



*Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco  
Facultad de Ingeniería. Sede Trelew  
Ingeniería Civil Orientación Hidráulica*

# PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

## “IMPLEMENTACIÓN DE HEC-RAS PARA LA OBTENCIÓN DE CAUDALES EN UNA SECCIÓN CARACTERÍSTICA DEL RIO CHICO A PARTIR DE DATOS DE TIRANTES”



**ALUMNA:** OVANDO, Mariquena Grecia

**DNI:** 38.046.168    **MATRÍCULA:** 5540

**LUGAR DE REALIZACIÓN DE LA PPS:** Instituto Provincial del Agua. Departamento de Estudios y Proyectos

**TUTOR ACADÉMICO:** Ing. DÍAZ FARÍAS, Carlos Nicolás

**TUTOR EXTERNO:** Ing. CHOQUE, Juan Carlos

**DISTRIBUCIÓN HORARIA EN LA INSTITUCIÓN:**

20 hs. Semanales (junio de 2022 a septiembre de 2023). Pasante

35 hs semanales (octubre y noviembre de 2023). Auxiliar de Ingeniería.

**FECHA DE INICIO DE LA ACTIVIDAD:** 18 de mayo de 2023

**FECHA DE FINALIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD:** 24 de noviembre de 2023.

*Firma del alumno*



## ÍNDICE

1	Introducción de la PPS .....	2
2	Resumen de tareas realizadas .....	2
3	Introducción al caso de estudio .....	4
3.1	Ubicación geográfica .....	4
3.2	Descripción de la zona .....	5
4	Objetivos .....	9
5	Desarrollo .....	9
5.1	Procesamiento fotogramétrico para definición de topografía .....	9
5.1.1	Definición de archivo KMZ y evaluación del MDE generado .....	13
5.1.2	Observaciones respecto al MDE Adoptado .....	13
5.2	Geometría del cauce .....	14
5.3	Modelación Hidráulica con HEC-RAS. Determinación de caudales a partir de datos de altura 18	
5.3.1	Ingreso de geometría del cauce .....	19
5.3.2	Determinación de coeficiente de Manning .....	22
5.3.3	Análisis de sensibilidad del modelo .....	29
5.3.4	Determinación de caudales máximos anuales .....	31
5.4	Análisis de los caudales obtenidos frente a datos de precipitación .....	37
6	Consideraciones finales .....	41
7	Valoraciones de las actividades desarrolladas .....	41
8	. ANEXO .....	42
8.1	Salida de HEC-RAS. Elevación de superficie del agua para cada coeficiente de Manning en la sección del puente .....	43
8.2	Datos de altura registrados por el SNIH .....	44
8.3	Datos de precipitación .....	45
9	. PLANOS .....	46



## 1 INTRODUCCIÓN DE LA PPS

La presente Practica Profesional Supervisada (PPS) se desarrolló en el Instituto Provincial del Agua, en la ciudad de Rawson, en el marco de la pasantía realizada en el Departamento de Estudios y Proyectos, y durante el ejercicio de la función de auxiliar de ingeniería en dicho sector.

Las tareas en el Departamento de Estudios y Proyectos consistieron en la participación y elaboración de la documentación técnica de proyectos licitatorios para la contratación de obras, por parte del Instituto Provincial del Agua. Entre la documentación técnica a realizar se puede mencionar, cómputos, análisis de precios, presupuestos, memorias de cálculo y planos. Eventualmente también se han realizado recopilaciones de información en campo.

## 2 RESUMEN DE TAREAS REALIZADAS

La implementación de HEC-RAS para la obtención de caudales en una sección característica del río Chico a partir de datos de altura, implicó el desarrollo de tareas que a continuación, se presenta ordenadas cronológicamente.

Orden	Tareas realizadas
1.	Procesamiento de las imágenes capturadas con Drone para la obtención de un modelo digital de Elevaciones, curvas de nivel y ortomosaico. <u>Recursos:</u> <ul style="list-style-type: none"><li>▶ Imágenes de la zona a analizar capturadas por un drone modelo DJI Mavic air 2, proporcionadas por el departamento de Aguas y Planificación del Instituto Provincial del Agua. Total imágenes: 989.</li><li>▶ Puntos de control de la zona de estudio levantados con GPS. Número de puntos: 77. Aporte del Dr. Ing. Gabriel Kaless</li></ul> <i>Software empleado:</i> Agisoft Metashape Professional.
2.	Uso del Modelo Digital de Elevaciones aportado por el Dr. Gabriel Kaless para obtención de las curvas de nivel, exportándose las mismas en formato ".dxf". <i>Software empleado:</i> Global Mapper
3.	Definición de la traza del río y la obtención de la geometría del cauce con las curvas de nivel obtenidas. Determinación de las ubicaciones características: Inicio y fin de cauce, puente. Se arman planos de planimetría, perfiles longitudinales y transversales. Se exporta archivo en formato compatible con HEC-RAS y se crea archivo para su visualización en Google Earth. <i>Software empleado:</i> Autodesk Civil 3D 2021
4.	Análisis de fotografías del lecho para la construcción de la Curva granulométrica y determinación de los diámetros característicos. <u>Recursos</u> <ul style="list-style-type: none"><li>▶ Fotografías del lecho junto a elemento graduado de referencia. Aporte de Gabriel Kaless</li></ul>
5.	<b>Modelación hidráulica del Río Chico en el tramo de estudio con HEC-RAS.</b> Obtención de caudales según lecturas de alturas máximas del SNIH. Análisis de sensibilidad del modelo. <u>Recursos</u>



	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Cota de la escala ubicada en el puente, a partir de mediciones con estación total. Aporte: Gabriel Kaless</li><li>▶ Fotografías e informe de Evaluación de Estado del puente ubicado en el Río Chico, sobre R.P. N° 48, realizado por A.V.P en octubre de 2021. Aporte del Ing. Franco Belcaro.</li><li>▶ Datos de Altura del nivel del agua en la estación 2327- Ameghino, proporcionados por el Sistema Nacional de Información Hídrica, perteneciente a la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica de la Nación. (<a href="https://snih.hidricosargentina.gob.ar/Filtros.aspx#">https://snih.hidricosargentina.gob.ar/Filtros.aspx#</a>)</li></ul> <p><i>Software empleado:</i> HEC-RAS 5.0.3</p>
6.	<p>Análisis de regresión de caudales con datos de precipitación diaria.</p> <p><u>Recursos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▶ Datos de precipitación máxima diaria entre los años 2020 y 2023</li></ul> <p><i>Fuente:</i> Power larc Nasa. (<a href="https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/">https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/</a> ), sugerida por la Ing. Ada Ríos Núñez (responsable de la División de Gestión Hídrica del Instituto Provincial del Agua).</p>

### 3 INTRODUCCIÓN AL CASO DE ESTUDIO

Este trabajo surge a partir de la carencia de datos de caudales que han circulado por el Río Chico, puntualmente en la sección de estudio, en la cual se encuentra una estación del Sistema Nacional de Información Hídrica que proporciona únicamente datos de tirantes. La sección se encuentra debajo del puente ubicado sobre la Ruta Provincial N° 48, al Sureste de la Provincia de Chubut.

Bajo esta necesidad, se observa la importancia del uso del software de modelación hidráulica, así como la aplicación de diversas herramientas y datos que permitan conocer los caudales máximos anuales que pasaron por la sección de estudio, a partir de las lecturas de los tirantes que abarca la base de datos del SNIH. La misma proporciona datos de lecturas diarias desde el año 2020.

Este estudio también expone la aplicación de métodos de relevamiento topográfico de forma complementaria a los métodos tradicionales, como la fotogrametría, la cual permitirá obtener un modelo digital del terreno, necesario para realizar la modelación hidráulica que se plantea.

#### 3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El Río Chico se ubica al sureste de la provincia de Chubut, en la Patagonia Argentina.



Imagen 1. Ubicación geográfica del puente en la Provincia de Chubut. Fuente: Google Earth.

El tramo en el cual se realiza la modelación con HEC RAS se extiende desde las coordenadas 44°28'48.15"S, 66°54'33.25" O hasta las coordenadas 44°28'12.79"S, 66°54'17.08"O. Dicho tramo comprende una longitud aproximada de 1,584 km.

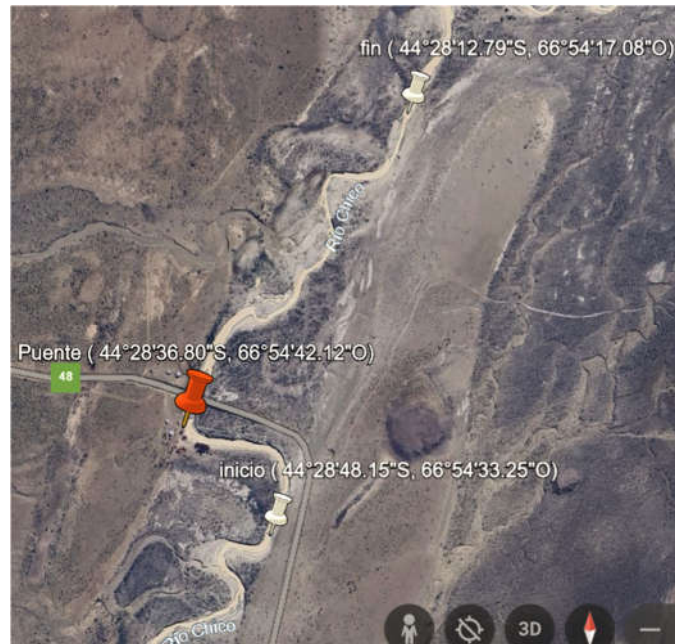


Imagen 2.. Ubicación del tramo del Río Chico a modelar con HEC-RAS. Fuente: Google Earth.

El puente bajo el cual se realiza el análisis de caudales del Río Chico se sitúa sobre la Ruta Provincial N° 48, en las coordenadas 44°28'36.80\"S, 66°54'42.12\"O). Se puede acceder desde la Ruta Nacional N° 3, próxima a la localidad de Garayalde, ingresando por la RPN° 49 y luego por la RPN°48.



Imagen 3 .Distancia del puente a Garayalde: 40.1 km. Fuente: Google Maps

### 3.2 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

La cuenca del Río Chico, afluente del Río Chubut se extiende desde Valle Hermoso, hasta la intersección entre estos mismos ríos. Posee una superficie de 10.036,14 km<sup>2</sup>, la cual está distribuida en los departamentos de Mártires, Florentino Ameghino y Escalante. El Río Chico posee una longitud aproximada de 313 km y la pendiente media del curso es de aproximadamente 0.5 ‰.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> "Plan Director de Recursos Hídricos del Río Chubut. Informe final, Tomo II" CFI.. Provincia del Chubut

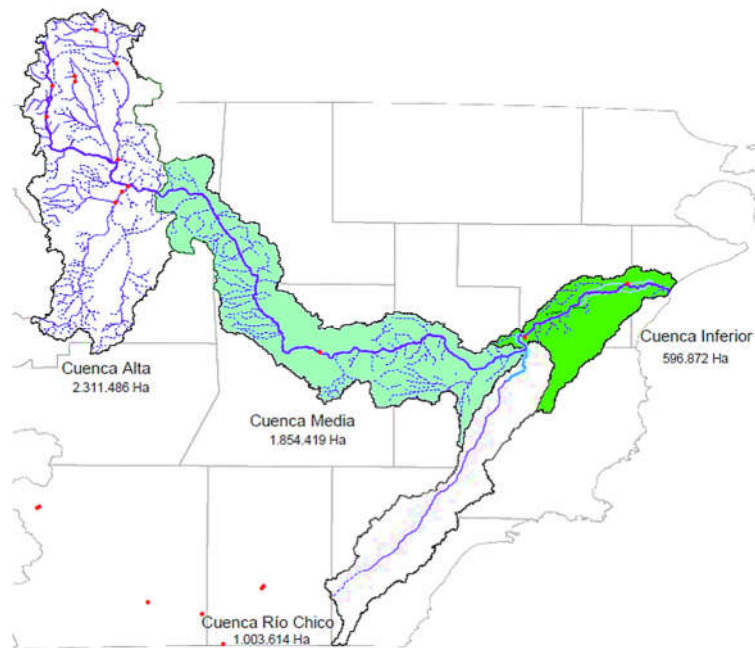


Imagen 4. Ubicación de las cuencas en la Provincia de Chubut. (Fuente: Plan Director de Recursos Hídricos del Río Chubut. Informe final, Tomo II" CFI. Provincia del Chubut)

El Río Chico es un tributario intermitente del Río Chubut, es decir, que solamente realiza aportes de caudales cuando se producen tormentas intensas en su cuenca. La confluencia se ubicaba en lo que actualmente es el Dique Florentino Ameghino.

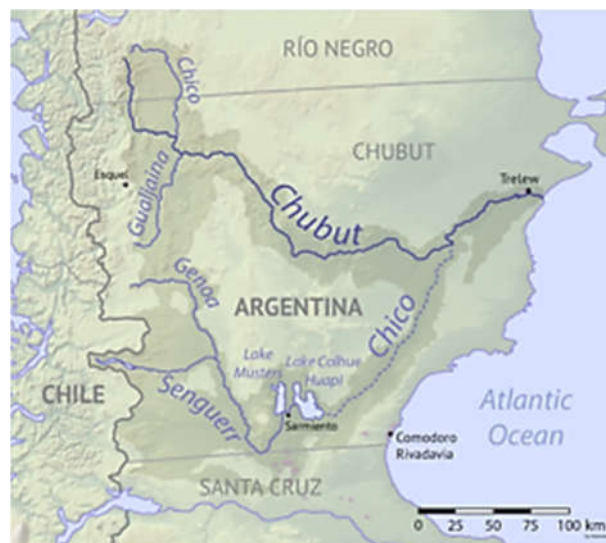


Imagen 5. Confluencia de los Ríos Chubut y Chico

El Río Chico tenía su nacimiento en el extremo sureste del Lago Colhué Huapi. Durante el último período glacial el nivel de las aguas en dicho lago (hoy es una laguna somera) era más elevado y se verificaba el desborde por su emisario, el Río Chico. Los cambios en el clima y en el uso del agua dieron lugar a una reducción de escorrentía y actualmente no se verifica descarga regular.

A pesar de que el río está seco la mayor parte del tiempo desde 1939, volvió a la vida en una gran crecida en 1970. Lo mismo ocurrió tras las grandes inundaciones de 2017 de fines de marzo y principios de abril, debido a las grandes precipitaciones en toda la cuenca.

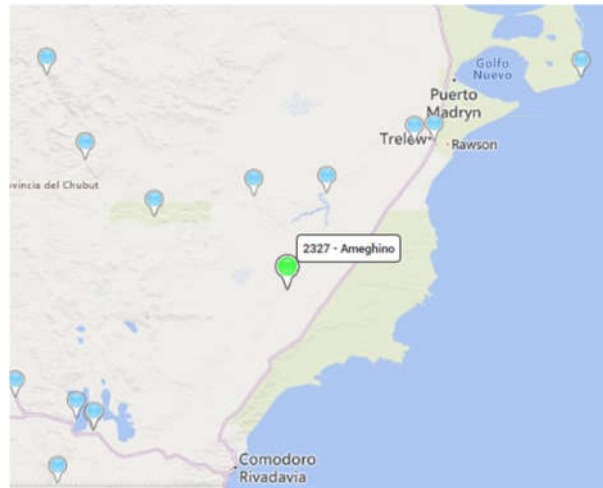


Imagen 6. Ubicación de la Estación 2327- Ameghino, perteneciente al SNIH.

Actualmente los datos que se pueden encontrar del lugar son escasos. La Base de Datos del Sistema Nacional de Información Hídrica (SNIH) posee una estación debajo del puente ubicado sobre Ruta 48, la cual obtiene como parámetro hidrométrico la altura del agua. En la presente base de datos se encuentran los registros históricos y en tiempo cuasi real provenientes de estaciones propias de la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica de la Nación.

Debajo del puente se observan escalas que permiten la lectura de las alturas.



Imagen 7. Vista del puente desde aguas abajo. Se observan las escalas ubicadas en el lugar. (Fuente: AVP)

En cuanto a la cobertura del suelo, en la zona de estudio se observa la presencia de arbustos y vegetación de menor porte. A nivel de cuenca, presenta un suelo desnudo en un 62% del total de la



superficie, mientras que un 17% corresponde a cobertura vegetal media, un 8% cobertura alta y un 3% cobertura baja<sup>2</sup>.



Imagen 8 (a y b). Imágenes de la zona de estudio (Fuente: Gabriel Kaless)

---

<sup>2</sup> "Ecos de la Tormenta de Comodoro Rivadavia en el Valle Inferior del Río Chubut. Aporte de sedimentos al Río Chubut desde la cuenca de Río Chico". (Autores: Kaless, Pascual, Flaherty, Liberof, Asorey, Brandizi, Pessacg)

## 4 OBJETIVOS

El objetivo principal es implementar la modelación por HEC-RAS para obtener datos de caudal a partir de tirantes máximos anuales conocidos en la zona de estudio del Río Chico.

Objetivos complementarios:

- ▶ Obtener un modelo digital de elevaciones del terreno a partir del procesamiento de imágenes actualizadas (tomadas por un Drone) y puntos levantados en el lugar, en la zona del Río Chico.
- ▶ Obtener la geometría del cauce y el coeficiente de Manning del lecho en la zona de estudio.
- ▶ Analizar los caudales obtenidos a partir de datos de precipitación en la cuenca.

## 5 DESARROLLO

### 5.1 PROCESAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO PARA DEFINICIÓN DE TOPOGRAFÍA

La fotogrametría es una técnica que sirve para obtener medidas precisas y modelos tridimensionales de terrenos mediante el análisis de fotografías aéreas o terrestres. Estas fotografías se toman con aviones o drones, desde diferentes puntos y ángulos para obtener diferentes perspectivas. En este caso, se empleó el Drone modelo DNI Mavic Air 2.

El software *Agisoft Metashape Professional* es un producto de software autónomo que realiza el procesamiento fotogramétrico de imágenes digitales y genera datos espaciales en 3D.

Se utilizaron las 989 imágenes capturadas por el drone, las cuales se tomaron en un vuelo programado.

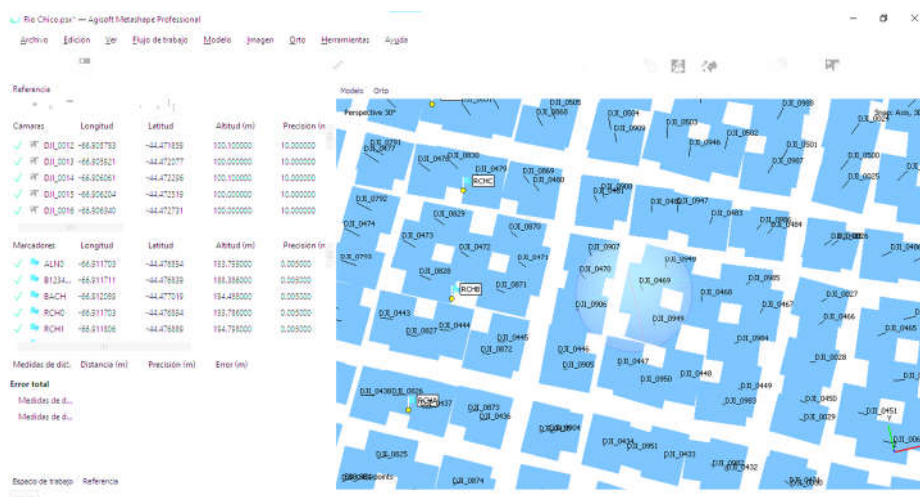


Imagen 9

Por otro lado, se insertan como marcadores, los 77 puntos medidos con el GPS, de los cuales los siguientes 6 se emplean en el software como puntos de control.

