivos con los datos requeridos para el ejemplo.

El primer paso es iniciar el software QGIS haciendo clic en el icono de escritorio de QGIS. Si este icono no está disponible, puede ejecutar el ejecutable 'qgis-bin.exe' en el subdirectorio 'bin' de QGIS. Después de cargarlo, verá una ventana similar a la que se muestra a continuación:



Para instalaciones independientes o anteriores a v10, si no aparece la barra de herramientas con los iconos del modelo, active el complemento independiente mediante *Manage and Install Plugins...* en el menú *Plugins*.

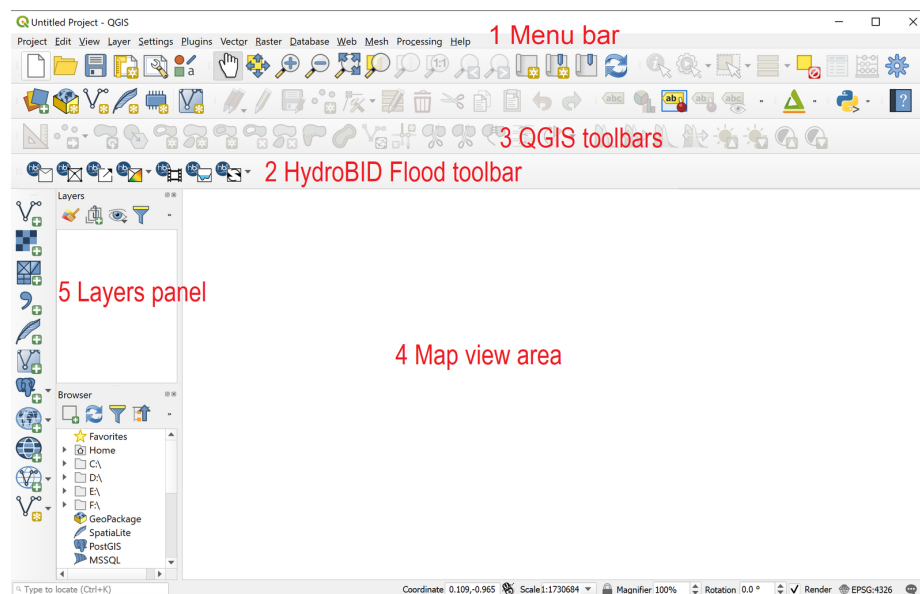


Figura 2.2 – Interfaz de QGIS que indica las áreas de ventana.

Para la versión 10 y posteriores, utilice el complemento unificado Hydrornia2DMS. En *Manage and Install Plugins...*, busque Hydrornia2DMS en la lista *Installed* y confirme que esté habilitado. Hydrornia2DMS proporciona las herramientas con el flujo HydroBID Flood utilizadas en este tutorial.

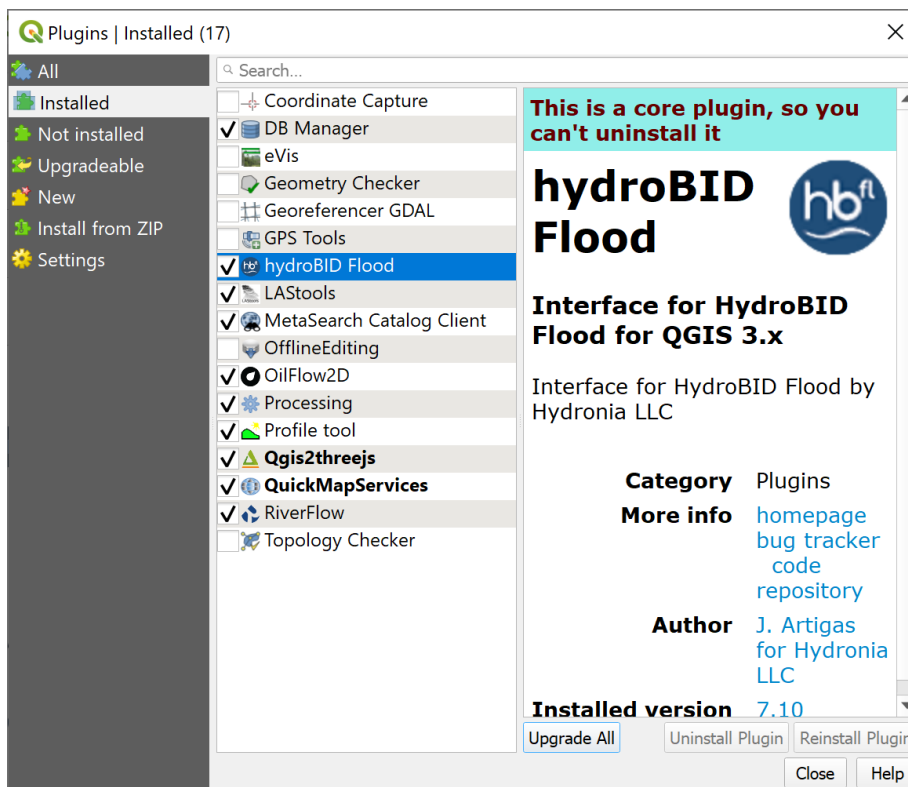
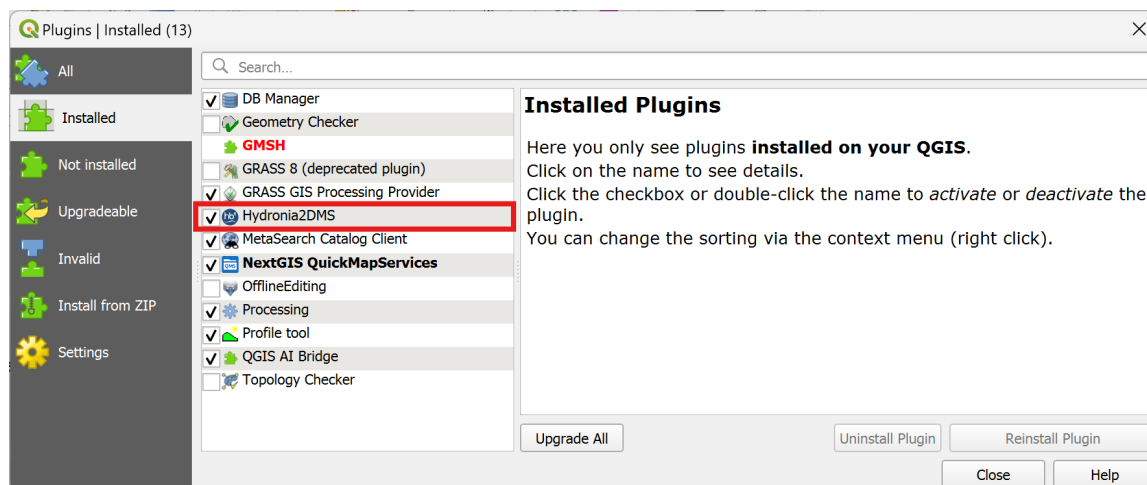


Figura 2.3 – Ventana de complementos con HydroBID Flood independiente activado (pre-v10/independiente).



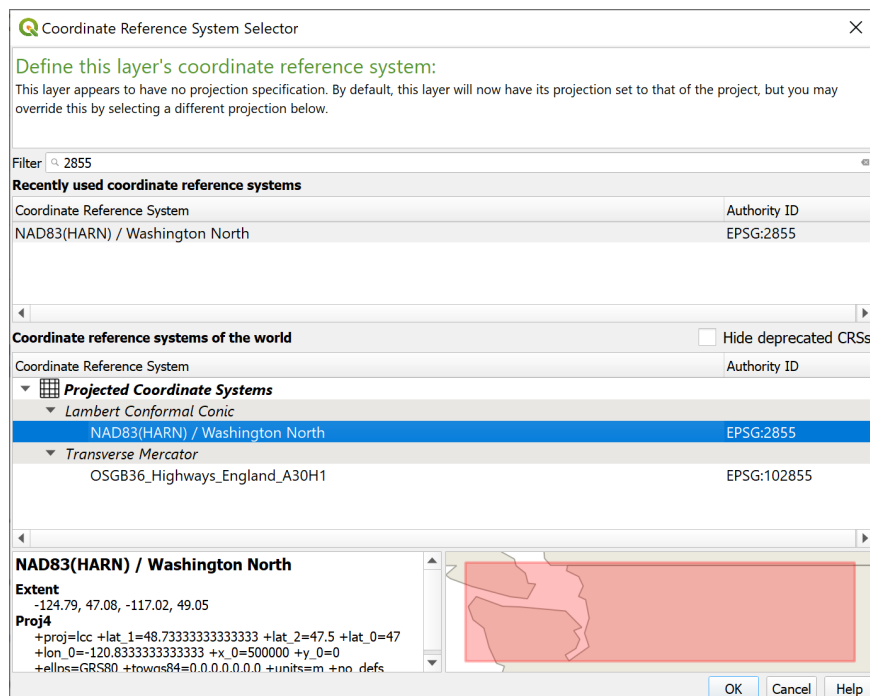
Iniciar un nuevo proyecto

1. Para crear un nuevo proyecto HydroBID Flood, haga clic en el botón *New HydroBID Flood Project* en la barra de herramientas. Aparece una ventana de diálogo donde seleccionará las capas que se crearán, el Sistema de Referencia de Coordenadas (CRS) y la ruta del directorio donde se guardarán las capas. Este ejemplo usará las capas básicas: *Domain Outline*, *Manning N* y *BoundaryConditions*.
2. Seleccione *None* en el menú desplegable Layers.
3. Seleccione el botón *Projection*. En el cuadro de texto *Filter*, escriba *2855* y seleccione el

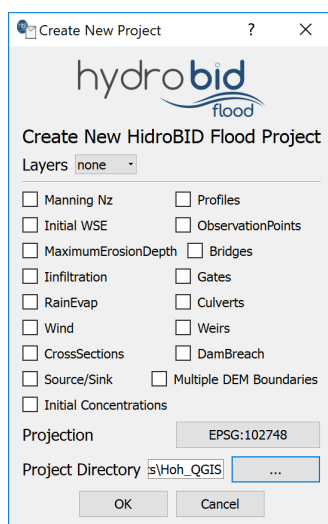
Coordinate Reference System como se muestra:



4. Haga clic en *OK*.
5. Seleccione EPSG:2855, que corresponde al Sistema de Referencia de Coordenadas (CRS) NAD83(HARN)/Washington North:



Ventana de diálogo del Selector de Sistema de Referencia de Coordenadas.



6. Haga clic en el botón *OK* para proporcionar una ruta donde almacenar los archivos del proyecto en el cuadro de texto *Project Directory*. Esta será la carpeta donde el modelo escribirá todos los resultados y archivos de salida.

- Después de hacer clic en OK, las plantillas de capas se crean y se muestran en el *Layers Panel*.

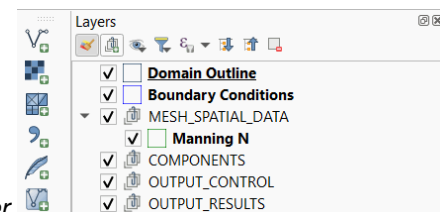
El modelo usará el sistema de unidades definido en la proyección que seleccionó. Si la proyección tiene coordenadas en pies, las unidades se establecerán en English. Si las coordenadas de la proyección están en metros, las unidades se establecerán en Metric/SI.



- En el menú *Project* de QGIS, haga clic en *Save* para guardar el proyecto en el mismo directorio seleccionado previamente en el diálogo *Create New Project*.

2.2 Cargar datos de elevación

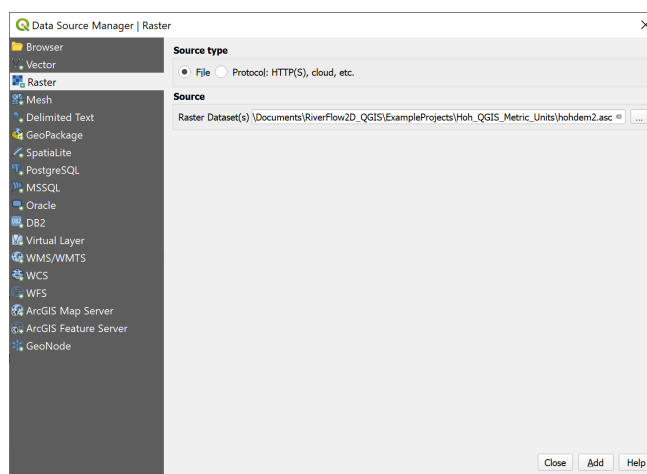
En este tutorial usaremos un archivo ráster que contiene los datos de elevación del terreno y del fondo del lecho del río en formato de cuadrícula ASCII.



- Para cargar un archivo de cuadrícula ASCII, haga clic en el botón *Add Raster Layer*
- En el diálogo, busque la carpeta del tutorial y seleccione el archivo 'hohdem2.tif' como se muestra:



- Mientras está en el diálogo, haga clic en *Add* y luego en *Close*.

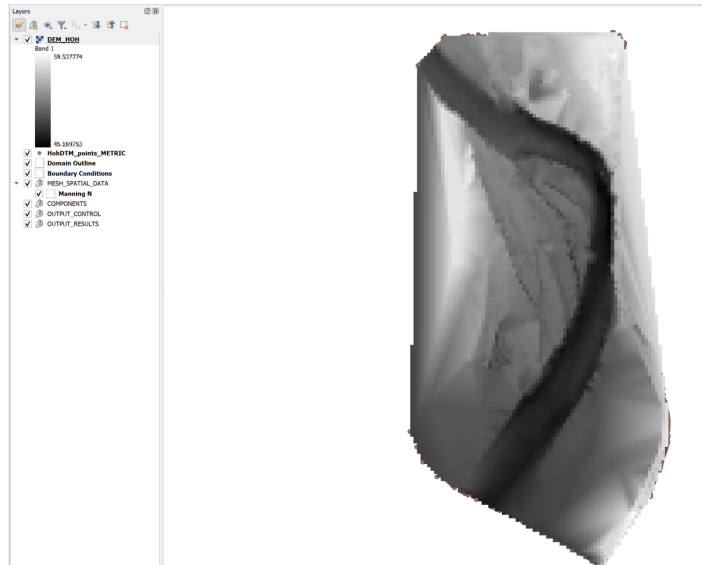


- Utilice el botón *Zoom to Layer* para centrar la imagen.

Una vez completado el proceso, el ráster se mostrará en pantalla; de forma predeterminada se representa con un degradado gris, como se muestra.

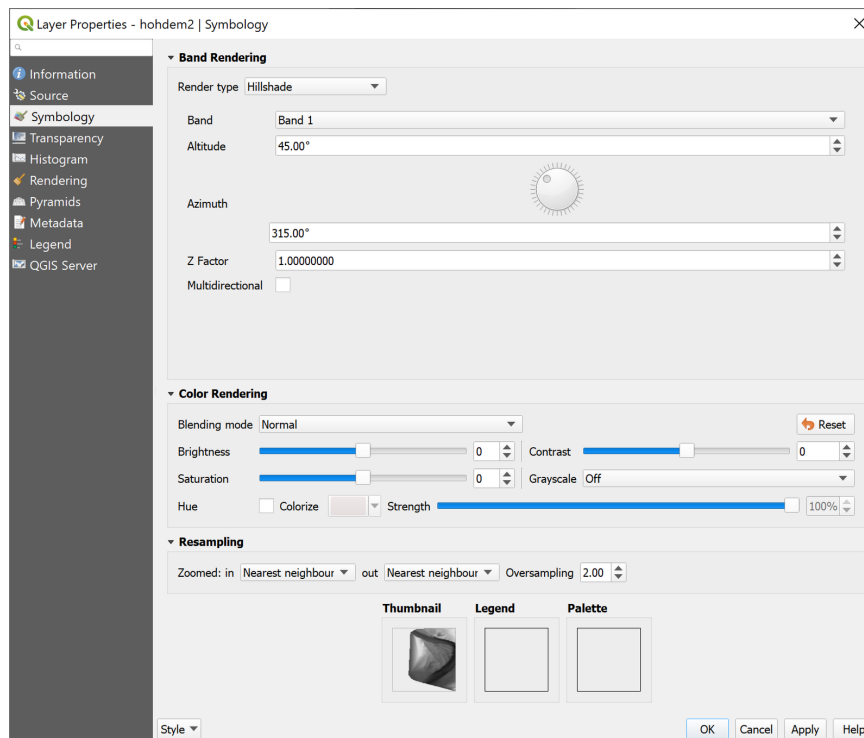


Haciendo clic con el botón derecho en la etiqueta de la nueva capa ráster y seleccionando *Propiedades* puede cambiar el estilo de representación por una paleta más informativa, como *Hillshade*, por ejemplo.



Modelo digital de elevación en formato ráster.

Ahora la capa ráster se muestra con la nueva paleta seleccionada:



Ventana para cambiar el estilo de representación de la capa ráster.

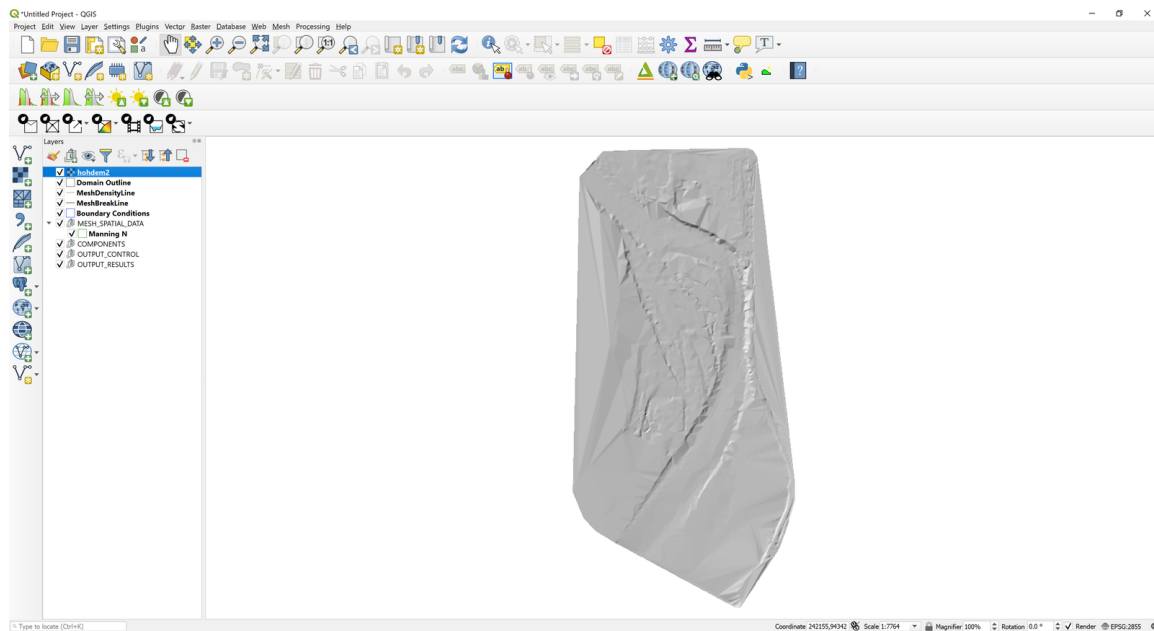


Figura 2.4 – Modelo digital de elevación con representación Hillshade.

5. Debería mover la capa ráster arrastrándola al final de la lista de capas para evitar que oculte o interfiera visualmente con las demás capas.

2.3 Crear los límites del área de modelado

Definimos los límites del área de modelado dibujando un polígono en la capa *Domain Outline*. Para crearlo, proceda de la siguiente manera:

1. Haga clic en la capa *Domain Outline* para activarla y luego haga clic en *Toggle Editing* (icono del lápiz) en la barra de herramientas



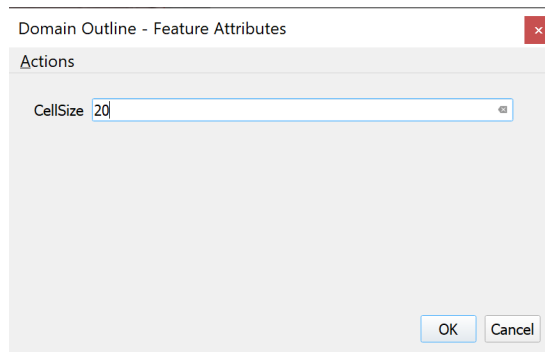
2. Esto activa el resto de los controles de edición. Ahora haga clic en la herramienta *Add Feature*

(polígono con forma de frijol) .

Proceda a delinear el contorno del polígono haciendo clic en los vértices con el botón izquierdo del ratón.

Asegúrese de que el polígono quede dentro de los límites de la capa ráster, ya que el programa no extrapolará elevaciones a áreas fuera de los datos disponibles.

3. Para finalizar y cerrar el polígono, haga clic con el botón derecho en el área de vista del mapa. Aparecerá una ventana de diálogo para introducir el atributo de tamaño de celda del polígono recién creado. Se indica el valor de *CellSize* para el tamaño de referencia de la celda de la malla. Ingrese un valor de 20 m.



CellSize definido para la capa *Domain Outline*.

Si desea hacer alguna corrección en el contorno del polígono creado, utilice la herramienta

Node .

4. Guarde el polígono haciendo clic en el botón *Save* .

5. Haga clic en el botón *Toggle Editing* para desactivar el modo de edición de la capa .

El *Domain Outline* está completo.



Figura 2.5 – Capa *Domain Outline*.

2.4 Generar la malla de celdas triangulares

Ahora que se ha creado la capa *Domain Outline*, proceda a crear la malla haciendo clic en el botón *Generate Trimesh*.

La siguiente figura muestra la malla generada. También verá en el panel de capas la nueva capa: *Trimesh*.

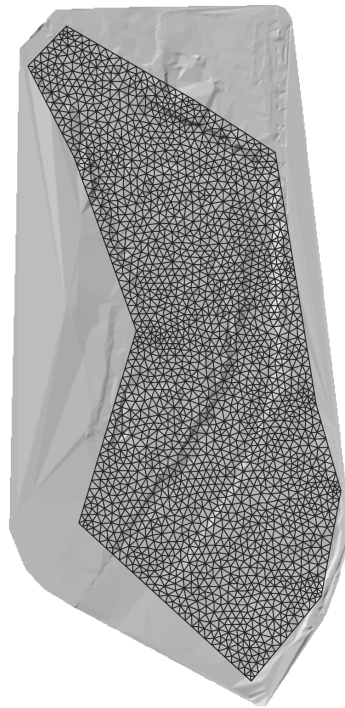


Figura 2.6 – Malla resultante.

Puede ver las estadísticas de generación de la malla y otros mensajes producidos por el programa de mallado mientras crea la malla en el panel de mensajes de registro. A esta ventana se accede desde el menú *View* y luego haciendo clic en *Panels*.

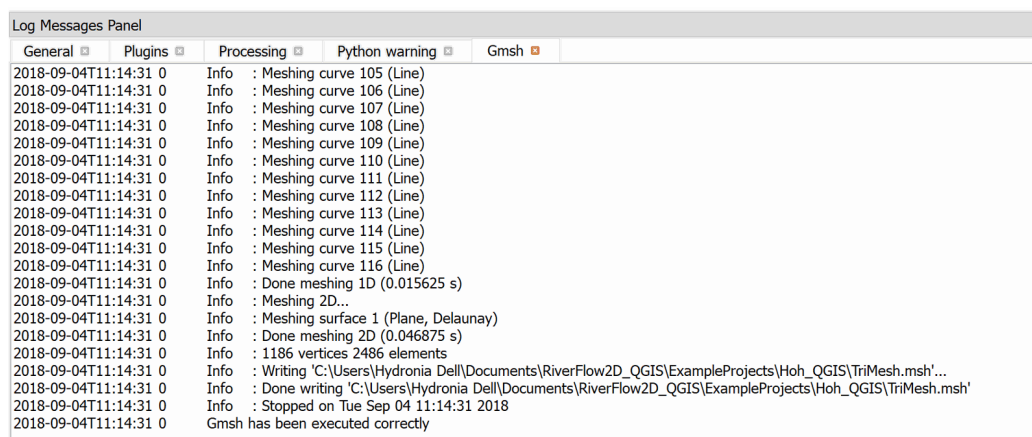


Figura 2.7 – Panel de mensajes del registro con mensajes de GMSH.

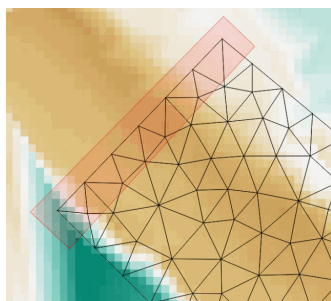
2.5 Configurar las condiciones de borde

Condiciones de borde de entrada:

1. Seleccione la capa *BoundaryConditions* en el panel de capas.



2. Haga clic en el botón *Toggle Editing* para añadir los polígonos que indicarán los segmentos de borde abierto donde se imponen las condiciones de entrada y salida. Dibuje un polígono en el extremo superior de la malla como se indica en la figura:



Polígono que cubre los nodos que definen el segmento de condición de borde de entrada.

3. Para finalizar el polígono, haga clic con el botón derecho en la ubicación deseada. Se mostrará una ventana para ingresar los atributos del polígono recién creado.
4. En *Boundary Cond. ID* ingrese el nombre deseado o deje el valor predeterminado.
5. En la lista *Type of Open Boundary*, seleccione *2. Discharge vs. Time*.
6. Haga clic en el botón *Import BC File* y busque el archivo de hidrograma 'QIN.DAT' como se muestra a continuación:

Boundary Conditions - Feature Attributes

General BC Data

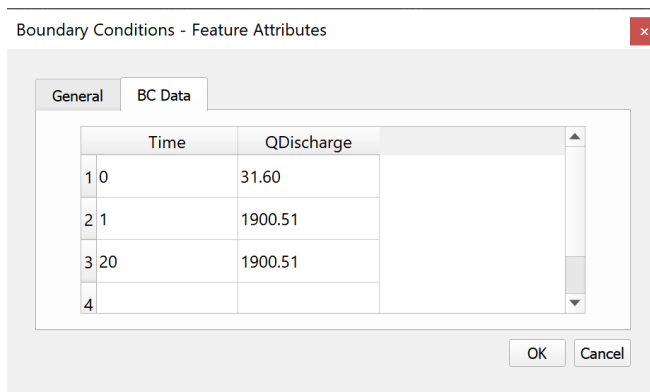
Boundary Cond. Identify (ID) BC_1

Type of Open Boundary 2. Discharge vs Time

Bound. Cond. File Name QGIS_Metric_Units/QIN.DAT Import BC File

OK Cancel

Parámetros de la condición de borde de entrada.

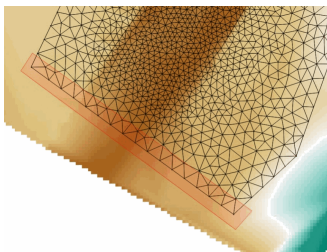


Hidrograma cargado desde el archivo 'QIN.DAT'.

7. Haga clic en **OK** para cerrar el diálogo y luego en **Save** .

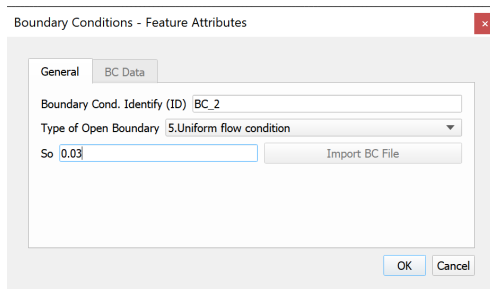
Condiciones de borde de salida:

1. Dibuje el polígono que define la condición de borde de salida en el extremo aguas abajo del canal como se muestra.



Polígono que define el segmento de condición de borde de salida.

2. Haga clic derecho para cerrar el polígono. Aparecerá una ventana de diálogo para ingresar los parámetros. Seleccione el tipo de condición *Uniform flow conditions* e introduzca la pendiente del canal. La pendiente se introduce en *So* como se muestra:



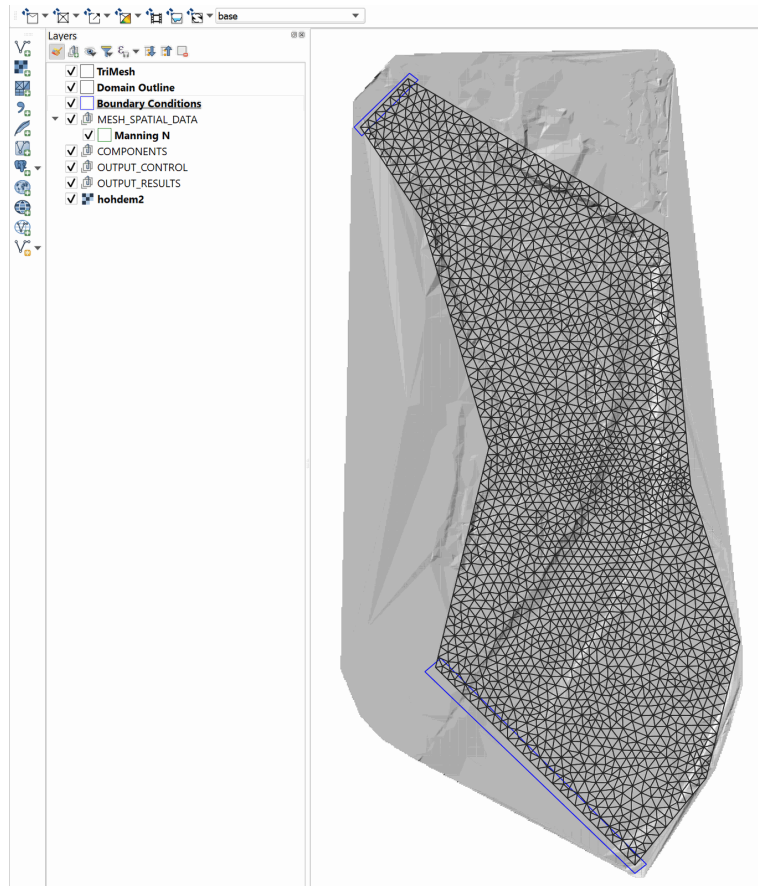
Parámetros para la condición de borde abierta de flujo uniforme de salida.

3. Guarde los cambios hechos en la capa haciendo clic en el botón **Save** .



4. Desactive el modo de edición haciendo clic en el botón *Toggle Editing*.

La figura siguiente muestra cómo debería verse la capa *BoundaryConditions*:

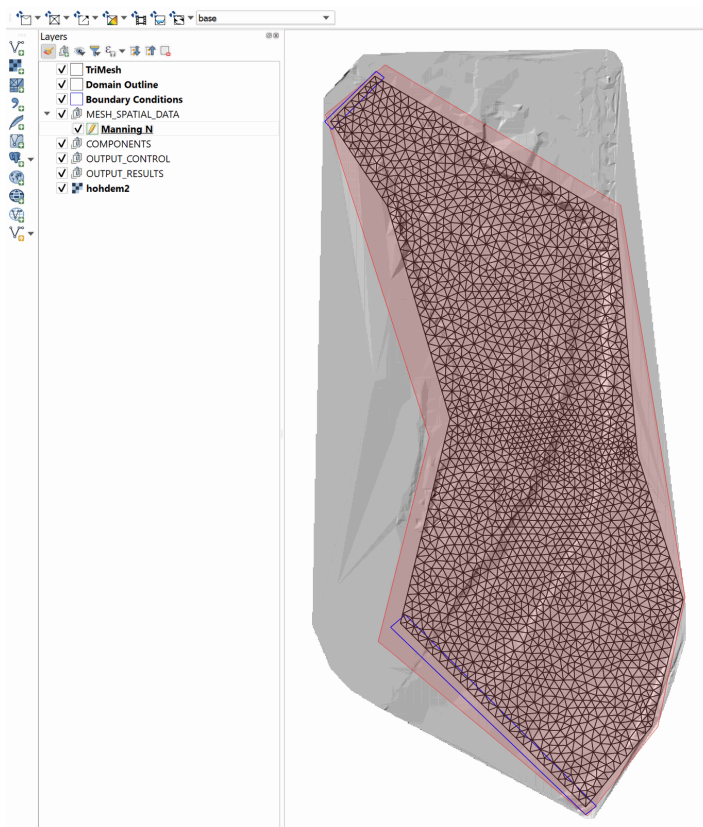


Polígonos que definen las condiciones de borde de entrada y salida.

2.6 Asignar el coeficiente n de Manning

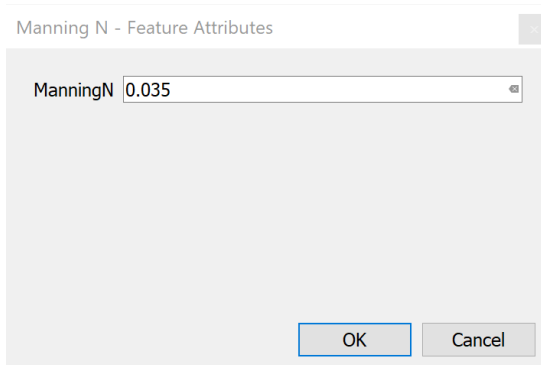
Para asignar valores de n de Manning, ingresamos polígonos con valores específicos. Puede haber tantos polígonos como sean necesarios para reproducir la variabilidad espacial de este parámetro. En este ejemplo se dibuja un único polígono para toda el área.

1. Seleccione la capa *Manning N* y haga clic en el botón *Toggle Editing*.
2. Dibuje un polígono que cubra todo el dominio. El polígono puede extenderse más allá del área de la malla como se muestra:



Capa Manning N.

3. Cierre el polígono haciendo clic con el botón derecho en el vértice final e ingrese un valor de n de Manning igual a 0.035:



Diálogo para ingresar ManningN.

4. Haga clic en  Save, y luego haga clic en el botón *Toggle Editing*  para desactivar el modo de edición.

Guarde el proyecto de QGIS usando el comando *Save* en el menú *Project*. Nombre el archivo del proyecto 'Hoh.qgs'.

2.7 Exportando los archivos

Una vez creadas las capas con la información de entrada del modelo, debemos exportar los archivos de datos requeridos para ejecutar HydroBID Flood.

1. En la barra de herramientas del complemento HydroBID Flood, haga clic en *Export files for HydroBID Flood* y seleccione *Export HydroBID Flood*
2. En el diálogo de exportación indique el *Scenario Name* y la capa ráster del Modelo Digital de Elevación (DEM).

El nombre del escenario también será el nombre que se asignará a todos los archivos exportados; estos nombres nunca deben cambiarse manualmente.

3. Haga clic en *OK*.



Figura 2.8 – Diálogo de exportación de HydroBID Flood.

Una barra de mensajes en la parte superior del área del mapa muestra el progreso del proceso de exportación.

En Hydronia2DMS versión 10 y posteriores, después de exportar aparece el diálogo *Open DIP*. *QGIS DIP* está seleccionado de forma predeterminada; haga clic en *OK* para abrirlo dentro de QGIS. Para consultar la alternativa independiente histórica, expanda *More options*, seleccione *Classic DIP* y haga clic en *OK*.

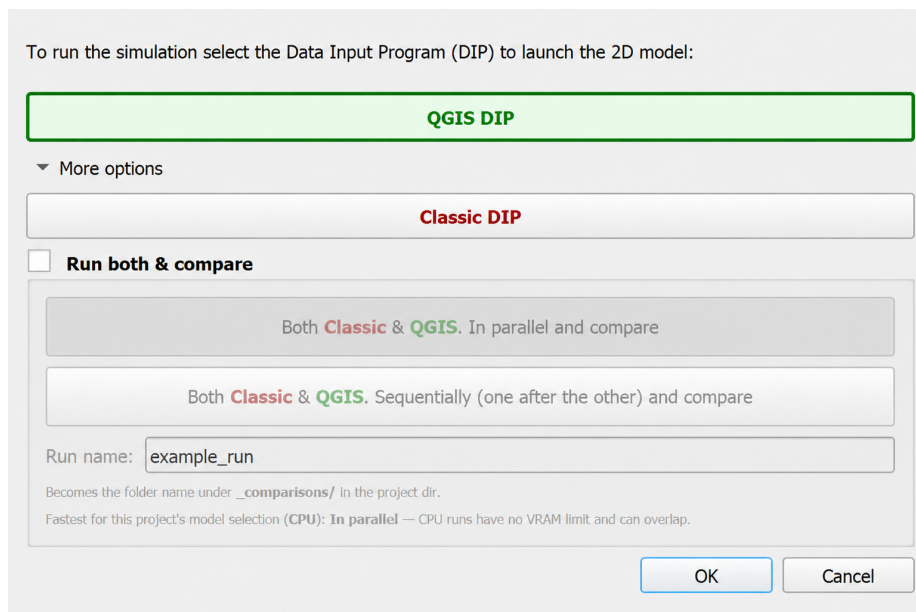


Figura 2.9 – Diálogo Open DIP con QGIS DIP seleccionado de forma predeterminada y More options expandido con Classic DIP. Se muestra el nombre de la ejecución de ejemplo.

Una vez creados los archivos del modelo, Hydronia Data Input Program aparecerá automáticamente con el archivo principal de datos de control cargado; en este caso: 'Hoh.DAT'.

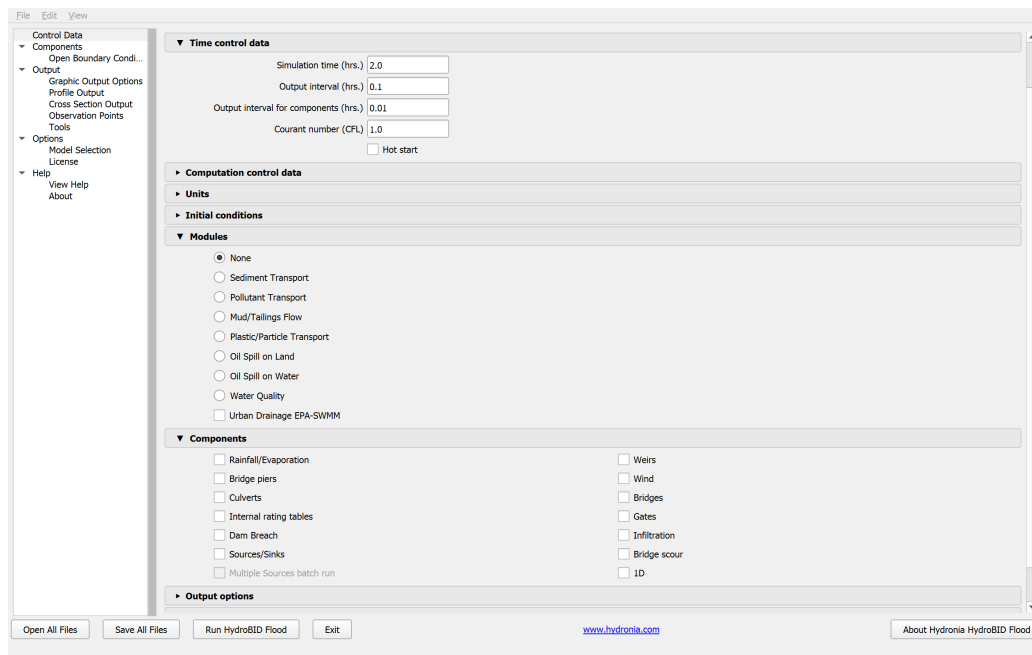


Figura 2.10 – Panel de datos de control de QGIS DIP para el tutorial Hoh.

El siguiente panel de Classic DIP se conserva como referencia de los valores heredados:

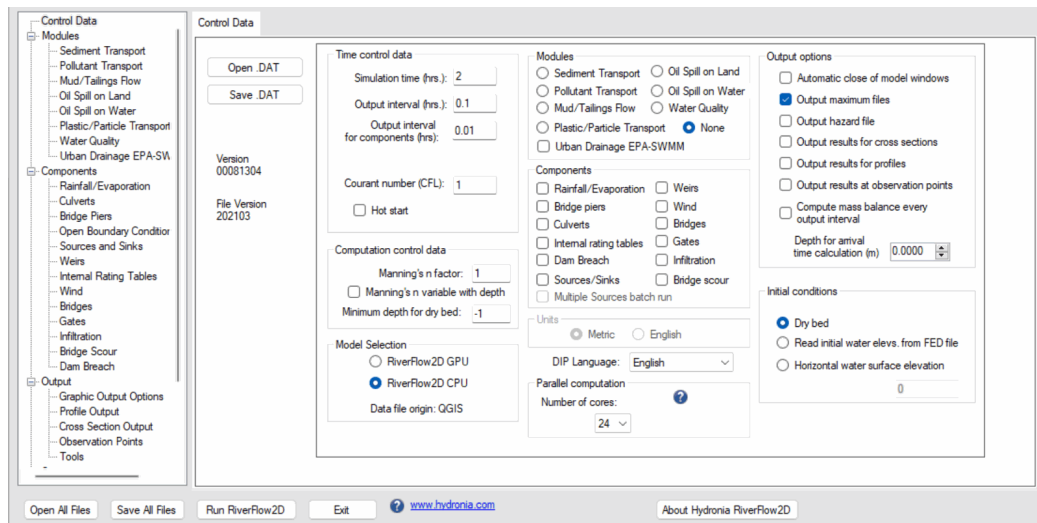


Figura 2.11 – Ventana heredada de Classic DIP Hydronia Data Input Program.

4. Haga clic en el botón *Run HydroBID Flood* para ejecutar el modelo.
5. Un cuadro de diálogo preguntará si desea guardar los cambios. Como no se realizaron cambios, seleccione [No].

Debería aparecer una ventana similar a la siguiente:

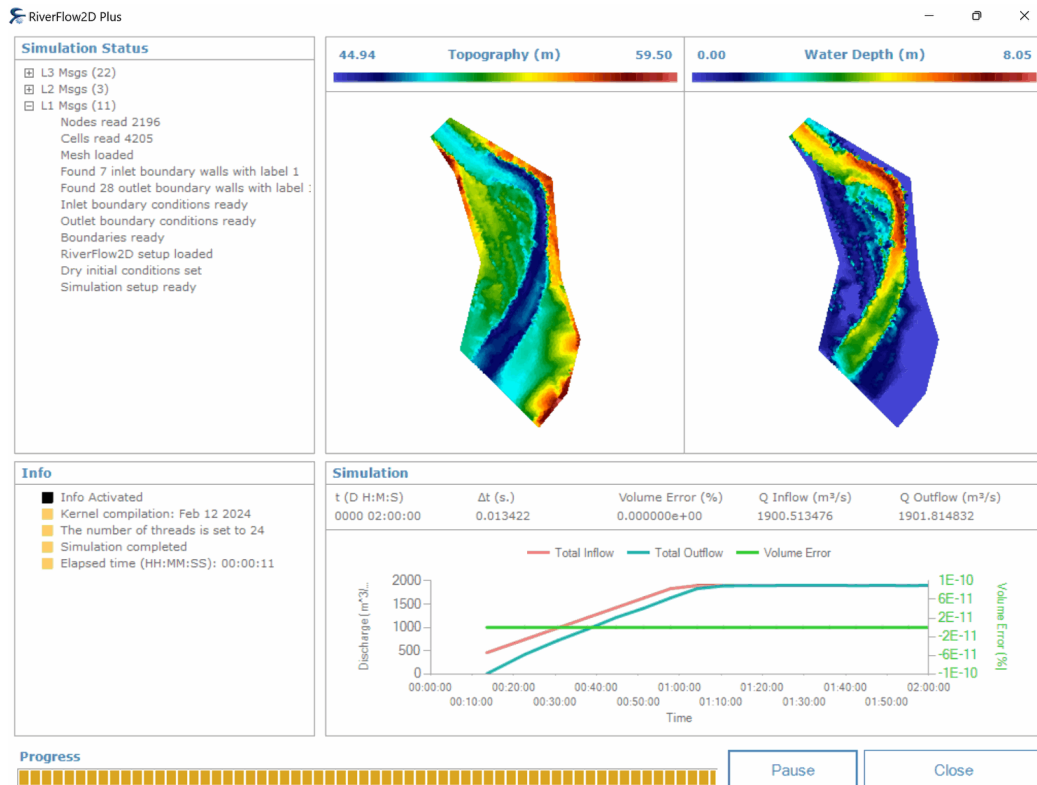


Figura 2.12 – Ventana mostrada mientras se ejecuta el modelo.

Tómese un tiempo para explorar la información incluida en esta ventana.

Con esto concluye el tutorial *Creando su primera aplicación HydroBID Flood*.

Estado del borrador: traducción de trabajo reconciliada con el Markdown inglés v10 de HydroBID Flood. No se localizó una fuente española legada específica de HydroBID Flood; las capturas de pantalla con texto visible permanecen sin revisar y requieren captura o aprobación en español.

Tareas pendientes: completar la revisión lingüística, validar las etiquetas de interfaz conservadas en inglés y aprobar las capturas antes de publicar.

3 | Herramienta de proyecto de múltiples escenarios

Al establecer un modelo matemático de un sistema, es muy común realizar varias ejecuciones con diferentes valores de los parámetros más significativos para observar sus efectos. En algunos casos, también resulta útil ejecutar el modelo sin un proyecto y dentro de un proyecto. En versiones anteriores del complemento, esto debía hacerse en proyectos QGIS separados, lo que implicaba crear copias de las carpetas del proyecto y de los datos y podía causar problemas de manejo y acceso a los datos. Esta nueva versión del complemento HydroBID Flood para QGIS permite gestionar múltiples escenarios dentro del mismo proyecto. De esta manera, se pueden crear variantes del mismo modelo como subproyectos, con la ventaja de mantener todas las variantes organizadas en el mismo proyecto, lo que facilita el acceso y la gestión de la información. A continuación se describen las nuevas funciones de la interfaz de QGIS para HydroBID Flood que permiten manejar múltiples escenarios.

3.1 Nuevos elementos de la interfaz para gestionar proyectos de múltiples escenarios en HydroBID Flood

Esta sección describe los nuevos elementos de la interfaz de usuario de QGIS para gestionar proyectos de múltiples escenarios de HydroBID Flood. La barra de herramientas de HydroBID Flood ahora incluye tres elementos nuevos:

- Una lista desplegable que muestra al usuario la lista de escenarios contenidos en el proyecto.
- Una opción para generar nuevos escenarios en el botón *New HydroBID Flood Project*.
- Una opción en el menú de herramientas de HydroBID Flood que permite importar un proyecto HydroBID Flood existente al modo de múltiples escenarios.

Las figuras siguientes muestran los tres elementos nuevos.

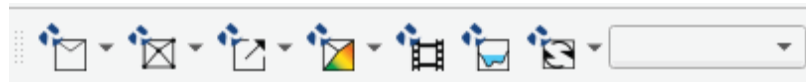


Figura 3.1 – Lista desplegable para mostrar y seleccionar los escenarios del proyecto

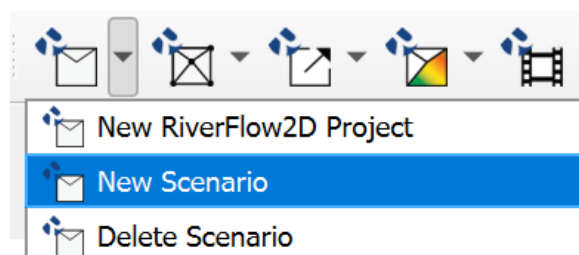


Figura 3.2 – Herramienta para crear un escenario nuevo dentro del proyecto

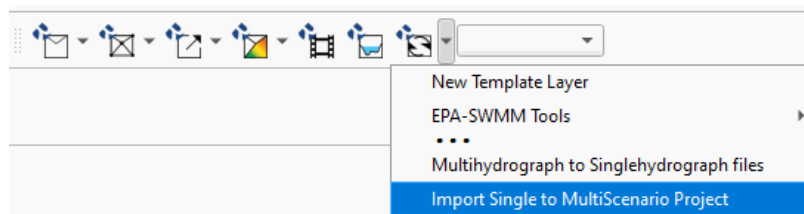


Figura 3.3 – Herramienta para convertir un proyecto existente al modo de múltiples escenarios

3.2 Crear un nuevo proyecto de múltiples escenarios de HydroBID Flood usando QGIS

- Para crear un proyecto nuevo en modo de múltiples escenarios, acceda al primer botón de la barra de herramientas y seleccione la opción de menú *New HydroBID Flood Project*, como se muestra en la figura siguiente:

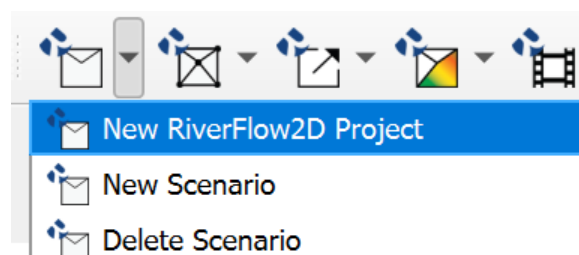


Figura 3.4 – Menú para crear un proyecto nuevo

La ventana de diálogo presenta un campo para indicar el nombre del escenario inicial, resaltado en un cuadro rojo en la figura siguiente. De forma predeterminada, este campo tiene la etiqueta *base*. La lista desplegable para mostrar los nombres de los escenarios tiene una longitud limitada; recomendamos asignar nombres cortos y sin espacios para facilitar su visualización.



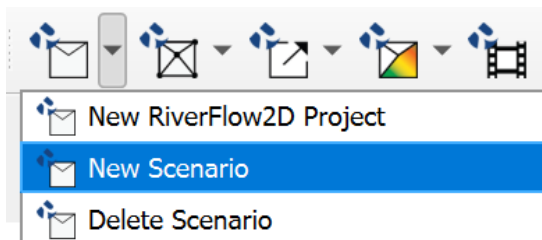
Figura 3.5 – Ventana de diálogo para crear un proyecto nuevo de HBF

Al crear un proyecto de múltiples escenarios, dentro de la carpeta seleccionada para el proyecto se crea una subcarpeta con el nombre asignado al escenario inicial (en este ejemplo, el nombre de la carpeta es *base*). Dentro de esa subcarpeta se crea otra llamada *shape*, donde QGIS crea las plantillas de las capas usadas por el modelo para ese escenario. Cada escenario adicional tendrá su propia subcarpeta *shape*, que contiene las capas correspondientes a ese escenario.

3.3 Crear un escenario nuevo

Una vez creado un proyecto con la nueva herramienta de múltiples escenarios, puede empezar a crear escenarios adicionales siguiendo los pasos de esta sección. *Asegúrese de haber creado un proyecto nuevo con la herramienta o de haber convertido un proyecto existente antes de realizar lo siguiente.*

- Para crear un escenario nuevo, acceda al primer botón de la barra de herramientas y seleccione la opción de menú *New Scenario*, como se muestra en la figura siguiente:



Menú para crear un escenario nuevo en un proyecto de HBF.

- Aparecerá una ventana; introduzca el nombre del escenario y recuerde usar nombres cortos y sin espacios.

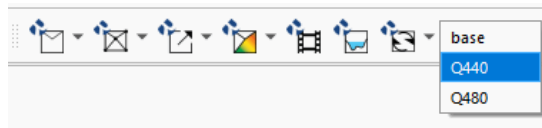


Ventana para crear un escenario nuevo.

El nuevo escenario se basa en las capas con los datos de entrada del escenario actual. El complemento creará una subcarpeta con el nombre del nuevo escenario dentro de la carpeta del proyecto. En esta carpeta se copiarán los archivos correspondientes a las capas del proyecto HydroBID Flood, junto con la información geoespacial de entrada que requiere. Tenga en cuenta que las capas del modelo no copiarán productos de posprocesamiento, como mapas o animaciones. A continuación, el complemento actualiza las rutas de origen de las capas para que apunten a los archivos de la nueva carpeta y, finalmente, la lista desplegable de la barra de herramientas de HydroBID Flood se actualiza con el nombre del nuevo escenario.

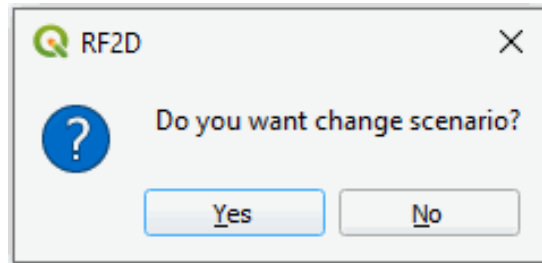
3.4 Cambiar de escenario

- Para cambiar entre los distintos escenarios de un proyecto, simplemente despliegue la lista de escenarios ubicada en la barra de herramientas de HydroBID Flood y seleccione el escenario deseado, como se muestra en la figura siguiente:



Cambio de escenario

- A continuación, una ventana de diálogo solicitará confirmación para cambiar de escenario, como se muestra en la figura:



Ventana de confirmación para cambiar de escenario.

Al cambiar de escenario, el estado de las capas del escenario actual se guarda automáticamente.

3.5 Eliminar escenarios

Para eliminar escenarios de forma segura, la herramienta también incluye una opción de menú para eliminarlos cuando sea necesario:

- Use el botón situado debajo de la lista desplegable *New HydroBID Flood Project* y seleccione *Delete Scenario*:

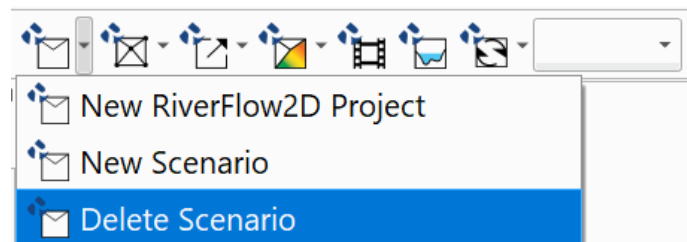


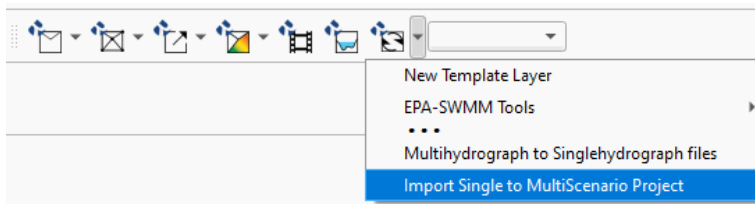
Figura 3.6 – Botón de menú para eliminar un escenario.

****IMPORTANTE*** Tenga en cuenta que eliminar manualmente una carpeta de escenario del directorio del proyecto hará que todo el proyecto quede inutilizable. Debe usar esta herramienta para evitarlo.*

3.6 Importar un proyecto HydroBID Flood al modo de múltiples escenarios

La herramienta de múltiples escenarios de HydroBID Flood incluye una función que permite importar un proyecto existente (monoescenario) y convertirlo en un proyecto de múltiples escenarios.

- Abra esta herramienta en el menú de opciones del botón *HBF Tools*, como se muestra en la figura siguiente:



Menú para importar un proyecto al modo de múltiples escenarios.

- Al iniciar la herramienta de importación, se muestra una ventana como la de la figura siguiente. Debe especificar el archivo de proyecto DAT que se importará.



Ventana de la herramienta de importación

- Una vez que haga clic en [OK], se crea una subcarpeta con el nombre del archivo dentro de la carpeta donde se encuentra el proyecto original.
- Se copian todos los archivos y subdirectorios de la carpeta principal del proyecto, y los metadatos del proyecto QGZ se actualizan con la nueva ubicación de las capas.
- Finalmente, la lista desplegable de la barra de herramientas de HydroBID Flood se actualiza con el nombre del nuevo escenario.

Los archivos del proyecto original se conservan en la carpeta del proyecto. Queda a criterio del usuario eliminarlos si lo considera necesario; el único archivo que se requiere después es el archivo de proyecto de QGIS (.qgz). Con esto concluye el tutorial sobre el uso de la herramienta de proyecto de múltiples escenarios dentro de la barra de herramientas de HydroBID Flood para QGIS.

Estado del borrador: traducción de trabajo reconciliada con el Markdown inglés v10 de HydroBID Flood. No se localizó una fuente española legada específica de HydroBID Flood; las capturas de pantalla con texto visible permanecen sin revisar y requieren captura o aprobación en español.

Tareas pendientes: completar la revisión lingüística, validar las etiquetas de interfaz conservadas en inglés y aprobar las capturas antes de publicar.

4 | Simulación de diques mediante vertederos

Este tutorial ilustra cómo incorporar un dique a un proyecto existente de HydroBID Flood mediante el componente Weirs en la interfaz de QGIS. El problema consiste en modelar un vertedero lateral a lo largo del margen derecho de un río, como se muestra en la figura siguiente:



Figura 4.1 – La polilínea del vertedero que representa el dique se muestra en rojo.

El procedimiento para incorporar el vertedero a una simulación de HydroBID Flood comprende los siguientes pasos:

1. Abrir un proyecto existente de HydroBID Flood.
2. Agregar la capa *Weirs*.
3. Dibujar las polilíneas del vertedero.
4. Introducir los parámetros o atributos del vertedero.
5. Exportar los archivos a HydroBID Flood.
6. Ejecutar el modelo HydroBID Flood.

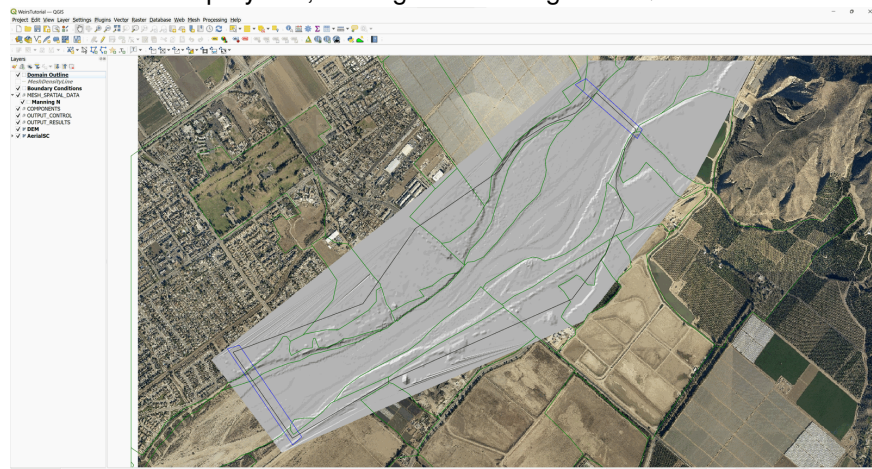
7. Revisar los archivos de salida.

Los archivos necesarios para seguir este tutorial se pueden extraer del archivo zip 'ExampleProjects', dentro de la carpeta 'WeirTutorial'. Este archivo zip se descarga por separado de los materiales de instalación.

4.1 Abrir un proyecto existente

1. Abrir QGIS.
2. En el menú *Project*, hacer clic en *Open...* y buscar el proyecto existente: .

Este proyecto contiene las siguientes capas: Domain Outline, modelo digital de elevación (DEM) del lecho del río en formato ráster, fotografía aérea, un polígono con el coeficiente de Manning y los polígonos con las condiciones de frontera, cuya entrada de flujo está en la esquina superior izquierda y cuya salida está en la esquina inferior izquierda. Las condiciones de frontera son un hidrograma con un caudal máximo de $220,000 \text{ ft}^3/\text{s}$, y la condición de salida está configurada como *uniform flow*. Al abrir el proyecto, se cargará una imagen en QGIS

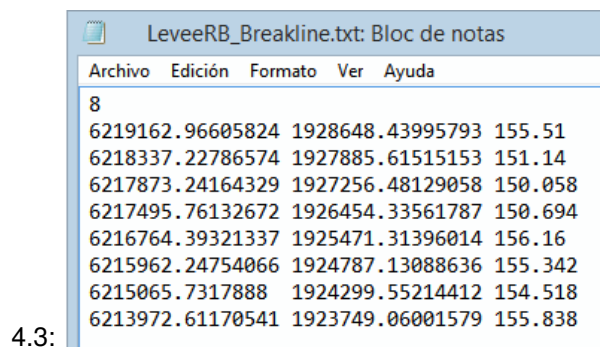


como se muestra en la Figura 4.2:

4.2 Crear la capa Weirs y la polilínea del vertedero

La ubicación del vertedero se puede dibujar en la capa *Weirs* o importar desde un archivo existente. En este tutorial, la polilínea que indica la ubicación del vertedero se importará desde un archivo de texto. La estructura del archivo debe ser la siguiente:

- La primera línea debe indicar el número n de nodos que contiene la polilínea.
- Las n líneas siguientes deben contener tres columnas con las coordenadas X , Y .
- La elevación de la cresta del vertedero, separada por espacios, como se muestra en la Figura

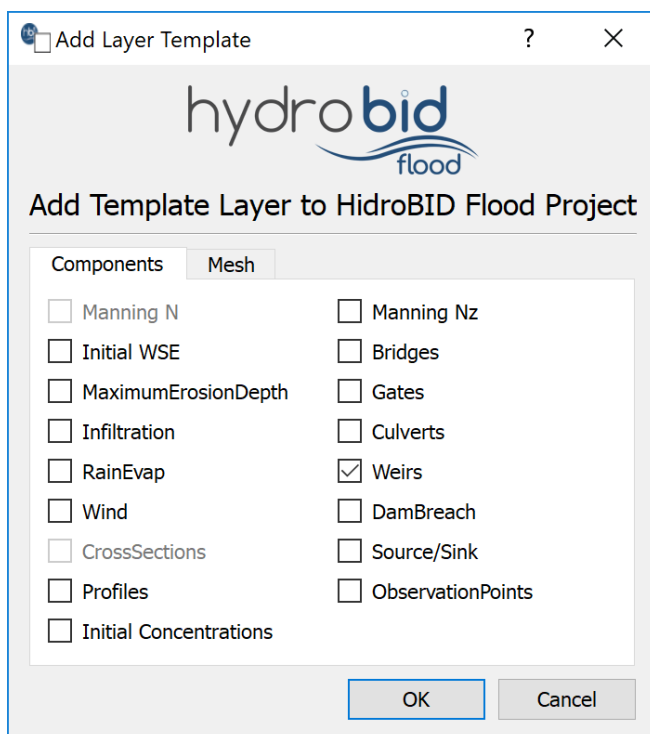


Agregar la capa *Weirs* comprende los siguientes pasos:

1. Cree la capa *Weirs*: para ello, haga clic en el botón *New Template Layer* de la barra de herramientas de HydroBID Flood.



2. Active la casilla *Weirs*, como se muestra en la figura siguiente:



Complemento para agregar una nueva capa de plantilla.

3. Edite la capa *Weirs*: en el panel de capas, seleccione la capa *Weirs* y, en la barra de herramientas de digitalización, haga clic en el botón *Toggle Editing*.



Aparecerá un icono de lápiz en la capa *Weirs*, lo que indica que está en modo de edición:



4. Dibuje la línea que representa el vertedero mediante la herramienta *Add Feature* de la barra de herramientas de digitalización.



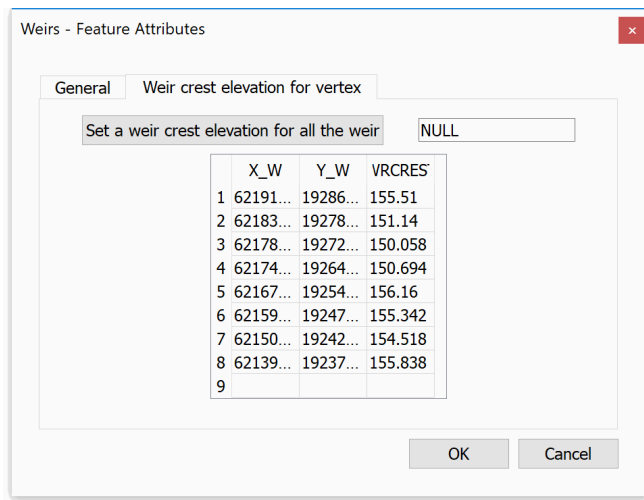
Dibuje una línea en cualquier lugar del área del mapa (solo marque dos vértices o nodos). Esta línea se reemplazará por las coordenadas del archivo que se importará.

5. Haga clic derecho para finalizar el trazado; aparecerá una ventana de diálogo para introducir los parámetros del vertedero.
6. Introduzca los parámetros del vertedero: la ventana para introducir sus atributos contiene dos pestañas. La primera contiene los campos de los parámetros generales, entre ellos:
 - Nombre del vertedero (ID): Weir1
 - Coeficiente de descarga del vertedero: 3.2
 - Elevación de la cresta del vertedero para todo el vertedero: como se importará un archivo, este campo se dejará vacío.
 - Tamaño del elemento: 150
 - Archivo de geometría importada: haga clic en el botón [...] y seleccione el archivo *LeveeRB_Breakline.txt* que se encuentra en la carpeta de tutoriales.

La ventana de parámetros del vertedero debe verse como la imagen siguiente:

Ventana para introducir los parámetros del vertedero.

En la segunda pestaña, *Weir crest elevation for vertex*, se muestran los datos contenidos en el archivo *LeveeRB_Breakline.txt*, como se muestra en la figura siguiente:



Ventana con los datos de geometría del vertedero.

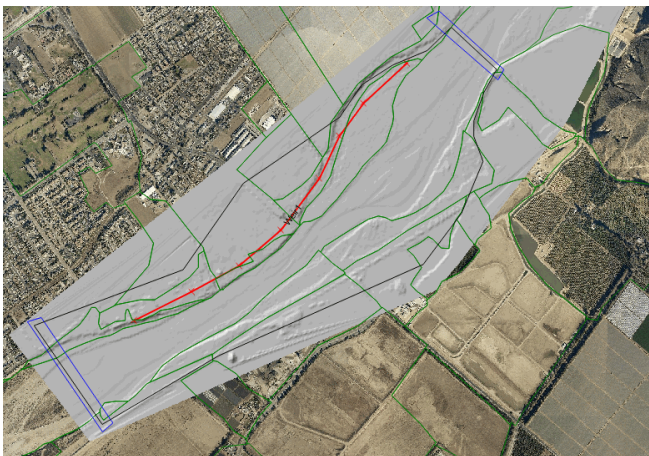
7. Haga clic en el botón [OK].
8. Guarde los cambios de la capa mediante el botón *Save* de la barra de herramientas de digitalización.



9. Desactive el modo de edición de la capa mediante el botón *Toggle Editing*.



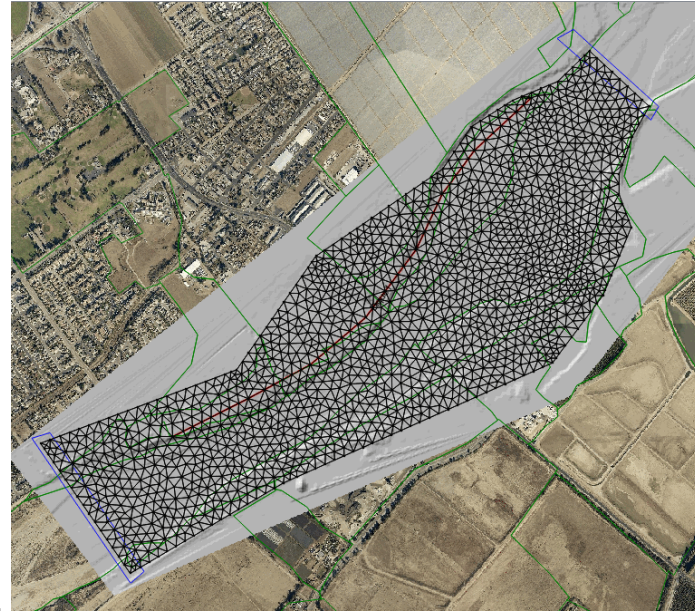
En pantalla se mostrará una imagen similar a la siguiente, donde se puede ver el trazado del vertedero:



Alineación del vertedero cargada desde el archivo.

4.3 Generar la malla

La malla se genera mediante el complemento *Generate TriMesh*.



El resultado debe ser similar a la imagen de la Figura 4.8.

4.4 Exportar archivos a HydroBID Flood

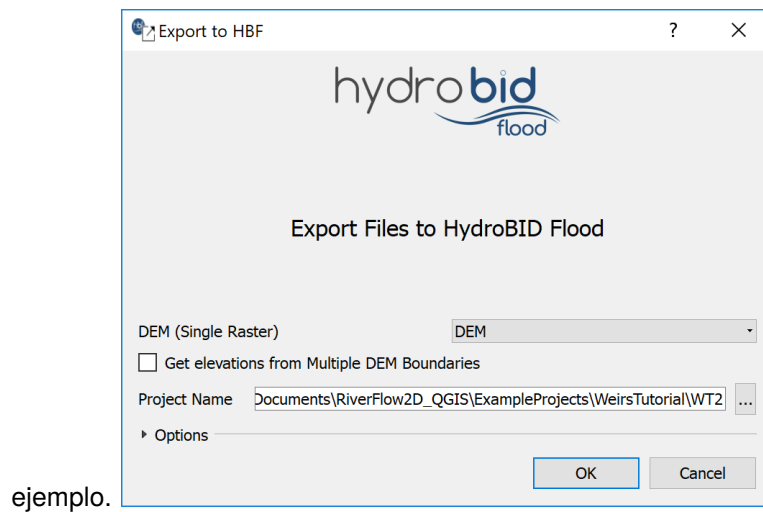
Ahora que se ha generado la malla y las demás capas están listas con los datos necesarios, se deben exportar los archivos en el formato requerido por HydroBID Flood.

1. Haga clic en el botón *Export to HydroBID Flood*.



2. Al ejecutar el complemento se muestra una ventana en la que se debe seleccionar la capa ráster que contiene el modelo digital de elevación (DEM) y el nombre del proyecto que se exportará.

Una vez ejecutado el complemento, se mostrará una ventana (Figura 4.9), como en nuestro



3. Después de introducir los datos, haga clic en el botón **OK** y comenzará el proceso de exportación. Cuando finalice, Hydronia Data Input Program se cargará como se muestra en la

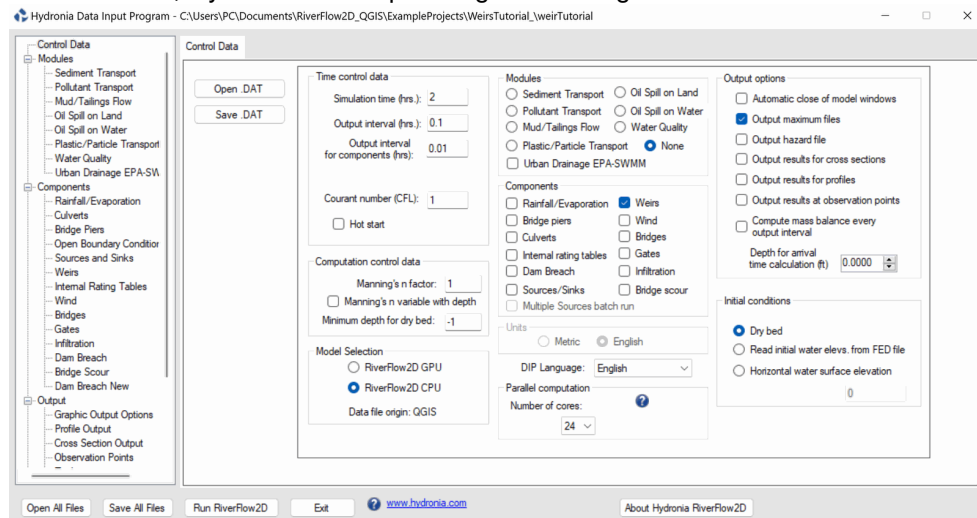
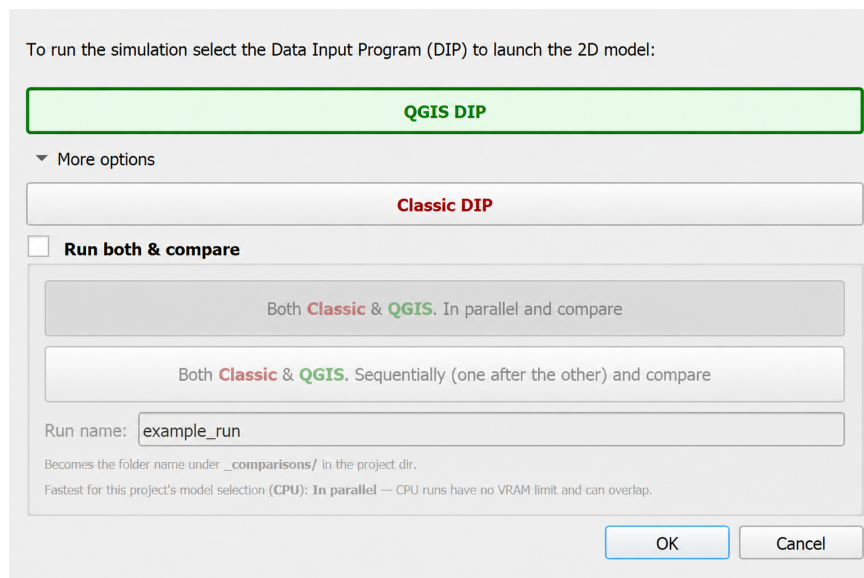


Figura 4.10.

En la versión 10 y posteriores de Hydronia2DMS, después de la exportación aparece el diálogo *Open DIP*. *QGIS DIP* está seleccionado de forma predeterminada; haga clic en **OK** para abrirlo dentro de QGIS. Para consultar la alternativa independiente histórica, expanda *More options*, seleccione *Classic DIP* y haga clic en **OK**.



Diálogo Open DIP con QGIS DIP seleccionado de forma predeterminada y More options expandido con Classic DIP. Se muestra el nombre de la ejecución de ejemplo.

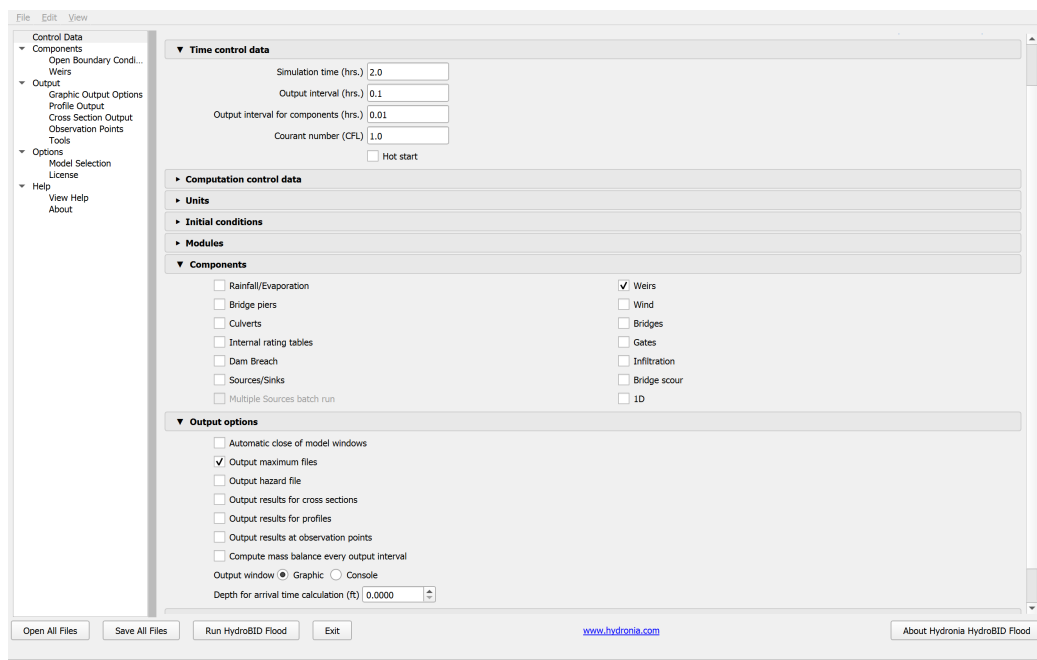
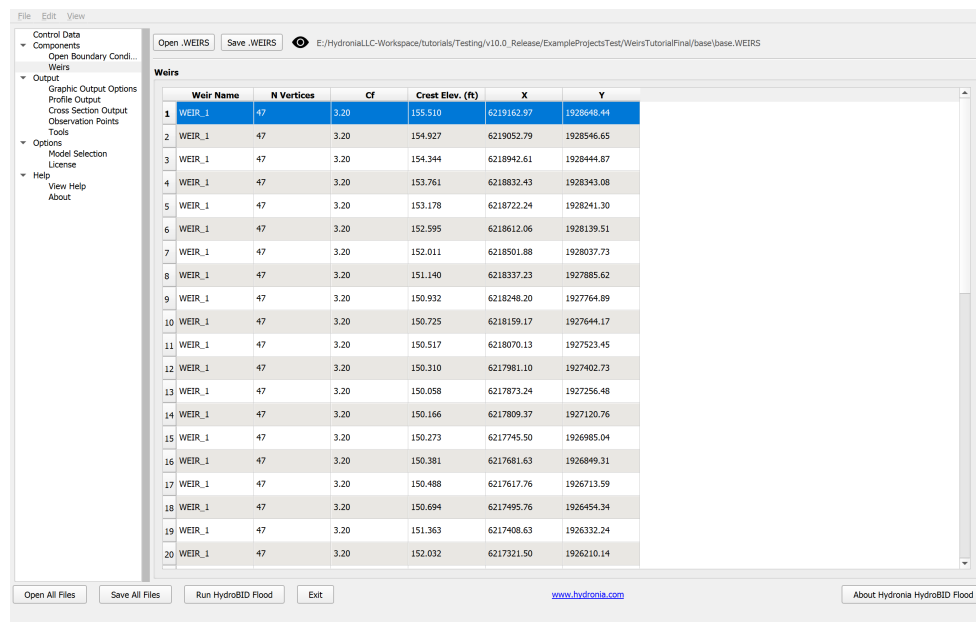


Figura 4.2 – Panel QGIS DIP Control Data del tutorial de vertederos.

4.5 Ejecutar el modelo

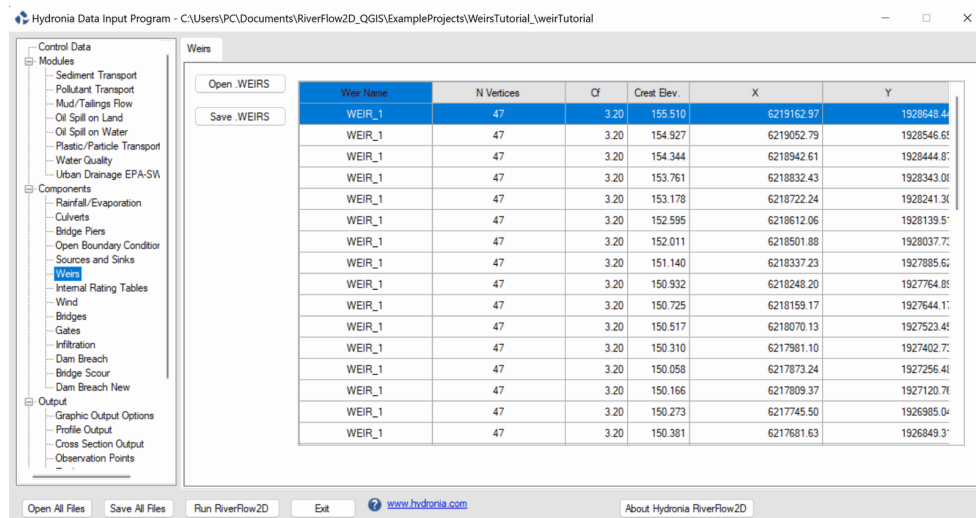
Asegúrese de que el componente Weirs aparezca seleccionado en el panel Control Data.

1. En la lista de componentes, seleccione 'Weirs'; aparecerá el panel del componente Weirs. En esta ventana se mostrará el contenido del archivo '.WEIRS' preparado por HydroBID Flood



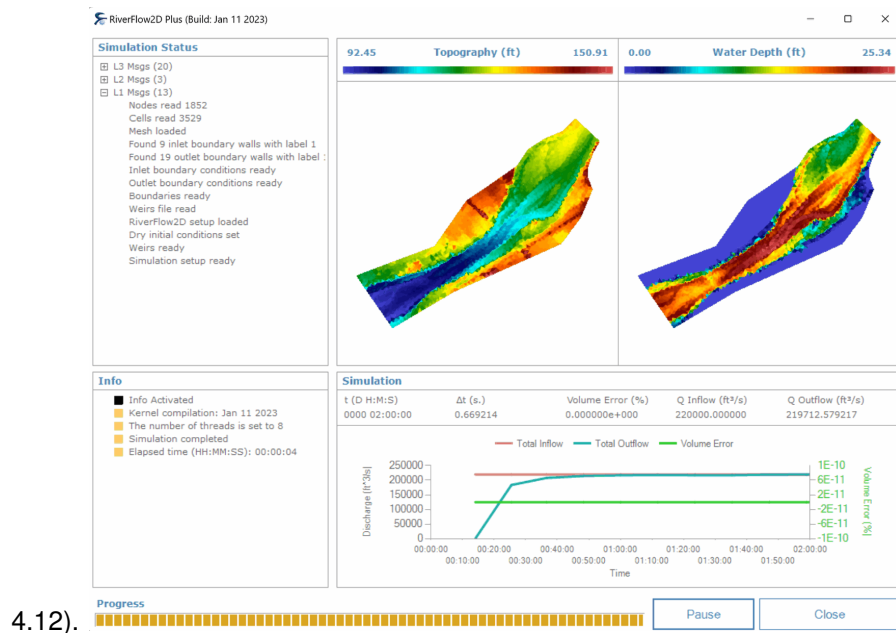
(Figura 4.11).

El siguiente panel de Classic DIP se conserva como referencia de los valores heredados:



2. Deje todos los demás parámetros con sus valores predeterminados.

3. Haga clic en el botón *Run HydroBID Flood* en la sección inferior de Hydronia Data Input Program. Aparecerá una ventana que indicará que el modelo ha comenzado a ejecutarse. La ventana también informa del tiempo de simulación, el error de conservación de volumen, el caudal total de entrada y salida y otros parámetros a medida que avanza la ejecución (Figura



4.6 Revisar los archivos de salida

HydroBID Flood crea un archivo de salida con el nombre del proyecto y la extensión ‘.WEIRI’ para unidades métricas y ‘.WEIRE’ para unidades inglesas. Los archivos informan de los resultados para cada vertedero y cada intervalo de salida. La información incluye lo siguiente:

- EDGE: los segmentos en los que se divide el vertedero, definidos por la longitud de las celdas en contacto con él.
- N1 y N2: los números que identifican las celdas que comparten el segmento EDGE del vertedero.
- WSE1 y WSE2: las elevaciones de la superficie del agua en las celdas indicadas por N1 y N2.
- D1 y D2: las profundidades del flujo en las celdas indicadas por N1 y N2.
- Distance: la longitud del segmento EDGE.
- Q: el caudal que atraviesa el segmento EDGE.

El archivo ‘.WEIRE’ contiene lo siguiente:

```

=====
RiverFlow2D
Build Jan 11 2023
=====
TWO-DIMENSIONAL FINITE VOLUME RIVER DYNAMICS MODEL
(R) TRADEMARK 2009-2022 Hydronia, LLC.
ALL RIGHTS RESERVED
RUN DATE: 07/Mar/2023
=====

WEIR RESULTS IN ENGLISH UNITS

TIME: 0000 days,00 hours,00 min.,36 secs.
WEIR NO.: 1 WEIR ID: WEIR_1
EDGE      N1      N2      WSE1      WSE2      D1      D2      Distance      Q
              (ft)      (ft)      (ft)      (ft)      (ft)      (ft3/s)
1         3527     3526     126.54     125.57     0.00     0.00     150.00     0.00
2         1924      826     126.21     121.34     0.00     0.00     150.00     0.00
3         1602     2300     122.37     125.74     0.00     0.00     150.00     0.00
4         1550     1920     124.08     124.55     0.00     0.00     150.00     0.00
5         2082     2022     122.46     123.21     0.00     0.00     150.00     0.00
6         1408      390     122.98     123.34     0.00     0.00     150.00     0.00
7          218     1467     122.39     121.30     0.00     0.00     112.08     0.00
8         1852      233     120.44     121.03     0.00     0.00     112.08     0.00
9         1612     1701     118.89     119.54     0.00     0.00     150.00     0.00
10        2673      612     116.88     121.21     0.00     0.00     150.00     0.00
11        2655      663     116.30     119.45     0.00     0.00     150.00     0.00
12         497     1205     118.31     116.70     0.00     0.00     150.00     0.00
...
35         124     3528     126.02     125.67     0.00     0.00     150.00     0.00
36        2942     1828     125.44     125.13     0.00     0.00      77.15     0.00
37        2713     3058     126.08     125.39     0.00     0.00      77.15     0.00
38        3529      146     125.90     124.67     0.00     0.00     150.00     0.00
39        1657     1291     124.16     123.69     0.00     0.00     150.00     0.00
40          24      703     129.60     122.82     0.00     0.00     150.00     0.00
41        2409      513     122.99     122.74     0.00     0.00     150.00     0.00
42         576     2019     123.54     125.30     0.00     0.00     150.00     0.00
43        1792     1336     123.59     124.66     0.00     0.00     135.26     0.00
44         366       38     123.66     122.73     0.00     0.00     135.26     0.00
45        2512     1213     124.92     122.49     0.00     0.00     150.00     0.00
46          79      770     118.60     123.20     0.00     0.00     150.00     0.00
47        2377     1952     122.27     120.39     0.00     0.00     150.00     0.00
48        1032     2403     121.93     120.42     0.00     0.00     150.00     0.00
49        2701     2392     124.20     121.53     0.00     0.00     150.00     0.00
50         182      636     132.78     131.33     0.00     0.00     150.00     0.00
51         714      328     129.90     130.42     0.00     0.00     150.00     0.00
52        2389     1618     129.03     125.76     0.00     0.00      86.95     0.00
53        2884     2666     130.49     125.35     0.00     0.00      86.95     0.00
Total discharge over weir Q = 0.000 m3/s

```

Figura 4.3 – Extracto del archivo de salida del Weir1.