Puntos de control GPS. WGS 84

Nombre	Longitud	Latitud	Elevación
RCHO	-66.911703	-44.47689444	193.786

RCHC	-66.909525	-44.47465278	188.598
RCHF	-66.909281	-44.47315278	189.965
RCHT	-66.905464	-44.47155833	187.66
RCIB	-66.906847	-44.47501111	190.649
RCIL	-66.908753	-44.47820556	191.145

Estos puntos se emplean para realizar un ajuste adicional del terreno tomándolos como referencia, ya que se han colocado marcas en el suelo, las cuales se pueden visualizar en las fotografías.

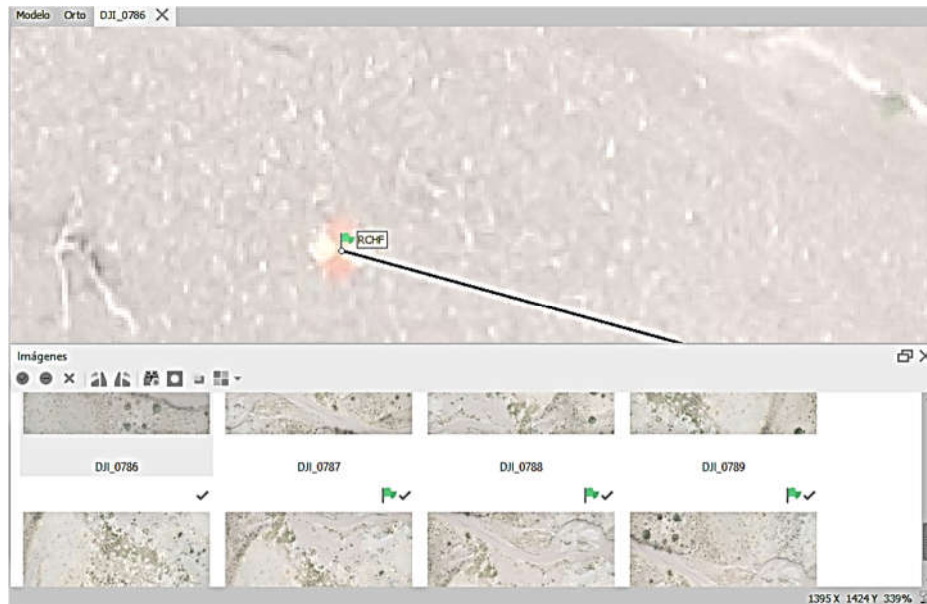


Imagen 10

Una vez ubicados los puntos de control en las fotografías, se procede a optimizar la orientación de las cámaras y a procesar las imágenes mediante los siguientes pasos:

1. Crear la nube de puntos densa (en calidad extra alta).

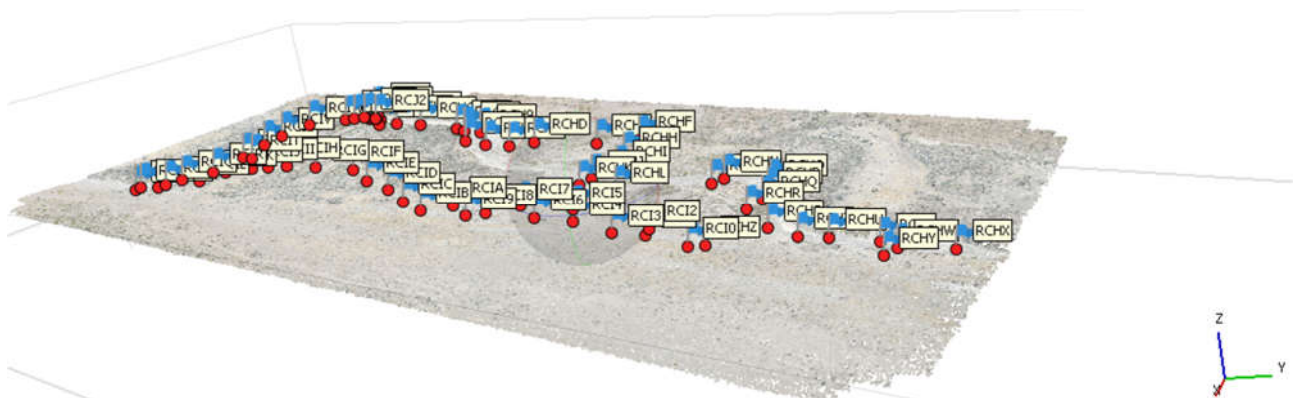


Imagen 11

El nivel de confianza de los puntos en la nube resulta:

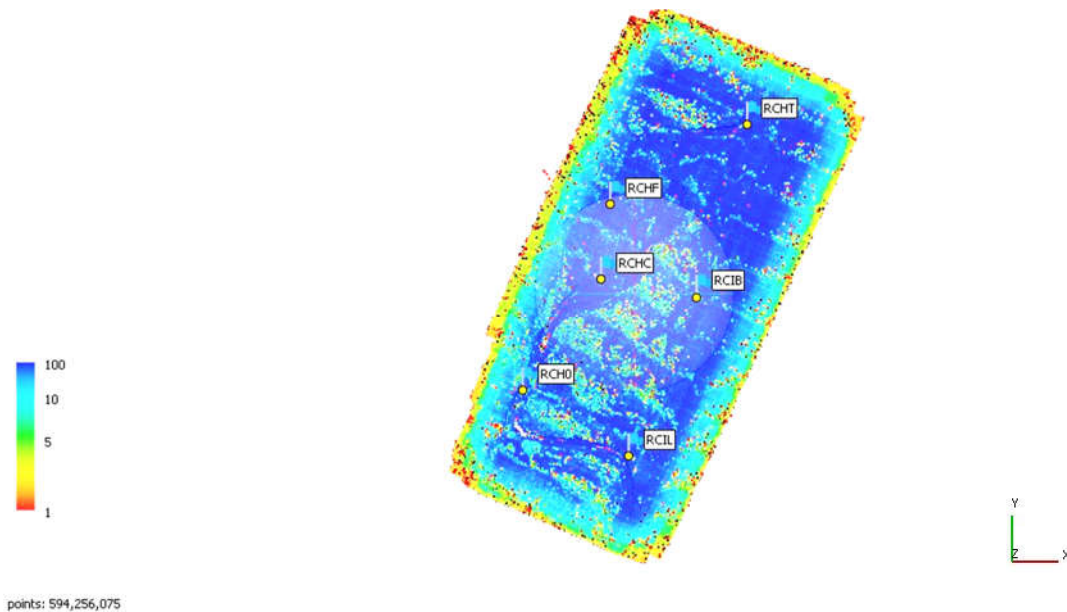


Imagen 12. Nivel de confianza de la nube de puntos

2. Crear la malla en base a la nube de puntos densa (en calidad Alta)
3. Crear la textura del terreno

Una vez realizados los pasos anteriores, se procede a:

- a. Crear y exportar el Modelo Digital de Elevaciones en un sistema de coordenadas plano. Se emplea el sistema POSGAR 07- Faja 3. Por otro lado, también se exporta en el sistema WGS84 para utilizarlo posteriormente en el software Global Mapper.

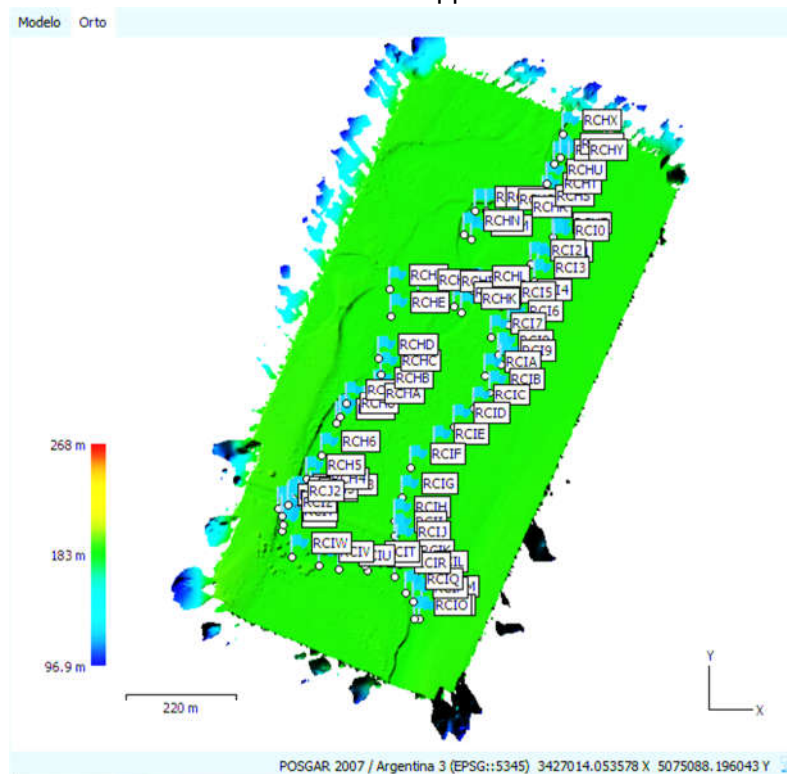


Imagen 13



### 5.1.1 Definición de archivo KMZ y evaluación del MDE generado

Mediante el software Global Mapper, se importan, en el sistema de coordenadas geográfico, el MDE, el ortomosaico y las coordenadas y elevaciones de los puntos del GPS.

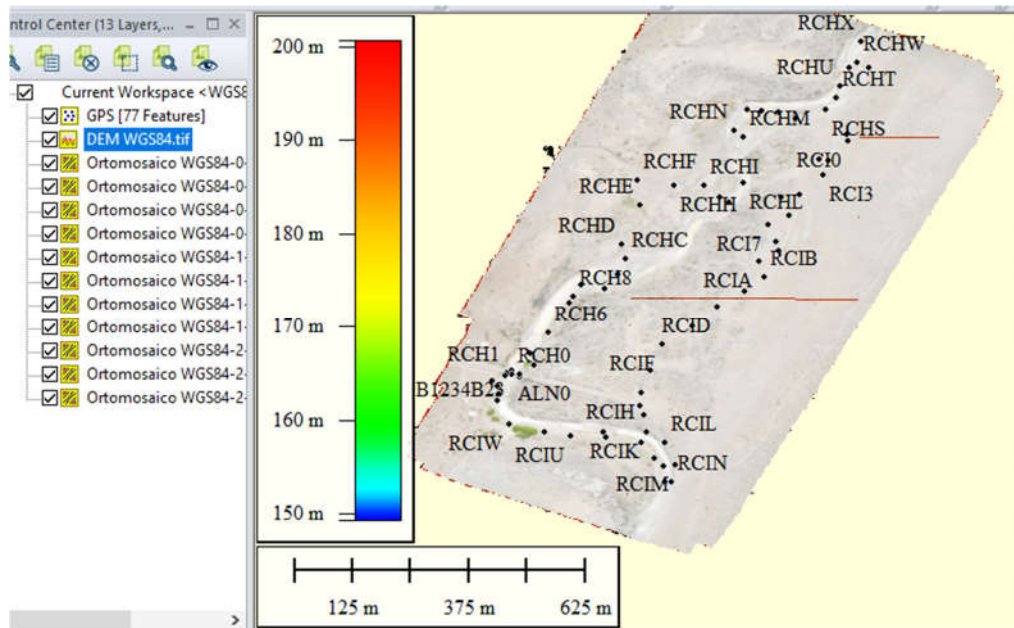


Imagen 16

Finalmente, se exportan el ortomosaico y los puntos en formato KMZ para su posterior visualización en Google Earth.

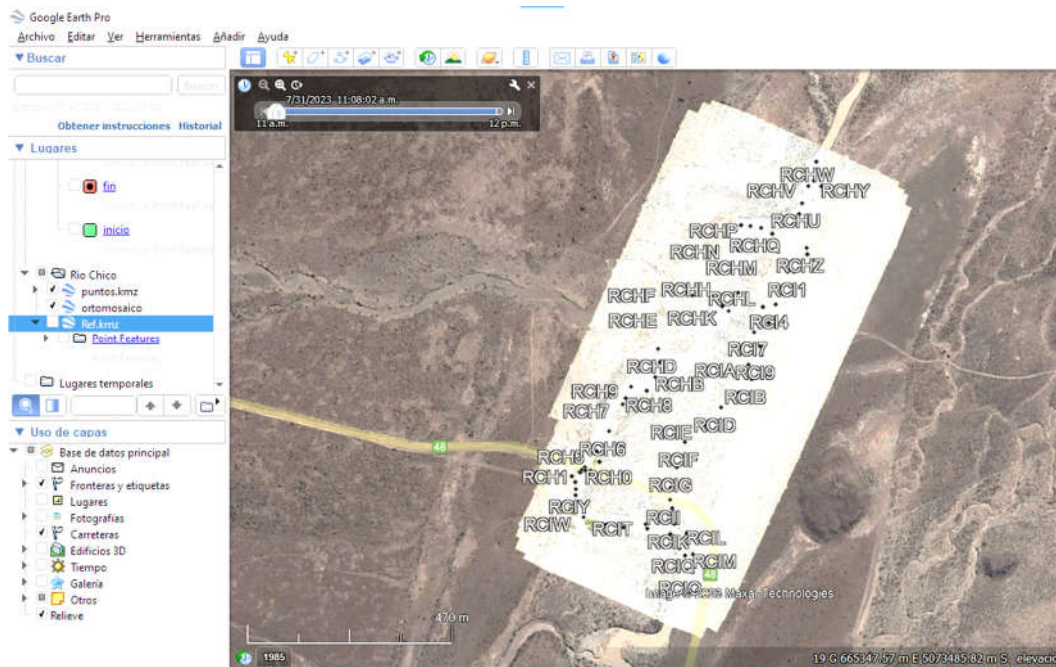


Imagen 17 Salida del ortomosaico y la nube de puntos del GPS en Google Earth

### 5.1.2 Observaciones respecto al MDE Adoptado

Se han comparado las elevaciones del Modelo Digital de Elevaciones generado anteriormente con las elevaciones de los puntos colocados en el GPS en la misma ubicación. Se observan diferencias en algunos puntos, y se llega a la conclusión, junto al Dr. Ing. Gabriel Kaless, que los datos tomados con el GPS no son totalmente confiables.

Debido a esto, el Dr. ha realizado modificaciones sobre el MDE, cuyo modelo resultante ha sido brindado para el desarrollo del trabajo de aquí en adelante.

Para generar dicho modelo, se tomaron puntos con estación total y se realizó un ajuste de las imágenes tomadas con el dron, realizando una estimación de los errores entre ambos levantamientos topográficos.

El sistema de referencia del MDE es WGS 84 /UTM zona 19S.

Mediante el software Global Mapper se han generado las curvas de nivel con equidistancia de 0,5 m y se exportan mediante un archivo en formato .dxf para su uso en el software Autodesk Civil 3D.

## 5.2 GEOMETRÍA DEL CAUCE

Para la obtención de la geometría del cauce, se trabaja con el software Autodesk Civil 3D.

Las curvas de nivel importadas se filtran manualmente, eliminando aquellas que no corresponden al terreno natural (vegetación, edificaciones) para evitar alteraciones en la generación de la superficie en el software.



Imagen 18. Se observan las curvas descartadas en color. Las demás se emplean para generar la superficie.

Una vez generada la superficie en el programa, se define la alineación correspondiente a la traza del cauce, indicando las coordenadas inicial, final y del puente.



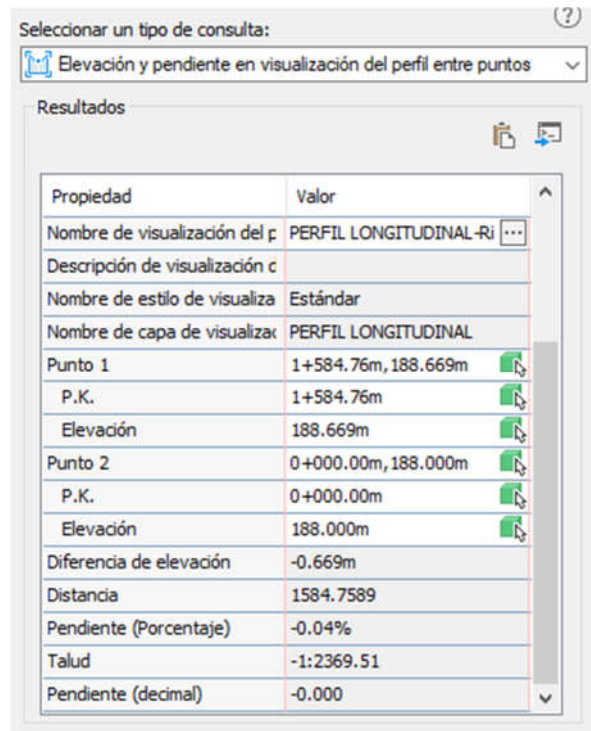
Imagen 19. Planimetría con la traza generada (azul), puntos de referencia (rojo), y puntos tomados por el GPS

Luego, se generan las líneas de muestreo cada 50 metros máximo, de las cuales se obtienen los perfiles transversales. Tener en cuenta que la progresivas deben colocarse de forma decreciente para que sea compatible con el programa HEC-RAS.



Imagen 20. Planimetría con las líneas de muestreo colocadas en el cauce

Además, se obtiene el perfil longitudinal, del cual se consulta la pendiente media de fondo, teniendo en cuenta la traza definida en el cauce.



Propiedad	Valor
Nombre de visualización del p	PERFIL LONGITUDINAL-Ri ...
Descripción de visualización c	
Nombre de estilo de visualiza	Estándar
Nombre de capa de visualiza	PERFIL LONGITUDINAL
Punto 1	1+584.76m, 188.669m
P.K.	1+584.76m
Elevación	188.669m
Punto 2	0+000.00m, 188.000m
P.K.	0+000.00m
Elevación	188.000m
Diferencia de elevación	-0.669m
Distancia	1584.7589
Pendiente (Porcentaje)	-0.04%
Talud	-1:2369.51
Pendiente (decimal)	-0.000

Imagen 21. Salida del perfil longitudinal en Autocad Civil 3D

Se obtiene una pendiente media de fondo igual a  $S=0.04\%=0.0004$  m/m.

Luego, se exporta la geometría generada para su empleo en HEC-RAS.

Se adjuntan los planos correspondientes a la planimetría, los perfiles transversales y los perfiles longitudinales.

### 5.3 MODELACIÓN HIDRÁULICA CON HEC-RAS. DETERMINACIÓN DE CAUDALES A PARTIR DE DATOS DE ALTURA

Se realiza la modelación hidráulica del tramo en estudio para la obtención de caudales en una sección característica del Río Chico, a partir de datos de tirante conocidos. Para ello se implementa el software HEC- RAS, el cual se describe a continuación.

HEC-RAS (“Hydrologic Engineering Center- River Analysis System”) es un software de uso gratuito de modelación hidráulica desarrollado por el Hydrologic Engineering Center del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos. Permite simular flujos en cauces artificiales y cauces naturales. Por tanto, se trata de una herramienta fundamental para realizar estudios de inundabilidad y modelación de cauces.

HEC-RAS utiliza las ecuaciones de Saint Venant, las cuales son una derivación de la ecuación de Navier Stokes, y corresponden a un conjunto formado por las ecuaciones de Continuidad y Momentum.

HEC- RAS es capaz de modelar de forma unidimensional y bidimensional. Permite combinar flujo inestable de una y dos dimensiones mediante una red completa de canales abiertos, llanuras de inundación y aluviales. El componente de flujo inestable se puede utilizar para subcrítico, supercrítico y el régimen de flujo mixto (subcrítico, supercrítico, saltos hidráulicos y descensos) y emplea cálculos de flujo no estacionarios.

En este caso se realiza la simulación hidráulica unidimensional con HEC-RAS 5.0.3.

A partir de la geometría del cauce obtenida anteriormente, las características del suelo y las alturas registradas en la base de datos del Sistema Nacional de Información Hídrica, se realiza una modelación para conocer el caudal correspondiente a las alturas máximas anuales registradas debajo del puente.



Imagen 22 . Ubicación del puente sobre ruta 48, debajo de la cual se encuentra la estación Ameghino (2327) del SNIH.

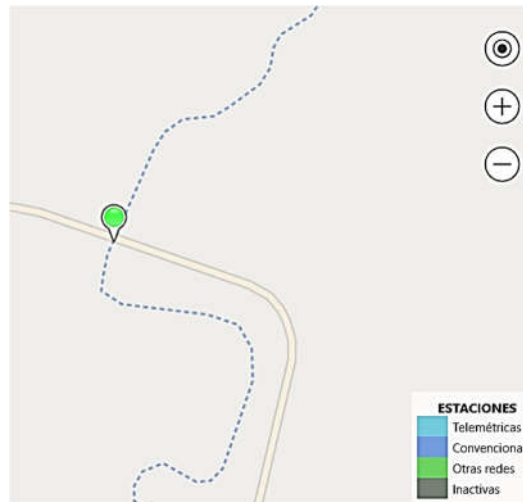


Imagen 23 Ubicación de la estación mencionada debajo del puente

### 5.3.1 Ingreso de geometría del cauce

Se importa la geometría del cauce generada anteriormente

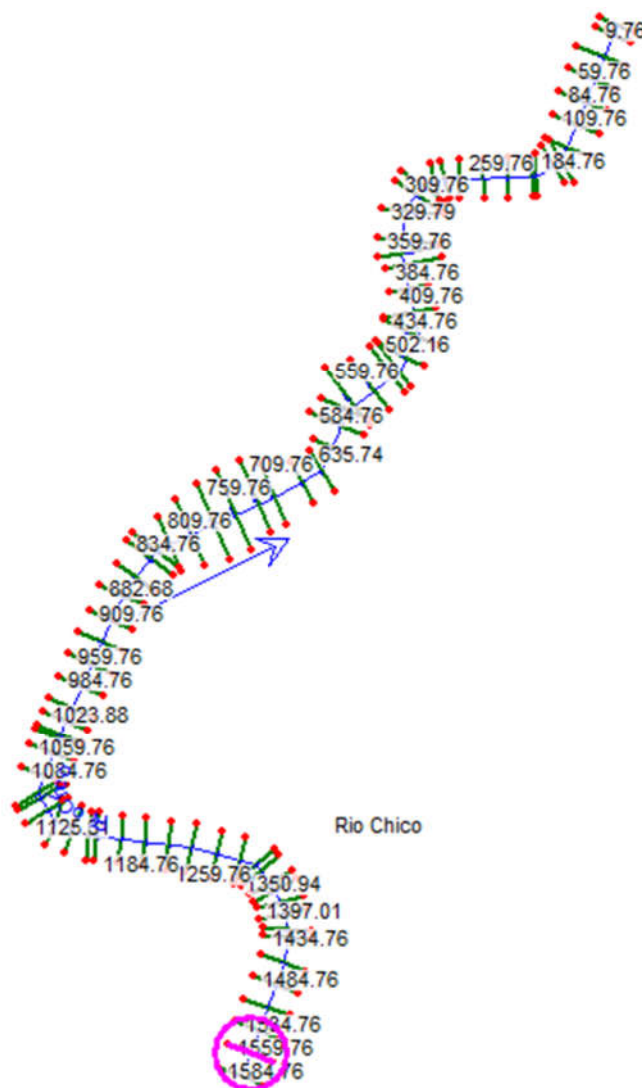


Imagen 24. Geometría del cauce importada en HEC RAS (planta)

A continuación, se eliminan las secciones correspondientes a las del puente, ya que el Drone por defecto, capturó las alturas del mismo, no las profundidades del cauce.

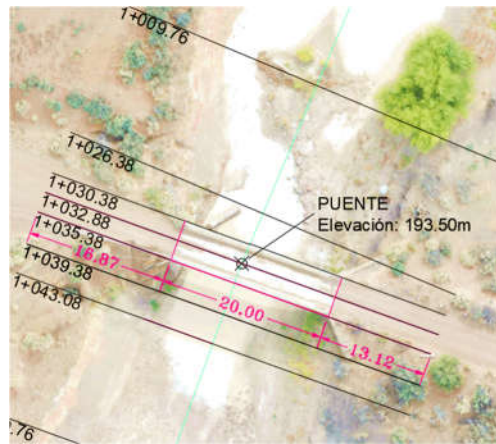


Imagen 25. Vista en planta del puente (Autodesk Civil 3D)

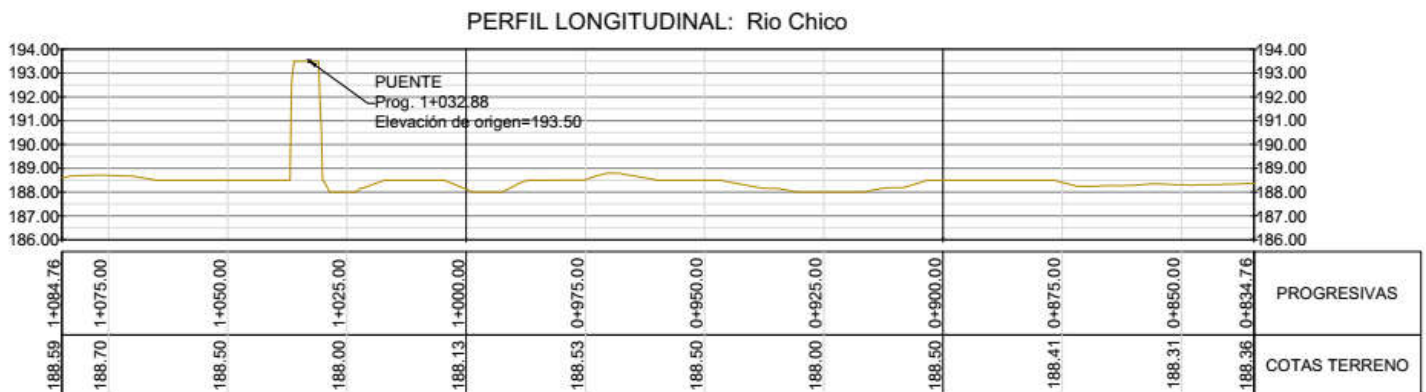


Imagen 26. Perfil longitudinal en la zona del puente (Autodesk Civil 3D).

Luego, se determina la geometría del puente en la progresiva 1032.88 m.



Imagen 27. Fotografía del puente. Vista desde aguas arriba (aporte: AVP)

De los datos aportados por Administración de Vialidad Provincial se obtiene la luz total del mismo, 20 metros.

A.V.P.		EVALUACIÓN DE ESTADO DE PUENTE		codigo
Administración Vialidad Provincial Departamento de Puentes				V-14
<b>OBRA DE ARTE</b>		<b>UBICACIÓN</b>	coord.: -44.47687,- 66.91166	<b>FECHA</b>
PUENTE		SARMIENTO		1/10/2021
RUTA / CAMINO		RÍO / ARROYO	CHICO	INSPECCIONADO POR
R.P. 48		LUZ TOTAL (m)	20	
TIPO ESTRUCTURAL	N° TRAMOS	LUCES PARCIALES (m)		
H° A°	1	20		

Imagen 28. Características básicas del puente. Aporte: Administración de Vialidad Provincial.

A partir de los datos, se construye el puente en HEC-RAS.

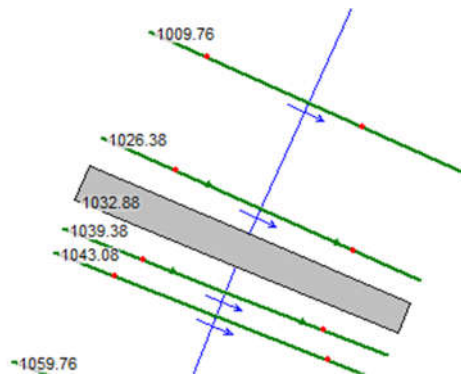


Imagen 29. Vista en planta del puente en HEC RAS

Los perfiles aguas arriba y aguas abajo quedan de la siguiente manera:

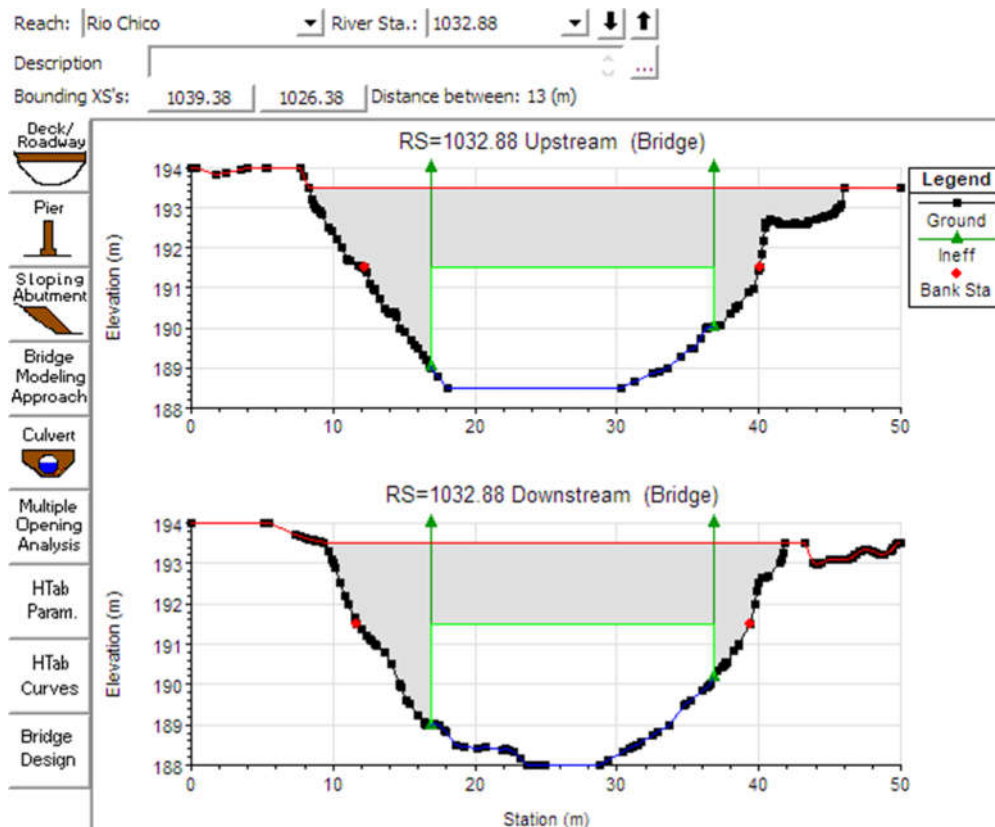


Imagen 30. Geometría del puente en HEC-RAS, aguas arriba (upstream) y aguas abajo (downstream)



Como parámetros del flujo, se trabaja con los siguientes caudales, todos estos en la sección aguas arriba.

Steady Flow Data - Flujo

File Options Help

Enter/Edit Number of Profiles (32000 max):  Reach Boundary Conditions ... Apply Data

Locations of Flow Data Changes

River:  Add Multiple...

Reach:  River Sta.:  Add A Flow Change Location

Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates						
River	Reach	RS	5 m3/s	10 m3/s	20 m3/s	30 m3/s	40 m3/s	50 m3/s	
1	Rio Chico	Rio Chico	1584.76	5	10	20	30	40	50

Luego, como condición de borde, se determina la pendiente media de fondo  $S=0.0004$  m/m.

Steady Flow Boundary Conditions

Set boundary for all profiles  Set boundary for one profile at a time

Available External Boundary Condition Types

Selected Boundary Condition Locations and Types

River	Reach	Profile	Upstream	Downstream
Rio Chico	Rio Chico	all	Normal Depth S = 0.0004	Normal Depth S = 0.0004

### 5.3.2 Determinación de coeficiente de Manning

Se aplica la siguiente ecuación para determinar el coeficiente de Manning:

$$n = \frac{\kappa \cdot R_h^{1/6}}{g^{1/2} \cdot \ln\left(11,2 \frac{R_h}{k_s}\right)}$$

Donde A es el área hidráulica, B es el ancho superficial, P es el perímetro mojado,  $R_h$  es el radio hidráulico. Luego,  $\kappa$  es la constante de Karman (se adopta 0,41), y  $k_s$  la altura de rugosidad de fondo:

$$k_s = \frac{(2 \cdot D_{90})}{1000}$$

El parámetro  $D_{90}$  designa el tamaño de partícula correspondiente al percentil 90, es decir, el valor de diámetro que divide la población de partículas de manera que el tamaño del 90% de las partículas sea menor que dicho valor. Es decir, informa la parte más gruesa dentro de la distribución granulométrica. Este parámetro se obtiene a partir de la granulometría del lecho.

En base al relevamiento fotográfico del lecho, es posible determinar la curva granulométrica correspondiente midiendo los tamaños de los materiales.



Imagen 31. Fotografía del lecho del cauce (Aporte: Gabriel Kaless)

Por otro lado, se trabaja con el software AutoCAD generando una cuadrícula de 63 intersecciones en un área de 100 cm x 75 cm.

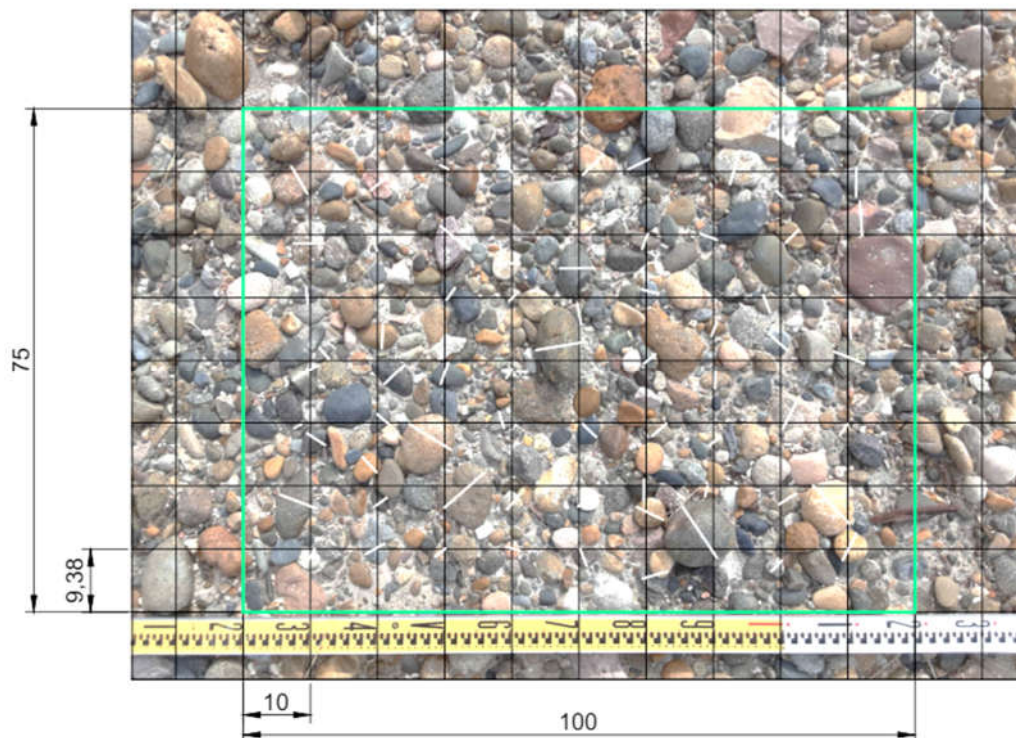


Imagen 32. Cuadrícula para determinar tamaños de partículas

Se exportan los datos de AutoCAD y se ordenan en Excel. Los diámetros obtenidos en la cuadrícula son:



Tamaño de partículas (mm)					
89.9890	47.4050	36.6170	29.4890	25.0250	21.3740
78.4960	45.0360	36.2800	28.6790	24.6560	21.0560
77.4440	44.7120	34.5290	28.4660	24.6190	20.6450
73.2390	44.5410	34.4110	28.3510	24.1700	20.3770
69.6630	44.3050	33.1840	28.1420	23.7920	20.3210
58.3870	43.3780	31.9700	27.8760	23.1140	19.1480
56.6610	42.9870	31.9150	27.8670	22.6870	16.0820
52.8970	42.4520	31.2670	27.5210	22.1700	16.0090
51.4220	40.8390	31.1460	27.3920	22.0360	13.4310
49.8290	37.9440	30.9670	26.4650	21.9590	13.1000
48.9640	37.3760	29.9010	25.6430	21.5560	10.1790

A partir de los datos procesados, se realiza un conteo de las partículas retenidas según los diámetros mencionados a continuación, para la confección de la siguiente tabla y su respectiva curva granulométrica. Luego, se pueden obtener los tamaños retenidos acumulados, y, en base al total de la muestra, los porcentajes retenidos y que pasan.