Esto concluye el tutorial *Simulación de diques mediante vertederos*.

Estado del borrador: traducción de trabajo reconciliada con el Markdown inglés v10 de HydroBID Flood. No se localizó una fuente española legada específica de HydroBID Flood; las capturas de pantalla con texto visible permanecen sin revisar y requieren captura o aprobación en español.

Tareas pendientes: completar la revisión lingüística, validar las etiquetas de interfaz conservadas en inglés y aprobar las capturas antes de publicar.

5 | Simulación de puentes

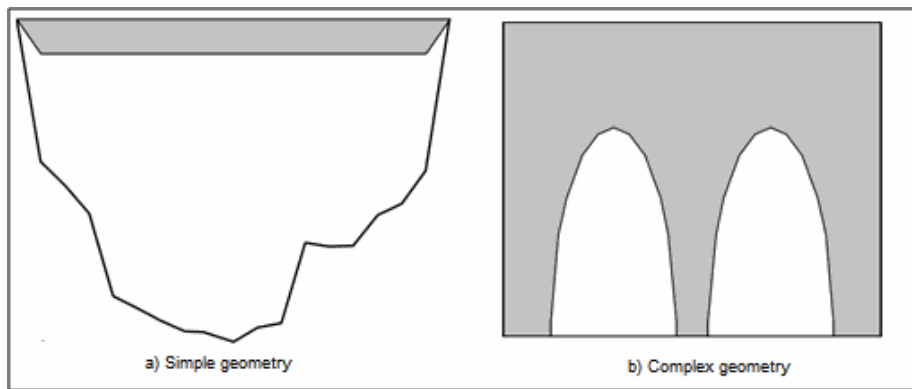
Este tutorial ilustra cómo incorporar un puente a un proyecto HydroBID Flood existente usando el *Bridge Component* a través de la interfaz de QGIS. El procedimiento incluye los siguientes pasos:

1. Crear los datos de geometría del puente.
2. Abrir un proyecto HydroBID Flood existente.
3. Ingresar la polilínea del puente.
4. Ingresar los datos del puente.
5. Generar la malla.
6. Exportar los archivos de HydroBID Flood.
7. Ejecutar el modelo.

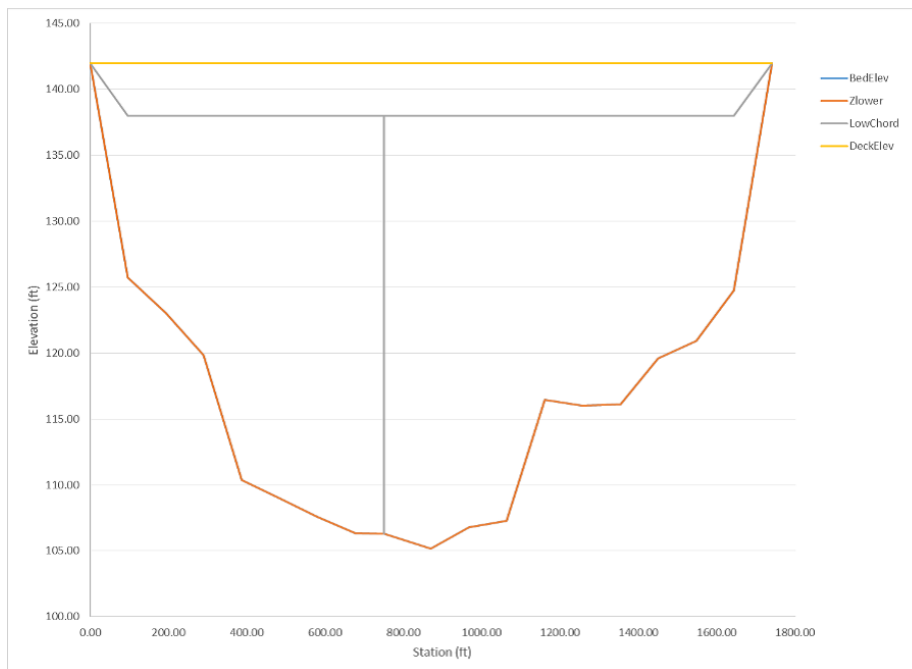
Los archivos necesarios para seguir este tutorial se pueden extraer del archivo zip 'ExampleProjects' en la carpeta 'BridgesTutorial'. Este zip se descarga por separado de los materiales de instalación.

5.1 Crear un archivo de geometría del puente

Integrar puentes en HydroBID Flood requiere preparar los datos de geometría de la sección transversal del puente antes de ejecutar el modelo. Con la interfaz de QGIS tiene la opción de crear una geometría simplificada del puente a partir del perfil del terreno obtenido del modelo digital de elevación, y luego puede usar el panel *Bridges* en Hydronia Data Input Program para realizar los ajustes necesarios a la geometría generada por QGIS. Esta opción es útil cuando el puente está ubicado en una sección natural del río y la geometría del puente es simple (Figura 5.1a). Sin embargo, otros casos pueden involucrar geometrías de puente más complejas (Figura 5.1b), que requieren una preparación más detallada del archivo de geometría del puente.



La Figura 5.2 muestra la vista frontal del puente que se incorporará al modelo en este tutorial. Los datos también se encuentran en el archivo 'BRIDGEGEOMETRY.DAT' contenido en el directorio de este tutorial.

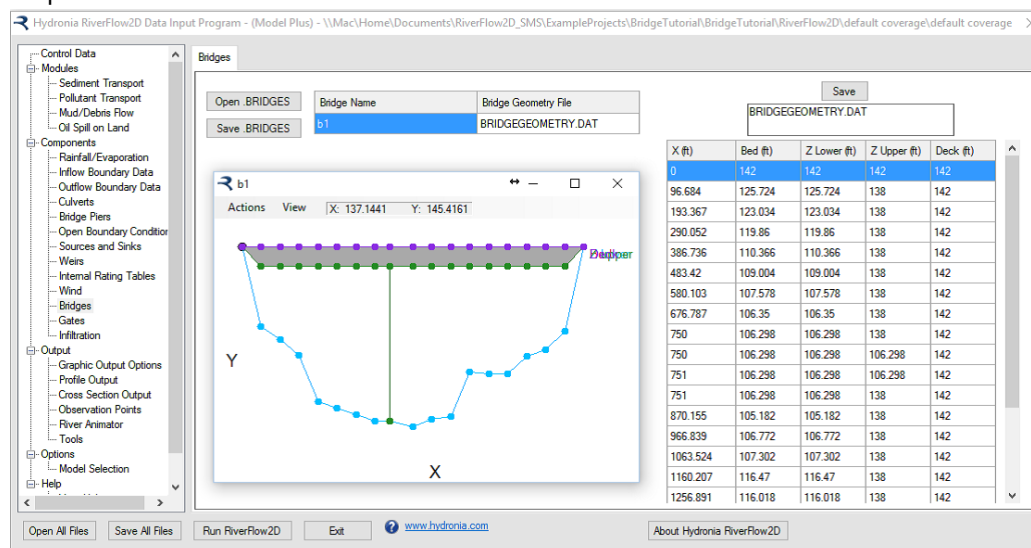


Se representa la sección transversal de un puente con un solo pilar central, aunque esto es solo con el propósito de ilustrar el componente *Bridges* en este tutorial, ya que el puente real en esta ubicación tiene alrededor de 12 grupos de pilares. Esta geometría se representa en el modelo HydroBID Flood usando el archivo de geometría mostrado a continuación, donde la fila de encabezado se presenta solo para describir los parámetros y no debe incluirse en el archivo de datos real:

NP	22	X (Station)	BedElev	ZLower	LowChord	DeckElev
		0.000	142.000	142.000	142.000	142.000
		96.684	125.724	125.724	138.000	142.000
		193.367	123.034	123.034	138.000	142.000
		290.052	119.860	119.860	138.000	142.000
		386.736	110.366	110.366	138.000	142.000
		483.420	109.004	109.004	138.000	142.000
		580.103	107.578	107.578	138.000	142.000
		676.787	106.350	106.350	138.000	142.000
		750.000	106.298	106.298	138.000	142.000
		750.000	106.298	106.298	106.298	142.000
		751.000	106.298	106.298	106.298	142.000
		751.000	106.298	106.298	138.000	142.000
		870.155	105.182	105.182	138.000	142.000
		966.839	106.772	106.772	138.000	142.000
		1063.524	107.302	107.302	138.000	142.000
		1160.207	116.470	116.470	138.000	142.000
		1256.891	116.018	116.018	138.000	142.000
		1353.575	116.094	116.094	138.000	142.000
		1450.259	119.608	119.608	138.000	142.000
		1546.943	120.924	120.924	138.000	142.000
		1643.627	124.736	124.736	138.000	142.000
		1740.311	142.000	142.000	142.000	142.000

Figura 5.1 – Datos de la geometría del puente.

Puede usar el panel *Bridges* en Hydronia Data Input Program para crear parcialmente o editar un archivo de geometría de puente (vea la Figura 5.4). El programa permite ingresar datos en forma tabular y ver un gráfico de la geometría del puente. También puede manipular las líneas gráficas, lo que modificará los datos tabulares.

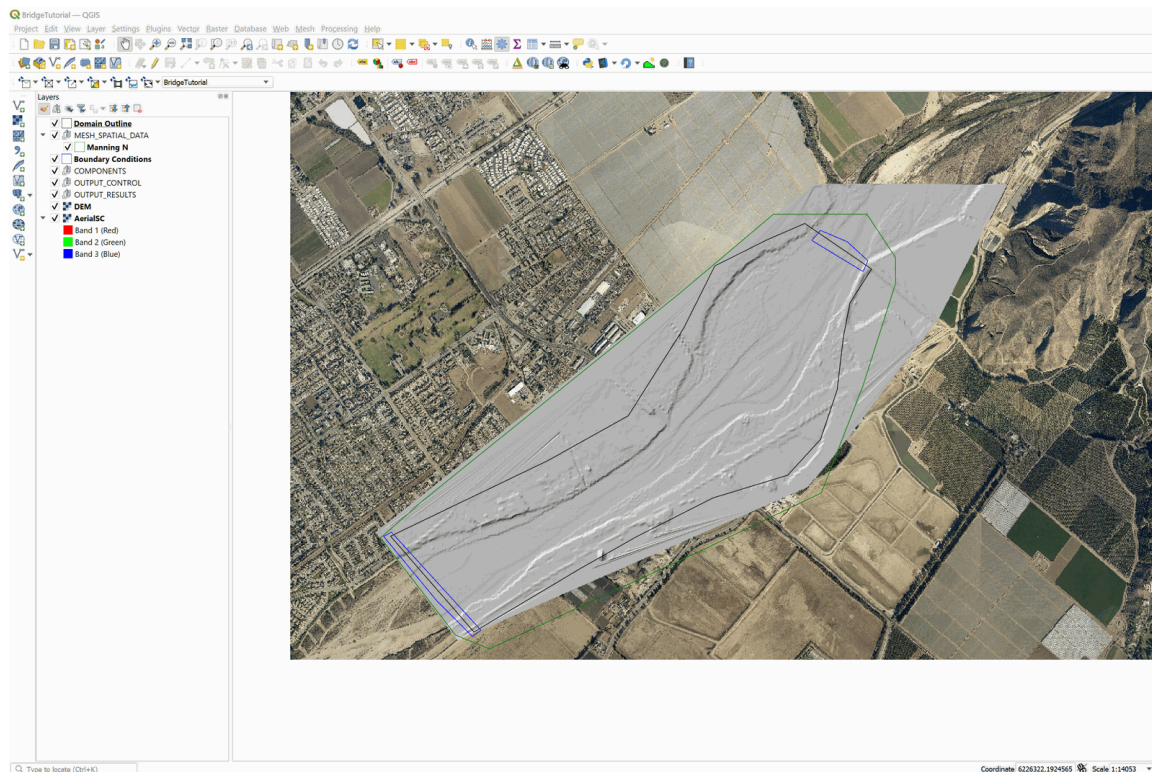


Una forma alternativa de crear el archivo de geometría del puente es usar una hoja de cálculo. En la carpeta de este tutorial hay una hoja de MS-Excel ('BridgesGeometryPlot.xlsx') que permite editar y graficar archivos de geometría de puentes.

5.2 Abrir un proyecto existente

1. En el menú *Project* haga clic en *Open...* para cargar el proyecto existente: 'ExampleProjects\BridgeTutorial\BridgeTutorial.qgz'.

Este proyecto contiene las capas del contorno del dominio, el Modelo Digital de Elevación (DEM) del lecho del río en formato ráster, los polígonos con el n de Manning para las diferentes coberturas, una imagen aérea y las condiciones de frontera. La entrada está ubicada en el segmento superior derecho y la salida en el inferior izquierdo. Las condiciones de frontera son un hidrograma con un caudal pico de $220,000 \text{ ft}^3/\text{s}$ (cfs) y la condición de salida se establece como flujo uniforme. Al abrir el proyecto tendrá una imagen del proyecto cargada en QGIS, como se muestra en la Figura 5.5.



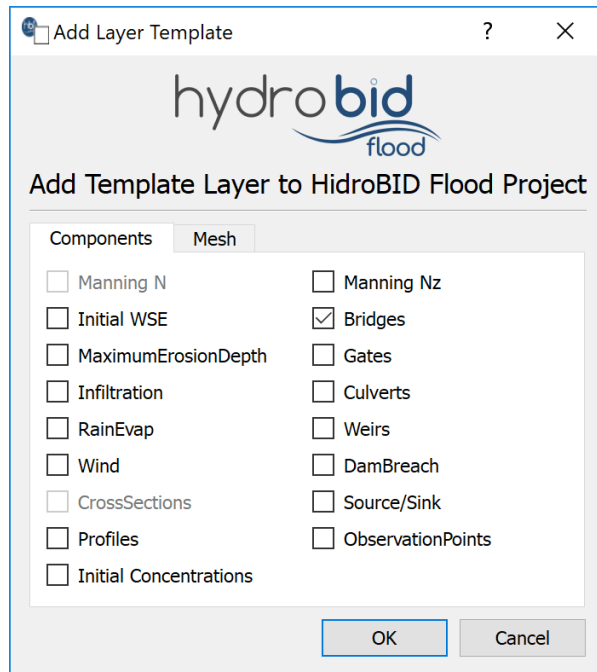
5.3 Ingresar la polilínea del puente en la capa *Bridges*

Este paso asegura que la malla se ajuste a la alineación del puente, de modo que se generen nodos a lo largo del puente. En este caso ingresaremos el puente como una línea recta de aproximadamente 1740 pies de largo, como se indica a continuación:

1. Cree una nueva capa *Bridges*: para ello vaya a la barra de herramientas HydroBID Flood y haga clic en el botón *New Template Layer*.



En la ventana del complemento active la casilla *Bridges*, como se muestra en la figura a continuación.



Diálogo de HydroBID Flood para agregar una nueva capa.

2. Edite la capa *Bridges*: en el panel de capas seleccione la capa *Bridges* y luego en la barra de



digitalización haga clic en el botón *Toggle Editing*.

Aparecerá un icono de lápiz en la capa *Bridges* que indica que la capa está en modo de edición:



3. Dibuje la línea que representa el puente (si es necesario, desactive la capa DEM para que no interfiera con la identificación del sitio del puente en la fotografía aérea).



4. Usando el botón *Add Feature* de la barra de digitalización, dibuje la línea que indica la ubicación del puente. En el caso mostrado, para demarcar la línea que indica la ubicación del puente, solo es necesario indicar dos vértices (inicial y final); luego haga clic derecho para finalizar el dibujo.

Se verá una imagen similar a la que se muestra en la siguiente figura:



Trazado del puente.

5. Ingrese los datos del puente: después de finalizar el trazado, se muestra inmediatamente la ventana para ingresar los atributos del puente, que son:

- Nombre del puente (ID): Bridge1
- Tamaño del elemento: 150 pies
- Haga clic en el botón [Import Geometry Bridge File] para seleccionar el archivo del puente: BRIDGEGEOMETRY.dat en la carpeta Data de este tutorial.
- Elevación del intradós inferior del puente (LOWCHORD): 138
- Elevación de la calzada del puente (DECKELEV): 142

La figura siguiente muestra la ventana de atributos de la capa *Bridges*:

Bridges - Feature Attributes

Bridge Name (ID)

Bridge Geometry File

Cell Size (ft)

Elevation of the lower bridge deck (LOWCHORD) (ft)

Elevation of the bridge deck (DECKELEV) (ft)

Diagram showing the bridge cross-section with labels: DECKELEV, LOWCHORD, and Cell Size.

Ventana de diálogo de atributos de la capa Bridges.

6. Después de ingresar los valores, haga clic en el botón [Check Fields] y luego en el botón [OK].
7. Guarde los cambios en la capa usando el botón *Save* de la barra de digitalización:



y desactive el modo de edición de la capa con el botón *Toggle Editing*.

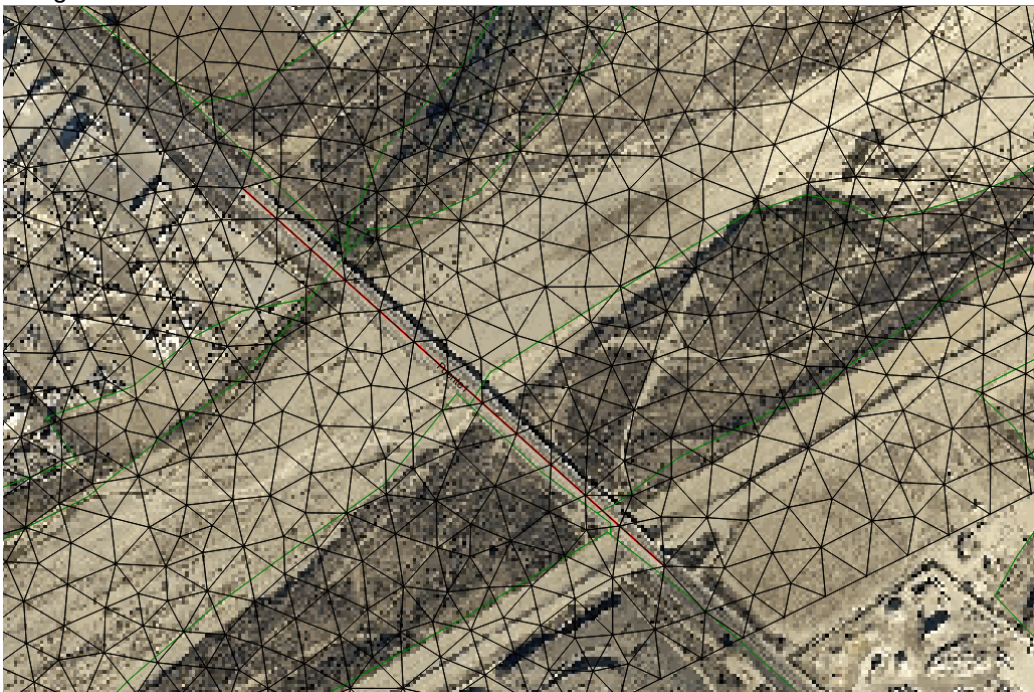


5.4 Generar la malla

La malla se genera usando el icono *Generate TriMesh* de HydroBID Flood:



Verifique que la malla resultante quede perfectamente alineada con el puente como se muestra en la Figura 5.9.



5.5 Exportar archivos a HydroBID Flood

Ahora que ha generado la malla y tiene listas las demás capas con los datos necesarios, debe exportar los archivos en el formato requerido por HydroBID Flood.

1. Haga clic en el botón *Export HydroBID Flood*.



En el diálogo de exportación, compruebe que esté seleccionada la capa ráster correspondiente al Modelo Digital de Elevación (DEM). El *Project Name* ya estará definido.

El diálogo debería verse así:

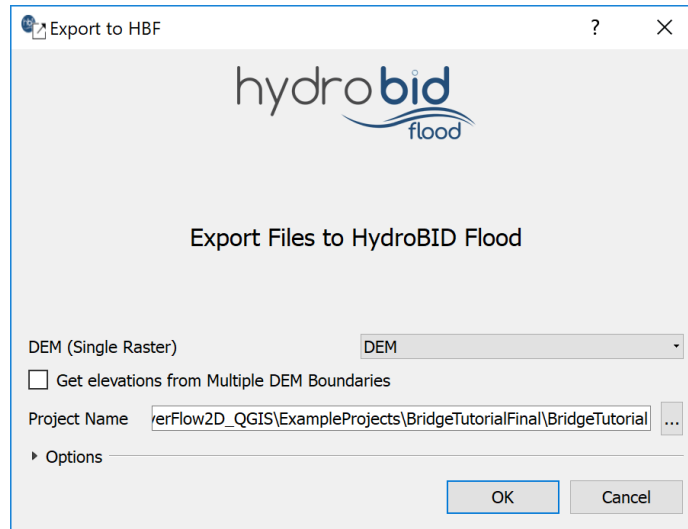


Figura 5.2 – Herramienta de exportación de HydroBID Flood.

2. Haga clic en [OK] para iniciar el proceso de exportación.

En Hydronia2DMS versión 10 y posteriores, después de exportar aparece el diálogo *Open DIP*. *QGIS DIP* está seleccionado de forma predeterminada; haga clic en *OK* para abrirlo dentro de QGIS. Para consultar la alternativa independiente histórica, expanda *More options*, seleccione *Classic DIP* y haga clic en *OK*.

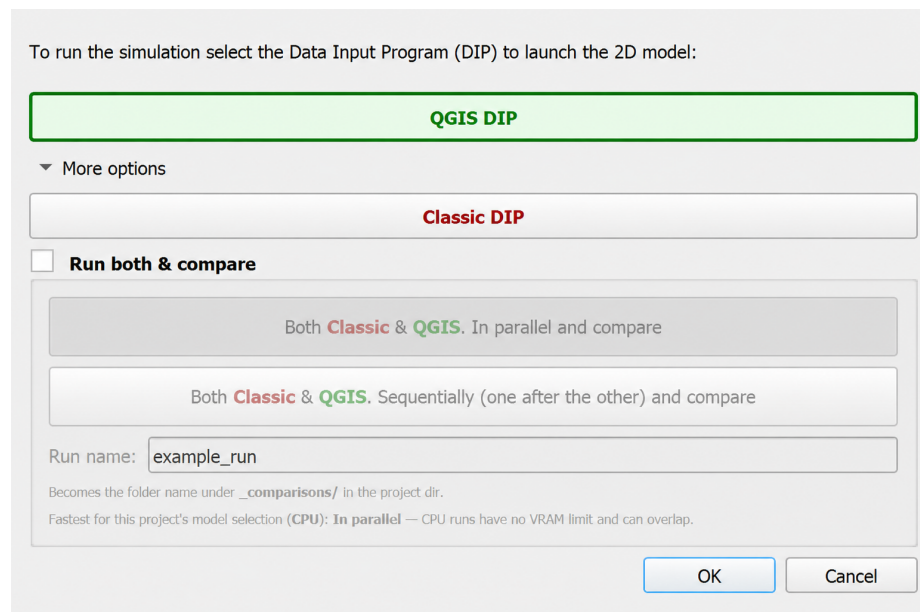


Figura 5.3 – Diálogo Open DIP con QGIS DIP seleccionado de forma predeterminada y More options expandido con Classic DIP. Se muestra el nombre de la ejecución de ejemplo.

Una vez finalizado, *Data Input Program* se cargará con el archivo '.DAT' del ejemplo específico.

5.6 Ejecutar el modelo

Después de exportar los archivos, el programa HydroBID Flood se carga con el archivo de proyecto del ejemplo 'bridge.DAT' y se muestra el panel *Control Data* (Figura 5.11).

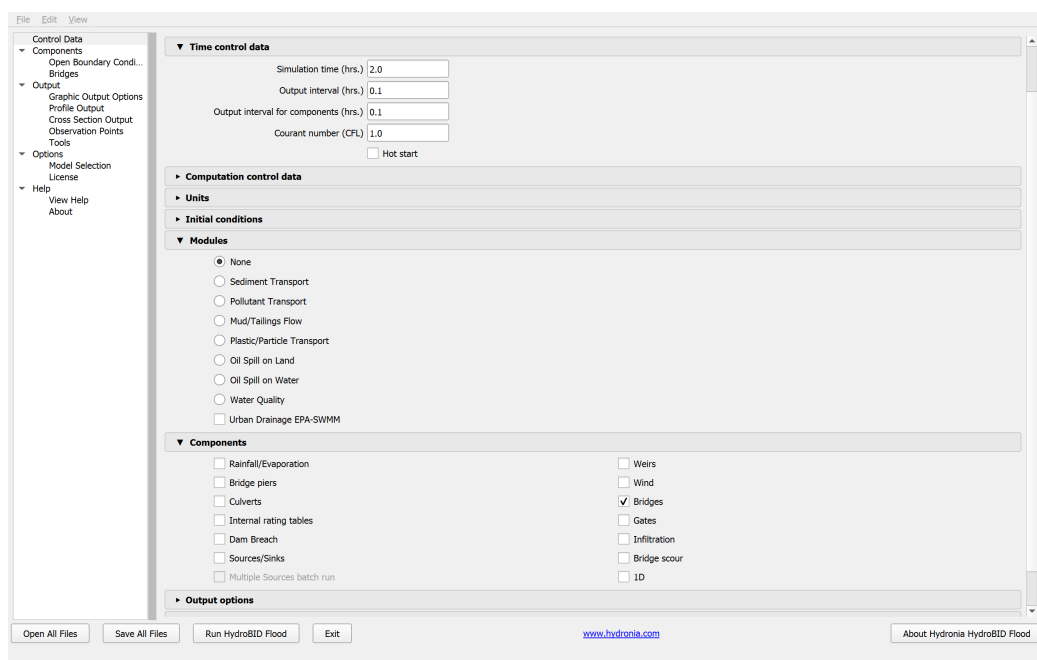
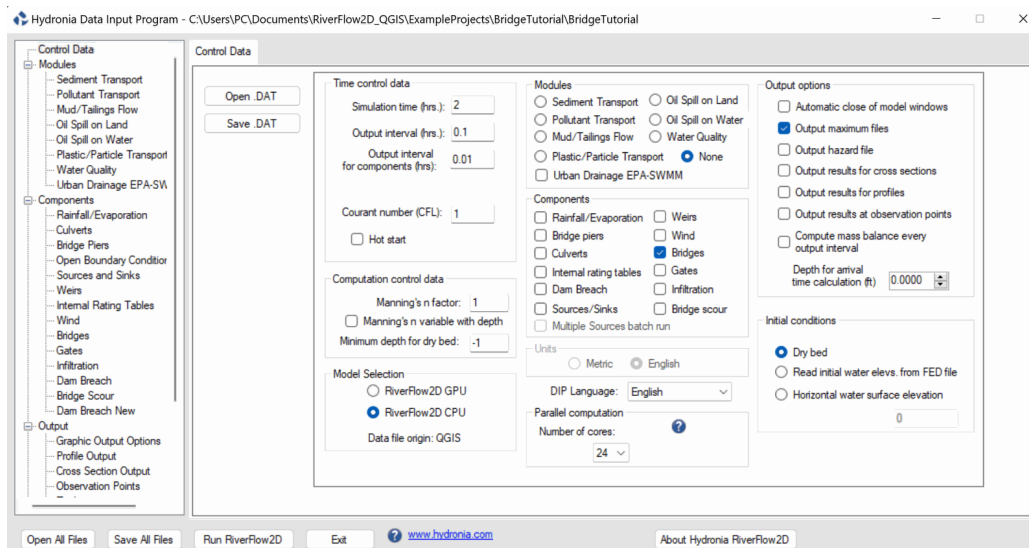


Figura 5.4 – Panel de datos de control de QGIS DIP para el tutorial de puentes.

El siguiente panel de Classic DIP se conserva como referencia de los valores heredados:



Seleccione el panel *Bridges* para revisar el contenido del archivo de geometría del puente (Figura 5.12). Observe que el perfil del puente se discretizó cada 150 pies según el tamaño de elemento impuesto a la línea del puente.

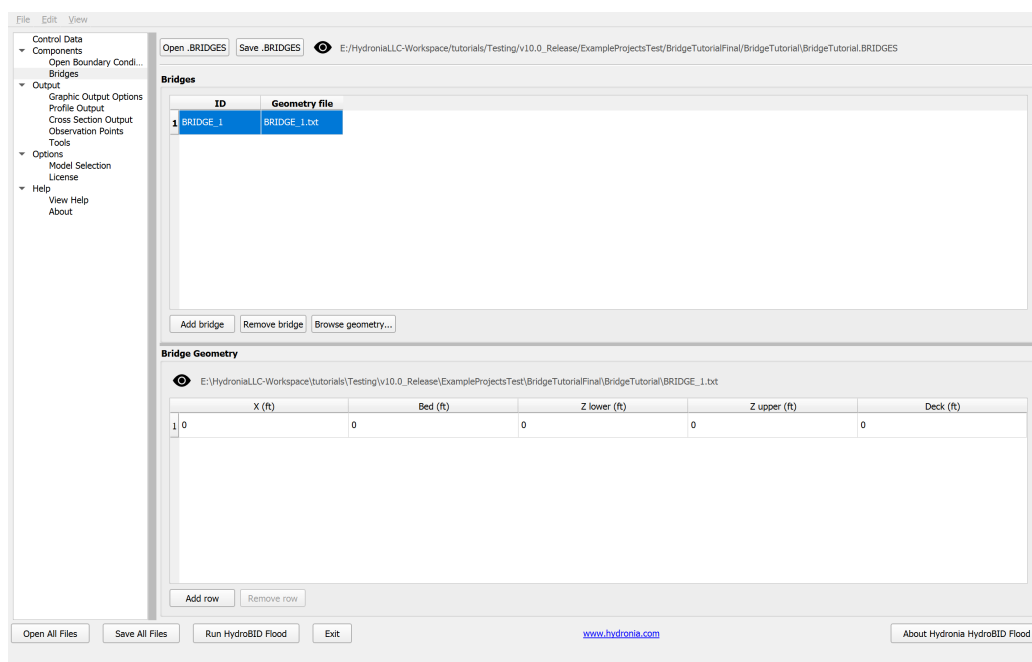
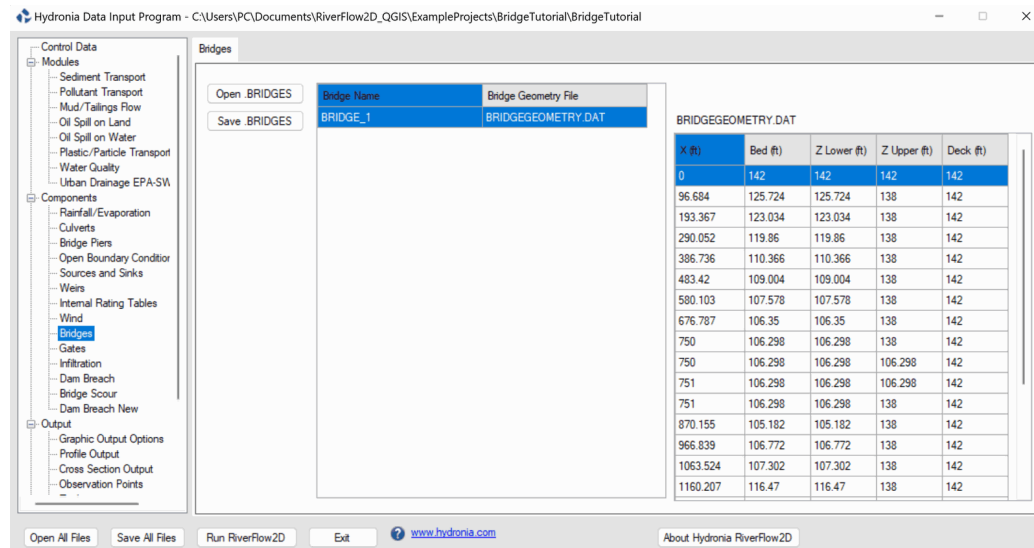


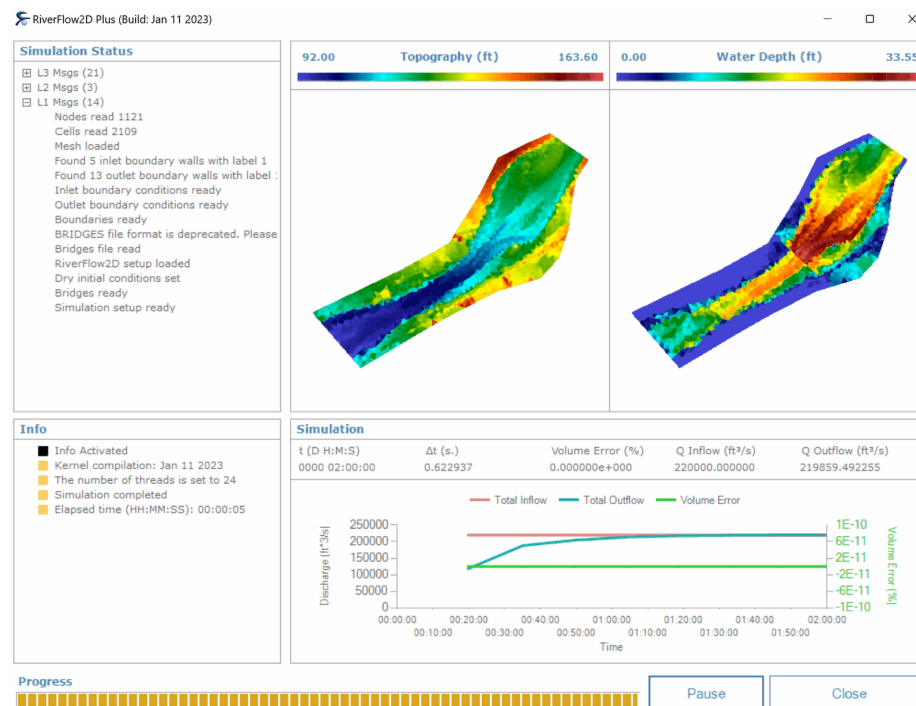
Figura 5.5 – Panel del componente Bridges de QGIS DIP.

El siguiente panel de Classic DIP se conserva como referencia de los valores heredados:



Deje todos los demás parámetros con sus valores predeterminados.

Para ejecutar el modelo, haga clic en el botón *Run HydroBID Flood* en la sección inferior de Hydronia Data Input Program. Aparecerá una ventana que indica que la ejecución comenzó y que informa el tiempo de simulación, el error de conservación de volumen, el caudal total de entrada y salida, y otros parámetros a medida que avanza la ejecución (Figura 5.13).



Una vez finalizado este proceso, revise en la carpeta del escenario el archivo 'BridgeTutorial.bridgeh':


```

=====
RiverFlow2D
Build Jan 11 2023
=====
TWO-DIMENSIONAL FINITE VOLUME RIVER DYNAMICS MODEL
(R) TRADEMARK 2009-2022 Hydronia, LLC.
ALL RIGHTS RESERVED
RUN DATE: 07/Mar/2023
=====

Hydrograph and levels evolution for bridges in cfs and ft, respectively, time in hours

Time      BRIDGE_1
0.000000   0.000
0.001989   0.000
0.010268   0.000
0.020462   0.000
0.030420   0.000
0.040024   0.000
0.050091   0.000
0.060276   0.000
0.070284   0.000
0.080190   0.000
0.090034   0.000
0.100000   0.000
0.110101   0.000
0.120263   5577.106
0.130107   27184.073
0.140286   41709.887
0.150139   55059.389
...
1.920158   218207.372
1.930236   218237.844
1.940075   218251.257
1.950155   218203.221
1.960232   218241.509
1.970072   218260.448
1.980150   218271.445
1.990228   218251.071
2.000000   218237.858

```

Figura 5.6 – Archivo de hidrograma del puente '.bridgeh'.

Con esto concluye el tutorial *Simulación de puentes*.

Estado del borrador: traducción de trabajo reconciliada con el Markdown inglés v10 de HydroBID Flood. No se localizó una fuente española legada específica de HydroBID Flood; las capturas de pantalla con texto visible permanecen sin revisar y requieren captura o aprobación en español.

Tareas pendientes: completar la revisión lingüística, validar las etiquetas de interfaz conservadas en inglés y aprobar las capturas antes de publicar.

6 | Simulación de alcantarillas

Este tutorial muestra cómo incorporar alcantarillas en un proyecto HydroBID Flood existente mediante la interfaz de QGIS. El problema consiste en un canal natural atravesado por un terraplén de carretera. Se utiliza una alcantarilla para conectar las partes aguas arriba y aguas abajo del canal, divididas por el terraplén, como se muestra en la siguiente figura:

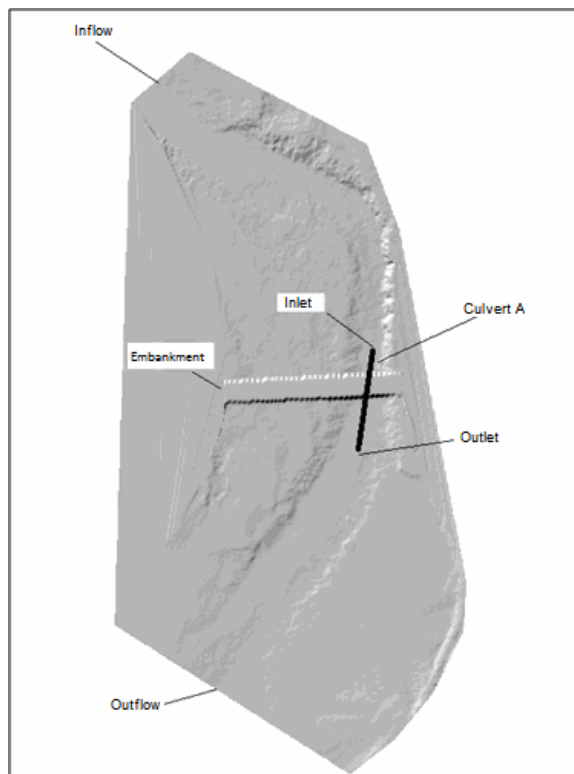


Figura 6.1 – Esquema de alcantarilla.

El agua entra desde aguas arriba con un caudal constante de 1000 cfs y sale aguas abajo por la sección indicada. El área está inicialmente seca. La alcantarilla tiene una sección transversal circular y sus demás características se resumen en la siguiente tabla (CulvertA). Se proporcionan los datos de CulvertB por si desea ampliar el tutorial agregando una segunda alcantarilla al proyecto.

Parámetro	Descripción	Culvert A	Culvert B Nb	Número de tubos idénticos	1	1
Ke	Coeficientes de pérdida de entrada	0.5	0.7			
n	Coeficiente n de Manning	0.014	0.015			
Kp	Coeficiente de control de entrada	0.3	0.4			
M	Coeficiente de control de entrada	2	2			
Cp	Coeficiente de control de entrada	1.28	1.1			
Y	Coeficiente de control de entrada	0.67	0.69			
m	Coeficiente de control de entrada	-0.5	-0.5			
Dc	Diámetro (pies)	3	2			
-	Elevación invertida de entrada	-9999	-9999			
-	Elevación invertida de salida	-9999	-9999			

El procedimiento para integrar esta alcantarilla en una simulación de HydroBID Flood incluye los siguientes pasos:

1. Abrir un proyecto HydroBID Flood existente.
2. Agregar una capa del componente *Culverts*.
3. Dibujar la línea de alineación de la alcantarilla.
4. Introducir los datos o atributos de la alcantarilla.
5. Exportar los archivos al programa HydroBID Flood.
6. Ejecutar el modelo.

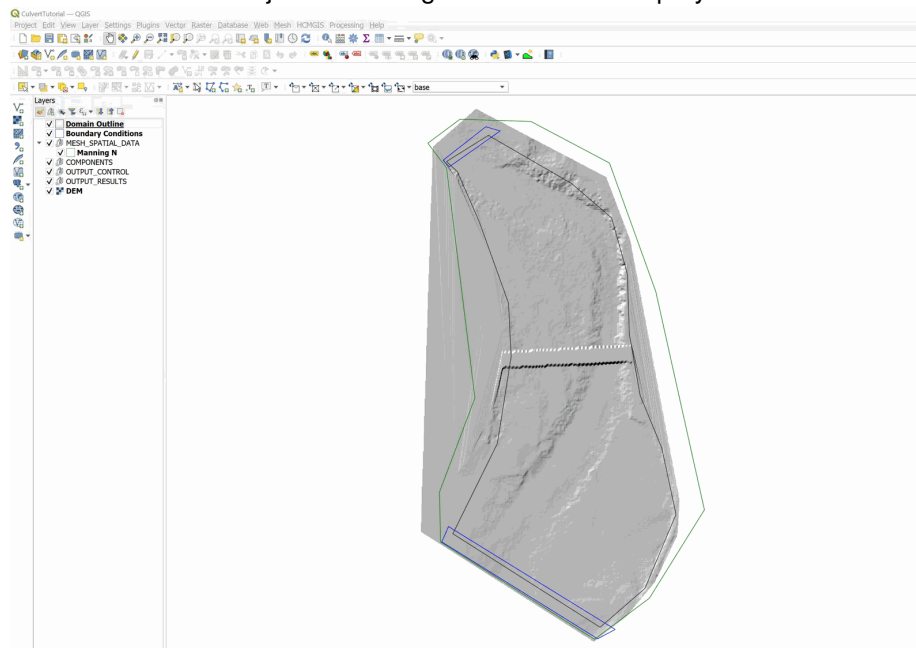
7. Revisar los archivos de salida de la alcantarilla.

Los archivos necesarios para seguir este tutorial se pueden extraer del archivo zip 'ExampleProjects', en la carpeta 'CulvertTutorial'. Este zip se descarga por separado de los materiales de instalación.

6.1 Abrir un proyecto existente

1. Abra QGIS.
2. En el menú *Project* haga clic en *Open...* y busque el proyecto existente: 'ExampleProjects\CulvertTutorial\CulvertTutorial.qgs'.

Este proyecto contiene las siguientes capas: contorno del dominio, Modelo Digital de Elevación (DEM) en formato ráster, polígono con el coeficiente n de Manning y polígonos de condiciones de frontera. La entrada se ubica en la parte superior izquierda y la salida en la inferior izquierda. Las condiciones de frontera corresponden a un caudal constante de $1000 \text{ ft}^3/\text{s}$, y la condición de salida se establece como flujo libre. La Figura 6.2 muestra el proyecto abierto.

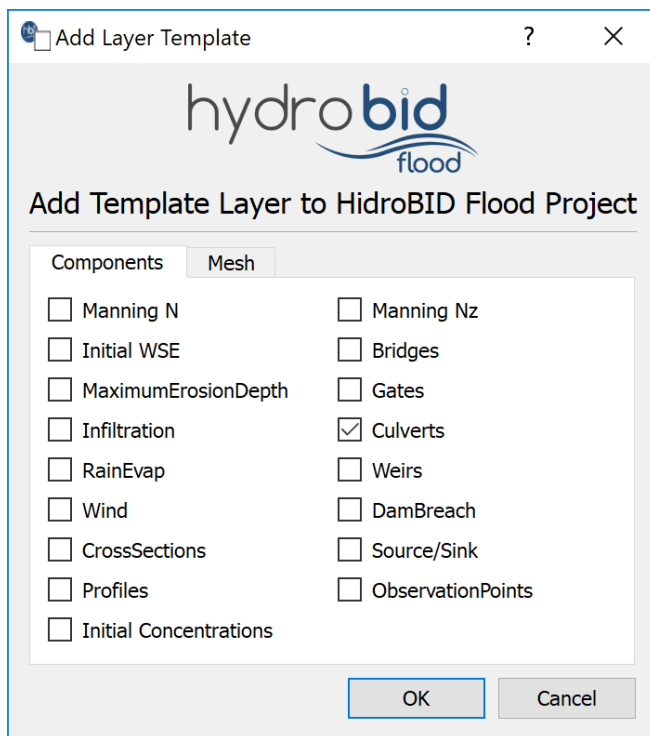


6.2 Crear la capa Culverts y dibujar la alcantarilla

1. Para crear la capa *Culverts*, en la barra de herramientas de HydroBID Flood haga clic en el icono *New Template Layer*.



2. En la ventana seleccione la casilla *Culverts*, como se muestra:

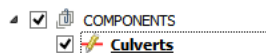


Complemento para agregar una nueva capa de plantilla.

3. Edite la capa *Culverts*: en el panel de capas seleccione la capa *Culverts* y en la barra de digitalización haga clic en el botón *Toggle Editing*.



Aparecerá un icono de lápiz en la capa *Culverts*, lo que indica que la capa está en modo de edición:

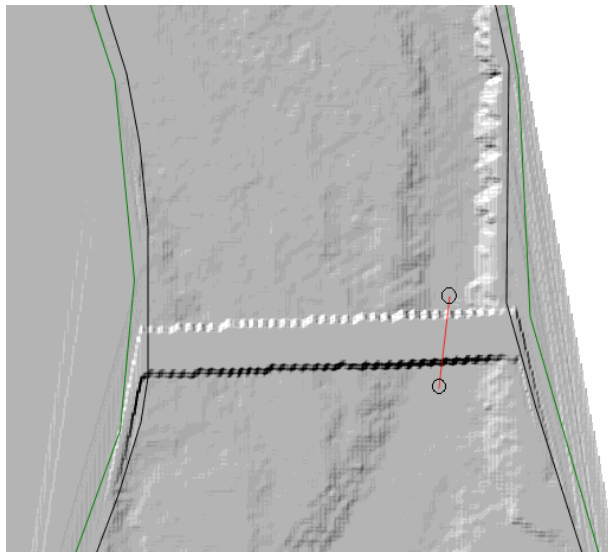


4. Dibuje la línea que representa la alineación de la alcantarilla usando la herramienta *Add Feature* de la barra de digitalización.



Dibuje la línea que representa la alcantarilla. Solo es necesario indicar dos vértices.

5. Haga clic derecho para terminar el dibujo. Deberá obtener una imagen similar a la que se muestra en la siguiente figura:



Alineación de la alcantarilla.

6. Introduzca los datos de la alcantarilla: después de terminar el trazado, aparecerá inmediatamente la ventana para introducir sus atributos. El cuadro de diálogo tiene 2 pestañas; en la pestaña General introduzca los datos básicos para alcantarillas circulares y de cajón:

- Nombre de la alcantarilla (ID): CULVERT_1,
- Tipo de alcantarilla: Tipo 3 (alcantarilla circular)
- El resto de los parámetros son coeficientes necesarios para calcular el caudal de la alcantarilla. Para facilitar la introducción de estos parámetros, la ventana presenta una lista con valores predeterminados para distintos tipos de alcantarillas. Si uno de los valores de la lista no es apropiado, puede elegir la opción en la que el valor se define por el usuario (user defined). La ventana de parámetros de la alcantarilla debe ser similar a la que se muestra en la figura siguiente:

Culverts - Feature Attributes

General Rating Curve

Culvert Name (ID)

Type of Culvert

Rating Curve File

Box Culvert Barrel Width (Base) (ft) Box Culvert Barrel Height (Hb) (ft)

Circular Culvert Diameter (Dc) (ft)

Number of identical barrels (Nb)

Entrance Loss Coefficient (Ke)

Manning's n Coefficient (nc)

▼

Inlet Control Coefficient (KP) Inlet Control Coefficient (Cp)

Inlet Control Coefficient (M) Inlet Control Coefficient (Y)

Inlet form coefficient (m)

Invert Elevations

Inlet (Z1) (ft) Outlet (Z2) (ft)

Ventana para introducir los parámetros de la alcantarilla.

7. Después de introducir los valores, haga clic en el botón *OK*.
8. Guarde los cambios en la capa usando el botón *Save* de la barra de digitalización.



9. Desactive el modo de edición de la capa con el botón *Toggle Editing*.

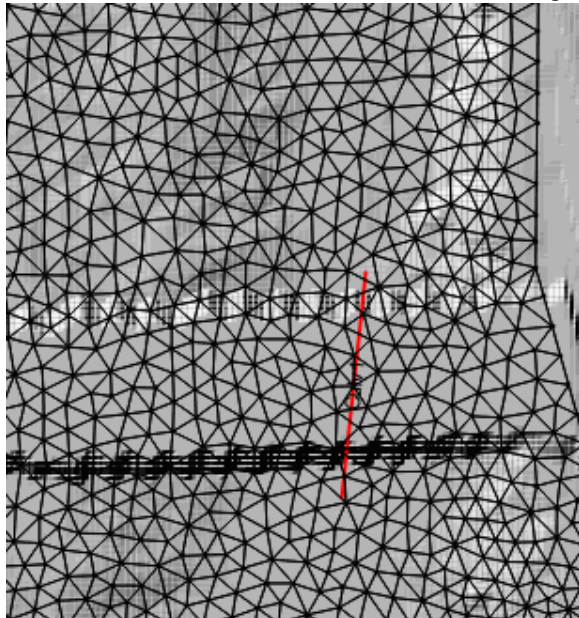


6.3 Generar la malla

La malla se genera con la herramienta *Generate Trimesh*.



Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 6.6.



6.4 Exportar archivos a HydroBID Flood

Ahora que ha generado la malla y las demás capas están listas, exporte los archivos en el formato requerido por HydroBID Flood.

1. Haga clic en el botón *Export HydroBID Flood*.



2. Compruebe la capa ráster del Modelo Digital de Elevación (DEM) y el nombre del escenario.

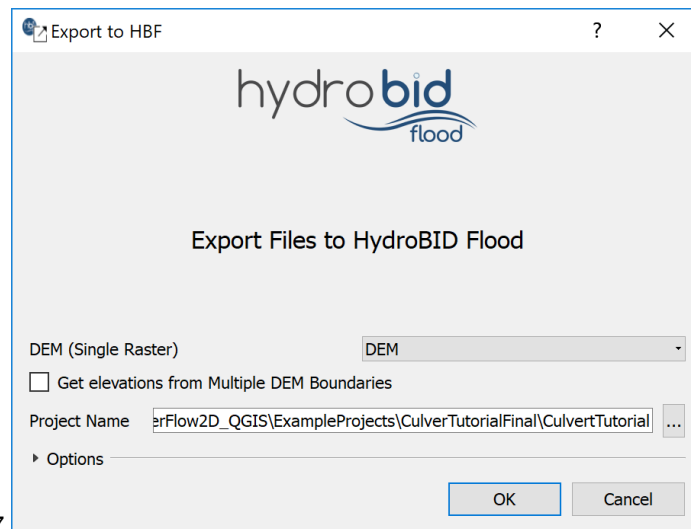


Figura 6.7

Haga clic en [OK] para iniciar la exportación. En Hydronia2DMS versión 10 y posteriores, después de exportar aparece el diálogo *Open DIP*. *QGIS DIP* está seleccionado de forma predeterminada; haga clic en *OK* para abrirlo dentro de QGIS. Para consultar la alternativa independiente histórica, expanda *More options*, seleccione *Classic DIP* y haga clic en *OK*.

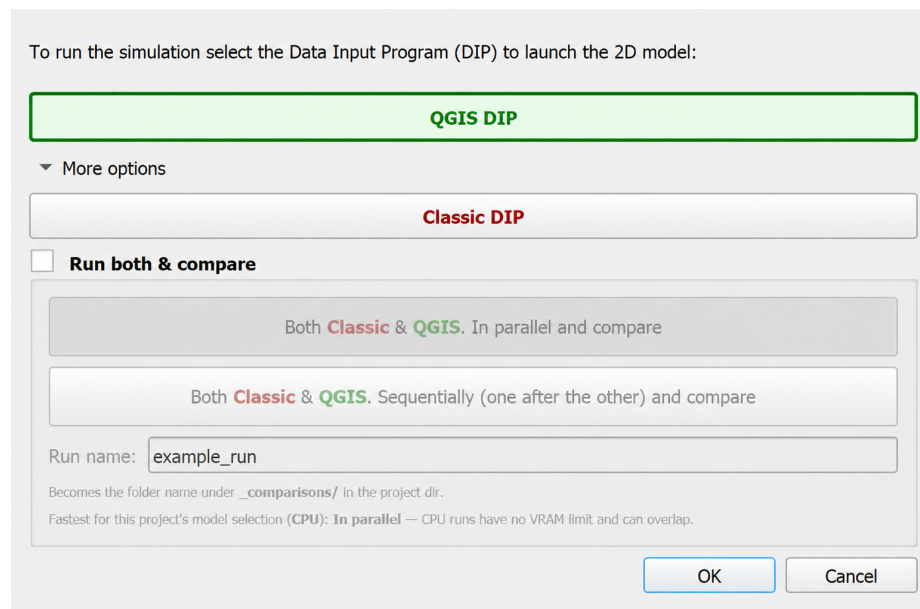


Figura 6.2 – Diálogo Open DIP con QGIS DIP seleccionado de forma predeterminada y More options expandido con Classic DIP. Se muestra el nombre de la ejecución de ejemplo.

6.5 Ejecutar el modelo

Después de exportar, HydroBID Flood carga 'CulvertTutorial.DAT' y muestra el panel *Control Data*.

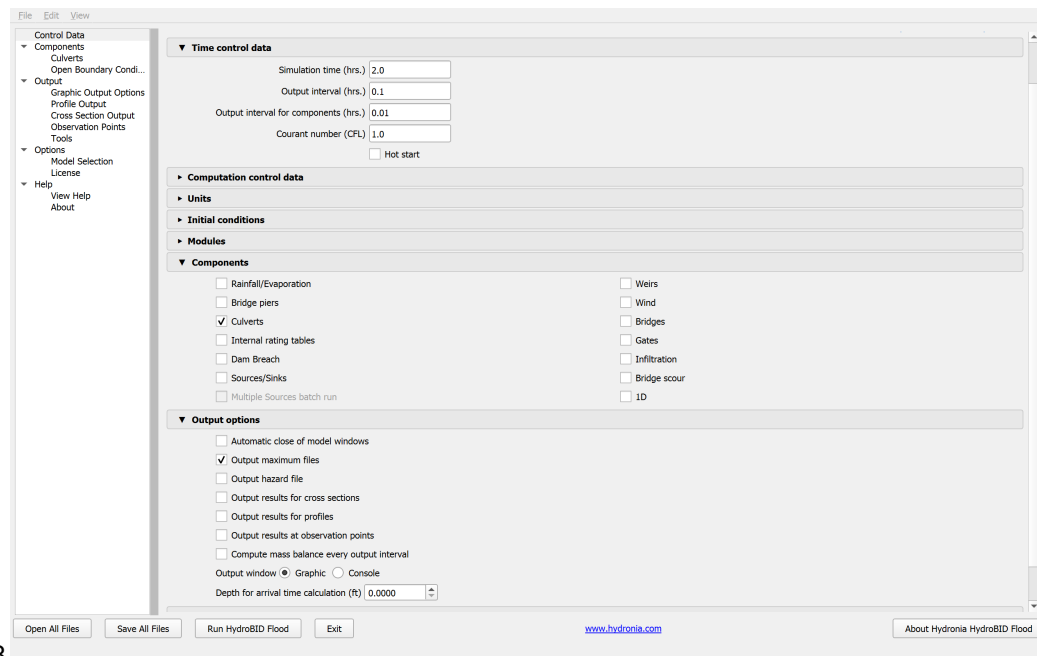
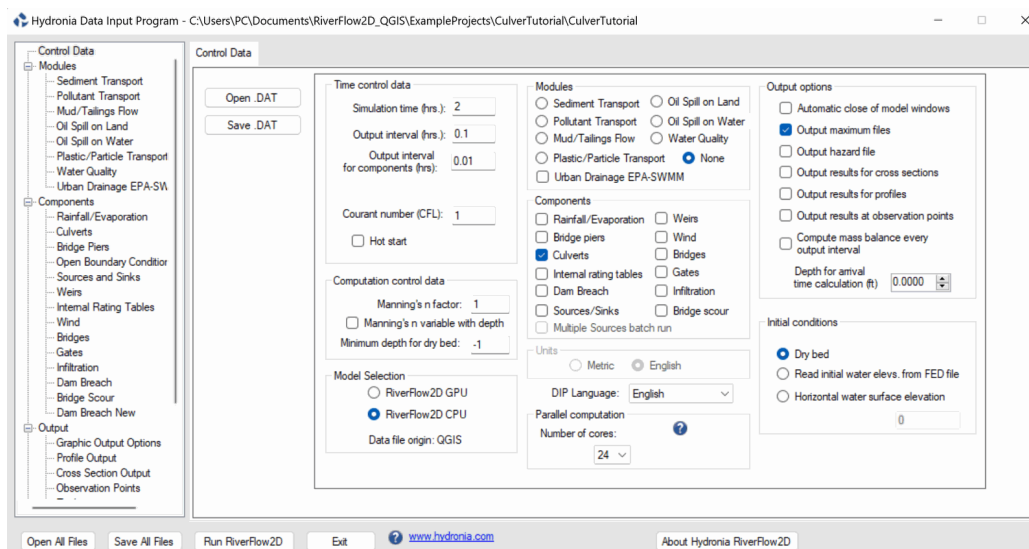


Figura 6.8

El siguiente panel de Classic DIP se conserva como referencia de los valores heredados:



El componente *Culverts* aparece seleccionado. Revise su panel para confirmar el contenido del archivo de alcantarillas preparado por QGIS.

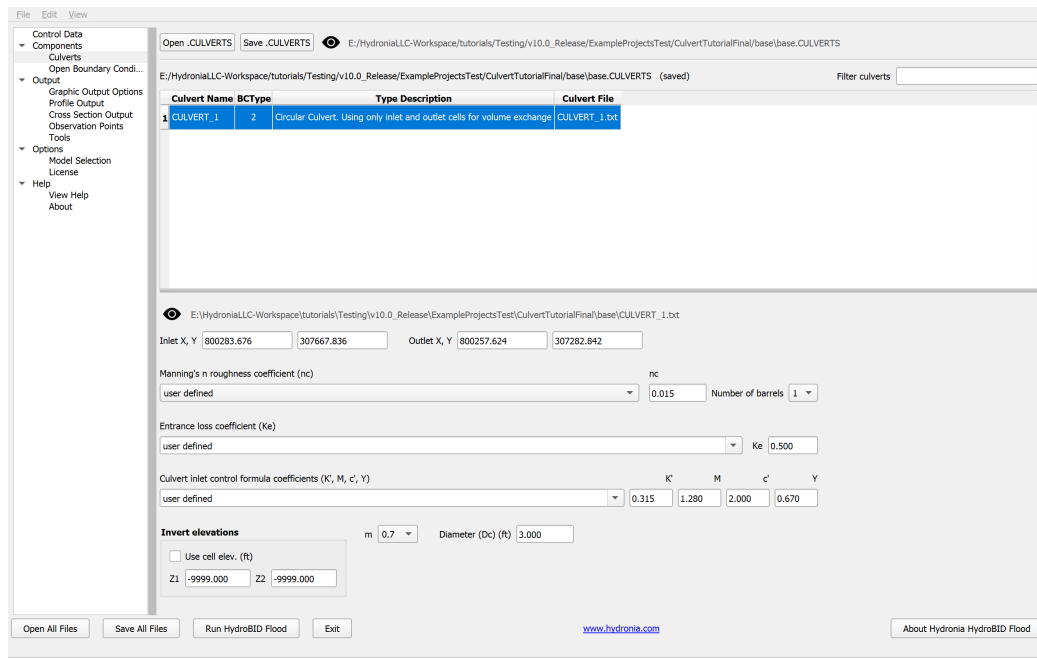


Figura 6.3 – Panel del componente Culverts de QGIS DIP.

El siguiente panel de Classic DIP se conserva como referencia de los valores heredados:

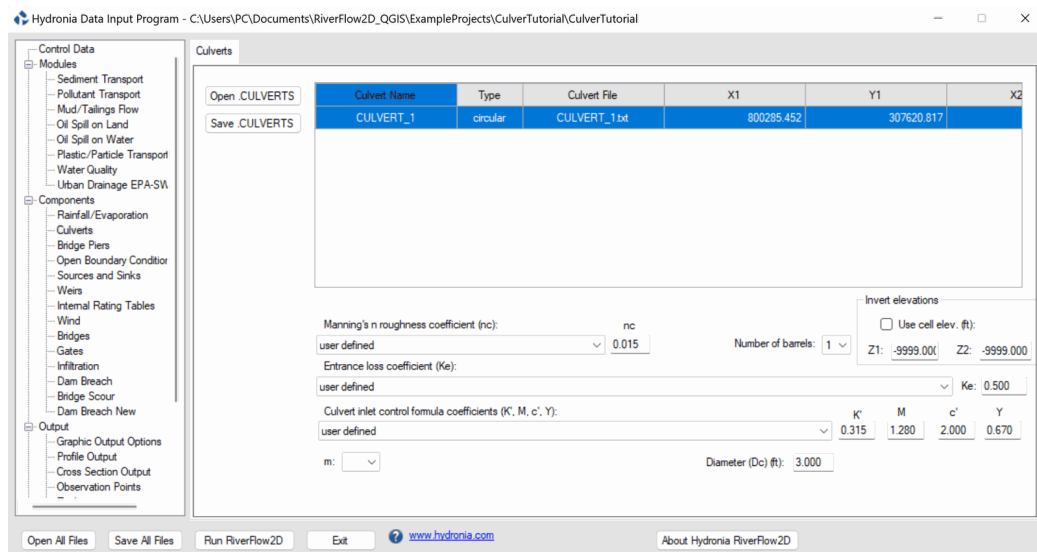


Figura 6.4 – Panel de datos del componente Culverts de Classic DIP heredado.

Deje los demás parámetros con sus valores predeterminados y haga clic en *Run HydroBID Flood*. La ventana de estado informa el tiempo de simulación y los caudales de entrada y salida.

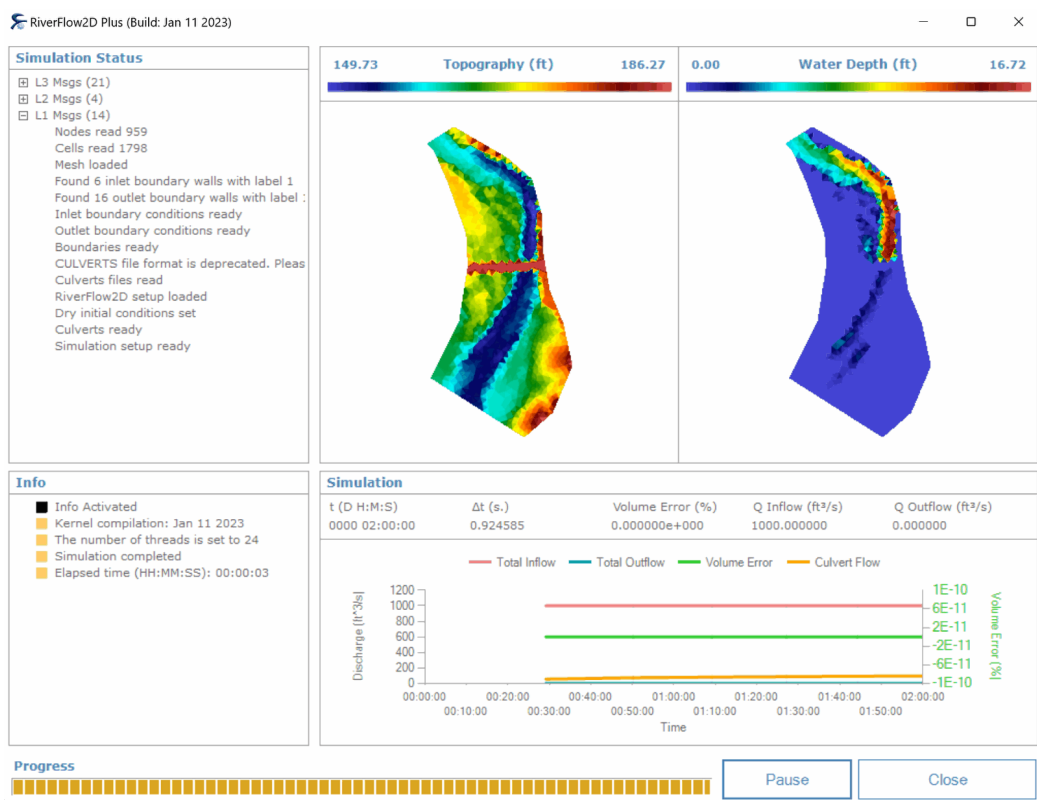


Figura 6.10

6.6 Revisar el archivo de salida de alcantarillas

HydroBID Flood crea el archivo 'CULVERT_CULVERT_1.out', que contiene la serie temporal del caudal y las elevaciones de la superficie del agua en las ubicaciones de entrada y salida.

```

=====
RiverFlow2D
Build Jan 11 2023
=====
TWO-DIMENSIONAL FINITE VOLUME RIVER DYNAMICS MODEL
(R) TRADEMARK 2009-2022 Hydronia, LLC.
ALL RIGHTS RESERVED
RUN DATE: 08/Mar/2023
=====

Results for Culvert no.:          1 Culvert ID: CULVERT_1
=====
Time      Qc      WSEL1      WSEL2
hrs.      ft3/s    ft.        ft.
0.01060   0.000   152.786   154.958
0.02021   0.000   152.786   154.958
0.03074   0.000   152.786   154.958
0.04055   0.000   152.786   154.958
0.05035   0.000   152.786   154.958
0.06039   0.000   152.786   154.958
0.07043   0.000   152.786   154.958
0.08015   0.000   152.786   154.958
0.09003   0.000   152.786   154.958
0.10000   0.000   152.786   154.958
0.11024   0.000   152.786   154.958
0.12035   0.000   152.786   154.958
0.13015   0.000   152.786   154.958
...
1.88018   91.611   166.127   155.720
1.89001   91.726   166.154   155.721
1.90000   91.848   166.183   155.723
1.91009   91.980   166.214   155.724
1.92017   92.115   166.246   155.725
1.93025   92.236   166.275   155.726
1.94004   92.436   166.301   155.706
1.95011   92.426   166.323   155.731
1.96016   92.466   166.344   155.743
1.97021   92.560   166.366   155.743
1.98025   92.662   166.390   155.743
1.99000   92.770   166.416   155.745
2.00000   92.901   166.448   155.746

```

Figura 6.5 – Archivo de salida de Culvert1.

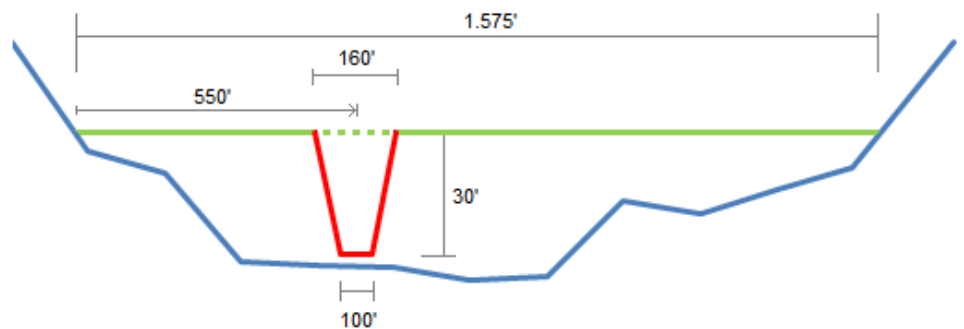
Esto concluye el tutorial *Simulación de alcantarillas*.

Estado del borrador: traducción de trabajo reconciliada con el Markdown inglés v10 de HydroBID Flood. No se localizó una fuente española legada específica de HydroBID Flood; las capturas de pantalla con texto visible permanecen sin revisar y requieren captura o aprobación en español.

Tareas pendientes: completar la revisión lingüística, validar las etiquetas de interfaz conservadas en inglés y aprobar las capturas antes de publicar.

7 | Simulación de rupturas de presas

Este tutorial ilustra cómo incorporar la simulación de la ruptura de una presa en un proyecto existente de HydroBID Flood mediante la interfaz de QGIS. El ejercicio consiste en modelar una inundación causada por la ruptura de una presa. La presa tiene aproximadamente 1575 pies de longitud, el centro de la brecha está a 550 pies del margen derecho de la presa, la abertura tiene las dimensiones finales mostradas en la figura siguiente, un ancho superior de 160 pies, un ancho inferior de 100 pies



y una altura final de 30 pies.

Para este ejercicio se necesita un archivo con la evolución temporal de las dimensiones de la brecha. Este archivo se puede preparar antes de configurar el modelo o crearse al introducir los parámetros de entrada. El procedimiento para modelar la ruptura de la presa comprende los siguientes pasos:

1. Abrir un proyecto existente de HydroBID Flood.
2. Crear una capa *DamBreach* y dibujar una línea que represente el eje transversal de la presa.
3. Generar la malla.
4. Ejecutar el modelo.
5. Revisar los archivos de salida.

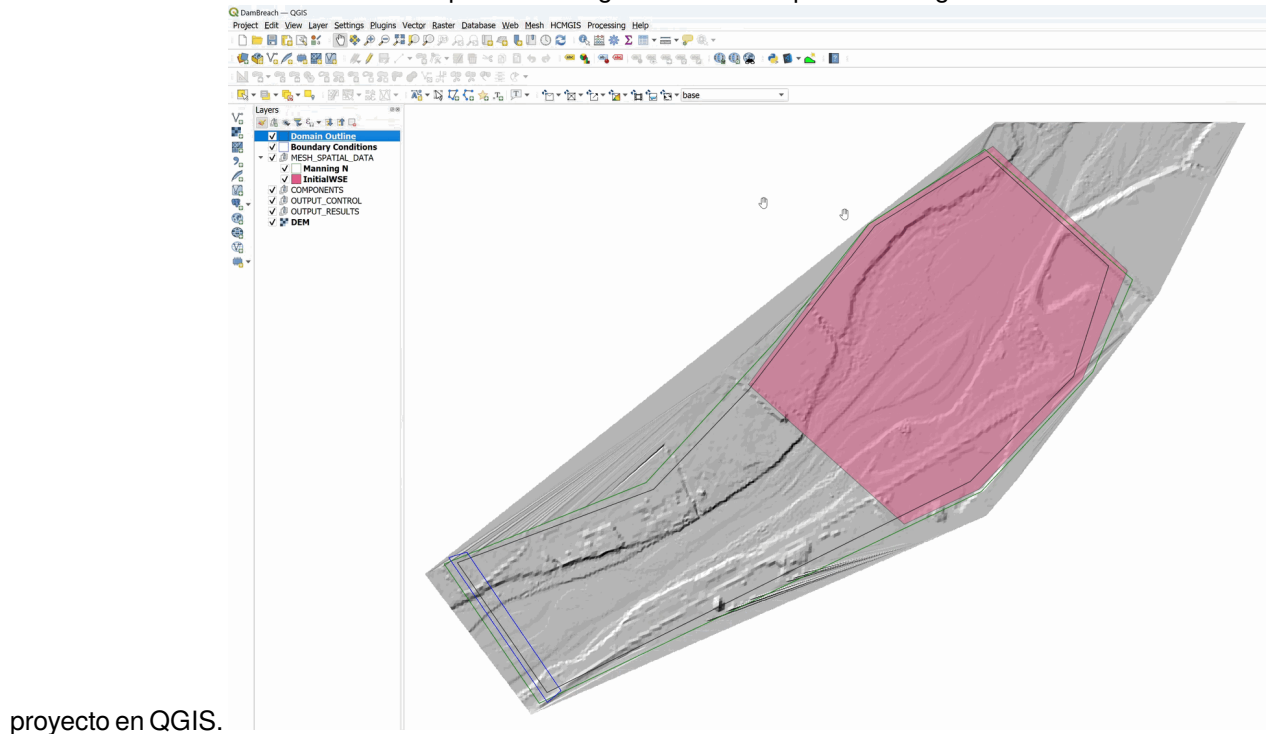
Los archivos necesarios para seguir este tutorial se pueden extraer del archivo zip 'ExampleProjects', dentro de la carpeta 'DamBreachTutorial'. Este archivo zip se descarga por separado de los materiales de instalación.

7.1 Abrir un proyecto existente

1. Abra QGIS.

2. En el menú *Project*, haga clic en *Open...* y busque el proyecto existente: .

Este proyecto contiene la capa *Domain Outline*, el modelo digital de elevación DEM en formato ráster, condiciones de salida configuradas como flujo libre en la esquina inferior izquierda y una condición inicial de elevación de la superficie del agua detrás de la presa. La Figura 7.2 muestra el



proyecto en QGIS.

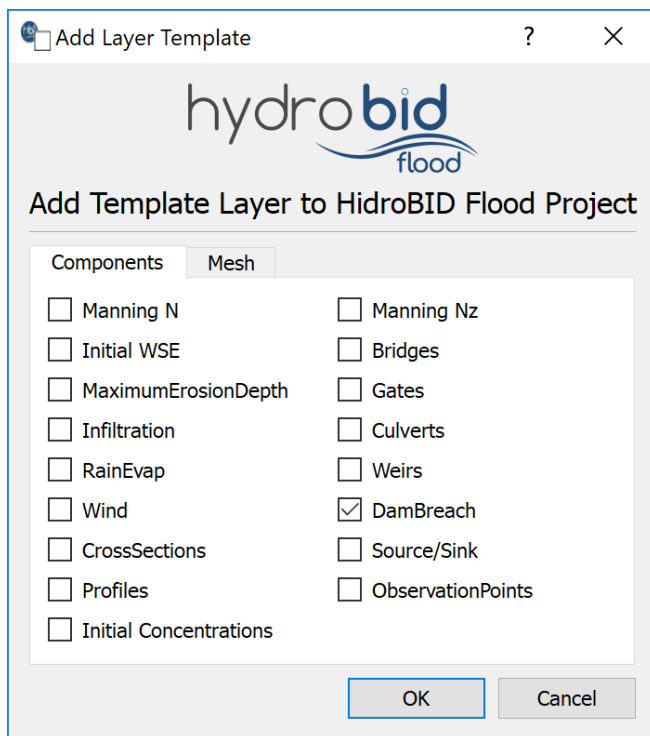
7.2 Crear la capa DamBreach y dibujar la línea que define la presa

La creación de la presa comprende los siguientes pasos:

1. Cree la plantilla para la capa *DamBreach*: en la barra de herramientas de HydroBID Flood, haga clic en el botón *New Template Layer*.



2. En el diálogo, seleccione *DamBreach*, como se muestra en la figura siguiente:



Diálogo para agregar una nueva capa.

3. Edite la capa *DamBreach*: en el panel de capas, seleccione la capa *DamBreach*.
4. En la barra de herramientas de digitalización, haga clic en el botón *Toggle Editing*.



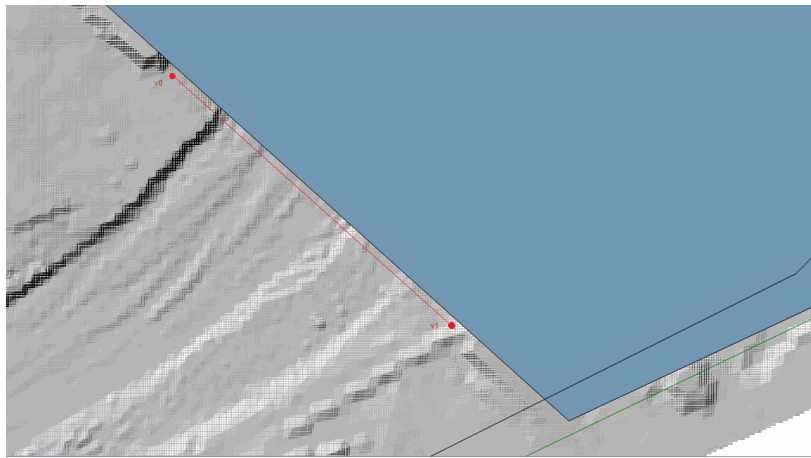
Aparecerá un icono de lápiz en la capa *DamBreach*, lo que indica que la capa está en modo de edición:



5. Dibuje la línea que define el eje de la presa mediante la herramienta *Add Feature* de la barra de herramientas de digitalización.



6. Dibuje la línea que define el eje de la presa. Tenga en cuenta que el centroide de la brecha se mide desde el primer vértice de la línea de la presa. En este ejemplo se encuentra a 550 pies del margen izquierdo de la presa (Figura 7.1). El eje de la presa se dibuja desde la parte superior del canal (punto v0) hasta la parte inferior (punto v1), a lo largo de un lado del polígono que define la elevación inicial de la superficie del agua, como se muestra en la imagen siguiente.



Eje de la presa.

7. Una vez terminado el dibujo del eje de la presa, aparecerá la ventana para introducir los parámetros de *DamBreach*.
8. Introduzca la información que se muestra en la figura siguiente y haga clic en el botón *Check Fields*:

DamBreach - Feature Attributes

General Temporal evolution

Dam breach ID : DAMBREACH_1

Failure type: 1.Prescribed dam breach

Length to breach center (ft): 550 Cell Size (ft) 25

Breach z crest (ft): 149 Breach angle (5<angle<=85) : 45 Breach Cd. : 0.6

Breach start time (hr) : NULL Initial elev. of breach bottom (ft) NULL

D50 (ft) NULL Critical shear stress (lb/in2) NULL

Submergence correction : NULL Erosion coef. (ft2 s/lb) NULL

Specific gravity : NULL Porosity : NULL

Dam mat. cohesion (lb/in2) NULL Dam crest width (ft) NULL

Up stream slope (0-1) : NULL Down stream slope (0-1): NULL

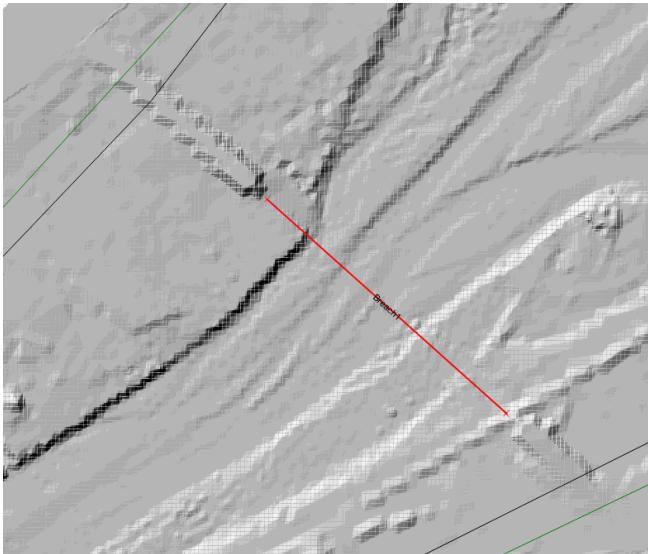
Check Fields OK Cancel

Diálogo para introducir los parámetros de la ruptura de la presa.

9. Haga clic en la pestaña *Temporal evolution* y luego en el botón *Import Dam Breach File*. Seleccione el archivo 'DAMBREACH_1.txt' en la carpeta del escenario. Haga clic en *OK* para cerrar.
10. La evolución temporal del archivo 'DAMBREACH_1.TXT' se muestra en la pestaña *Temporal evolution* siguiente:

General		Temporal evolution	
Dam Breach File		DAMBREACH_1.txt	Import Dam Breach File
	Time(hr)	Width(ft)	Height(ft)
1	0	0	0
2	0.5	7	3
3	1.0	20	5
4	1.5	45	12
5	2.0	100	30
6	3	100	30
7			

Evolución de la brecha de la presa.

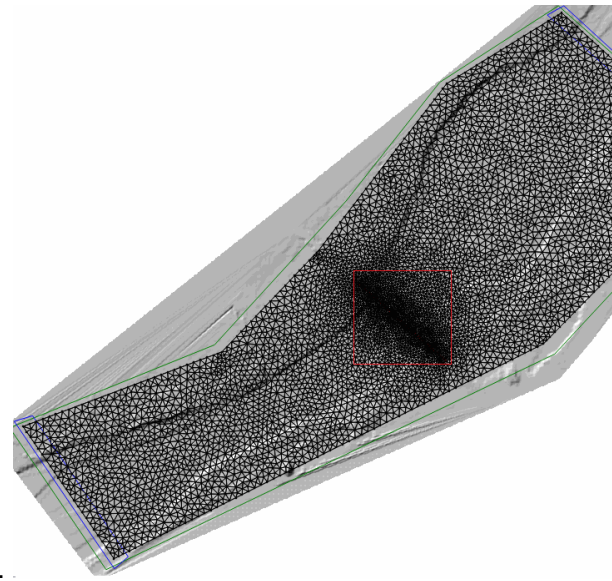


Eje de la presa.

7.3 Generar la malla

La malla se genera mediante la herramienta *Generate TriMesh*.





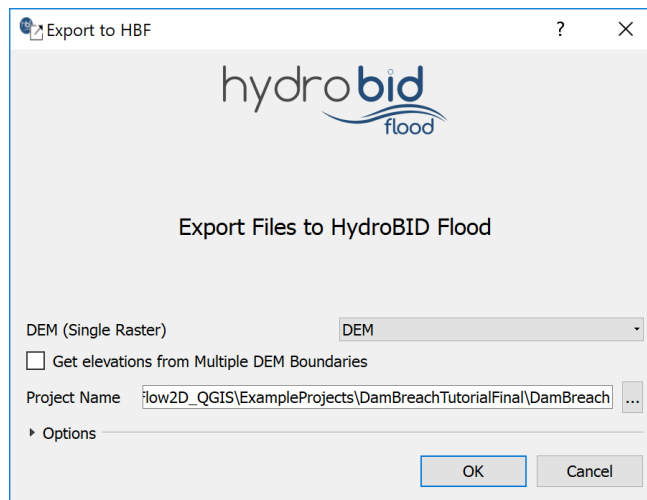
La Figura 7.8 muestra la malla resultante, de casi 11,000 celdas.

7.4 Exportar archivos a HydroBID Flood

1. Haga clic en el botón *Export HydroBID Flood*.



2. Seleccione la capa ráster que contiene el modelo digital de elevación (DEM) y el nombre del proyecto.

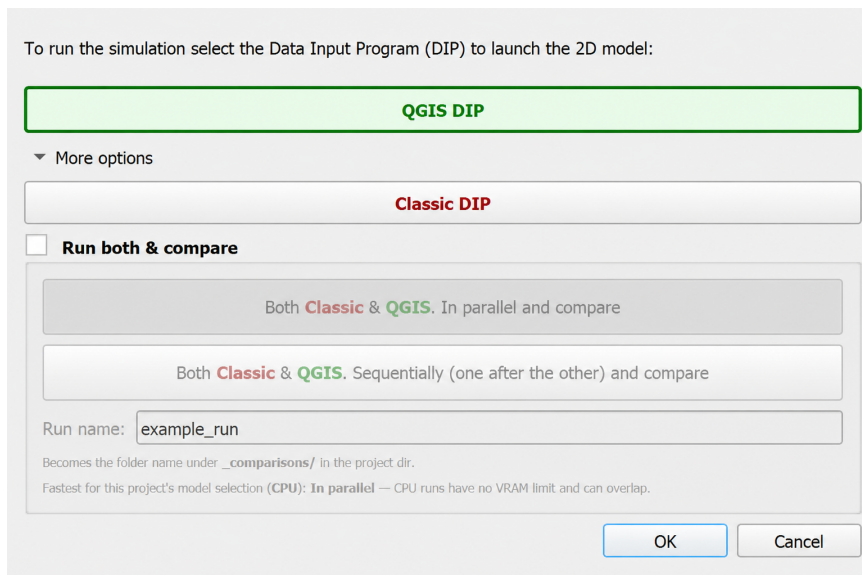


Diálogo de exportación.

3. Una vez terminado, haga clic en el botón *OK* y comenzará el proceso de exportación. Cuando finalice, HydroBID Flood se cargará con el archivo 'base.DAT'.

En la versión 10 y posteriores de Hydrionia2DMS, después de la exportación aparece el diálogo *Open DIP*. *QGIS DIP* está seleccionado de forma predeterminada; haga clic en *OK* para

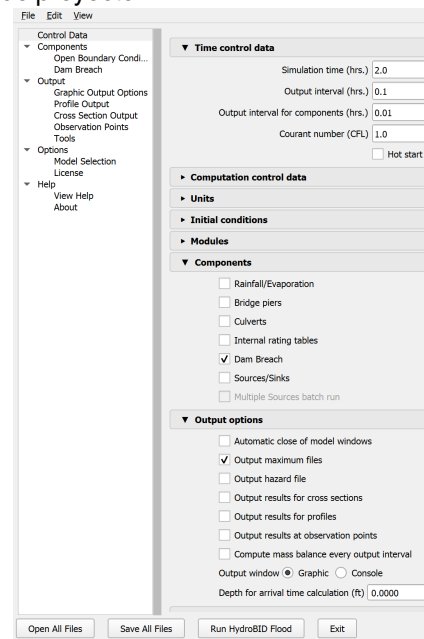
abrirlo dentro de QGIS. Para consultar la alternativa independiente histórica, expanda *More options*, seleccione *Classic DIP* y haga clic en *OK*.