Tamaño de partícula (mm)	N° partículas retenidas acumuladas (de AutoCAD)	N° partículas retenidas	Ret-Acum	%Retenido	%Pasa
76.2	3	3	3	4.55%	95.45%
63.5	5	2	5	7.58%	92.42%
50.8	9	4	9	13.64%	86.36%
38.1	20	11	20	30.30%	69.70%
25.4	44	24	44	66.67%	33.33%
19.1	61	17	61	92.42%	7.58%
12.7	65	4	65	98.48%	1.52%
9.5	66	1	66	100.00%	0.00%
4.76	66	0	66	100.00%	0.00%
2	66	0	66	100.00%	0.00%
<b>SUMA</b>		<b>66</b>			

La curva granulométrica resultante es:

Granulometría	
Tamaño	%Pasa
76.2	95.45%
63.5	92.42%
50.8	86.36%
38.1	69.70%
25.4	33.33%
19.1	7.58%
12.7	1.52%
9.5	0.00%
4.8	0.00%
2.0	0.00%

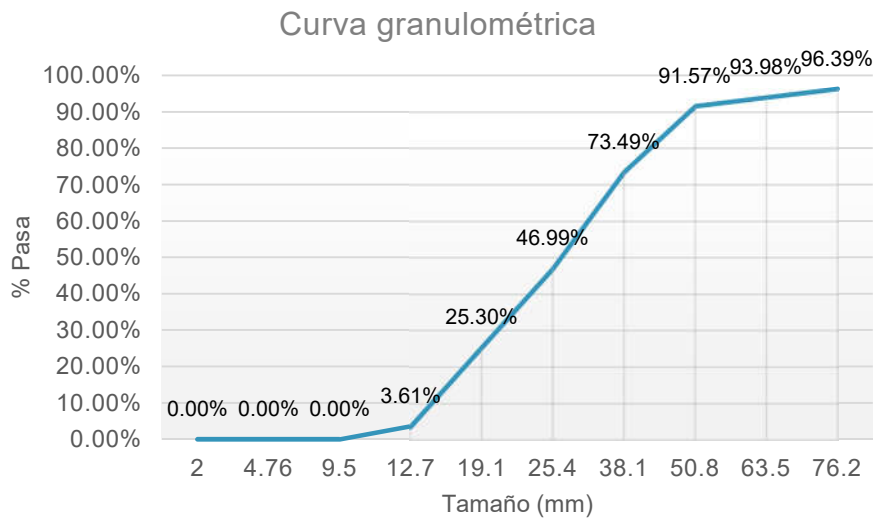


Imagen 33 . curva granulométrica del lecho del cauce

De la curva granulométrica resultan los siguientes parámetros:

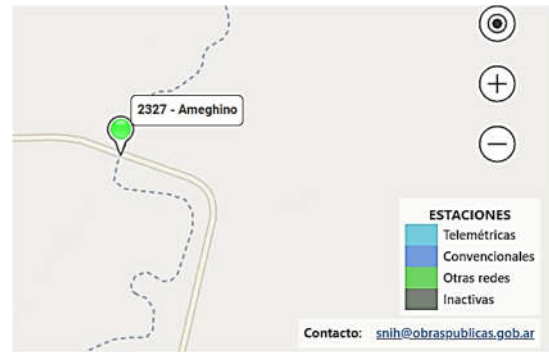
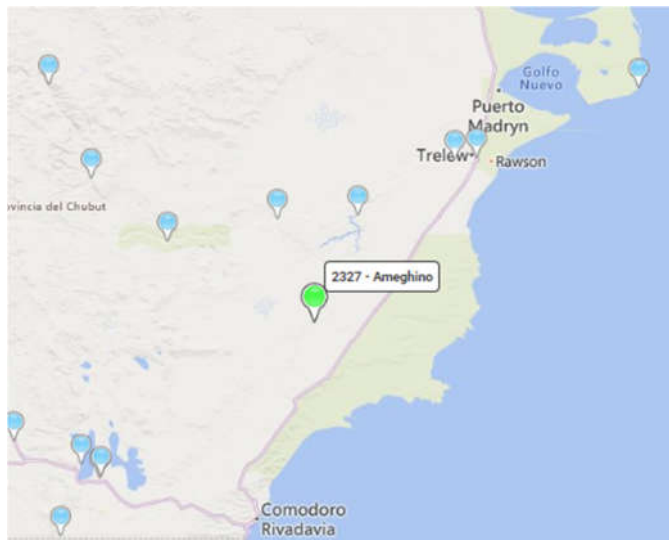
<b>PARÁMETROS</b>	
<b>D95</b>	74.30 mm
<b>D90</b>	<b>58.42 mm</b>
<b>D84</b>	49.00 mm
<b>D50</b>	31.22 mm
<b>D16</b>	21.16 mm

El diámetro D90 es 58.42 mm.

La altura de rugosidad de fondo es:

$$k_s = \frac{(2 \cdot D_{90})}{1000} = \frac{(2 \cdot 58,42 \text{ mm})}{1000} = 0,117$$

Por otro lado, el Sistema Nacional de Información Hídrica posee una estación con un sensor de altura debajo del puente. Además, en el lugar se ubican dos escalas (una que mide desde el nivel 0m y otra que mide desde el nivel 2 m.). Se desconoce si el nivel que mide el sensor coincide con el nivel medido por las escalas, pero a fines del desarrollo del trabajo, se considera que la posición 0 m de la escala coincide con la posición 0 m del sensor.



13/08/2023 12:00	0.50 m
13/08/2023 16:00	0.50 m
13/08/2023 20:00	0.50 m
14/08/2023 00:00	0.50 m
14/08/2023 04:00	0.50 m

Imagen 34. Ubicación de la estación 2327 Ameghino. Sistema Nacional de Información Hídrica

Como dato aportado por mediciones con la estación total, el valor cero de la escala se encuentra a 187.697 m.

Cabe aclarar que, según observaciones in situ, se estima que el sensor del SNIH se encuentra en una profundidad mayor que la sección del puente que se está trabajando (sección 1032.88 BR Aguas arriba).



Imagen 35. Fotografía del puente desde aguas abajo. Se observan las escalas ubicadas en el lugar. (aporte: AVP)

La sección a observar es la siguiente:

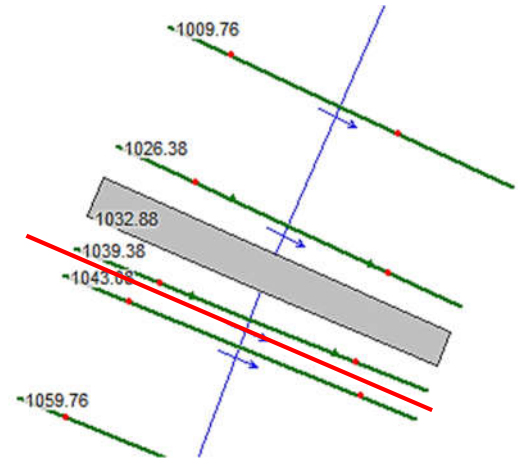


Imagen 36. Imagen en planta de la sección del puente. Izq: en Autodesk Civil 3D. Der: En HEC RAS

En base al HEC RAS, la cota de solera aguas arriba del puente es 188.50 m.

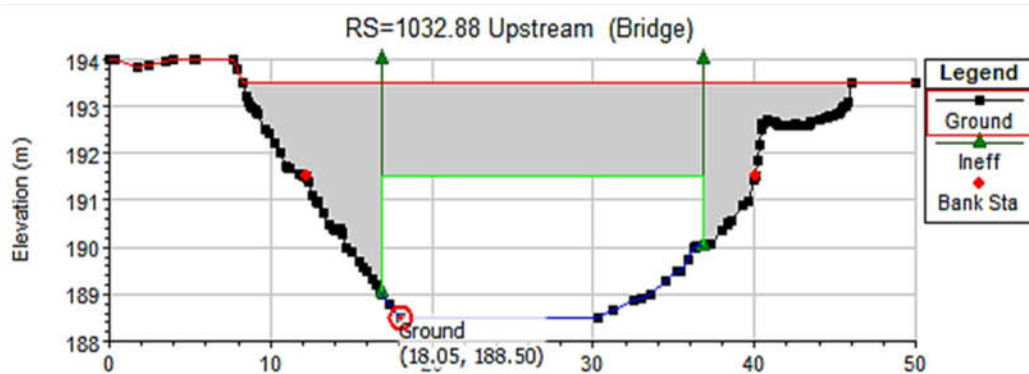


Imagen 37. Sección aguas arriba del puente. Cota de fondo: 188.50 m

Tomando una sección cuyo tirante corresponde a  $H=0,5$  m (cota: 189.00 m) se obtienen los parámetros necesarios para determinar el coeficiente de Manning.

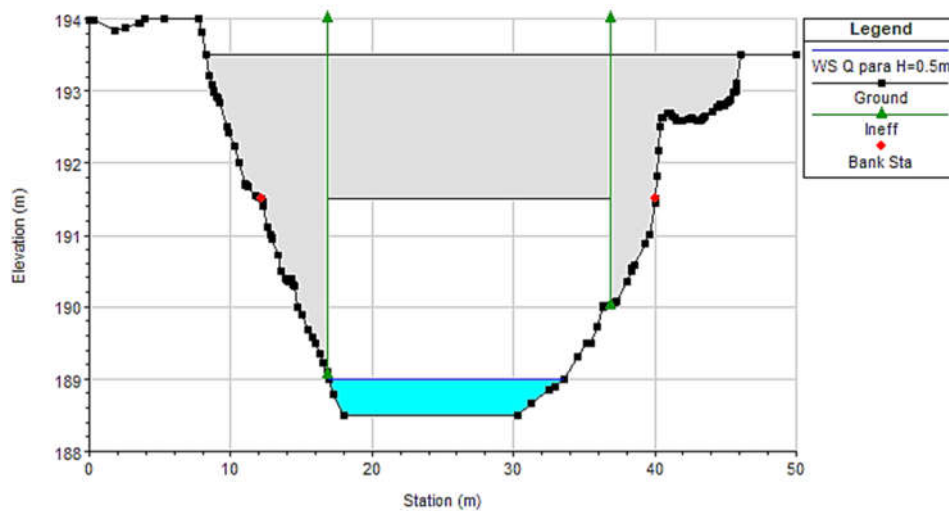


Imagen 38. Perfil del puente aguas arriba, con un tirante correspondiente a 0.5 m

Rio Chico RS: 1032.88 Profile: Q para H=0.5m	
Element	Inside BR US
E.G. Elev (m)	189.01
W.S. Elev (m)	189.00
Crit W.S. (m)	188.68
Max Chl Dpth (m)	0.50
Vel Total (m/s)	0.42
Flow Area (m2)	7.20
Froude # Chl	0.21
Specif Force (m3)	1.83
Hydr Depth (m)	0.43
W.P. Total (m)	16.77
Conv. Total (m3/s)	128.0
Top Width (m)	16.62
Frctn Loss (m)	0.00
C & E Loss (m)	0.00
Shear Total (N/m2)	2.40
Power Total (N/m s)	1.02

Imagen 39. datos de salida de la modelación en la sección

Área hidráulica.  $A = 7,20 \text{ m}^2$

Perímetro mojado:  $P = 16.77 \text{ m}$

Radio hidráulico:  $R_h = \frac{A}{P} = 0,429 \text{ m}$

Recordando la altura de rugosidad de fondo  $k_s = 0,117$  y la constante de Karman  $\kappa = 0,41$ , se obtiene:

$$n = \frac{\kappa \cdot R_h^{1/6}}{g^{1/2} \cdot \ln \left( 11,2 \frac{R_h}{k_s} \right)} = \frac{0,41 \cdot (0,429 \text{ m})^{1/6}}{\sqrt{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \cdot \ln \left( 11,2 \frac{0,429 \text{ m}}{0,117} \right)} \rightarrow n = 0,031$$

De acuerdo a los ejemplos presentados en el libro “*Roughness Characteristics of Natural Channels*” de Harry H. Barnes Jr, y comparándolos con las imágenes obtenidas del lugar, se podría adoptar el parámetro de Manning estimado es  $n = 0.030$ , el cual se aproximaría al valor calculado.



Imagen 40. Izquierda: Imagen de la bibliografía con  $n=0.030$ . Derecha: Imagen del cauce en Río Chico.

Finalmente, en la modelación Hidráulica en HEC-RAS se adopta el parámetro  $n=0.031$ .

### 5.3.3 Análisis de sensibilidad del modelo

En el análisis de sensibilidad del modelo se evalúa la variación del caudal para un mismo tirante y distintos valores del coeficiente de Manning. De esta forma, se puede observar si el modelo se verá afectado sensiblemente por este parámetro.

Se realiza la curva Altura- Caudal (H-Q) adoptando distintos parámetros de Manning, con los caudales y la pendiente de fondo mencionados anteriormente.

Se analizará la sección próxima al sensor de altura, tomándose la sección aguas arriba del puente.

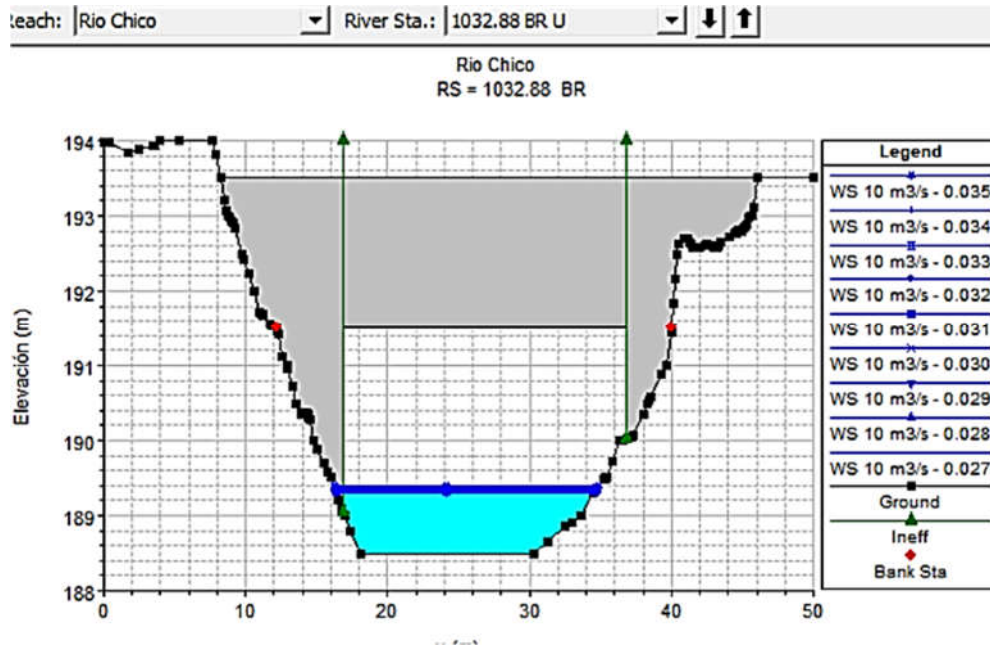


Imagen 41. Tirante correspondiente a 10 m<sup>3</sup>/seg para cada coeficiente de Manning

Adoptando distintos parámetros de Manning, se obtienen las curvas Altura- caudal, y para cada una de ellas se obtiene el caudal para el cual alcanza un tirante determinado, en este caso, H=0.5 m.

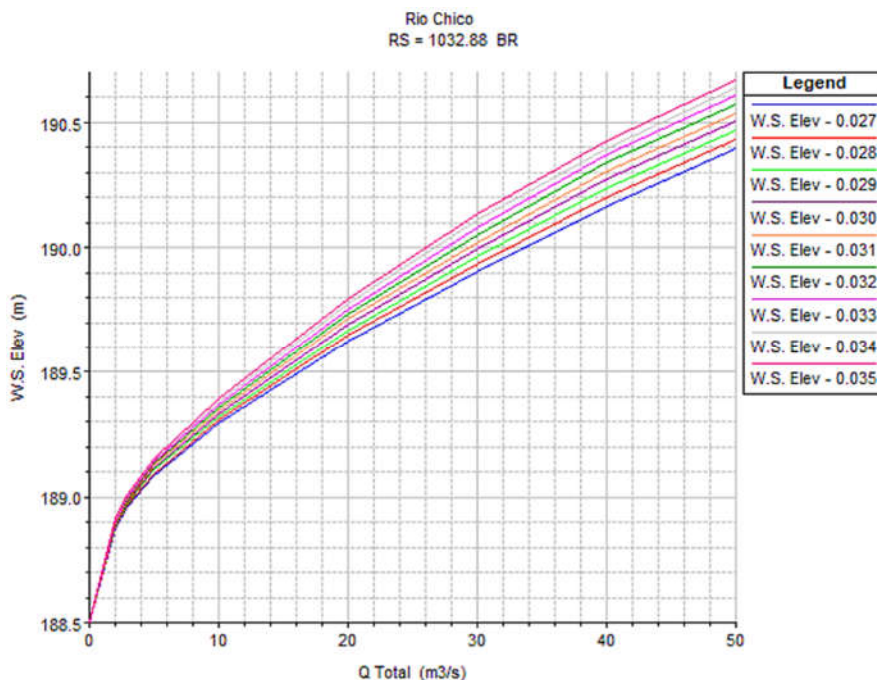


Imagen 42. Curvas H-Q resultantes para los distintos coeficientes de Manning



Los datos obtenidos en HEC-RAS (mostrados en Anexo), se resumen en la siguiente tabla:

Zw	n					
Caudal (m3/seg)	0.029	0.03	0.031	0.032	0.033	0.034
2	188.89	188.89	188.90	188.90	188.91	188.92
3	188.97	188.98	188.99	188.99	189.00	189.01
5	189.11	189.11	189.12	189.13	189.14	189.15
10	189.32	189.33	189.35	189.36	189.37	189.38
20	189.67	189.69	189.71	189.73	189.75	189.77
30	189.96	189.99	190.02	190.05	190.08	190.11
40	190.24	190.27	190.31	190.34	190.37	190.40
50	190.47	190.50	190.54	190.57	190.61	190.64

A partir de la cota de fondo se obtienen las curvas H-Q para cada n.

Cota fondo	n					
Hw	0.029	0.03	0.031	0.032	0.033	0.034
Caudal (m3/seg)	0.029	0.03	0.031	0.032	0.033	0.034
2	0.39	0.39	0.40	0.40	0.41	0.42
3	0.47	0.48	0.49	0.49	0.50	0.51
5	0.61	0.61	0.62	0.63	0.64	0.65
10	0.82	0.83	0.85	0.86	0.87	0.88
20	1.17	1.19	1.21	1.23	1.25	1.27
30	1.46	1.49	1.52	1.55	1.58	1.61
40	1.74	1.77	1.81	1.84	1.87	1.90
50	1.97	2.00	2.04	2.07	2.11	2.14

SALIDA de lecturas a H=0.5 m (189.0 m)

n	Tirante (m)	Zw (m)	Q (m3/seg)	Variación
0.028	0.5	189	3.49	10.79%
0.029	0.5	189	3.36	6.67%
0.030	0.5	189	3.26	3.49%
0.031	0.5	189	3.15	
0.032	0.5	189	3.06	2.86%
0.033	0.5	189	2.97	5.71%
0.034	0.5	189	2.90	7.94%

### Sensibilidad n

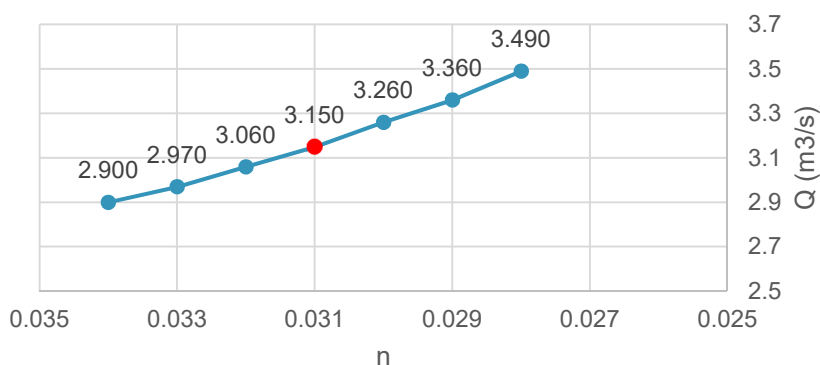


Imagen 43. Curva de sensibilidad del modelo



Se observa que los valores de caudal no varían considerablemente con la variación del coeficiente de Manning, por lo que el modelo de HEC RAS no se verá afectado sensiblemente por este parámetro.