Diálogo Open DIP con QGIS DIP seleccionado de forma predeterminada y More options expandido con Classic DIP. Se muestra el nombre de la ejecución de ejemplo.

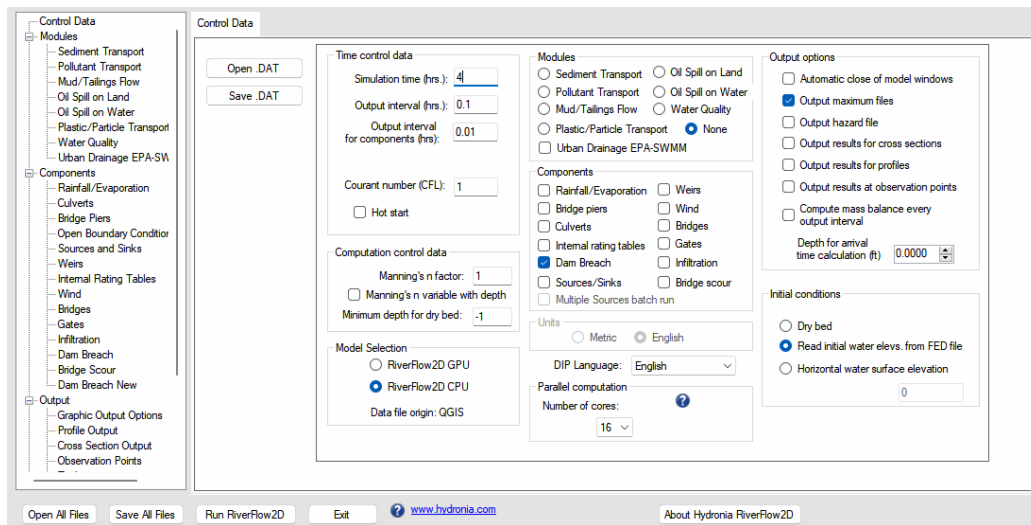
7.5 Ejecutar el modelo

Después de exportar los archivos, Hydronia Data Input Program se carga con el archivo de proyecto



del ejemplo 'base.DAT' y muestra el panel *Control Data*, como se ilustra en la Figura 7.10.

El siguiente panel de Classic DIP se conserva como referencia de los valores heredados:



Se observa que el componente *Dam Breach* está seleccionado, al igual que la condición inicial que indica que se leerá la elevación inicial de la superficie del agua del archivo '.FED'. Al seleccionar el componente *Dam Breach* en la lista del panel izquierdo, se mostrará el panel donde se pueden consultar sus parámetros, como se muestra en la figura siguiente:

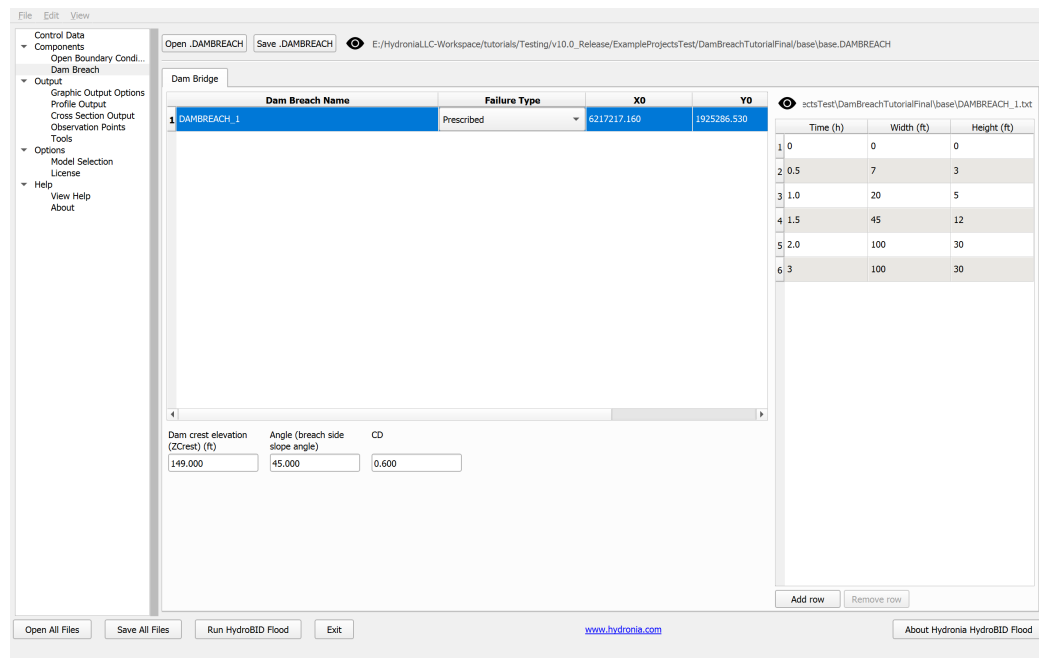


Figura 7.1 – Panel QGIS DIP del componente Dam Breach.

El siguiente panel de Classic DIP se conserva como referencia de los valores heredados:

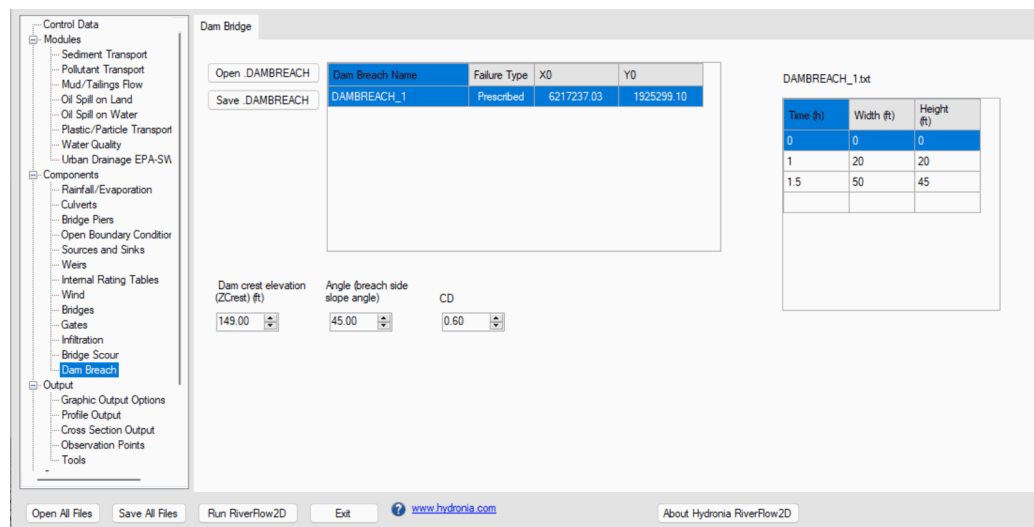
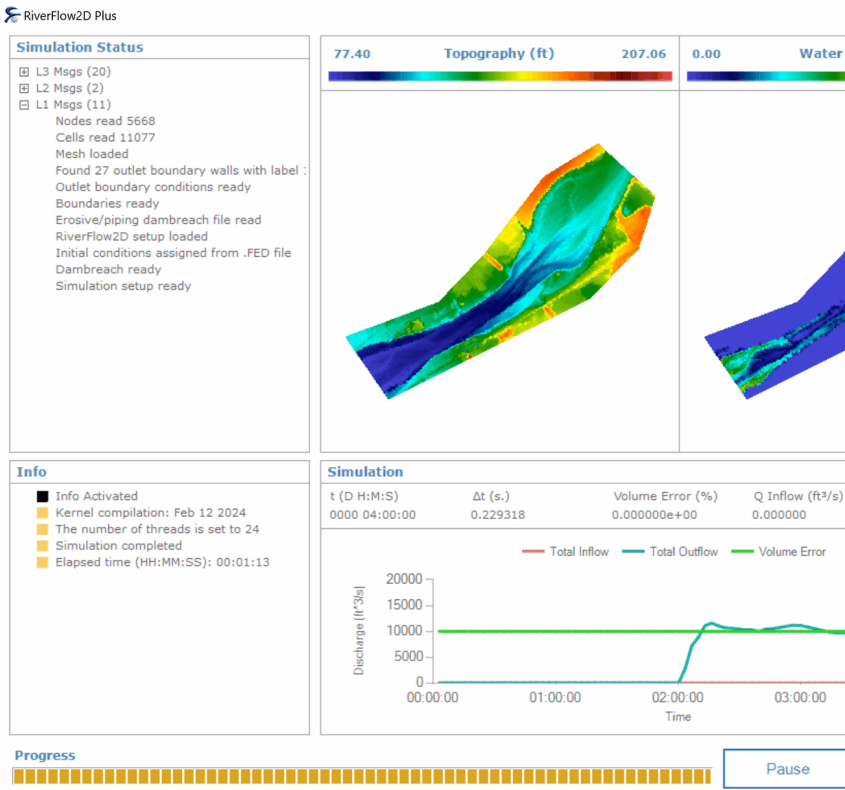


Figura 7.2 – Componente Dam Breach de Classic DIP heredado.

1. Antes de ejecutar el modelo, establecer el tiempo de simulación en 4 horas.
2. Deje todos los demás parámetros con sus valores predeterminados.
3. Para ejecutar el modelo, haga clic en el botón *Run HydroBID Flood* en la sección inferior de Hydronia Data Input Program.
4. Guarde los cambios con el mismo nombre que el archivo 'DamBreach.DAT'.

Aparecerá una ventana que indicará que el modelo ha comenzado a ejecutarse. La ventana que HydroBID Flood muestra durante la ejecución contiene información del tiempo de simulación, el error de conservación de volumen, el caudal total de entrada y salida, además de otros parámetros a me-



dida que avanza la ejecución (Figura 7.12).

7.6 Revisar los archivos de salida

HydroBID Flood genera el hidrograma de la ruptura de la presa en un archivo con extensión ‘.dambreachh’.

```
=====
RiverFlow2D
Build Feb 12 2024
=====
TWO-DIMENSIONAL FINITE VOLUME RIVER DYNAMICS MODEL
(T) TRADEMARK 2009-2022 Hydronia, LLC.
ALL RIGHTS RESERVED
RUN DATE: 02/Jul/2024
=====

NOTES:
[Q in cfs]
[z_b in ft]
[b in ft]
[B in ft]
[z_top in ft]
[type (1=User-given, 2=Erosive breach, 3=Piping flow)]

Time      DAMBREACH_1      z_b      b      B
          Q
0.000      0.000      149.000      0.000      0.000
0.000      0.000      149.000      0.001      0.001
0.010      0.000      148.940      0.140      0.260
0.020      0.000      148.880      0.281      0.521
0.030      0.000      148.820      0.420      0.780
0.040      0.000      148.760      0.560      1.041
0.050      0.000      148.700      0.700      1.300
0.060      0.000      148.640      0.840      1.560
0.070      0.000      148.580      0.980      1.821
0.080      0.000      148.520      1.121      2.081
0.090      0.000      148.460      1.260      2.341
0.100      0.000      148.400      1.400      2.600
0.110      0.000      148.340      1.540      2.860
0.120      0.000      148.280      1.681      3.121
0.130      0.000      148.220      1.820      3.381
0.140      0.000      148.160      1.960      3.640
0.150      0.000      148.100      2.100      3.900
0.160      0.000      148.040      2.241      4.161
0.170      0.000      147.980      2.381      4.421
0.180      0.000      147.920      2.520      4.681
0.190      0.000      147.860      2.660      4.940
```

La Figura 7.13 muestra una sección de ese archivo para este ejercicio. Esto concluye el tutorial *Simulación de rupturas de presas*.

Estado del borrador: traducción de trabajo reconciliada con el Markdown inglés v10 de HydroBID Flood. No se localizó una fuente española legada específica de HydroBID Flood; las capturas de pantalla con texto visible permanecen sin revisar y requieren captura o aprobación en español.

Tareas pendientes: completar la revisión lingüística, validar las etiquetas de interfaz conservadas en inglés y aprobar las capturas antes de publicar.

8 | Establecer elevaciones iniciales de agua, lodo o relaves

A veces resulta práctico usar una capa ráster para establecer la condición inicial de la elevación de la superficie del agua (Initial WSE). Por ejemplo, al modelar rupturas de presas de relaves, a menudo es necesario definir la superficie inicial de los relaves detrás de la presa.

Este tutorial ilustra cómo usar un archivo ráster que contiene las elevaciones iniciales del fluido contenido por una presa, con el propósito de simular la ruptura de la presa y determinar el recorrido del fluido después del colapso.

El procedimiento para modelar una ruptura de presa usando una condición inicial de elevación de la superficie del fluido incluye los siguientes pasos:

1. Abra un proyecto HydroBID Flood existente.
2. Importe una capa ráster con los valores iniciales de la elevación de la superficie del agua (WSE).
3. Exporte los archivos a HydroBID Flood estableciendo la opción de usar la capa ráster con la WSE inicial.

Los archivos usados en este tutorial se encuentran en el siguiente directorio:

Documents\Hydronia\HydroBIDFlood\ExampleProjects\initialWSE_RasterTutorial

8.1 Abrir un proyecto HydroBID Flood existente

Inicie QGIS y, en el menú *Project*, use el comando *Open...* para cargar el proyecto existente: 'InitialWSE_RasterTutorial.qgs'. El proyecto corresponde a un modelo de ruptura de presa con una elevación inicial de la superficie del fluido que no es horizontal, sino que varía en el espacio.

Al abrir el proyecto, se cargará en QGIS una imagen del proyecto como se muestra en la Figura 8.1.

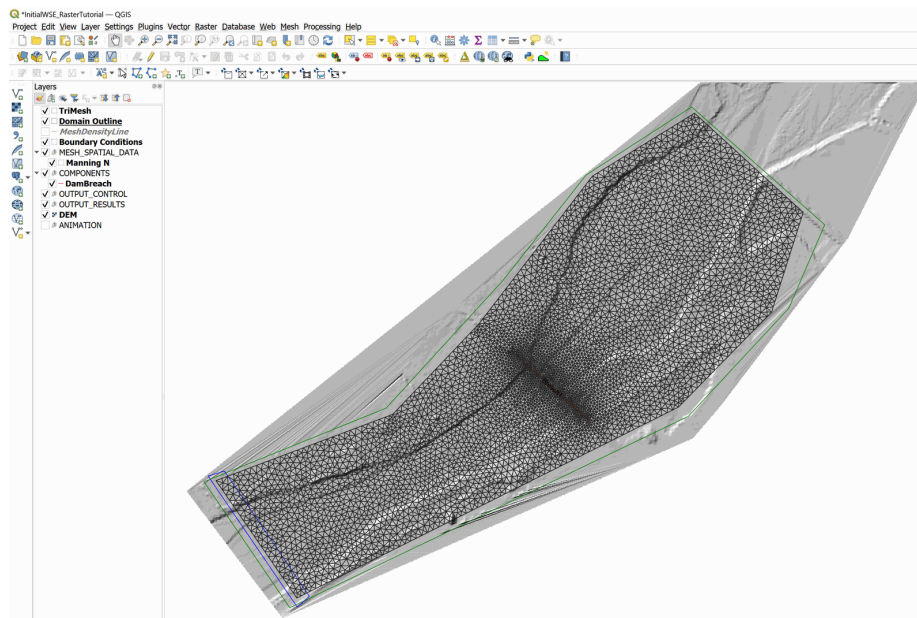


Figura 8.1 – Pantalla del proyecto cargado en QGIS.

8.2 Importar la capa ráster de WSE inicial

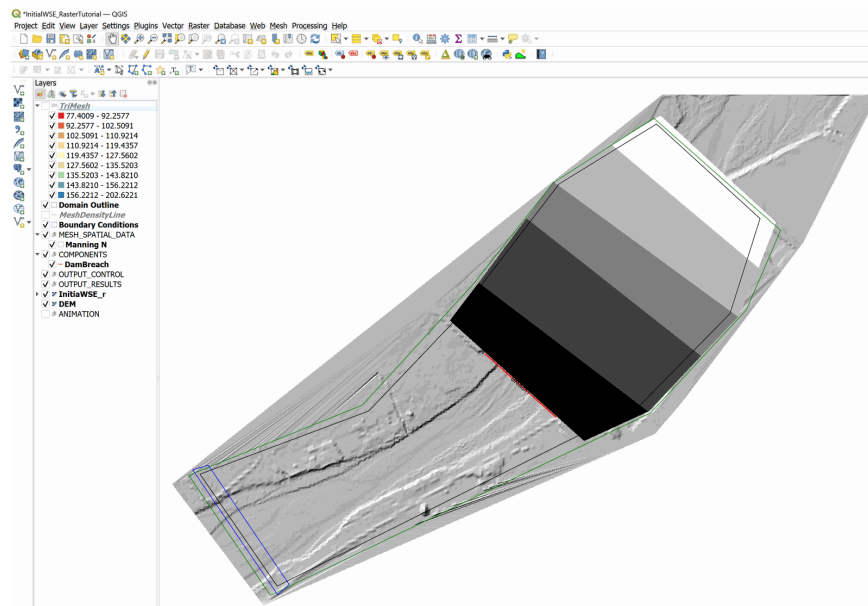
El procedimiento para importar la capa ráster de WSE inicial al proyecto incluye los siguientes pasos:

1. Abra el archivo ASCII grid que representa las elevaciones de la condición inicial haciendo clic

en el botón *Add Raster Layer*  y seleccione el archivo 'InitialWSE_r.tif'.

2. Confirme la proyección CRS 2229 que se usará para esta capa.

3. Si es necesario, mueva la nueva capa debajo del grupo *MESH_SPATIAL_DATA*. Deberá aparecer en pantalla una imagen como la que se muestra a continuación:



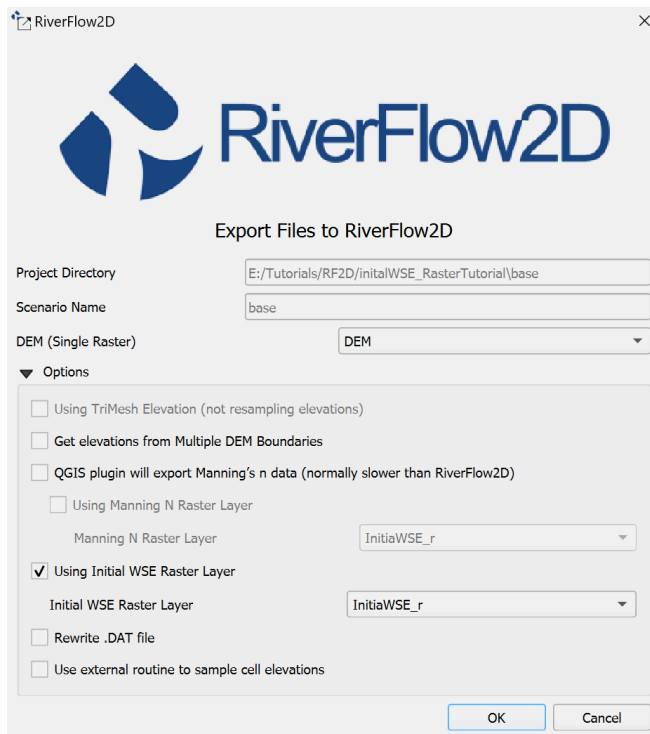
Capa ráster de WSE inicial.

La imagen muestra la capa ráster *InitialWSE_r* en una escala de grises, donde la WSE cambia de 135.0 a 135.4 ft.

La ventana anterior tiene desactivada la capa *Trimesh* para facilitar la visualización. Vuelva a activarla para el proceso de exportación de la siguiente sección.

8.3 Exportar archivos a HydroBID Flood

1. Exporte los archivos en el formato requerido por HydroBID Flood usando el complemento *Export to HydroBID Flood*. Al ejecutar el complemento, se muestra una ventana como la de la Figura 8.3.



Ventana del complemento para exportar los archivos a HydroBID Flood.

Como se muestra en la figura, haga clic en la flecha *Options* para mostrar el grupo de opciones que aparece oculto de forma predeterminada.

2. Seleccione el ráster DEM en la lista desplegable *DEM (Single Raster)*.
3. Marque la casilla *Using Initial WSE Raster Layer*. Seleccione la capa *InitialWSE_r* en la lista desplegable.
4. Haga clic en el botón *OK* para iniciar el proceso de exportación.

En la versión 10 y posteriores de Hydronia2DMS, después de la exportación aparece el diálogo *Open DIP*. *QGIS DIP* está seleccionado de forma predeterminada; haga clic en *OK* para abrirlo dentro de QGIS. Para ver la alternativa independiente histórica, expanda *More options*, seleccione *Classic DIP* y haga clic en *OK*.

To run the simulation select the Data Input Program (DIP) to launch the 2D model:

QGIS DIP

▼ More options

Classic DIP

☐ **Run both & compare**

Both **Classic** & **QGIS**. In parallel and compare

Both **Classic** & **QGIS**. Sequentially (one after the other) and compare

Run name:

Becomes the folder name under _comparisons/ in the project dir.
Fastest for this project's model selection (CPU): **In parallel** — CPU runs have no VRAM limit and can overlap.

Diálogo Open DIP con QGIS DIP seleccionado de forma predeterminada y More options expandido con Classic DIP. Se muestra el nombre de una ejecución de ejemplo.

A partir de este punto, puede consultar el tutorial de Ruptura de presa para continuar con el modelado de la ruptura.

Estado del borrador: traducción de trabajo reconciliada con el Markdown inglés v10 de HydroBID Flood. No se localizó una fuente española legada específica de HydroBID Flood; las capturas de pantalla con texto visible permanecen sin revisar y requieren captura o aprobación en español.

Tareas pendientes: completar la revisión lingüística, validar las etiquetas de interfaz conservadas en inglés y aprobar las capturas antes de publicar.

9 | Simulación de transporte de sedimentos de fondo con áreas de erosión limitada

En el modelo de transporte de sedimentos puede definir áreas con una profundidad máxima de erosión. Esto es útil para representar pavimentos, afloramientos rocosos o cualquier superficie que no se erosione o que tenga encima una capa de sedimento erosionable conocida. Este tutorial ilustra cómo realizar una simulación de transporte de sedimentos en la que existe un área no erosionable mediante la interfaz de QGIS. El procedimiento incluye los siguientes pasos:

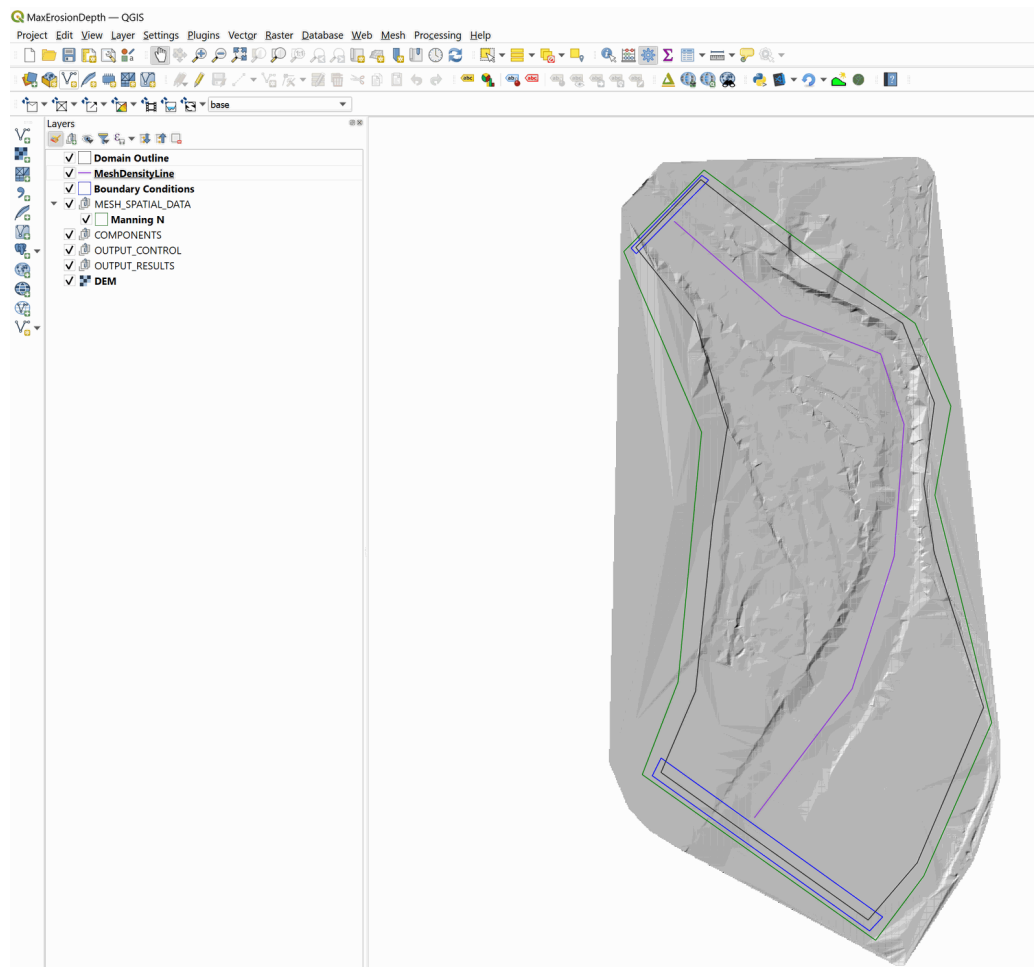
1. Abrir un proyecto HydroBID Flood existente.
2. Crear una capa 'MaximumErosionDepth' y los polígonos que definen las áreas de erosión limitada.
3. Generar la malla.
4. Ejecutar el modelo.

Los archivos necesarios para seguir este tutorial se pueden extraer del archivo zip 'ExampleProjects', en la carpeta 'MaxErosionDepth'. Este zip se descarga por separado de los materiales de instalación.

9.1 Abrir un proyecto existente

1. Abra QGIS.
2. En el menú principal vaya a *Project* → *Open...* y busque la carpeta del tutorial existente: '\\ExampleProjects\\MaxErosionDepth\\MaxErosionDepth.qgz'.

Este proyecto contiene las capas del contorno del dominio, el Modelo Digital de Elevación (DEM) del lecho del río en formato ráster, y la capa de condiciones de frontera, cuya entrada está en la parte superior izquierda y cuya salida está en la inferior izquierda. Las condiciones de frontera son un hidrograma con un caudal pico de $6,500 \text{ ft}^3/\text{s}$ y la condición de salida se establece como flujo libre. La capa *MeshDensityLine* permite refinar la malla durante el paso de generación de malla. Al abrir el proyecto verá una imagen cargada en QGIS, como se muestra en la Figura 9.1.



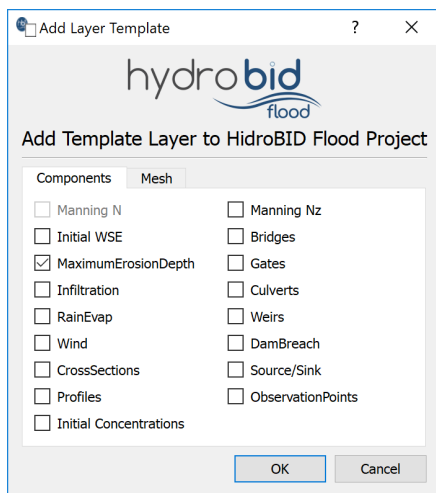
9.2 Agregar la capa MaximumErosionDepth y dibujar el polígono que define el área de erosión limitada

La definición de las áreas de erosión limitada implica los siguientes pasos:

1. Crear la plantilla para la capa *MaximumErosionDepth*: en la barra de herramientas de Hydro-BID Flood haga clic en el botón *New Template Layer*.



2. Active la casilla *MaximumErosionDepth*, como se muestra en la figura siguiente:

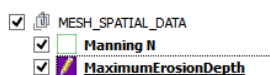


Complemento para agregar una nueva capa de plantilla.

3. Edite la capa *MaximumErosionDepth*: en el panel de capas seleccione la capa *MaximumErosionDepth* y en la barra de digitalización haga clic en el botón *Toggle editing*.



Aparecerá un icono de lápiz en la capa *MaximumErosionDepth*, lo que indica que la capa está en modo de edición:



4. Dibuje el polígono del área de erosión limitada usando la herramienta *Add Feature*:

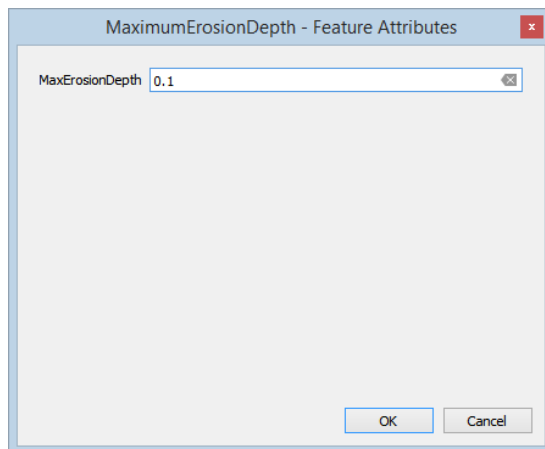


Dibuje el polígono que define el área de erosión limitada. El polígono debe cubrir todas las celdas que tendrán una erosión limitada. En este tutorial supondremos que un área del río tiene una profundidad máxima de erosión limitada de 0.1 pies. Al final debería obtener una imagen similar a la que se muestra en la siguiente figura:



Polígono del área con erosión limitada.

Una vez que termine de dibujar el polígono, aparecerá inmediatamente la ventana para introducir los parámetros del área. Introduzca una profundidad máxima de erosión de 0.1 pies, como se muestra a continuación:



Ventana para introducir los parámetros del polígono de la capa MaximumErosionDepth.

5. Haga clic en el botón *OK* para guardar los parámetros.

6. Guarde los cambios de la capa haciendo clic en el botón *Save*  de la barra de digitalización.



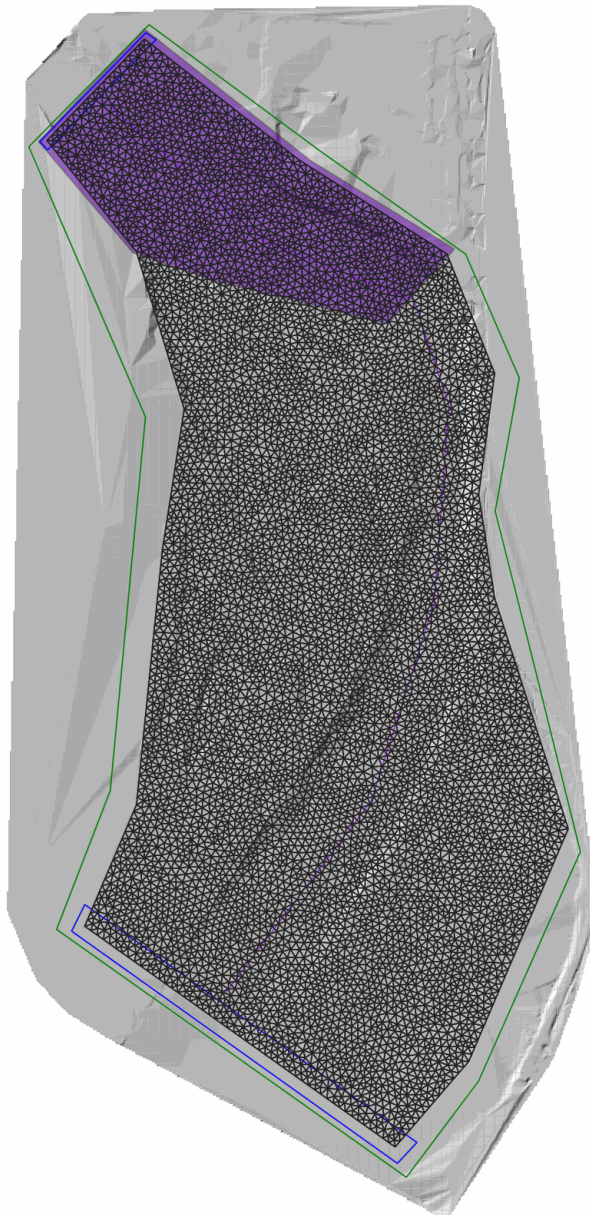
7. Salga del modo de edición haciendo clic en el botón *Toggle editing* de la barra de digitalización.

9.3 Generar la malla

Genere la malla usando el botón *Generate TriMesh*.



Los resultados se muestran en la Figura 9.5 (una malla de aproximadamente 15,000 celdas).



9.4 Exportar archivos a HydroBID Flood

Ahora que ha generado la malla y las demás capas están listas, exporte los archivos en el formato requerido por HydroBID Flood.

1. Haga clic en el botón *Export HydroBID Flood*.



2. Seleccione la capa ráster del Modelo Digital de Elevación (DEM) y escriba el nombre del proyecto sin extensión; para este ejemplo, 'MaxErosion'.

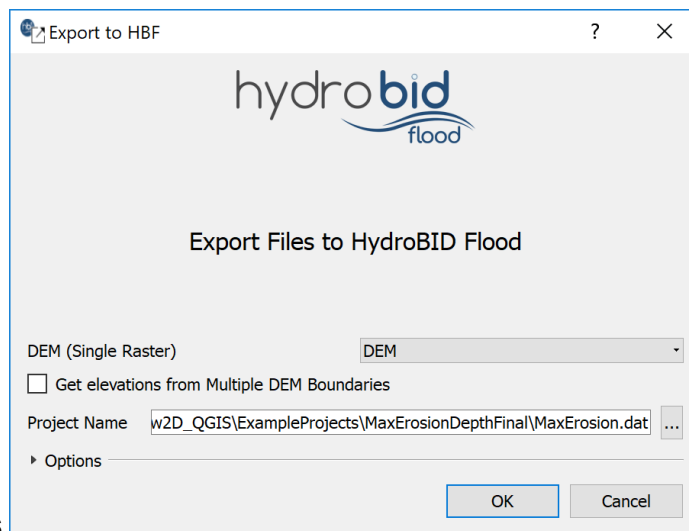


Figura 9.6

- Haga clic en [OK] para iniciar la exportación. En Hydronia2DMS versión 10 y posteriores, después de exportar aparece el diálogo *Open DIP*. *QGIS DIP* está seleccionado de forma predeterminada; haga clic en *OK* para abrirlo dentro de QGIS. Para consultar la alternativa independiente histórica, expanda *More options*, seleccione *Classic DIP* y haga clic en *OK*.

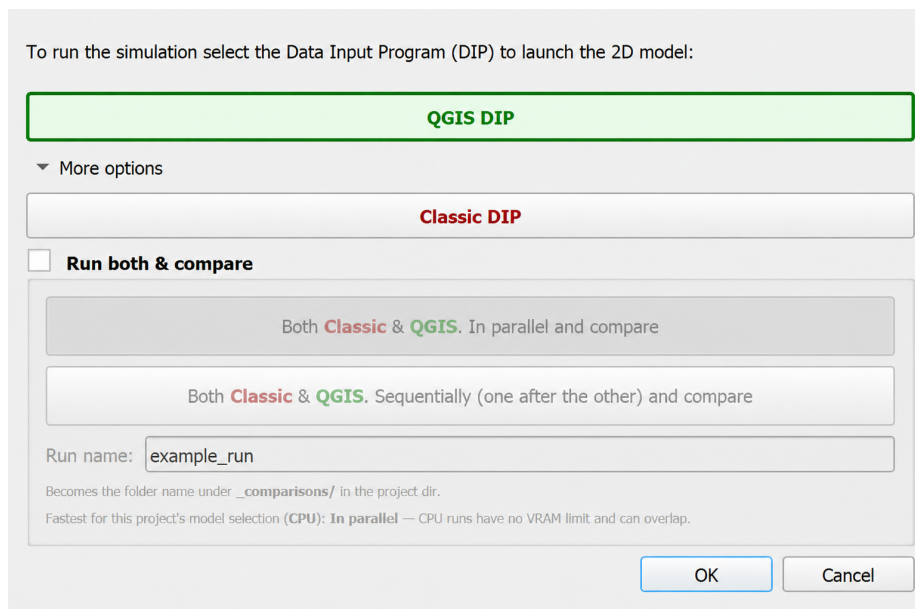


Figura 9.1 – Diálogo Open DIP con QGIS DIP seleccionado de forma predeterminada y More options expandido con Classic DIP. Se muestra el nombre de la ejecución de ejemplo.

9.5 Ejecutar el modelo

Después de exportar los archivos, HydroBID Flood se carga con el archivo de proyecto del ejemplo MaxErosion.DAT y muestra el panel *Control Data*, como se ilustra en la Figura 9.7.

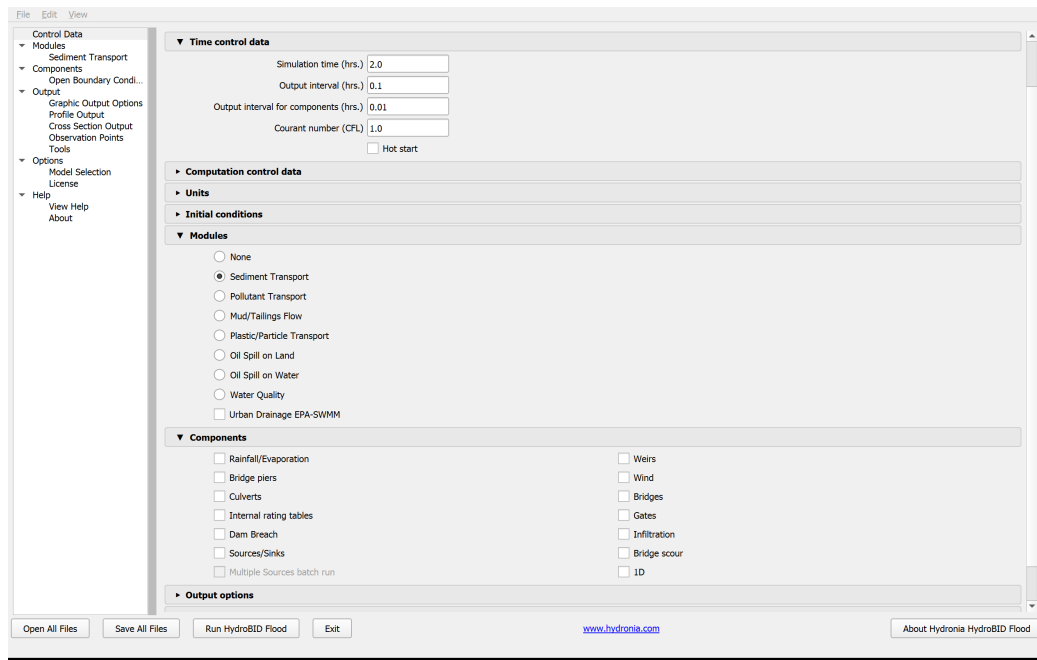
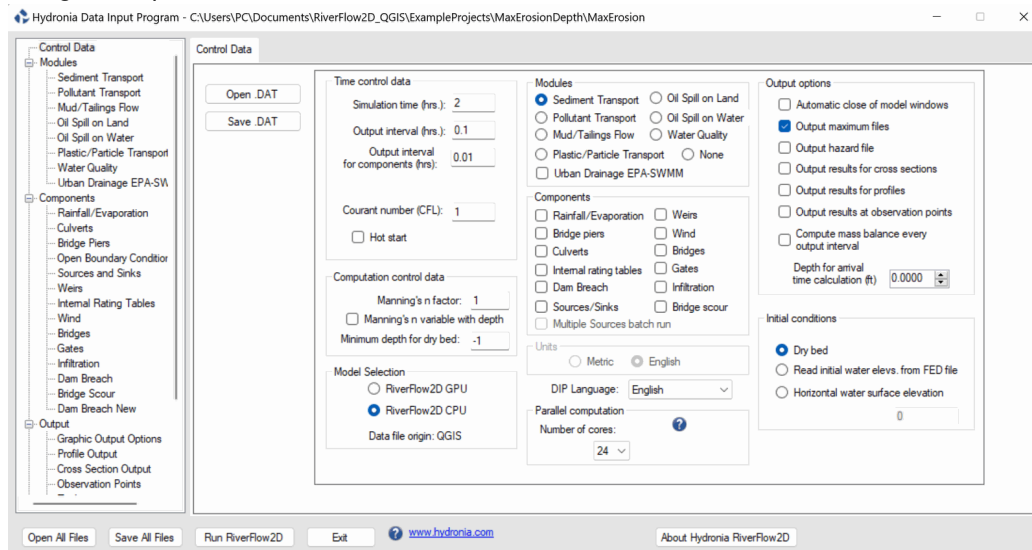


Figura 9.2 – Panel de datos de control de QGIS DIP para el tutorial de profundidad máxima de erosión.

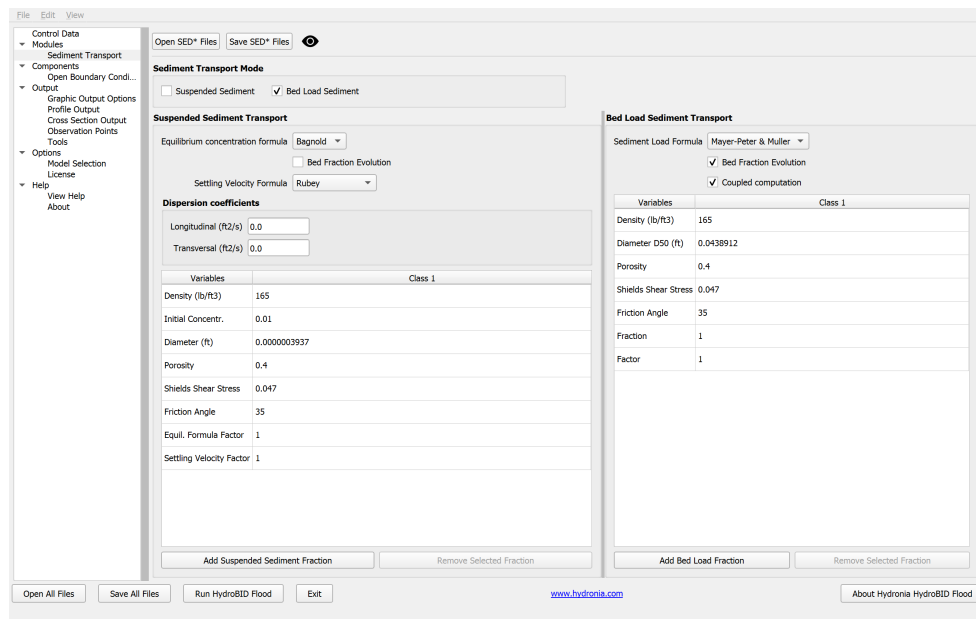
El siguiente panel de Classic DIP se conserva como referencia de los valores heredados:



Observe que el módulo de transporte de sedimentos aparece seleccionado y muestra un mensaje que advierte que debe crearse el archivo con la información de sedimentos. Siga estos pasos:

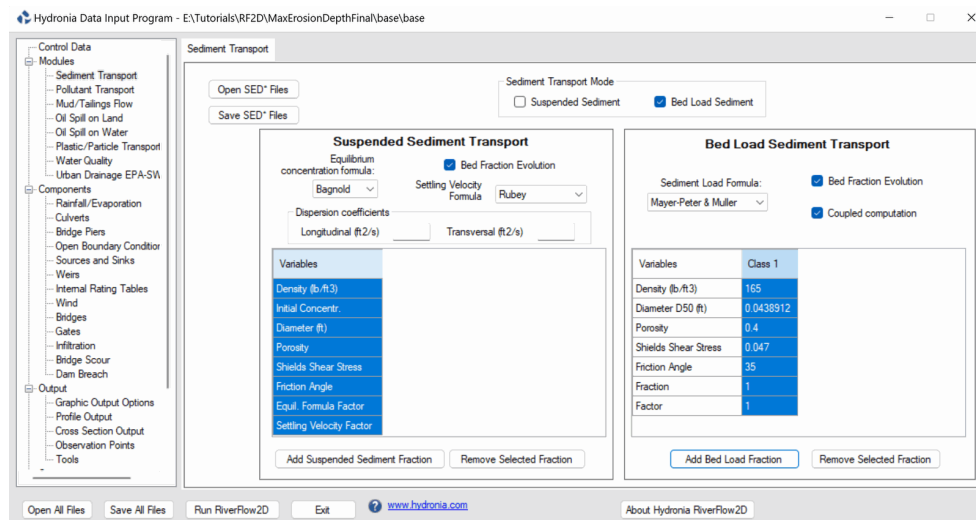
1. Para crear el archivo .SEDB con los parámetros de cálculo del transporte de sedimentos, seleccione *Sediment Transport* en la lista *Modules*.
2. Introduzca los parámetros para el transporte en suspensión y el transporte de fondo. En este ejemplo, desactive la casilla *Suspended Sediments* en *Sediment Transport Mode* y deje activa la opción *Bed Load Sediment*.
3. Agregue las fracciones de sedimento que se considerarán. En este ejemplo, agregue una sola fracción con los valores predeterminados de Hydronia Data Input Program. Se mostrará

una imagen similar a la siguiente:



Panel Sediment Transport de QGIS DIP para erosión limitada.

El siguiente panel de Classic DIP se conserva como referencia de los valores heredados:

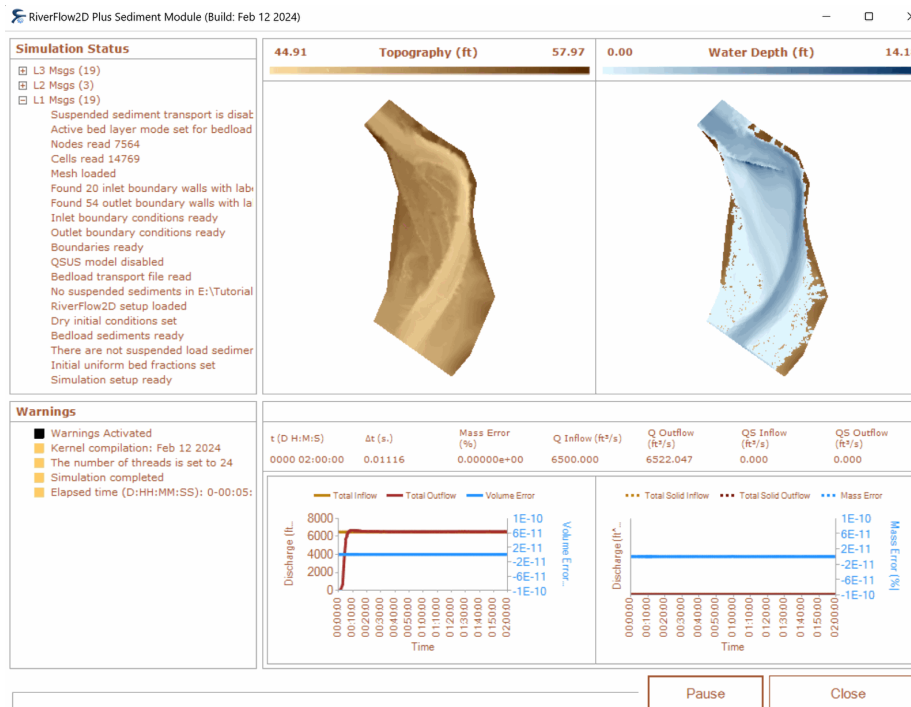


Módulo de transporte de sedimentos de HydroBID Flood en Classic DIP heredado.

Deje los demás parámetros con sus valores predeterminados.

4. Haga clic en el botón [Save SED* Files], deje el nombre predeterminado y haga clic en [Save].
5. Para ejecutar el modelo, haga clic en el botón *Run HydroBID Flood* en la sección inferior de Hydronia Data Input Program.
6. Haga clic en [Yes] cuando se le pregunte si desea guardar los cambios. De forma predeterminada se solicitará sobrescribir el archivo base.DAT; haga clic en [OK].

La ventana que se muestra durante la ejecución informa el tiempo de simulación, el error de conservación del volumen, el caudal total de entrada y salida y otros parámetros a medida que avanza la ejecución (Figura 10.6).



9.6 Revisar los archivos de salida

HydroBID Flood crea los siguientes archivos para el intervalo de salida definido en el panel *Control Data*:

CELL_TIME_METRIC_DDDD_HH_MM_SS.TEXTOUT (unidades métricas) o

CELL_TIME_ENG_DDDD_HH_MM_SS.TEXTOUT (unidades inglesas)

DDDD indica la fecha, HH la hora, MM los minutos y SS los segundos. La columna 6 informa los cambios de elevación del lecho del río con respecto a la elevación inicial. También puede visualizar estos cambios generando capas vectoriales a partir de los archivos anteriores con el complemento *Maps of Results vs Time* de QGIS, específicamente el mapa *Delta Bed Elevations*:



En la siguiente figura se muestra el mapa de diferencia de elevación del río al final de la ejecución. En el tiempo 0000:02:00:00 se observa que la zona donde se limitó la erosión no presenta erosión, sino deposición:

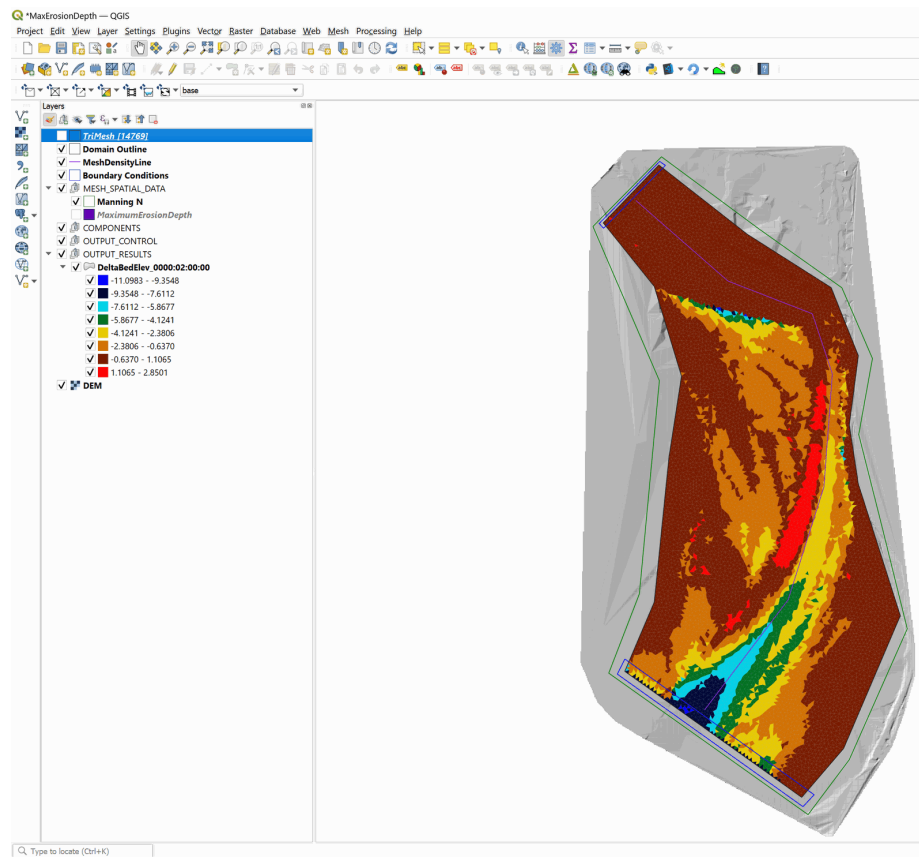


Figura 9.3 – Mapas de diferencia de elevación del lecho del río entre el inicio y el final de la ejecución.

Esto concluye el tutorial *Simulación de transporte de sedimentos de fondo con áreas de erosión limitada*.

Estado del borrador: traducción de trabajo reconciliada con el Markdown inglés v10 de HydroBID Flood. No se localizó una fuente española legada específica de HydroBID Flood; las capturas de pantalla con texto visible permanecen sin revisar y requieren captura o aprobación en español.

Tareas pendientes: completar la revisión lingüística, validar las etiquetas de interfaz conservadas en inglés y aprobar las capturas antes de publicar.

10 | Simulación de transporte de sedimentos en suspensión con entradas de concentraciones

En el modelo de transporte de sedimentos puede definir entradas de concentraciones de sedimentos en suspensión. Esto es útil para representar la distribución espacial de dichos sedimentos en el dominio de modelación. Este ejercicio ilustra cómo configurar y realizar una simulación de transporte de sedimentos en suspensión usando HydroBID Flood, en la que existe una entrada de concentraciones de sedimentos en suspensión mediante la interfaz de QGIS. El procedimiento incluye los siguientes pasos:

1. Abrir un proyecto HydroBID Flood existente.
2. Exportar el proyecto a Hydronia Data Input Program.
3. Editar los parámetros en Hydronia Data Input Program.
4. Ejecutar el modelo.

Los archivos necesarios para seguir este tutorial se pueden extraer del archivo zip 'ExampleProjects', en la carpeta 'SuspendedSediments'. Este zip se descarga por separado de los materiales de instalación.

10.1 Abrir un proyecto existente

1. Abra QGIS.
2. En el menú principal vaya a *Project* → *Open...* y busque la carpeta del ejercicio existente: '\\ExampleProjects\\SuspendedSediments\\suspendedsed.qgz'.

Este proyecto incluye capas preconfiguradas: un contorno del dominio con celdas de 100 m, el Modelo Digital de Elevación (DEM) del lecho del río en formato ráster y la capa de condiciones de frontera, cuya entrada se ubica en la parte superior derecha y cuya salida está en la inferior izquierda. Las condiciones de frontera son un hidrograma con un caudal pico de $220000 \text{ ft}^3/\text{s}$ y la condición de salida se establece como Uniform Flow Condition. Al abrir el proyecto verá una imagen cargada en QGIS, como se muestra en la Figura 10.1.

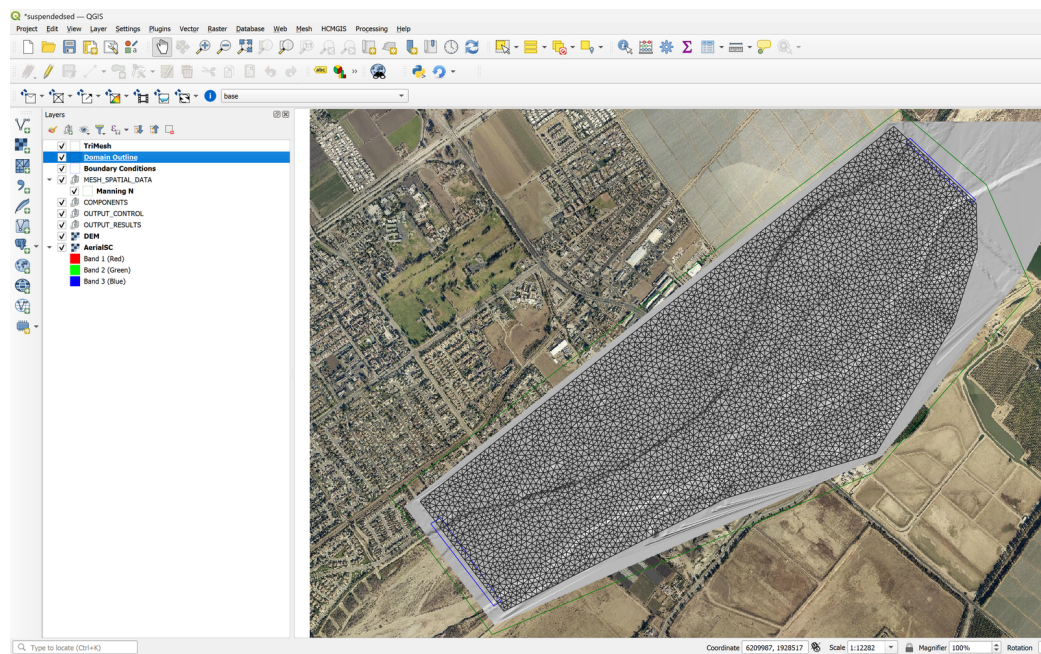


Figura 10.1 – Pantalla del proyecto cargada en QGIS.

10.2 Exportar archivos a HydroBID Flood

El proyecto ya está configurado en QGIS, por lo que puede exportar los archivos a HydroBID Flood.

1. Haga clic en *Export HydroBID Flood*.



2. Seleccione la capa ráster del Modelo Digital de Elevación (DEM) y el nombre del proyecto.
3. Active la capa DEM antes de ejecutar el complemento.

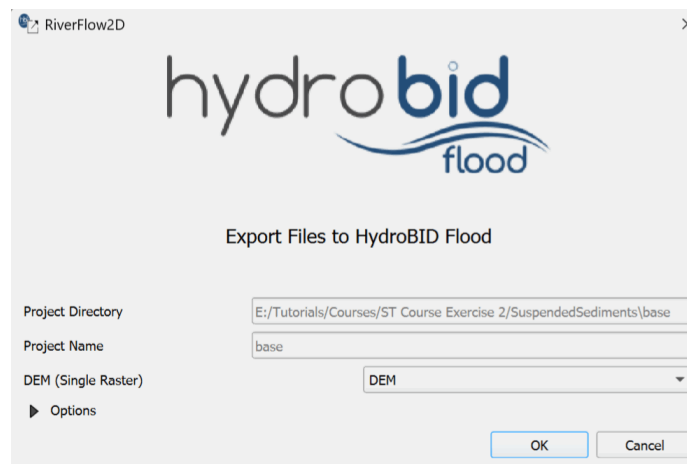


Figura 10.2 – Ventana del complemento para exportar los archivos a HydroBID Flood.

4. Haga clic en [OK] para iniciar la exportación.

En Hydronia2DMS versión 10 y posteriores, después de exportar aparece el diálogo *Open DIP*. *QGIS DIP* está seleccionado de forma predeterminada; haga clic en *OK* para abrirlo dentro de QGIS. Para consultar la alternativa independiente histórica, expanda *More options*, seleccione *Classic DIP* y haga clic en *OK*.

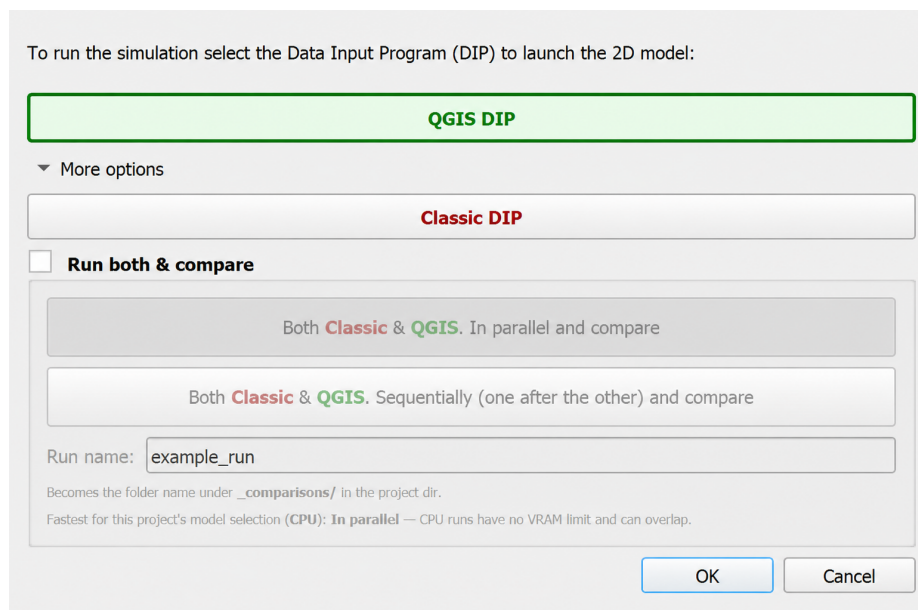


Figura 10.3 – Diálogo Open DIP con QGIS DIP seleccionado de forma predeterminada y More options expandido con Classic DIP. Se muestra el nombre de la ejecución de ejemplo.

Para el flujo de trabajo independiente histórico, HydroBID Flood carga automáticamente el archivo base.DAT del proyecto después de la exportación.

10.3 Ejecutar el modelo

Después de exportar los archivos, HydroBID Flood carga el archivo de proyecto base.DAT y muestra el panel *Control Data*, como se muestra en la Figura 10.3.

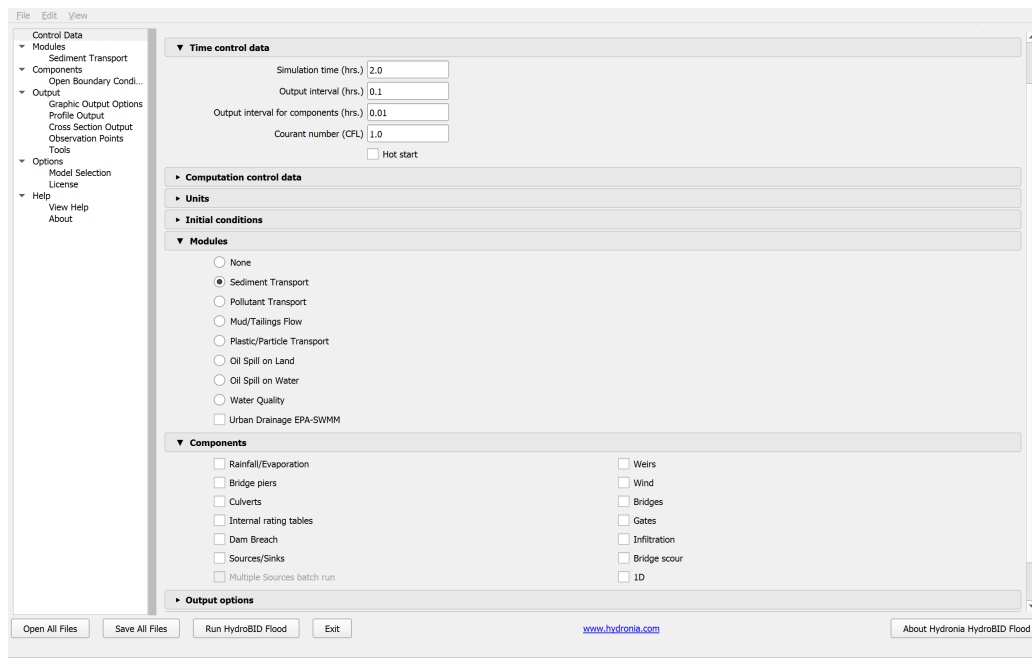


Figura 10.4 – Panel de datos de control de QGIS DIP para transporte de sedimentos en suspensión.

El siguiente panel de Classic DIP se conserva como referencia de los valores heredados:

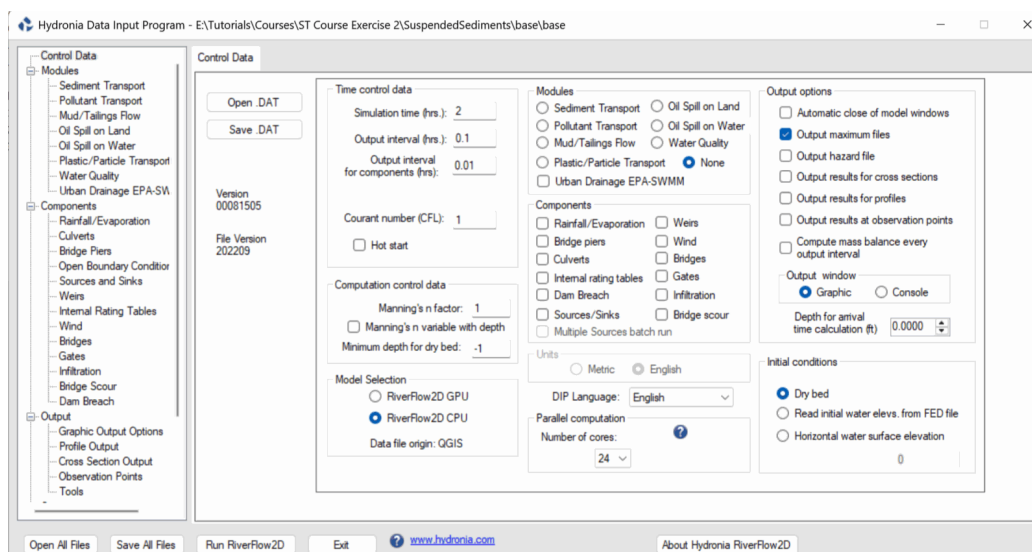


Figura 10.5 – Panel de datos de control de Classic DIP heredado.

Observe que el módulo de transporte de sedimentos no está seleccionado de forma predeterminada. Configure Hydronia Data Input Program de la siguiente manera:

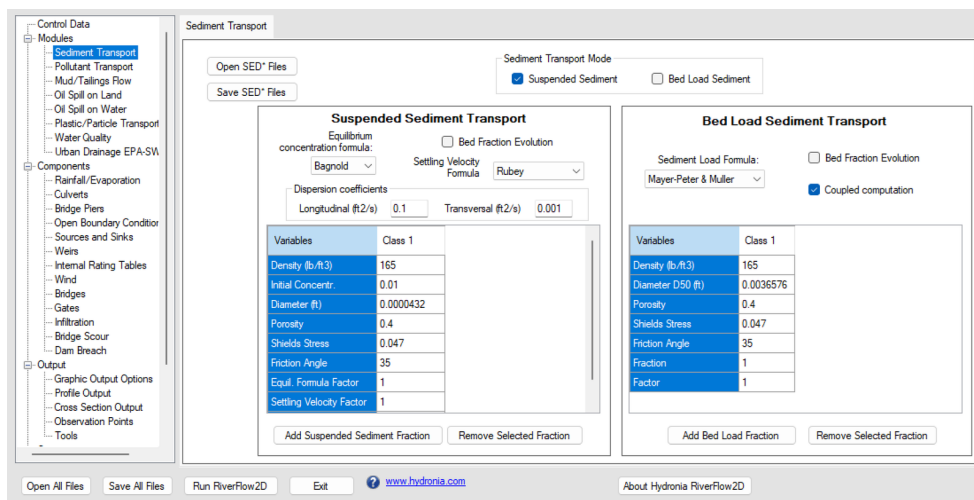
1. En el panel *Control Data*, haga clic en el módulo *Sediment Transport*. Si tiene una GPU Nvidia, puede hacer clic en *HydroBID Flood GPU* en *Model Selection*.
2. Para crear el archivo .SEDB con los parámetros de cálculo del transporte de sedimentos, seleccione *Sediment Transport* en la lista *Modules*.
3. Introduzca los parámetros. En este ejemplo, desactive la casilla *Bed Load Sediment* en *Sediment Transport Mode* y deje activa la opción *Suspended Sediments*.
4. En la sección *Suspended Sediment Transport*, desactive la opción *Bed Fraction Evolution*.
5. En la sección *Dispersion coefficient*, introduzca *0.1* para *Longitudinal* y *0.001* para *Transversal*.
6. Haga clic en *Add Suspended Sediment Fraction* para agregar una sola fracción con los valores predeterminados de Hydronia Data Input Program. Se mostrará una imagen similar a la siguiente:

The screenshot shows the 'Sediment Transport' panel in the QGIS DIP software. The 'Sediment Transport Mode' section has 'Suspended Sediment' checked and 'Bed Load Sediment' unchecked. The 'Suspended Sediment Transport' section includes 'Dispersion coefficients' (Longitudinal: 0.1, Transversal: 0.001) and a table of variables for Class 1. The 'Bed Load Sediment Transport' section is also visible.

Variables	Class 1
Density (lb/ft3)	165
Diameter D50 (ft)	0.0036576
Porosity	0.4
Shields Shear Stress	0.047
Friction Angle	35
Fraction	1
Factor	1

Panel *Sediment Transport* de QGIS DIP para transporte de sedimentos en suspensión.

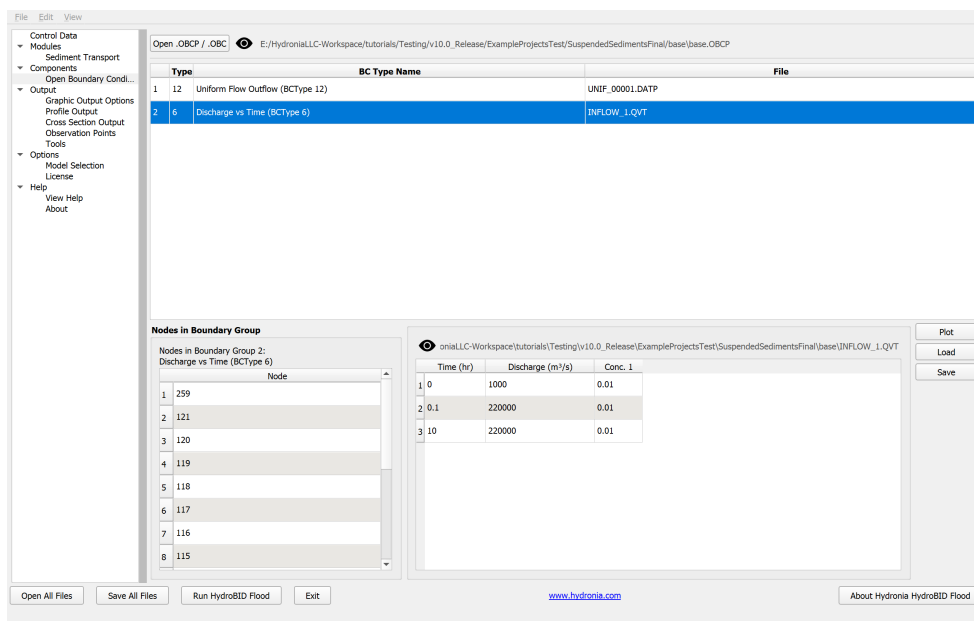
El siguiente panel de Classic DIP se conserva como referencia de los valores heredados:



Módulo de transporte de sedimentos de HydroBID Flood en Classic DIP heredado.

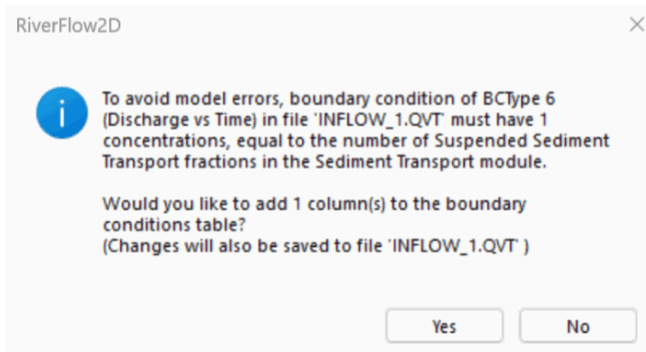
Deje los demás parámetros con sus valores predeterminados.

7. Haga clic en el botón [Save SED* Files], deje el nombre predeterminado y haga clic en [Save].
8. En el panel izquierdo, haga clic en *Open Boundary Conditions*.
9. En el panel *Boundary Conditions*, haga clic en la entrada BC 1, *Discharge vs. Time*. Aparecerá un mensaje que indica que debe agregar una columna por cada concentración configurada en el módulo *Sediment Transport*:



Panel Open Boundary Conditions de QGIS DIP para transporte de sedimentos en suspensión.

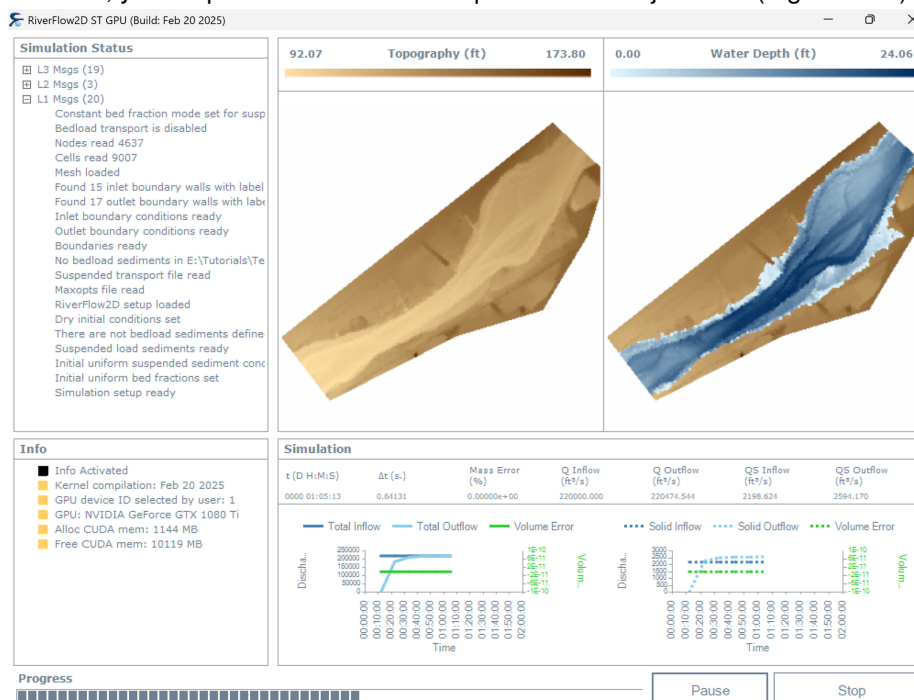
El siguiente panel de Classic DIP se conserva como referencia de los valores heredados:



Mensaje de Classic DIP heredado que indica que debe agregarse una columna por cada concentración configurada en Sediment Transport.

10. En la sección que muestra el contenido del archivo Inflow_1.QVT, desplácese hacia la derecha y agregue la concentración 0.01 en cada fila de la columna *Conc.1*.
11. Después de introducir los valores, aparecerá un mensaje de advertencia que indica que el archivo Inflow_1.QVT se modificó. Haga clic en [Yes] para guardar los cambios.
12. Para ejecutar el modelo, haga clic en el botón *Run HydroBID Flood* en la sección inferior de Hydronia Data Input Program.
13. Haga clic en [Yes] cuando se le pregunte si desea guardar los cambios. De forma predeterminada se solicitará sobrescribir el archivo base.DAT; haga clic en [OK].

La ventana que se muestra durante la ejecución informa el tiempo de simulación, el error de conservación del volumen, el caudal total de entrada y salida, la carga de sedimentos en la entrada y la salida, y otros parámetros a medida que avanza la ejecución (Figura 10.6).



10.4 Revisar los archivos de salida

HydroBID Flood crea los siguientes archivos para el intervalo de salida definido en el panel *Control Data*:

cell_st_DDDD_HH_MM_SS.textout

En este nombre, DDDD indica la fecha, HH la hora, MM los minutos y SS los segundos.

El formato de estos archivos es el siguiente: la primera línea indica el número de clases o fracciones de sedimento en suspensión utilizadas en la ejecución de ST, multiplicado por 2 y más 1 ($2 \cdot \text{NSSFRACT} + 1$). A continuación aparecen NELEM líneas con los resultados para cada celda de la malla triangular.

10.5 Generar un mapa de concentración

1. Haga clic en el botón *Results vs Time Maps*.
2. Seleccione *Concentrations and Properties versus Time Maps*.
3. En la sección *Maps*, seleccione *Concentration_1*.
4. En la sección *Output Times*, seleccione el tiempo deseado, por ejemplo, 0000:02:00:00.
5. Mueva el segundo tiempo de salida deseado a la sección *Output Map* haciendo clic en el botón de flecha derecha.
6. Haga clic en *OK* para generar el mapa.



Figura 10.6 – Mapa de concentración de sedimentos en suspensión para el último paso de tiempo.

Esto concluye el ejercicio *Simulación de transporte de sedimentos en suspensión con entradas de concentraciones*.

Estado del borrador: traducción de trabajo reconciliada con el Markdown inglés v10 de HydroBID Flood. No se localizó una fuente española legada específica de HydroBID Flood; las capturas de pantalla con texto visible permanecen sin revisar y requieren captura o aprobación en español.

Tareas pendientes: completar la revisión lingüística, validar las etiquetas de interfaz conservadas en inglés y aprobar las capturas antes de publicar.

11 | Simulaciones hidrológicas

El modelo conceptual de una simulación hidrológica con HydroBID Flood requiere una serie de polígonos no superpuestos donde se asignarán los datos de lluvia/evaporación e infiltración a la malla. Solo las áreas cubiertas por polígonos recibirán lluvia o considerarán infiltración según el caso. Cada polígono Rainfall/Evaporation debe asociarse a un archivo que contiene una serie temporal de lluvia y evaporación. De manera similar, cada polígono de Infiltration debe corresponder a un archivo que contiene el método de cálculo de infiltración y sus parámetros para el polígono. El usuario debe generar los archivos de datos de lluvia e infiltración asociados a cada polígono y copiarlos a la carpeta del proyecto antes de ejecutar el modelo.

Este tutorial ilustra cómo realizar una simulación hidrológica considerando lluvia, evaporación e infiltración. El procedimiento incluye los siguientes pasos:

1. Crear los archivos de datos de serie temporal de lluvia y evaporación.
2. Crear los archivos de datos de infiltración.
3. Abrir un proyecto HydroBID Flood existente.
4. Agregar la plantilla de la capa del componente *RainEvap* y los polígonos de lluvia/evaporación.
5. Agregar la plantilla de la capa del componente Infiltration y los polígonos de Infiltration.
6. Generar la malla.
7. Ejecutar el modelo.
8. Visualizar resultados del modelo.

Los archivos necesarios para seguir este tutorial se pueden extraer del archivo zip 'ExampleProjects' en la carpeta 'RainfallInfiltrationTutorial'. Este zip se descarga por separado de los materiales de instalación.

11.1 Crear el archivo de serie temporal de lluvia y evaporación

Para ejecutar una simulación hidrológica con HydroBID Flood, se crearán polígonos en los que se aplicarán los datos de lluvia/evaporación. El primer paso es crear los archivos ASCII con las series temporales de lluvia y evaporación que se asociarán a cada polígono. Estos archivos se pueden

crear con cualquier editor de texto, como Notepad o Wordpad. El archivo de lluvia/evaporación tiene el siguiente formato:

Line 1: NPRES Número de puntos en la serie temporal de lluvia y evaporación

Luego siguen NPRES líneas que contienen:

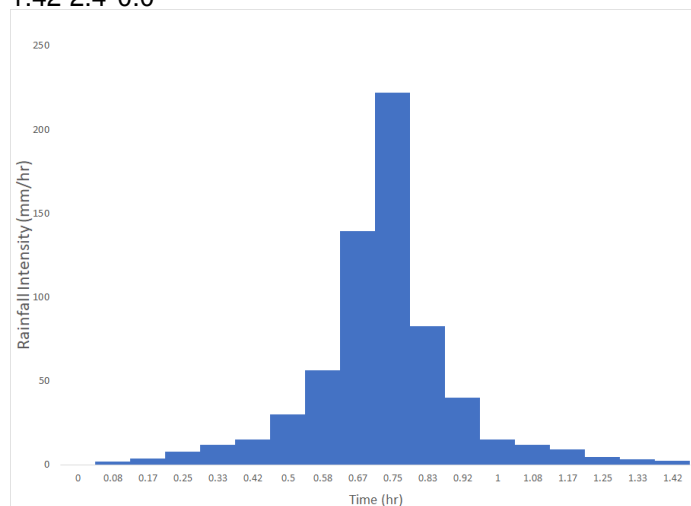
Tiempo (hr) Intensidad de precipitación (mm/h o in/h) Evaporación (mm/h o in/h)

La siguiente tabla es un extracto del archivo 'Rainfall1.dat' que se incluye en la carpeta de este tutorial. En este ejemplo, la evaporación se asume cero en todo momento. La Figura 11.1 muestra la representación gráfica de la serie temporal de lluvia en el archivo 'Rainfall1.dat'.

```

18
0.0 0.0 0.0
0.08 1.8 0.0
0.17 3.5 0.0
0.25 7.8 0.0
0.33 12.0 0.0
0.42 15.0 0.0
...
1.17 9.0 0.0
1.25 4.7 0.0
1.33 3.0 0.0
1.42 2.4 0.0

```



11.2 Crear el archivo de parámetros de infiltración

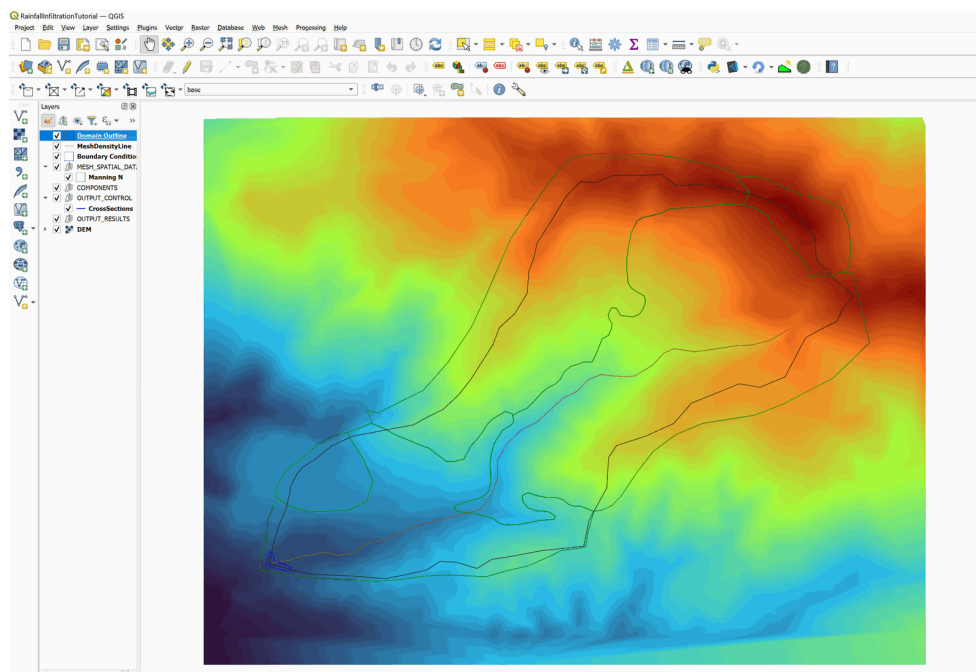
Para considerar la infiltración, se crearán polígonos donde se especifica el método de cálculo de infiltración y sus datos correspondientes. Los polígonos de infiltración son completamente independientes de los polígonos de precipitación. Cada polígono puede usar un método distinto con sus parámetros asociados. Debe crear el archivo ASCII de infiltración para cada polígono. Estos archivos se pueden crear con cualquier editor de texto, como Notepad o Wordpad. El archivo de infiltración se describe en detalle en el Manual de Referencia de HydroBID Flood. Para este tutorial, dado que la cuenca tiene un área con cobertura natural en la parte superior y otra con uso urbano en la parte inferior, se usarán dos archivos de infiltración usando el método SCS-CN para

calcular la infiltración. El archivo 'Infiltration1.dat' se utilizará para la cuenca superior y el archivo 'Infiltration2.dat' para la zona urbana inferior. Ambos archivos se proporcionan en la carpeta de este tutorial.

11.3 Abrir un proyecto existente

1. Abra QGIS.
2. En el menú *Project* haga clic en *Open...* y busque el proyecto existente: 'RainfallInfiltrationTutorial.qgz'. Este proyecto contiene la información para simular el escurrimiento por lluvia de una tormenta de 10 años. Las capas incluidas son las siguientes:
 - Contorno del dominio
 - Modelo Digital de Elevación (DEM) en formato ráster
 - Fotografía aérea
 - Polígonos con los coeficientes n de Manning
 - Sección transversal en la salida de la cuenca
 - Condiciones de salida establecidas como flujo libre

Al abrir el proyecto verá una vista similar a la mostrada en la Figura 6-2.



Tutorial de lluvia e infiltración cargado en QGIS.

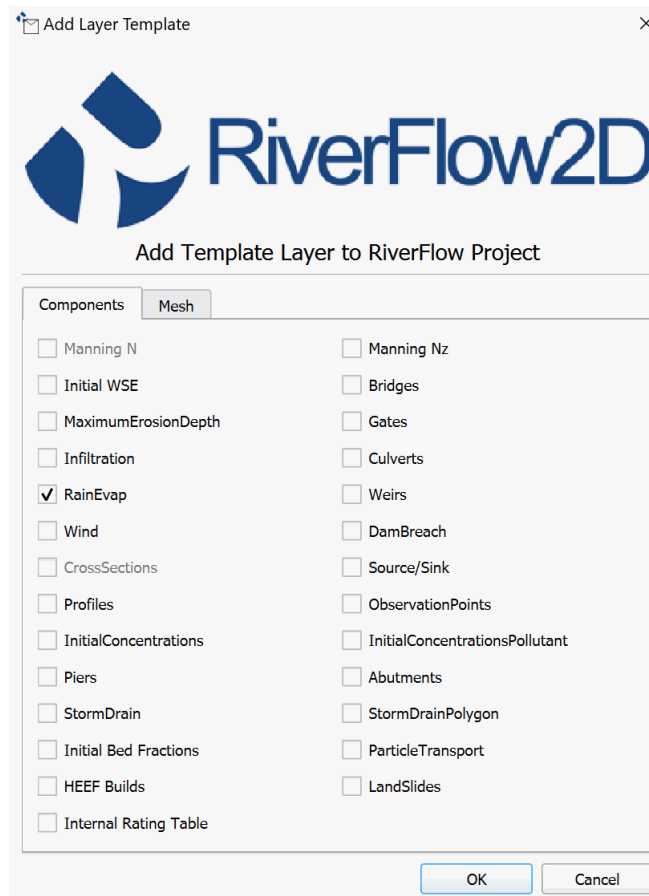
11.4 Agregar la capa del componente *RainEvap* y los polígonos de lluvia/evaporación

Para agregar la capa *RainEvap* donde se dibujan los polígonos con los datos de lluvia y evaporación, haga lo siguiente:

1. Para crear la capa *RainEvap* use el botón *New Template Layer*.



2. En la ventana marque *RainEvap*, como se muestra en la figura siguiente. Luego haga clic en OK:

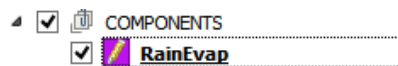


Diálogo Add Layer Template con RainEvap seleccionado.