### 5.3.4 Determinación de caudales máximos anuales

A partir de los datos históricos aportados por la estación perteneciente al Sistema Nacional de Información Hídrica, se consideran los niveles máximos de cada año para determinar los caudales máximos correspondientes. Hasta el momento, el SNHN aporta datos de altura diaria desde el 27 de mayo de 2020 hasta el 19 de noviembre de 2023, los cuales se muestran en el anexo.

Se reitera el dato de cota de referencia del nivel 0 de la escala:

$$Cota_{0\text{ escala}} = 187.697\text{ m}$$

A continuación, se resumen las cotas máximas alcanzadas en cada mes.

Cota Referencia Escala [m]	187.697				
Cota sección del puente 1032.88 [m]	188.5	(HEC RAS, fondo del cauce aguas arriba del puente)			
	<b>Año</b>				
<b>Mes</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	
Enero		187.62	189.68	189.32	
Febrero		187.32	188.21	188.15	
Marzo		187.32	188.01	187.94	
Abril		187.32	189.73	187.78	
Mayo	187.85	187.32	188.42	187.69	
Junio	188.27	187.32	188.20	187.65	
Julio	189.69	187.32	190.32	188.33	
Agosto	188.47	189.61	188.45	189.79	
Septiembre	188.25	188.68	190.68	189.30	
Octubre	188.15	188.21	188.33	188.24	
Noviembre	188.11	188.03	189.89	188.07	
Diciembre	188.11	187.76	188.20	187.70	
<b>Cota máxima [m]</b>	<b>189.69</b>	<b>189.61</b>	<b>190.68</b>	<b>189.79</b>	
<b>Nivel máximo respecto a la escala [m]</b>	<b>1.99</b>	<b>1.91</b>	<b>2.98</b>	<b>2.09</b>	
<b>Tirante máximo en sección del puente [m]</b>	<b>1.19</b>	<b>1.11</b>	<b>2.18</b>	<b>1.29</b>	
<b>Mes</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Agosto</b>	

En la curva altura-caudal se miden los caudales correspondientes a los niveles máximos en el año, en la sección del puente aguas arriba.

<b>Cota fondo (sección puente aguas arriba)</b>	<b>188.5</b>		
<b>Año</b>	<b>Cota (m)</b>	<b>Tirante (m)</b>	<b>Caudal (m3/s)</b>
2020 (Julio)	189.69	1.19	19.32
2021 (Agosto)	189.61	1.11	17.02
2022 (Septiembre)	190.68	2.18	56.80
2023 (Agosto)	189.79	1.29	22.46

Estos valores son una estimación inicial del caudal a ingresar en la sección del puente aguas arriba, que se corresponda con la cota de acuerdo a la altura máxima leída en la sección.

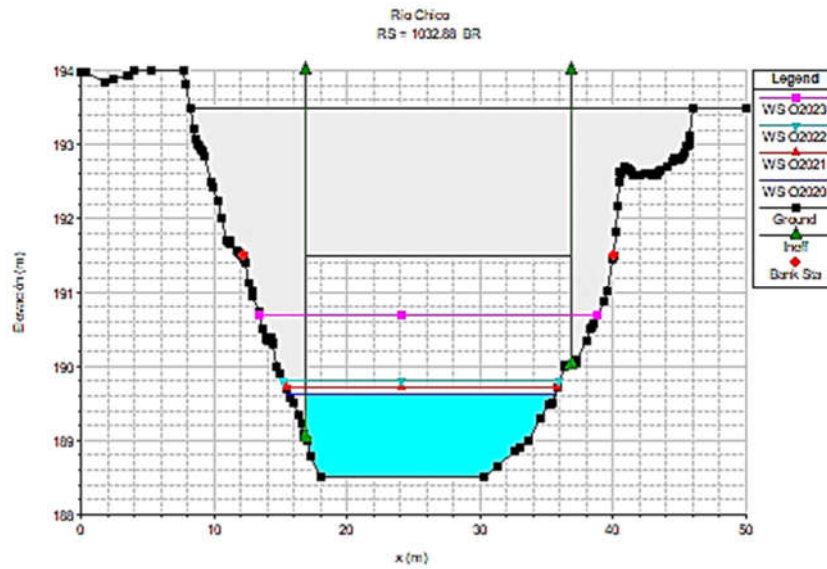


Imagen 44

**Año 2020:** Lectura: 1.19 m. Cota: 189.69 m.  $Q_{2020} = 19.32 \frac{m^3}{seg}$

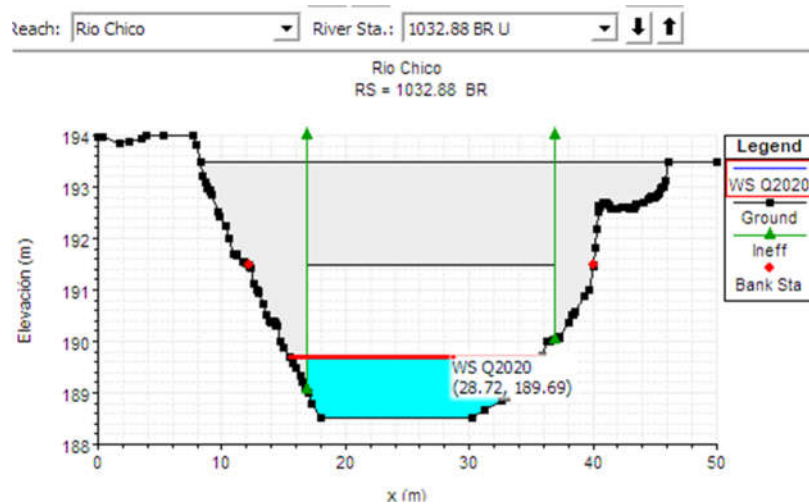


Imagen 45

**Año 2021:** Lectura: 1.11 m. Cota: 189.61 m.  $Q_{2021} = 17.02 \frac{m^3}{seg}$

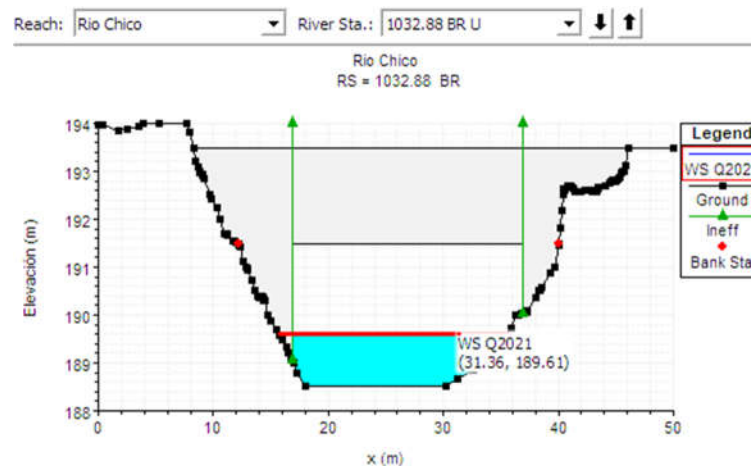


Imagen 46

**Año 2022:** Lectura: 2.18 m. Cota: 190.68 m.  $Q_{2022} = 56.80 \frac{m^3}{seg}$

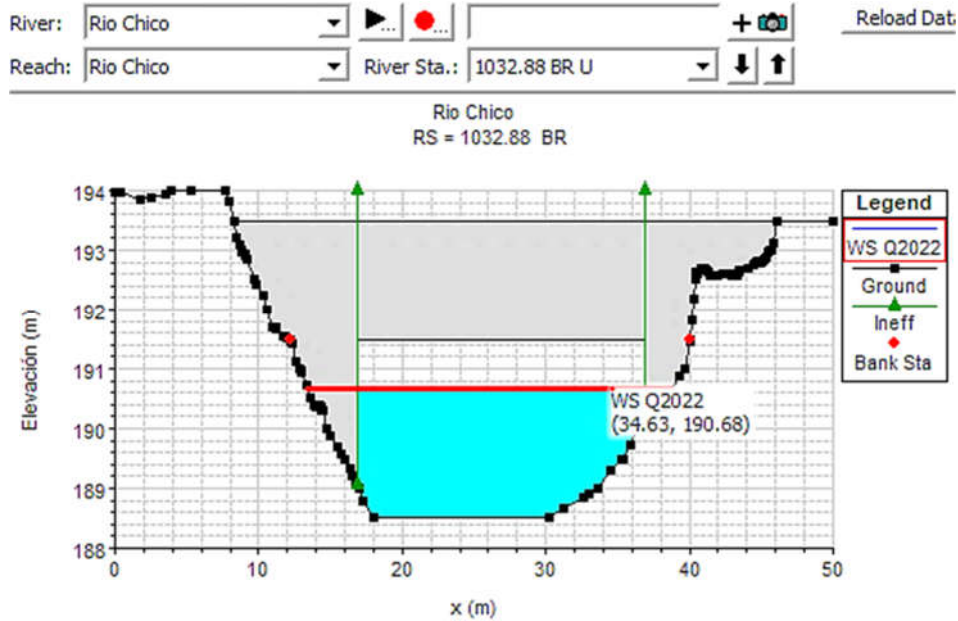


Imagen 47

**Año 2023:** Lectura: 1.29 m. Cota: 189.79 m.  $Q_{2023} = 22.46 \frac{m^3}{seg}$

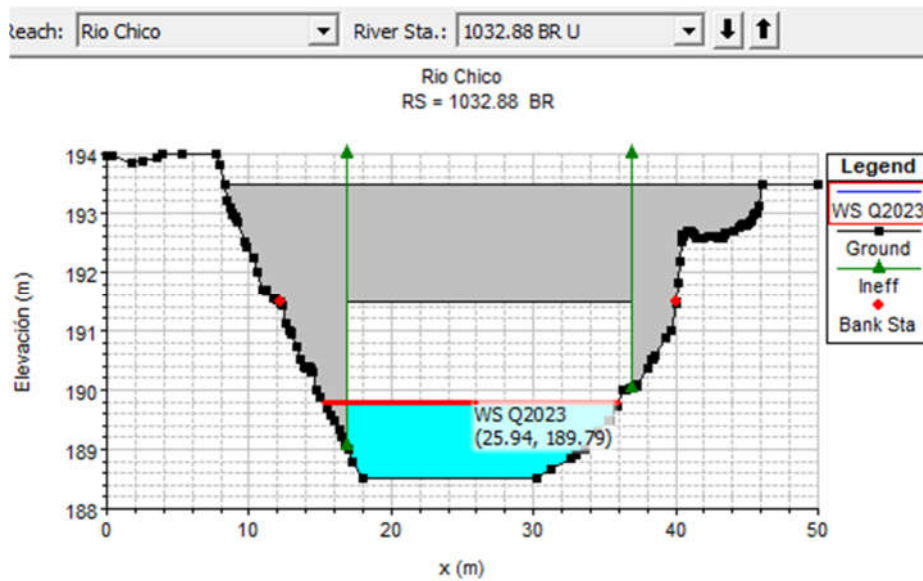


Imagen 48

En resumen, los caudales máximos por año definidos son:

Año	Caudal máximo(m <sup>3</sup> /s)
2020	19.32
2021	17.02
2022	56.80
2023	22.46

Profile Output Table - Puente

File Options Std. Tables User Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: RioChico River: Rio Chico Reach: Rio Chico						
Reach	River Sta	Profile	BR Open Area (m <sup>2</sup> )	Q Bridge (m <sup>3</sup> /s)	W.S. Elev (m)	BR Open Vel (m/s)
Rio Chico	1032.88	Q2020	55.50	19.32	189.69	0.99
Rio Chico	1032.88	Q2021	55.50	17.02	189.61	0.94
Rio Chico	1032.88	Q2022	55.50	56.80	190.68	1.45
Rio Chico	1032.88	Q2023	55.50	22.46	189.79	1.05

Imagen 49 Salida del modelo en HEC RAS.

A continuación, se muestran los niveles máximos obtenidos para cada año:

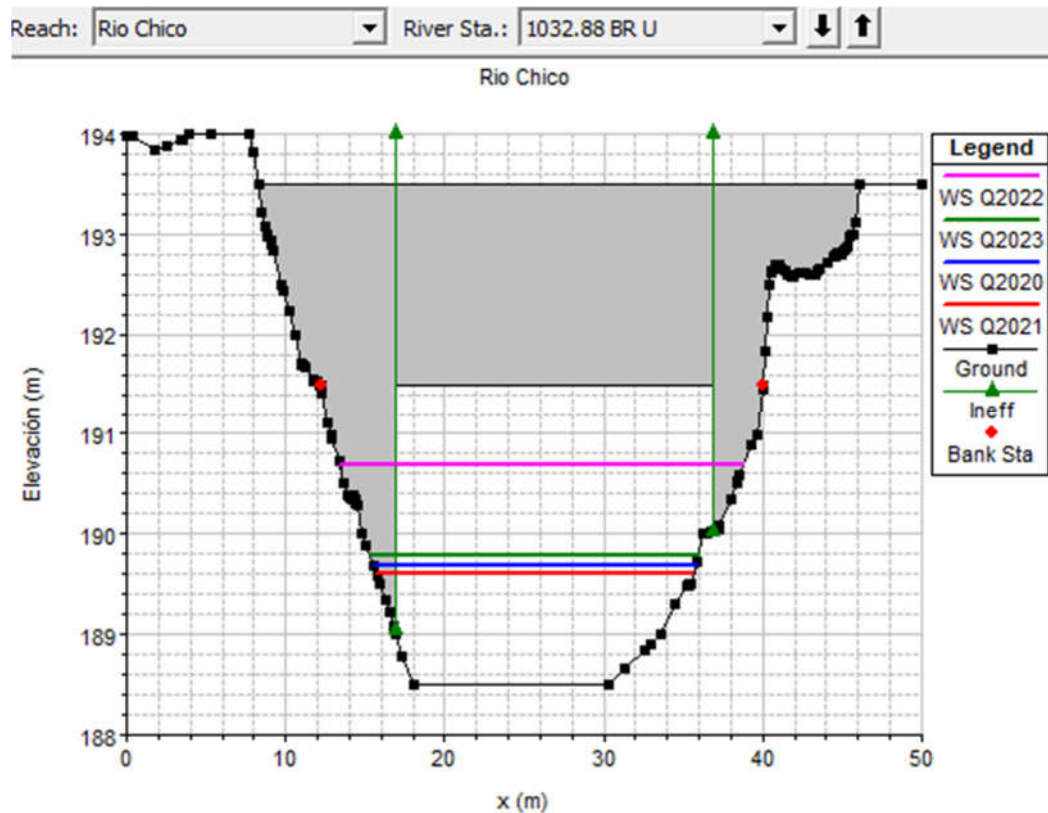


Imagen 50

En la siguiente página se observan los perfiles longitudinales correspondientes a los caudales máximos obtenidos para cada año. El programa muestra el perfil longitudinal de aguas abajo (progresiva 0) a aguas arriba (progresiva 1584.76).

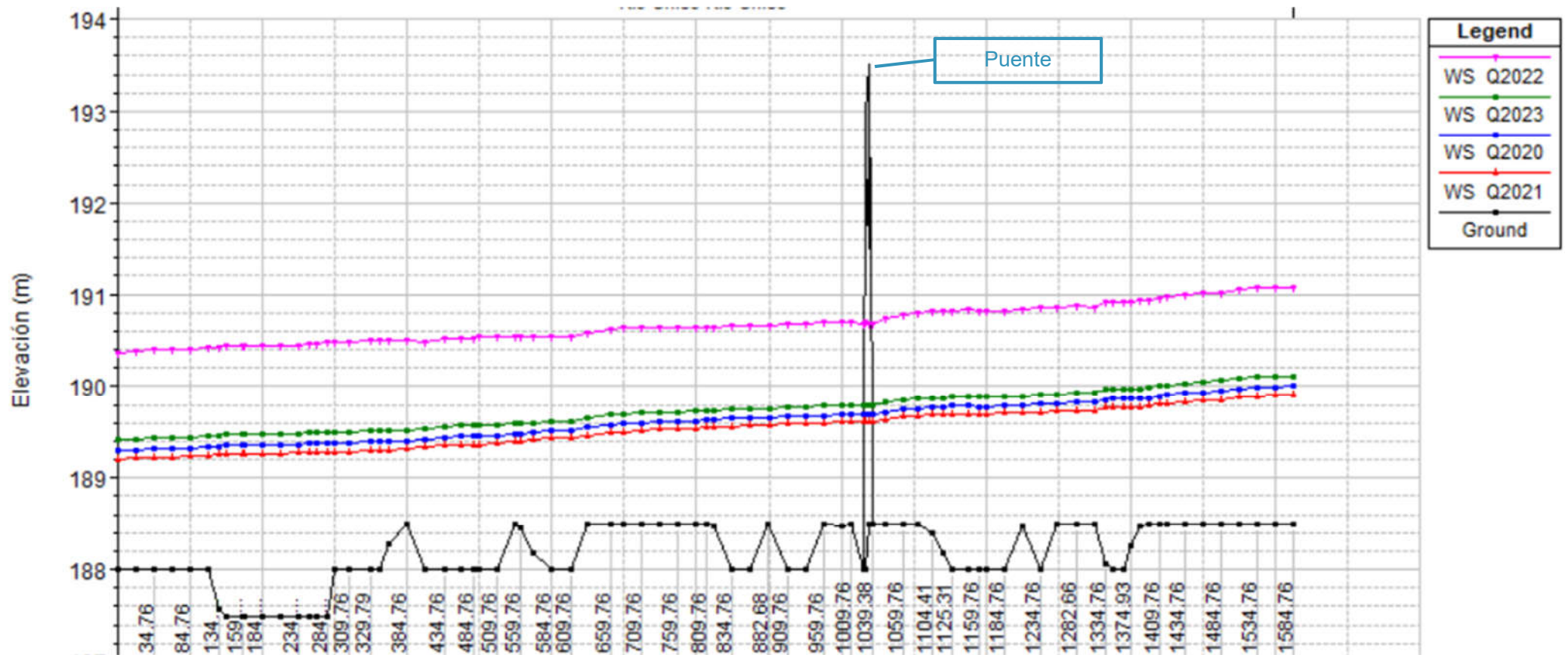


Imagen 51. Perfiles longitudinales del cauce para los caudales leídos anteriormente (de aguas abajo a aguas arriba)



A continuación, se observa un modelo 3D de la simulación para el caudal máximo en 2022:

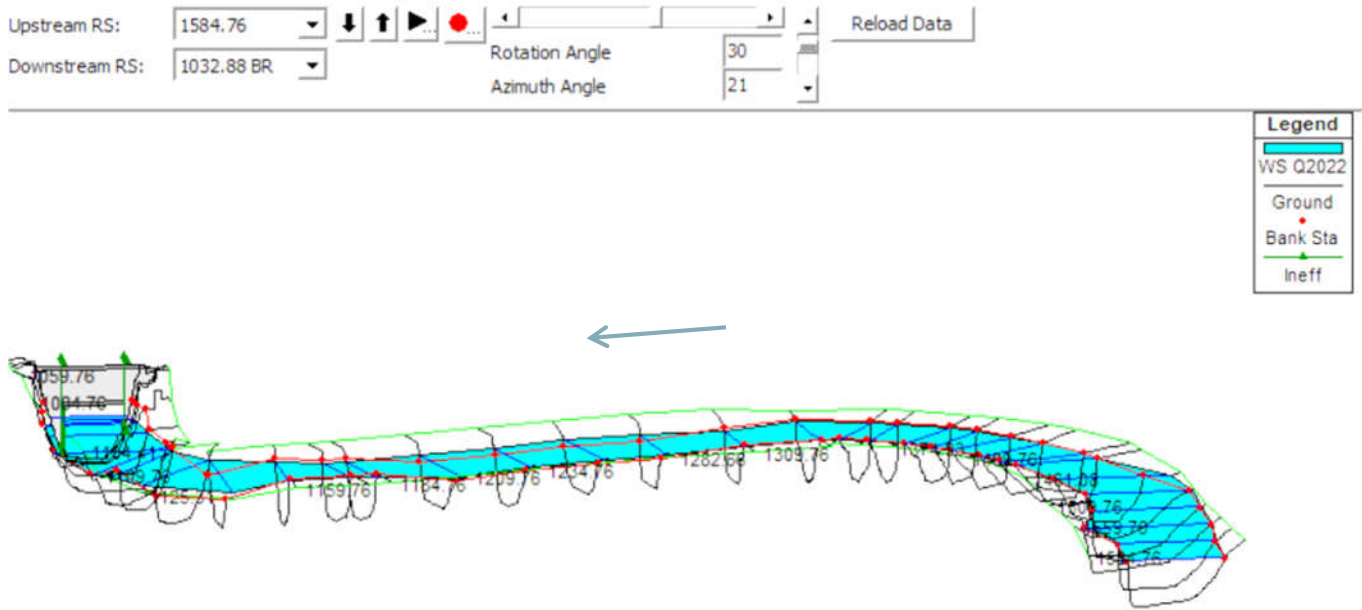


Imagen 52. Cauce desde el inicio aguas arriba (abajo a la derecha) hacia el ingreso al puente (arriba a la izquierda)

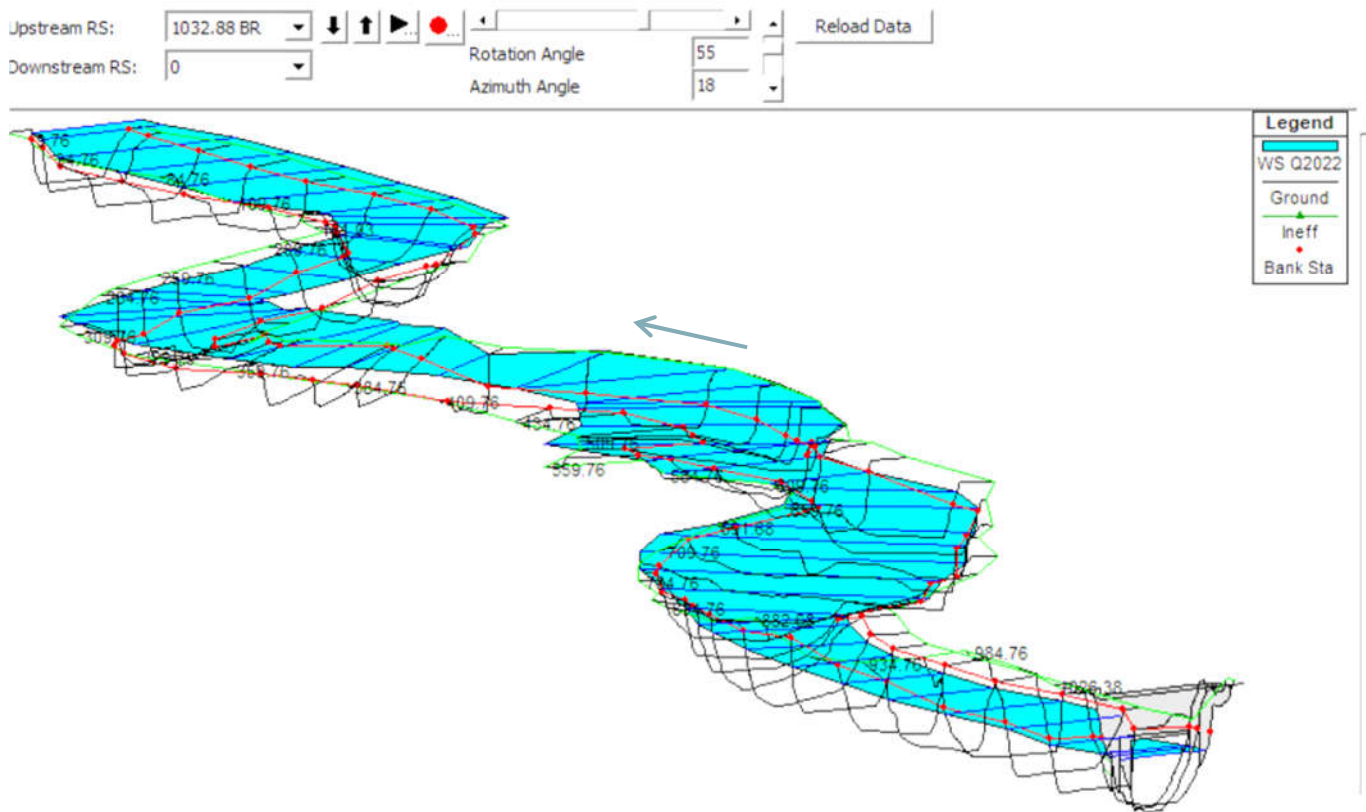


Imagen 53. Cauce desde el puente (abajo a la derecha) hacia el fin del recorrido (Arriba a la izquierda)

## 5.4 ANÁLISIS DE LOS CAUDALES OBTENIDOS FRENTE A DATOS DE PRECIPITACIÓN

Para el análisis de los caudales obtenidos de la modelación con HEC-RAS, en base a las alturas máximas medidas por el sensor del Sistema Nacional de Información Hídrica, se realiza contrastando con datos de precipitaciones en la cuenca.

Para tal fin, se recurre a obtener datos de precipitación proporcionados por “The Power Data Access Viewer” de la NASA.

Se considera sólo una superficie parcial de la cuenca, ubicando como punto de concentración la estación del SNHN, donde se estimaron los caudales anteriormente.

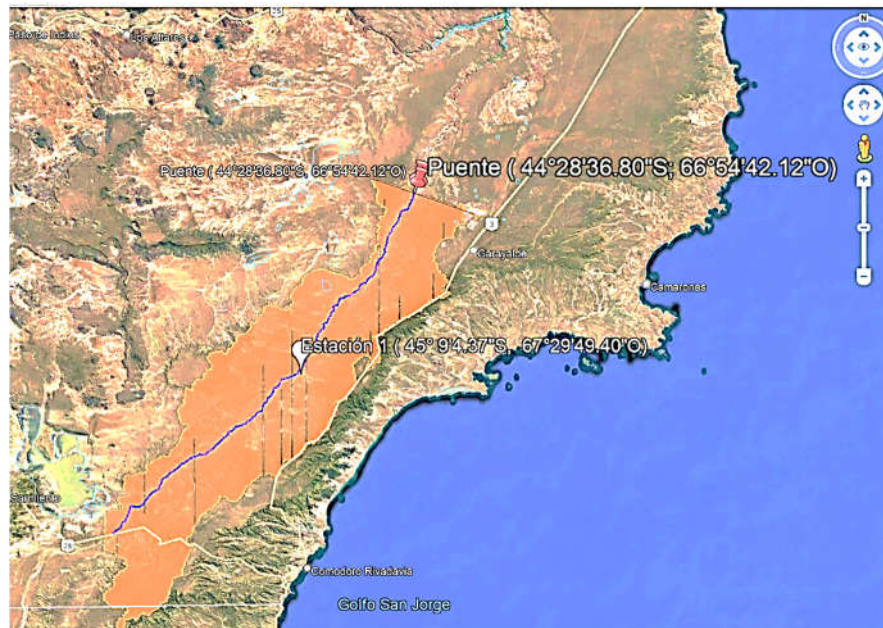


Imagen 54. Superficie parcial de la cuenca. Ubicación del puente y de la estación 1. Superficie estimada: 7986 km<sup>2</sup>. Longitud del cauce hasta el puente: 223,62 km (superficie y cauce delimitados por Global Mapper, Fuente: elaboración propia)

En un primer planteo se indagan datos de precipitación en un punto medio dentro de esta superficie, aguas arriba del sensor, al cual se denominará “Estación 1”, cuyas coordenadas son:

**Estación 1 (45° 9'4.37"S, 67°29'49.40"O)**

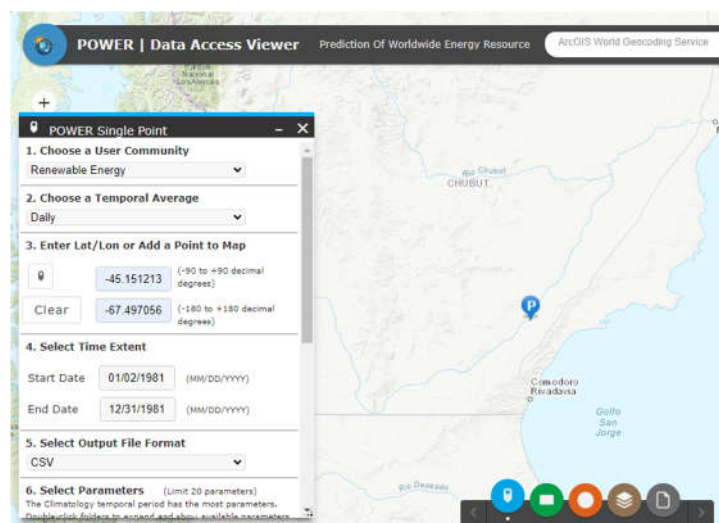


Imagen 55. Interfaz de “The Power Data Access Viewer” de la NASA, con las coordenadas de donde se extraen los datos de precipitación.

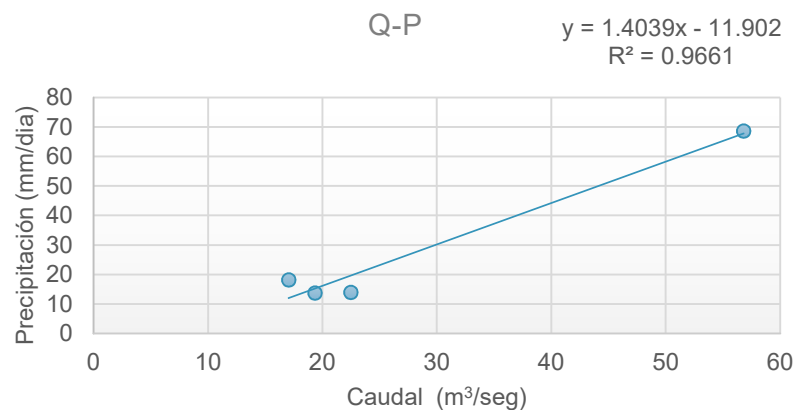


En la siguiente tabla se resumen, los tirantes y caudales máximos que resultan de la modelación en HEC-RAS, al que se anexan los datos de precipitación máxima obtenidos por "The Power Data Access Viewer"

Año	Mes	Cota lectura (m)	Tirante (m)	Caudal(m <sup>3</sup> /s)	Precipitación (mm/día) Estación 1
2020	Julio	189.69	1.19	19.32	13.82
2021	Agosto	189.61	1.11	17.02	18.18
2022	Septiembre	190.68	2.18	56.8	68.69
2023	Agosto	189.79	1.29	22.46	13.99

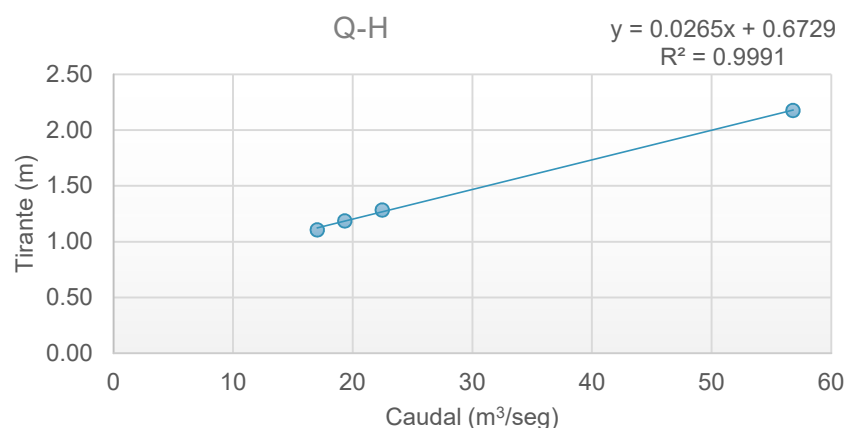
Cota fondo (Sección puente aguas arriba): 188.5 m

Se analiza cómo se relacionan los caudales y las precipitaciones, obteniendo una recta de tendencia.



El coeficiente de correlación lineal de Pearson  $R$ , que resulta de la raíz cuadrada del coeficiente de determinación, es:  $R = 0.9991$ . Valor que indica que las variables contrastadas, Caudal y Precipitación, se vinculan directamente, permitiendo considerar aceptables los caudales encontrados por la modelación en HEC-RAS.

Luego analizando las variables Caudal y tirante, se obtuvo la recta de tendencia siguiente:



El coeficiente de correlación lineal de Pearson es:  $R = 0.9995$ . Lo que permite deducir que los caudales obtenidos por la modelación hidráulica en HEC-RAS están vinculados con los tirantes obtenidos de los datos de alturas del Sistema Nacional de Información Hídrica.

En un segundo planteo, se analizan los datos de precipitación obtenidos por "The Power Data Access Viewer" en un punto al inicio del recorrido del cauce en la traza definida en el trabajo, bajo la denominación "Estación 2", cuyas coordenadas son:

**Estación 2 (44°28'48.17"S, 66°54'33.37"O)**

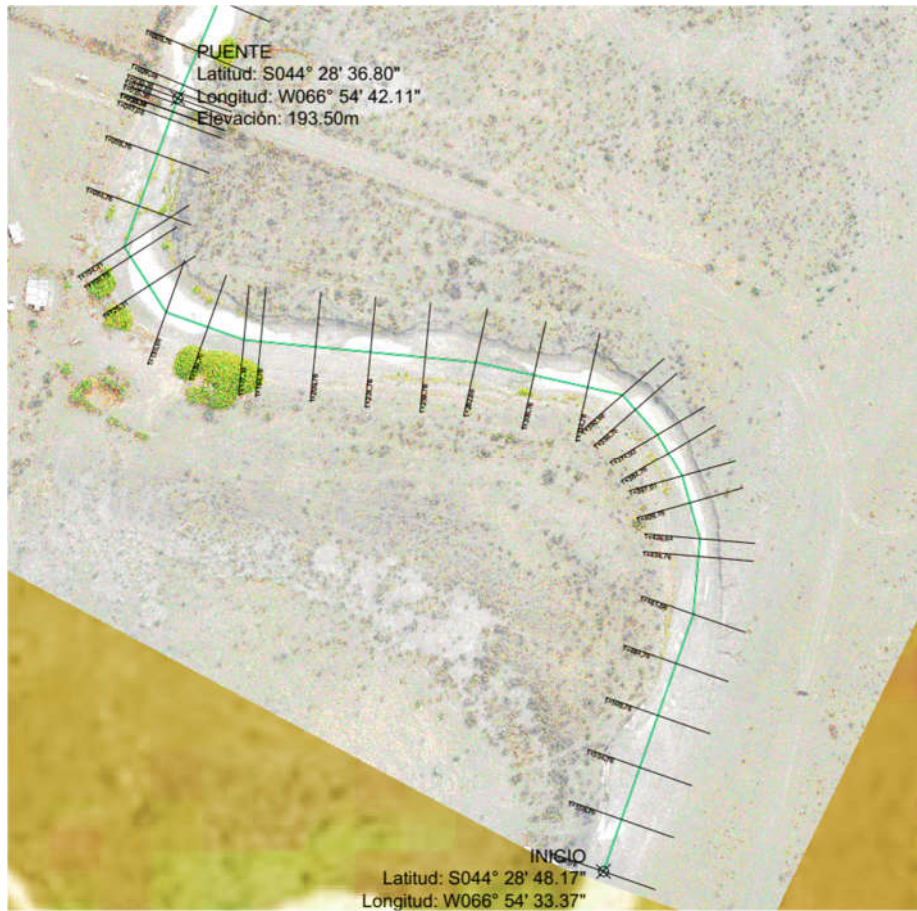


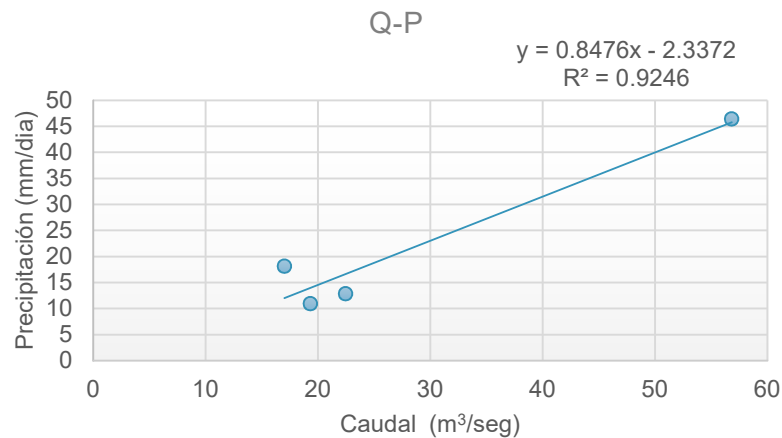
Imagen 56. Coordenadas de inicio de la traza del cauce (Estación 2)

En la siguiente tabla se resumen los valores, incluidos los de la Estación 2 de coordenadas definidas.

Año	Mes	Cota lectura (m)	Tirante (m)	Caudal(m <sup>3</sup> /s)	Precipitación (mm/día) Estación 2
2020	Julio	189.69	1.19	19.32	11.02
2021	Agosto	189.61	1.11	17.02	18.22
2022	Septiembre	190.68	2.18	56.8	46.5
2023	Agosto	189.79	1.29	22.46	12.89

Cota fondo (Sección puente aguas arriba): 188.5 m

De este nuevo análisis, de la relación entre los caudales y las precipitaciones, se obtiene una recta tendencia.