3. Edite la capa *RainEvap*: en el panel de capas seleccione la capa *RainEvap* y haga clic en el botón *Toggle Editing* en la barra de digitalización.



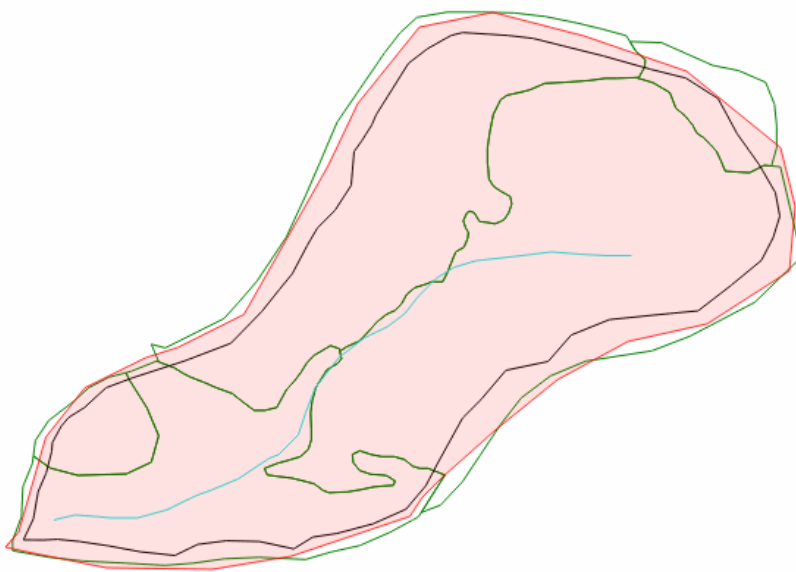
Aparecerá un icono de lápiz en la capa *RainEvap*, indicando que la capa está en modo de edición:



4. Dibuje el polígono que delimita la distribución espacial de lluvia y evaporación: usando la herramienta *Add Feature* de la barra de digitalización.



Luego dibuje el polígono de lluvia/evaporación, ya que solo se utilizará un archivo. El polígono debe cubrir toda la *Domain Outline* como se muestra en la figura siguiente:



Polígono con la distribución espacial de los datos de lluvia/evaporación.

5. Haga clic derecho para cerrar el polígono. Aparecerá un cuadro de diálogo para ingresar los atributos de la entidad *RainEvap*.
6. Ingrese los parámetros o atributos del polígono *RainEvap*: haga clic en el botón de exploración [...] y seleccione el archivo 'Rainfall1.dat' en la carpeta del escenario.
7. Guarde los cambios en la capa *RainEvap* y haga clic en el icono de lápiz para desactivar el modo de edición.

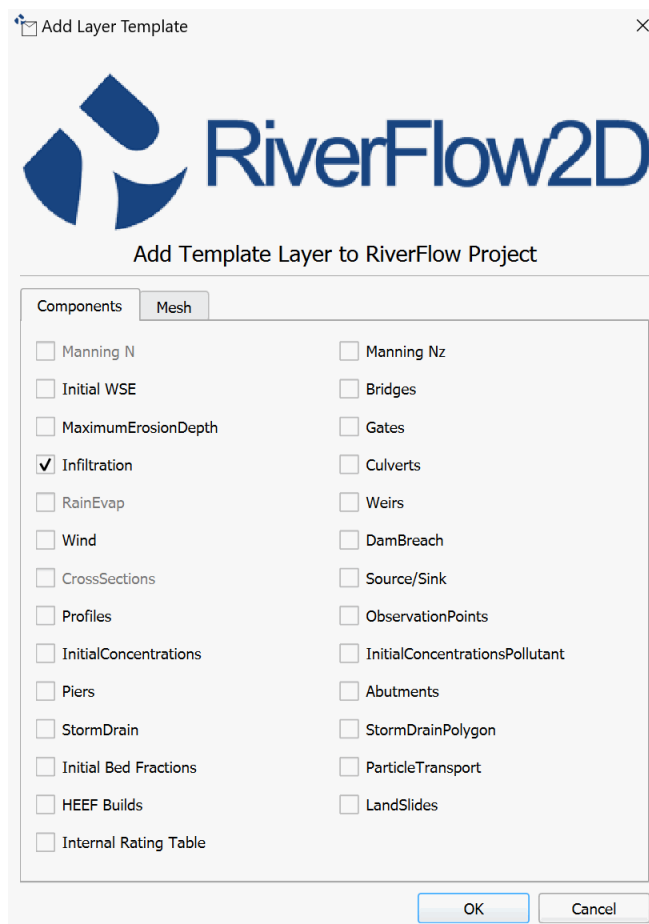
11.5 Agregar la capa del componente *Infiltration* y los polígonos de *Infiltration*

Para agregar la información de infiltración, haga lo siguiente:

1. Para crear la capa *Infiltration* use el botón *New Template Layer*.



2. En el diálogo seleccione *Infiltration*, como se muestra en la figura siguiente:

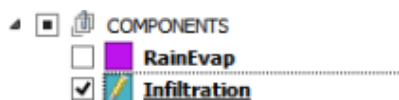


Diálogo Add Layer Template con Infiltration seleccionado.

3. Edite la capa *Infiltration*: en el panel de capas seleccione la capa *Infiltration* y haga clic en el botón *Toggle Editing*.



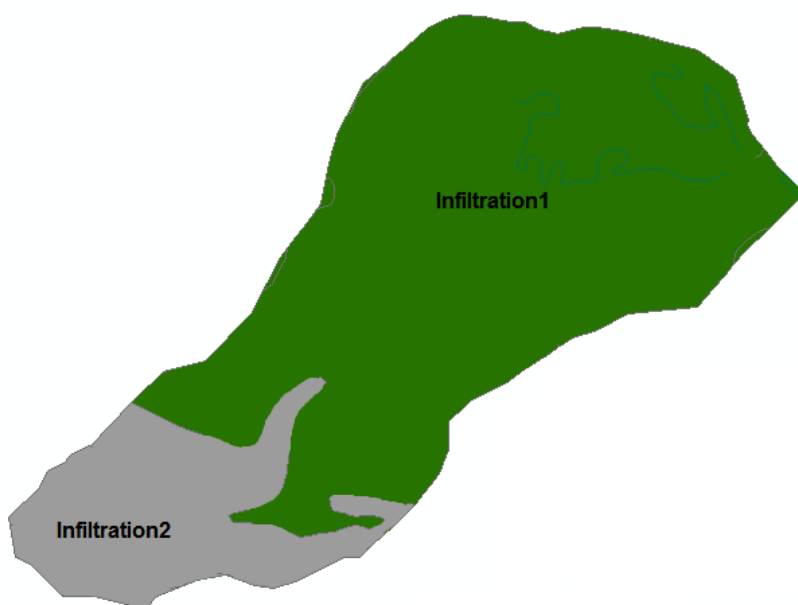
Aparecerá un lápiz en la capa *Infiltration*, indicando que la capa está en modo de edición:



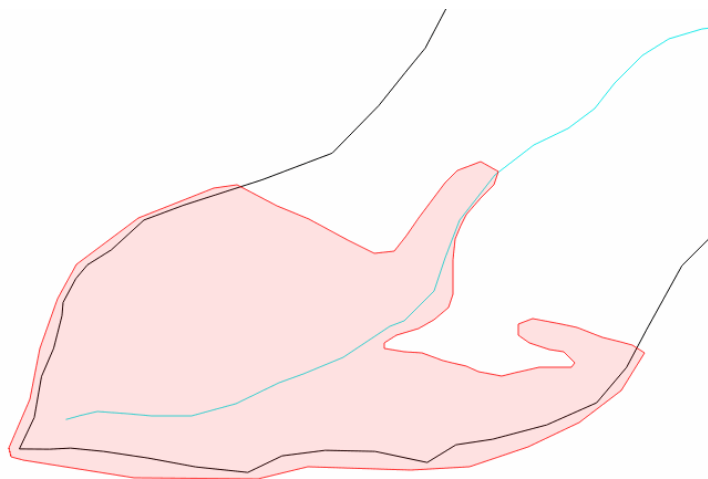
4. Dibuje el polígono que delimita la distribución espacial de la infiltración: usando la herramienta Add Feature de la barra de digitalización, dibuje los polígonos de infiltración.



La Figura 11.6 muestra los polígonos que definen las dos zonas de infiltración de la cuenca basadas en el uso de suelo y la cobertura vegetal.

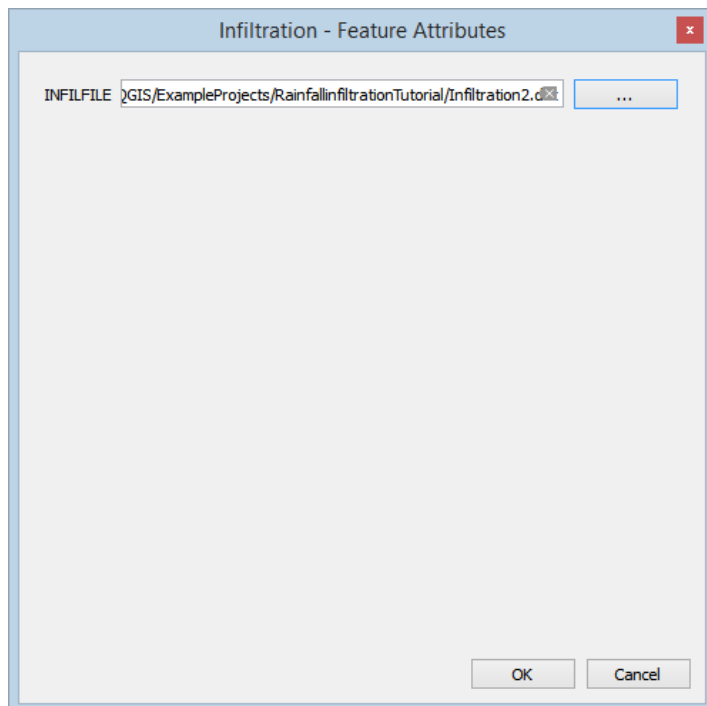


5. Dibuje un polígono para el área *infiltration2*, tratando de mantener la forma indicada en la figura anterior, que sobresalga del polígono de *Domain Outline* como se muestra en la figura siguiente:



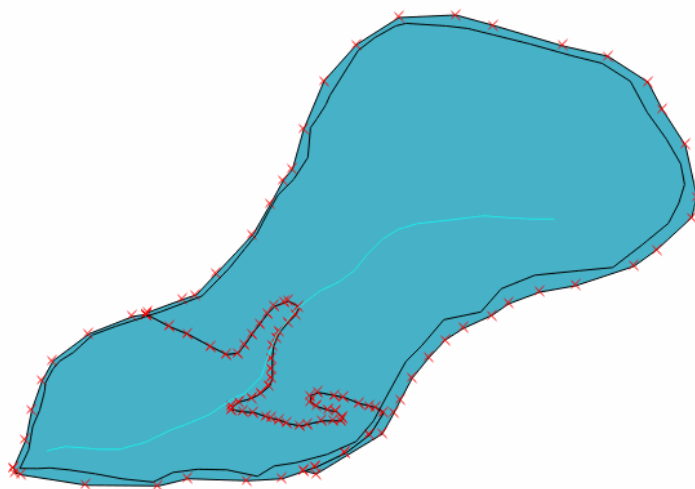
Polígono del área infiltration2 de la cuenca.

- Una vez completado el polígono, se abre el diálogo para ingresar los parámetros. Busque el archivo de entrada *Infiltration2.txt*, como se muestra abajo:



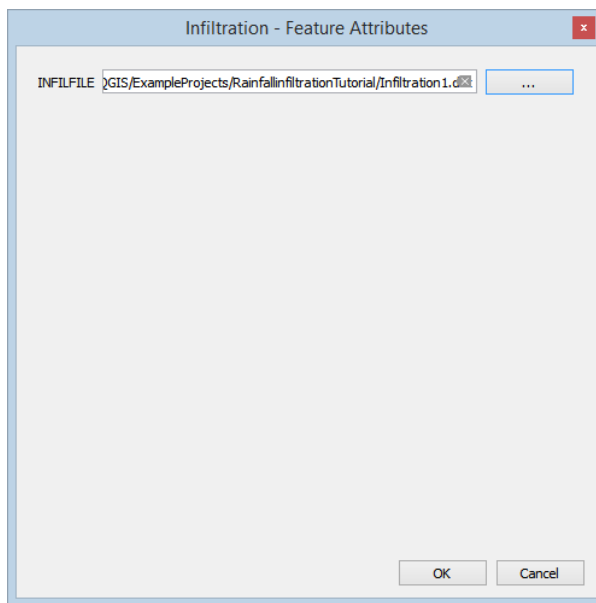
Ventana para ingresar los parámetros del polígono infiltration2.

- Para dibujar el segundo polígono correspondiente a *infiltration2* use la opción de snapping como se muestra en la sección *Digitalización avanzada/ajuste* y debe haber un polígono como el que se muestra en la siguiente figura:



Polígonos de las áreas de infiltración de la cuenca.

- Una vez terminado el polígono, ingrese el nombre de archivo '*Infiltration1.txt*' como se muestra:



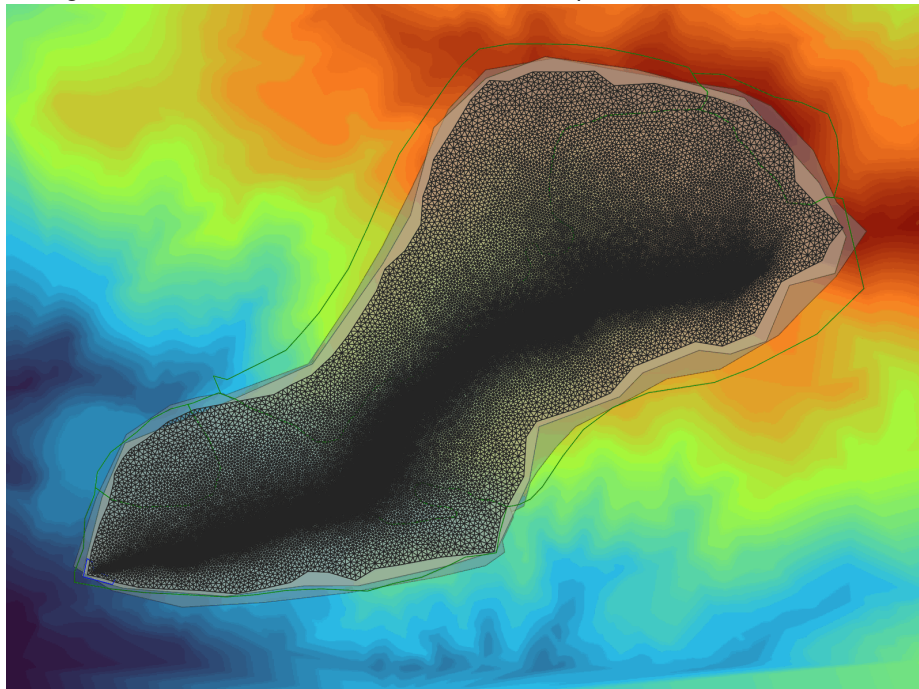
Diálogo para ingresar los parámetros del polígono infiltration1.

11.6 Generar la malla

La malla se genera usando el icono *Generate TriMesh*.



La Figura 11.11 muestra la malla resultante de aproximadamente 70,000 celdas.



11.7 Exportar archivos a HydroBID Flood

Ahora que ha generado la malla y las demás capas están listas con los datos necesarios, exporte los archivos en el formato requerido por HydroBID Flood.

1. Haga clic en el icono *Export HydroBID Flood*.



Seleccione la capa ráster que contiene el Modelo Digital de Elevación (DEM); el nombre del escenario actual ya estará indicado en el diálogo.



Figura 11.1 – Diálogo de exportación.

2. Haga clic en [OK] para iniciar la exportación. Una vez finalizada, el archivo 'base.DAT' quedará listo para ejecutar el modelo.

En Hydronia2DMS versión 10 y posteriores, después de exportar aparece el diálogo *Open DIP*. *QGIS DIP* está seleccionado de forma predeterminada; haga clic en *OK* para abrirlo dentro de QGIS. Para consultar la alternativa independiente histórica, expanda *More options*, seleccione *Classic DIP* y haga clic en *OK*.

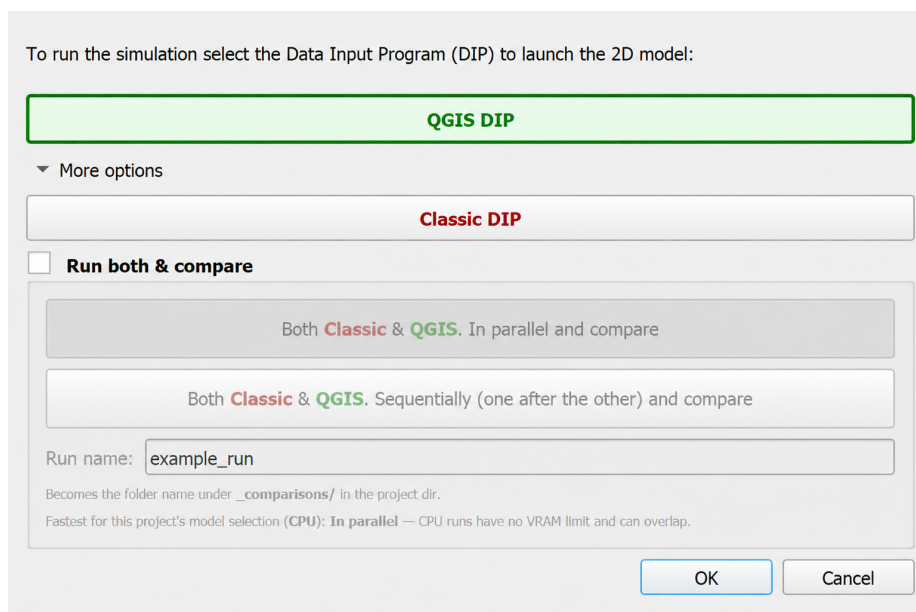


Figura 11.2 – Diálogo Open DIP con QGIS DIP seleccionado de forma predeterminada y More options expandido con Classic DIP. Se muestra el nombre de la ejecución de ejemplo.

11.8 Ejecutar el modelo

Después de exportar, Hydronia Data Input Program se carga con el proyecto 'base.DAT' y muestra el panel *Control Data*.

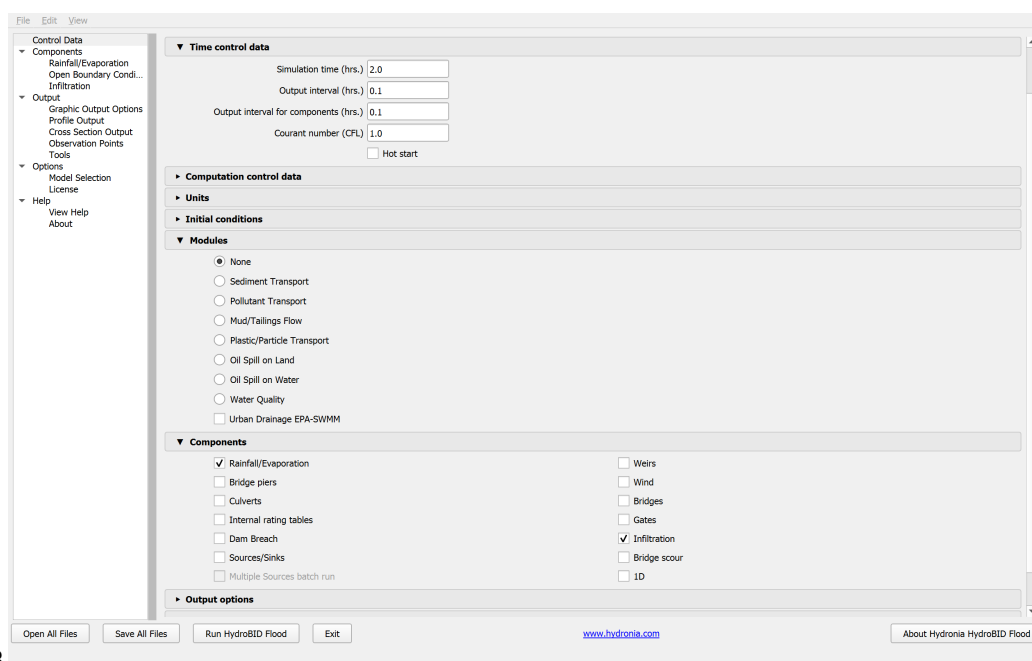
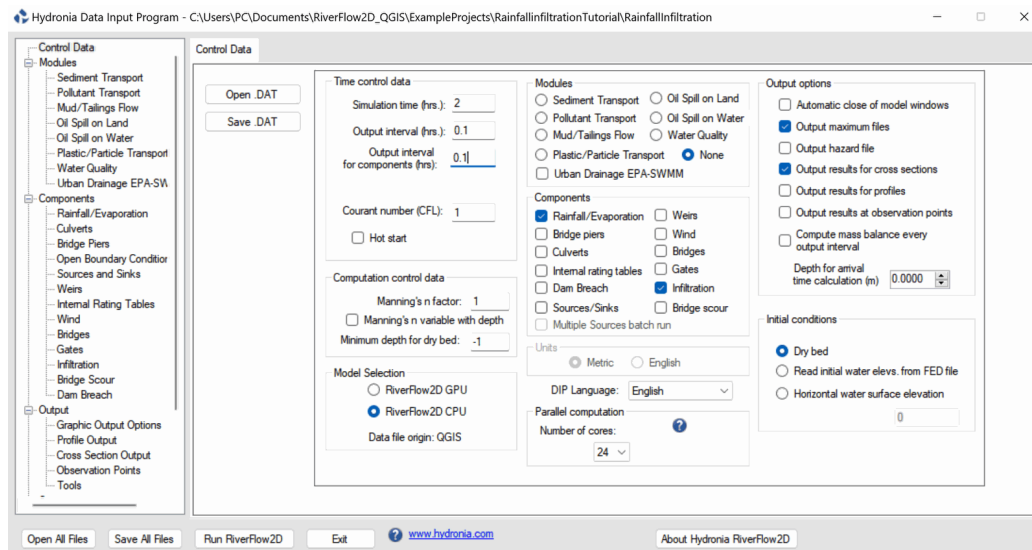


Figura 11.13

El siguiente panel de Classic DIP se conserva como referencia de los valores heredados:



Los componentes Rainfall/Evaporation e Infiltration aparecen seleccionados en el panel de datos.

1. En *Time control data*, establezca *Output interval for components (hrs)* en 0.1.

Si tiene instalada una GPU nVidia, puede seleccionar el botón de opción *HydroBID Flood GPU* en *Model Selection* para acelerar la ejecución del modelo.

2. Haga clic en [Save .DAT] para sobrescribir 'base.dat'.

3. Seleccione *Rainfall/Evaporation* en la lista *Components* del panel izquierdo. Los datos de lluvia aparecen en 'rainfall1.txt' y los datos de infiltración en *Infiltration1* e *Infiltration2*.

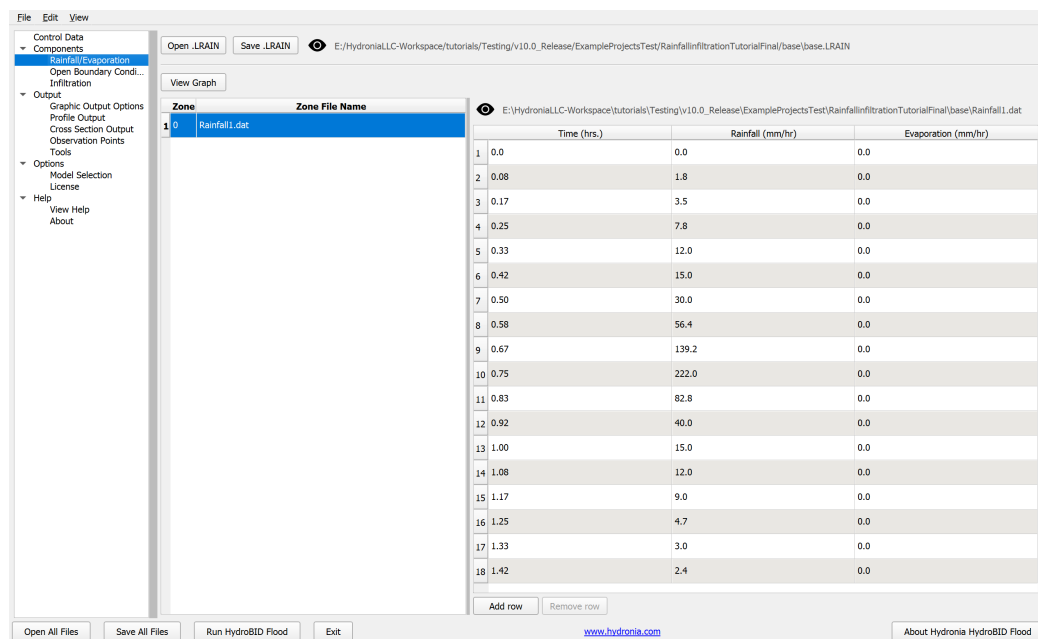


Figura 11.14 Figura 11.15

El siguiente panel de Classic DIP se conserva como referencia de los valores heredados:

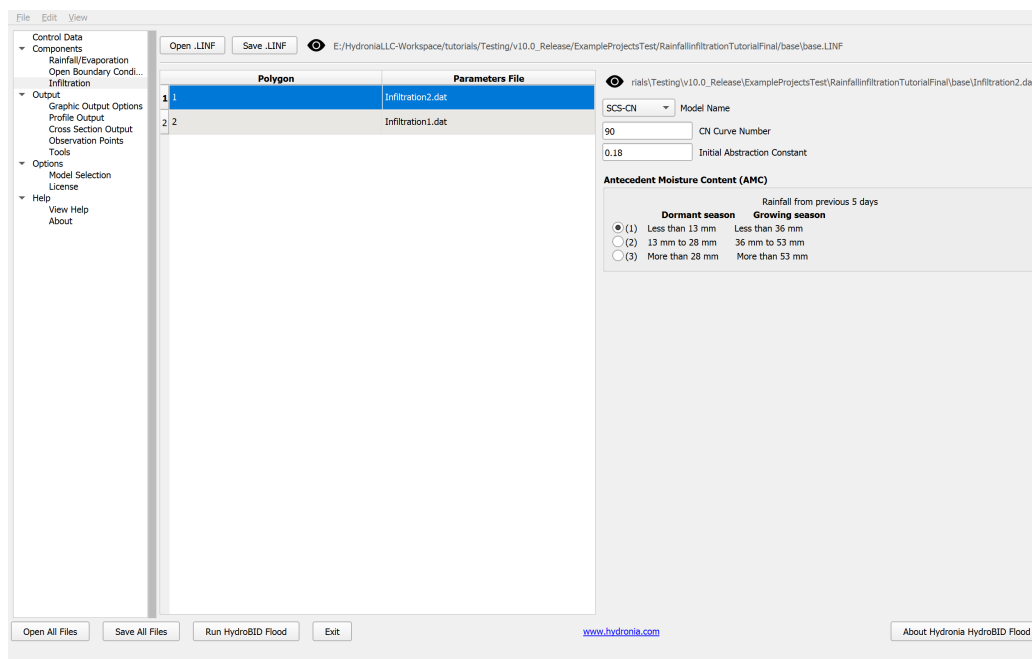
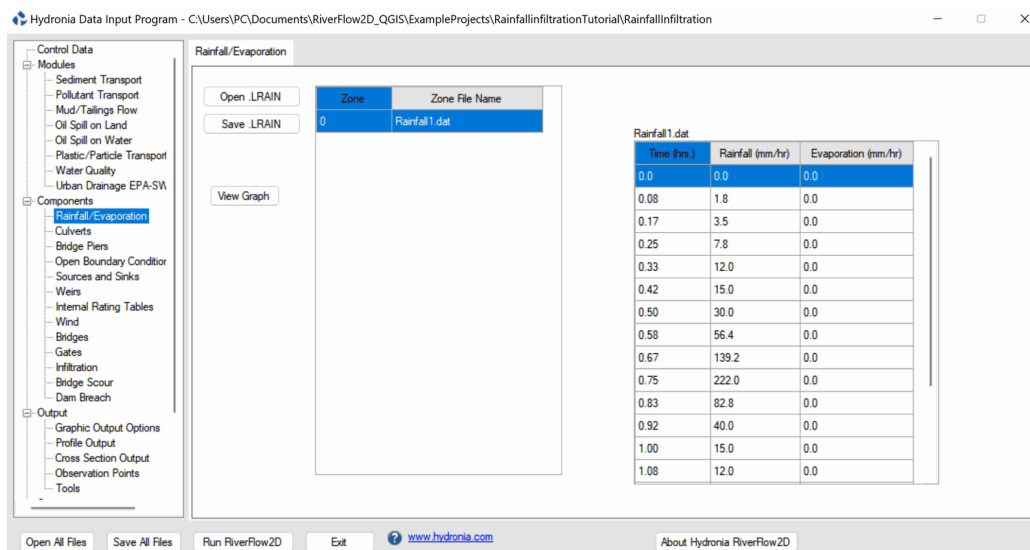
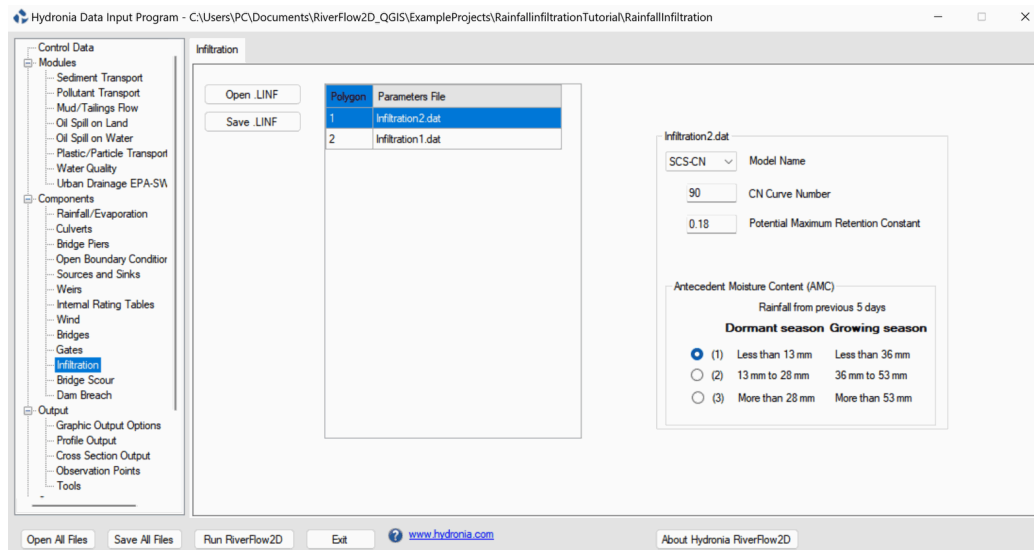


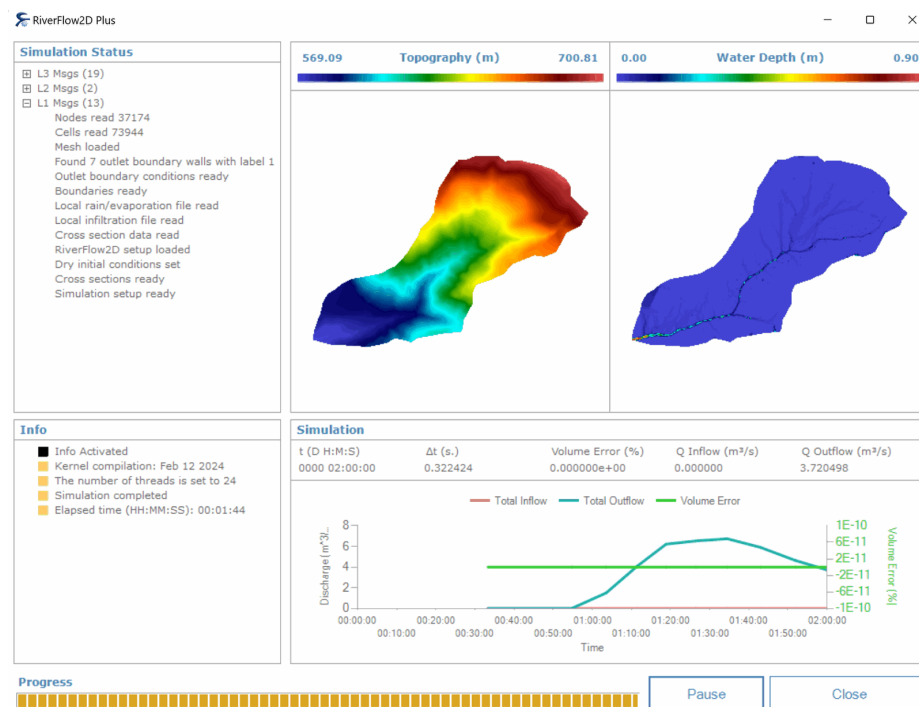
Figura 11.3 – Panel del componente Infiltration de QGIS DIP.

El siguiente panel de Classic DIP se conserva como referencia de los valores heredados:



4. Deje los demás parámetros con sus valores predeterminados.

5. Haga clic en el botón *Run HydroBID Flood*. La ventana de estado informa el tiempo de simulación, el error de conservación de volumen y los caudales de entrada y salida (Figura 11.16).

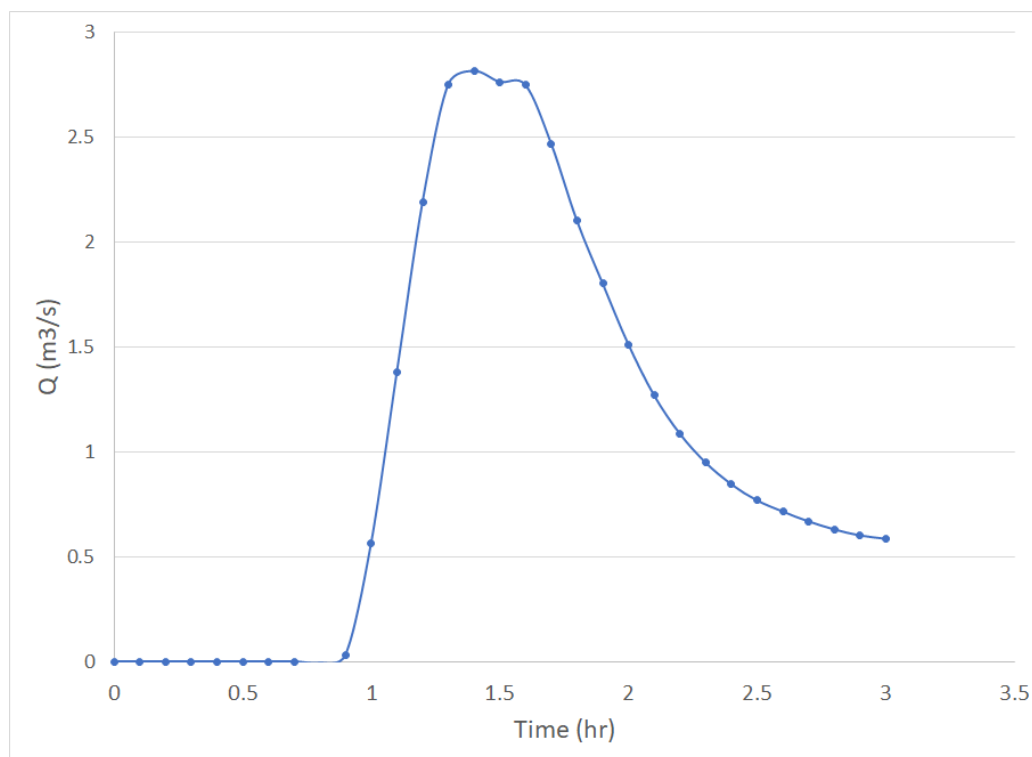


11.9 Utilizar la herramienta de sección transversal para revisar archivos de salida

1. En QGIS, haga clic en el icono *Cross Section*.



2. El panel *Cross Sections* aparecerá en la parte inferior de QGIS. El hidrograma de salida se puede visualizar con esta herramienta (Figura 11.17).



Esto concluye el tutorial *Simulaciones hidrológicas*.

Estado del borrador: traducción de trabajo reconciliada con el Markdown inglés v10 de HydroBID Flood. No se localizó una fuente española legada específica de HydroBID Flood; las capturas de pantalla con texto visible permanecen sin revisar y requieren captura o aprobación en español.

Tareas pendientes: completar la revisión lingüística, validar las etiquetas de interfaz conservadas en inglés y aprobar las capturas antes de publicar.

12 | Drenaje urbano con HydroBID Flood y EPA-SWMM

Este tutorial ilustra cómo aplicar el módulo de Drenaje Urbano de HydroBID Flood, que integra inundación superficial con el modelo de drenaje pluvial EPA-SWMM. El objetivo del proyecto es evaluar la inundación somera originada por la sobrepresión de una tubería subterránea. El procedimiento incluye los siguientes pasos:

1. Crear una aplicación SWMM.
2. Abrir un modelo HydroBID Flood existente.
3. Importar los puntos de intercambio entre superficie y drenaje pluvial desde el archivo SWMM '.INP'.
4. Generar la malla.
5. Exportar los archivos de HydroBID Flood.
6. Ejecutar el modelo.

Los archivos requeridos para seguir este tutorial se pueden extraer del archivo zip 'ExampleProjects' en la carpeta 'UrbanDrainageTutorial'. Este zip se descarga por separado de los materiales de instalación.

La tubería se modela en 1D y se conecta a la malla 2D mediante un pozo de visita. El área modelada es de aproximadamente 0.4 km por 0.96 km (ver Figura 12.1). Se asume un drenaje pluvial de sección circular de 1.4m de diámetro y 1340 m de longitud que atraviesa el área modelada. La rugosidad de Manning de la tubería se establece en $n=0.017$. Se aplica una condición de borde de entrada en el extremo aguas arriba de la tubería, ilustrada en la Figura 12.2. Se considera una descarga libre como condición de borde aguas abajo. Se establece un caudal inicial base de 1.6 m³/s como condición inicial uniforme. Se espera una sobrepresión en un pozo de visita vertical de 1 m² de sección transversal ubicado a 467 m del extremo superior del conducto en las coordenadas (x=264,896 m, y=664,747 m). La geometría del perfil del conducto se muestra en la Tabla [pipe012] y en la Figura 12.3.

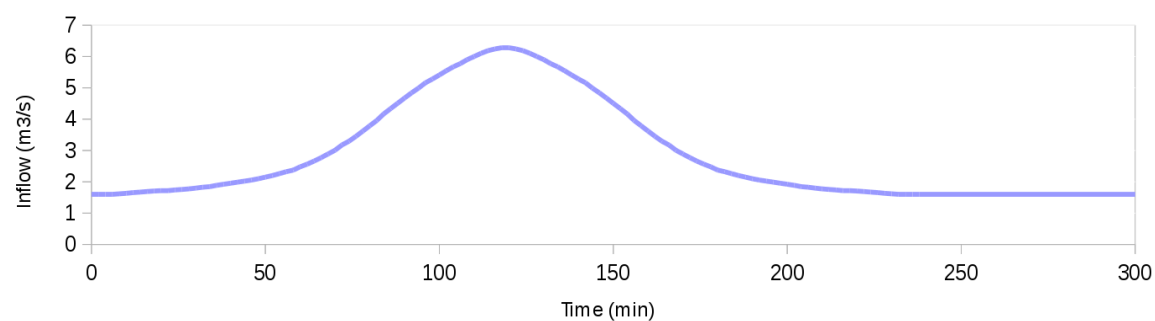
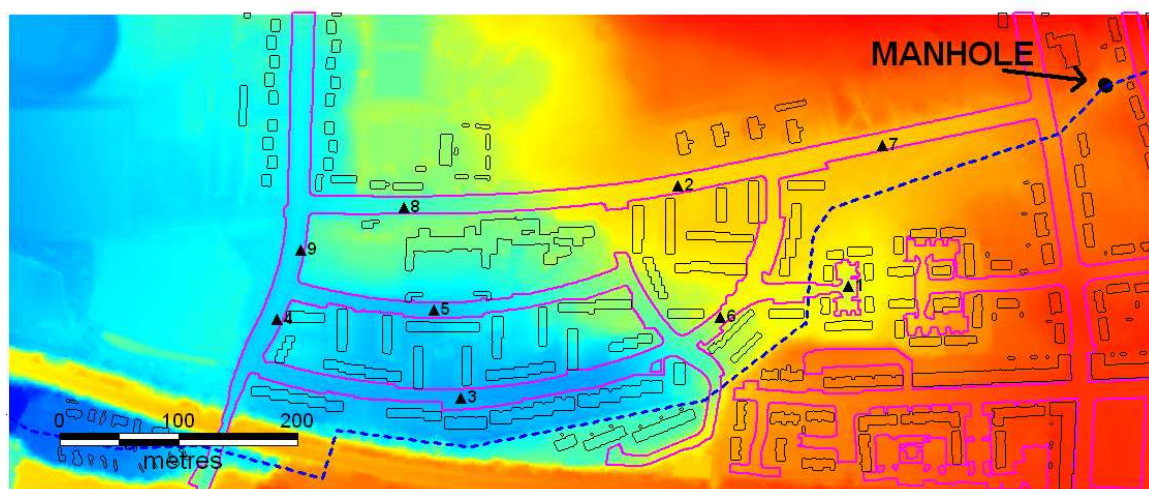


Figura 12.1 – Hidrograma de entrada aplicado en el extremo aguas arriba del drenaje pluvial.

	Distance from				
	upstream	Invert level	Reach length		
c c c c c Node	inlet (m)	(m)	(m)	X	Y
N1	0	39.17	-	264896.000	664747.000
N2_manhole	467	29.46	467	264896.000	664747.000
N3	571	27.70	104	265633.232	664154.002
N4	677	26.37	106	266474.164	663829.787
N5	877	25.70	200	267730.496	663302.938
N6	991	24.64	114	268470.111	662978.723
N7	1145	24.29	154	269533.941	662725.431
Out1	1340	23.49	195	271874.367	661752.786

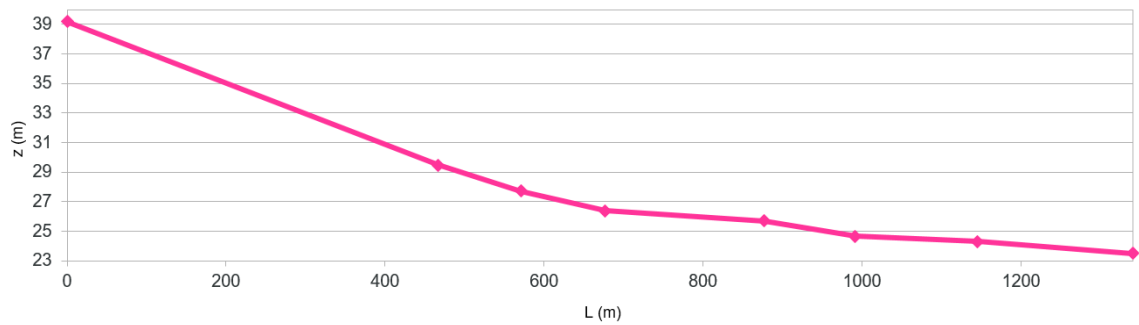


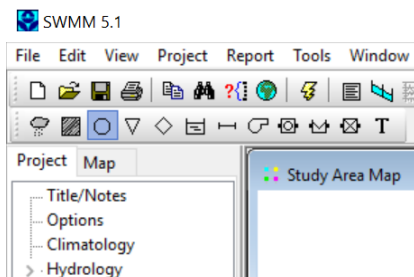
Figura 12.2 – Perfil del drenaje pluvial.

12.1 Configuración del drenaje pluvial en EPA-SWMM

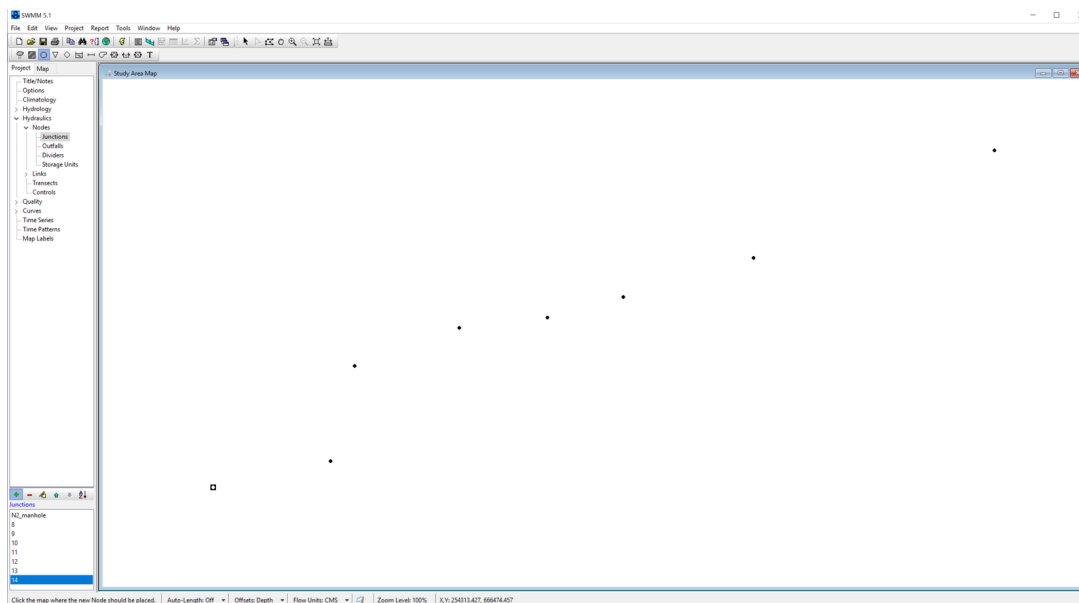
Nota

Si desea omitir este paso, puede usar el archivo SWMM 'base.INP' en la carpeta del tutorial. En ese caso, vaya a la sección 12.1.1.

1. Abra la aplicación SWMM.
2. El primer paso consiste en definir la posición de todos los nodos que conforman la red de drenaje mediante el botón *Add a junction node*:



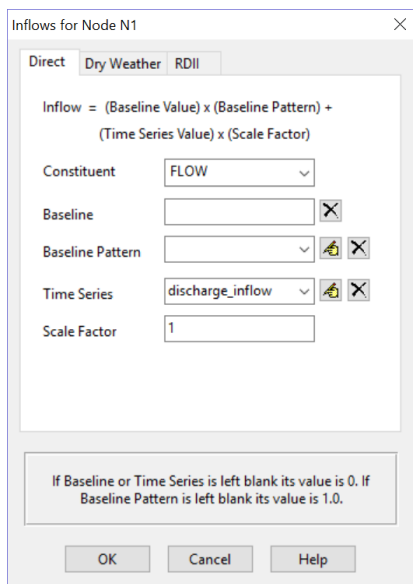
En la ventana *Study area map*, haga clic tantas veces como nodos se deban agregar a la red. En este proyecto habrá 8 nodos. Tenga en cuenta que la posición de los nodos es esquemática:



3. Configure los datos de los nodos con doble clic en cada nodo. Debe aparecer la ventana de propiedades:

imagen imagen

En este ejemplo, los parámetros más relevantes son: *Name*, *X-* y *Y-Coordinates*, *Inflows*, *Invert elevation* y *Max. depth*. Los únicos nodos de entrada son *N1* y *N2_manhole*. El nodo *N2_manhole* debe tener *Max. depth*=2 m. El nodo *N1* es la entrada de caudal y debe seguir la serie temporal indicada en la Figura 12.2.



La serie temporal puede insertarse punto por punto o leerse desde un archivo. Por otro lado, el nodo *N2_manhole* será la conexión con el dominio superficial y los valores base deben ser 0.0:

imagen imagen

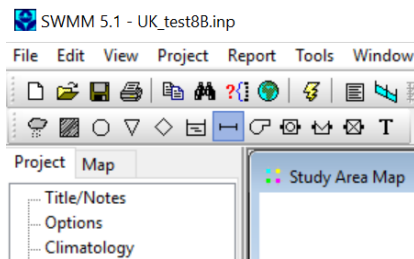
El nodo de descarga *Out1* debe configurarse como *free*:

Outfall Out1 ✕

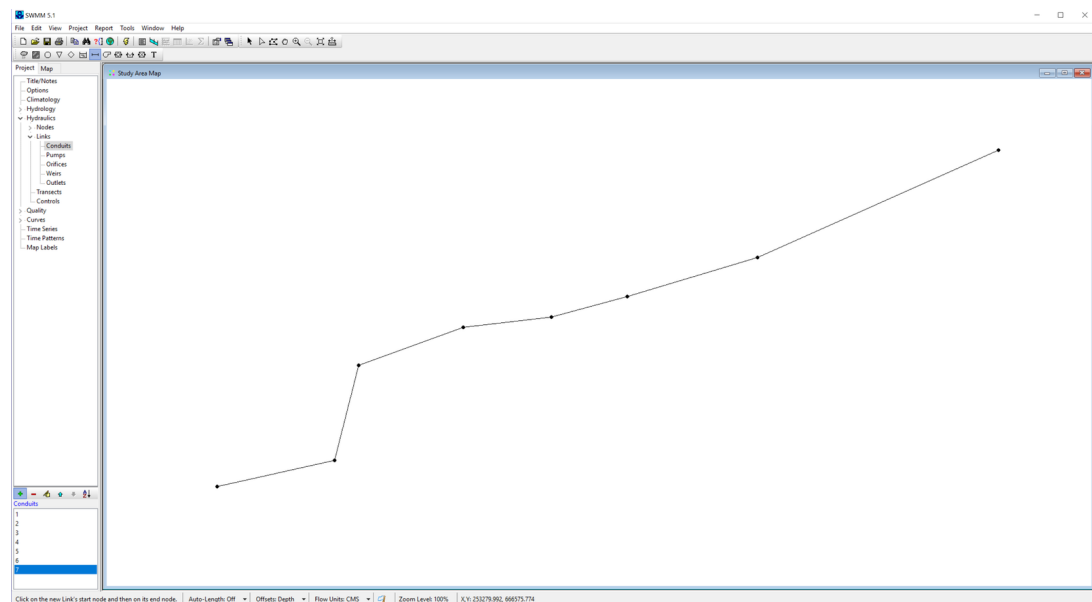
Property	Value
Name	Out1
X-Coordinate	256180.344
Y-Coordinate	661337.386
Description	
Tag	
Inflows	NO ...
Treatment	NO
Invert El.	23.49
Tide Gate	NO
Route To	
Type	FREE
Fixed Outfall	
Fixed Stage	0
Tidal Outfall	
Curve Name	*
Time Series Outfall	
Series Name	*

Click to specify any external inflows received at the outfall

4. Una los nodos mediante la herramienta *Add a conduit link*:



El resultado debe verse como la siguiente figura:



5. Configure las propiedades de los enlaces con doble clic en cada uno:

Property	Value
Name	L1
Inlet Node	N1
Outlet Node	N2_manhole
Description	
Tag	
Shape	CIRCULAR
Max. Depth	1.4
Length	467
Roughness	0.017
Inlet Offset	0
Outlet Offset	0
Initial Flow	1.6
Maximum Flow	0
Entry Loss Coeff.	0
Exit Loss Coeff.	0
Avg. Loss Coeff.	0
Seepage Loss Rate	0
Flap Gate	NO
Culvert Code	

Click to edit the conduit's cross section geometry

Las propiedades más relevantes son: *Name*, *Inlet node*, *Outlet node*, *Shape*, *Max. depth*, *Length*, *Roughness* y *Initial flow*.

6. Una vez que la red esté completamente configurada, el proyecto debe guardarse para generar el archivo '.INP', que debe ser similar al mostrado a continuación.

[EVAPORATION] ;;Data Source Parameters ;;————— CONSTANT 0.0 DRY_ONLY
NO

[JUNCTIONS]

;; Name	Elevation	MaxDepth	InitDepth	SurDepth	Aponded
N1	39.17	0	0	0	0
N2_manhole	29.46	2	0	0	0
N3	27.7	0	0	0	0
N4	26.37	0	0	0	0
N5	25.7	0	0	0	0
N6	24.64	0	0	0	0
N7	24.29	0	0	0	0

[OUTFALLS]

;; Name	Elevation	Type	Stage Data	Gated	Route To
Out1	23.49	FREE		NO	

[CONDUITS]

;;Name	From Node	To Node	Length	Roughness
InOffset	OutOffset	InitFlow	MaxFlow	

L1	N1	N2_manhole	467	0.017
0	0	1.6	0	
L2	N2_manhole	N3	104	0.017
0	0	1.6	0	
L3	N3	N4	106	0.017
0	0	1.6	0	
L4	N4	N5	200	0.017
0	0	1.6	0	
L5	N5	N6	114	0.017
0	0	1.6	0	
L6	N6	N7	154	0.017
0	0	1.6	0	
L7	N7	Out1	195	0.017
0	0	1.6	0	

[XSECTIONS]

;; Link	Shape	Geom1	Geom2	Geom3	Geom4
Barrels	Culvert				

L1	CIRCULAR	1.4	0	0	0
1					
L2	CIRCULAR	1.4	0	0	0
1					
L3	CIRCULAR	1.4	0	0	0
1					
L4	CIRCULAR	1.4	0	0	0
1					
L5	CIRCULAR	1.4	0	0	0
1					
L6	CIRCULAR	1.4	0	0	0
1					
L7	CIRCULAR	1.4	0	0	0
1					

[INFLOWS]

;;Node	Constituent	Time Series	Type	Mfactor	Sfactor
Baseline	Pattern				

N1	FLOW	discharge_inflow	FLOW	1.0	1
N2_manhole	FLOW	” ”	FLOW	1.0	1.0
0.0					

[TIMESERIES]

;; Name	Date	Time	Value
;;-----	-----	-----	-----
discharge_inflow		0:00	1.6
discharge_inflow		0:02	1.6
discharge_inflow		0:04	1.6
discharge_inflow		0:06	1.6
discharge_inflow		0:08	1.61644
discharge_inflow		0:10	1.6336
discharge_inflow		0:12	1.65472
discharge_inflow		0:14	1.67188
discharge_inflow		0:16	1.68904
discharge_inflow		0:18	1.70488
discharge_inflow		0:20	1.71808
discharge_inflow		0:22	1.71808
discharge_inflow		0:24	1.7392
discharge_inflow		0:26	1.75636
discharge_inflow		0:28	1.77352
discharge_inflow		0:30	1.7986
discharge_inflow		0:32	1.82764
discharge_inflow		0:34	1.8448
discharge_inflow		0:36	1.88704
discharge_inflow		0:38	1.92136
discharge_inflow		0:40	1.95436
discharge_inflow		0:42	1.98868
discharge_inflow		0:44	2.02168
discharge_inflow		0:46	2.056
discharge_inflow		0:48	2.09824
discharge_inflow		0:50	2.1484
discharge_inflow		0:52	2.19988
discharge_inflow		0:54	2.25928
discharge_inflow		0:56	2.32264
discharge_inflow		0:58	2.3728
discharge_inflow		1:00	2.4784
discharge_inflow		1:02	2.56288
discharge_inflow		1:04	2.66056
discharge_inflow		1:06	2.77012
discharge_inflow		1:08	2.8876
discharge_inflow		1:10	3.0064
discharge_inflow		1:12	3.17536
discharge_inflow		1:14	3.29416
discharge_inflow		1:16	3.44992
discharge_inflow		1:18	3.61888

discharge_inflow	1:20	3.78784
discharge_inflow	1:22	3.9568
discharge_inflow	1:24	4.168
discharge_inflow	1:26	4.33696
discharge_inflow	1:28	4.50592
discharge_inflow	1:30	4.67488
discharge_inflow	1:32	4.83988
discharge_inflow	1:34	4.99168
discharge_inflow	1:36	5.16064
discharge_inflow	1:38	5.27944
discharge_inflow	1:40	5.41012
discharge_inflow	1:42	5.54476
discharge_inflow	1:44	5.67148
discharge_inflow	1:46	5.77312
discharge_inflow	1:48	5.89984
discharge_inflow	1:50	6.00148
discharge_inflow	1:52	6.10312
discharge_inflow	1:54	6.1876
discharge_inflow	1:56	6.24096
discharge_inflow	1:58	6.28111
discharge_inflow	2:00	6.28111
discharge_inflow	2:02	6.24096
discharge_inflow	2:04	6.1876
discharge_inflow	2:06	6.10312
discharge_inflow	2:08	6.00148
discharge_inflow	2:10	5.89984
discharge_inflow	2:12	5.77312
discharge_inflow	2:14	5.67148
discharge_inflow	2:16	5.54476
discharge_inflow	2:18	5.41012
discharge_inflow	2:20	5.27944
discharge_inflow	2:22	5.16064
discharge_inflow	2:24	4.99168
discharge_inflow	2:26	4.83988
discharge_inflow	2:28	4.67488
discharge_inflow	2:30	4.50592
discharge_inflow	2:32	4.33696
discharge_inflow	2:34	4.168
discharge_inflow	2:36	3.9568
discharge_inflow	2:38	3.78784
discharge_inflow	2:40	3.61888
discharge_inflow	2:42	3.44992
discharge_inflow	2:44	3.29416
discharge_inflow	2:46	3.17536

discharge_inflow	2:48	3.0064
discharge_inflow	2:50	2.8876
discharge_inflow	2:52	2.77012
discharge_inflow	2:54	2.66056
discharge_inflow	2:56	2.56288
discharge_inflow	2:58	2.4784
discharge_inflow	3:00	2.3728
discharge_inflow	3:02	2.32264
discharge_inflow	3:04	2.25928
discharge_inflow	3:06	2.19988
discharge_inflow	3:08	2.1484
discharge_inflow	3:10	2.09824
discharge_inflow	3:12	2.056
discharge_inflow	3:14	2.02168
discharge_inflow	3:16	1.98868
discharge_inflow	3:18	1.95436
discharge_inflow	3:20	1.92136
discharge_inflow	3:22	1.88704
discharge_inflow	3:24	1.8448
discharge_inflow	3:26	1.82764
discharge_inflow	3:28	1.7986
discharge_inflow	3:30	1.77352
discharge_inflow	3:32	1.75636
discharge_inflow	3:34	1.7392
discharge_inflow	3:36	1.71808
discharge_inflow	3:38	1.71808
discharge_inflow	3:40	1.70488
discharge_inflow	3:42	1.68904
discharge_inflow	3:44	1.67188
discharge_inflow	3:46	1.65472
discharge_inflow	3:48	1.6336
discharge_inflow	3:50	1.61644
discharge_inflow	3:52	1.6
discharge_inflow	3:54	1.6
discharge_inflow	3:56	1.6
discharge_inflow	3:58	1.6
discharge_inflow	5:00	1.6

[REPORT]

;; Reporting Options

INPUT NO

CONTROLS NO

SUBCATCHMENTS ALL

NODES ALL

LINKS ALL

[TAGS]

[MAP]

DIMENSIONS 260000.000 660000.000 270000.000 670000.000

Units Meters

[COORDINATES]

;; Node	X-Coord	Y-Coord
;;-----	-----	-----
N1	264903.824	664753.843
N2_manhole	264896.000	664747.000
N3	265633.232	664154.002
N4	266474.164	663829.787
N5	267730.496	663302.938
N6	268470.111	662978.723
N7	269533.941	662725.431
Out1	271874.367	661752.786

[VERTICES]

;; Link	X-Coord	Y-Coord
;;-----	-----	-----

12.1.1 Iniciar QGIS

Inicie el software QGIS. Después de cargarlo, verá una ventana similar a la que se muestra a continuación:

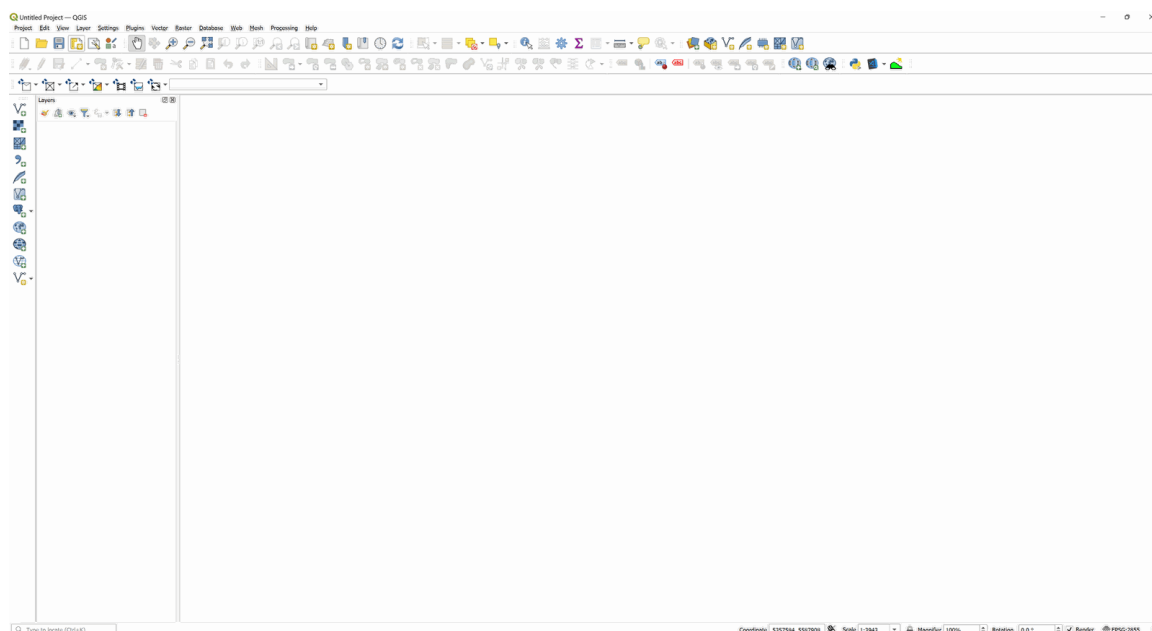


Figura 12.3 – Interfaz de QGIS.

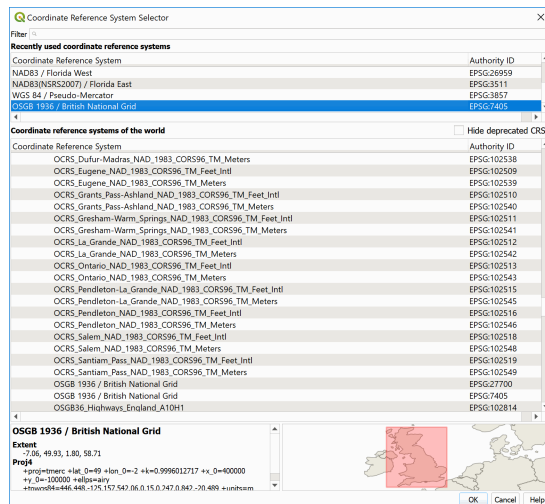
12.1.2 Iniciar un nuevo proyecto HydroBID Flood

1. En la barra de herramientas de HydroBID Flood, haga clic en el botón *New HydroBID Flood Project*:



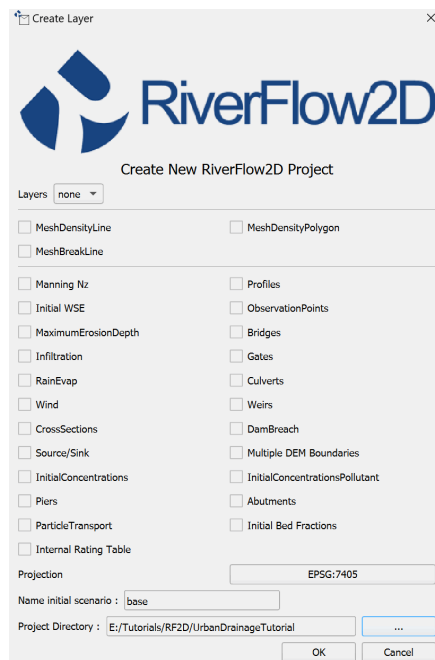
Aparece una ventana de diálogo donde selecciona las capas que se crearán, el Sistema de Referencia de Coordenadas (CRS) y la ruta del directorio donde se guardarán las capas. Este ejemplo usará las capas básicas: *Domain Outline*, *Manning N* y *BoundaryConditions*.

2. Seleccione *None* en el menú desplegable *Layers*.
3. Seleccione el botón *Projection*. En el cuadro *Filter*, escriba 7405 y seleccione el *Coordinate Reference System* como se muestra:



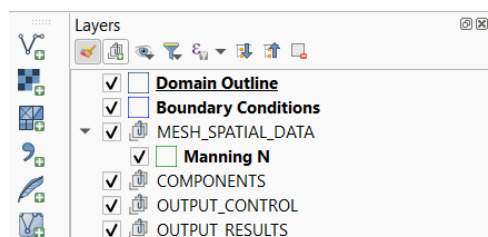
Ventana de diálogo del Selector de Sistema de Referencia de Coordenadas.

4. Haga clic en OK. En la ventana del nuevo proyecto active las capas necesarias:



Crear nuevo proyecto HydroBID Flood.

5. Haga clic en el botón ... para proporcionar una ruta y guardar los archivos del proyecto en *Project Directory*. Para este ejemplo, busque la carpeta UrbanDrainageTutorial.
6. Después de hacer clic en OK, se crean las plantillas de capas y se muestran en el *Layers Panel*:



Capas creadas para el proyecto.

HydroBID Flood utilizará el sistema de unidades definido en la proyección seleccionada. Si la proyección tiene coordenadas en metros, las unidades se establecerán en Metric. Si la proyección tiene coordenadas en pies, las unidades se establecerán en English.

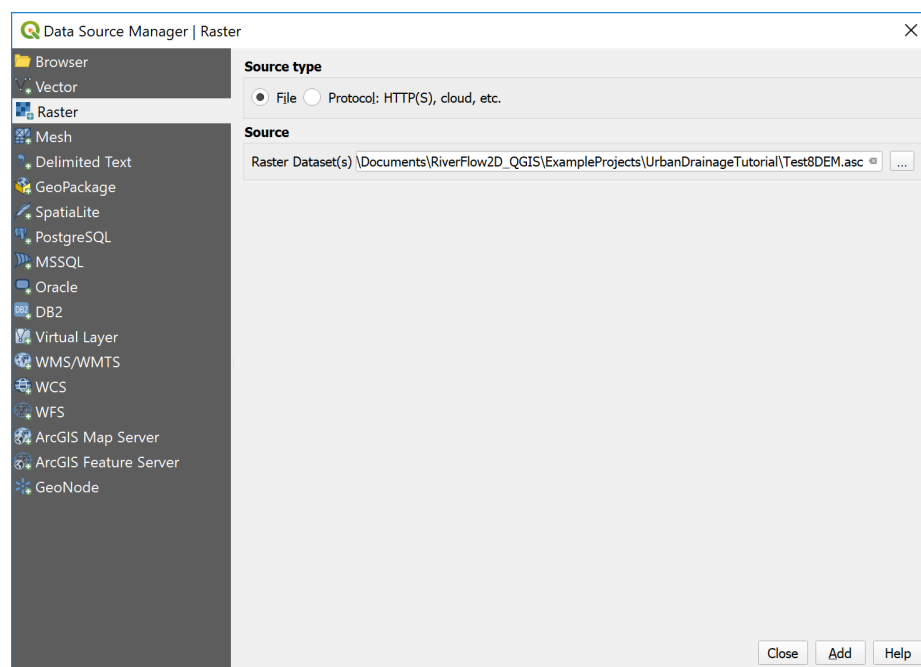
7. En el menú *Project* de QGIS, haga clic en *Save* para guardar el proyecto en el mismo directorio que seleccionó anteriormente en el cuadro *Create New Project*.

12.1.3 Cargar datos de elevación

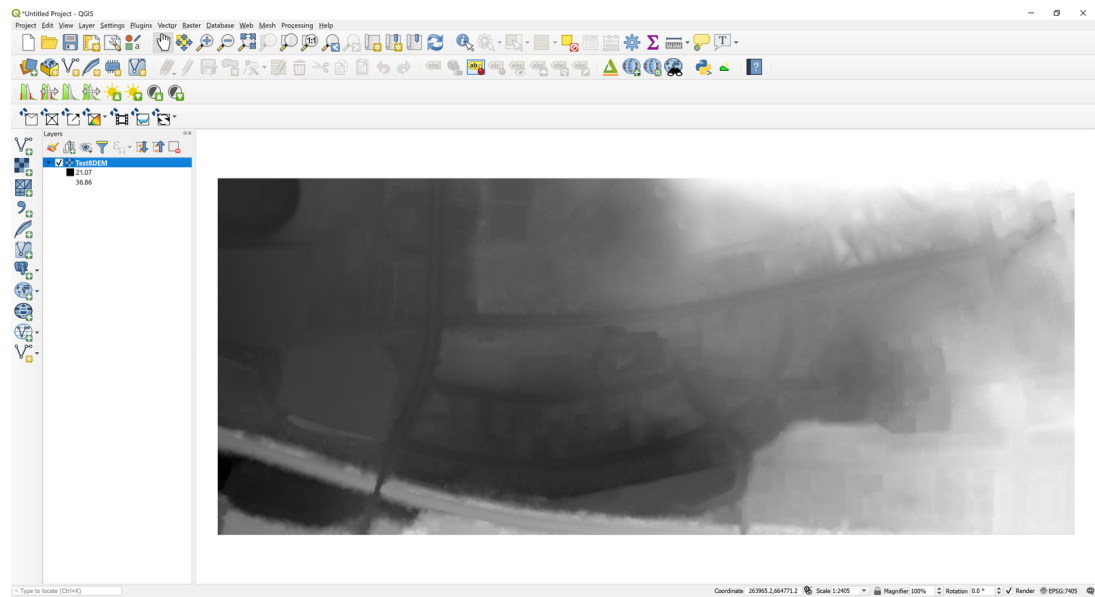
HydroBID Flood utiliza datos de elevación en formato ráster. Para cargar un archivo de cuadrícula ASCII, en el menú *Layer*, haga clic en *Add Layer* y luego en *Add Raster Layer...* También puede hacer clic en el botón *Add Raster Layer*:



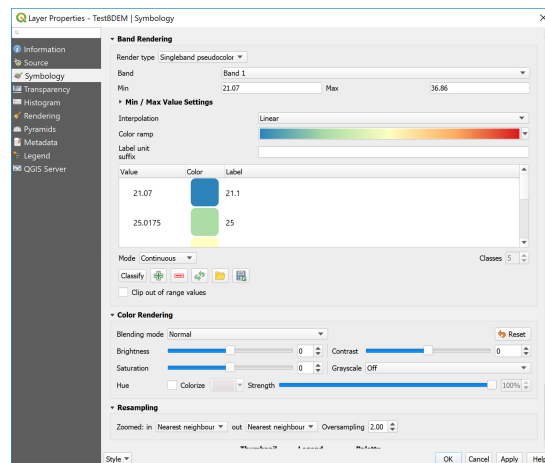
Busque TEST8BDEM.ASC en la carpeta UrbanDrainageTutorial/base:



1. Haga clic en *Add*, asigne el código de proyección EPSG:7405 al archivo y el ráster se mostrará en pantalla; de forma predeterminada se representa con un gradiente de grises, como se muestra en la Figura 19.7.

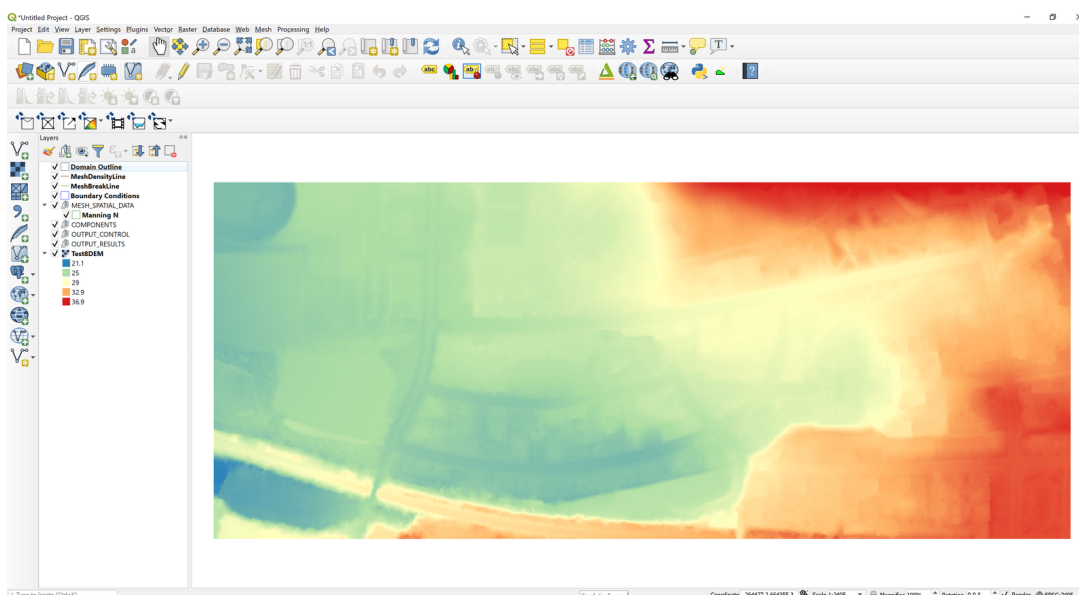


Al hacer clic derecho en la etiqueta de la capa creada y seleccionar *Properties*, puede cambiar el estilo de representación por una paleta de colores más informativa.



Ventana para cambiar el estilo de representación de la capa ráster.

Y ahora la capa ráster se muestra con la nueva paleta de colores seleccionada:

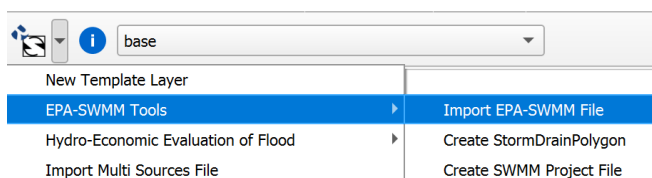


Modelo digital de elevación con representación en color.

Es conveniente mover la capa ráster creada al final de la lista de capas, de modo que no interfiera con la visualización de otras capas.

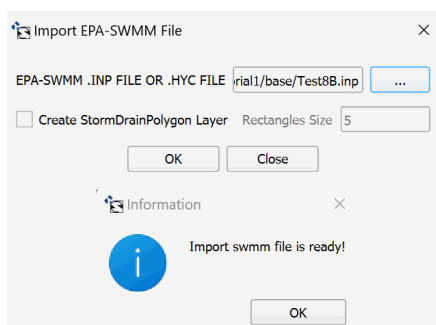
12.1.4 Importar las conexiones de intercambio entre superficie y drenaje desde el archivo SWMM .INP

Para conectar la malla superficial con los componentes del drenaje pluvial, importe los nodos de intercambio desde el archivo .INP creado en la primera parte de este tutorial. Para ello, use el comando *Import EPA-SWMM INP file* del icono desplegable de herramientas de HydroBID Flood:



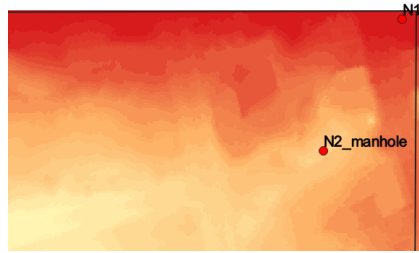
Comando Import EPA-SWMM INP file.

Seleccione el archivo base.INP; un mensaje indicará que la transferencia se realizó correctamente:



Archivo .INP cargado correctamente.

Se creará una nueva capa *StormDrain* y los nodos de intercambio importados se mostrarán en pantalla:

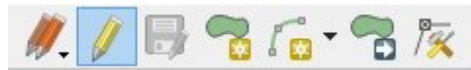


Nodos de intercambio entre aguas superficiales y SWMM.

12.1.5 Crear los límites del área de modelación

Los límites del área de modelación se definen mediante un polígono en la capa *Domain Outline*. Para crearlo, siga estos pasos:

1. Haga clic en la capa *Domain Outline* para activarla y luego haga clic en *Toggle Editing* (lápiz) en la barra de herramientas:

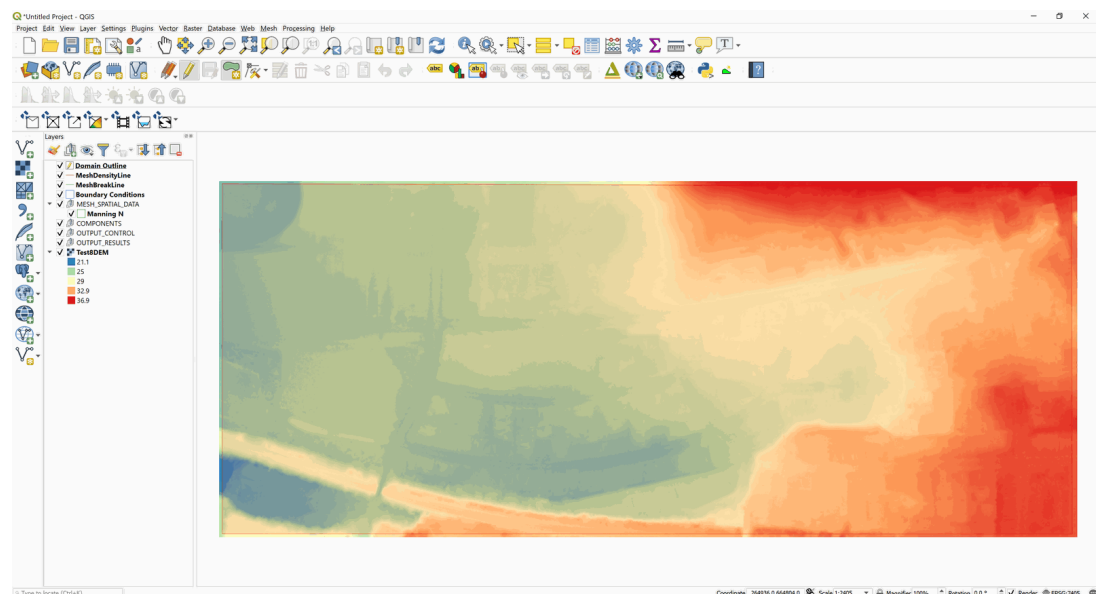


Botones de menú de la barra de herramientas de digitalización.

2. Esto activa el resto de los botones de edición. Haga clic en la herramienta *Add Feature*, que es el polígono con forma de frijol.



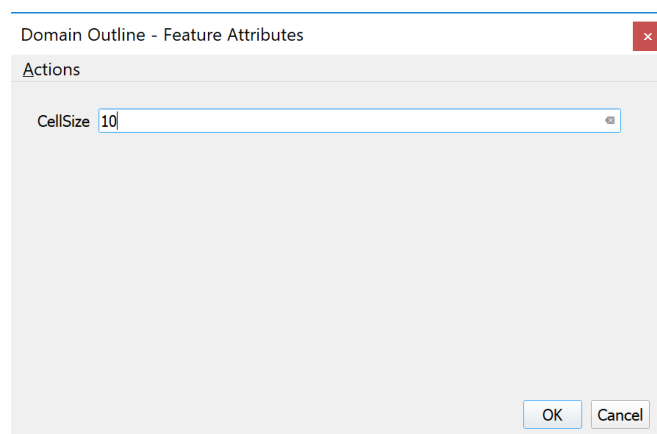
Delimite el contorno del polígono marcando los vértices con el botón izquierdo del ratón:



Delimitación del área de modelación en la capa Domain Outline.

Asegúrese de que el polígono esté contenido dentro de los límites de la capa ráster, ya que HydroBID Flood no extrapolará elevaciones a áreas fuera de los datos disponibles en la capa ráster. Además, los nodos de intercambio SWMM deben estar dentro del polígono *Domain Outline*.

3. Para finalizar y cerrar el polígono, haga clic derecho en cualquier parte del área del mapa. Aparecerá una ventana para introducir el atributo del tamaño de celda del polígono recién creado. Se indica el valor de referencia para el tamaño de la celda de la malla; introduzca 10 m.



CellSize definido para la capa Domain Outline.

Ahora haga clic en el botón *Toggle Editing* para desactivar el modo de edición de la capa y guardar los cambios.



La capa *Domain Outline* está completa.

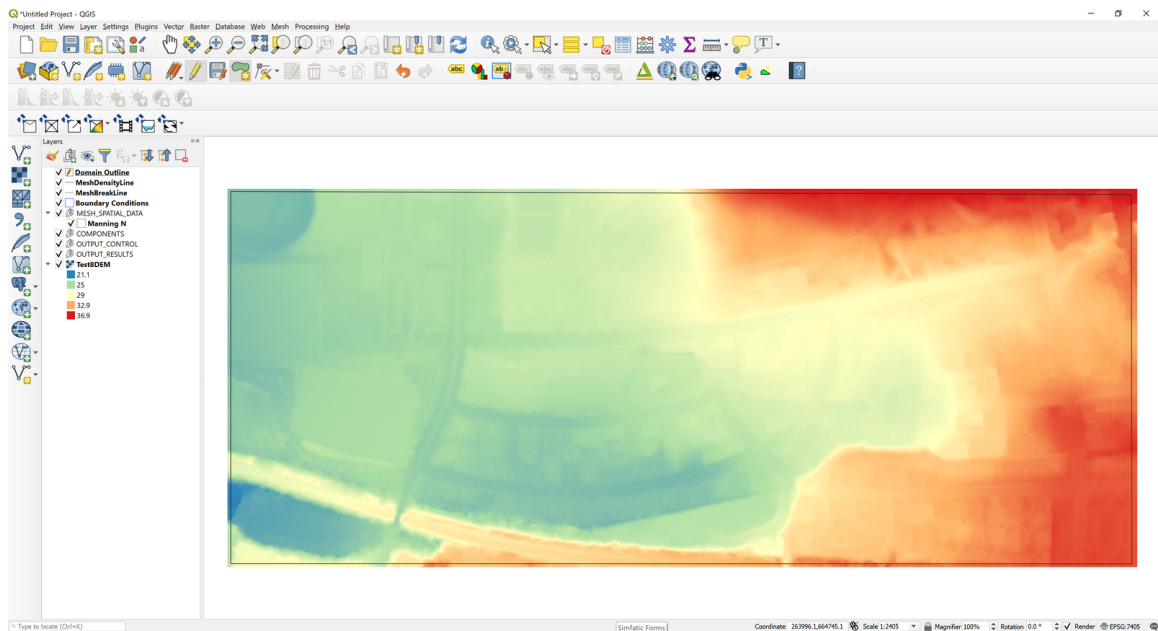


Figura 12.4 – Capa Domain Outline.

12.1.6 Asignar n de Manning

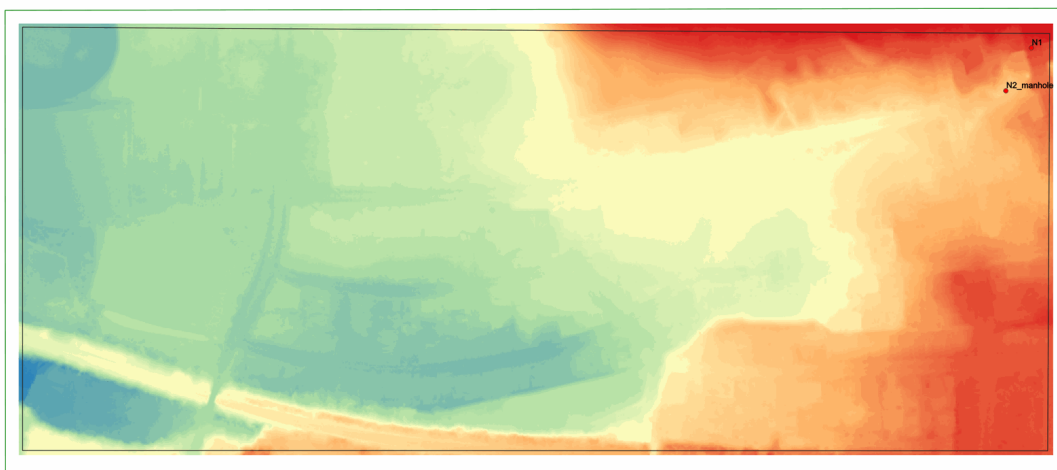
Para asignar valores de rugosidad n de Manning, introduciremos polígonos con valores de n determinados. Puede haber tantos polígonos como sean necesarios para reproducir la variabilidad espacial de este parámetro. En este ejemplo se dibujará un único polígono para toda el área.

1. Seleccione la capa *Manning N* y haga clic en el botón *Toggle Editing*:



2. Dibuje el polígono alrededor de todo el dominio, cuidando que cubra todas las celdas.

Debe obtener una imagen como la siguiente:



Edición de la capa Manning N.