La nueva recta obtenida tiene que el coeficiente de determinación es  $R^2 = 0.9246$  y el coeficiente de correlación lineal de Pearson es:  **$R = 0.9616$**

Comparando este resultado con el de Estación 1, se observa que la relación Q-P, es compatible entre ellas. Confirmando nuevamente que se aceptan los caudales obtenidos por modelación, al estar vinculados con los datos de precipitación y alturas del Sistema Nacional de Información Hídrica.



## 6 CONSIDERACIONES FINALES

- ▶ Respecto al dron usado: Si bien, el dron es un dispositivo útil para tomar imágenes en tiempo real para su posterior procesamiento y obtención de un Modelo Digital de Elevaciones del terreno, es fundamental aplicar, además, otro método para tener un levantamiento topográfico que represente el MDT acertadamente al terreno. Esto es levantamiento de puntos de control con una estación total permite verificar las alturas que resultan en el Modelo resultante de la toma de imágenes. De existir discrepancias, se pueden deber a errores del dispositivo al tomar alturas (especialmente en zonas donde hay agua). Además, el uso del software debe ser riguroso.
- ▶ Obtener la geometría del cauce requiere una observación de las curvas de nivel que se van a utilizar para armar la superficie definitiva, ya que la presencia de vegetación, cuerpos de agua o construcciones en el lugar generan curvas que no son representativas del terreno en sí.
- ▶ El coeficiente de Manning, necesario para realizar la modelación hidráulica. En este caso se obtuvo, mediante las fotografías del lecho, para luego de la curva granulométrica determinar el parámetro D90, involucrado en el parámetro n.
- ▶ Según el análisis de regresión, se observa la vinculación directa entre los caudales obtenidos en la modelación por HEC-RAS y las lecturas máximas brindadas por el SNHN. Esto resultó del análisis de las variables caudal y precipitación las que resultaron que se vinculan directamente, dando como aceptables los caudales encontrados en la modelación.

De acuerdo a lo desarrollado, se concluye que los objetivos planteados, complementarios y principal se lograron. Esto es, la obtención del Modelo Digital de Elevaciones del terreno por procesamiento de imágenes obtenidas por el dron, como la modelación hidráulica, con el programa HEC-RAS, el que ha sido una herramienta adecuada para estimar los caudales a partir de las alturas medidas.

## 7 VALORACIONES DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

En el mes de marzo del corriente año se me brindó la oportunidad de participar en el curso “Operación, Mantenimiento y procesamiento de imágenes con Vant Dji Mavic air 2” en el Instituto Provincial del Agua, el cual ha sido el puntapié para el desarrollo del presente trabajo. El curso ha sido dictado por el Lic. en Geografía Santiago Behr en marzo de 2023. El profesional ha estado a disposición una vez terminada la capacitación, y ha respondido a consultas que me permitieron aplicar los conocimientos adquiridos en el curso en el procesamiento de las imágenes.

Por otro lado, se han aplicado contenidos relacionados a las asignaturas de la carrera: Topografía, Proyecto II, Hidráulica II, Construcciones Hidráulicas Especiales e Hidrología.

El acompañamiento de mis tutores ha sido fundamental en la resolución de cada desafío presentado.

La elaboración de este informe también ha sido posible gracias al aporte de material y conocimiento del Dr. Ing Gabriel Kaless, el Departamento de Aguas e Hidrogeología del IPA, el Ing. Franco Belcaro y la Ing. Ada Ríos Núñez.

Considero que mi experiencia en la Práctica Profesional Supervisada ha sido satisfactoria.

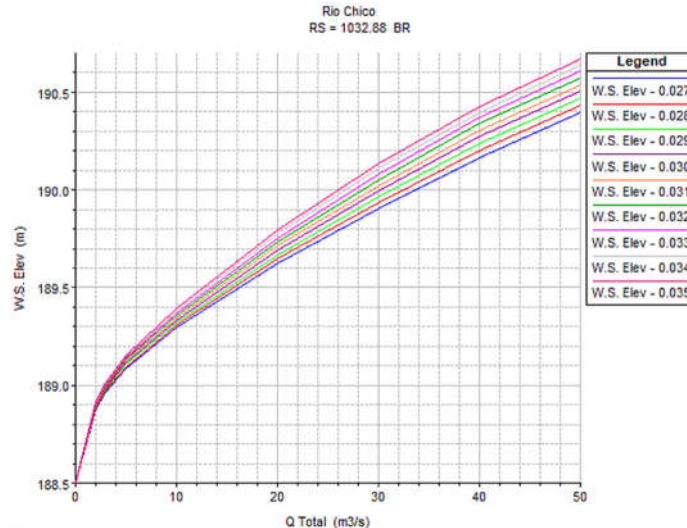


## **8 . ANEXO**



## 8.1 SALIDA DE HEC-RAS. ELEVACIÓN DE SUPERFICIE DEL AGUA PARA CADA COEFICIENTE DE MANNING EN LA SECCIÓN DEL PUENTE

En la tabla se resumen los datos obtenidos en las siguientes curvas:



Profile Output Table - HQ

File Options Std. Tables User Tables Locations Help

HEC-RAS River: Rio Chico Reach: Rio Chico

Reload Data

Reach	River Sta	Profile	Plan	W.S. Elev (m)	Reach	River Sta	Profile	Plan	W.S. Elev (m)	Reach	River Sta	Profile	Plan	W.S. Elev (m)
Rio Chico	1032.88 BR U	5 m3/s	0.027	189.08	Rio Chico	1032.88 BR U	30 m3/s	0.027	189.90	Rio Chico	1032.88 BR U	2 m/s	0.027	188.88
Rio Chico	1032.88 BR U	5 m3/s	0.028	189.09	Rio Chico	1032.88 BR U	30 m3/s	0.028	189.93	Rio Chico	1032.88 BR U	2 m/s	0.028	188.88
Rio Chico	1032.88 BR U	5 m3/s	0.029	189.11	Rio Chico	1032.88 BR U	30 m3/s	0.029	189.96	Rio Chico	1032.88 BR U	2 m/s	0.029	188.89
Rio Chico	1032.88 BR U	5 m3/s	0.030	189.11	Rio Chico	1032.88 BR U	30 m3/s	0.030	189.99	Rio Chico	1032.88 BR U	2 m/s	0.030	188.89
Rio Chico	1032.88 BR U	5 m3/s	0.031	189.12	Rio Chico	1032.88 BR U	30 m3/s	0.031	190.02	Rio Chico	1032.88 BR U	2 m/s	0.031	188.90
Rio Chico	1032.88 BR U	5 m3/s	0.032	189.13	Rio Chico	1032.88 BR U	30 m3/s	0.032	190.05	Rio Chico	1032.88 BR U	2 m/s	0.032	188.90
Rio Chico	1032.88 BR U	5 m3/s	0.033	189.14	Rio Chico	1032.88 BR U	30 m3/s	0.033	190.08	Rio Chico	1032.88 BR U	2 m/s	0.033	188.91
Rio Chico	1032.88 BR U	5 m3/s	0.034	189.15	Rio Chico	1032.88 BR U	30 m3/s	0.034	190.11	Rio Chico	1032.88 BR U	2 m/s	0.034	188.92
Rio Chico	1032.88 BR U	5 m3/s	0.035	189.15	Rio Chico	1032.88 BR U	30 m3/s	0.035	190.14	Rio Chico	1032.88 BR U	2 m/s	0.035	188.92
Rio Chico	1032.88 BR U	10 m3/s	0.027	189.29	Rio Chico	1032.88 BR U	40 m3/s	0.027	190.17	Rio Chico	1032.88 BR U	3 m/s	0.027	188.96
Rio Chico	1032.88 BR U	10 m3/s	0.028	189.31	Rio Chico	1032.88 BR U	40 m3/s	0.028	190.20	Rio Chico	1032.88 BR U	3 m/s	0.028	188.97
Rio Chico	1032.88 BR U	10 m3/s	0.029	189.32	Rio Chico	1032.88 BR U	40 m3/s	0.029	190.24	Rio Chico	1032.88 BR U	3 m/s	0.029	188.97
Rio Chico	1032.88 BR U	10 m3/s	0.030	189.33	Rio Chico	1032.88 BR U	40 m3/s	0.030	190.27	Rio Chico	1032.88 BR U	3 m/s	0.030	188.98
Rio Chico	1032.88 BR U	10 m3/s	0.031	189.35	Rio Chico	1032.88 BR U	40 m3/s	0.031	190.31	Rio Chico	1032.88 BR U	3 m/s	0.031	188.99
Rio Chico	1032.88 BR U	10 m3/s	0.032	189.36	Rio Chico	1032.88 BR U	40 m3/s	0.032	190.34	Rio Chico	1032.88 BR U	3 m/s	0.032	188.99
Rio Chico	1032.88 BR U	10 m3/s	0.033	189.37	Rio Chico	1032.88 BR U	40 m3/s	0.033	190.37	Rio Chico	1032.88 BR U	3 m/s	0.033	189.00
Rio Chico	1032.88 BR U	10 m3/s	0.034	189.38	Rio Chico	1032.88 BR U	40 m3/s	0.034	190.40	Rio Chico	1032.88 BR U	3 m/s	0.034	189.01
Rio Chico	1032.88 BR U	10 m3/s	0.035	189.40	Rio Chico	1032.88 BR U	40 m3/s	0.035	190.43	Rio Chico	1032.88 BR U	3 m/s	0.035	189.01
Rio Chico	1032.88 BR U	20 m3/s	0.027	189.62	Rio Chico	1032.88 BR U	50 m3/s	0.027	190.40					
Rio Chico	1032.88 BR U	20 m3/s	0.028	189.65	Rio Chico	1032.88 BR U	50 m3/s	0.028	190.43					
Rio Chico	1032.88 BR U	20 m3/s	0.029	189.67	Rio Chico	1032.88 BR U	50 m3/s	0.029	190.47					
Rio Chico	1032.88 BR U	20 m3/s	0.030	189.69	Rio Chico	1032.88 BR U	50 m3/s	0.030	190.50					
Rio Chico	1032.88 BR U	20 m3/s	0.031	189.71	Rio Chico	1032.88 BR U	50 m3/s	0.031	190.54					
Rio Chico	1032.88 BR U	20 m3/s	0.032	189.73	Rio Chico	1032.88 BR U	50 m3/s	0.032	190.57					
Rio Chico	1032.88 BR U	20 m3/s	0.033	189.75	Rio Chico	1032.88 BR U	50 m3/s	0.033	190.61					
Rio Chico	1032.88 BR U	20 m3/s	0.034	189.77	Rio Chico	1032.88 BR U	50 m3/s	0.034	190.64					
Rio Chico	1032.88 BR U	20 m3/s	0.035	189.79	Rio Chico	1032.88 BR U	50 m3/s	0.035	190.67					



## 8.2 DATOS DE ALTURA REGISTRADOS POR EL SNIH

El Sistema Nacional de Información Hidrica registra datos en varios horarios dentro de un mismo día, de la siguiente manera:

Últimos Registros - Estación 2327 -  
Chico - Ameghino

Fecha y Hora	Altura [m]
27/05/2020 12:00	0.15
27/05/2020 16:00	0.15
27/05/2020 20:00	0.15
28/05/2020 00:00	0.15
28/05/2020 04:00	0.15
28/05/2020 08:00	0.15
28/05/2020 12:00	0.15
01/06/2020 16:00	0.14
01/06/2020 20:00	0.14
02/06/2020 00:00	0.14

Los datos disponibles para cada año se encuentran entre las siguientes fechas:

- Año 2020: 27/05 al 02/12
- Año 2021: 01/01 al 02/12
- Año 2022: 01/01 al 02/12
- Año 2023: 01/01 al 19/11

En total se obtuvieron 6959 datos, los cuales se procesaron teniendo en cuenta la cota de referencia de la escala para obtener las cotas máximas y la cota de fondo de la sección de estudio para obtener los niveles máximos en la modelación.

Debido a la gran cantidad de datos, se resumen los niveles máximos mensuales obtenidos en cada año.

Mes	Año			
	2020	2021	2022	2023
Enero		-0.08	1.98	1.62
Febrero		-0.38	0.51	0.45
Marzo		-0.38	0.31	0.24
Abril		-0.38	2.03	0.08
Mayo	0.15	-0.38	0.72	-0.01
Junio	0.57	-0.38	0.50	-0.05
Julio	1.99	-0.38	2.62	0.63
Agosto	0.77	1.91	0.75	2.09
Septiembre	0.55	0.98	2.98	1.60
Octubre	0.45	0.51	0.63	0.54
Noviembre	0.41	0.33	2.19	0.37
Diciembre	0.41	0.06	0.50	

Cota Referencia de Escala en el lugar: 187.697



### 8.3 DATOS DE PRECIPITACIÓN

Fuente: "The Power Data Access Viewer"

Para cada año, los datos descargados se visualizaban de la siguiente forma:

NASA/POWER CERES/MERRA2 Native Resolution Daily Data  
 Dates (month/day/year): 01/01/2023 through 11/19/2023  
 Location: Latitude -45.1512 Longitude -67.4971  
 Elevation from MERRA-2: Average for 0.5 x 0.625 degree lat/lon region = 387.67 meters  
 Parameter(s):  
 PRECTOTCORR MERRA-2 Precipitation Corrected (mm/day)

YEAR	MO	DY	PRECTOTCORR
2023	1	1	0
2023	1	2	0.1
2023	1	3	0
2023	1	4	0
2023	1	5	0
2023	1	6	0
2023	1	7	0

En total, se obtuvieron 1420 datos de precipitación para cada estación. Debido a la gran cantidad de datos, se resumen los valores máximos mensuales que obtenidos en cada año.

#### Estación 1 (45° 9'4.37"S, 67°29'49.40"O)

Máx. de Precipitación (mm/día)	Mes											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Año												
2020	0.21	11.49	3.02	5.24	16.15	12.71	13.82	29.48	4.78	1.57	2.39	7.99
2021	5.38	4.02	11.06	7.77	30.56	5.95	0.90	18.18	33.45	4.99	2.50	4.70
2022	12.17	12.31	3.66	23.80	2.54	4.18	15.72	6.86	68.69	2.91	4.18	0.30
2023	22.73	0.53	4.09	2.95	2.91	7.87	7.59	13.99	6.02	0.88	3.88	

#### Estación 2 (44°28'48.17"S, 66°54'33.37"O)

Máx. de Precipitación (mm/día)	Mes											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Año												
2020	1.27	7.99	1.9	32.71*	96.13*	45.5*	11.02	28.88	5.19	0.96	2.37	4.13
2021	7.94	3.2	7.42	10.12	29.62	5.74	1.8	18.22	34.36	3.22	43.25	7.74
2022	16.57	10.06	9.08	16.52	3.47	3.18	15.11	4.53	46.5	3.39	6.37	4.22
2023	18.72	0.60	3.32	3.10	2.48	5.46	3.65	12.89	5.94	0.77	6.80	

\*Se considera que los datos no representan la situación real por las diferencias con la Estación 1, por lo que no se toman en cuenta.



## **9 . PLANOS**

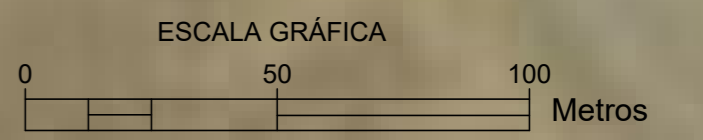


UBICACIÓN DEL PUENTE

FIN  
 Latitud: S044° 28' 12.94"  
 Longitud: W066° 54' 17.19"  
 Elevación: 188.00m





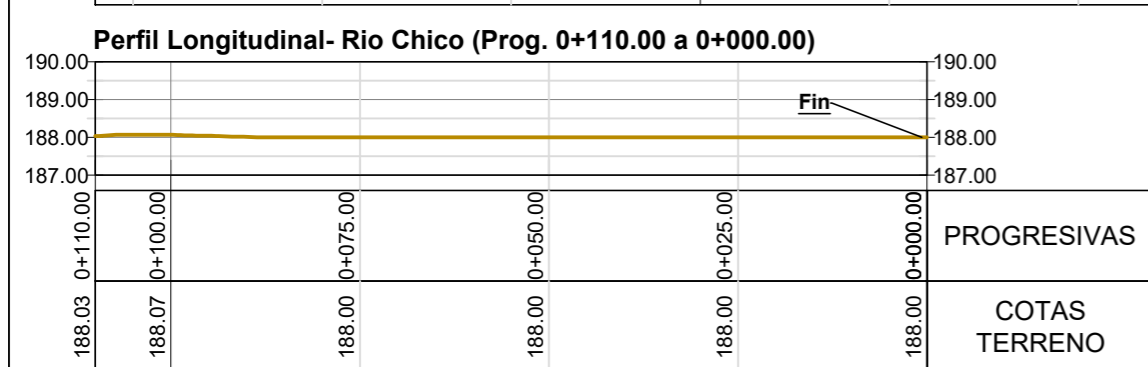
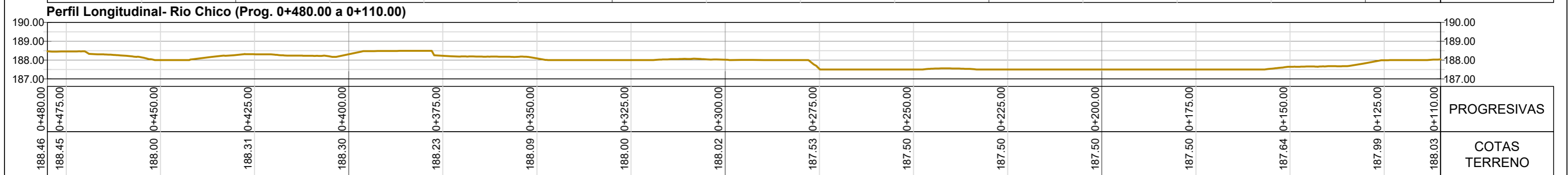
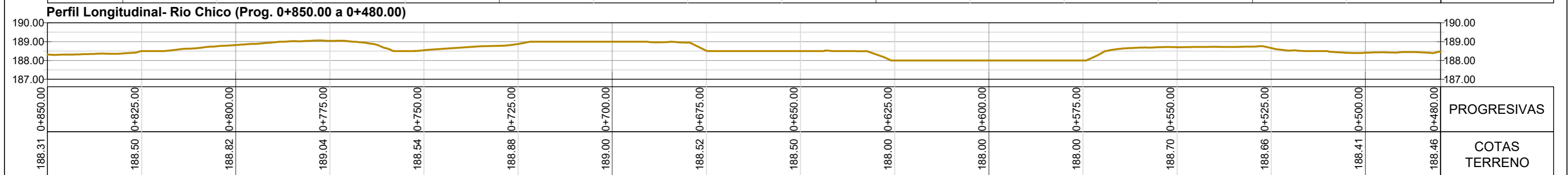
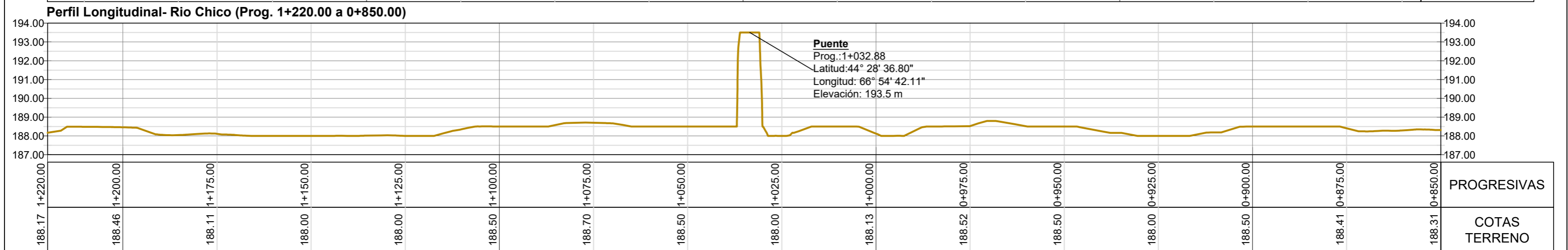
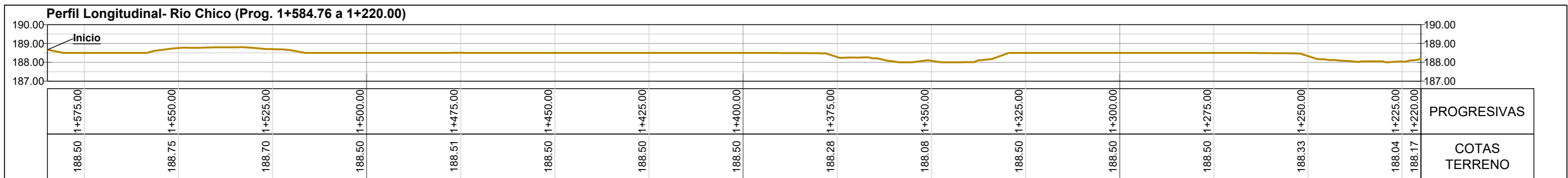
PUENTE  
 Prog: 1+932.88  
 Latitud: S044° 28' 36.80"  
 Longitud: W066° 54' 42.11"  
 Elevación: 193.50m