3. Cierre los últimos vértices del polígono con clic derecho en la posición deseada. Aparecerá una ventana donde debe introducir el valor de n de Manning asociado al polígono. En este caso, introduzca 0.03:

Diálogo para introducir los atributos de la entidad Manning N.

4. Haga clic en el botón *Save*:



y luego haga clic en el botón de edición:



para desactivar el modo de edición.

12.1.7 Imponer las condiciones de borde

De forma predeterminada, todos los límites están cerrados a menos que se definan condiciones de borde abiertas. Como en este proyecto el flujo entra desde el drenaje pluvial, solo estableceremos

condiciones de salida. Para definir las, dibuje un polígono que incluya los nodos o vértices en el extremo izquierdo de la malla, como se indica en la figura:

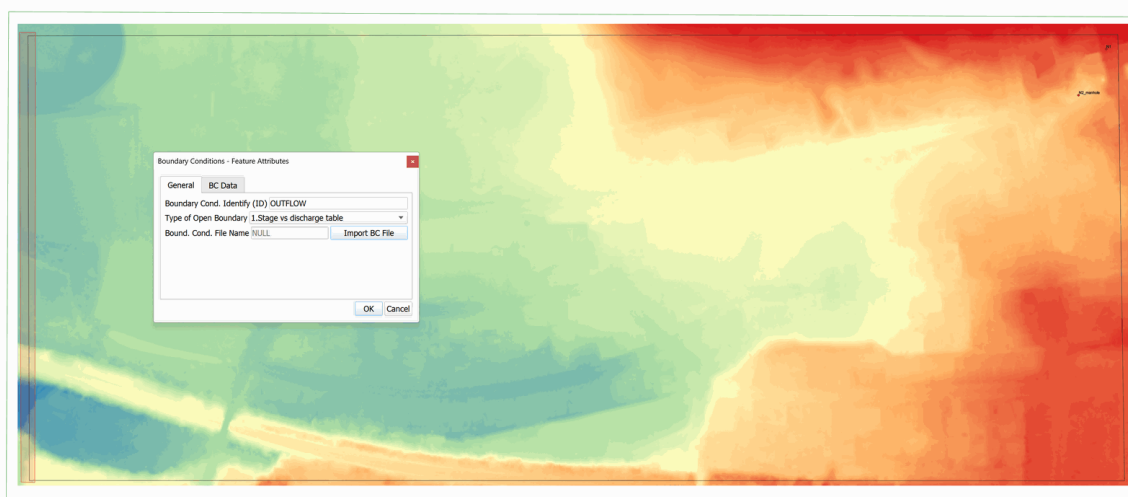


Figura 12.5 – Polígono que cubre los nodos que definen el segmento de la condición de borde de salida.

1. Seleccione la capa *BoundaryConditions* en el panel *Layers*.
2. Haga clic en el botón *Toggle Editing* para agregar los polígonos que indicarán los nodos en los que se establecen las condiciones de entrada y salida.



3. Para terminar el polígono, haga clic derecho en la ubicación deseada. Aparecerá una ventana para introducir los atributos del polígono recién creado.
4. La ventana contiene una lista para seleccionar el nombre o ID de esta BC (*Boundary Cond. ID*). Establezca el ID como condición OUTFLOW y, en la lista de tipos de condiciones de borde, seleccione *Free Outflow*.

Introduzca los datos como se muestra en la Figura 12.21:

General	BC Data
Boundary Cond. Identify (ID) OUTFLOW	
Type of Open Boundary	8.Free outflow
Bound. Cond. File Name NULL	Import BC File

Condición de borde de salida.



5. Haga clic en el botón *Save*.



6. Haga clic en el botón *Toggle Editing* para salir del modo de edición.

12.1.8 Generar la malla de celdas triangulares

Ahora que se definió *Domain Outline*, se introdujo el valor de *n* de Manning y se importaron los nodos SWMM, podemos crear la malla con el programa GMSH.

Para ejecutar el complemento, en el menú *Plugins* haga clic en *Generate TriMesh* o haga clic en el icono:



La siguiente figura muestra la malla generada. También verá en el panel *Layers* dos capas nuevas: *Trimesh* y *Trimesh_point*.

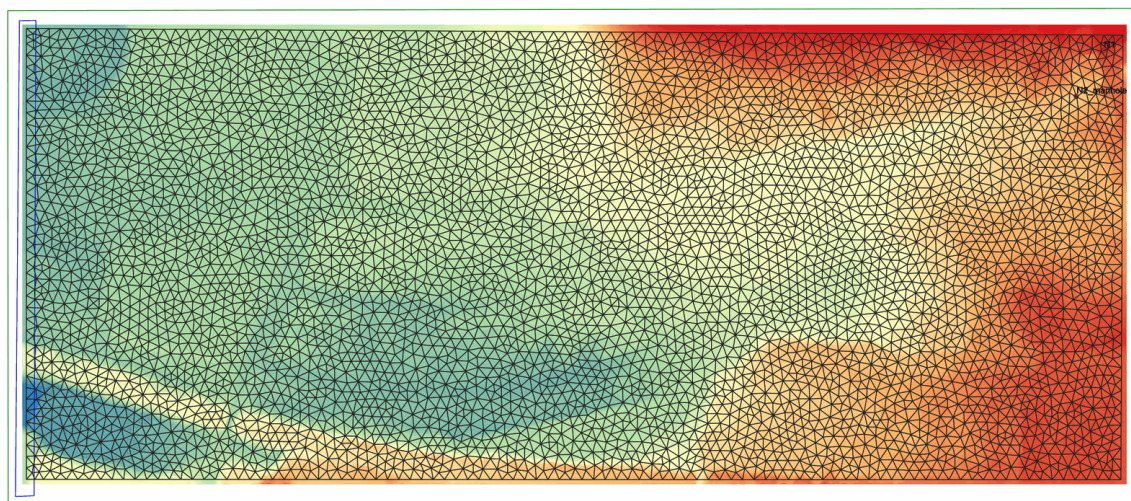


Figura 12.6 – Malla resultante.

Antes de usar el complemento *Export*, guarde el proyecto QGIS. En el menú *Project*, haga clic en *Save*. Asigne al archivo del proyecto el nombre *UrbanDrainageTutorial.qgz*.

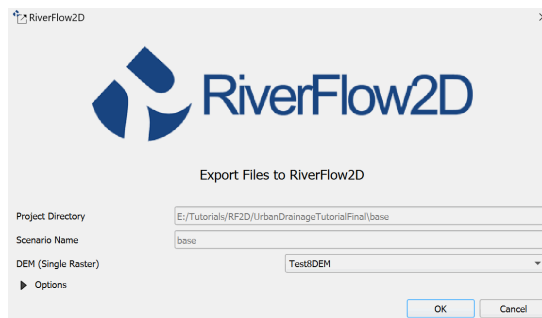
12.2 Exportar los archivos

Una vez creadas las capas con la información de entrada del modelo, el siguiente paso es exportar desde QGIS los archivos de datos requeridos por HydroBID Flood.

1. Ejecute el complemento *Export HydroBID Flood*.



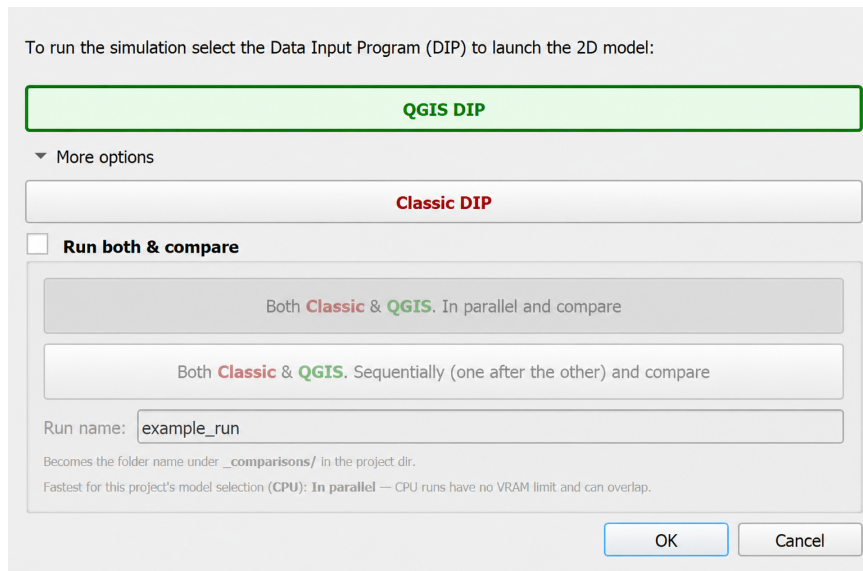
2. Se presenta un diálogo en el que debe indicar la capa ráster del Modelo Digital de Elevación (DEM), ya que esta capa no la crea el complemento y su nombre puede ser diferente.
3. Mediante el botón ... , seleccione la ruta e introduzca el nombre del archivo. Asegúrese de que la ruta sea la misma que seleccionó anteriormente y que corresponda al archivo de proyecto .qgz.
4. Haga clic en OK.



Diálogo de exportación de HydroBID Flood.

El complemento comenzará a procesar la información. Una barra de mensajes en la parte superior indicará el progreso aproximado del proceso.

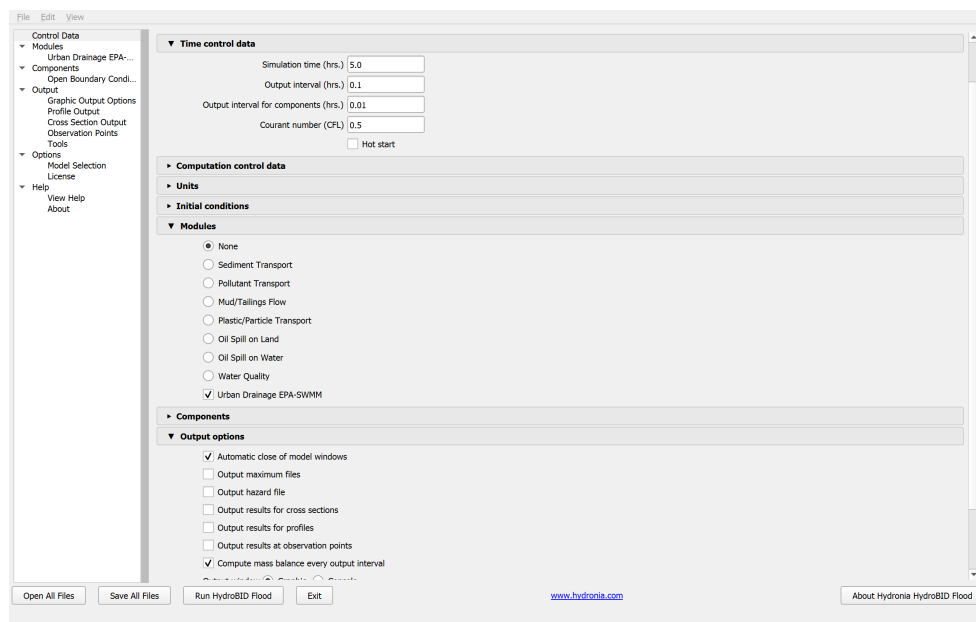
En Hydronia2DMS versión 10 y posteriores, después de la exportación aparece el diálogo *Open DIP*. *QGIS DIP* está seleccionado de forma predeterminada; haga clic en *OK* para abrirlo dentro de QGIS. Para consultar la alternativa independiente histórica, expanda *More options*, seleccione *Classic DIP* y haga clic en *OK*.



Diálogo Open DIP con QGIS DIP seleccionado de forma predeterminada y More options expandido con Classic DIP. Se muestra el nombre de la ejecución de ejemplo.

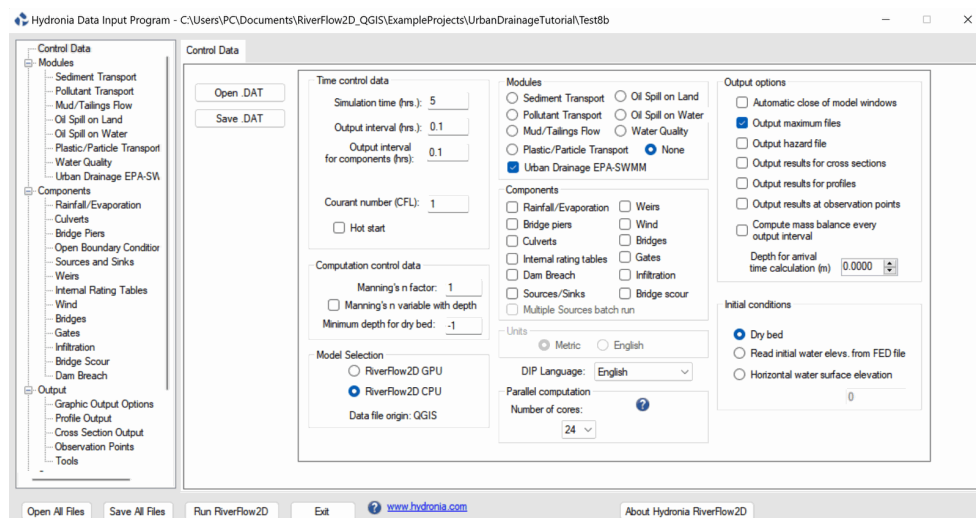
Una vez finalizado el proceso de creación de los archivos con los datos de entrada, *Hydronia Data Input Program* se abre y muestra un diálogo con el proyecto del modelo que se ejecutará. En este caso, ya debe estar establecido base.DAT.

A continuación se muestra la ventana con los parámetros de entrada de HydroBID Flood:



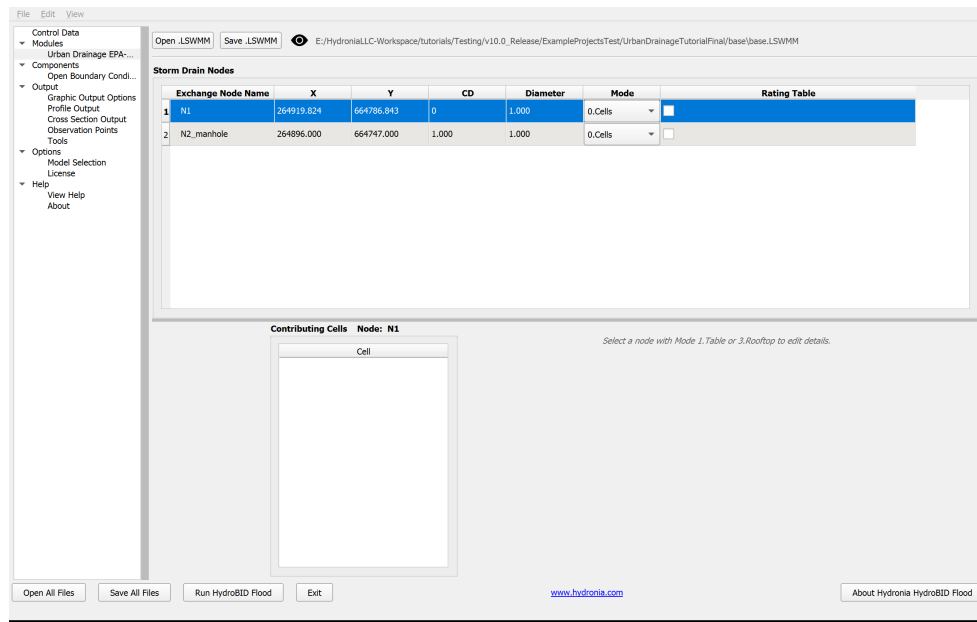
Panel de datos de control de QGIS DIP para el tutorial de drenaje urbano.

El siguiente panel de Classic DIP se conserva como referencia de los valores heredados:



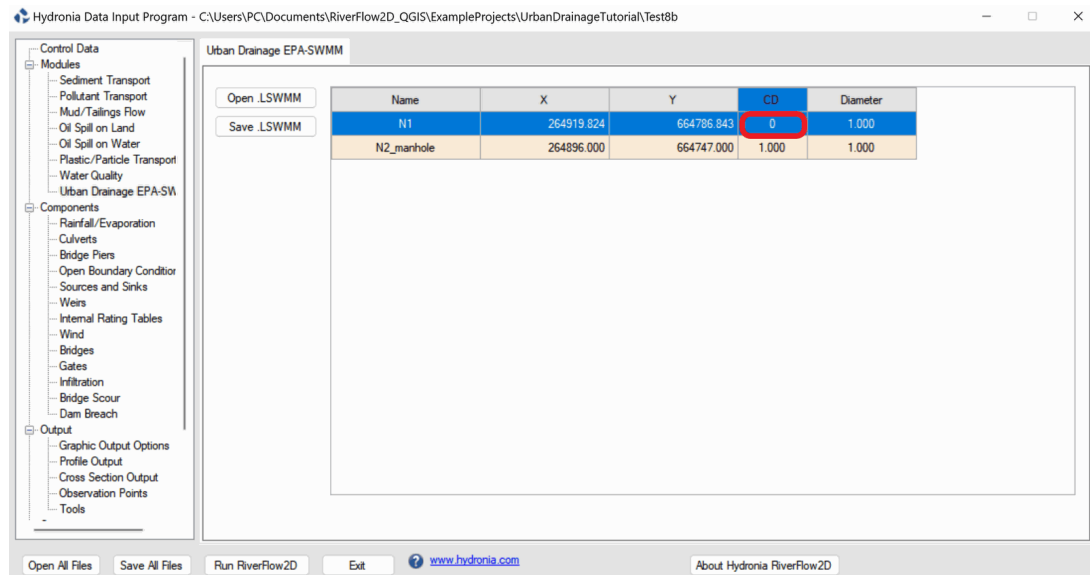
Ventana heredada de Classic DIP Hydronia Data Input Program.

Introduzca 5 horas para *Simulation time* y haga clic en el panel *Storm Drain EPA-SWMM*. Para el nodo N1, introduzca $CD = 0$, ya que no queremos intercambio con ese nodo de entrada hacia el conducto.



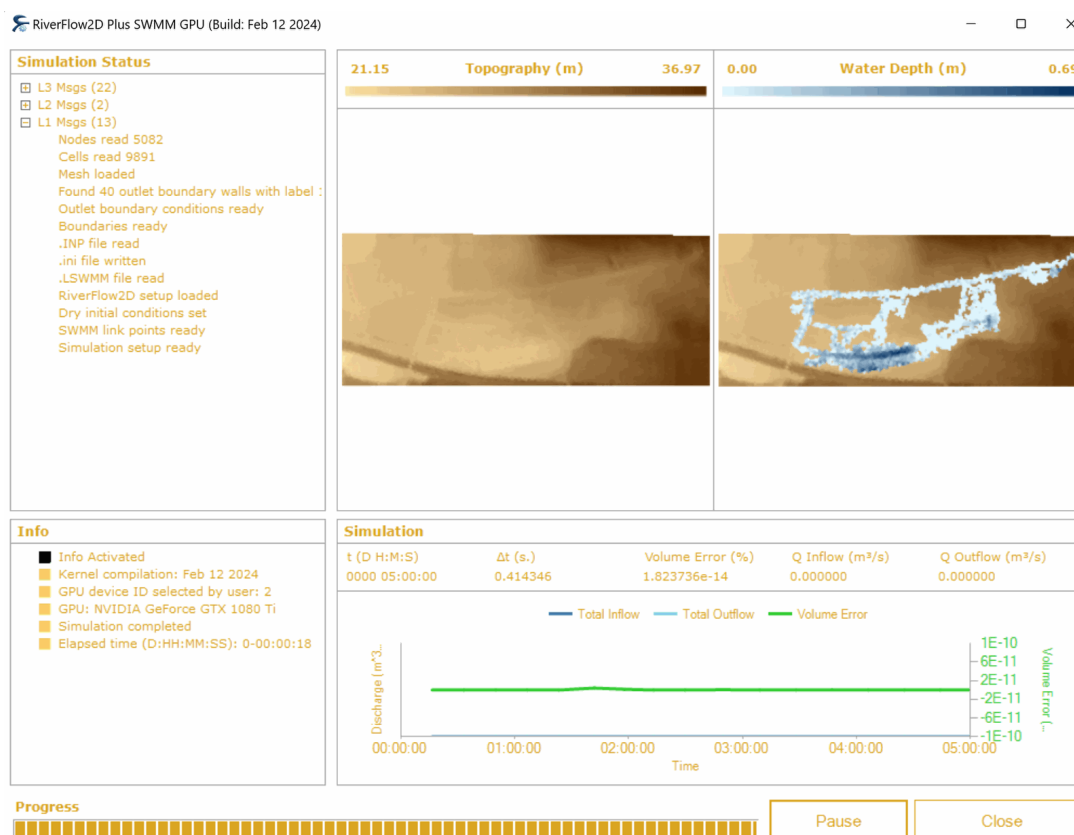
Panel Storm Drain EPA-SWMM de QGIS DIP.

El siguiente diálogo *Storm Drain* de *Classic DIP* se conserva como referencia de los valores heredados:



Diálogo Storm Drain heredado de Classic DIP.

- Haga clic en [Save .LWSMM] y sobrescriba el archivo existente. Para este tutorial, el nombre del archivo será el nombre del proyecto exportado con la extensión .lwsmm.
- Haga clic en el botón *Run HydroBID Flood* para ejecutar el modelo. El modelo mostrará una ventana con el progreso de la ejecución.



Ventana de informe del modelo.

Cuando termine la ejecución, cierre la ventana e importe los resultados en QGIS para preparar mapas y animaciones. A continuación se muestra un ejemplo de las profundidades máximas:

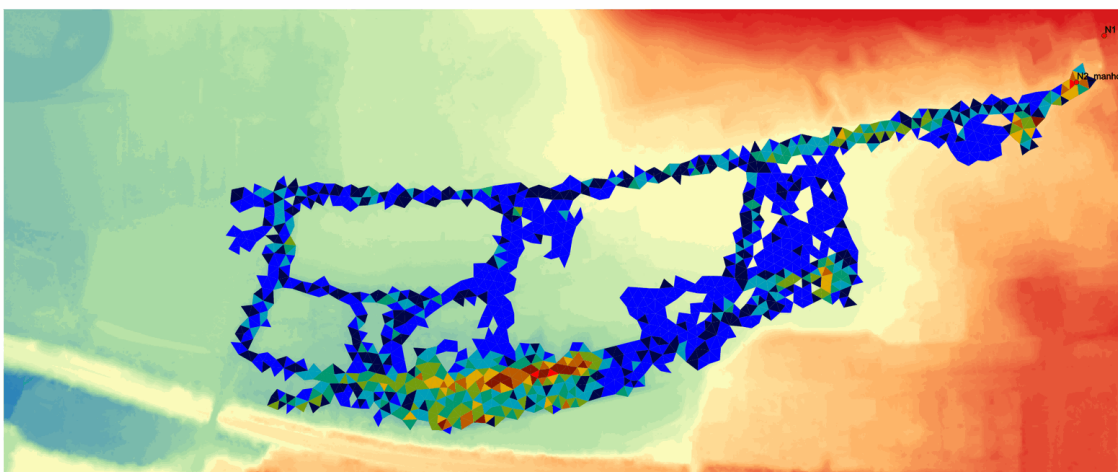


Figura 12.7 – Profundidades máximas.

Esto concluye el tutorial *Drenaje urbano con HydroBID Flood y EPA-SWMM*.

Estado del borrador: traducción de trabajo reconciliada con el Markdown inglés v10 de HydroBID Flood. No se localizó una fuente española legada específica de HydroBID

Flood; las capturas de pantalla con texto visible permanecen sin revisar y requieren captura o aprobación en español.

Tareas pendientes: completar la revisión lingüística, validar las etiquetas de interfaz conservadas en inglés y aprobar las capturas antes de publicar.

13 | Simulación de falla de presa de relaves con HydroBID Flood MT

Este tutorial muestra cómo configurar una simulación de falla de presa de relaves con el modelo HydroBID Flood y el módulo de Flujo de Lodos y Relaves (MT) usando la interfaz de QGIS. El ejercicio consiste en modelar una inundación por falla de presa de relaves y crear mapas de resultados para las áreas impactadas. Los datos se basan en el desastre de la presa de Brumadinho, ocurrido el 25 de enero de 2019, cuando una presa de relaves en la mina de mineral de hierro Córrego do Feijão, al este de la ciudad de Brumadinho, en Minas Gerais, Brasil, sufrió una falla catastrófica.

Los archivos requeridos para seguir este tutorial se pueden extraer del archivo zip 'ExampleProjects' en la carpeta 'BrumadinhoHBF'. Este zip se descarga por separado de los materiales de instalación.

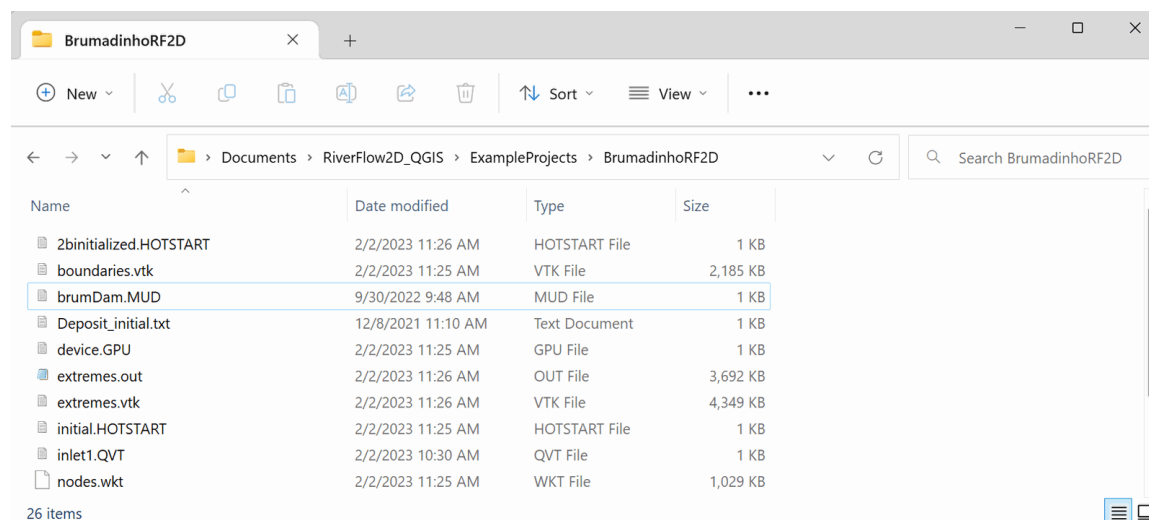


Figura 13.1 – Archivos con datos requeridos para el ejemplo.

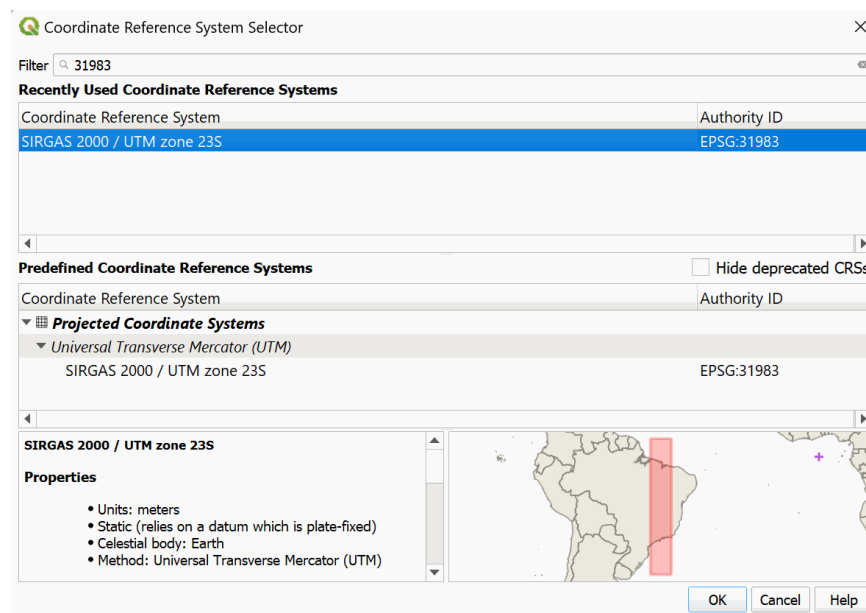
13.1 Iniciar un nuevo proyecto para una simulación de falla de presa de relaves

1. Para crear un nuevo proyecto HydroBID Flood, abra QGIS y haga clic en el botón *New HydroBID Flood Project*



en la barra de herramientas. Aparece una ventana de diálogo donde selecciona las capas que se crearán, el nombre del *Scenario*, el *Coordinate Reference System (CRS)*, y la ruta del directorio donde se guardarán las capas. Este ejemplo utilizará las capas: *Domain Outline*, *Manning N*, *BoundaryConditions*, *MeshDensityLine* y *InitialConcentrations*.

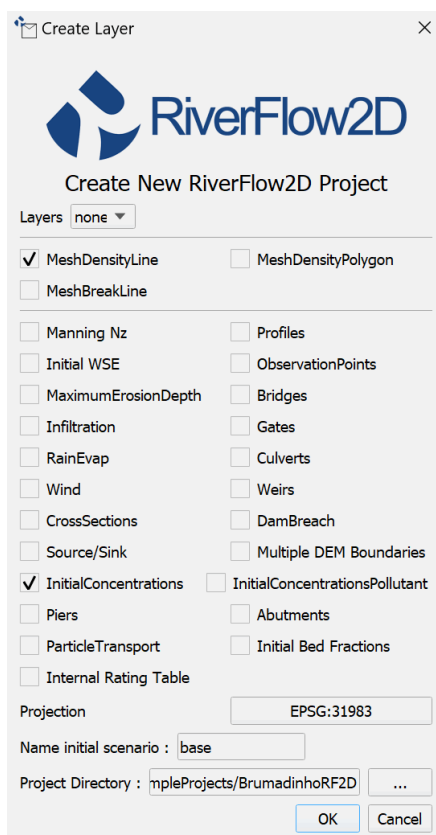
2. Seleccione *None* en el menú desplegable de capas, luego haga clic en las casillas *MeshDensityLine* y *Initial Concentrations*.
3. Haga clic en el botón *Projection* y en el cuadro de texto *Filter*, escriba *31983*, seleccione el *Coordinate Reference System* y haga clic en OK como se muestra:



Ventana de selección del Sistema de Referencia de Coordenadas.

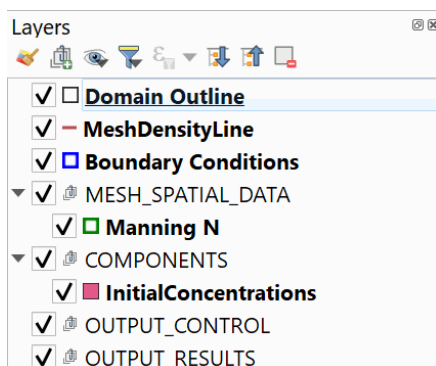


4. Haga clic en el botón para proporcionar una ruta para guardar los archivos del proyecto en el cuadro de texto *Project Directory*. Esta será la carpeta donde el modelo escribirá todos los resultados y archivos de salida. Navegue al directorio del tutorial donde se extrajeron los archivos, en la carpeta 'BrumadinhoHBF' y luego haga clic en *Select folder*. La ventana de diálogo debe verse así:



Ventana para crear un nuevo proyecto.

5. Después de hacer clic en OK, se crean las plantillas de capas y se muestran en el *Layers Panel*.



Capas creadas para el proyecto.

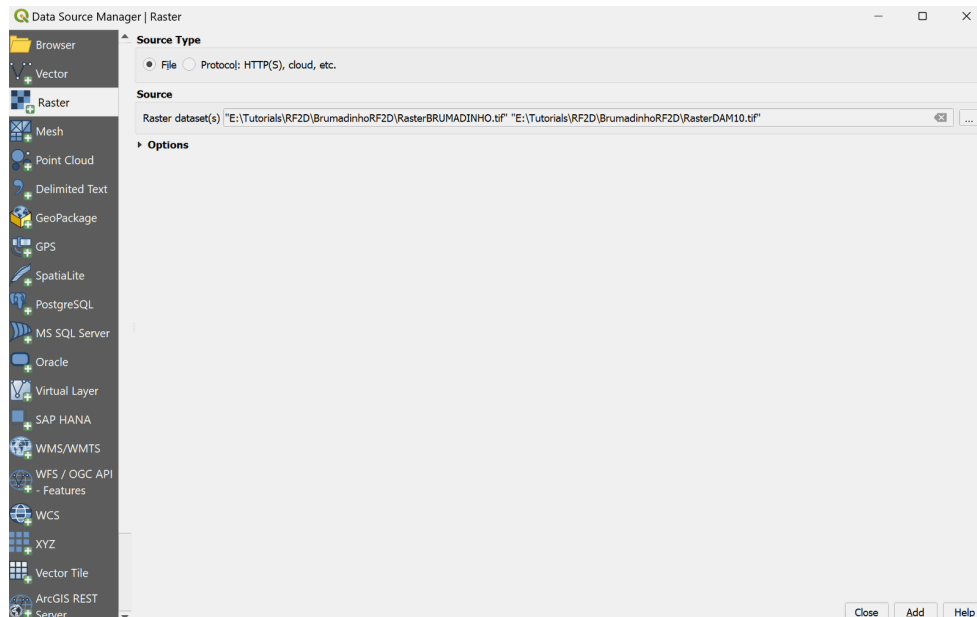
En el menú *Project* de QGIS, haga clic en *Save* para guardar el proyecto en el mismo directorio que seleccionó anteriormente en el cuadro *Create New Project*.

13.2 Cargar datos de elevación

En este tutorial usaremos dos archivos ráster de *Modelo Digital de Elevación* o *DEM* que contienen los datos de elevación del terreno y del volumen de la presa de relaves.



1. Para cargar los DEM, haga clic en el botón *Add Raster Layer*. También puede usar el atajo de QGIS *Control+Shift+R*.
2. En el diálogo busque la carpeta del tutorial y seleccione los archivos 'RasterBRUMADINHO.tif' y 'RasterDAM10.tif' como se muestra:



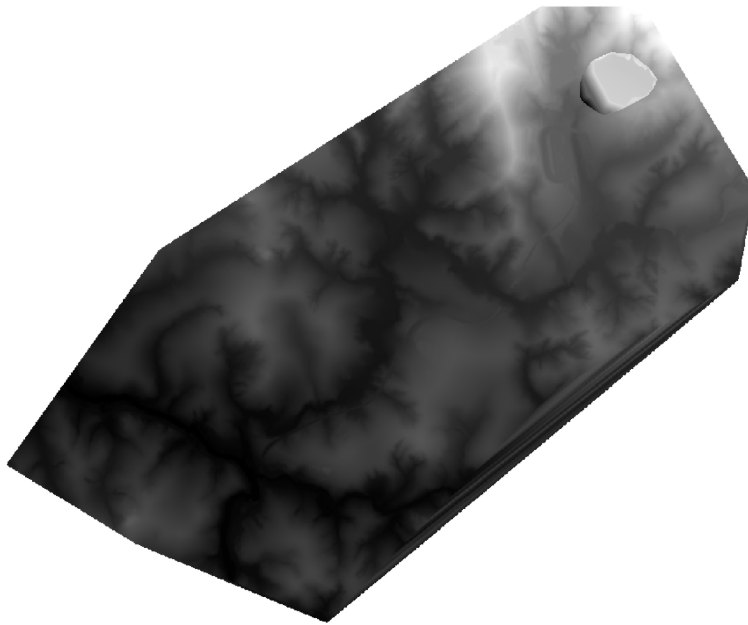
Diálogo para crear una capa desde un archivo ráster.

3. Haga clic en *Add* y luego en *Close*.



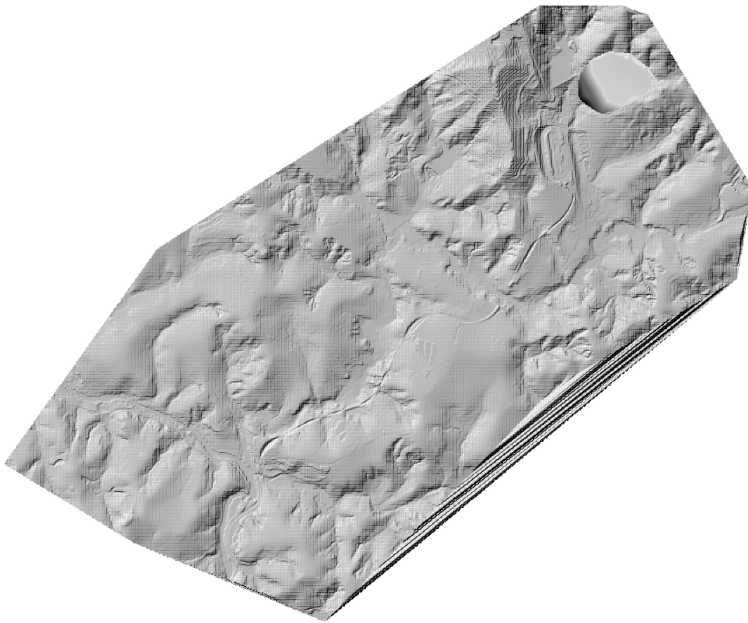
4. Haga clic en la capa *RasterBRUMADINHO*. Use el botón *Zoom to Layer* para centrar la imagen.

El ráster se mostrará en pantalla; de forma predeterminada, se representa con un gradiente de grises, como se muestra.



Modelo digital de elevación en formato ráster.

Haga clic derecho en la etiqueta de la nueva capa ráster y seleccione *Properties*. En el panel *Symbolology* puede cambiar el *Render type* a una paleta más informativa, como *Hillshade*.



Modelo digital de elevación con renderizado Hillshade.

Puede mover la capa ráster arrastrándola al final de la lista de capas para evitar que oculte o interfiera visualmente con las demás capas.

13.3 Crear los límites del área de modelación

Defina los límites del área de modelación dibujando un polígono en la capa *Domain Outline*. Para ello, siga estos pasos:

1. Haga clic en la capa *Domain Outline* para activarla y luego haga clic en *Toggle Editing* (lápiz)

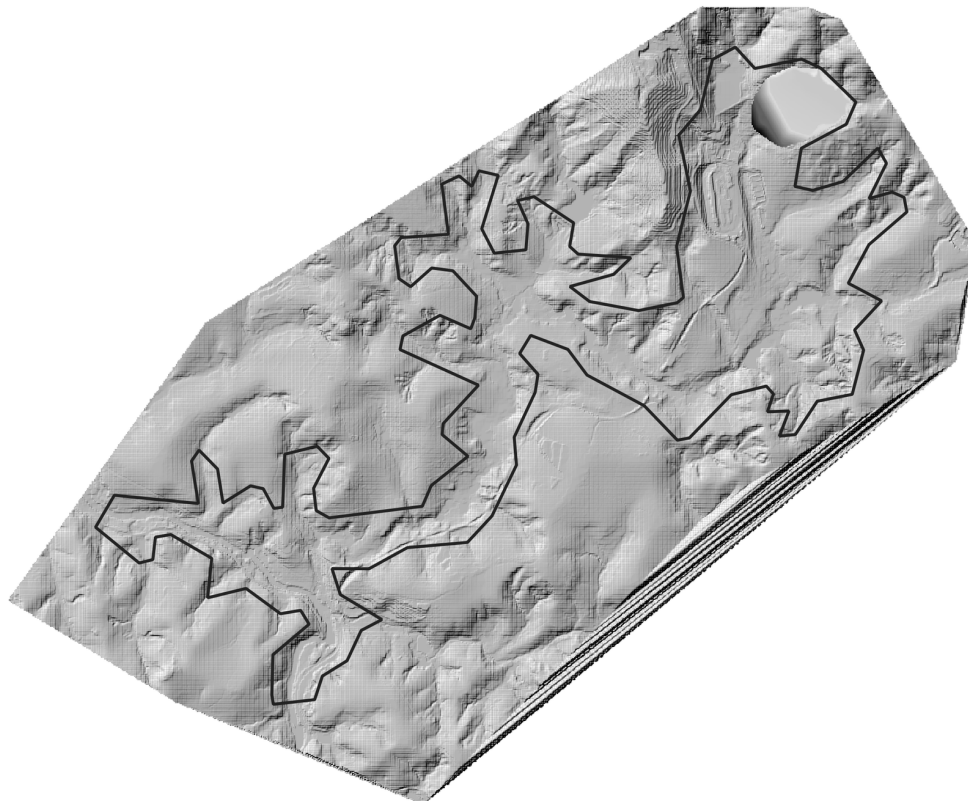


en la barra de herramientas



2. Haga clic en la herramienta *Add Polygon Feature*. Proceda a delinear el contorno del polígono haciendo clic en los vértices con el botón izquierdo del ratón.
3. Para finalizar y cerrar el polígono, haga clic derecho en el área de visualización del mapa. Aparecerá una ventana de diálogo para ingresar el atributo de tamaño de celda del polígono recién creado. Se indica el valor *CellSize* para el tamaño de referencia de la celda de la malla. Ingrese un valor de 50 m.

El Domain Outline debe verse similar a la siguiente figura:



Polígono Domain Outline.



4. Guarde el polígono haciendo clic en el botón *Save Layer Edits*

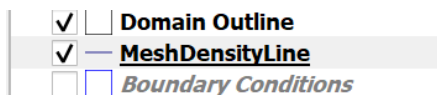


5. Haga clic en el botón *Toggle Editing* para desactivar el modo de edición de la capa

13.4 Crear más detalle para la malla en el área principal de flujo

Una vez creado el *Domain Outline*, una *Mesh Density Line* proporcionará el detalle necesario a lo largo del canal principal para mayor precisión.

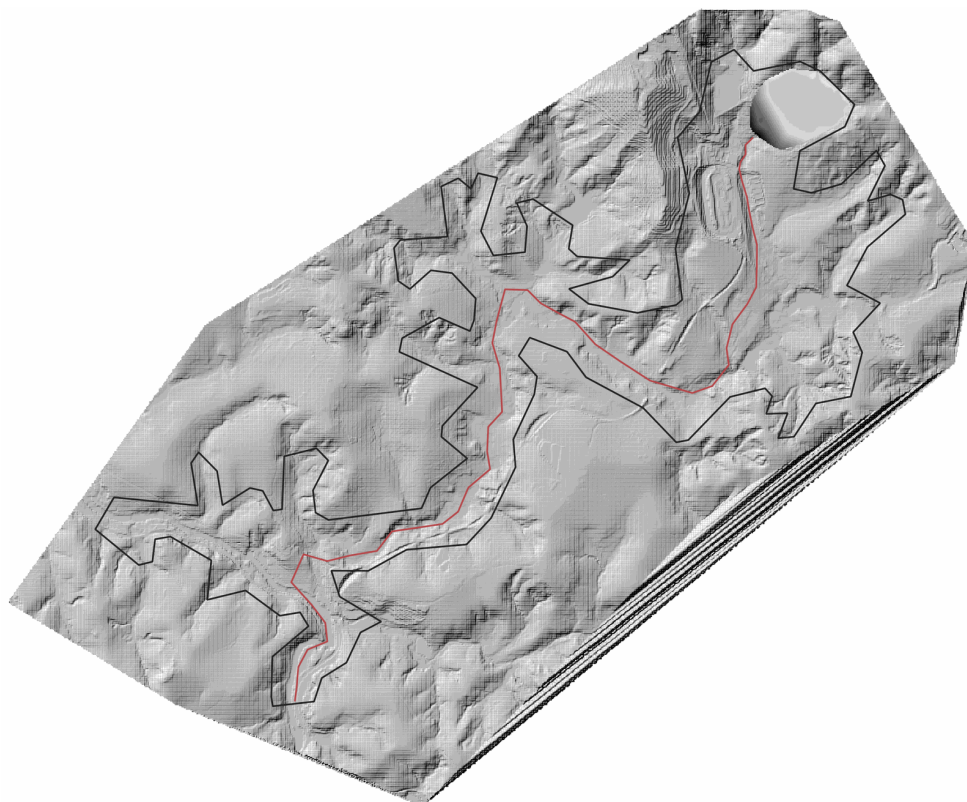
1. Seleccione la capa *MeshDensityLine* asegurándose de que esté activada, como se muestra



y haga clic en el botón *Toggle Editing*



2. Haga clic en el botón *Add Line Feature* y luego haga clic izquierdo para dibujar los puntos por el centro del canal hasta la entrada del río en la parte inferior del *Domain Outline*.
3. Haga clic derecho para terminar la línea. Aparecerá un diálogo solicitando la entrada para los *MeshDensityLine Feature Attributes*. Ingrese 25 como *CellSize* para la capa *MeshDensityLine*. La primera línea debe verse así:

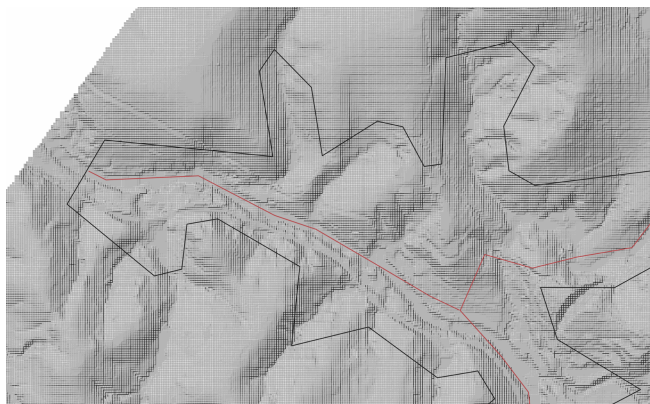


Primera línea de densidad de malla.

Se debe dibujar otra línea para terminar de agregar detalle a lo largo de la ruta principal del río en el sur.



4. Haga clic en el botón *Add Line Feature* y luego haga clic izquierdo para dibujar los puntos comenzando desde la parte suroeste del *Domain Outline* a lo largo del cauce del río y haga clic derecho para terminar la línea, uniéndola con la primera línea como se muestra:



Segunda línea de densidad de malla.

5. Haga clic derecho para terminar la segunda línea. Aparecerá un diálogo solicitando la entrada para los *MeshDensityLine Feature Attributes*. Ingrese 25 como *CellSize* para la capa *MeshDensityLine*.

6. Guarde el polígono haciendo clic en el botón *Save Layer Edits*



7. Haga clic en el botón *Toggle Editing* para desactivar el modo de edición de la capa



La capa *MeshDensityLine* terminada debe verse así:



Capa MeshDensityLine terminada.

13.5 Generar la malla de celdas triangulares

Ahora que se han creado las capas *Domain Outline* y *Mesh Density Line*, proceda a generar la



mallla haciendo clic en el botón *Generate Trimesh*

La siguiente figura muestra la malla generada. También verá en el panel de capas la nueva capa: *Trimesh*

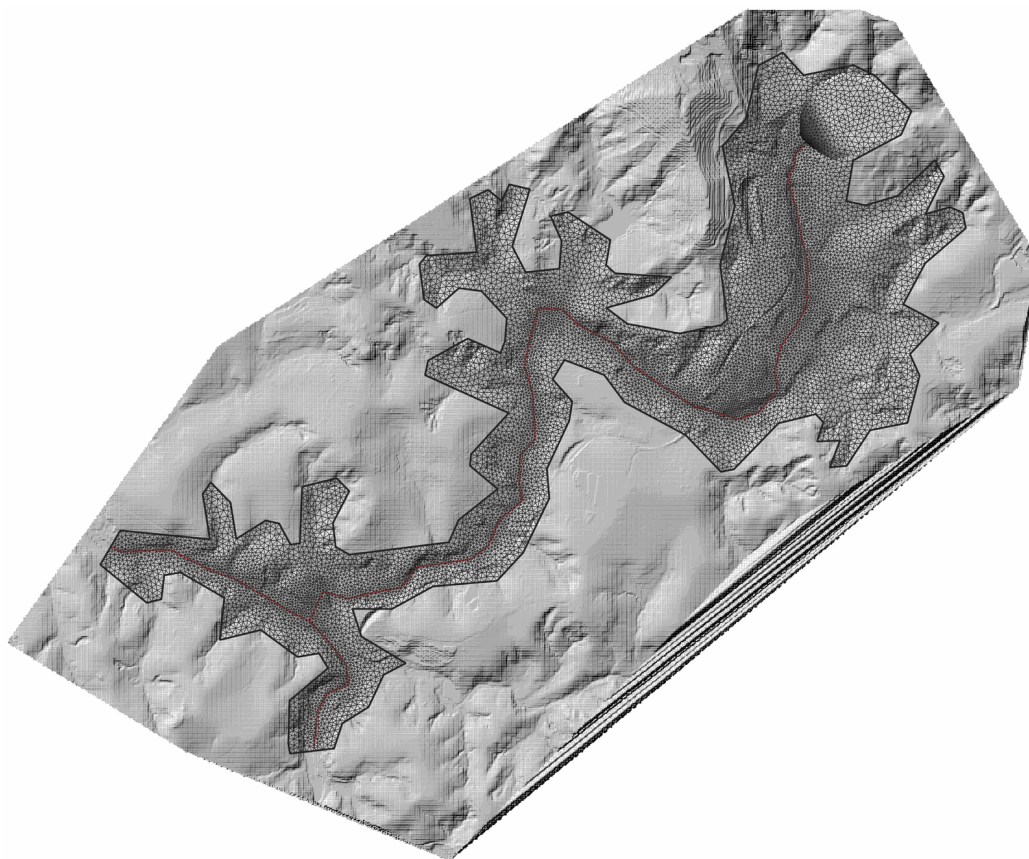


Figura 13.2 – Malla triangular generada para el tutorial de falla de presa de relaves.

13.6 Configurar las condiciones de borde

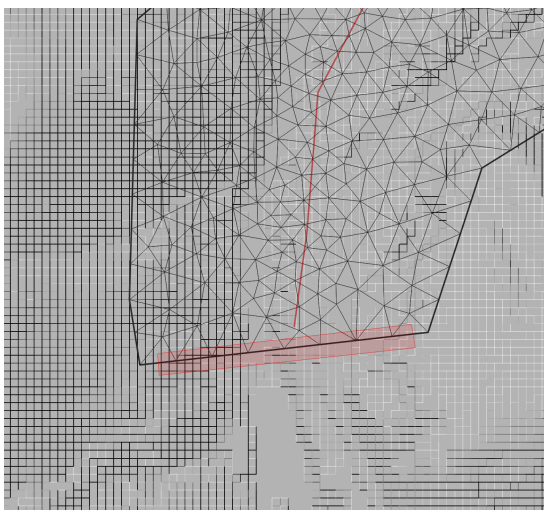
Aquí se explica cómo introducir las condiciones de borde necesarias en las secciones de entrada o salida del área del modelo donde el flujo puede entrar o salir de la malla. En este tutorial se utilizará una condición de entrada y una de salida.

Primero, introduzca la condición de borde de entrada imponiendo un hidrograma (caudal frente al tiempo).

1. Seleccione la capa *BoundaryConditions* en el panel de capas.



2. Haga clic en el botón *Toggle Editing* para agregar los polígonos que indicarán los segmentos de borde abiertos donde se imponen las condiciones de entrada y salida. Dibuje un polígono en el extremo inferior de la malla como se indica en la figura:

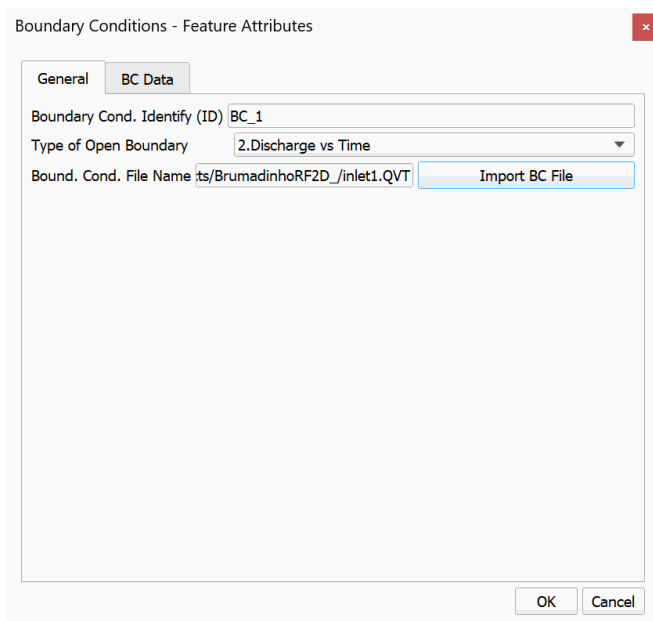


Polígono que cubre los nodos que definen el segmento de condición de borde de entrada.

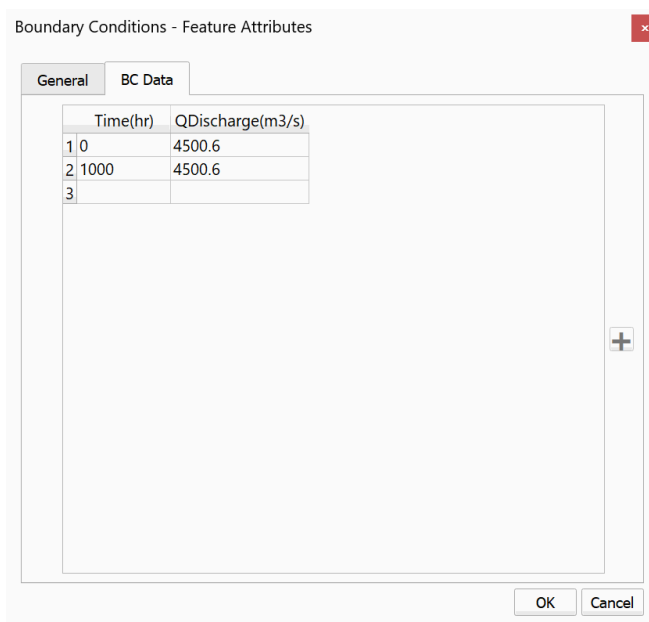
3. Para terminar el polígono, haga clic derecho en la ubicación deseada. Se muestra una ventana para ingresar los atributos del polígono recién creado.

La forma exacta del polígono no es importante. Solo asegúrese de que el polígono cubra la longitud del segmento donde desea imponer la condición. Todas las celdas dentro de ese polígono serán celdas de borde abierto.

4. En *Boundary Cond. ID* ingrese el nombre deseado o deje el valor por defecto.
5. Seleccione *2. Discharge vs. Time* de la lista *Type of Open Boundary*.
6. Haga clic en el botón *Import BC File* y busque el archivo de hidrograma 'inlet1.QVT' como se muestra abajo:



Parámetros de la condición de borde de entrada.



Hidrograma cargado desde el archivo 'inlet1.QVT'.

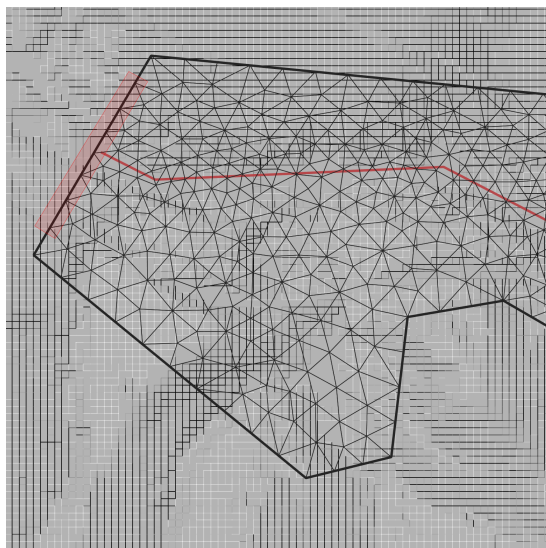
7. Haga clic en *OK* para cerrar el diálogo y luego haga clic en *Save Layer Edits*



Todos los archivos de condiciones de borde, como 'inlet1.QVT' en este tutorial, deben estar en el mismo directorio que los demás archivos del proyecto.

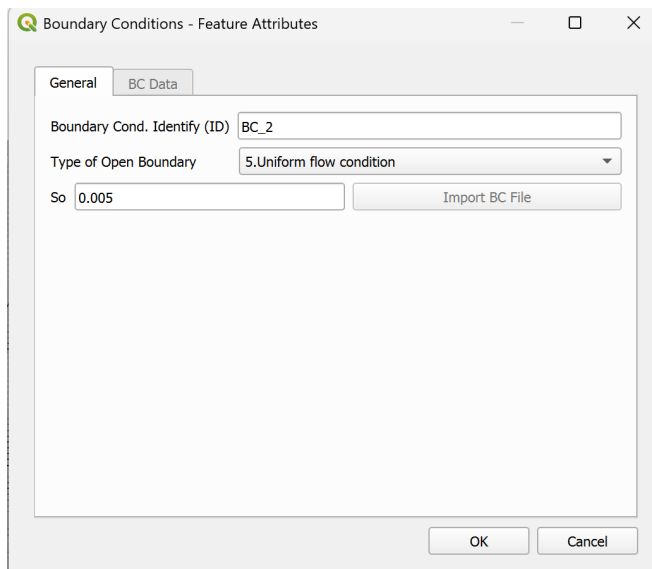
Ahora ingresaremos una condición de salida libre donde el fluido podrá salir de la malla.

1. Haga clic en la herramienta *Add Polygon Feature* . Proceda a delinear el contorno del polígono haciendo clic en los vértices con el botón izquierdo del ratón. Dibuje el polígono que define el área de borde de salida en el extremo aguas abajo del río como se muestra:



Polígono que define el segmento de condición de borde de salida.

- Haga clic derecho para cerrar el polígono. Aparecerá una ventana de diálogo para ingresar los parámetros. Seleccione el tipo de condición *Uniform flow condition* y establezca *So* en 0.005. El diálogo debe verse así:



Parámetros para la condición de borde abierta de salida libre.

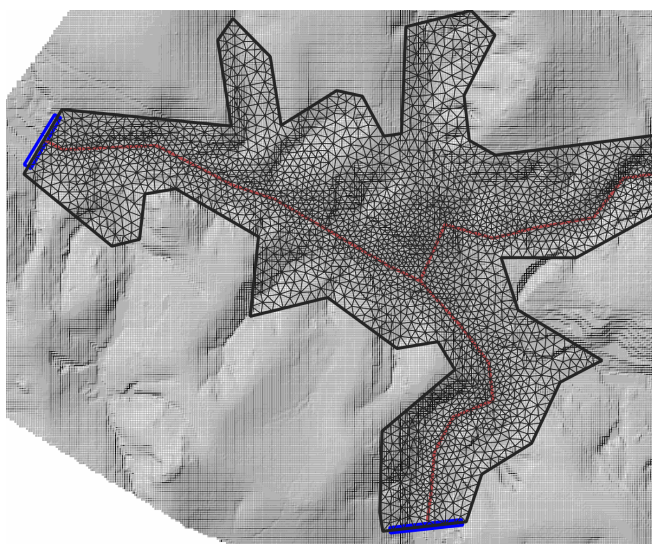
- Guarde los cambios hechos en la capa haciendo clic en el botón *Save Layer Edits*



- Desactive el modo de edición haciendo clic en el botón *Toggle Editing*



La figura siguiente muestra cómo debe verse la capa *BoundaryConditions*:



Polígonos que definen las condiciones de borde de entrada y salida.

13.7 Asignar n de Manning

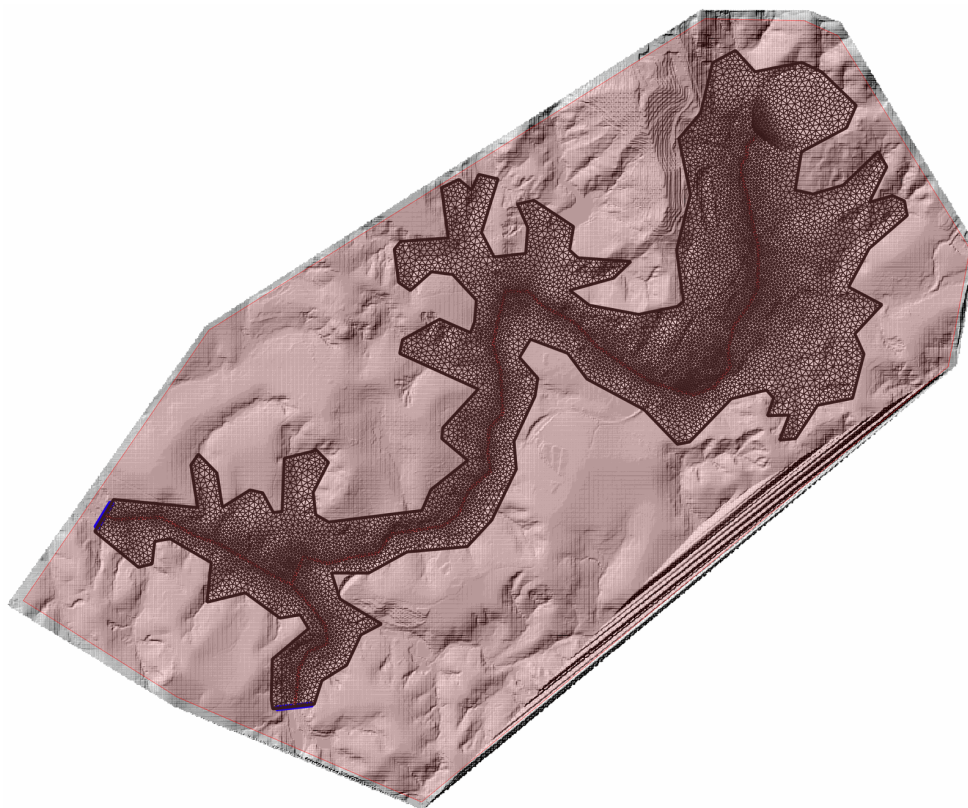
El n de Manning es el parámetro que determina la rugosidad del lecho. El modelo requiere que todas las celdas del área del modelo tengan un n definido. En una aplicación real deberíamos tener valores de n que varíen a través de la malla, ya que la vegetación y las características del terreno tendrán rugosidades diferentes. Sin embargo, por simplicidad, en este tutorial asumiremos un solo n .



1. Seleccione la capa *Manning N* y haga clic en el botón *Toggle Editing*

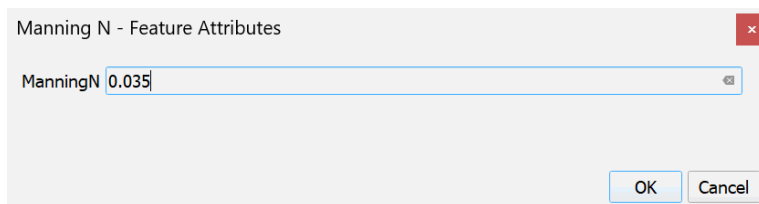


2. Haga clic en *Add Polygon Feature* para dibujar un polígono que cubra todo el dominio. El polígono puede extenderse más allá del área de la malla, como se muestra:



Capa Manning N.

3. Cierre el polígono haciendo clic derecho en el vértice final e ingrese un n de Manning igual a 0.035:



Diálogo para ingresar ManningN.

4. Haga clic en *Save Layer Edits* , y luego haga clic en el botón *Toggle Editing*  para desactivar el modo de edición.

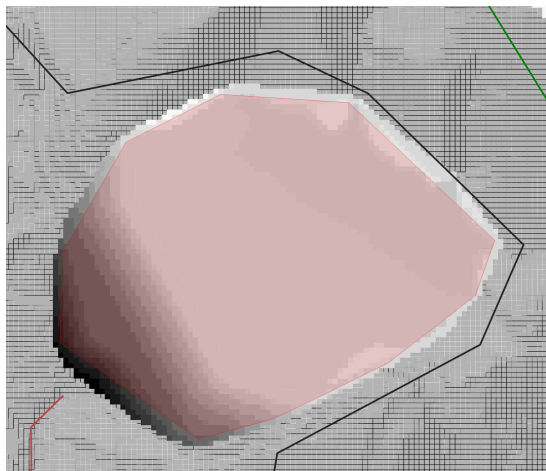
13.8 Proveer las concentraciones iniciales para el material de relaves

El modelo HydroBID Flood MT permite definir concentraciones iniciales de volumen que varían en el espacio. Para que el modelo asigne este estado inicial, se deben dibujar uno o más polígonos sobre el ráster de relaves o el polígono de elevación inicial de la superficie del agua. Luego, a este polígono se le asigna un atributo de tabla de datos que proporciona las concentraciones para cada clase de sedimento.

1. Seleccione la capa *InitialConcentrations* en *Layers* y haga clic en el botón *Toggle Editing*



2. Haga clic en el botón *Add Polygon Feature*  y dibuje el polígono, manteniéndose dentro de los bordes del ráster *RasterDAM10*:



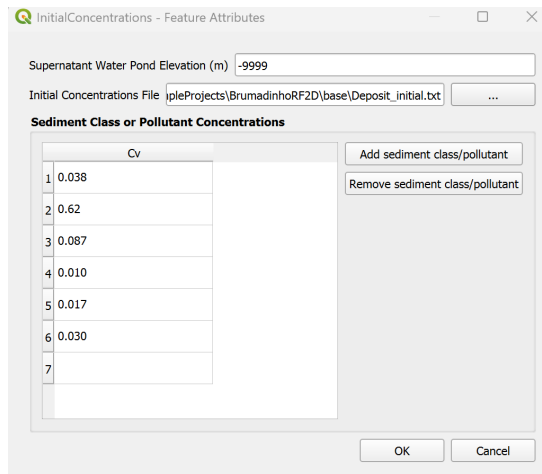
Polígono de concentraciones iniciales.

3. Aparecerá un diálogo *InitialConcentrations - Feature Attributes*. En la línea *Initial Concentra-*



tions File haga clic en el botón para seleccionar el archivo 'Deposit_Initial.txt' desde la carpeta del proyecto '\\ExampleProjects\\BrumadinhoHBF\\base\\' y luego haga clic en *OK*.

4. El diálogo debe verse así:



Diálogo Initial Concentrations - Feature Attributes.

5. Guarde los cambios hechos en la capa haciendo clic en el botón *Save Layer Edits*



6. Haga clic en el botón *Toggle Editing* para desactivar el modo de edición.

Guarde el proyecto QGIS usando el botón *Save Project* o el menú *Project*. Nombre el archivo del proyecto 'Brumadinho.qgs'.

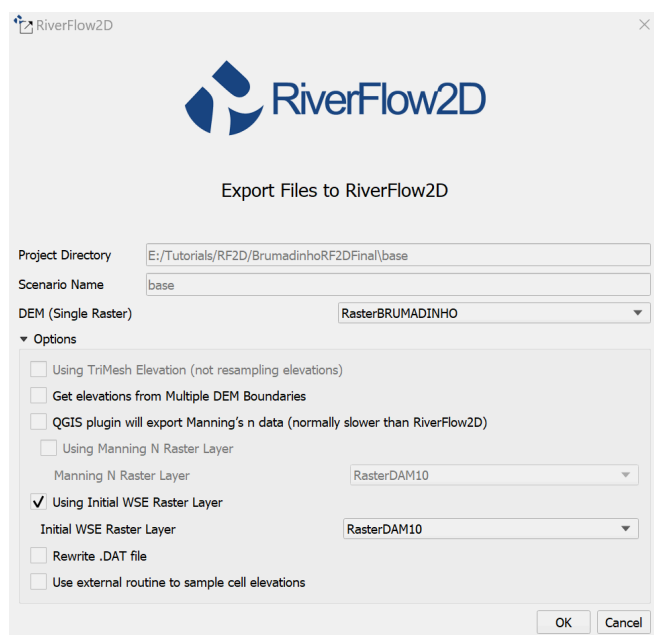
13.9 Exportar el proyecto de QGIS a HydroBID Flood

Una vez creadas las capas con los datos de entrada del modelo, exporte los archivos requeridos para ejecutar HydroBID Flood.

1. En la barra de herramientas del complemento HydroBID Flood, haga clic en el botón *Export files for HydroBID Flood* y seleccione *Export HydroBID Flood ...*
2. En el cuadro de diálogo de exportación indique el *Project Name*, *Brumadinho* en este tutorial.
3. En el menú desplegable para *DEM Single Raster* seleccione *RasterBRUMADINHO*

4. Haga clic en la flecha *Options* para ver los parámetros adicionales de la exportación.
5. En *DEM (Single Raster)* asegúrese de que *RasterBRUMADINHO* esté seleccionado en el menú desplegable.
6. Haga clic para habilitar la casilla *Using Initial WSE Raster Layer*, luego en el menú desplegable seleccione *RasterDAM10* como su capa *InitialWSE*.

Su cuadro de diálogo *Export HydroBID Flood* debe verse así:



Parámetros del diálogo de exportación a HydroBID Flood.

7. Haga clic en *OK*.

En Hydronia2DMS versión 10 y posteriores, después de exportar aparece el diálogo *Open DIP*. *QGIS DIP* está seleccionado de forma predeterminada; haga clic en [OK] para abrirlo dentro de QGIS. Para consultar la alternativa independiente histórica, expanda *More options*, seleccione *Classic DIP* y haga clic en [OK].

![Diálogo Open DIP con QGIS DIP seleccionado de forma predeterminada y More options expand

13.10 Configurar los parámetros finales del modelo en el Hydronia Data Input Program (DIP).

Una vez creados los archivos del modelo, Hydronia Data Input Program aparecerá automáticamente con el archivo principal de datos de control cargado; en este caso: 'Brumadinho.DAT'.

13.10.1 Panel de datos de control

Los siguientes parámetros deben cambiarse como se indica:

1. En el panel *Control Data*, dentro de la sección *Time control data*, establezca *Output interval (hrs.)*: en 0.01.
2. En la sección *Modules*, haga clic en el botón de opción *Mud/Tailings Flow*.
Opcional Si tiene una tarjeta gráfica nVidia instalada, puede habilitar *HydroBID Flood GPU* en la sección *Model Selection* para acelerar la simulación.

El panel *Control Data* debe verse así:

![Panel de datos de control de QGIS DIP para el tutorial de relaves de Brumadinho.] (

El siguiente panel de Classic DIP se conserva como referencia de los valores heredados:

![Ventana de Hydronia Data Input Program en Classic DIP heredado con parámetros de C

3. Haga clic en *Save .DAT*. Vuelva a hacer clic en *Save* en el cuadro de diálogo y seleccione *Yes* para reemplazar el archivo existente.

13.10.2 Panel Mud/Tailings Flow

El módulo *Mud/Tailings Flow* debe configurarse con las propiedades de los relaves y otros parámetros reológicos:

1. Haga clic en *Mud/Tailings Flow* en el panel izquierdo para activarlo.
2. En el panel *Mud/Tailings Flow*, haga clic en *Open .MUD*.
3. Aparecerá un diálogo que solicitará un archivo con extensión '.MUD'. Busque 'ExampleProjects\BrumadinhoHBF\base\brumDam.MUD' y haga clic en *Open*.

El panel cambiará la mayoría de los parámetros; se habilitará *Variable properties-Erosion-Deposition Model* y se cargarán seis clases de sedimentos. Los parámetros cargados deben guardarse con el mismo nombre del proyecto para que el modelo los utilice durante la ejecución.

4. Haga clic en *Save .MUD*. El nombre del escenario 'base.MUD' ya debe estar configurado; haga clic en *Save*.

El panel *Mud/Tailings Flow* debe verse así:

![Panel Mud/ Tailings Flow de QGIS DIP para el tutorial de Brumadinho.] (.../.../ hydr

El siguiente panel de Classic DIP se conserva como referencia de los valores heredados:

![Ventana de Hydronia Data Input Program en Classic DIP heredado con parámetros de M

Proporcionar los datos de viscosidad y esfuerzo de cedencia

Al usar el *Variable properties-Erosion-Deposition Model*, copie los archivos prepara

Actualizar el archivo de condición de borde de entrada

Es fundamental actualizar el archivo *Open Boundary Conditions* con columnas adicionales p

5. Haga clic en *Open Boundary Conditions* bajo *Components* en el panel lateral de Hydro

6. Haga clic en la celda de la primera tabla que contiene la variable 'inlet1.QVT':

! [Sección que contiene la tabla con las condiciones de borde definidas para esta ejecución

Al hacer clic en la celda, aparecerá un cuadro de diálogo para actualizar automáticamente

! [Diálogo para corregir automáticamente el archivo de condiciones de borde.] (.../.../hydr

7. Haga clic en *Yes* para actualizar el archivo 'inlet1.QVT'. Puede verificar el contenido

! [Contenido del archivo Inlet1.QVT actualizado.] (.../.../hydrobid-flood/tutorials/img/brun

13.11 Ejecutar el modelo

La simulación está lista para ejecutarse:

1. Haga clic en *Control Data* en el panel lateral del DIP y luego en *Run HydroBID Flood*.
2. El DIP solicitará guardar los cambios del archivo .DAT; haga clic en *No*.

La última ventana mostrará el estado de la ejecución:

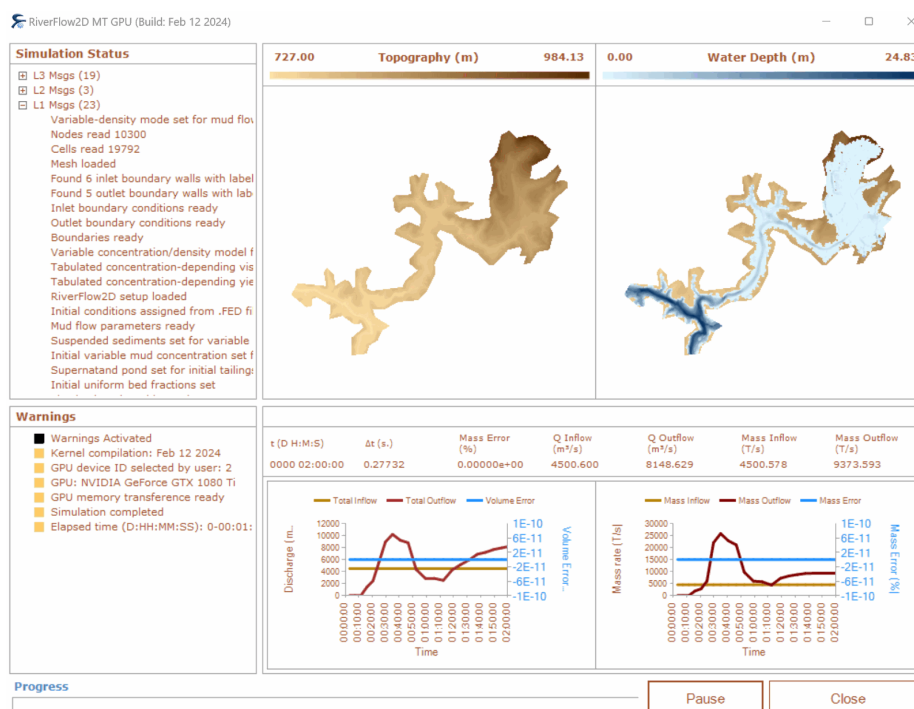


Figura 13.3 – Ventana de ejecución del modelo HydroBID Flood.

3. Haga clic en *Close* y deje que el programa termine de escribir los archivos de salida restantes.

13.12 Generar mapas para el módulo Mud/Tailings Flow

Una vez finalizada la ejecución, puede crear mapas para distintas salidas.

1. En QGIS, en la barra de herramientas del complemento HydroBID Flood, abra el menú *Results vs Time Maps* y seleccione *Concentrations and Properties vs Time Maps*.

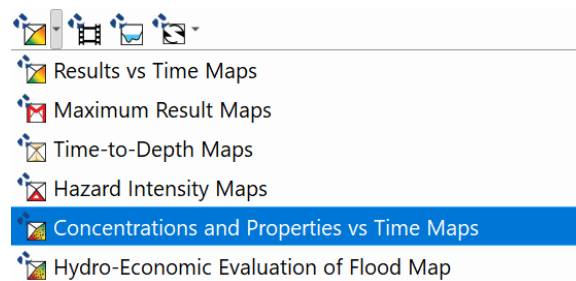
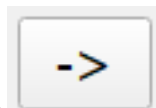


Figura 13.4 – Botón Concentrations and Properties vs Time en la barra de herramientas del complemento HydroBID Flood.

La ventana permite seleccionar mapas por clase de sedimento, etiquetados como *Conc_#* en la subsección *Maps*.

2. Seleccione un mapa y un tiempo de salida.



3. Haga clic en el botón *Right Arrow* para mover la selección a *Output Maps*.

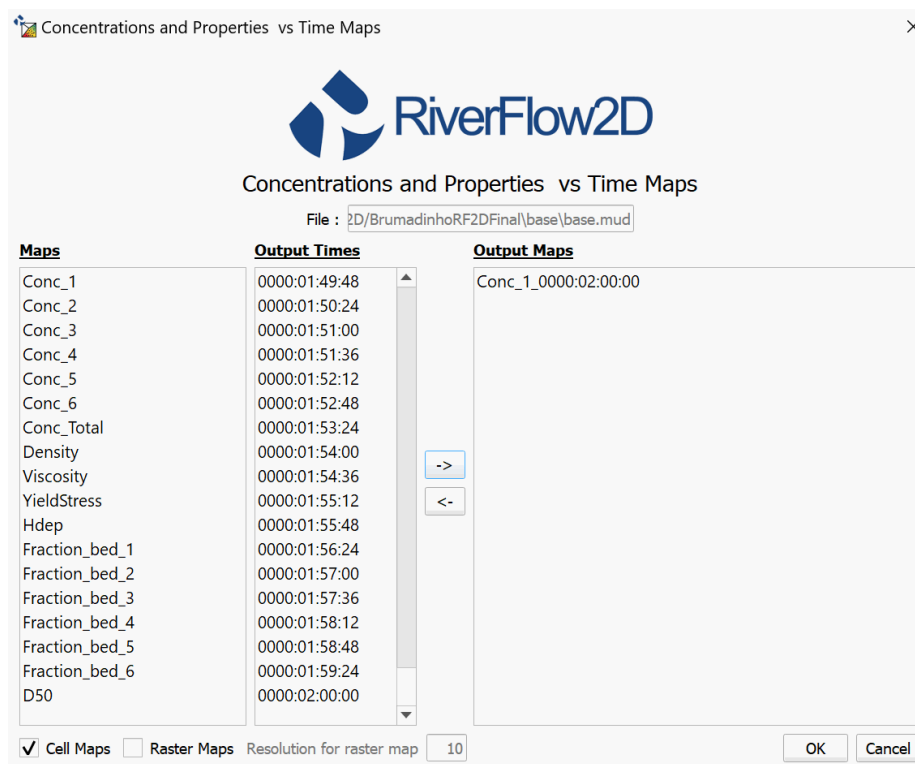


Figura 13.5 – Ventana Concentrations and Properties vs Time Maps.

- Haga clic en [OK] para generar los mapas. El panel *Layers* mostrará el grupo *OUTPUT RESULTS*.

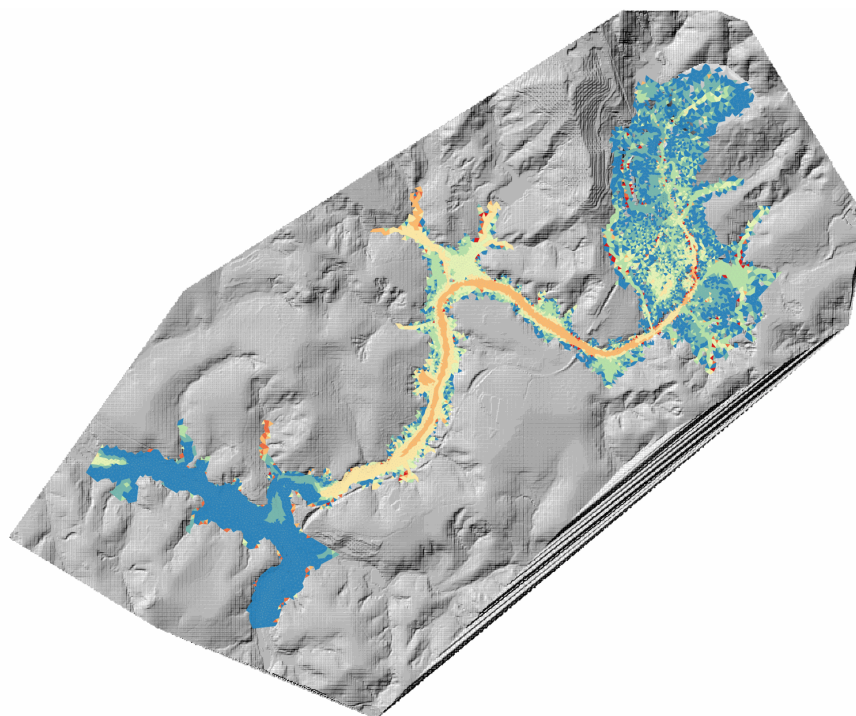


Figura 13.6 – Mapa de resultados de Conc_1 a la hora 2.

Repita estos pasos para las concentraciones que necesite.

13.13 Generar animaciones para el módulo Mud/Tailings Flow

Una animación puede ilustrar el flujo de lodos y relaves a lo largo del tiempo.

En el menú *Project* de QGIS, haga clic en *Save* para guardar el proyecto en el mismo directorio elegido al crear el proyecto. Esto es necesario para que funcione el panel *Animations*.

1. Active el panel *Animations* en la barra de herramientas del complemento HydroBID Flood



Aparecerá un panel debajo del panel *Layers*.

2. En *Select layer*, seleccione *Mud/Tailings Flow*.
3. Haga clic en *Add Layer*. Aparecerá un diálogo para elegir la animación:

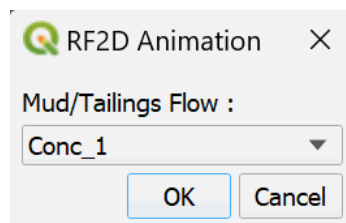


Figura 13.7 – Ventana de diálogo de animación HBF.

4. Seleccione una salida y haga clic en [OK]. Elija el rango de salida y vuelva a hacer clic en [OK].

Una barra de estado mostrará el progreso; cuando termine, la capa de animación aparecerá debajo de la barra.

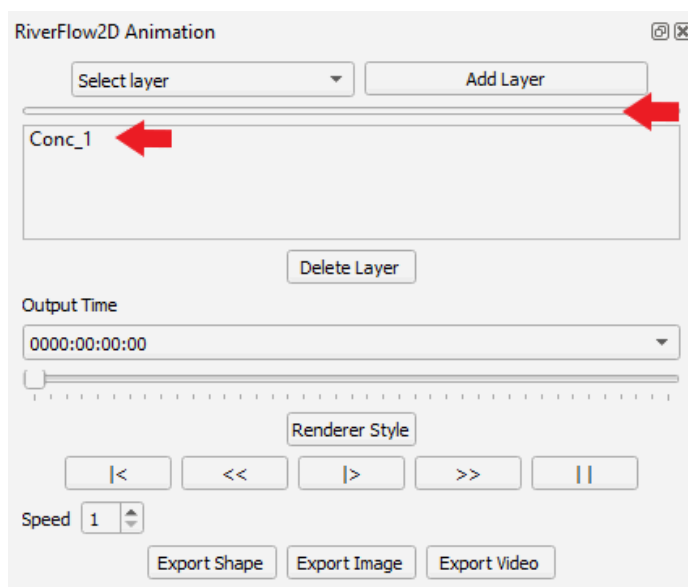
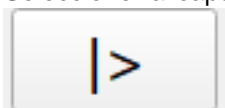


Figura 13.8 – Panel de animación HBF que indica la barra de estado y la capa de animación generada.

5. Mueva el grupo *ANIMATION* sobre las capas ráster para que la animación sea visible.
6. Seleccione la capa generada en el panel *HydroBID Flood Animation* y haga clic en *Play*



para ver la animación.

Repita estos pasos para crear animaciones de las concentraciones que necesite.

Esto concluye el tutorial para simular fallas de presas de relaves con el módulo *Mud/Tailings Flow* de HydroBID Flood.

Estado del borrador: traducción de trabajo reconciliada con el Markdown inglés v10 de HydroBID Flood. No se localizó una fuente española legada específica de HydroBID Flood; las capturas de pantalla con texto visible permanecen sin revisar y requieren captura o aprobación en español.

Tareas pendientes: completar la revisión lingüística, validar las etiquetas de interfaz conservadas en inglés y aprobar las capturas antes de publicar.

14 | Simular el transporte de contaminantes

HydroBID Flood contiene el módulo *Pollutant Transport*, que simula el movimiento y la transformación de contaminantes en un cuerpo de agua. Puede tener en cuenta diversos procesos que afectan al destino de los contaminantes, como:

- Transporte de sustancias disueltas (Solutes)
- Advección-dispersión-reacción
- Análisis térmico
- Degradación con el tiempo
- Múltiples contaminantes
- Tasas de reacción entre contaminantes

En este tutorial recorreremos paso a paso el proceso de creación de un escenario sencillo con contaminantes en el río Magdalena, en Colombia, para mostrar cómo se utiliza el modelo en este tipo de casos. En este tutorial:

1. Abriremos un proyecto existente de HydroBID Flood.
2. Crearemos un escenario para un solo contaminante.
3. Crearemos una capa *Initial Concentrations*.
4. Introduciremos los datos del contaminante.
5. Generaremos la malla y exportaremos los archivos a HydroBID Flood.
6. Ejecutaremos el modelo HydroBID Flood.
7. Revisaremos los archivos de salida.

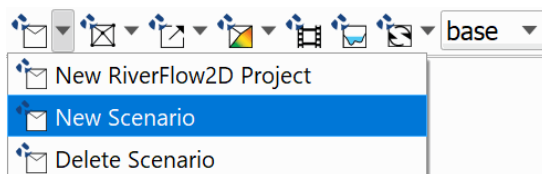
Los archivos necesarios para seguir este tutorial se pueden extraer del archivo zip 'ExampleProjects', dentro de la carpeta 'SimulatingPollutants'. Este archivo zip se descarga por separado de los materiales de instalación.

Consulte el *HydroBID Flood Reference Manual* para conocer especificaciones y requisitos adicionales para ejecutar el modelo *Pollutant Transport*.

14.1 Crear un escenario para modelar un solo contaminante como condición inicial

Hay varias capas relacionadas con la introducción de contaminantes en las áreas de interés, según las condiciones que se simularán. En esta sección crearemos un escenario llamado SinglePollutant que mostrará un contaminante existente, ya presente inicialmente y que forma parte de la descarga del río. El cuerpo de agua utilizará una capa *Initial Concentrations* para establecer la concentración deseada del mismo contaminante presente.

1. En QGIS, en el menú *File*, haga clic en *Open*. Busque la carpeta del tutorial, seleccione el proyecto 'SimulatingPollutants.qgz' y haga clic en [OK].
2. En la barra de herramientas de HydroBID Flood, haga clic en el botón New Project y seleccione *New Scenario*:



Ubicación del botón New Scenario.

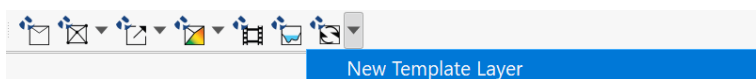
3. Escriba "SinglePollutant", sin comillas, como nombre del nuevo escenario. Se creará una copia del proyecto actual y se conservará en una subcarpeta independiente llamada "Single-Pollutant".



Ventana de diálogo de entrada de New Scenario.

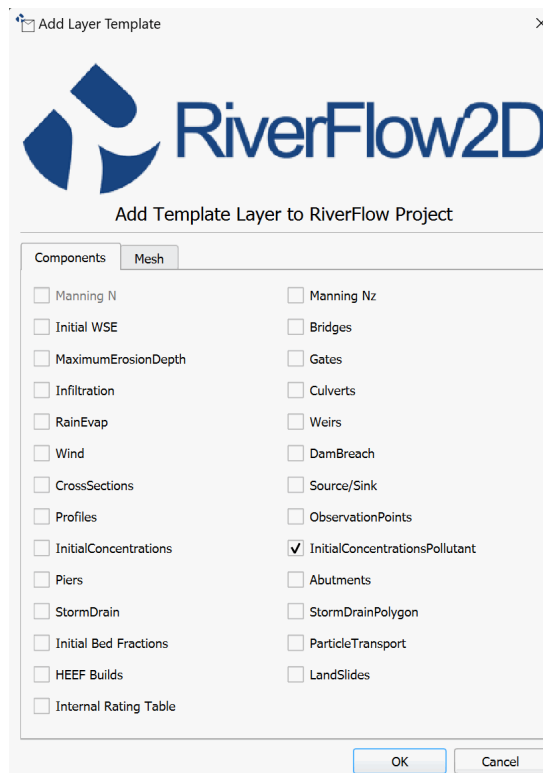
14.2 Crear una capa Initial Concentrations

1. En la barra de herramientas de HydroBID Flood, haga clic en el botón desplegable de herramientas *HB* y haga clic en *New Template Layer*:



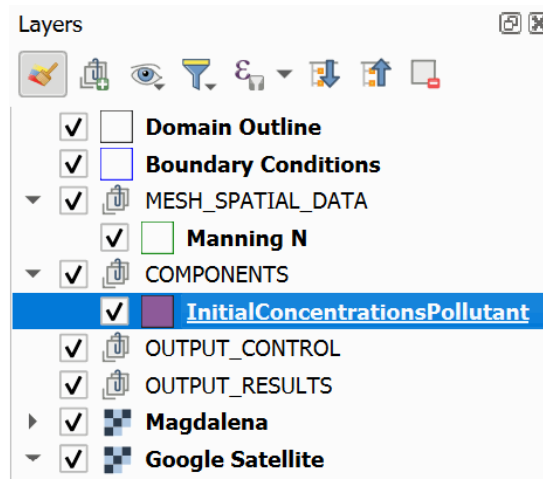
Ubicación del botón New Template Layer.

- En el diálogo *Add Layer Template*, seleccione la casilla *InitialConcentrationsPollutant* y haga clic en [OK].



Ventana Add Layer Template con InitialConcentrationsPollutant seleccionado.

Debería aparecer una nueva capa en el panel *Layers* del lado izquierdo:



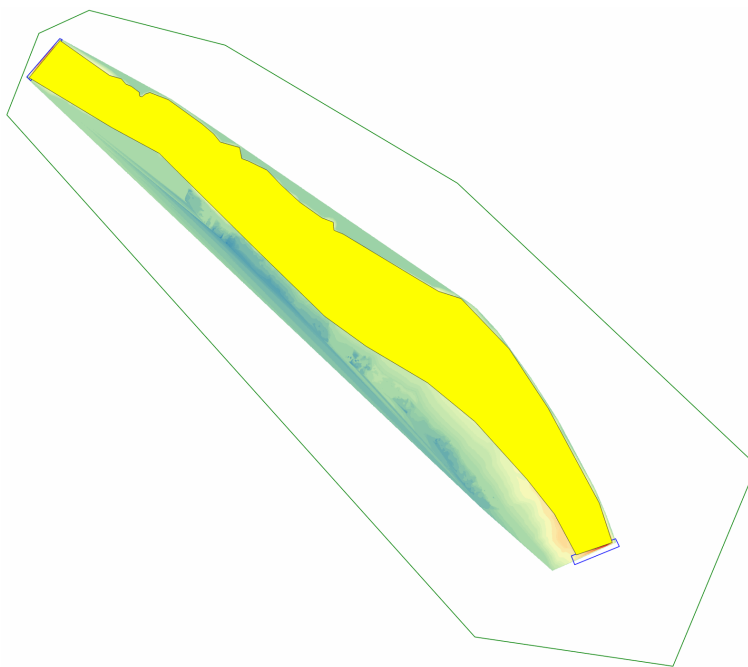
Panel Layers con InitialConcentrationsPollutant seleccionado.

Debemos crear un polígono en la capa *Initial Concentrations* que cubra todo el río. Podemos utilizar la capa *Domain Outline* y copiar el mismo polígono en la capa recién creada.

- Selecione la capa *Domain Outline* en el panel *Layers*.



4. Haga clic en el botón *Select Feature by Area or Single Click* y luego haga clic dentro del polígono *Domain Outline* en el área del mapa para resaltarlo:



Área del mapa con Initial Concentrations seleccionado.



5. Haga clic en el botón *Copy Features* de la barra de herramientas de QGIS.

6. Seleccione la capa *Initial Concentrations* en el panel *Layers* y haga clic en el botón *Toggle*



Editing para poner la capa en modo de edición.



7. Haga clic en el botón *Paste Features*.

14.3 Introducir los datos del contaminante

1. Haga clic derecho en la capa *InitialConcentrationsPollutant* del panel *Layers* y seleccione *Open Attribute Table*.
2. En la ventana de entidades *InitialConcentrationsPollutant*, haga clic en el botón [Browse] del campo *Initial Concen*.
3. En la carpeta del proyecto, busque y seleccione 'InitialConcentration.txt', cópielo, vuelva a la carpeta principal del proyecto y busque la carpeta *SinglePollutant* para pegarlo allí. Haga clic

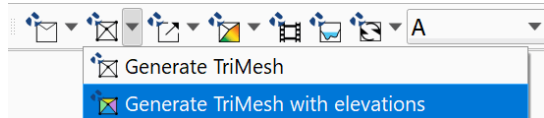
de nuevo en el archivo y haga clic en [Open].

4. Cierre la ventana de diálogo de entidades *InitialConcentrationsPollutant*.

5. Haga clic en el botón *Save Layer Edits*  y luego en el botón *Toggle Editing* .

14.4 Generar la malla y exportar a HydroBID Flood

1. Genere la malla haciendo clic en el botón *Generate TriMesh with elevations*  del menú *Generate TriMesh*:



Ubicación del menú Generate Trimesh with Elevations.

Asegúrese de que el DEM “Magdalena” esté seleccionado en la lista desplegable *Raster Layer List*.

2. Exporte el proyecto a HydroBID Flood haciendo clic en el botón *Export HydroBID Flood* de la barra de herramientas de HydroBID Flood.
3. Aparecerá el diálogo *Export Files to HydroBID Flood*. Deje todos los parámetros como están y haga clic en [OK].



Ventana de diálogo Export Files to HydroBID Flood.

En la versión 10 y posteriores de Hydronia2DMS, después de la exportación aparece el diálogo *Open DIP*. *QGIS DIP* está seleccionado de forma predeterminada; haga clic en *OK* para abrirlo dentro de QGIS. Para consultar la alternativa independiente histórica, expanda *More options*, seleccione *Classic DIP* y haga clic en *OK*.

To run the simulation select the Data Input Program (DIP) to launch the 2D model:

QGIS DIP

▼ More options

Classic DIP

☐ **Run both & compare**

Both **Classic** & **QGIS**. In parallel and compare

Both **Classic** & **QGIS**. Sequentially (one after the other) and compare

Run name:

Becomes the folder name under `_comparisons/` in the project dir.

Fastest for this project's model selection (CPU): **In parallel** — CPU runs have no VRAM limit and can overlap.

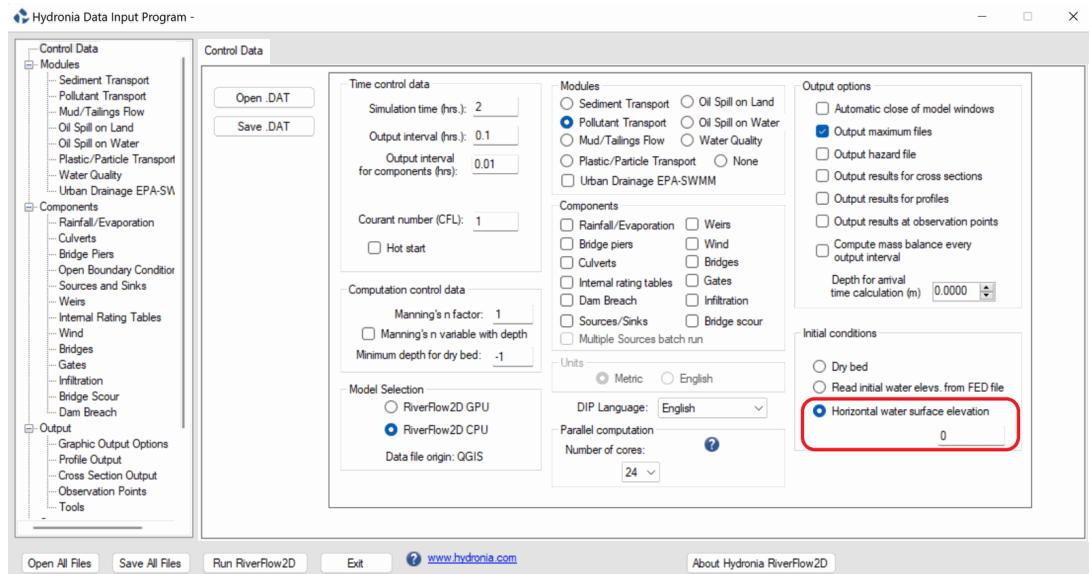
Diálogo Open DIP con QGIS DIP seleccionado de forma predeterminada y More options expandido con Classic DIP. Se muestra el nombre de la ejecución de ejemplo.

Queremos iniciar el modelo con un cuerpo de agua presente en el canal del río. Como esta área está por debajo del nivel del mar, estableceremos una elevación horizontal de la superficie del agua para proporcionar agua por debajo de ese nivel en el DIP.

4. Se abrirá el *Hydronia Data Input Program*. En *Modules*, seleccione el botón radial *Pollutant Transport*. En la sección *Initial conditions*, seleccione el botón radial *Horizontal water surface elevation*, déjelo en 0 y haga clic en *Pollutant Transport* en el panel izquierdo:

Panel QGIS DIP Control Data del escenario de un solo contaminante.

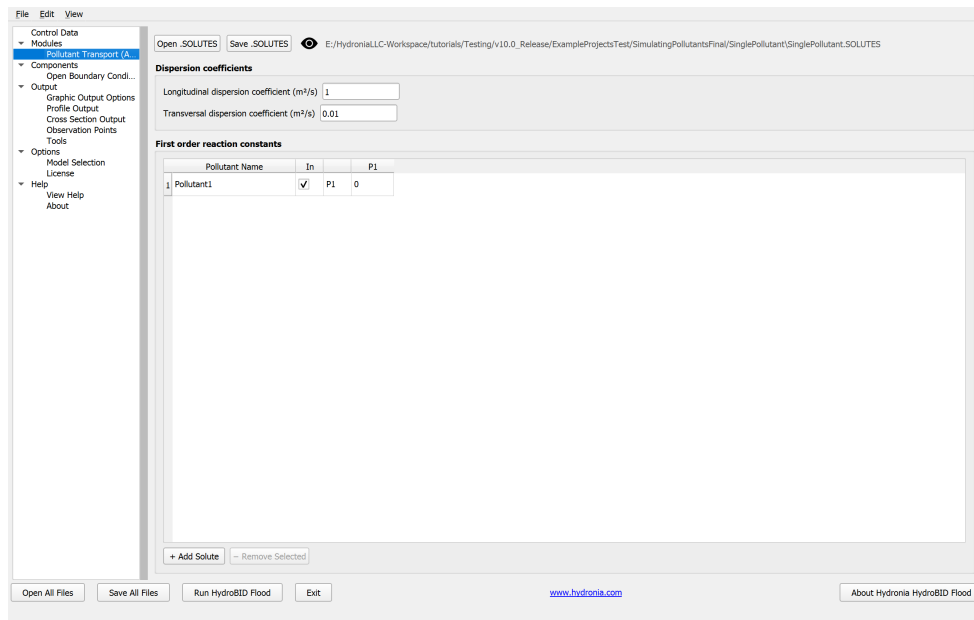
El siguiente panel de Classic DIP se conserva como referencia de los valores heredados:



Ventana de diálogo heredada de Classic DIP Hydrionia Data Input Program.

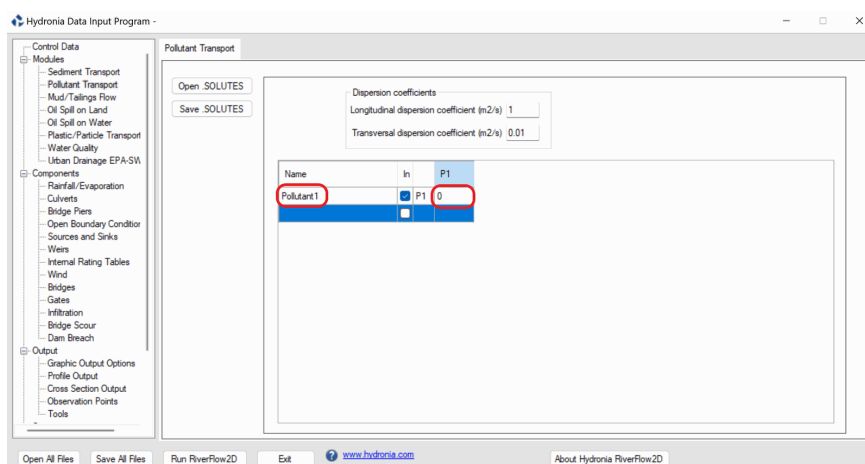
- En la sección *Name*, haga doble clic en la celda vacía y escriba *Pollutant1*; luego establezca en 0 el valor de la columna *P1* para la fila.

El panel *Pollutant Transport* permite controlar los coeficientes de dispersión de todos los contaminantes y definir la tasa de degradación de cada uno. Establezca la tasa de degradación en 0 y deje el resto de los valores predeterminados.



Panel QGIS DIP Pollutant Transport del escenario de un solo contaminante.

El siguiente panel de Classic DIP se conserva como referencia de los valores heredados:



Panel Pollutant Transport de Classic DIP heredado.

- Haga clic en el botón [Save .SOLUTES]; utilizará el nombre del escenario 'A.SOLUTES'. Haga clic en [OK] para guardar el archivo.

14.5 Revisar el panel de condiciones de frontera para la entrada de contaminantes

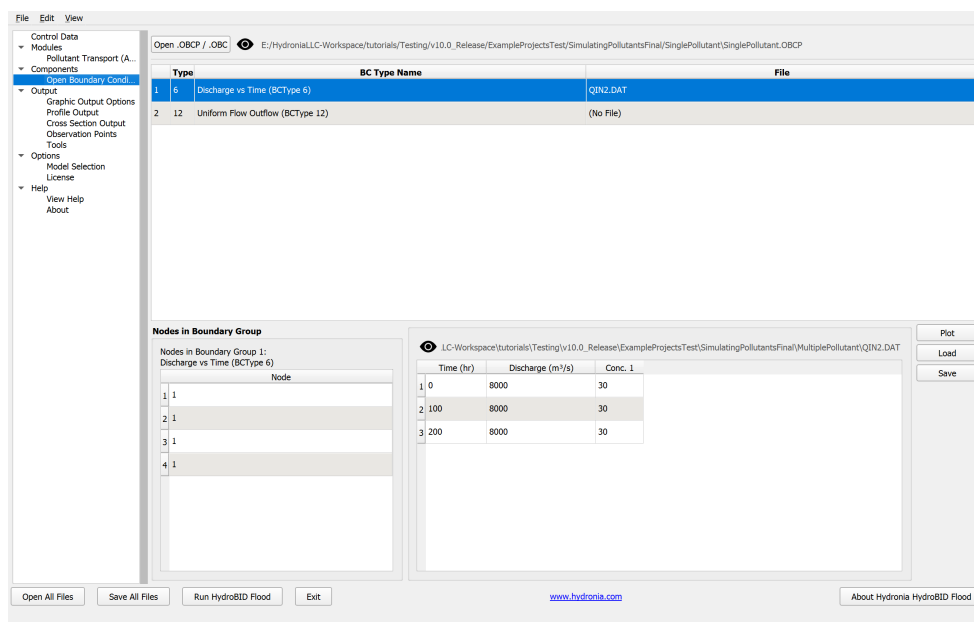
El contaminante especificado llegará mediante la condición de frontera de entrada presente en los archivos base del tutorial.

Nota

Las unidades de concentración del contaminante son arbitrarias. Se puede usar concentración volumétrica Cv (fracción de 1), mg/l, ppt, ppm o cualquier otra unidad adecuada, siempre que las condiciones de frontera de entrada sean consistentes.

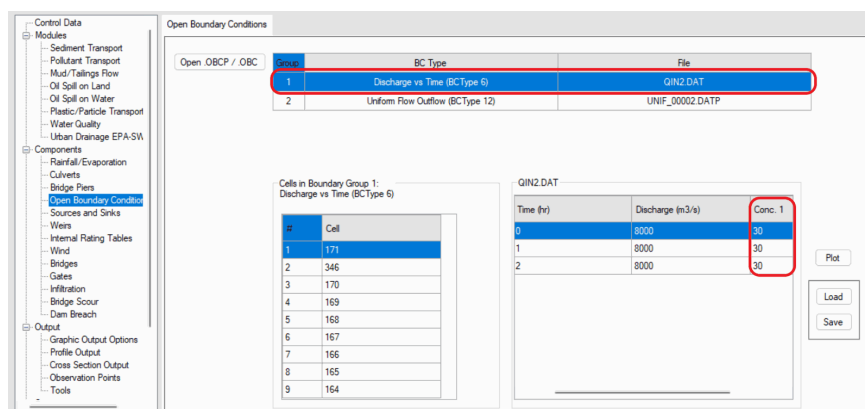
Se puede consultar el archivo de condiciones de frontera para ver la columna adicional requerida y observar la columna adicional presente en el archivo 'QIN2.DAT':

- Haga clic en el panel *Open Boundary Conditions* del lado izquierdo.



Panel QGIS DIP Open Boundary Conditions para la entrada de contaminantes.

El siguiente panel de Classic DIP se conserva como referencia de los valores heredados:



Panel de condiciones de frontera de Classic DIP heredado.

2. Vuelva al panel *Control Data* y haga clic en [Save .DAT]. Reemplace el archivo existente 'SinglePollutant.dat' para guardar los cambios realizados anteriormente.
3. Haga clic en [Run HydroBID Flood] para ejecutar el modelo.

14.6 Revisar los archivos de salida

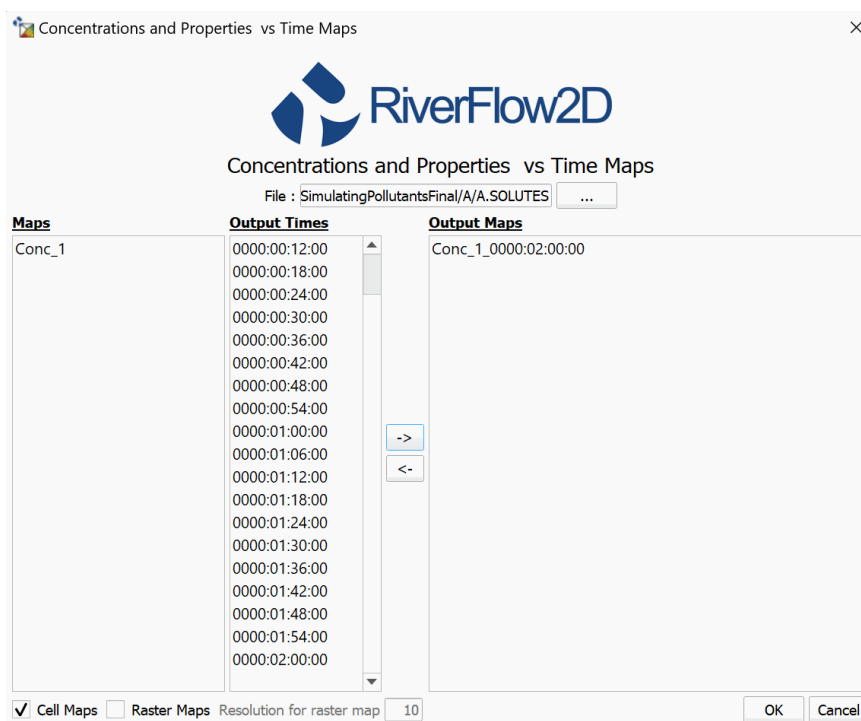
Los mapas de salida de contaminantes mostrarán las concentraciones en el dominio del modelo. Usaremos la herramienta *Concentrations and Properties vs. Time Maps* para generarlos.



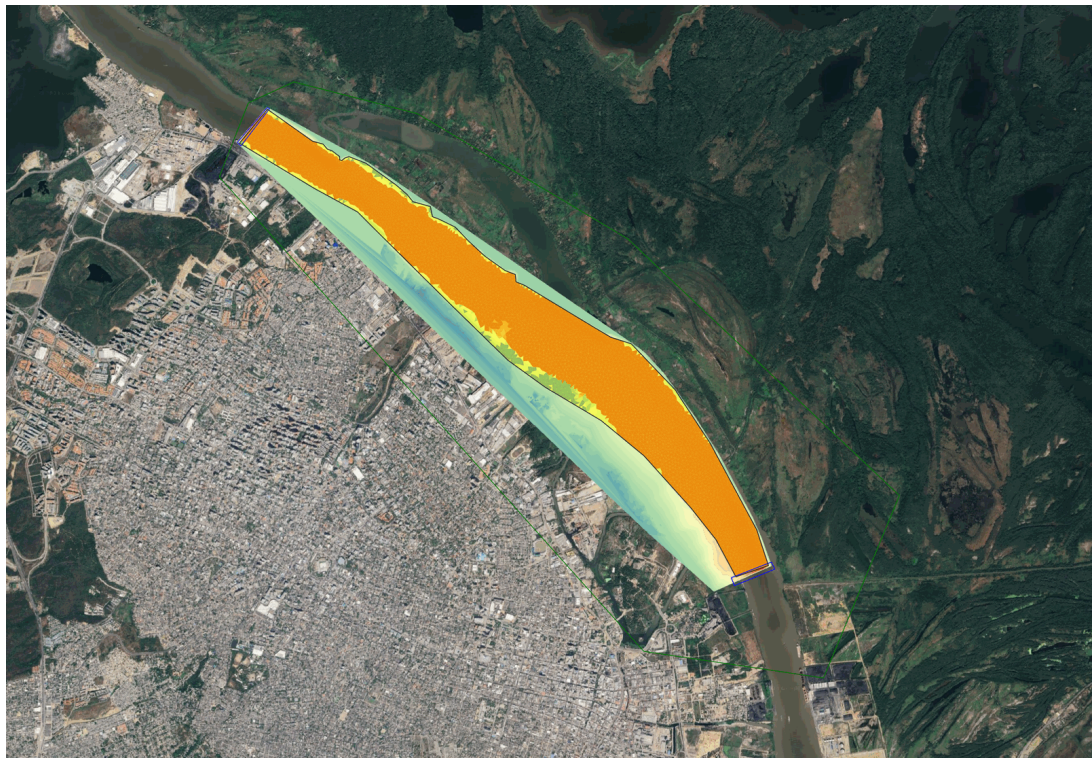
1. En QGIS, haga clic en el botón y seleccione *Concentrations and Properties*

vs. *Time Maps*.

2. En la ventana de diálogo *Concentrations and Properties vs. Time Maps*, haga clic en el botón [. . .], seleccione el archivo 'A.SOLUTES' y haga clic en [OK].
3. Seleccione *Conc_1* en *Maps* y luego el último tiempo de salida; haga clic en el botón de flecha derecha para realizar la selección. También puede mantener presionada la tecla Control y seleccionar varios tiempos de salida. Haga clic en [OK] cuando esté listo.



Ventana de diálogo Concentrations and Properties vs Time Maps.

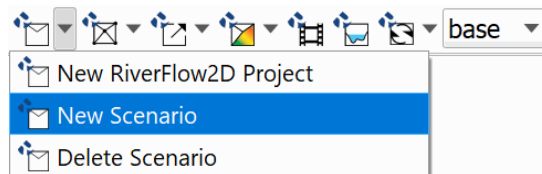


Mapa de salida para Pollutant 1.

14.7 Crear un segundo escenario para agregar una nueva fuente de contaminante bajo condiciones existentes

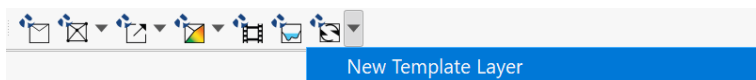
Ahora crearemos un nuevo escenario para probar que un contaminante adicional entre en el río desde un punto específico mediante una capa *Sources/Sink*.

1. En la barra de herramientas de HydroBID Flood, haga clic en el botón New Project y seleccione *New Scenario*:



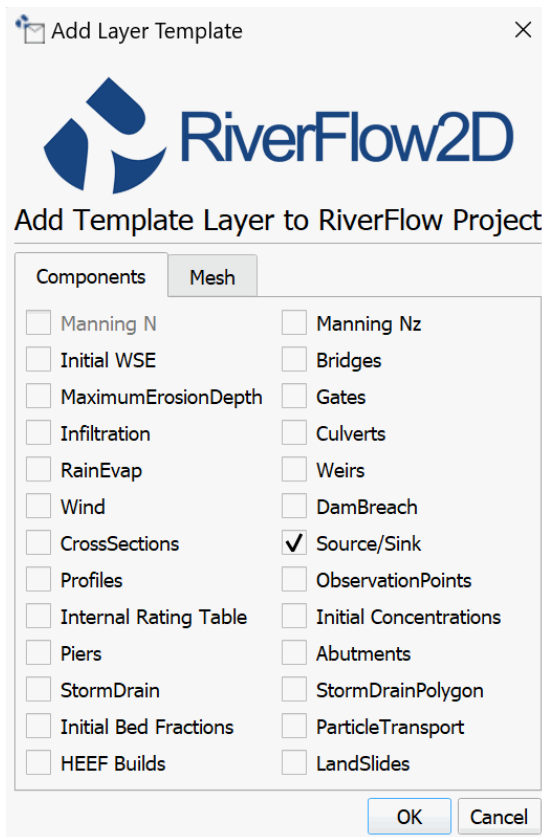
Ubicación del botón New Scenario.

2. Escriba "MultiplePollutant", sin comillas, como nombre del nuevo escenario. Se creará una copia del proyecto actual y se conservará en una subcarpeta independiente llamada "MultiplePollutant".
3. En la barra de herramientas de HydroBID Flood, haga clic en el botón desplegable de herramientas *HB* y haga clic en *New Template Layer*:



Ubicación del botón *New Template Layer*.

4. En el diálogo *Add Layer Template*, seleccione la casilla *Source/Sink* y haga clic en [OK].



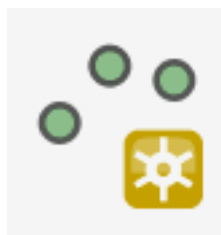
Ventana *Add Layer Template* con *Sources/Sink* seleccionado.

Aparecerá una nueva capa *Sources* en el panel *Layers* del lado izquierdo, dentro del grupo *COMPONENTS*.



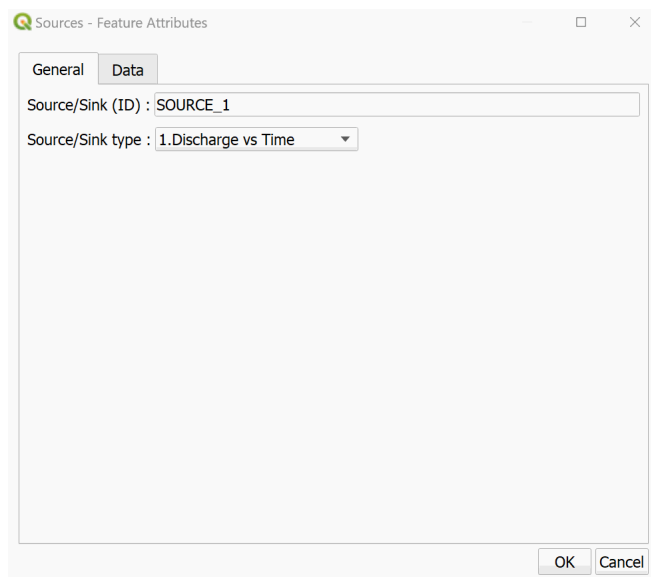
5. Seleccione la capa *Sources* y haga clic en el botón *Toggle Editing*.

Queremos colocar el segundo contaminante en el centro del río, idealmente en un lugar alejado de nuestra entrada.



6. Haga clic en *Add Point Feature*.

- Colocar el punto haciendo clic en la ubicación deseada. Aparecerá una ventana de diálogo para introducir la información de la fuente:



Pestaña Sources -Feature Attributes General.

- Seleccione *1. Discharge vs Time* en *Source/Sink type*. Haga clic en la pestaña *Data*.
El archivo de fuentes debe existir en la carpeta *MultiplePollutant*; debemos copiar en la carpeta del escenario actual el archivo creado para este tutorial.
- Navegue haciendo clic en el botón [Import Source/Sink File]. Vaya al directorio del escenario base del proyecto '/SimulatingPollutants/base' y copie el archivo 'Source2_Pollutant.txt'.
- Vuelva a la carpeta del escenario actual en 'SimulatingPollutants/MultiplePollutant'. Pegue el archivo copiado en este directorio. Seleccione el archivo copiado 'Source2_Pollutant.txt' y haga clic en [OK] dos veces para guardar la información de Sources.



- Haga clic en el botón *Save Layer Edits* y luego en el botón *Toggle Editing*.



- Exporte el proyecto a HydroBID Flood haciendo clic en el botón *Export HydroBID Flood* de la barra de herramientas de HydroBID Flood. Deje todos los valores predeterminados.

14.8 Agregar la información necesaria de concentraciones para múltiples contaminantes

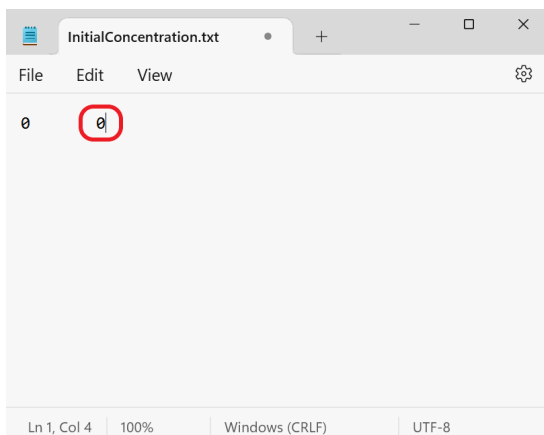
Esta sección explica cómo editar los caudales de entrada y las concentraciones iniciales necesarios en el escenario B actual para ejecutar la simulación con múltiples contaminantes.

Debemos copiar el archivo 'InitialConcentration.txt' de la carpeta del proyecto al escenario actual:

1. En *File Explorer*, navegue a 'ExampleProjects/SimulatingPollutants/' y copie el archivo 'Initial-Concentration.txt'.
2. Navegue a 'ExampleProjects/SimulatingPollutants/MultiplePollutant' y pegue el archivo.
3. Haga doble clic en 'InitialConcentration.txt' para editar su contenido en Notepad.

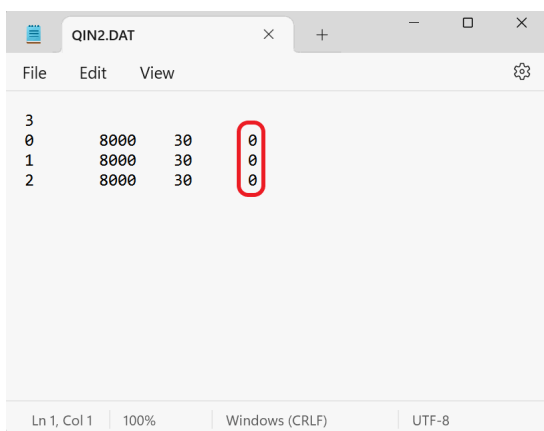
Este archivo debe contener una segunda columna que indique que existe un segundo contaminante, con concentración 0. Se puede establecer cualquier concentración.

4. Agregar un 0 junto al valor actual; se pueden separar por un espacio o una tabulación. Debe verse así:



Archivo InitialConcentrations.txt con las ediciones.

5. Guarde el archivo y ciérrelo.
6. En *File Explorer*, hacer doble clic en 'QIN2.txt' para editarlo en Notepad.
7. Agregar una cuarta columna de datos a partir de la segunda fila. Estableceremos en 0 el caudal de entrada de este contaminante, ya que solo queremos que un contaminante entre por la condición de frontera de entrada:



Archivo de entrada de condición de frontera con el caudal de entrada del contaminante adicional establecido en 0.

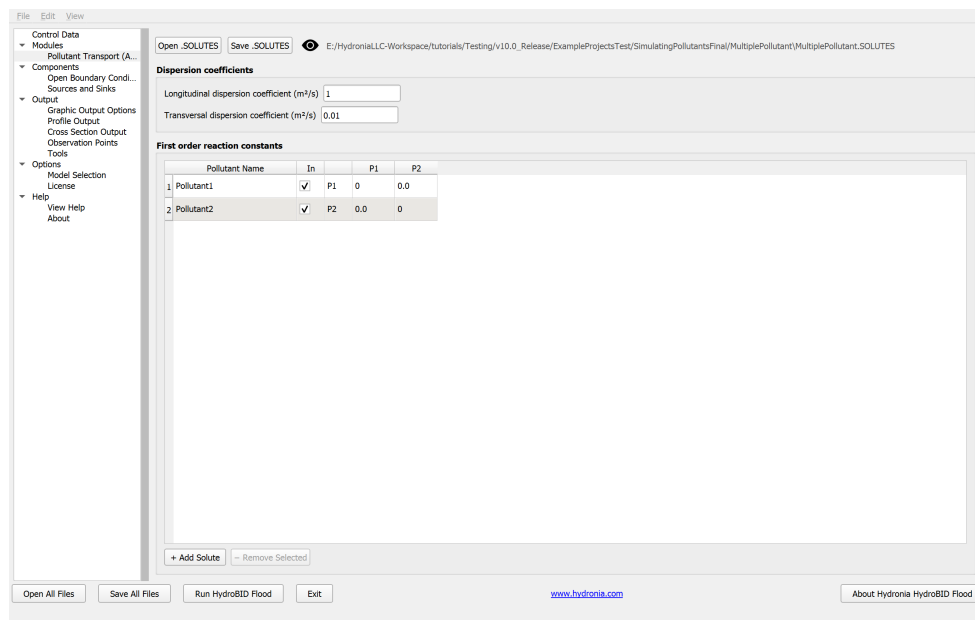
14.9 Agregar los parámetros del nuevo contaminante en Hydronia Data Input Program y ejecutar el modelo HydroBID Flood

Antes de ejecutar el modelo, debemos asegurarnos de que se guarden algunos ajustes adicionales.

1. En el panel *Control Data*, en la sección *Modules*, asegúrese de que *Pollutant Transport* esté habilitado.
2. En la sección *Components*, asegúrese de que *Sources/Sinks* esté habilitado.
3. En *Initial conditions*, asegúrese de que el botón radial *Horizontal water surface elevation* esté habilitado y tenga un valor de 0; luego haga clic en *Pollutant Transport* en el panel izquierdo.

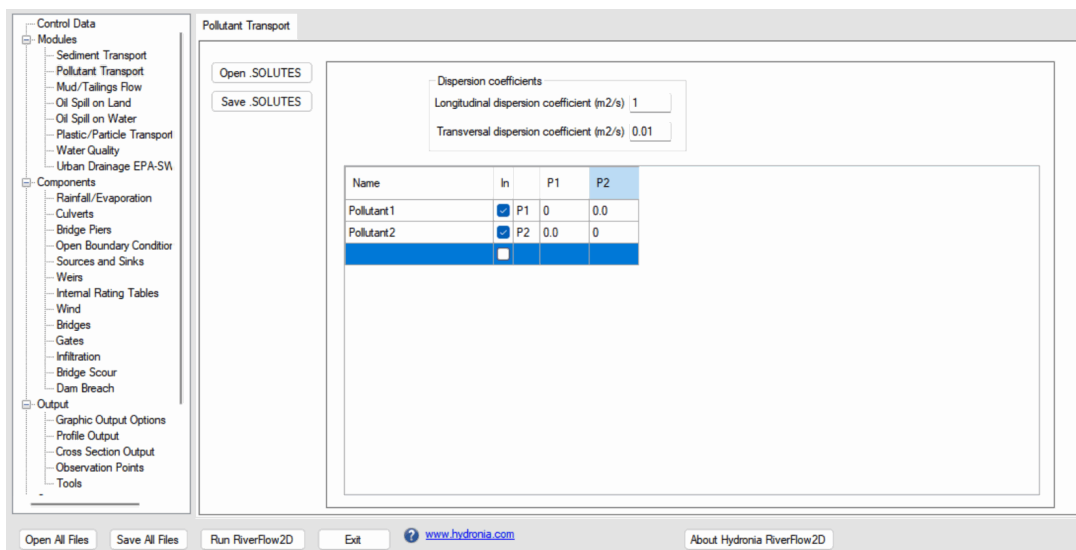
Debemos agregar la información del segundo contaminante.

4. En la sección *Name*, debajo de *Pollutant1*, cree un contaminante adicional haciendo doble clic en la fila vacía y establezca en 0 el valor de la columna *P2* para la segunda fila. El panel *Pollutant Transport* debe verse así:



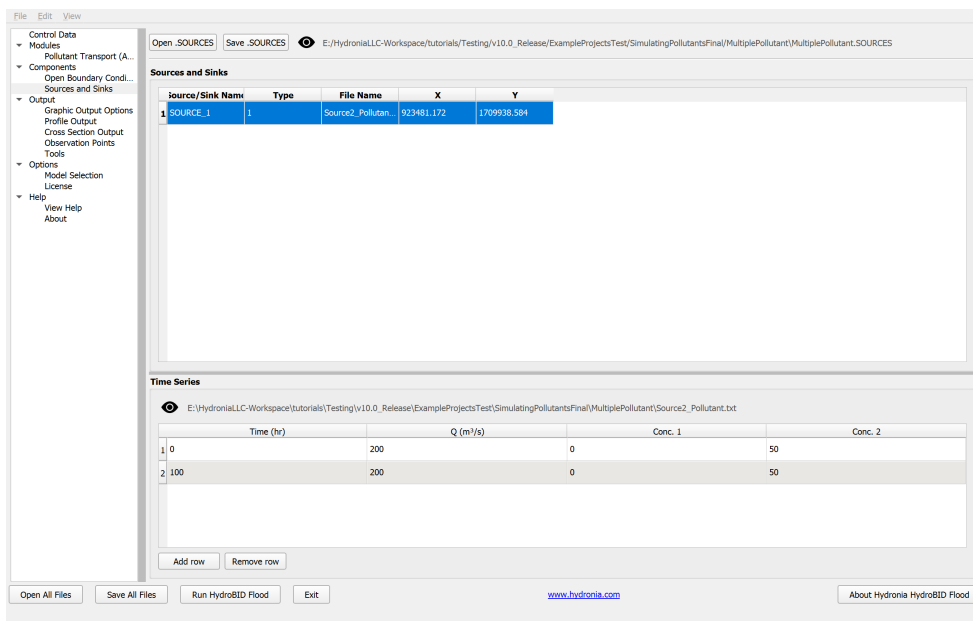
Panel QGIS DIP Pollutant Transport con dos contaminantes.

El siguiente panel de Classic DIP se conserva como referencia de los valores heredados:



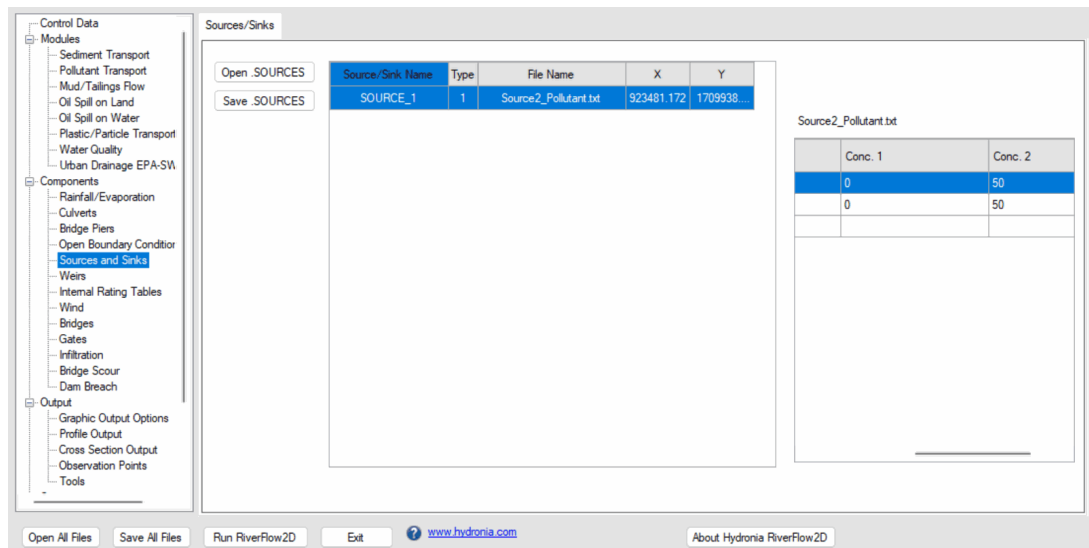
Panel Pollutant Transport de Classic DIP heredado con dos contaminantes configurados.

5. Haga clic en el botón [Save .SOLUTES]; utilizará el nombre del escenario 'MultiplePollutant.SOLUTES'. Haga clic en [OK] para sobrescribir el archivo existente.
6. Haga clic en el botón *Sources and Sinks* del panel izquierdo.
7. Haga clic en [Open .SOURCES]. Seleccione el archivo 'MultiplePollutant.SOURCES'. En la cuarta columna debería aparecer la tabla con la descarga de la nueva fuente de contaminante.



Panel QGIS DIP Sources and Sinks del escenario de múltiples contaminantes.

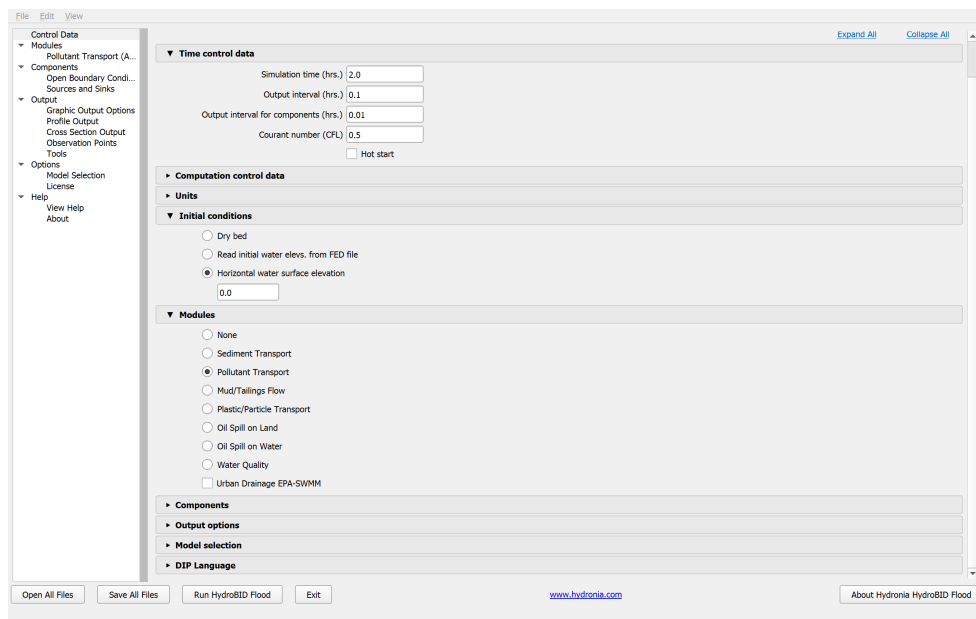
El siguiente panel de Classic DIP se conserva como referencia de los valores heredados:



Panel Sources and Sinks de Classic DIP heredado con la nueva fuente de contaminante agregada.

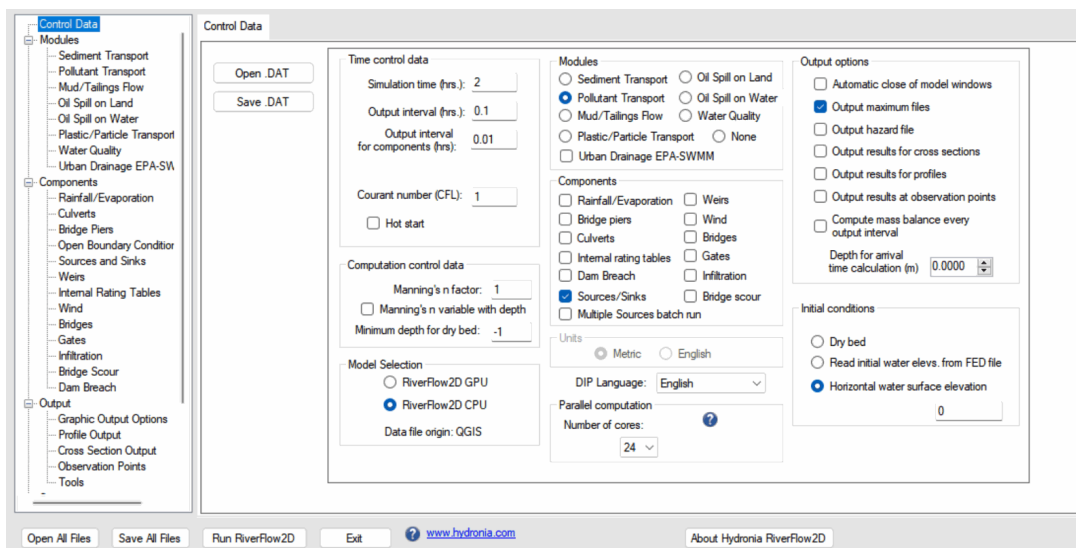
8. Haga clic en *Control Data* del panel izquierdo.

El panel *Control Data* debe tener configurados los siguientes parámetros:



Panel QGIS DIP Control Data del escenario de múltiples contaminantes.

El siguiente panel de Classic DIP se conserva como referencia de los valores heredados:



Hydronia Data Input Program de Classic DIP heredado con la configuración del escenario B.

9. Haga clic en [Run HydroBID Flood]. Cuando se solicite guardar, haga clic en [Yes] para sobrescribir el archivo MultiplePollutant.DAT con los cambios realizados en Hydronia Data Input Program.

Una vez que el modelo termine de ejecutarse, se pueden seguir los mismos pasos descritos en la sección *Revisar los archivos de salida* de este tutorial. Se observarán dos concentraciones en la lista. La salida de la nueva fuente *Conc_2* debe verse aproximadamente así, según dónde se haya colocado la fuente:



Figura 14.1 – Mapa de concentraciones para Conc_2 en el escenario MultiplePollutant.

Esto concluye el tutorial de simulación del transporte de contaminantes con HydroBID Flood.

Estado del borrador: traducción de trabajo reconciliada con el Markdown inglés v10 de HydroBID Flood. No se localizó una fuente española legada específica de HydroBID Flood; las capturas de pantalla con texto visible permanecen sin revisar y requieren captura o aprobación en español.

Tareas pendientes: completar la revisión lingüística, validar las etiquetas de interfaz conservadas en inglés y aprobar las capturas antes de publicar.

15 | Circulación impulsada por viento

HydroBID Flood y OilFlow2D permiten definir la velocidad del viento en la superficie del agua para considerar el efecto del esfuerzo del viento sobre las velocidades de flujo. El modelo conceptual de una simulación impulsada por viento requiere una serie de polígonos sin superposición que determinen los datos de velocidad del viento para el modelo. Solo las áreas cubiertas por polígonos se verán afectadas por el esfuerzo del viento. Cada polígono de velocidad del viento debe asociarse con un archivo de serie temporal que contenga los dos componentes del vector de velocidad del viento para cada tiempo. El usuario deberá generar el archivo de datos de velocidad del viento asociado con cada polígono y copiarlo a la carpeta del proyecto antes de ejecutar el modelo.

Este tutorial ilustra cómo realizar una simulación impulsada por viento usando la interfaz de QGIS. El procedimiento incluye los siguientes pasos:

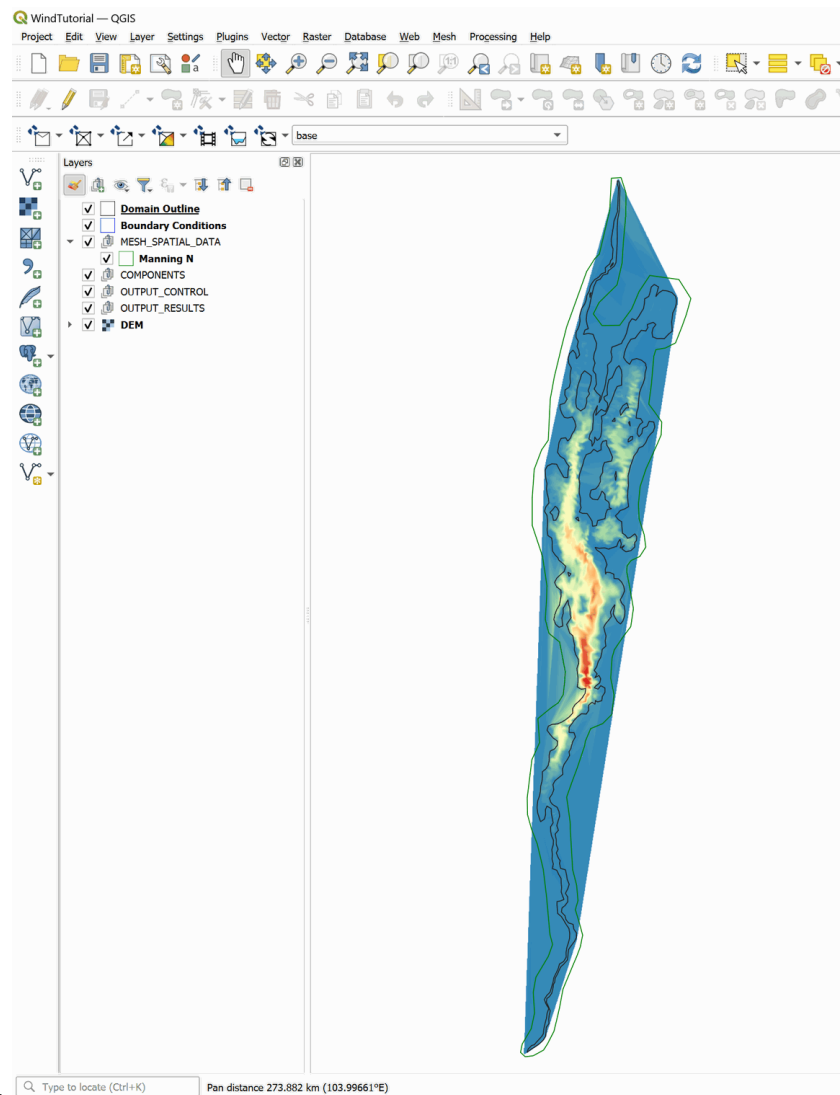
1. Crear datos de serie temporal para la velocidad del viento.
2. Abrir un proyecto existente de HydroBID Flood / OilFlow2D.
3. Crear la plantilla de la capa de viento y los polígonos de velocidad del viento.
4. Generar la malla.
5. Ejecutar el modelo.
6. Revisar los archivos de salida del viento.

Los archivos necesarios para seguir este tutorial se pueden extraer del archivo zip 'ExampleProjects', dentro de la carpeta 'WindTutorial'. Este archivo zip se descarga por separado de los materiales de instalación.

15.1 Abrir un proyecto existente

1. Abra QGIS.
2. En el menú *Project*, haga clic en *Open...* para cargar el proyecto existente: 'WindTutorial.qgz'.

Este proyecto contiene las capas del contorno del dominio y la capa del Modelo Digital de Elevación (DEM) del lago Champlain, en EE. UU. Al abrir el proyecto, se cargará en QGIS una imagen del



proyecto como se muestra en la Figura 15.1.

15.2 Archivo de datos de serie temporal de velocidad del viento

Para ejecutar una simulación impulsada por viento, cree polígonos sobre los que se aplicarán los datos de velocidad del viento. Cada polígono tendrá asociada una serie temporal de velocidad. Estos archivos se pueden crear con cualquier editor de texto, como Notepad o Wordpad. El archivo de velocidad del viento tiene el formato siguiente:

Línea 1: número de puntos de la serie temporal de velocidad del viento

NP

NP líneas que contienen:

TIME Wvx Wvy

donde Wvx y Wvy son los componentes de la velocidad del viento en las direcciones x y y, respectivamente, en m/s o ft/s.

La siguiente tabla es un extracto del archivo 'WindVelocDATA.TXT' incluido en la carpeta Data de

este tutorial:

6544

0	5.97	-2.17
1	5.09	8.83
2	3.84	6.63
3	5.87	4.92
4	0.00	0.00
5	-3.31	-1.90
...		
6543	3.84	-6.63

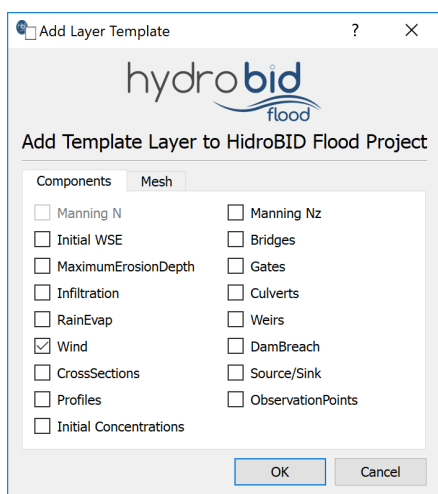
15.3 Crear la plantilla de la capa de viento y los polígonos de velocidad del viento

Para agregar la plantilla donde se dibujan los polígonos con los datos de la serie temporal de velocidad del viento, siga los pasos siguientes:

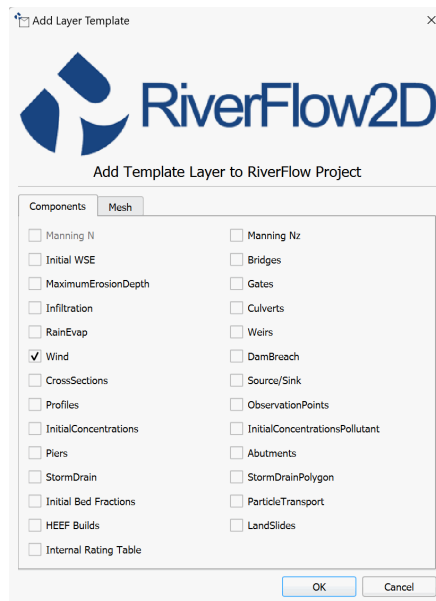
1. Cree la plantilla para la capa Winds: en la barra de herramientas del modelo, haga clic en el comando *New Template Layer*.



2. En la ventana del complemento, active la casilla *Wind*, como se muestra en la figura siguiente:



Complemento para agregar una nueva capa de plantilla.



Complemento para agregar una nueva capa de plantilla.

3. Edite la capa Wind: en el panel de capas, seleccione la capa Wind y, en la barra de herramien-



tas de digitalización, haga clic en la herramienta *Toggle Editing*. Aparecerá un icono de lápiz en la capa Wind, lo que indica que la capa está en modo de edición:



4. Dibuje el polígono que delimita el área Wind usando la herramienta *Add Feature* de la barra

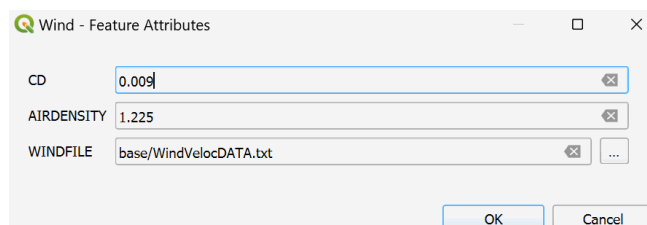


de herramientas de digitalización.

Dibuje el polígono que define el área del viento. En este caso, el trazado del polígono debe hacerse de manera que cubra todas las celdas de la malla. Cuando termine de dibujar el polígono, se abrirá inmediatamente una ventana para introducir sus parámetros, que son tres:

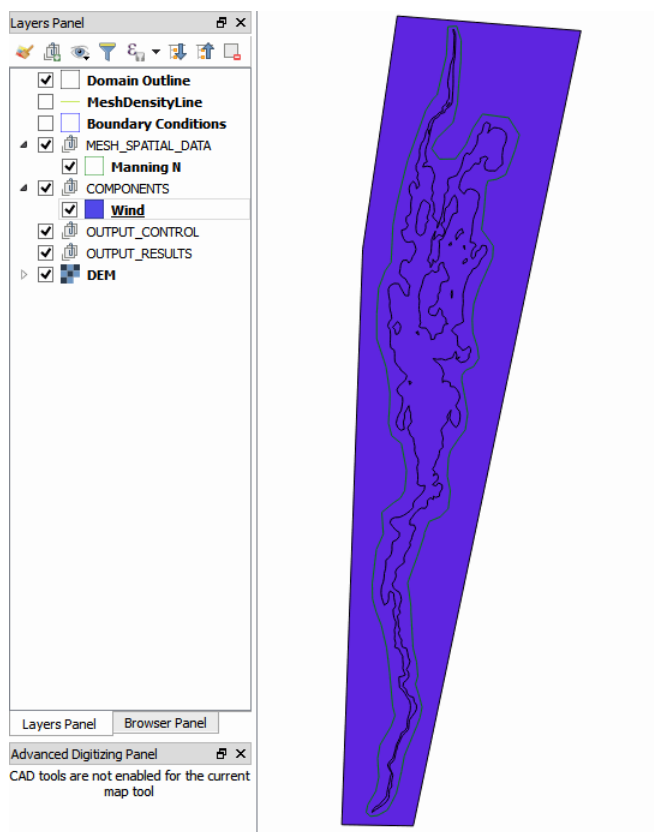
- Coeficiente de esfuerzo del viento CD: 0.009,
- Densidad del aire: 1.225, y
- Archivo de serie temporal de velocidad del viento: 'WindVelocDATA.txt'.

La ventana de parámetros debe ser como la que se muestra a continuación:



Ventana para introducir los parámetros del polígono Wind.

- Después de introducir los valores, haga clic en *OK* y acepte los cambios. Deberá aparecer una imagen similar a la de la figura siguiente:



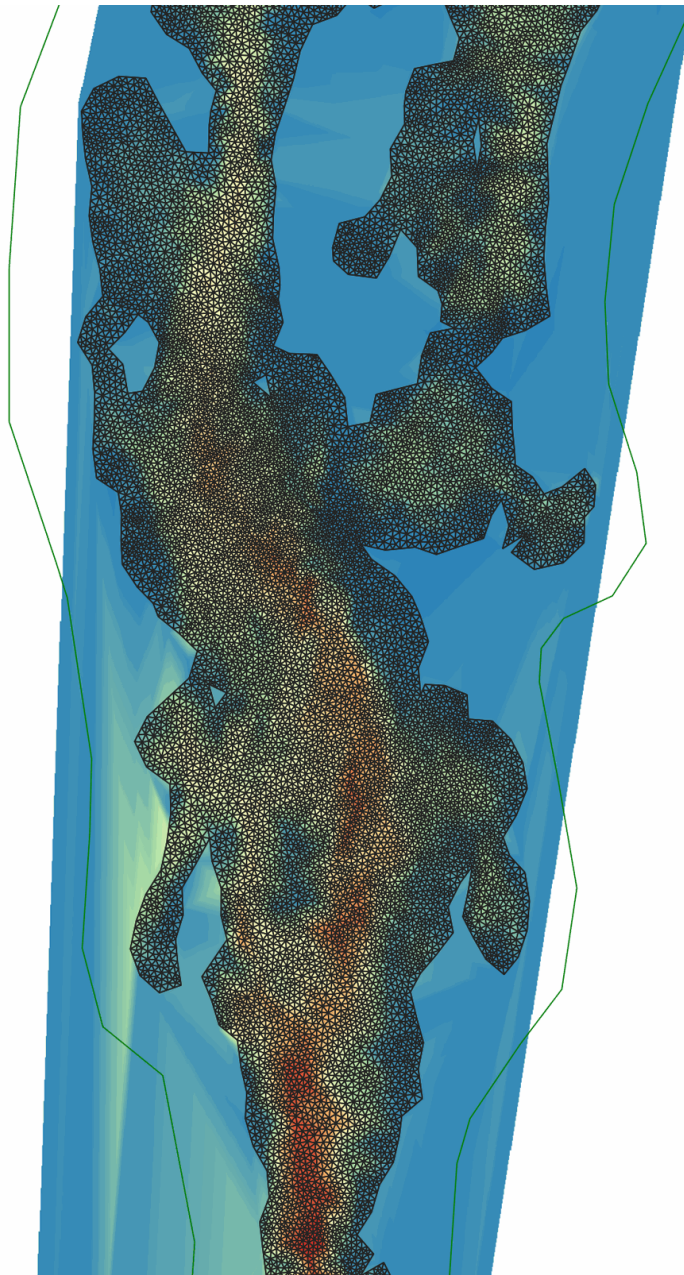
Polígono de la capa Wind.

15.4 Generar la malla

A continuación, genere la malla con el botón *Generate TriMesh*.



Los resultados se muestran en la Figura 15.6 (una malla de aproximadamente 17,500 celdas).



15.5 Exportar archivos

Ahora que se ha generado la malla y las demás capas están listas con los datos necesarios, exporte los archivos en el formato requerido por el modelo.

1. Desactive la capa *Boundary Conditions*.
2. Haga clic en el botón *Export*.





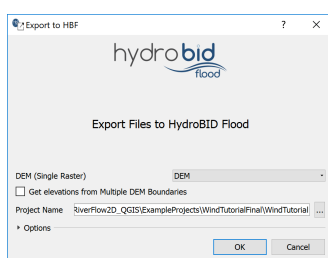
3. En el diálogo, seleccione la capa ráster que contiene el Modelo Digital de Elevación (DEM) y el nombre del proyecto que se exportará.



4. Use el botón *Zoom Full* para centrar la imagen.

5. Antes de ejecutar el complemento, active la capa DEM si está desactivada.

Una vez ejecutado el complemento, se mostrará una ventana (Figura 10.6), como debe ocurrir en nuestro ejemplo.



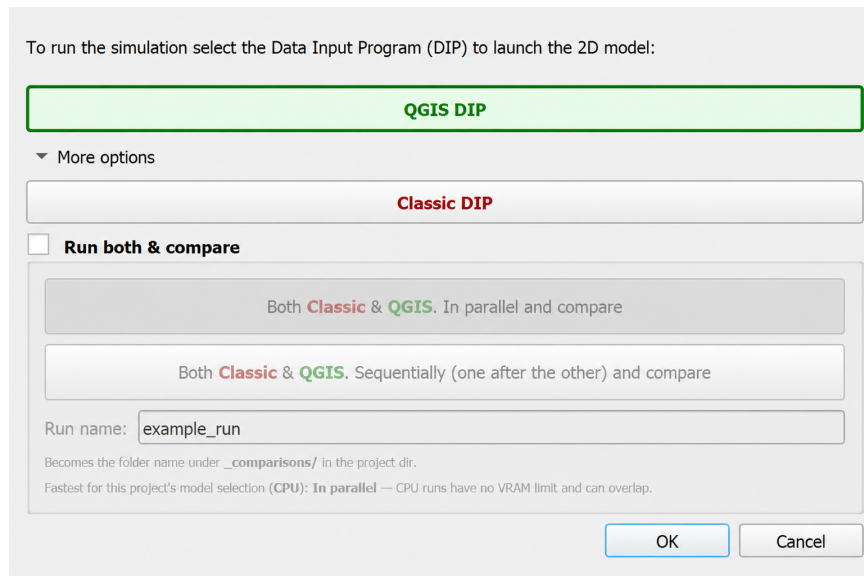
Ventana del complemento para exportar los archivos a HydroBID Flood.



Ventana del complemento para exportar los archivos.

6. Haga clic en el botón *OK*.

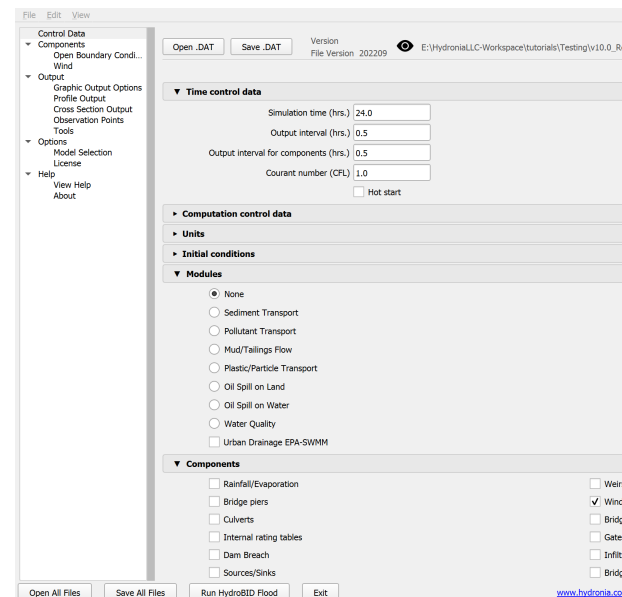
En la versión 10 y posteriores de Hydronia2DMS, después de la exportación aparece el diálogo *Open DIP*. *QGIS DIP* está seleccionado de forma predeterminada; haga clic en *OK* para abrirlo dentro de QGIS. Para ver la alternativa independiente histórica, expanda *More options*, seleccione *Classic DIP* y haga clic en *OK*.



Diálogo Open DIP con QGIS DIP seleccionado de forma predeterminada y More options expandido con Classic DIP. Se muestra el nombre de una ejecución de ejemplo.

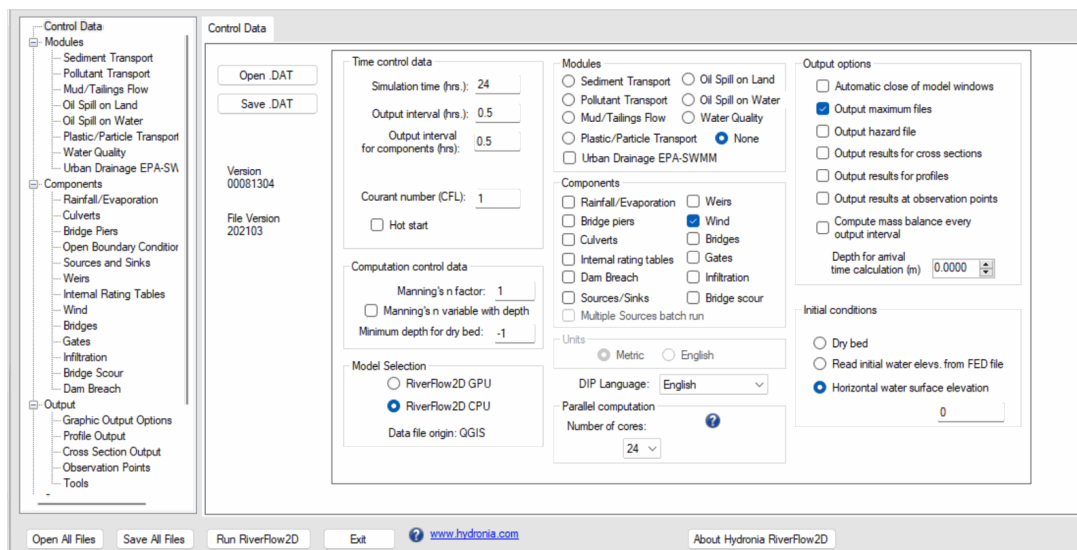
15.6 Ejecutar el modelo

Después de exportar los archivos, Hydronia Data Input Program se carga con el archivo de proyecto del ejemplo 'WindTutorial.DAT' y muestra el panel *Control Data*.



1. Introduzca la información como se ilustra en la Figura 15.9

El siguiente panel de Classic DIP se conserva como referencia de los valores heredados:



2. Verifique que el componente *Wind* esté seleccionado.
3. Seleccione el componente *Wind* en la lista del lado izquierdo del panel. Aparecerá la ventana con la información de los parámetros del viento, como se muestra en la figura siguiente:

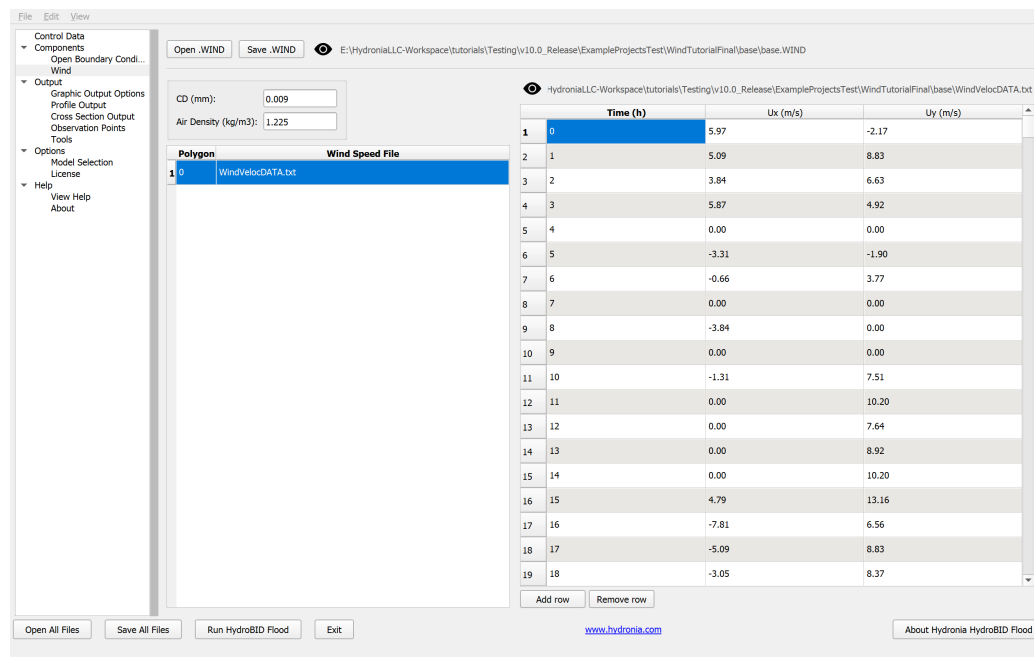


Figura 15.1 – Panel del componente Wind de QGIS DIP.

El siguiente panel de Classic DIP se conserva como referencia de los valores heredados:

![Panel Wind de Hydronia Data Input Program en Classic DIP heredado.](../.../hydrobid-flo)

4. Verifique que el tiempo de simulación esté establecido en 24 horas y que el intervalo de salida esté establecido en 0.5 horas.

5. Verifique que *Initial conditions* esté establecido en *Horizontal water surface elevation* y que el cuadro de texto contenga 0. Deje todos los demás parámetros con sus valores predeterminados.
6. Haga clic en el botón *Run HydroBID Flood* situado en la sección inferior de Hydronia Data Input Program.
7. Guarde los cambios con el mismo nombre que el archivo 'base.DAT'; a continuación, aparecerá una ventana que indica que el modelo comenzó a ejecutarse.

La ventana del modelo que aparece durante la ejecución muestra varios parámetros de tiempo de ejecución.

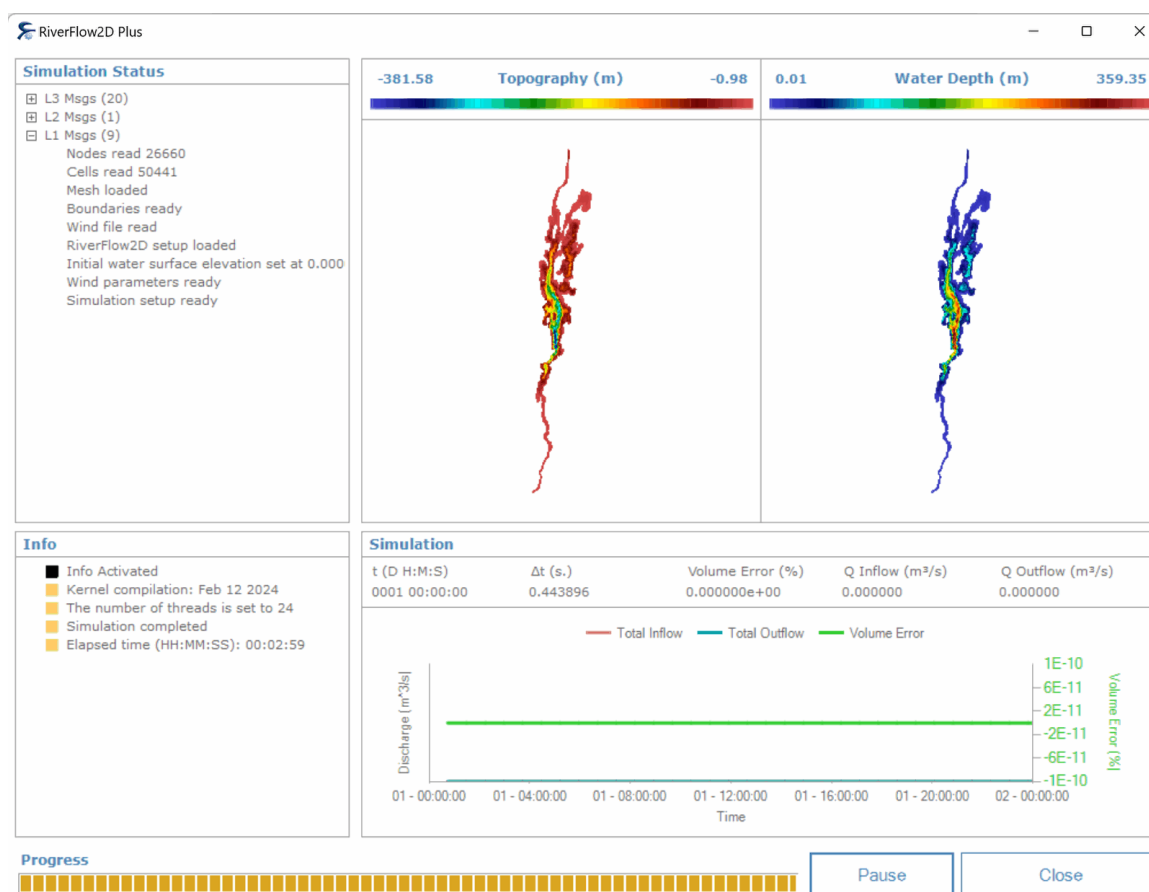


Figura 15.2 – Ventana del modelo.

15.7 Comprobar los archivos de salida del viento

El modelo crea los siguientes archivos para cada tiempo de salida definido en el panel Control:

'CELL_TIME_METRIC_DDDD_HH_MM_SS.TEXTOUT' (unidades métricas) o

'CELL_TIME_ENG_DDDD_HH_MM_SS.TEXTOUT' (unidades inglesas)

donde DDDD indica el día, HH la hora, MM los minutos y SS los segundos.

En estos archivos, las columnas 1, 2 y 3 informan los componentes de velocidad V_x , V_y y el módulo, respectivamente. Puede visualizar los campos de velocidad del agua generando capas en formato

ráster o vectorial a partir de los archivos mencionados, mediante la herramienta *Maps of Results vs Time*.



La siguiente figura muestra el mapa del campo de velocidad del agua para el tiempo 0000:20:00:00:

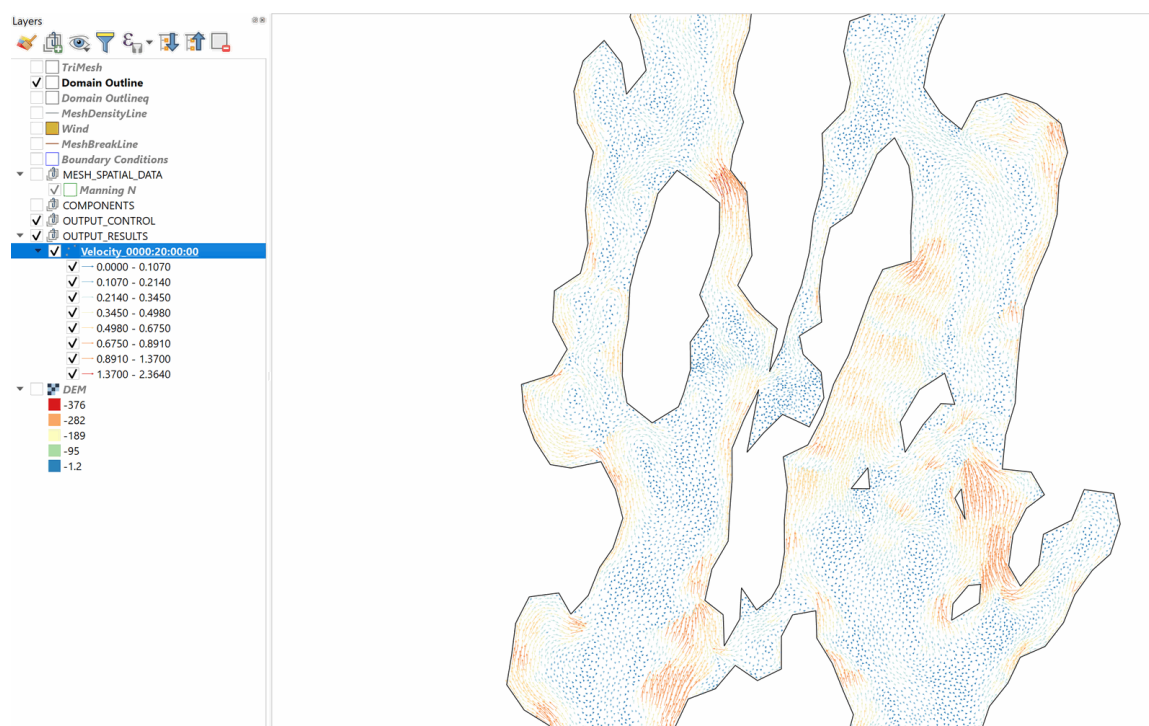


Figura 15.3 – Mapa del campo de velocidad para el tiempo de 20 horas.

Con esto concluye el tutorial *Circulación impulsada por viento*.

Estado del borrador: traducción de trabajo reconciliada con el Markdown inglés v10 de HydroBID Flood. No se localizó una fuente española legada específica de HydroBID Flood; las capturas de pantalla con texto visible permanecen sin revisar y requieren captura o aprobación en español.

Tareas pendientes: completar la revisión lingüística, validar las etiquetas de interfaz conservadas en inglés y aprobar las capturas antes de publicar.

16 | Usar archivos shape de ESRI para el coeficiente n de Manning

Este tutorial ilustra cómo usar archivos shape de ESRI para asignar valores del coeficiente n de Manning a un proyecto existente mediante la interfaz de QGIS. El procedimiento incluye los siguientes pasos:

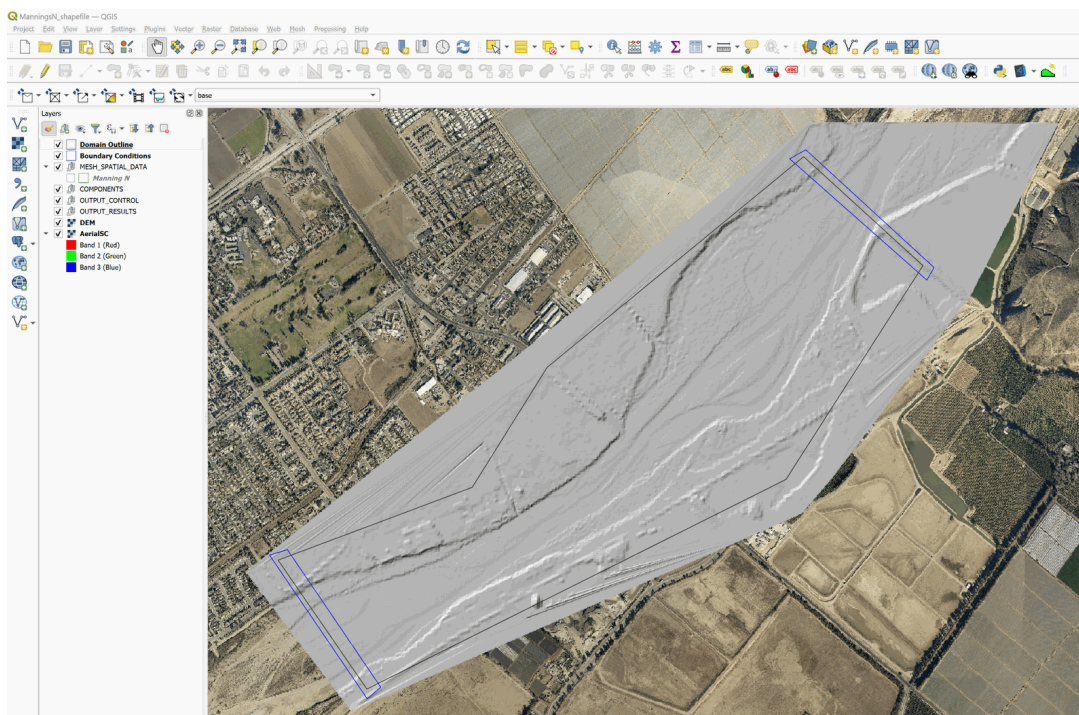
1. Abra un proyecto HydroBID Flood existente.
2. Cargue los archivos shape con los polígonos del coeficiente n de Manning.
3. Importe la geometría y los valores del coeficiente n de Manning a la capa *Manning N*.

Los archivos necesarios para seguir este tutorial se pueden extraer del archivo zip 'ExampleProjects', dentro de la carpeta 'ManningsNShapefileTutorial'. Este archivo zip se descarga por separado de los materiales de instalación.

16.1 Abrir un proyecto existente

1. Abra QGIS.
2. En el menú *Project*, haga clic en *Open...* y busque el proyecto existente: .

Este proyecto contiene las capas del contorno del dominio, el Modelo Digital de Elevación (DEM) del lecho del río en formato ráster, una fotografía aérea y la capa de condiciones de borde, donde la entrada está ubicada en la esquina superior derecha y la salida en la esquina inferior izquierda. La condición de borde de entrada es un hidrograma con un caudal máximo de 220,000 ft³/s, y la condición de salida está configurada como *Free outflow*. Al abrir el proyecto, se cargará en QGIS una imagen del proyecto como se muestra en 16.1.



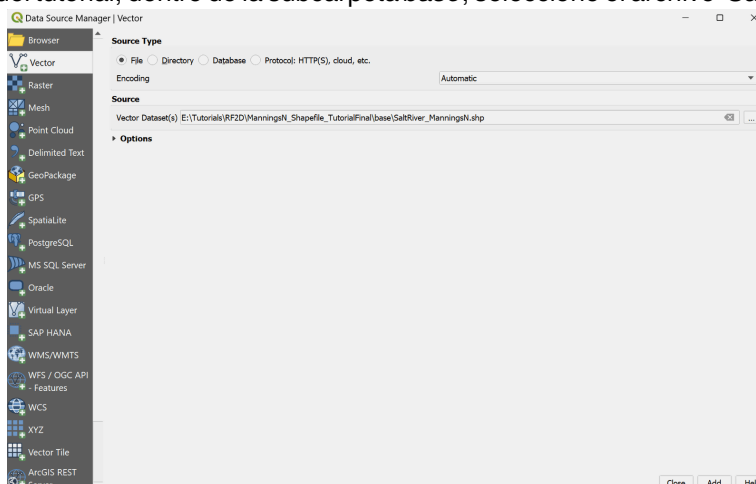
16.2 Cargar el archivo shape con los polígonos del coeficiente n de Manning

1. Para cargar el archivo shape con los polígonos que contienen los valores del coeficiente n de Manning, haga clic en el botón *Add Vector Layer*.



de la barra de herramientas del Administrador de capas o en el menú principal *Layer > Add layer > Add Vector Layer...*

2. En la carpeta del tutorial, dentro de la subcarpeta *base*, seleccione el archivo 'SaltRiver_ManningsN.shp'



(Figura 16.2).

Cuando se cargue el archivo, se mostrará en pantalla una imagen similar a la de la figura siguiente:



Capa SaltRiver_ManningsN.

16.3 Importar la geometría y los valores del coeficiente n de Manning a la capa Manning N

Para transferir la información espacial y de atributos del archivo shape a la capa *Manning N*, se realiza una operación de copiar y pegar; sin embargo, debe asegurarse de que ambas capas tengan un campo o columna con el mismo nombre. El procedimiento es el siguiente:

1. Compruebe los nombres de los campos del archivo shape: haga clic derecho en la etiqueta de la capa *SaltRiver_ManningsN* y, en el menú emergente, seleccione la opción *Open attribute*

SaltRiver_ManningsN — Features Total: 69, Filtered: 69, Selected: 0

	LUCode	N_Value
1	Farm_medium	0.06
2	Veg_low	0.04
3	Veg_medium	0.055
4	Veg_medium	0.055
5	Farm_medium	0.06
6	Water	0.03
7	Farm_low	0.05
8	Veg_low	0.04
9	Veg_low	0.04
10	Veg_medium	0.055
11	Veg_medium	0.055
12	Veg_low	0.04
13	Farm_dense	0.085
14	Urban_blocked	0.13
15	Farm_low	0.05

Show All Features

table (Figura 16.4).

Puede ver que el archivo shape cargado tiene dos campos, *LUCode* y *N_Value*: el primero contiene la codificación del tipo de cobertura del suelo y el segundo corresponde al valor del coeficiente n de Manning. En el caso de la capa Manning N, esta tiene un único campo llamado *ManningN*.

2. Cambie el nombre del campo *N_Value* a *ManningN*. Cierre la tabla de atributos y haga clic derecho en la etiqueta de la capa. En el menú emergente, seleccione *Properties* y, en la ventana que se abre, seleccione la pestaña *Fields*, como se muestra en la Figura 16.5:

Layer Properties — SaltRiver_ManningsN — Fields

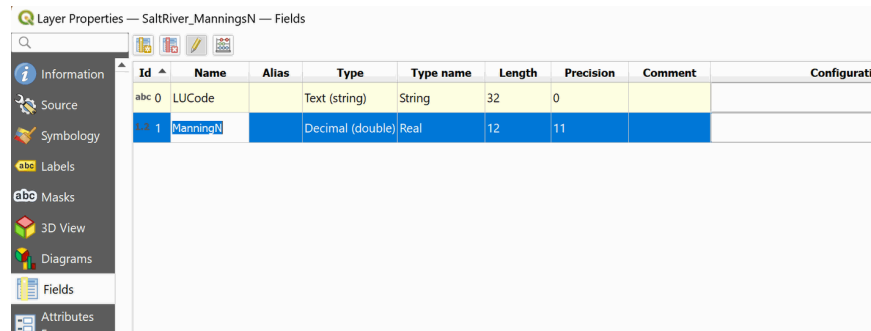
	Id	Name	Alias	Type	Type name	Length	Precision	Comment	Configuration
0	LUCode			QString	String	32	0		
1	ManningN			double	Real	12	11		

Style OK Cancel Apply Help

3. Haga clic en el botón *Toggle Editing*.



Luego cambie el nombre del campo *N_Value* por *ManningN* (Figura 16.6), vuelva a hacer clic

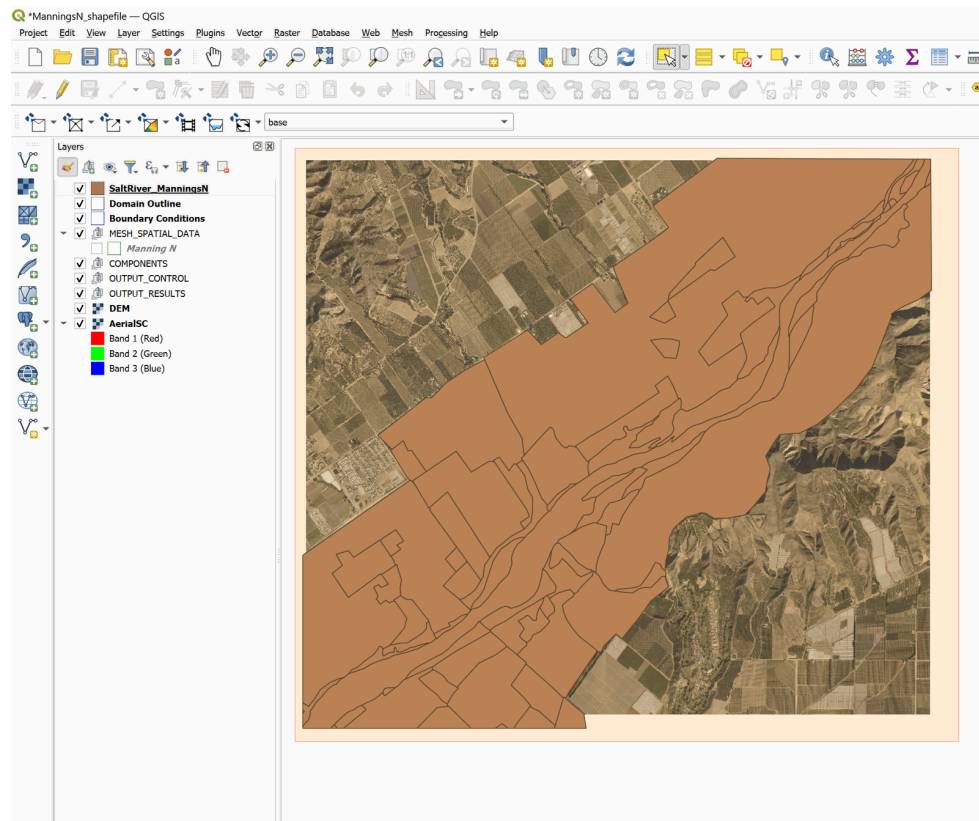


en el botón *Toggle Editing* y guarde.

4. Copie los polígonos del archivo shape: seleccione la capa *SaltRiver_ManningsN* en el panel *Layers*.



5. Con la herramienta de selección dibuje un rectángulo que cubra toda la capa:



*Selección de todos los polígonos de la capa *SaltRiver_ManningsN*.*



6. Copie los elementos espaciales haciendo clic en el botón *Copy* de la barra de herramientas de digitalización.

7. Pegue los elementos espaciales en la capa *Manning N*: seleccione la capa *Manning N* en el



panel *Layers* y póngala en modo de edición haciendo clic en el botón *Toggle Editing*



8. Haga clic en el botón *Paste Feature*

Aparecerá un mensaje que indica que las entidades se pegaron correctamente.



Mensaje de confirmación de entidades pegadas.



9. Vuelva a hacer clic en el botón *Toggle Editing*

Confirme y guarde los cambios realizados en la capa.

Para verificar que la operación se realizó correctamente, abra la tabla de atributos de la capa *Manning N* y compruebe que los polígonos se copiaron con sus valores del coeficiente n de Manning, como se muestra en la figura siguiente:

Manning N — Features Total: 69, Filtered: 69, Selected: 0

	ManningN
1	0.06
2	0.04
3	0.055
4	0.055
5	0.06
6	0.03
7	0.05
8	0.04
9	0.04
10	0.055
11	0.055
12	0.04
13	0.085
14	0.13
15	0.05
16	0.04
17	0.13
18	0.06
19	0.03
20	0.06
21	0.055
22	0.04
23	0.06

Show All Features

Figura 16.1 – Tabla de atributos de la capa Manning N.

Ahora puede quitar la capa *SaltRiver_ManningsN* del panel *Layers*.

Con esto concluye el tutorial *Usar archivos shape de ESRI para el coeficiente n de Manning*.

Estado del borrador: traducción de trabajo reconciliada con el Markdown inglés v10 de HydroBID Flood. No se localizó una fuente española legada específica de HydroBID Flood; las capturas de pantalla con texto visible permanecen sin revisar y requieren captura o aprobación en español.

Tareas pendientes: completar la revisión lingüística, validar las etiquetas de interfaz conservadas en inglés y aprobar las capturas antes de publicar.

17 | Cálculos de posprocesamiento

HydroBID Flood tiene tres controles de salida que facilitan el análisis de los resultados de las ejecuciones en sitios específicos del calculador de dominio. Estos controles de salida son: puntos de observación, secciones transversales y perfiles.

Este tutorial ilustra cómo incorporar los controles de salida en un modelo usando la interfaz de QGIS. El procedimiento incluye los siguientes pasos:

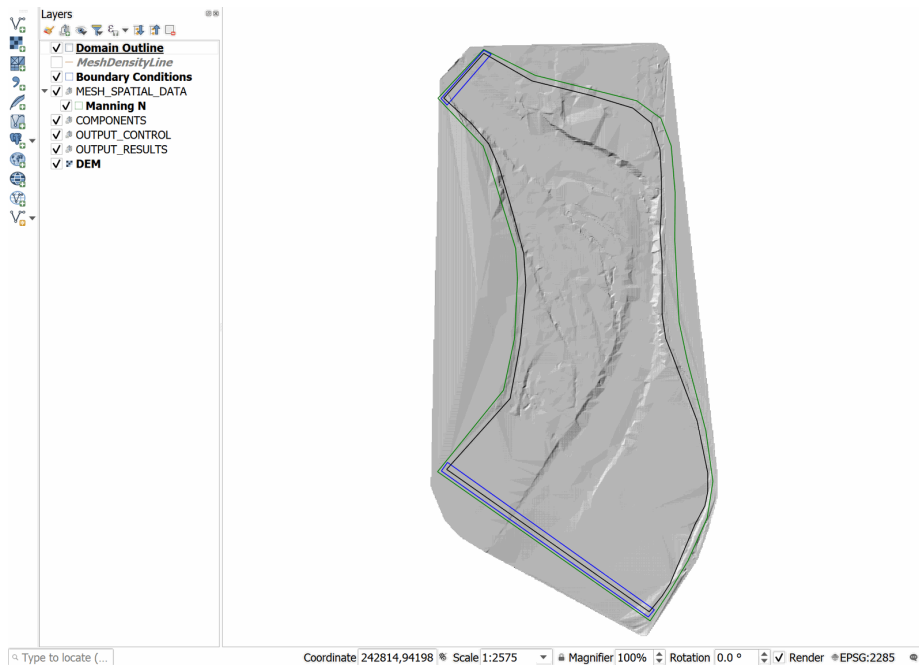
1. Abrir un proyecto existente de HydroBID Flood.
2. Crear las capas *ObservationPoints*, *CrossSections* y *Profiles*, y dibujar los controles de salida.
3. Generar la malla.
4. Ejecutar el modelo.
5. Revisar los archivos de salida.

Los archivos requeridos para seguir este tutorial se pueden extraer del archivo zip 'ExampleProjects' en la carpeta 'OutControlTutorial'. Este zip se descarga por separado de los materiales de instalación.

17.1 Abrir un proyecto existente

1. Abra QGIS
2. En el menú *Project* haga clic en *Open...* y busque el proyecto existente: 'OutControlTutorial.qgz'.

Este proyecto contiene las capas del contorno del dominio, el Modelo Digital de Elevación (DEM) del lecho del río en formato ráster y la capa con las condiciones de borde, con el afluente en la parte superior izquierda y el efluente en la parte inferior izquierda. Las condiciones de borde son un hidrograma con un caudal máximo de $6,500 \text{ ft}^3/\text{s}$ y la condición de salida está configurada como *Free outflow*. Al abrir el proyecto verá una imagen del proyecto cargada en QGIS, como se muestra en la Figura 17.1.



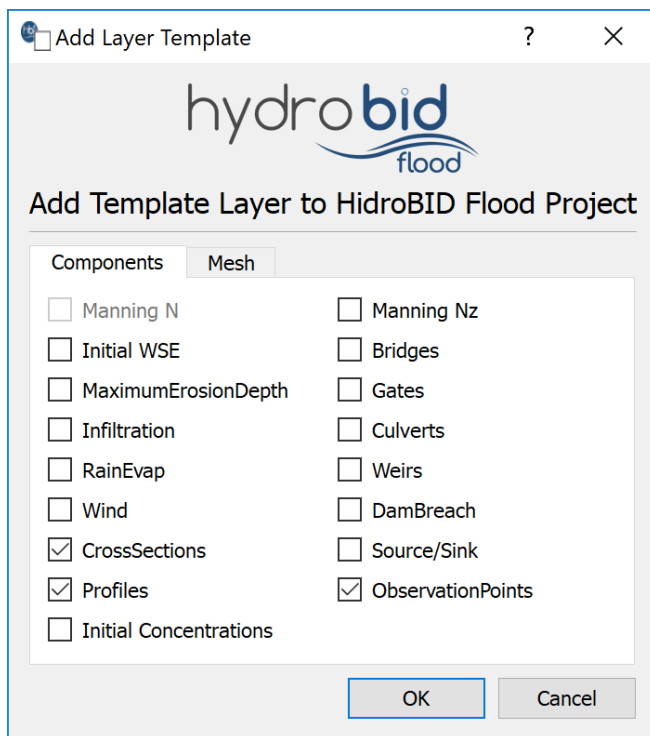
17.2 Crear una plantilla de las capas *ObservationPoints*, *CrossSections* y *Profiles* y dibujar los controles de salida

Para agregar las plantillas donde se dibujan los diferentes controles de salida, siga estos pasos:

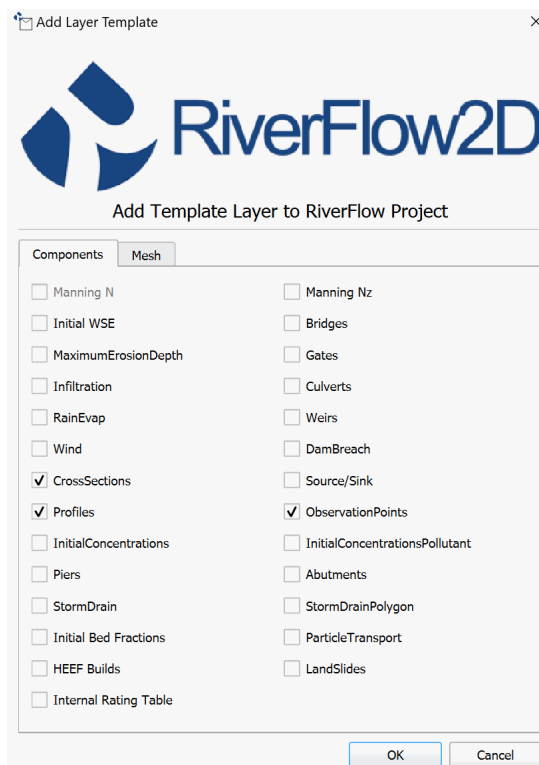
1. Cree las plantillas de las capas *ObservationPoints*, *CrossSections* y *Profiles*. Para ello, en la barra de herramientas de HydroBID Flood haga clic en el botón *New Template Layer*.



2. En la ventana del complemento active las casillas *ObservationPoints*, *CrossSections* y *Profiles*, como se muestra en las figuras siguientes:



Complemento para agregar las nuevas capas de plantilla.

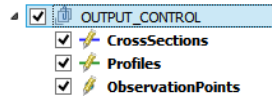


Complemento para agregar las nuevas capas de plantilla.

3. Edite las capas y dibuje los controles de salida. En el panel *Layers*, seleccione una por una las capas *ObservationPoints*, *CrossSections* y *Profiles*.
4. Haga clic en el botón *Toggle Editing*:



Aparecerá un lápiz junto a la etiqueta de cada capa, lo que indica que está en modo de edición:



5. Dibuje las líneas o puntos que representan el control de salida. Para dibujar las secciones transversales, los perfiles o los puntos de observación se utilizará la herramienta *Add Feature*.

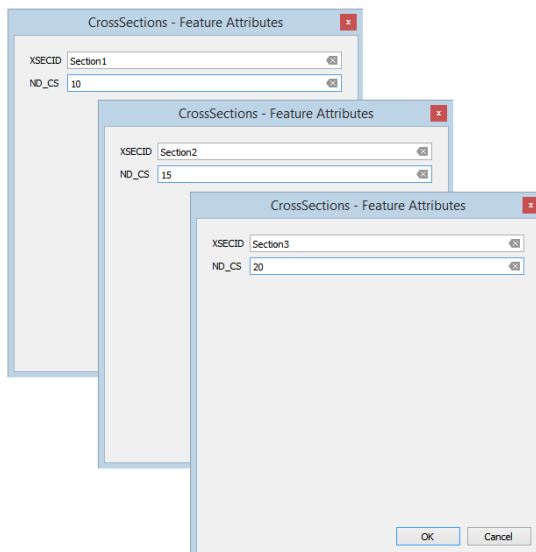
Para las capas *CrossSections* y *Profiles*, el icono del botón *Add Feature* es:

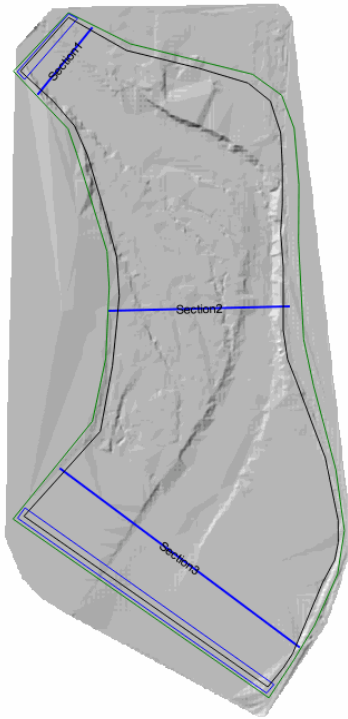


Para una capa de puntos como *ObservationPoints*, el icono es:



6. Dibuje las secciones transversales: seleccione la capa *CrossSection* y active el botón *Add Feature*.
7. Dibuje tres secciones: una al inicio del canal, otra en el medio y la tercera casi al final del canal. Asigne a (XSECID) los valores Section1, Section2 y Section3, con intervalos (ND_CS) de 10, 15 y 20, respectivamente. Las tablas de atributos de las secciones se muestran en la Figura 17.4 y, al final del dibujo, debe aparecer una imagen similar a la Figura 17.5.



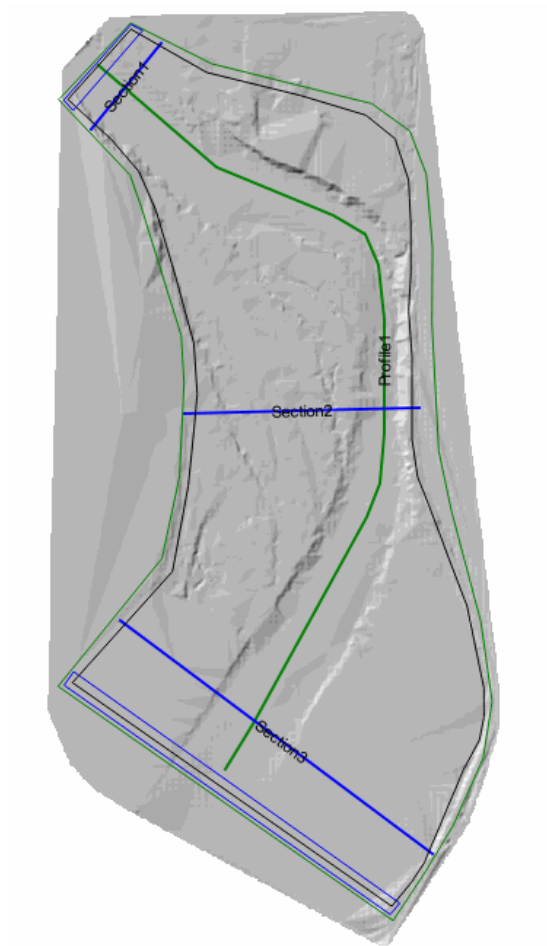
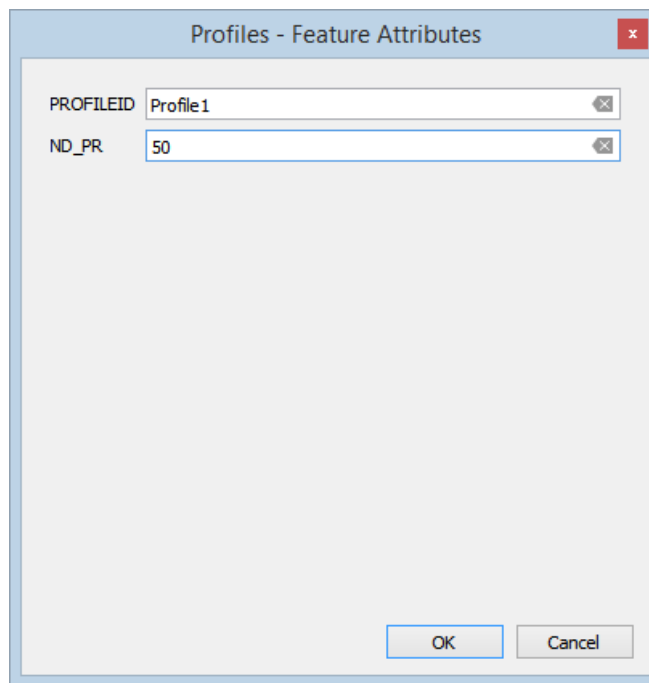


8. Guarde el polígono haciendo clic en el botón *Save*  y haga clic en el botón *Toggle*



Editing para desactivar el modo de edición en la capa *CrossSections*.

9. Dibuje el perfil: seleccione la capa *Profile* y active el botón *Add Feature*; dibuje el perfil a lo largo del eje central del canal. El identificador (PROFILEID) es Profile1 y el número de intervalos (ND_PR) es 50. La tabla de atributos se muestra en la Figura 17.6. Una vez terminado el dibujo, debe aparecer como en la Figura 17.7.

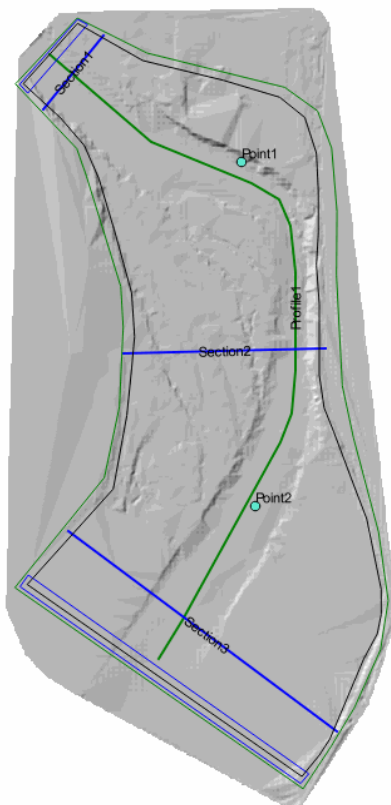
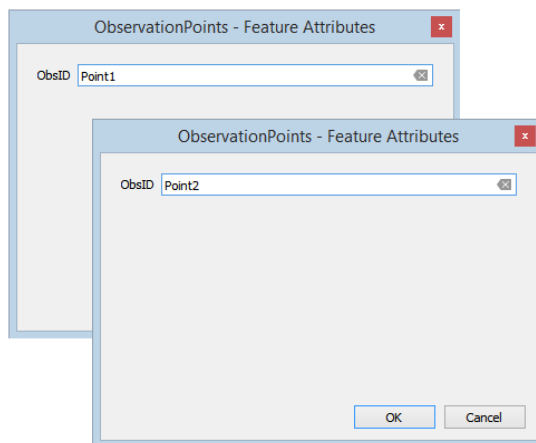


10. Para finalizar el dibujo del perfil, guarde el polígono haciendo clic en el botón Save  y



haga clic en el botón *Toggle Editing* para desactivar el modo de edición en la capa *Profile*.

11. Dibuje los puntos de observación: seleccione la capa *ObservationPoints* y active el botón *Add Feature*; dibuje dos puntos de observación, el primero entre las secciones 1 y 2 y el segundo entre las secciones 2 y 3. Asigne los identificadores (ObsID) Point1 y Point2, respectivamente. Las tablas de atributos se muestran en la Figura 17.8 y, al final del dibujo, debe aparecer una imagen similar a la Figura 17.9.



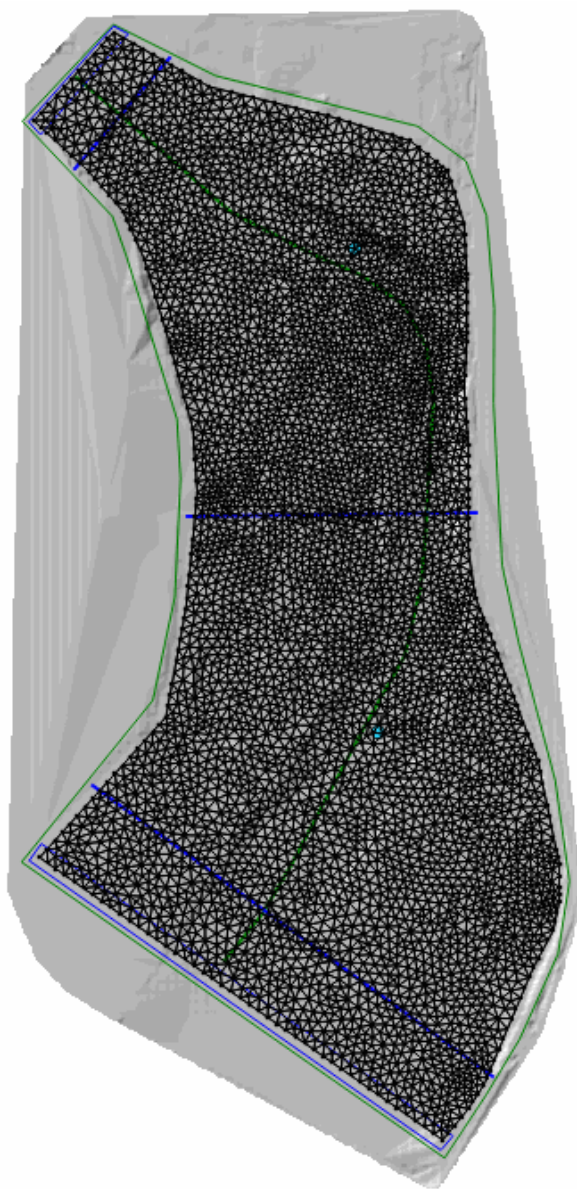
12. Para terminar el dibujo de los puntos de observación, haga clic de nuevo en el botón *Toggle Editing* para desactivar el modo de edición de la capa *ObservationPoints*.

17.3 Generar la malla

La malla se genera con el botón *Generate TriMesh*.



El resultado es una malla de aproximadamente 9,000 celdas, como se muestra en la Figura 17.10.



17.3.1 Exportar archivos a HydroBID Flood

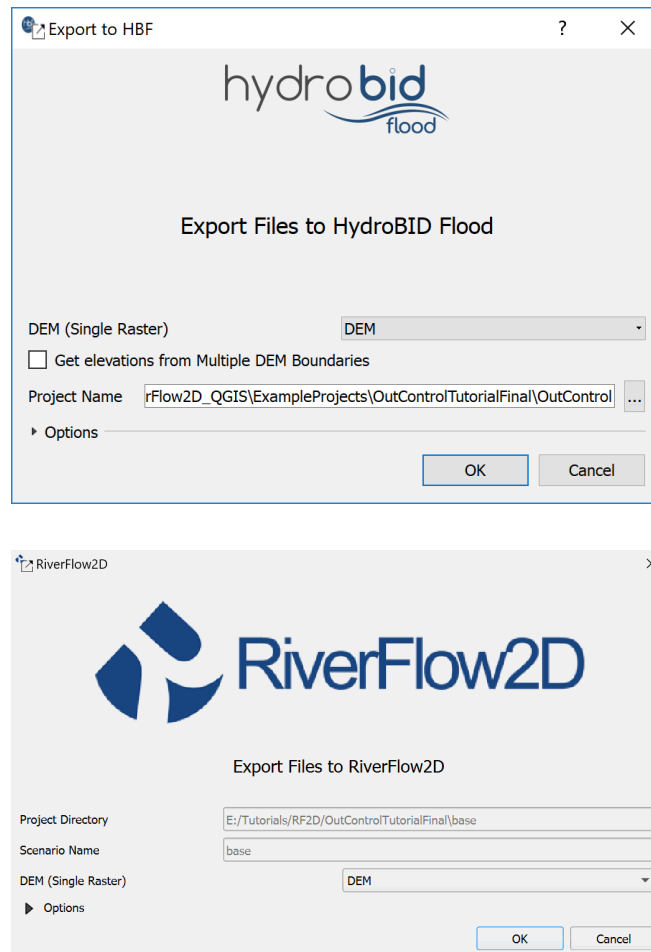
Ahora que la malla está generada y las demás capas están listas con los datos necesarios, exporte los archivos en el formato requerido por HydroBID Flood.

1. Haga clic en el botón *Export HydroBID Flood*.



2. Cuando ejecute el complemento, se mostrará una ventana. Seleccione la capa ráster que contiene el Modelo Digital de Elevación (DEM) y el nombre del proyecto que se exportará.
3. Antes de ejecutar el complemento, active la capa DEM si está desactivada.

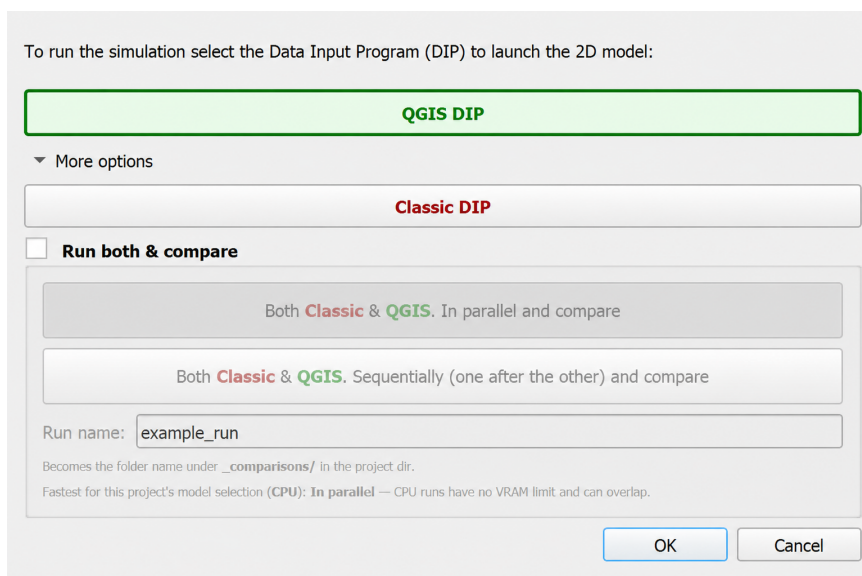
Después de ejecutar el complemento, se mostrará una ventana como la de la Figura 17.11, correspondiente a este ejemplo.



Complemento para exportar los archivos a HydroBID Flood.

4. Una vez introducida la información, haga clic en el botón [OK] para exportar los archivos al modelo.

En Hydronia2DMS versión 10 y posteriores, después de la exportación aparece el diálogo *Open DIP*. *QGIS DIP* está seleccionado de forma predeterminada; haga clic en *OK* para abrirlo dentro de QGIS. Para consultar la alternativa independiente histórica, expanda *More options*, seleccione *Classic DIP* y haga clic en *OK*.



Diálogo Open DIP con QGIS DIP seleccionado de forma predeterminada y More options expandido con Classic DIP. Se muestra el nombre de la ejecución de ejemplo.

Una vez terminada la exportación, HydroBID Flood se cargará con el archivo base.DAT.

17.4 Ejecutar el modelo

Después de exportar los archivos, HydroBID Flood se abre con el archivo de proyecto del ejemplo OutControl.DAT y muestra el panel *Control Data*, como se ilustra en la Figura 17.13.

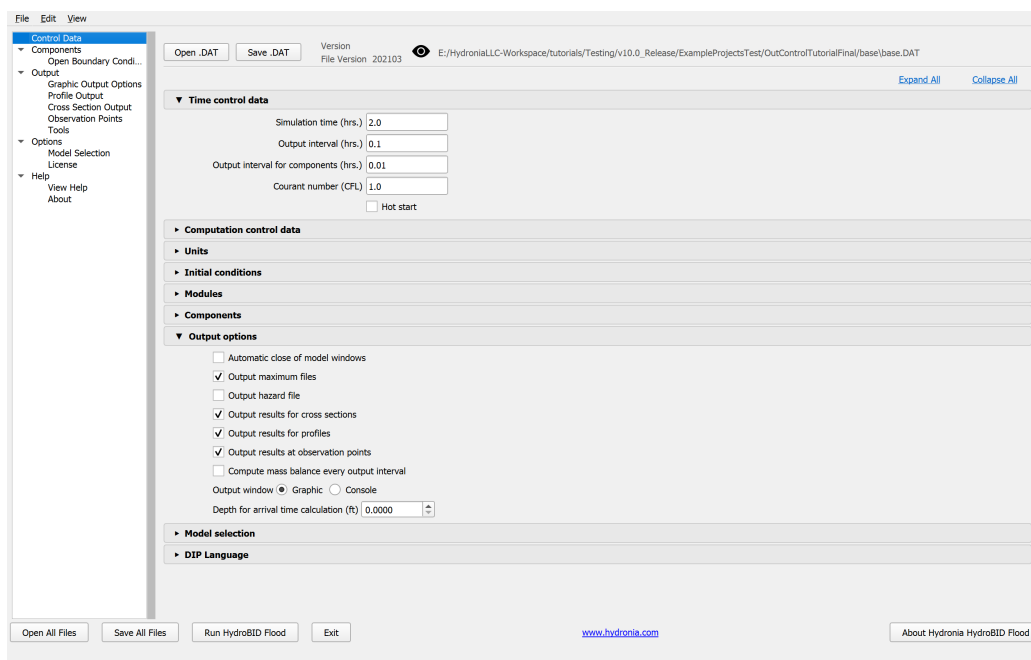
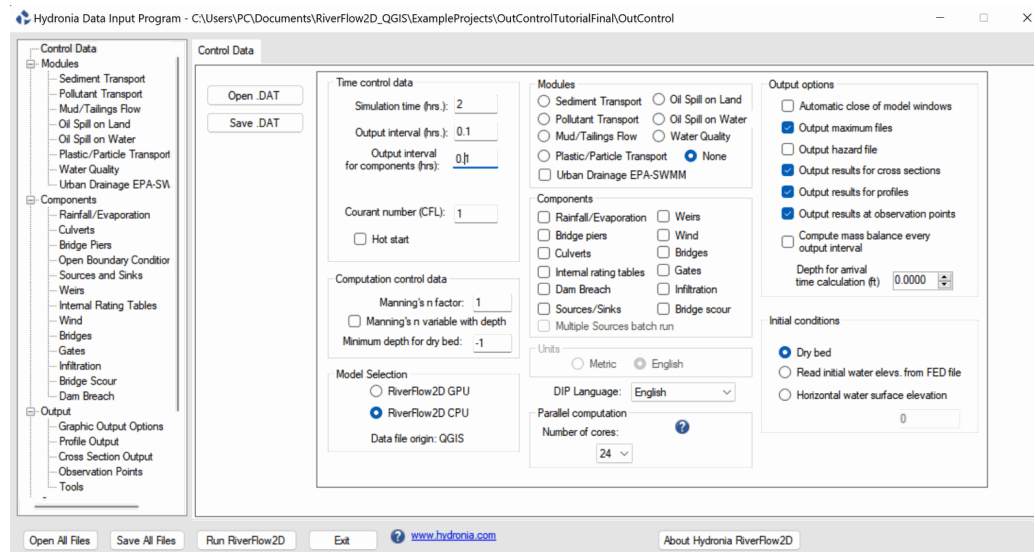


Figura 17.1 – Panel de datos de control de QGIS DIP para el tutorial OutControl.

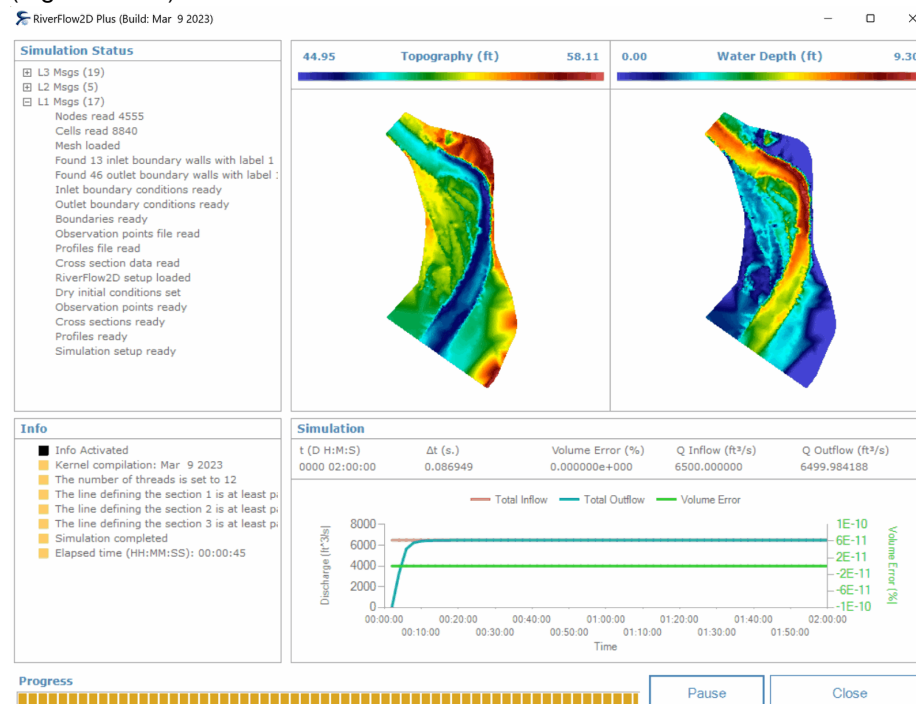
El siguiente panel de Classic DIP se conserva como referencia de los valores heredados:



En el panel de control, en *Output Options*, están seleccionadas las salidas para *Cross Sections*, *Profiles* y *Observation Points*.

Deje los demás parámetros con sus valores predeterminados.

Para ejecutar el modelo, haga clic en el botón *Run HydroBID Flood*. La ventana que HydroBID Flood muestra durante la ejecución informa el tiempo de simulación, el error de conservación del volumen, el caudal total de entrada y salida y otros parámetros a medida que avanza la ejecución (Figura 17.14).



17.5 Revisar los archivos de salida

HydroBID Flood genera archivos con las extensiones *.xseci* (unidades métricas) y *.xsece* (unidades inglesas), que informan los resultados a lo largo de las secciones transversales. También genera

archivos con las extensiones .prfi (unidades métricas) y .prfe (unidades inglesas), que informan los resultados a lo largo de los perfiles, y archivos con las extensiones .outi (unidades métricas) y .oute (unidades inglesas), que informan los resultados en los puntos de observación.

La Figura 17.15 muestra un extracto del archivo OutControl.xsece con resultados en las secciones transversales:

```
=====
RiverFlow2D
Build Mar  9 2023
=====
TWO-DIMENSIONAL FINITE VOLUME RIVER DYNAMICS MODEL
(R) TRADEMARK 2009-2022 Hydronia, LLC.
ALL RIGHTS RESERVED
RUN DATE: 27/Mar/2023
=====

CROSS SECTION RESULTS IN ENGLISH UNITS

TIME: 0000 days, 00 hours, 00 min.,00 secs.

CROSS SECTION NO.: 1 CROSS SECTION ID: XSEC_1

( 243444.89, 94253.80), ( 243571.18, 94402.64)
ELEM STATION BEDEL DEPTH WSEL VELOCITY FROUDE QS
      (ft)    (ft)    (ft)    (ft)    (ft/s)    (ft2/s)
6351 13.80 50.16 0.00 50.16 0.00 0.00 0.000000
587 23.66 49.49 0.00 49.49 0.00 0.00 0.000000
359 35.49 49.52 0.00 49.52 0.00 0.00 0.000000
2325 41.41 49.33 0.00 49.33 0.00 0.00 0.000000
1551 57.18 49.22 0.00 49.22 0.00 0.00 0.000000
293 67.04 49.10 0.00 49.10 0.00 0.00 0.000000
6321 72.95 48.87 0.00 48.87 0.00 0.00 0.000000
4106 80.84 48.82 0.00 48.82 0.00 0.00 0.000000
1836 90.70 48.70 0.00 48.70 0.00 0.00 0.000000
1597 94.64 49.04 0.00 49.04 0.00 0.00 0.000000
3138 102.53 49.23 0.00 49.23 0.00 0.00 0.000000
809 106.47 49.85 0.00 49.85 0.00 0.00 0.000000
95 110.42 50.70 0.00 50.70 0.00 0.00 0.000000
4592 124.22 51.52 0.00 51.52 0.00 0.00 0.000000
2008 130.13 51.58 0.00 51.58 0.00 0.00 0.000000
6910 139.99 51.70 0.00 51.70 0.00 0.00 0.000000
1814 143.94 51.98 0.00 51.98 0.00 0.00 0.000000
1411 149.85 52.02 0.00 52.02 0.00 0.00 0.000000
2062 159.71 52.13 0.00 52.13 0.00 0.00 0.000000
356 165.62 52.07 0.00 52.07 0.00 0.00 0.000000
3167 175.48 52.21 0.00 52.21 0.00 0.00 0.000000
6739 185.34 52.39 0.00 52.39 0.00 0.00 0.000000
Q = -0.000 cfs.

CROSS SECTION NO.: 2 CROSS SECTION ID: XSEC_2

( 243995.16, 93802.76), ( 243602.76, 93800.51)
ELEM STATION BEDEL DEPTH WSEL VELOCITY FROUDE QS
      (ft)    (ft)    (ft)    (ft)    (ft/s)    (ft2/s)
7097 19.82 54.90 0.00 54.90 0.00 0.00 0.000000
6346 23.78 54.22 0.00 54.22 0.00 0.00 0.000000
6157 27.75 51.32 0.00 51.32 0.00 0.00 0.000000
121 35.67 48.75 0.00 48.75 0.00 0.00 0.000000
184 39.64 46.82 0.00 46.82 0.00 0.00 0.000000
2632 47.56 46.00 0.00 46.00 0.00 0.00 0.000000
2968 51.53 45.98 0.00 45.98 0.00 0.00 0.000000
4400 55.49 46.02 0.00 46.02 0.00 0.00 0.000000
682 59.46 46.51 0.00 46.51 0.00 0.00 0.000000
```

La Figura 17.16 muestra un extracto del archivo OutControl.prfe con el informe de resultados del perfil:

```

=====
=====
                        RiverFlow2D
                        Build Mar  9 2023
=====
                TWO-DIMENSIONAL FINITE VOLUME RIVER DYNAMICS MODEL
                (R) TRADEMARK 2009-2022 Hydronia, LLC.
                ALL RIGHTS RESERVED
                RUN DATE: 27/Mar/2023
=====

PROFILE RESULTS IN ENGLISH UNITS

TIME: 0000 days,00 hours,00 min.,00 secs.

PROFILE NO.:   1 PROFILE ID: PROFILE_1

ELEM  DISTANCE  BEDEL  DEPTH  WSEL  VELOCITY  FROUDE
      (ft)      (ft)    (ft)    (ft)    (ft/s)
6406    0.00    48.55    15.61    64.17    0.00    0.00
4446   15.34    48.69     0.00    48.69    0.00    0.00
3736   30.68    48.61     0.00    48.61    0.00    0.00
1927   46.02    48.56     0.00    48.56    0.00    0.00
2357   61.36    48.76     0.00    48.76    0.00    0.00
1836   76.69    48.70     0.00    48.70    0.00    0.00
8006   92.03    48.82     0.00    48.82    0.00    0.00
6142  107.37    48.81     0.00    48.81    0.00    0.00
  80  122.71    48.78     0.00    48.78    0.00    0.00
1878  138.05    48.69     0.00    48.69    0.00    0.00
1622  153.39    48.63     0.00    48.63    0.00    0.00
 978  168.73    48.65     0.00    48.65    0.00    0.00
6342  184.07    48.71     0.00    48.71    0.00    0.00
5985  199.41    48.76     0.00    48.76    0.00    0.00
  843  214.74    48.78     0.00    48.78    0.00    0.00
6360  230.08    48.89     0.00    48.89    0.00    0.00
  575  245.42    48.92     0.00    48.92    0.00    0.00
4957  260.76    49.01     0.00    49.01    0.00    0.00
4201  276.10    49.02     0.00    49.02    0.00    0.00
2430  291.76    48.84     0.00    48.84    0.00    0.00
  734  307.41    48.79     0.00    48.79    0.00    0.00
3495  323.07    48.91     0.00    48.91    0.00    0.00
6854  338.72    49.05     0.00    49.05    0.00    0.00
6256  354.38    49.03     0.00    49.03    0.00    0.00
3401  370.03    48.65     0.00    48.65    0.00    0.00
3600  385.69    48.45     0.00    48.45    0.00    0.00
5619  401.34    48.52     0.00    48.52    0.00    0.00
3586  417.00    48.77     0.00    48.77    0.00    0.00
  822  432.66    48.39     0.00    48.39    0.00    0.00
4197  448.31    48.17     0.00    48.17    0.00    0.00
5100  463.97    48.00     0.00    48.00    0.00    0.00
  194  479.62    47.93     0.00    47.93    0.00    0.00
3785  495.28    47.54     0.00    47.54    0.00    0.00
4267  510.93    46.81     0.00    46.81    0.00    0.00
7358  526.59    46.52     0.00    46.52    0.00    0.00
2123  540.71    46.84     0.00    46.84    0.00    0.00
8723  554.84    46.76     0.00    46.76    0.00    0.00
4474  568.96    47.17     0.00    47.17    0.00    0.00
5572  583.08    45.98     0.00    45.98    0.00    0.00
6970  597.21    46.20     0.00    46.20    0.00    0.00
2493  611.33    46.19     0.00    46.19    0.00    0.00

```

La Figura 17.17 muestra un extracto del archivo RESvsT_Point1.out con el informe de resultados

del punto de observación Point1:

```
=====
RiverFlow2D
Build Mar 9 2023
=====
TWO-DIMENSIONAL FINITE VOLUME RIVER DYNAMICS MODEL
(R) TRADEMARK 2009-2022 Hydronia, LLC.
ALL RIGHTS RESERVED
RUN DATE: 27/Mar/2023
=====

RESULTS FOR CELL: 840 OBSERVATION POINT ID: Point2
LOCATED AT COORDINATE: ( 243832.78),( 93473.50)

TIME      U      V      VELOCITY  DEPTH  WSEL  BEDEL_ORI  BEDEL  DELTA_BED  FROUDE  QSX      QSY      QS
(hours)   (ft/s) (ft/s) (ft/s)   (ft)   (ft)   (ft)      (ft)   (ft)      (-)     (ft2/s) (ft2/s) (ft2/s)
0.10000   -2.897  -7.137  7.703    4.806  52.126  47.319  47.319  0.000      0.619  0.000  0.000  0.000
0.20000   -2.736  -6.929  7.450    5.019  52.338  47.319  47.319  0.000      0.586  0.000  0.000  0.000
0.30000   -2.720  -6.901  7.418    5.035  52.355  47.319  47.319  0.000      0.583  0.000  0.000  0.000
0.40000   -2.718  -6.898  7.414    5.038  52.357  47.319  47.319  0.000      0.582  0.000  0.000  0.000
0.50000   -2.718  -6.898  7.414    5.038  52.357  47.319  47.319  0.000      0.582  0.000  0.000  0.000
0.60000   -2.718  -6.898  7.414    5.038  52.357  47.319  47.319  0.000      0.582  0.000  0.000  0.000
0.70000   -2.718  -6.898  7.414    5.038  52.357  47.319  47.319  0.000      0.582  0.000  0.000  0.000
0.80000   -2.718  -6.898  7.414    5.038  52.357  47.319  47.319  0.000      0.582  0.000  0.000  0.000
0.90000   -2.718  -6.898  7.414    5.038  52.357  47.319  47.319  0.000      0.582  0.000  0.000  0.000
1.00000   -2.718  -6.898  7.414    5.038  52.357  47.319  47.319  0.000      0.582  0.000  0.000  0.000
1.10000   -2.718  -6.898  7.414    5.038  52.357  47.319  47.319  0.000      0.582  0.000  0.000  0.000
1.20000   -2.718  -6.898  7.414    5.038  52.357  47.319  47.319  0.000      0.582  0.000  0.000  0.000
1.30000   -2.718  -6.898  7.414    5.038  52.357  47.319  47.319  0.000      0.582  0.000  0.000  0.000
1.40000   -2.718  -6.898  7.414    5.038  52.357  47.319  47.319  0.000      0.582  0.000  0.000  0.000
1.50000   -2.718  -6.898  7.414    5.038  52.357  47.319  47.319  0.000      0.582  0.000  0.000  0.000
1.60000   -2.718  -6.898  7.414    5.038  52.357  47.319  47.319  0.000      0.582  0.000  0.000  0.000
1.70000   -2.718  -6.898  7.414    5.038  52.357  47.319  47.319  0.000      0.582  0.000  0.000  0.000
1.80000   -2.718  -6.898  7.414    5.038  52.357  47.319  47.319  0.000      0.582  0.000  0.000  0.000
1.90000   -2.718  -6.898  7.414    5.038  52.357  47.319  47.319  0.000      0.582  0.000  0.000  0.000
2.00000   -2.718  -6.898  7.414    5.038  52.357  47.319  47.319  0.000      0.582  0.000  0.000  0.000
```

Estado del borrador: traducción de trabajo reconciliada con el Markdown inglés v10 de HydroBID Flood. No se localizó una fuente española legada específica de HydroBID Flood; las capturas de pantalla con texto visible permanecen sin revisar y requieren captura o aprobación en español.

Tareas pendientes: completar la revisión lingüística, validar las etiquetas de interfaz conservadas en inglés y aprobar las capturas antes de publicar.

18 | Digitalización avanzada y ajuste

En muchos casos es necesario dibujar polígonos que compartan bordes (contiguos). Intentar hacerlo manualmente suele producir errores de superposición entre polígonos o generar espacios vacíos, como se muestra en la siguiente figura:

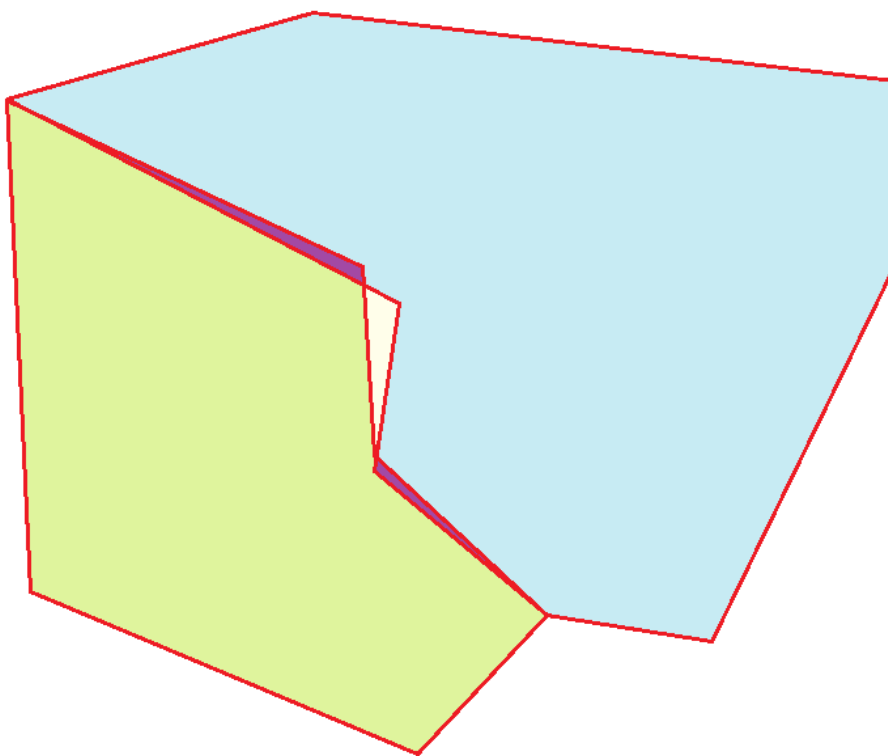


Figura 18.1 – Áreas con superposición y espacios vacíos en la digitalización manual de polígonos adyacentes.

Este tutorial muestra cómo usar la herramienta *Snapping* de QGIS para facilitar el trazado de polígonos adyacentes. El procedimiento incluye los siguientes pasos:

1. Abrir un proyecto existente de HydroBID Flood.
2. Activar la herramienta *Snapping*.
3. Configurar la herramienta *Snapping*.
4. Dibujar polígonos contiguos o adyacentes usando la herramienta *Snapping*.

Los archivos necesarios para seguir este tutorial se pueden extraer del archivo zip 'ExampleProjects', dentro de la carpeta 'SnappingTutorial'. Este archivo zip se descarga por separado de los materiales de instalación.

18.1 Abrir un proyecto existente

1. Abra QGIS.
2. En el menú principal, vaya a *Project > Open...* y busque el proyecto existente: 'SnappingTutorial.qgz'.

Este proyecto contiene las plantillas básicas de un proyecto de HydroBID Flood y un ráster con 4 áreas con diferentes valores del coeficiente n de Manning derivados de mapas de cobertura y uso del suelo. A partir de este ráster se dibujarán los polígonos de la capa *Manning N*. Al abrir el proyecto, se cargará en QGIS una imagen del proyecto, como se muestra en la Figura 18.2.

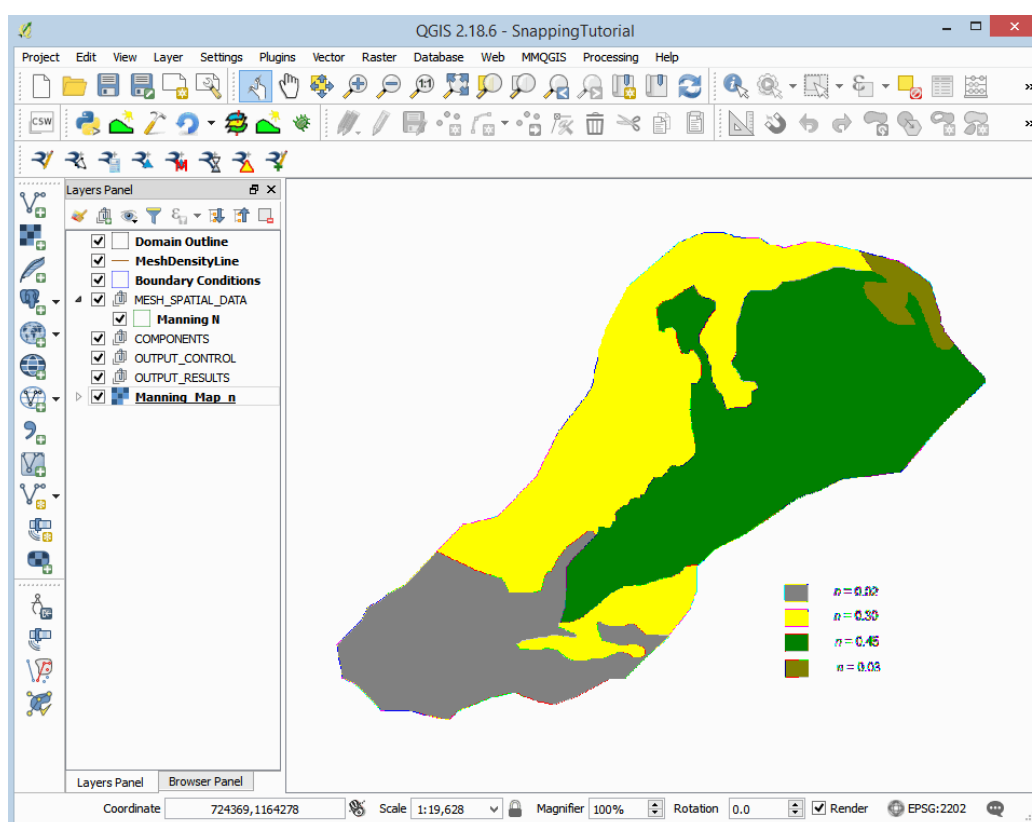
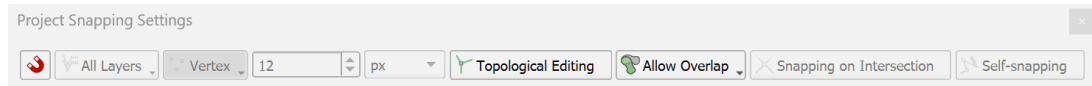


Figura 18.2 – Pantalla del proyecto cargado en QGIS.

18.2 Activar y configurar la herramienta Snapping

Para usar la herramienta *Snapping*, primero debe activarla:

1. Abra la ventana de opciones de configuración: en el menú *Project*, seleccione *Snapping Options...*



Ventana *Project Snapping Settings*.

2. En la ventana *Project Snapping Settings*, haga clic en el botón *Enable Snapping*.



3. Junto al botón *Enable Snapping* se activa el menú desplegable de *All Layers*. Haga clic en el desplegable y seleccione *Advanced Configuration*.
4. En la lista de capas, asegúrese de que solo esté seleccionada la capa *Manning N*.
5. Seleccione la casilla *Avoid Overlap* en la capa *Manning N*.

La ventana de configuración de la herramienta *Snapping* debe verse como en la siguiente figura:

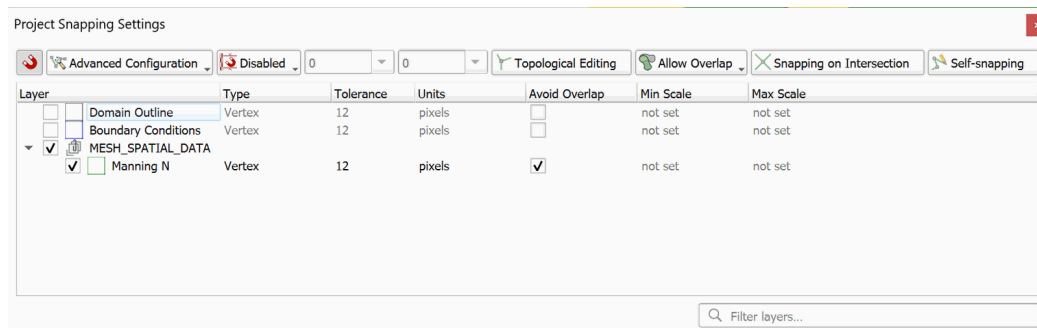


Figura 18.3 – Panel de configuración de Snapping.

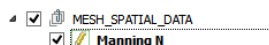
18.3 Dibujar polígonos contiguos o adyacentes usando la herramienta Snapping

Para dibujar los polígonos con la información de los valores del coeficiente n de Manning, proceda de la siguiente manera:

1. Edite la capa *Manning N*: en el panel de capas, seleccione la capa *Manning N*.
2. En la barra de herramientas de digitalización, haga clic en el botón *Toggle Editing*.



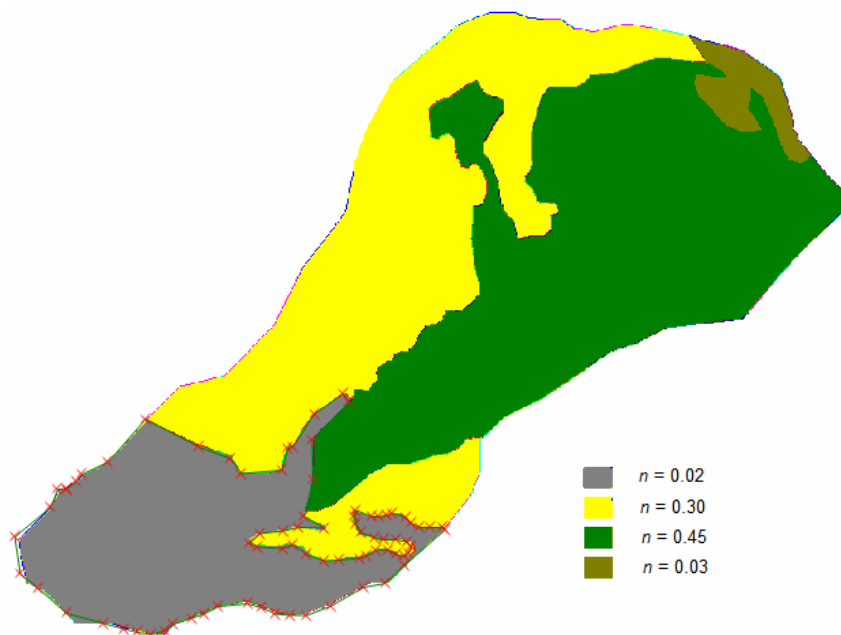
En la capa *Manning N* aparecerá un icono de lápiz que indica que la capa está en modo de edición:



3. Dibuje el polígono que delimita el área del coeficiente n de Manning: use el botón *Add Toggle Editing* en la barra de herramientas de digitalización.

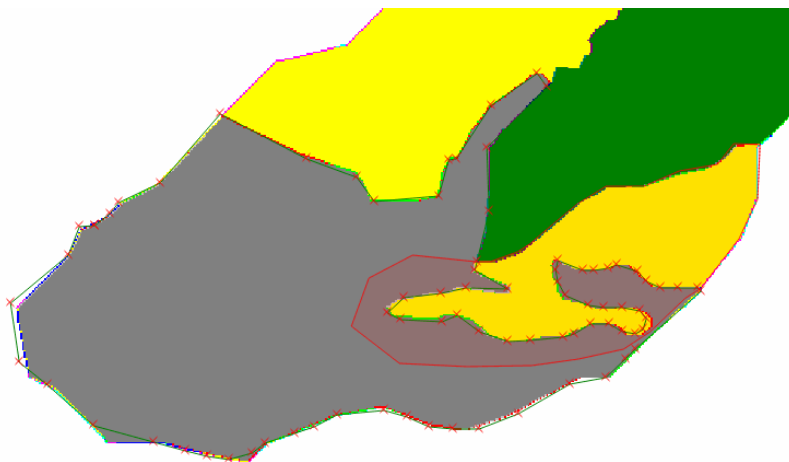


Proceda a dibujar los polígonos. Comience dibujando el polígono en la parte inferior de la cuenca, mostrada en gris, que corresponde a $n = 0.02$. Al terminar el dibujo, debería obtener una imagen similar a la de la siguiente figura:



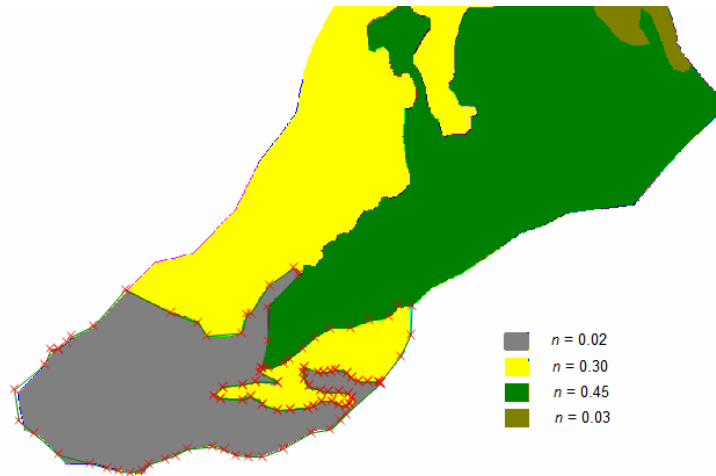
El primer boceto del polígono.

4. Proceda a dibujar el segundo polígono. Será el pequeño polígono amarillo, que corresponde a $n = 0.30$. Para dibujarlo, siga el límite del polígono verde indicado por el ráster, pero en el límite con el polígono ya dibujado (el gris) haga una superposición para que la herramienta *Snapping* tome el borde existente y complete el polígono. Intente trazar una ruta como la que se muestra en la figura siguiente:



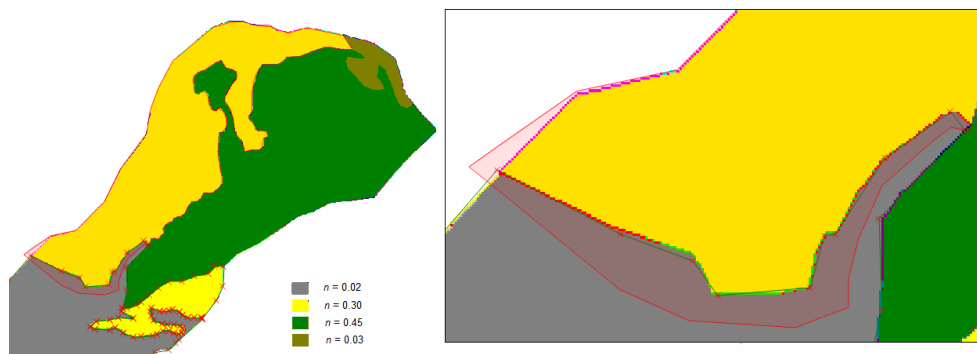
Dibujo del segundo polígono.

5. Haga clic derecho para terminar el dibujo.
6. Ingrese el coeficiente de Manning, $n = 0.30$, y obtendrá una imagen como la que se muestra a continuación, donde puede ver cómo el dibujo final del segundo polígono tomó los vértices del primer polígono adyacente:



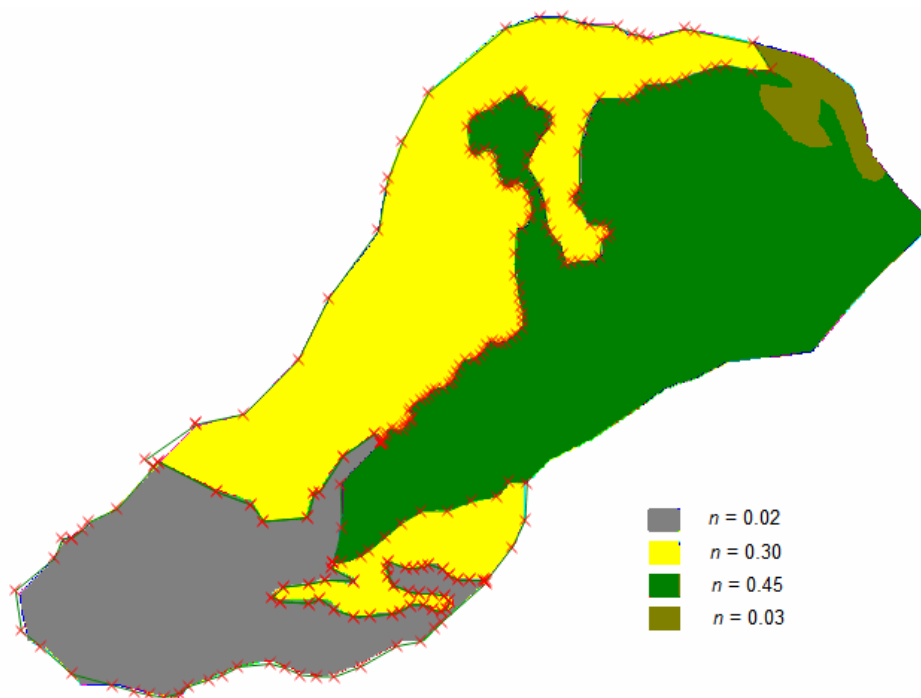
Dibujo final del segundo polígono.

7. El tercer polígono que se dibujará será el polígono amarillo grande. Al igual que en el caso anterior, se sigue fielmente el contorno del polígono según el ráster, pero en los polígonos adyacentes se dibuja ya con superposición. La figura siguiente muestra el dibujo inicial, con un acercamiento del área donde se hace la superposición con el polígono existente:



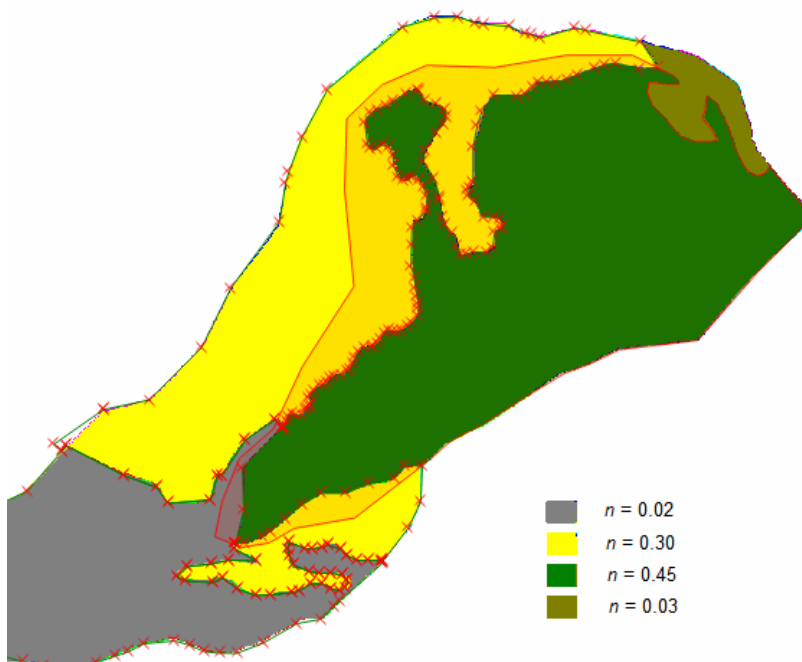
Dibujo preliminar del tercer polígono.

8. Después de finalizar el dibujo y asignar el número de *Manning N* al polígono, el dibujo final del tercer polígono se mostrará como se indica a continuación:



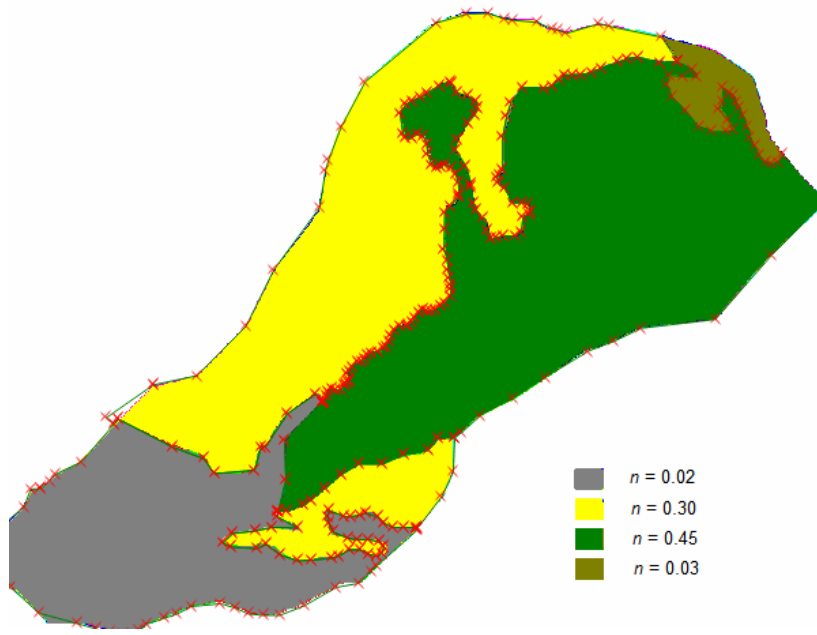
Dibujo final del tercer polígono.

9. El cuarto polígono que se dibujará será el polígono verde, que corresponde a $n = 0.45$. Para hacerlo, siga su límite exterior y el límite con el polígono marrón. Luego haga una superposición gruesa dentro de los polígonos ya dibujados, los amarillos y el gris, como se muestra en la figura siguiente:



Dibujo preliminar del cuarto polígono.

10. Después de finalizar el dibujo y asignar el valor del coeficiente n de Manning al polígono, tendrá el diseño final del cuarto polígono, como se muestra a continuación:



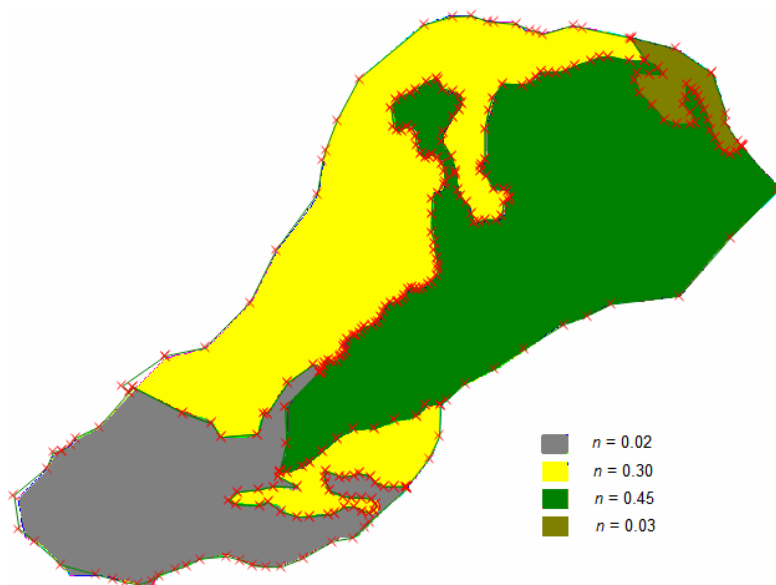
Dibujo final del cuarto polígono.

11. Para terminar, dibuje el quinto polígono, de color marrón, que corresponde a $n = 0.03$. Para ello, dibuje el límite exterior siguiendo el contorno del ráster y, para los límites compartidos, haga una superposición dentro de los polígonos vecinos, como se muestra en la figura siguiente:



Dibujo preliminar del quinto polígono.

12. Después de finalizar el dibujo e ingresar el coeficiente de Manning al polígono, tendrá el dibujo final del quinto polígono, como se muestra a continuación:

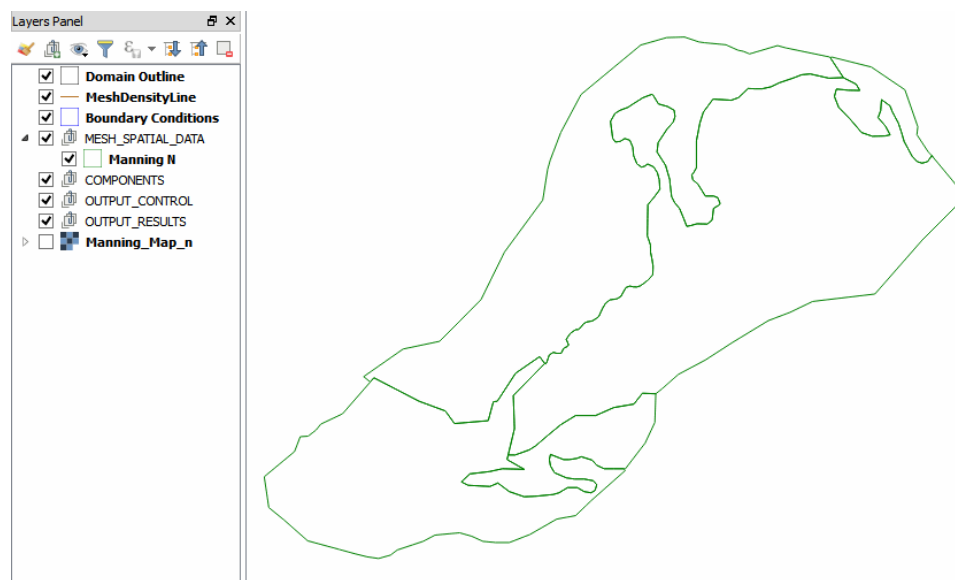


Dibujo final del quinto polígono.

13. Para terminar, haga clic en el botón *Toggle Editing*.



Los cambios se aceptan y se guardan. Luego se desactiva la capa ráster *Manning_Map_n* y se puede observar la capa vectorizada *Manning N*, como se muestra en la figura siguiente:

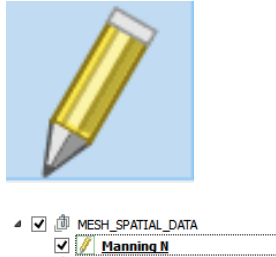


Dibujo final de la capa Manning N.

18.4 Eliminar un polígono

Suponga que desea eliminar el último polígono creado porque no está satisfecho con el resultado. En ese caso, puede proceder de la siguiente manera:

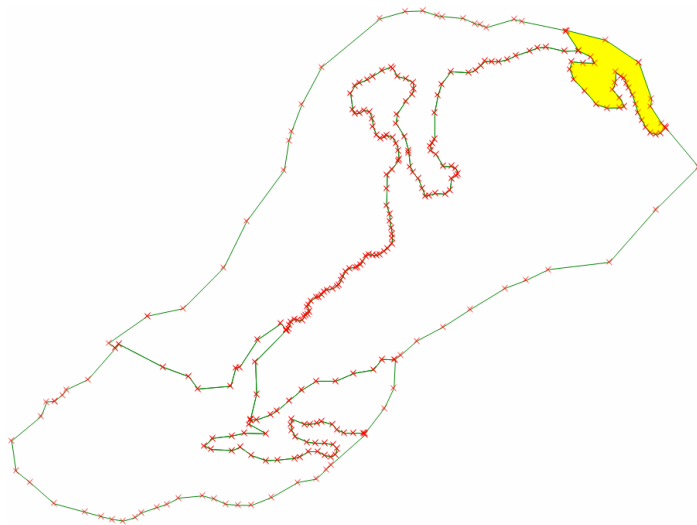
1. Edite la capa *Manning N* usando el botón *Toggle Editing*.



2. Luego seleccione el polígono que desea eliminar usando el botón *Select Feature*.



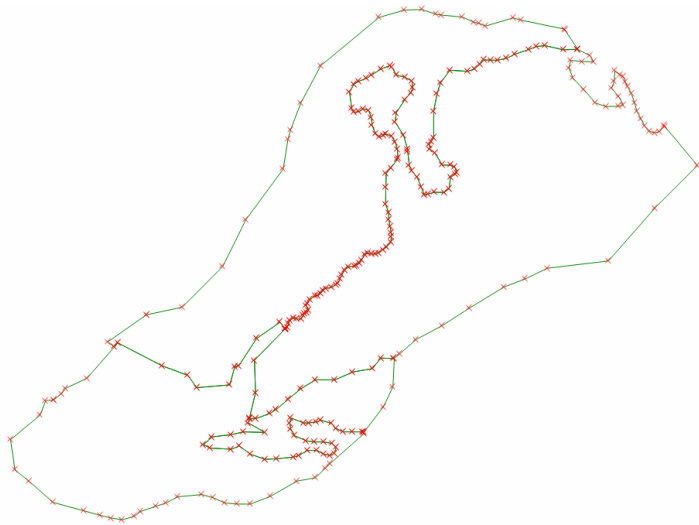
3. Con la herramienta *Select Feature* activa, haga clic en el polígono que desea eliminar; se resaltará en amarillo para indicar que está seleccionado (Figura 18.15).



Polígono seleccionado para eliminar.

4. Luego elimine el polígono con la tecla Delete del teclado o con el botón *Delete selected*.





Capa Manning N con el polígono eliminado.

5. Finalmente, guarde los cambios y desactive el modo de edición de la capa haciendo clic en el botón *Toggle Editing*.



Esto concluye el tutorial de Snapping.

Estado del borrador: traducción de trabajo reconciliada con el Markdown inglés v10 de HydroBID Flood. No se localizó una fuente española legada específica de HydroBID Flood; las capturas de pantalla con texto visible permanecen sin revisar y requieren captura o aprobación en español.

Tareas pendientes: completar la revisión lingüística, validar las etiquetas de interfaz conservadas en inglés y aprobar las capturas antes de publicar.

19 | Crear elevaciones ráster a partir de conjuntos de datos X Y Z

Los archivos necesarios para seguir este tutorial se pueden extraer del archivo zip 'ExampleProjects', dentro de la carpeta 'InterpolatingRasterTutorial'. Este archivo zip se descarga por separado de los materiales de instalación.

HydroBID Flood usa datos de elevación en formato ráster. Por ejemplo, para cargar un archivo ASCII grid, en el menú *Layer* haga clic en *Add Layer* y luego en *Add Raster Layer....* También puede hacer clic en el botón *Add Raster Layer*:



En este ejemplo usaremos datos de elevación disponibles en un archivo X Y Z delimitado por tabulaciones y crearemos una capa ráster interpolada.

El archivo X Y Z puede estar delimitado por comas, espacios o tabulaciones; las dos primeras columnas corresponden a las coordenadas X e Y de los puntos y la tercera columna es la elevación Z del punto, como se muestra en la siguiente figura.

```
x,y,z
243364.4297,93288.26758,48.768
243382.2178,93336.55399,49.3776
243384.1564,93243.08402,48.768
243386.3692,93291.82764,49.0728
243388.0944,94363.76962,49.725072
243393.6326,94368.40867,49.228248
243398.7532,94371.9413,49.066704
243399.8017,93352.17194,49.6824
243402.2462,93198.31195,48.768
243402.6547,94338.37368,49.737264
243403.5386,94379.0279,48.990504
243407.0133,94344.64037,49.475136
243408.3087,93295.3877,49.3776
243410.7745,93235.93342,49.0728
243411.2622,94383.34692,48.93564
243413.0605,94352.62613,49.219104
```

Figura 19.1 – Archivo que contiene puntos de elevación del terreno.

Primero, el archivo X Y Z se carga para crear una capa de eventos. Esto se puede hacer de la siguiente manera:

1. En el menú *Layer*, haga clic en *Add Layer* y luego en *Add Delimited Text Layer....* Como

alternativa, también puede hacer clic en el botón *Add Delimited Text Layer*:



- Abra el archivo de elevaciones: haga clic en el botón Browse [...] y vaya a 'ExampleProjects\InterpolatingRasterTutorial\base\HohDTM_points_xyz.txt'.
- En *File format*, seleccione *Comma Separated Values*.
- En *Record and Fields Options*, seleccione la casilla *First row contains field names*.
- En *Geometry Definition*, haga clic en el desplegable *Z field* y seleccione *z*.
- El desplegable *Geometry CRS* debe estar configurado en *Project CRS: EPSG:2229*.

El cuadro de diálogo debe verse como en la siguiente figura:

Data Source Manager | Delimited Text

File name: E:\Tutorials\RF2D\InterpolatingRasterTutorial\Final\base\HohDTM_points_METRIC.txt
 Layer name: HohDTM_points_METRIC Encoding: UTF-8

File Format

- ☒ CSV (comma separated values)
- ☐ Regular expression delimiter
- ☐ Custom delimiters

Record and Fields Options

Number of header lines to discard: 0

- ☒ First record has field names
- ☒ Detect field types
- ☐ Decimal separator is comma
- ☐ Trim fields
- ☐ Discard empty fields

Custom boolean literals

True: False:

Geometry Definition

- ☒ Point coordinates
 - X field: x
 - Y field: y
 - Z field: z
 - M field:
- ☐ Well known text (WKT)
- ☐ No geometry (attribute only table)

☐ DMS coordinates

Geometry CRS: Project CRS: EPSG:2229 - NAD83 / California zone 5 (ftUS)

Layer Settings

- ☒ Use spatial index
- ☐ Use subset index
- ☐ Watch file

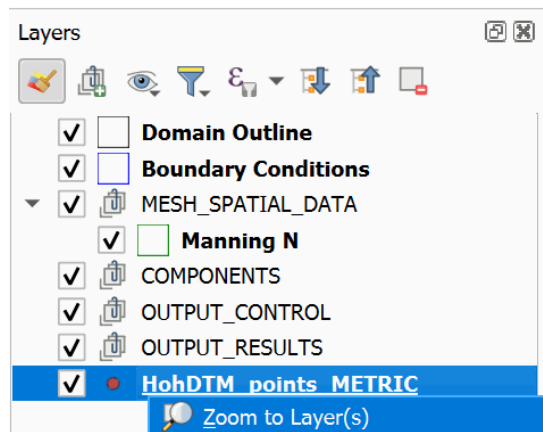
Sample Data

	x	y	z
	1.2 Decimal (double)	1.2 Decimal (double)	1.2 Decimal (double)
1	243364.4297	93288.26758	48.768
2	243382.2178	93336.55399	49.3776
3	243384.1564	93243.08402	48.768
4	243386.3692	93291.82764	49.0728
5	243388.0944	94363.76962	49.725072
6	243393.6326	94368.40867	49.228248
7	243398.7532	94371.9413	49.066704
8	243399.8017	93352.17194	49.6824

Close Add Help

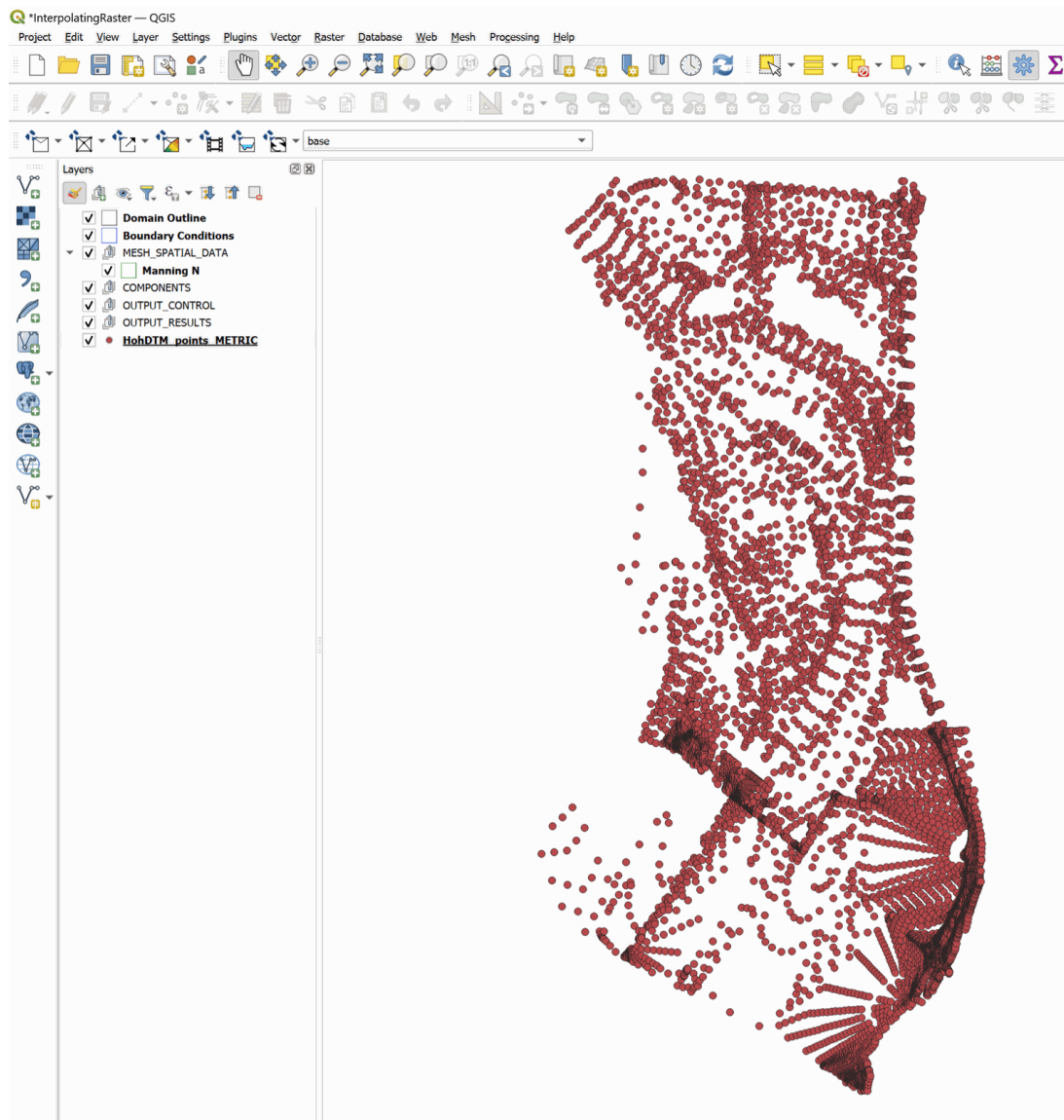
Diálogo para crear una capa desde un archivo de texto delimitado.

- Para ir al área donde se ubican los puntos, haga clic derecho en la etiqueta de la capa creada y seleccione la opción *Zoom to the layer*.



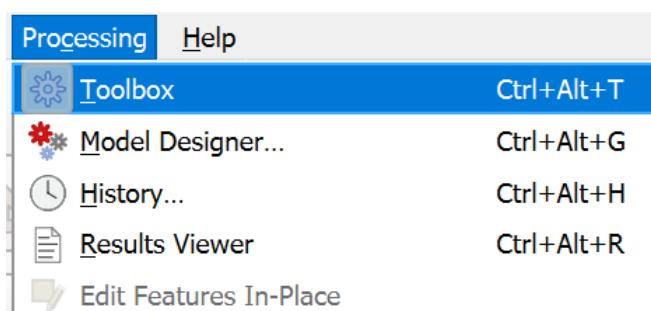
Cómo acercar una capa.

8. Los puntos deben aparecer en la ventana del proyecto:

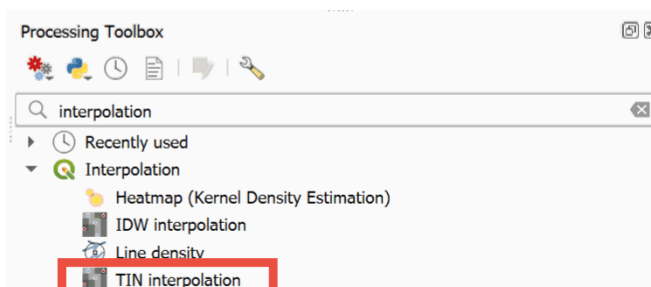


Capa de puntos creada desde un archivo de datos delimitados.

9. El ráster se crea interpolando los datos de la capa de puntos. Para ello usaremos *Processing Toolbox* para cargar el panel que permitirá buscar el comando *TIN interpolation*.



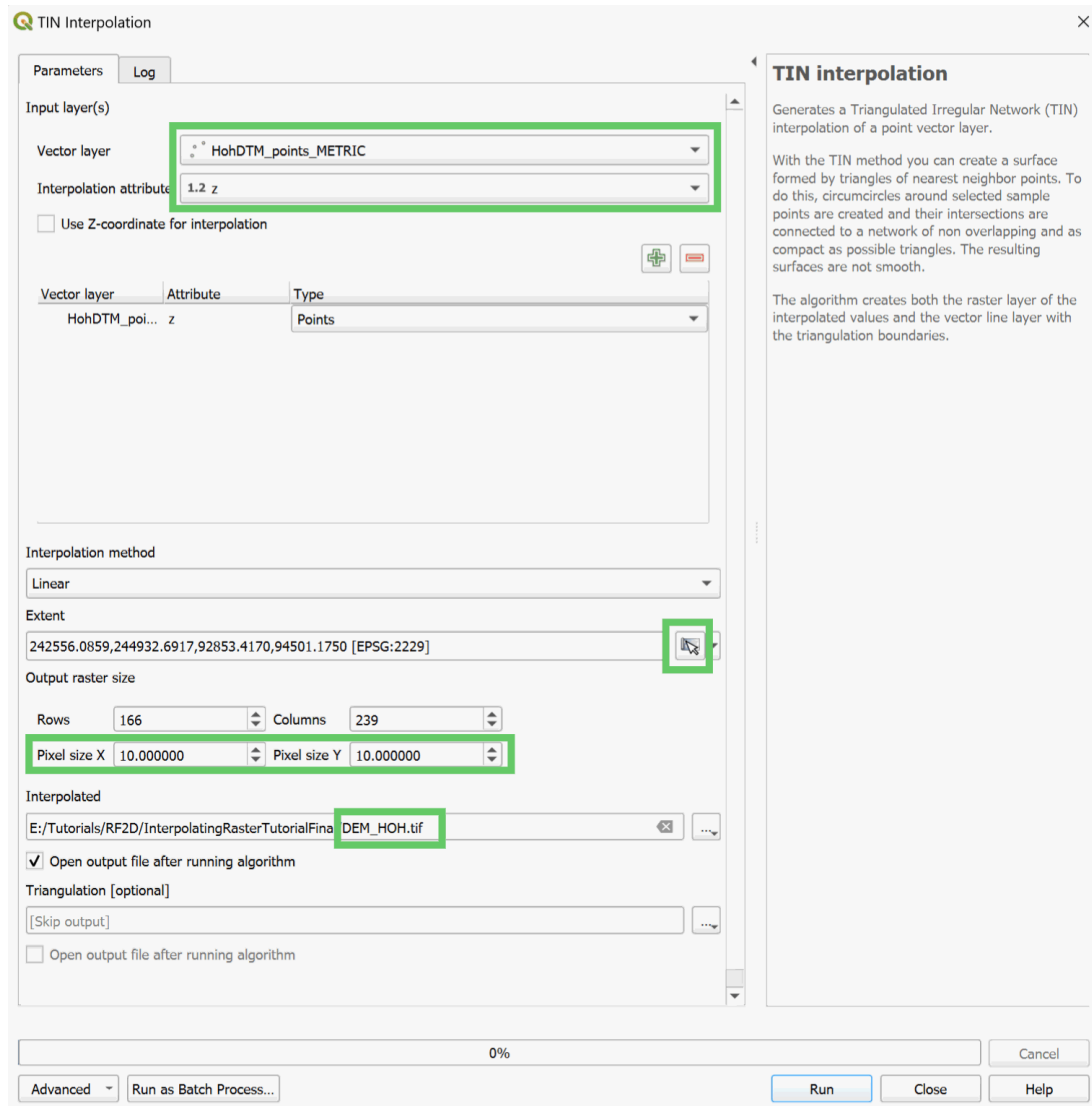
Apertura de Processing Toolbox.



Carga de la herramienta TIN interpolation de QGIS.

10. En esta ventana, seleccione la capa que se interpolará para crear el ráster. En este ejemplo usamos la capa de puntos que acabamos de crear, llamada *HohDTM_points_METRIC*. Cámbiela seleccionando el desplegable *Vector layer*.
11. Seleccione el campo que contiene el atributo que se usará como valor para interpolar, en este caso el campo *z*. Para ello, haga clic en el desplegable *Interpolation Attribute* y seleccione *z*.
12. Haga clic en el botón verde + para agregar la capa vectorial a la lista.
13. Haga clic en el botón *Set to current map canvas extent*; la información de extensión debería completarse automáticamente.
14. En los cuadros de texto *Pixel size*, ingrese *10*. Observará que los cuadros de texto *Rows* y *Columns* se completan automáticamente según el tamaño de píxel.
15. Seleccione la ruta de la carpeta donde se creará la capa ráster. Se recomienda apuntar al directorio del proyecto elegido anteriormente en el tutorial.

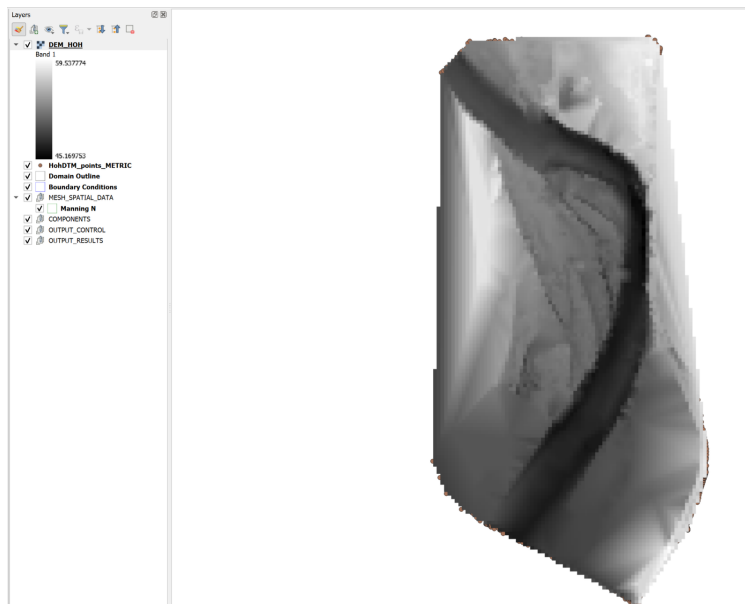
El panel debe verse como en la siguiente figura:



Ventana del complemento de interpolación.

16. Haga clic en OK para iniciar el proceso de interpolación.

Una vez finalizado el proceso, el ráster resultante de la interpolación se mostrará en pantalla. De forma predeterminada, se representa con un degradado de gris, como se muestra en la Figura 19.8.



Nota: al hacer clic derecho en la etiqueta de la capa creada y seleccionar *Properties*, puede cambiar el estilo de representación por una paleta de colores más informativa.

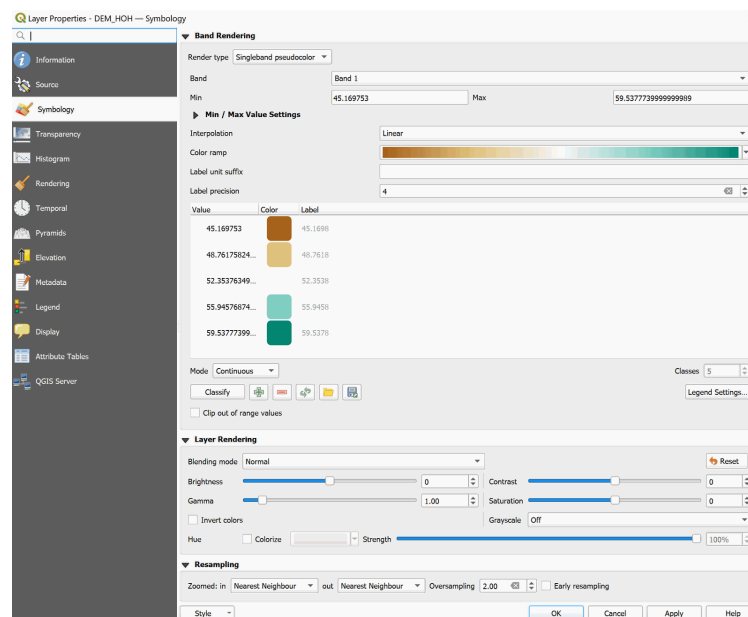


Figura 19.2 – Ventana para cambiar el estilo de representación de una capa ráster.

Y ahora la capa ráster se muestra con la nueva paleta de colores seleccionada:

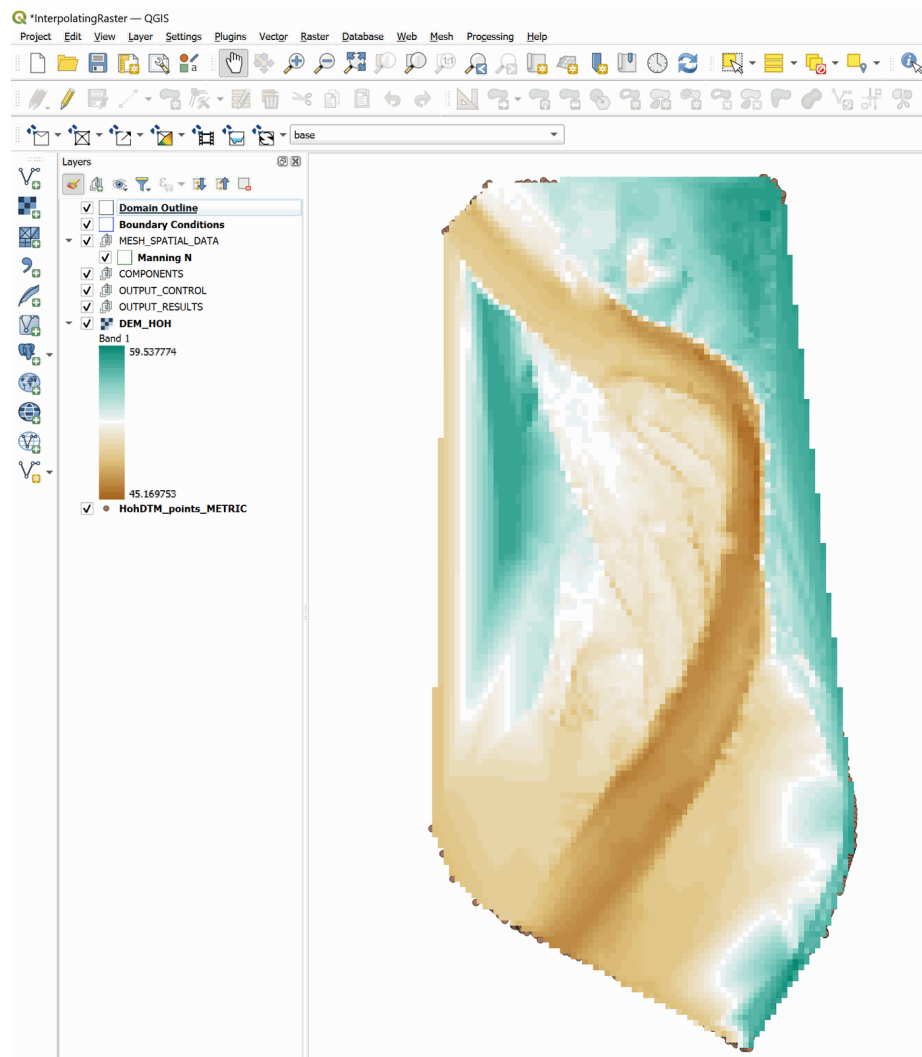


Figura 19.3 – Modelo digital de elevación con representación en color.

Es conveniente mover la capa ráster creada al final de la lista de capas para que no interfiera con la visualización de otras capas.

Esto concluye el tutorial de interpolación ráster.

Estado del borrador: traducción de trabajo reconciliada con el Markdown inglés v10 de HydroBID Flood. No se localizó una fuente española legada específica de HydroBID Flood; las capturas de pantalla con texto visible permanecen sin revisar y requieren captura o aprobación en español.

Tareas pendientes: completar la revisión lingüística, validar las etiquetas de interfaz conservadas en inglés y aprobar las capturas antes de publicar.

20 | Configurar una VM de Google Cloud para simulaciones aceleradas por GPU

Este tutorial proporciona una guía paso a paso para configurar una máquina virtual (VM) potente en Google Cloud Platform (GCP), equipada con una GPU NVIDIA Tesla V100. Esta configuración es ideal para ejecutar simulaciones de HydroBID Flood u OilFlow2D con uso intensivo de cómputo que puedan aprovechar la aceleración por GPU y reducir significativamente los tiempos de ejecución del modelo.

Nota: ejecutar una VM con GPU en Google Cloud generará costos. Las imágenes de Windows Server y las GPU son recursos premium. Revise los precios de GCP y asegúrese de que la facturación esté habilitada para su proyecto. La prueba gratuita de Google Cloud normalmente no cubre el uso de GPU. Consulte la documentación oficial para obtener más detalles: <https://cloud.google.com/compute/docs/create-windows-server-vm-instance>.

El proceso incluye estos pasos principales:

1. Configurar y crear una nueva instancia de VM de Compute Engine.
2. Especificar el tipo de máquina (4 vCPU y 32 GB de memoria).
3. Agregar y configurar una GPU NVIDIA Tesla V100.
4. Seleccionar un disco de arranque de Windows Server.
5. Conectarse a la VM recién creada.

20.1 Antes de comenzar

1. Debe tener una cuenta de Google Cloud con un proyecto creado y la facturación habilitada.
2. Asegúrese de que su cuenta tenga los permisos IAM necesarios. Como mínimo, necesitará los roles 'Compute Instance Admin (v1)' y 'Service Account User' para el proyecto.
3. Habilite la API de Compute Engine para su proyecto. Esto se puede hacer desde el panel APIs & Services de Google Cloud Console.
4. Necesitará un cliente RDP en su equipo local para conectarse a la VM de Windows. El cliente Remote Desktop de Microsoft está disponible para Windows, macOS, iOS y Android.

20.1.1 Comprobar y solicitar cuotas de GPU

De forma predeterminada, los proyectos de Google Cloud tienen una cuota de GPU de cero en la mayoría de las regiones para evitar el uso accidental. Antes de crear una VM con GPU, debe solicitar y obtener una cuota para el tipo específico de GPU (por ejemplo, NVIDIA Tesla V100) en la región deseada.

1. En Google Cloud Console, vaya a **IAM & Admin > Quotas**.
2. En la barra **Filter**, seleccione la propiedad **Metric** y busque NVIDIA V100 GPUs. Selecciónela de la lista. Si no aparece, es posible que deba borrar el filtro y filtrar primero por **Service** para Compute Engine API.
3. Esta vista mostrará su cuota actual de GPU para todas las regiones. Probablemente la mayoría estará en 0.
4. Busque la región donde planea crear la VM (por ejemplo, 'us-central1') y seleccione la casilla situada junto a ella.
5. Haga clic en el botón **EDIT QUOTAS** situado en la parte superior de la página.
6. Se abrirá un panel a la derecha. Ingrese el nuevo límite de cuota deseado (por ejemplo, 1 para una GPU V100) y proporcione una breve justificación de su solicitud (por ejemplo, "Required for running GPU-accelerated scientific modeling software").
7. Envíe la solicitud. Google puede tardar un tiempo en revisar y aprobar las solicitudes de aumento de cuota. Recibirá una notificación por correo electrónico cuando finalice el proceso.
No puede continuar con la creación de la VM hasta que se apruebe su solicitud de cuota.

20.2 Crear la instancia de VM

1. En Google Cloud Console, vaya al servicio **Compute Engine** y seleccione **VM instances**.
2. Haga clic en el botón **CREATE INSTANCE** situado en la parte superior de la página. Esto abrirá el formulario de creación de instancias.
3. **Asigne un nombre a la instancia:** ingrese un nombre descriptivo, por ejemplo, 'hydronia-gpu-workstation'.
4. **Region and Zone:** seleccione una región (por ejemplo, 'us-central1'). En **Zone**, seleccione **Any (recommended)**. Esto permite que Google elija una zona disponible, lo cual es necesario para activar el flujo de solicitud de cuota si la cuota es insuficiente.

20.3 Configurar la máquina y la GPU

Este es el paso más crítico, en el que se definen los recursos computacionales de la VM. Los pasos siguientes corresponden a las selecciones mostradas en la Figura 20.1.

1. En la sección principal **Machine configuration**, haga clic primero en el botón **GPUs**. Esto filtra las opciones disponibles para mostrar las que admiten procesadores gráficos.

2. Aparecerá una nueva subsección **Graphics processing units**. Configúrela de la siguiente manera:

- **GPU type**: seleccione **NVIDIA V100**.
- **Number of GPUs**: seleccione **1**.
- Deje sin marcar la casilla **Enable Virtual Workstation (NVIDIA GRID)**.

3. Configure a continuación la CPU y la memoria de la VM:

- **Series**: asegúrese de que esté seleccionada **N1**.
- **Machine type**: haga clic en el botón **Custom**.
- **Cores**: arrastre el control deslizante o escriba **4** en el cuadro de vCPU.
- **Memory**: arrastre el control deslizante o escriba **32** en el cuadro de GB. Asegúrese de que la casilla **Extend Memory** esté activa.

← Create an instance ✨ Create VM from...

- Machine configuration
us-central1
- OS and storage
Windows Server 2019
Datacenter
- Data protection
Snapshot schedules
- Networking
1 network interface
- Observability
Install Ops Agent
- Security
- Advanced

Machine configuration

Name *
instance-20250702-203230

Region *
us-central1 (Iowa)

Zone *
Any

Region is permanent

Google will choose a zone on your behalf, maximizing VM obtainability. Zone is permanent.

NEW: General-purpose C4D machine series Generally Available

Try the new C4D machine series with leading price-performance and advanced [Try now](#)

General purpose Compute optimized Memory optimized Storage optimized **GPUs**

Graphics processing units (GPUs) accelerate specific workloads on your instances such as machine learning and data processing. [Learn More](#)

Accelerate your AI workloads with TPUs

TPUs, Google's custom-designed AI accelerators, scale cost efficiently for a variety of AI workloads, including training and inference. [Learn more](#)

GPU type
NVIDIA V100

Number of GPUs
1

☐ Enable Virtual Workstation (NVIDIA GRID)

Series	Description	vCPUs	Memory	CPU Platform
N1	Balanced price & performance	1 - 96	1.8 - 624 GB	Intel Haswell

Machine type

Choose a machine type with preset amounts of vCPUs and memory that suit most workloads. Or, you can create a custom machine for your workload's particular needs. [Learn more](#)

Preset Custom

Creating a custom machine incurs additional costs

Cores
1

Memory
3.75

96

4 vCPU
(2 core)

624

32 GB

☒ Extend Memory

Figura 20.1 – Configuración de la máquina con un tipo N1 personalizado, 4 vCPU, 32 GB de memoria y una GPU NVIDIA V100.

20.4 Configurar el disco de arranque y el firewall

- En la sección **OS and Storage**, haga clic en el botón **Change**.
- En el menú desplegable, seleccione lo siguiente:
 - Operating system:** seleccione **Windows Server**.
 - Version:** seleccione **Windows Server 2019 Datacenter** o una versión más reciente si está disponible.
 - Boot disk type:** seleccione **SSD persistent disk** para obtener un mejor rendimiento.

- **Size (GB):** establezca un tamaño apropiado para sus necesidades, por ejemplo, **150 GB**.

3. Haga clic en **Select** para confirmar la configuración del disco de arranque.

Boot disk

Select an image or snapshot to create a boot disk; or attach an existing disk. Can't find what you're looking for? Explore hundreds of VM solutions in [Marketplace](#)

[Public images](#) Custom images Snapshots Archive Snapshots Existing Disks

Operating system
Windows Server

Version *
Windows Server 2019 Datacenter
x86/64, Server with Desktop Experience, x64 built on 20250612

Boot disk type *
SSD persistent disk

[Compare disk types](#)

Size (GB) *
150
Provision between 50 and 65536 GB

[Show advanced configuration](#)

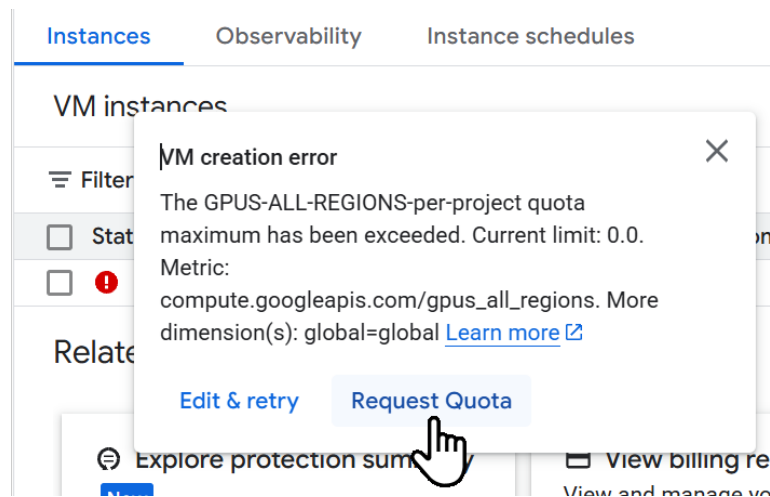
[Select](#) Cancel

Configuración del disco de arranque de Windows Server 2019.

4. En la sección **Firewall** de la página principal de creación, marque **Allow HTTP traffic** y **Allow HTTPS traffic**. El acceso RDP está habilitado de forma predeterminada para las instancias de Windows.

20.5 Crear la VM y gestionar las solicitudes de cuota

1. Revise todos los ajustes una última vez. En el lado derecho de la página verá una estimación del costo mensual.
2. Haga clic en el botón **Create**.
3. Si es la primera vez que crea una VM habilitada para GPU, es probable que la creación falle con una ventana emergente “VM creation error”, como se muestra en la Figura 20.3. Esto es esperado y es la forma más sencilla de solicitar la cuota necesaria.



Error de creación de VM debido a la cuota de GPU.

4. Haga clic en el botón **Request Quota** directamente dentro del cuadro de diálogo de error.

5. Se abrirá el formulario de solicitud "Quota changes". Procederá en dos pasos:

- **Step 1/2: Edit Quota** (Figura 20.4)

- En el cuadro New value, ingrese 1.
- En el cuadro Request description, proporcione una breve justificación, como "Software requires GPU to run for scientific modeling."
- Haga clic en Done y luego en Next.

- **Step 2/2: Contact Details** (Figura 20.5)

- Complete su información de contacto.
- Haga clic en Submit request.

✕ 1 quota selected

Step 1/2

Quota changes

Expand each service card to change individual quotas.

^ Edit quota 

Compute Engine API

Quota: GPUs (all regions) 

Current value: 0

Enter a new quota value. A value above 0 will require approval from your service provider. 

New value *

Request description * 

Your description will be sent to your service provider and is used to evaluate your request. It's useful to include the intent of the quota usage, future growth plans, region or zone spread, and any additional requirements or dependencies.

Done

Next

Solicitud de aumento de cuota.

✕ 1 quota selected

Step 2/2

Contact details

These details will be sent to the approvers while reviewing quota change request.

Name *

Email * 

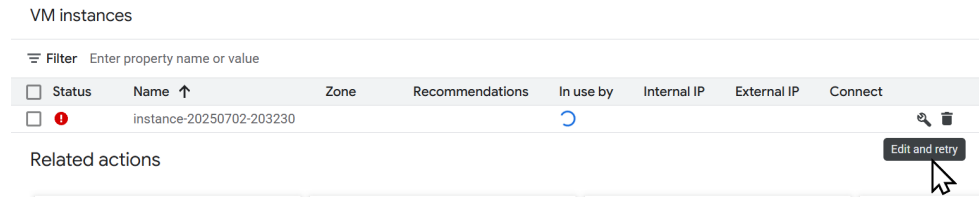
Phone

Submit request Back

Proporcionar datos de contacto para la solicitud de cuota.

- La solicitud de cuota se enviará a Google para su aprobación. Esto puede tardar desde unos minutos hasta varios días hábiles. Recibirá un correo electrónico cuando se apruebe la solicitud. **Debe esperar la aprobación de la cuota antes de poder crear correctamente la VM.** Una vez aprobada, regrese a la página **VM instances** en Google Cloud Console.
- Verá su instancia fallida con un icono rojo de error. En el extremo derecho de la fila de la

instancia, haga clic en el icono de llave inglesa para **Edit and retry** (Figura 20.6).



Uso de la opción Edit and retry en una instancia de VM fallida.

8. Esto lo llevará de vuelta a la página de creación de instancias con todos los ajustes anteriores precargados. Desplácese hasta la parte inferior y haga clic en **Create**. La VM debería aprovisionarse correctamente.

20.6 Conectarse a la VM

Una vez aprobada la solicitud de cuota y creada correctamente la VM (lo que se indica mediante un icono de marca de verificación verde en la página **VM instances**), puede establecer su contraseña y conectarse.

1. Haga clic en el nombre de la nueva instancia de VM para ir a su página de detalles.
2. En la sección **Remote access**, haga clic en el botón **SET WINDOWS PASSWORD**.
3. Se mostrará un nombre de usuario predeterminado (el nombre de usuario de su cuenta de Google). Puede conservarlo o cambiarlo. Haga clic en **SET**. Se generará una nueva contraseña. **Copie esta contraseña y guárdela de forma segura.**
4. Ahora puede conectarse a la VM. Regrese a la página de detalles de la instancia de VM, haga clic en el botón **RDP** y seleccione **Download the RDP file**. Abra este archivo con su cliente RDP.
5. Cuando se le solicite, ingrese el nombre de usuario y la contraseña que acaba de copiar. Ahora está conectado a su nueva VM de Windows Server con una GPU potente, lista para su trabajo de simulación.

Esto concluye el tutorial de configuración de VM en Google Cloud.

Estado del borrador: traducción de trabajo reconciliada con el Markdown inglés v10 de HydroBID Flood. No se localizó una fuente española legada específica de HydroBID Flood; las capturas de pantalla con texto visible permanecen sin revisar y requieren captura o aprobación en español.

Tareas pendientes: completar la revisión lingüística, validar las etiquetas de interfaz conservadas en inglés y aprobar las capturas antes de publicar.

21 | Crear gráficos y animaciones de alto impacto con ParaView

ParaView es una aplicación de análisis y visualización de datos de código abierto y multiplataforma. Permite crear rápidamente visualizaciones para analizar los resultados del modelo mediante técnicas cualitativas y cuantitativas. La exploración de datos puede hacerse de forma interactiva en 2D y 3D o mediante las capacidades de procesamiento por lotes de ParaView.

Este tutorial demostrará el uso de ParaView para generar gráficos de alta calidad, incluidos mapas de profundidad, campos de velocidad, visualizaciones 3D y animaciones de resultados de HydroBID Flood.

Nota

Este tutorial requiere ParaView versión 5.8.1 o posterior. Puede descargar e instalar ParaView versión 5.8.1 o posterior desde el sitio web www.paraview.org. Para crear los gráficos de ParaView, el modelo HydroBID Flood debe generar durante la ejecución los archivos '.vtk' mediante la opción *Create graphic output files* del panel *Graphic Output Options* de Hydronia Data Input Program.

21.1 Conceptos básicos de ParaView

Después de cargar ParaView, en la ventana principal se pueden identificar los siguientes componentes (consulte la Figura 21.1):

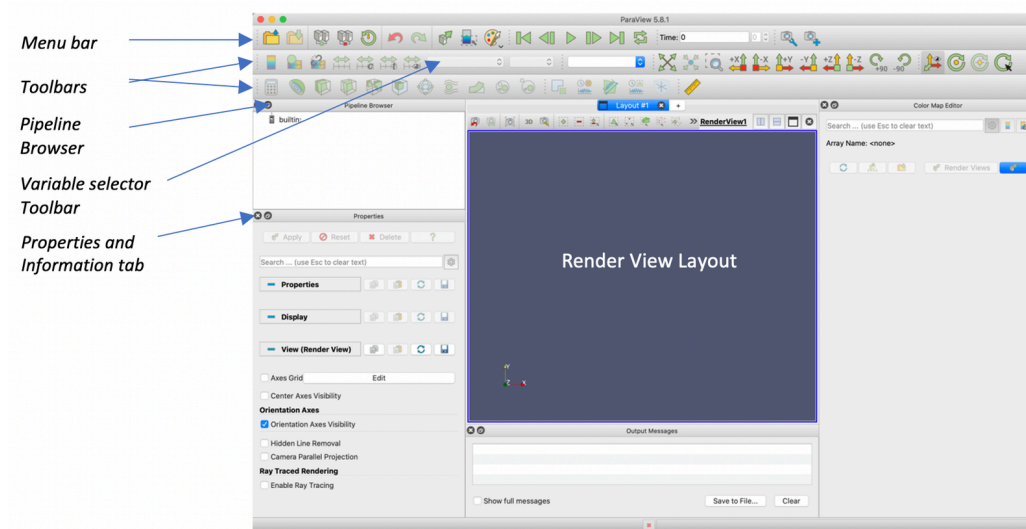


Figura 21.1 – Ventana principal de ParaView.



Para abrir el archivo de grupo del ejemplo del tutorial, haga clic en  en la barra de menú y haga doble clic en el grupo de archivos 'BridgeTutorial..vtk' de la carpeta 'ParavirewTutorial'. El grupo contiene varios archivos '.vtk', donde cada archivo corresponde a un tiempo específico de la simulación.

Hágalo visible haciendo clic en *Apply* en la pestaña *Properties*. El gráfico siguiente en el *Render View layout* se verá así:

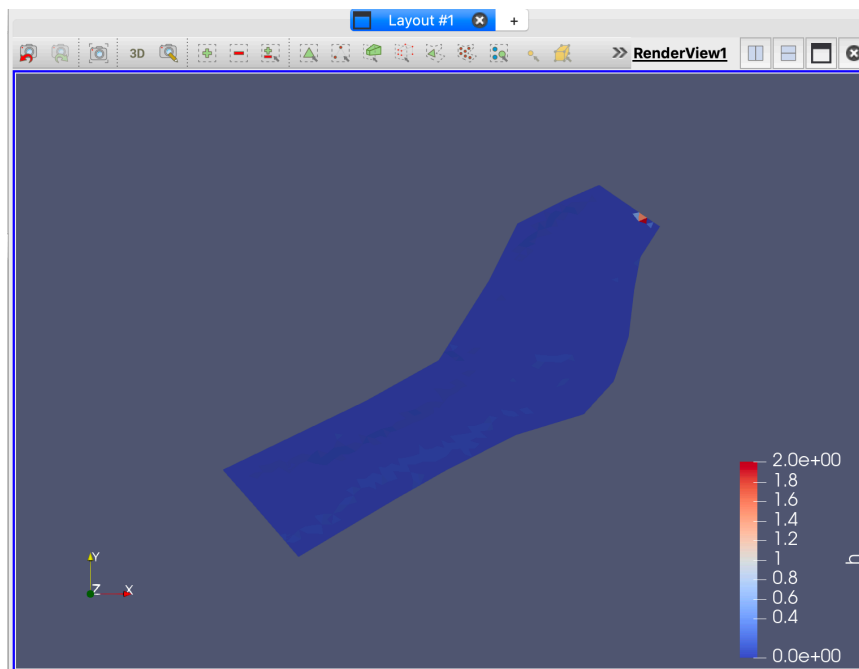


Figura 21.2 – Vista después de abrir el archivo 'BridgeTutorial..vtk'.

Usando la barra de herramientas de control de tiempo (consulte la Figura 21.3), seleccione un tiempo para visualizar la variable seleccionada.



Figura 21.3 – Barras de herramientas VCR y Time Control.

El gráfico cambiará según el tiempo de simulación seleccionado. Por ejemplo, para *Time* = 2 debería verse similar a lo siguiente:

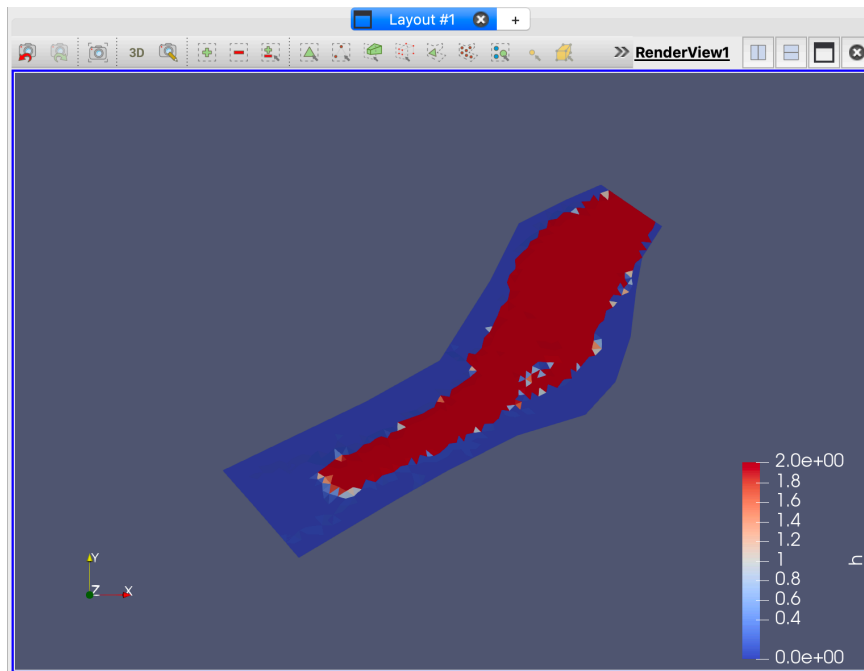


Figura 21.4 – Vista para Time = 2.

Una visualización adecuada depende de seleccionar una escala de colores para una variable definida. En la figura anterior se seleccionó la escala de colores predeterminada asociada con la variable de profundidad (h). La siguiente sección muestra cómo personalizar la representación en color.

21.2 Visualizaciones bidimensionales (2D)

21.2.1 Crear un mapa 2D de elevación del lecho

ParaView tiene muchos filtros para visualizar datos 1D, 2D y 3D. En esta parte del tutorial crearemos un gráfico 2D de elevación del lecho. Seleccione la variable de elevación del lecho z en el *Variable selector*:

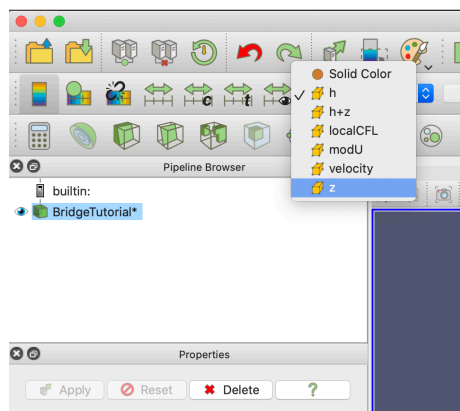


Figura 21.5 – Selector de variable.

La representación de la elevación del lecho z se verá así:

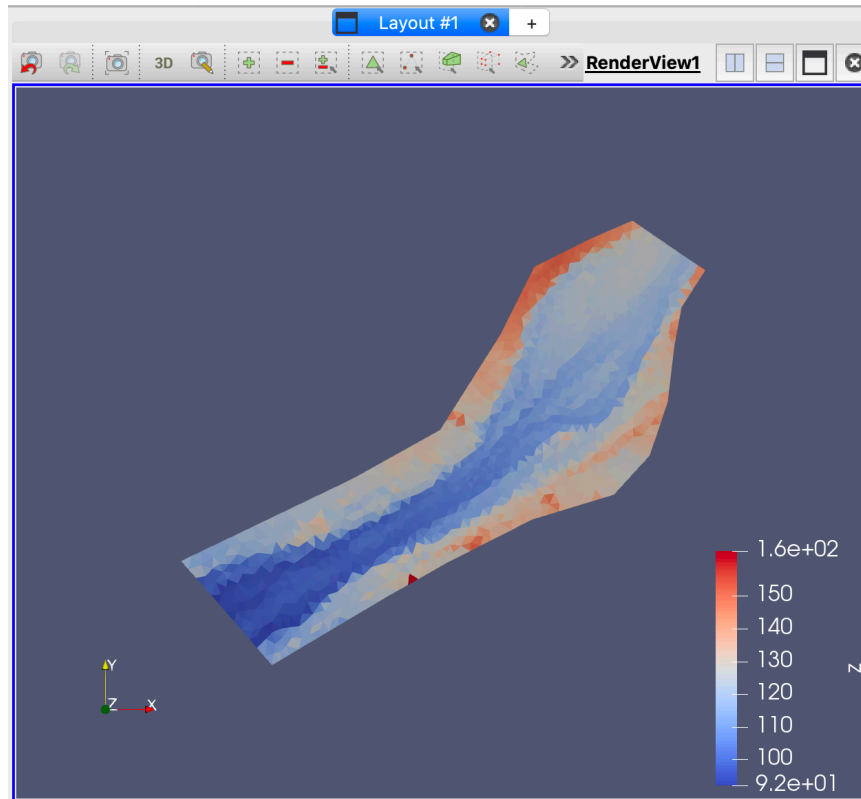


Figura 21.6 – Representación de la elevación del lecho z.

Aunque es posible personalizar los mapas de color, veremos cómo hacerlo más adelante en este tutorial; para este ejemplo usaremos un color predefinido.

Haga clic en  en la pestaña *Properties* para elegir el mapa de color *Rainbow Desaturated* en el cuadro de diálogo *Choose Preset*. Una vez seleccionado, haga clic en *Apply/Close*.

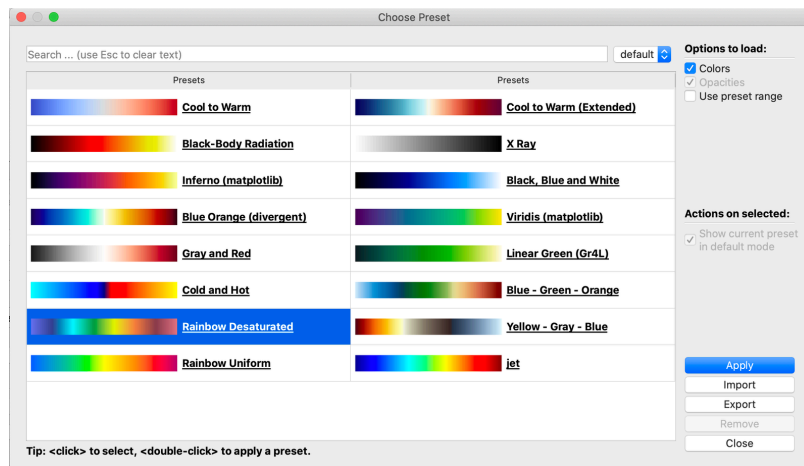


Figura 21.7 – Mapas de color predefinidos.

El gráfico resultante muestra la elevación del lecho z.

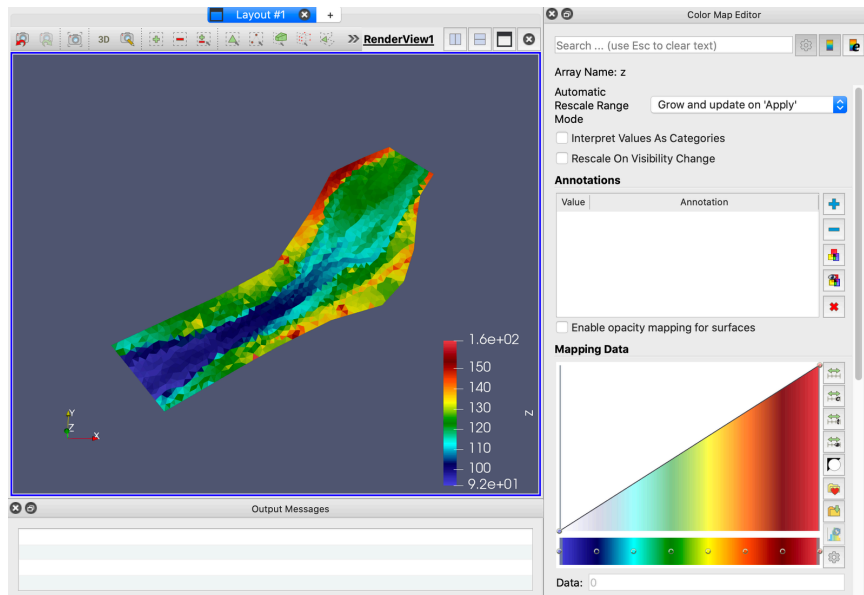


Figura 21.8 – Representación de la elevación del lecho z.

21.2.2 Crear campos vectoriales de velocidad 2D

Para crear una visualización 2D del flujo y su magnitud con los datos del proyecto, comenzaremos con una representación de la profundidad del agua h en una escala de color de blanco a azul. El primer paso es seleccionar h en el *Variable selector*. Para cambiar el mapa de color de la profundidad del agua h a blanco y azul, haga clic en , elija el color predefinido *XRay* y haga clic en *Apply/Close*. El *Mapping Data* debería verse así:

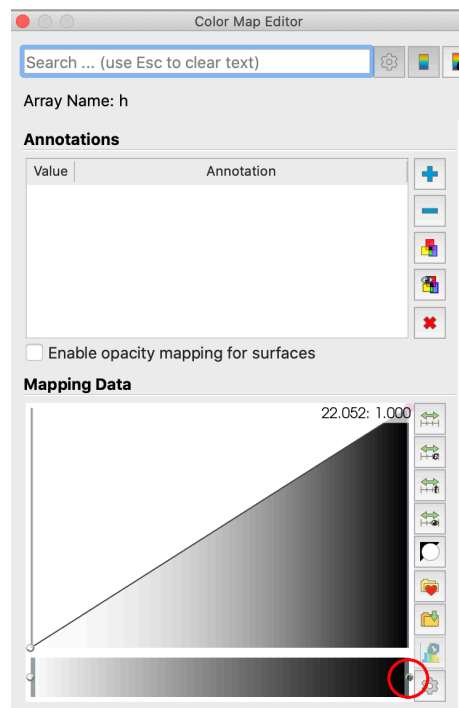


Figura 21.9 – Mapa de color XRay.

Haga doble clic en el círculo derecho de la barra de marcadores de rango y seleccione cualquier color azul en el cuadro de diálogo *Select Color*. En este ejemplo se usan *Red* = 0, *Green* = 85 y *Blue* = 255; haga clic en *OK*.

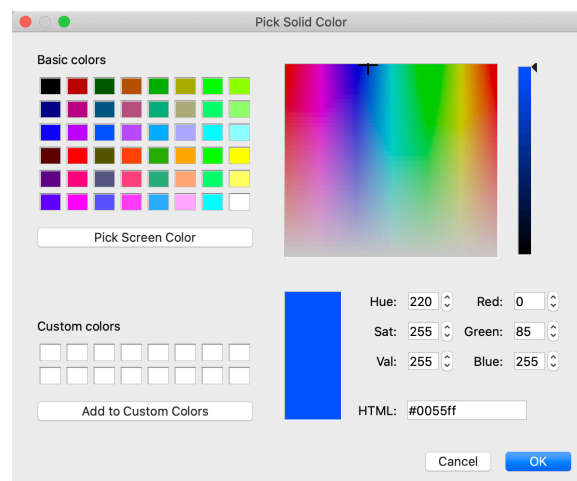


Figura 21.10 – Mapa de color de blanco a azul.

El *Mapping Data* se verá como sigue:

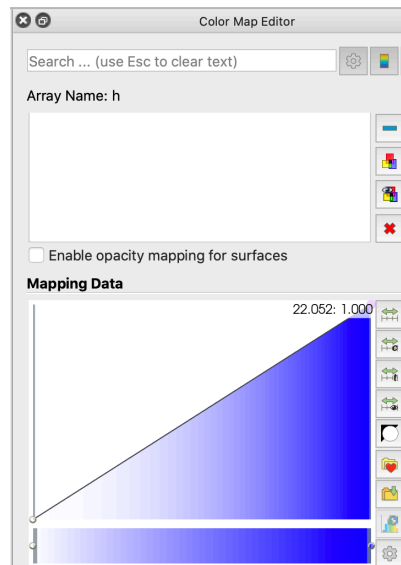


Figura 21.11 – Mapa de color de blanco a azul.

Establezca $Time = 20$; el resultado debería verse así:

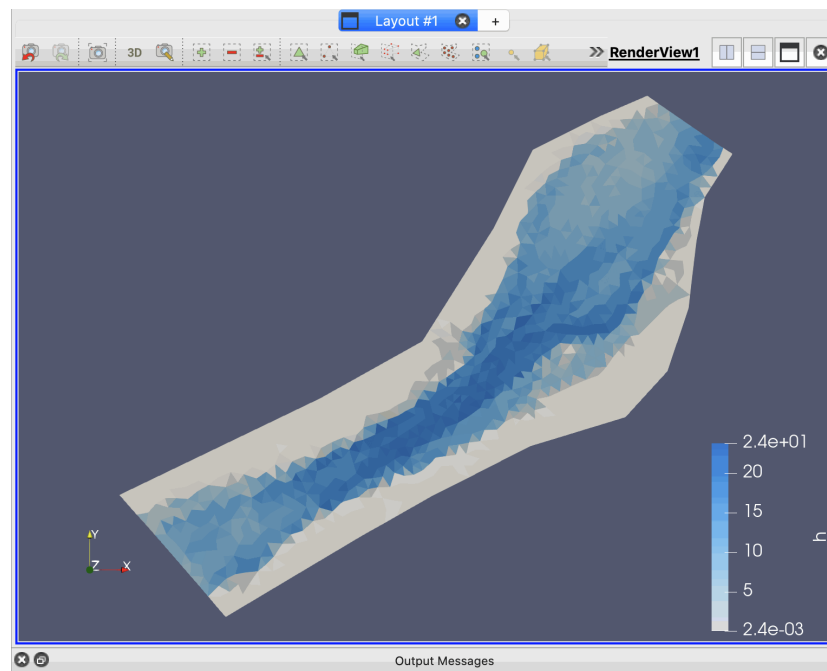


Figura 21.12 – Profundidad del agua (h).

Para crear un mapa 2D de vectores de velocidad para este ejemplo, siga estos pasos:

- Seleccione *BridgeTutorial** en el *Pipelines Browser*.
- En el menú *Filters*, seleccione *Common/Glyph*.
- Haga clic en *Apply* en el panel *Properties*. Después ajustará las flechas grandes.
- Configure el campo vectorial en el panel *Properties* de la siguiente manera:

- Glyph type: *2D Glyph*
- Scale Array: modU (módulo de velocidad)
- Scale Factor: 35
- Glyph mode: *Every Nth Point*
- Haga clic en *Apply* para visualizar la configuración del filtro. El usuario puede presionar este botón cada vez que se hagan cambios.
- Coloring: modU

- Elija la escala de color Rainbow Desaturated haciendo clic en  y luego en *Apply/Close*.

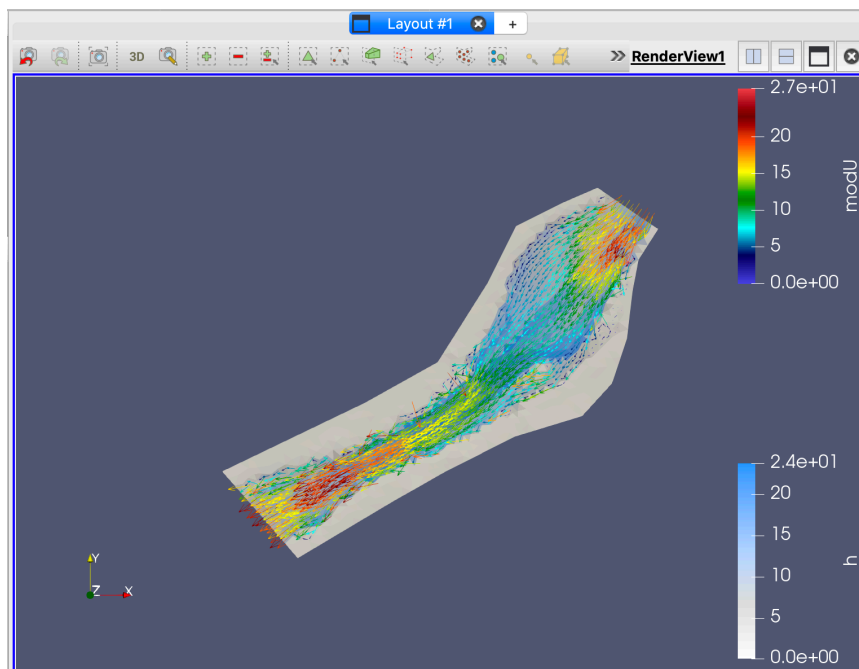


Figura 21.13 – Campo vectorial de velocidad sobre la profundidad del agua.

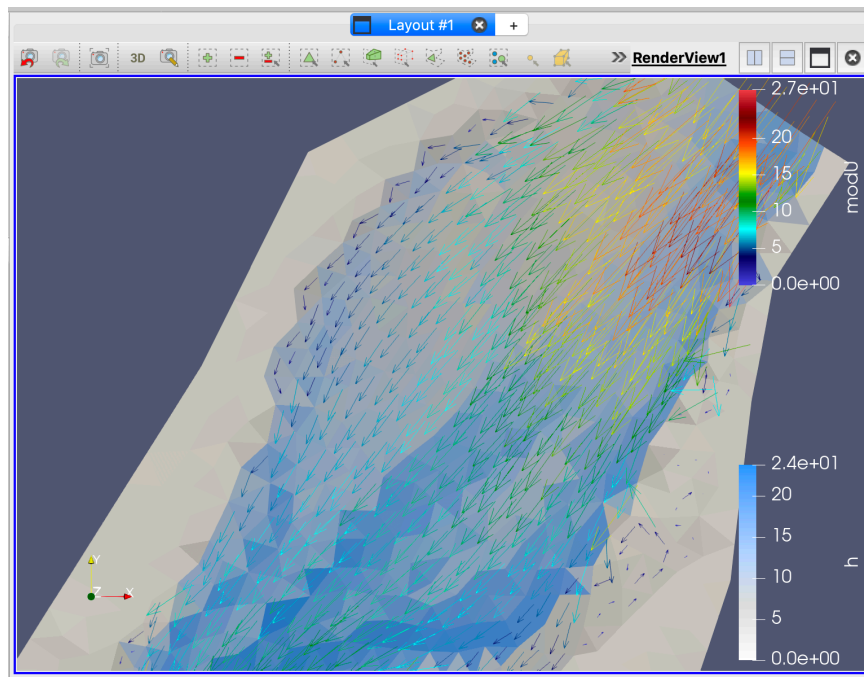


Figura 21.14 – Detalle del campo vectorial de velocidad.

Para guardar el proyecto de ParaView, seleccione *File/Save State*. Esto guardará un archivo '.pvsm'.

21.3 Visualizaciones tridimensionales (3D)

En esta parte del tutorial explicaremos los pasos para crear una visualización 3D usando ParaView. Comenzamos donde termina la sección 21.2. Esto supone que tenemos una visualización de la variable de elevación del lecho (z) usando el mapa de color *Rainbow Desaturated*.

Abra el grupo 'BridgeTutorial..vtk' como se explicó en la sección 21.1 y seleccione la variable de elevación del lecho z en el *Variable selector*. La vista de renderizado debería verse como en la siguiente figura:

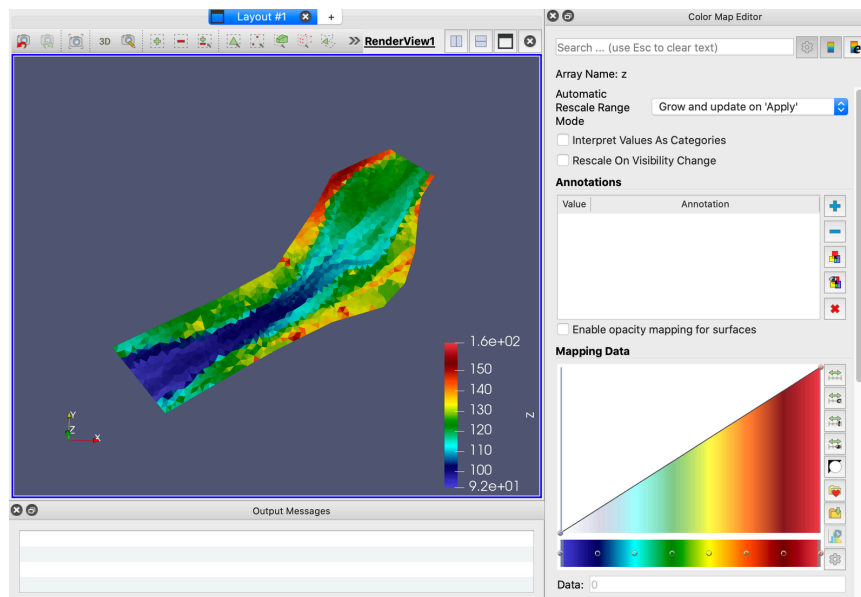
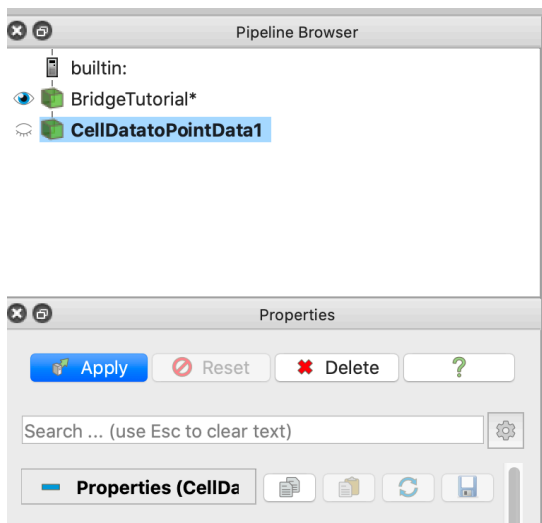


Figura 21.15 – Elevación del lecho z.

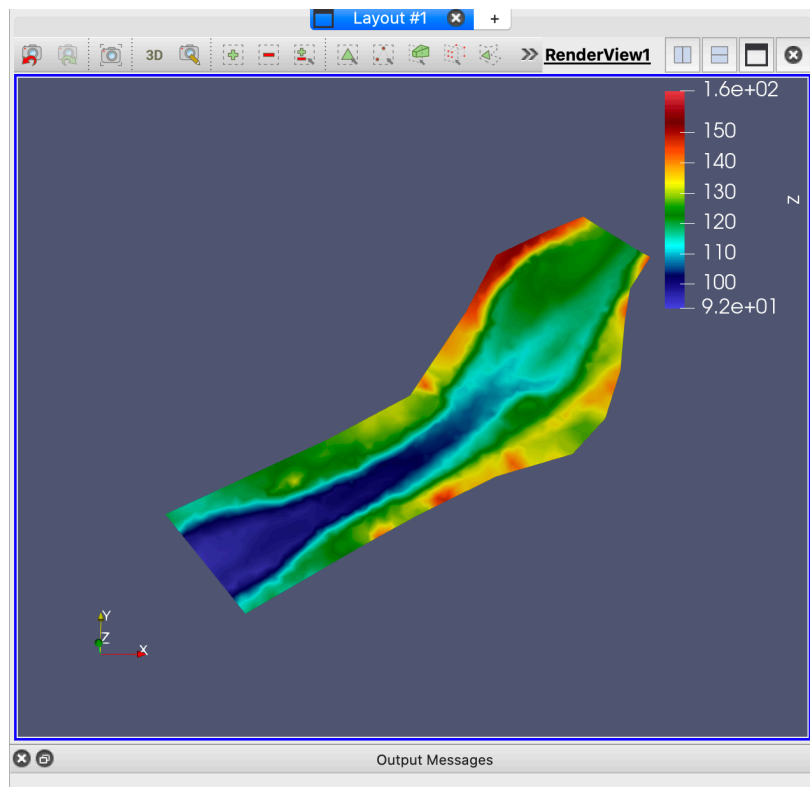
Para generar una visualización 3D en ParaView se requiere una interpolación de *Cell Data to Node Data*, como se indica a continuación.

- Seleccione *Cell Data to Point Data* en el menú *Filters/Alphabetical*. Luego presione el botón *Apply* en la pestaña *Properties*.



Filtro *Cell Data to Point Data*.

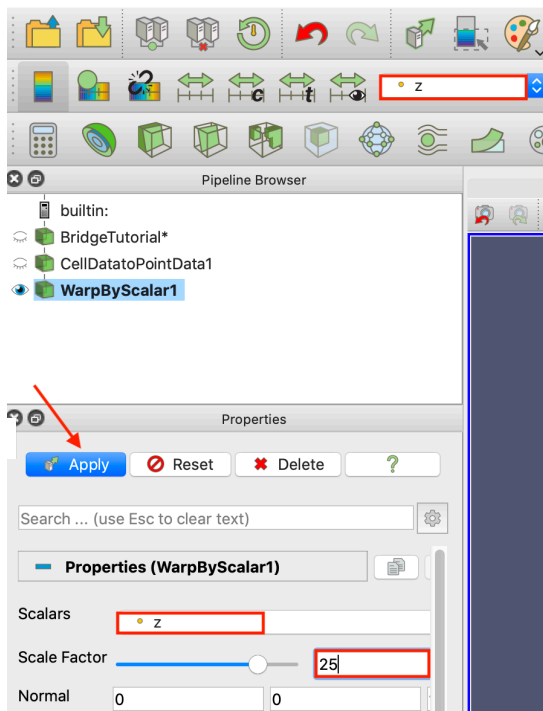
- Seleccione nuevamente z en el *Variable selector*. Observe que la vista de color es más suave debido a la interpolación. El resultado debería verse así:



Interpolación Cell Data to Point Data.

La apariencia 3D se obtiene extruyendo una de las variables de datos z o $(h+z)$.

- Con *CellData to Point* seleccionado en el *Pipeline Browser*, seleccione *Warp by Scalar* en el menú *Filters/Alphabetical* para realizar la extrusión y luego haga clic en *Apply*.
- Configure la pestaña *Properties* de la siguiente manera:
 - Scalars = z
 - Scale Factor = 25
- Haga clic en *Apply*.
- Elija z en el *Variable selector*.



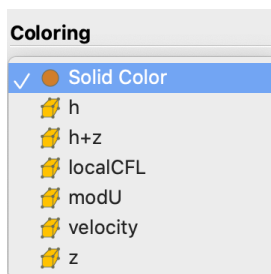
Filtro Wrap By Scalar.

- Cambie de la visualización 2D a la 3D en la vista *Layout Render* para manipular el proyecto en 3D.



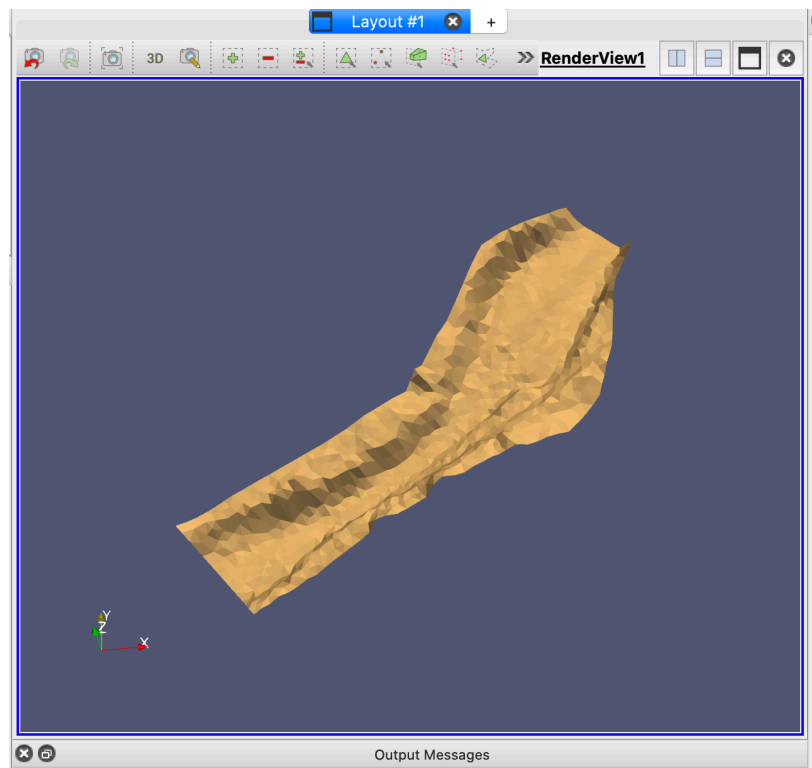
Opción 3D.

- Elimine el mapa de color de la elevación del lecho z seleccionando *Solid Color* en el menú desplegable *Coloring* de la pestaña *Properties*:



Parámetro Coloring.

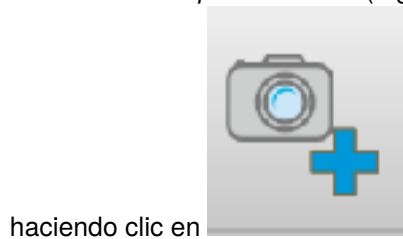
- El *Solid Color* se puede personalizar haciendo clic en el icono Edit color map  Edit en la pestaña *Properties*. Una vez elegido el color deseado en la pestaña *Pick Solid Color* (en este ejemplo se usa HTML=#ecb57d), la *Render view* debería verse así:



Representación 3D de la elevación del lecho.

Para ver el terreno desde distintos puntos, use el botón izquierdo del mouse para rotar, presione la rueda del mouse para trasladar y desplácela para acercar o alejar la imagen.

Usando la *Viewpoint Toolbar* (Figura 21.22), puede agregar distintos puntos de vista del gráfico



haciendo clic en



Figura 21.16 – Viewpoint Toolbar.

La siguiente imagen se generó usando un punto de vista alternativo.

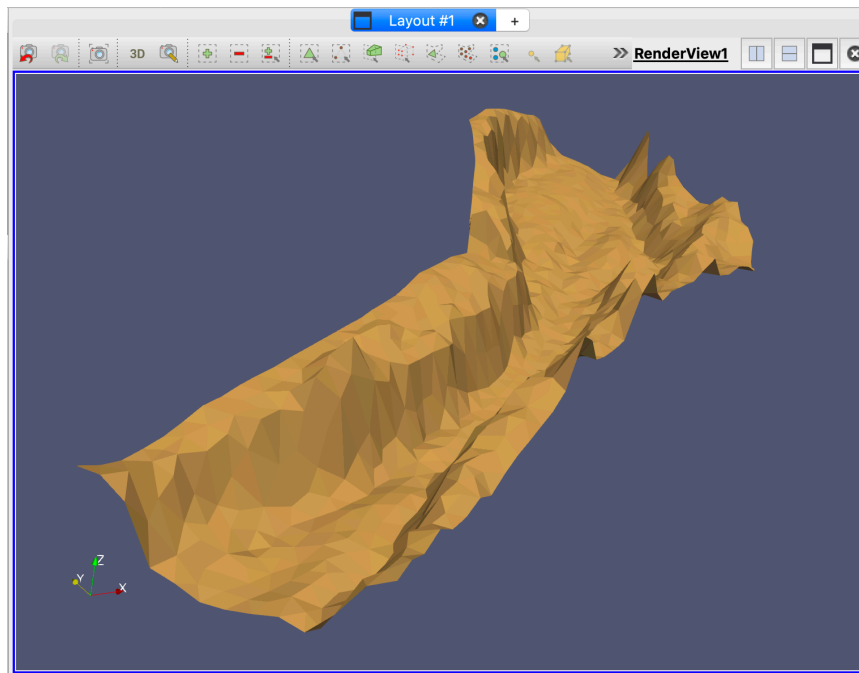


Figura 21.17 – Representación 3D alternativa de la elevación del lecho.

Para volver a las vistas predefinidas, use la barra de herramientas *Camera control*.



Figura 21.18 – Barra de herramientas Camera Control.

Una visualización más sofisticada puede incluir capas adicionales. En la siguiente sección agregaremos dos capas más: la elevación del agua ($h+z$) y el campo vectorial de velocidad.

21.3.1 Crear un gráfico 3D de elevación del agua agregando una capa ($h+z$)

Siga estos pasos para crear la capa ($h+z$):

- Haga clic en el elemento *CellDataToPointData* del *Pipeline Browser* y seleccione *Warp by Scalar* en *Filter/Alphabetical*. Se creará un elemento *WrapByScalar2* en el *Pipeline Browser*.
- Seleccione un tiempo $\neq 0$ en la *Time control toolbar*, por ejemplo 
- Configure el panel *Properties* de la siguiente manera:
 - Scalars = ($h+z$)
 - Scale factor = 25 (muy importante)
- Haga clic en el botón *Apply*. Compruebe que h esté en el *Variable selector*.

- Haga clic en  y elija el mapa de color *Rainbow Desaturated*; luego haga clic en *Apply/Close*.

La vista de renderizado resultante debería verse así:

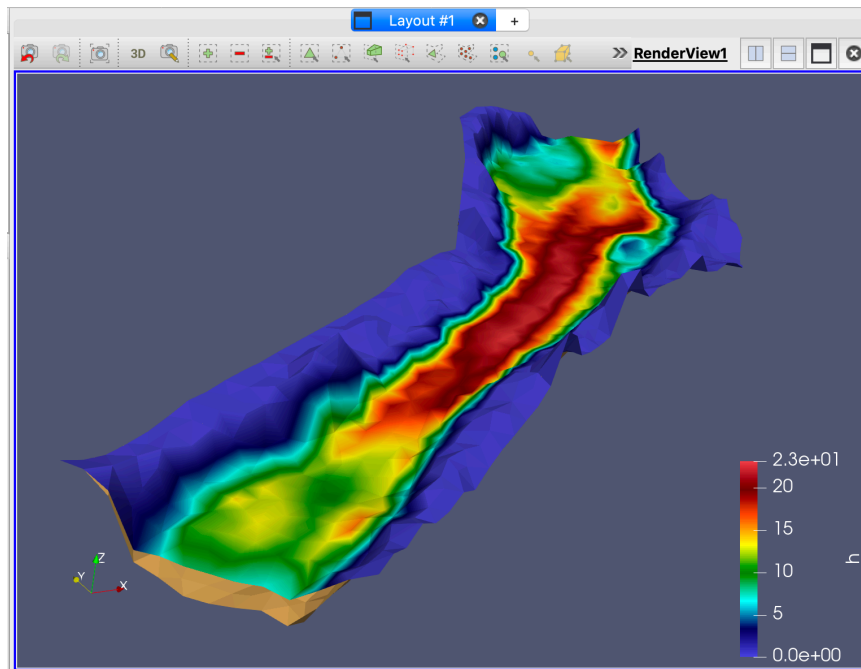


Figura 21.19 – Representación de la elevación de la superficie del agua.

Como se observa en esta figura, las capas correspondientes a las variables z y $(h+z)$ se superponen en las áreas secas del dominio, lo que genera una presentación confusa. Una forma sencilla de corregir este problema es eliminar los valores de profundidad del agua h inferiores a un valor definido por el usuario para evitar la superposición:

- Haga clic en *WrapbyScalar2* en el *Pipeline Browser* y seleccione *Threshold* en *Filter/Common* del menú principal.
- Haga clic en *Apply* en el panel *Properties* y compruebe que h esté en el *Variable selector*.
- Establezca el valor mínimo en 0.01 m. Las profundidades (h) inferiores a este mínimo no aparecerán en la representación en color.
- Haga clic en *Apply*; el resultado debería ser el siguiente:

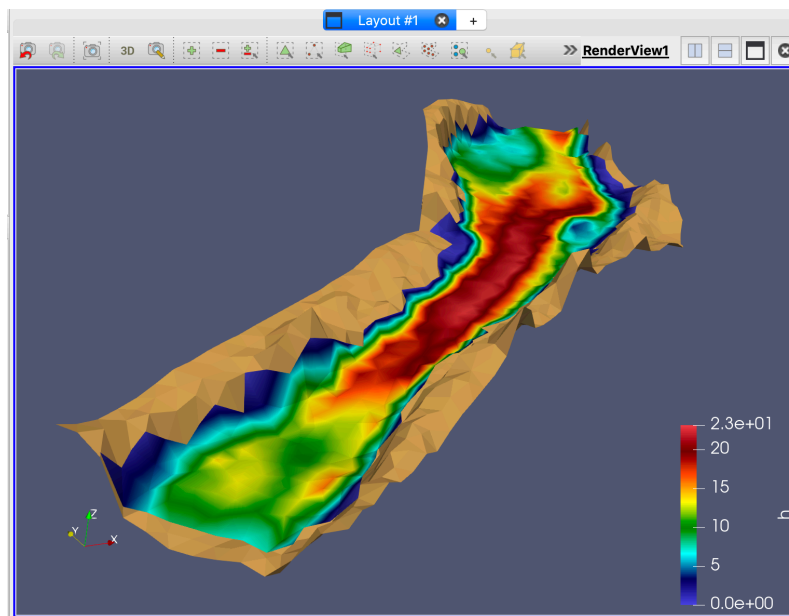


Figura 21.20 – Aplicación del filtro Threshold.

Con la capa *Threshold* seleccionada, cambie el mapa de color de la profundidad del agua h a blanco y azul, como se explicó en la Sección [1.2.2] de este tutorial. El gráfico resultante debería verse así:

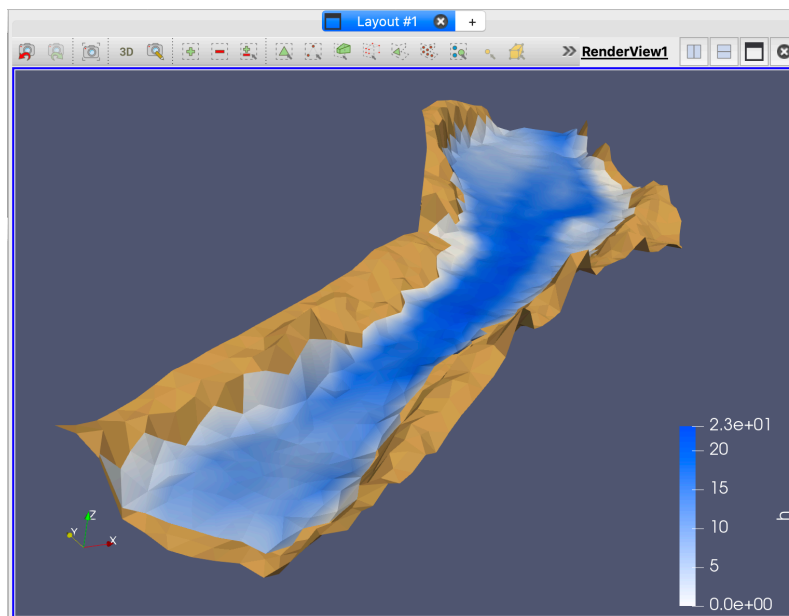


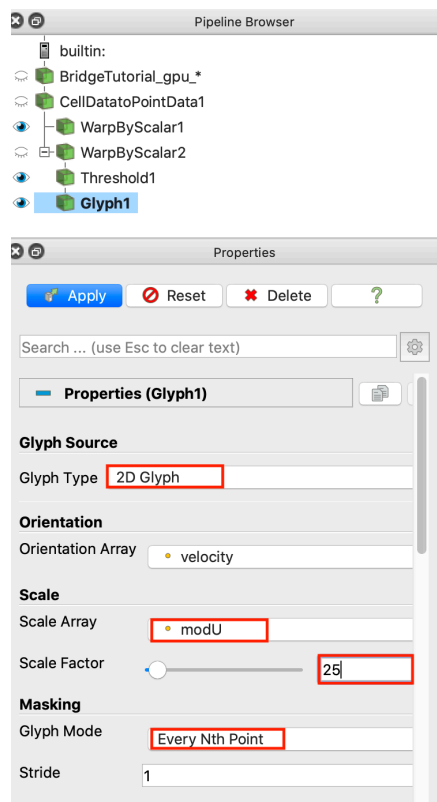
Figura 21.21 – Representación tridimensional de la profundidad del agua h.

21.3.2 Crear un gráfico de campo de velocidad

Siga estos pasos para crear un gráfico de campo de velocidad:

- Seleccione el elemento *Threshold* en el *Pipeline Browser*.
- En el menú *Filters*, seleccione *Common/Glyph* y haga clic en *Apply*.

- Configure el panel *Properties* de la siguiente manera:
 - Glyph type = *2D Glyph*
 - Orientation Array = *velocity*
 - Scale Array = *modU* (módulo de velocidad)
 - Scale Factor = *25*
 - Glyph mode = *Every Nth Point* (para evitar la saturación de flechas en la visualización)
 - Haga clic en el botón *Apply* para visualizar inmediatamente la configuración del filtro; el usuario puede presionar este botón después de cada uno de los pasos anteriores.
 - Establezca *Coloring* como (*modU*) para la representación del mapa de color y elija el color predefinido *Rainbow desaturated*; luego haga clic en *Apply/Close*.



- Seleccione *Time* $\neq 0$ como tiempo actual en la barra de control de tiempo. En este ejemplo, elija, por ejemplo, *Time=3*.

Después de estos pasos, el gráfico debería verse así:

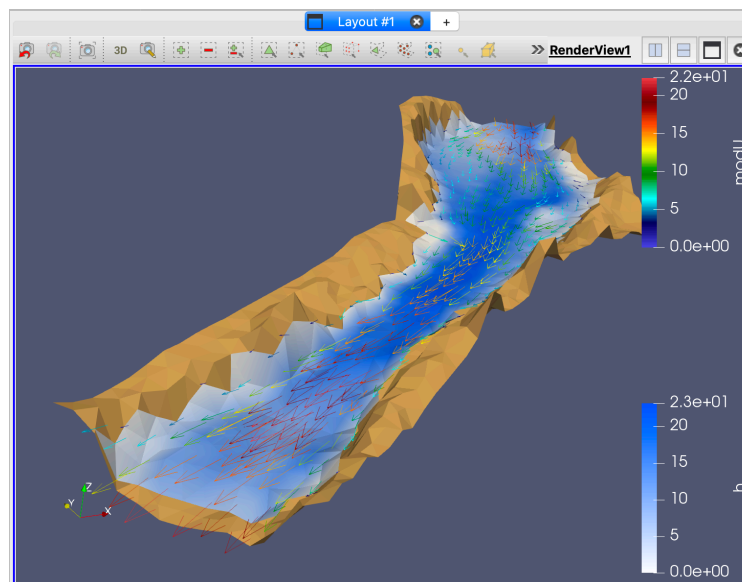


Figura 21.22 – Representación del campo de velocidad tridimensional.

Para guardar este proyecto de ParaView, seleccione *File/Save State* y cree un archivo '.pvsm'. Para cargar cualquiera de los proyectos guardados, seleccione *File/Load State* y elija un archivo '.pvsm'.

21.4 Generación de animaciones

Con el proyecto de ParaView cargado en el equipo, para crear una animación o película vaya a *File/Save Animation* y cree un archivo de tipo '.avi'. Se mostrará el cuadro de diálogo *Save Animation Options*:

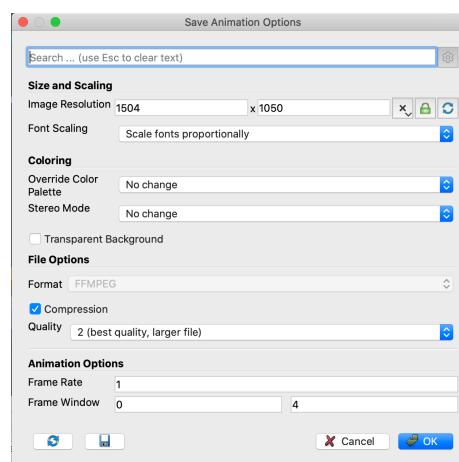


Figura 21.23 – Animación.

En este diálogo, el usuario puede configurar la frecuencia de cuadros del video, el número de cuadros por paso de tiempo, la resolución (en píxeles) y el rango de pasos de tiempo. Para reducir el tamaño del archivo de video de salida, también hay un modo de compresión disponible. Tenga en cuenta que esto también reducirá la calidad del video de la animación. Como ejemplo, las figuras

siguientes muestran tres cuadros del video de salida generado de esta manera, correspondientes a seis tiempos de simulación diferentes.

Cuadros de tiempo de animación.

21.5 Representación de Streamlines

Las líneas de corriente representan la dirección instantánea de la velocidad y se dibujan como líneas continuas que pueden converger o divergir entre sí. Se dibujan a intervalos aproximadamente uniformes para capturar el flujo en todas las áreas.

Para crear Streamlines con ParaView, siga estos pasos:

- Abra la aplicación ParaView en su computadora.
- Cargue el complemento *StreamLinesRepresentation* en *Tools/Manage Plugins* desde el menú principal.
- Abra el archivo de grupo 'BridgeTutorial..vtk' y seleccione *Apply*.
- Seleccione un tiempo diferente de 0 en la barra de control de tiempo.
- Seleccione *velocity* en el *Variable selector*.
- En el panel *Properties*, seleccione:
 - Representation = StreamLines
 - Step Length = 1
 - Number of Particles = 1000
 - Max Time to Live = 600
- Para mostrar las Streamlines en un solo color, seleccione *Coloring = Solid* en el panel de propiedades, haga clic en  Edit y seleccione un color.

La siguiente figura muestra el aspecto de las StreamLines:

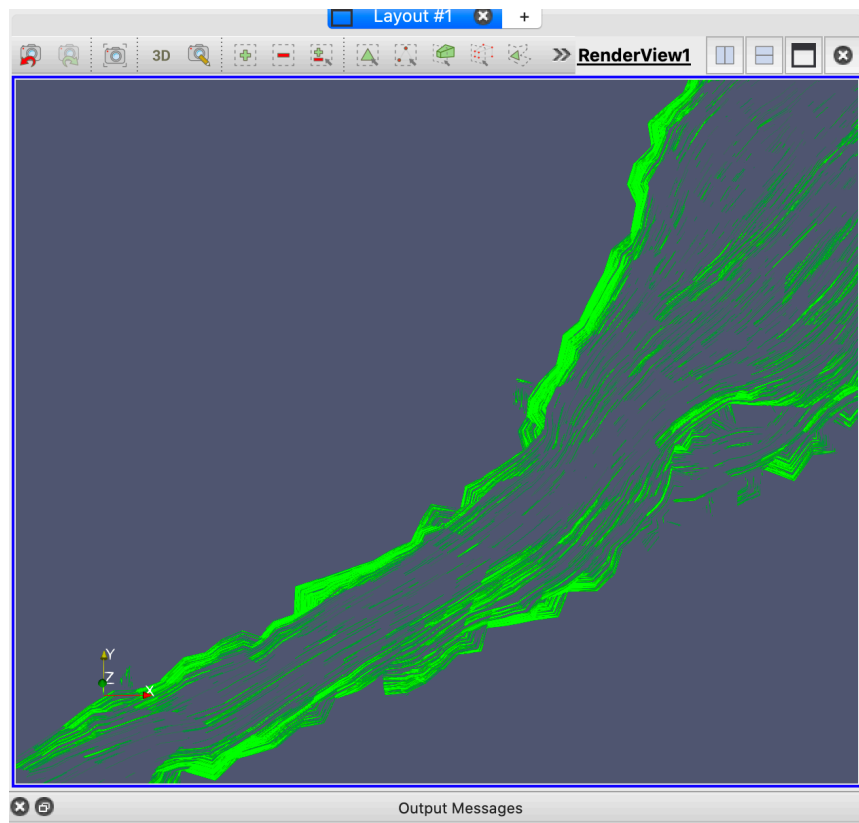


Figura 21.24 – Representación de StreamLines.

Si carga un archivo de proyecto de ParaView ‘.pvsm’, debe desactivar los filtros en el *Pipeline Browser* haciendo clic en los ojos abiertos, de modo que solo quede abierta la capa ‘*.vtk’.