Sistema de referencia: UTM-WGS 1984 Zona 19S

INICIO  
 Latitud: S044° 28' 48.17"  
 Longitud: W066° 54' 33.37"  
 Elevación: 188.67m

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO FACULTAD DE INGENIERIA - SEDE TRELLEW PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA		
	*IMPLEMENTACIÓN DE HEC-RAS PARA LA OBTENCIÓN DE CAUDALES EN UNA SECCIÓN CARACTERÍSTICA DEL RIO CHICO A PARTIR DE DATOS DE TIRANTES* UBICACIÓN: Río Chico- Chubut		
INSTITUCIÓN RECEPTORA: Instituto Provincial del Agua. Departamento de Estudios y Proyectos			
ALUMNA: OVANDO, Mariqena Grecia			
TUTOR ACADÉMICO: Ing. DÍAZ FARIÁS, Carlos Nicolás		TUTOR EXTERNO: Ing. CHOQUE, Juan Carlos	
PLANO: Planimetría general de la zona de estudio			
ESCALA: 1:1500		FECHA: Noviembre 2023	
			<b>PLANO N°</b> <b>01</b>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA - SEDE TRELEW  
 PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA



"IMPLEMENTACIÓN DE HEC-RAS PARA LA OBTENCIÓN DE CAUDALES EN UNA SECCIÓN CARACTERÍSTICA DEL RIO CHICO A PARTIR DE DATOS DE TIRANTES "

UBICACIÓN: Río Chico- Chubut

INSTITUCIÓN RECEPTORA: Instituto Provincial del Agua. Departamento de Estudios y Proyectos

ALUMNA: OVANDO, Mariquena Grecia

TUTOR ACADÉMICO: Ing. DÍAZ FARÍAS, Carlos Nicolás

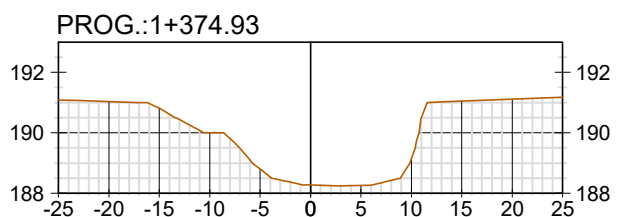
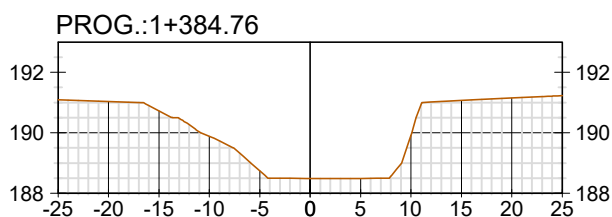
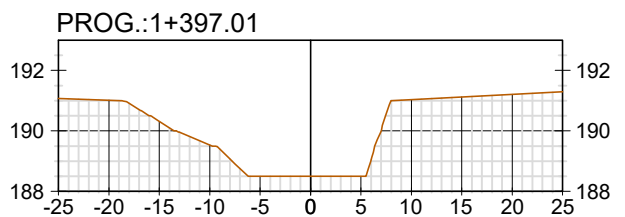
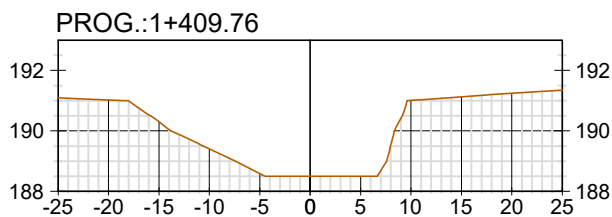
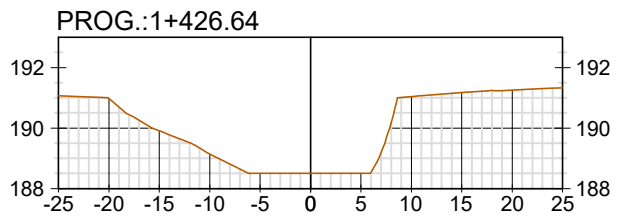
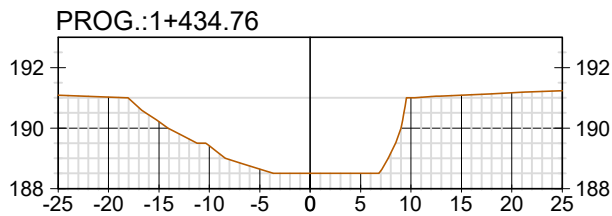
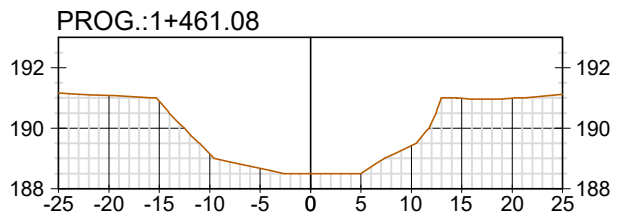
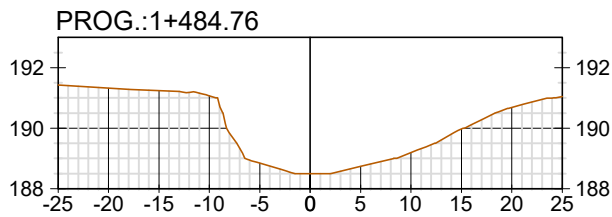
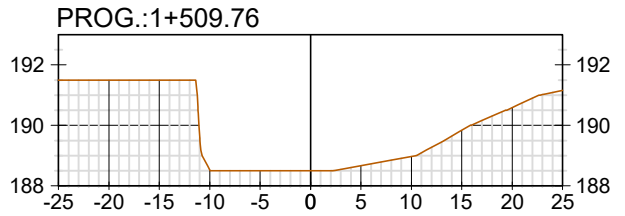
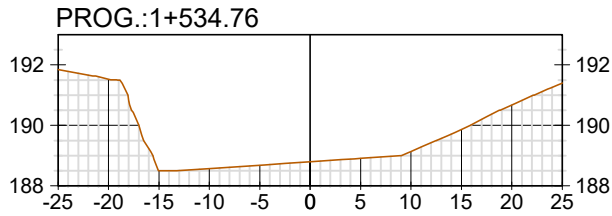
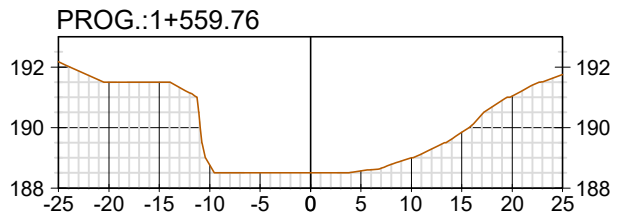
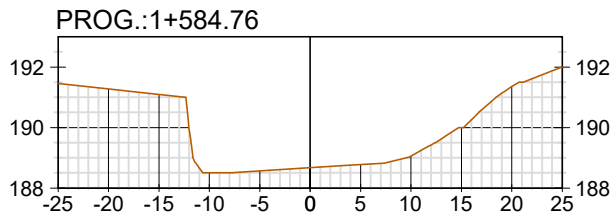
TUTOR EXTERNO: Ing. CHOQUE, Juan Carlos

PLANO: 02-Perfil longitudinal del fondo del cauce y del puente

ESCALA: Horizontal: 1:1000 Vertical: 1:200

FECHA: Noviembre 2023

PLANO N°  
02



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA - SEDE TRELEW  
 PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA



"IMPLEMENTACIÓN DE HEC-RAS PARA LA OBTENCIÓN DE CAUDALES EN UNA SECCIÓN CARACTERÍSTICA DEL RÍO CHICO A PARTIR DE DATOS DE TIRANTES"

UBICACIÓN: Río Chico- Chubut

INSTITUCIÓN RECEPTORA: Instituto Provincial del Agua. Departamento de Estudios y Proyectos

ALUMNA: OVANDO, Mariquena Grecia

TUTOR ACADÉMICO: Ing. DÍAZ FARIÁS, Carlos Nicolás

TUTOR EXTERNO: Ing. CHOQUE, Juan Carlos

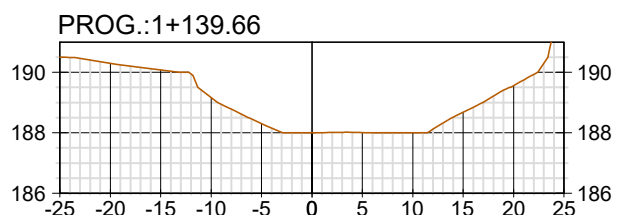
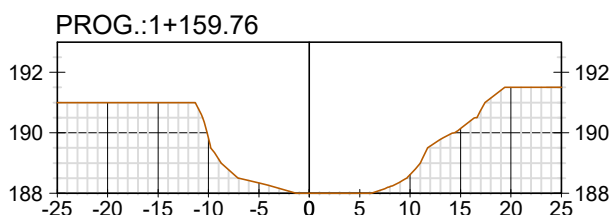
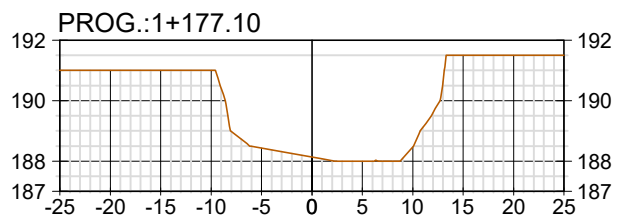
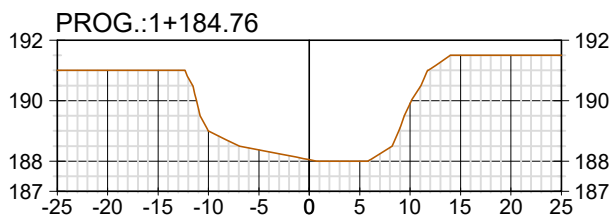
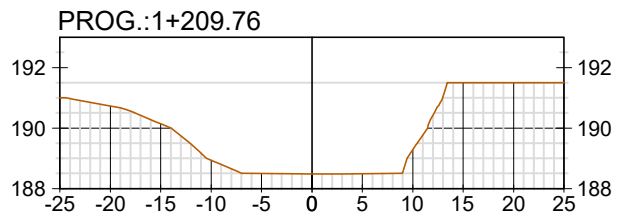
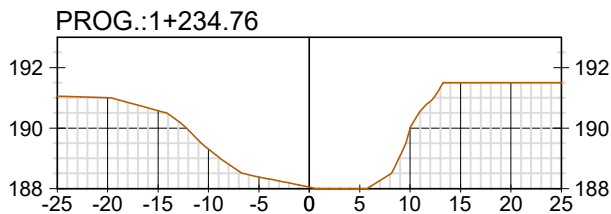
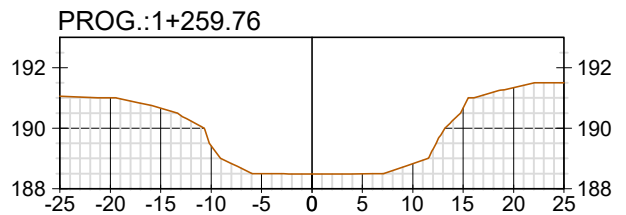
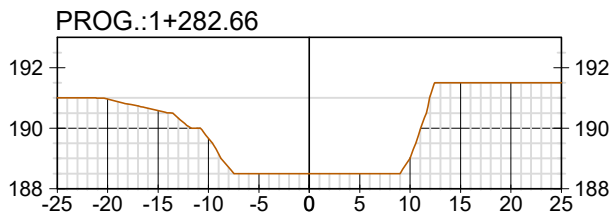
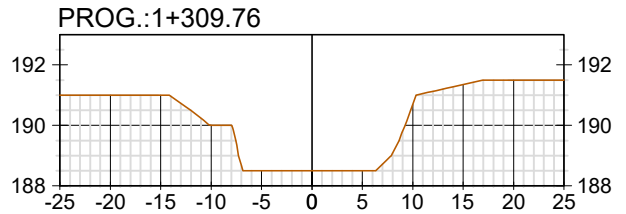
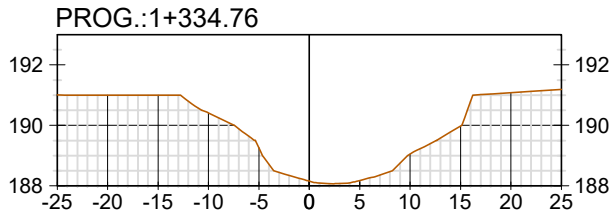
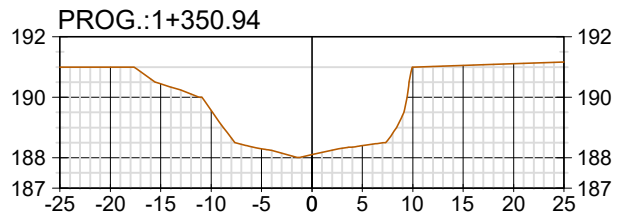
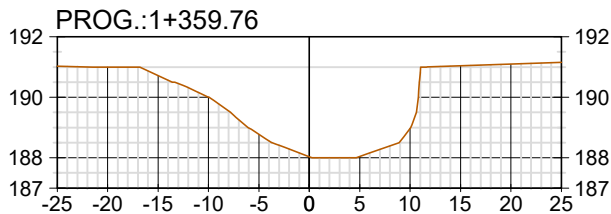
PLANO: Perfiles transversales

ESCALA: Horizontal: 1:750 Vertical: 1:250

FECHA: Noviembre 2023

PLANO N°

03



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA - SEDE TRELEW  
 PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA



"IMPLEMENTACIÓN DE HEC-RAS PARA LA OBTENCIÓN DE CAUDALES EN UNA SECCIÓN CARACTERÍSTICA DEL RÍO CHICO A PARTIR DE DATOS DE TIRANTES"

UBICACIÓN: Río Chico- Chubut

INSTITUCIÓN RECEPTORA: Instituto Provincial del Agua. Departamento de Estudios y Proyectos

ALUMNA: OVANDO, Mariquena Grecia

TUTOR ACADÉMICO: Ing. DÍAZ FARIÁS, Carlos Nicolás

TUTOR EXTERNO: Ing. CHOQUE, Juan Carlos

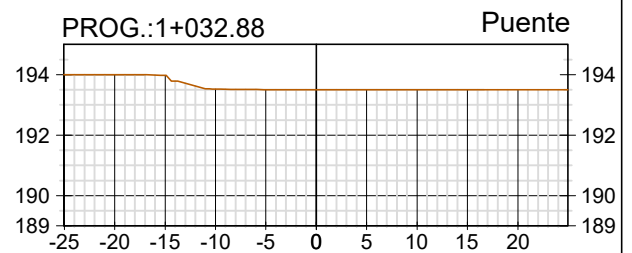
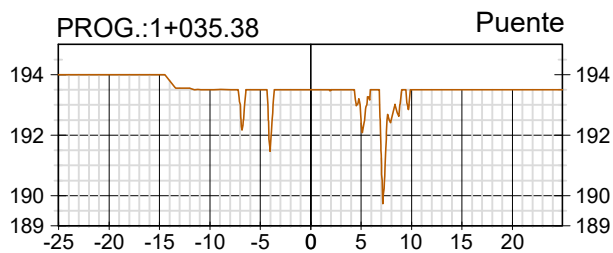
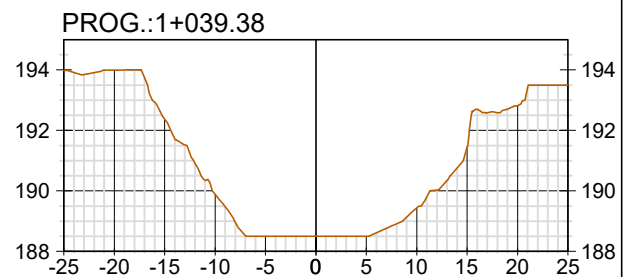
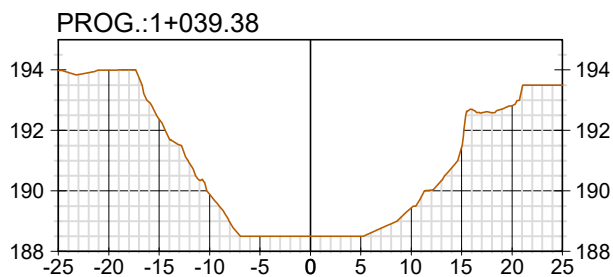
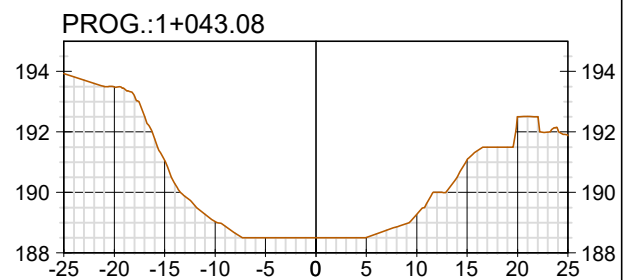
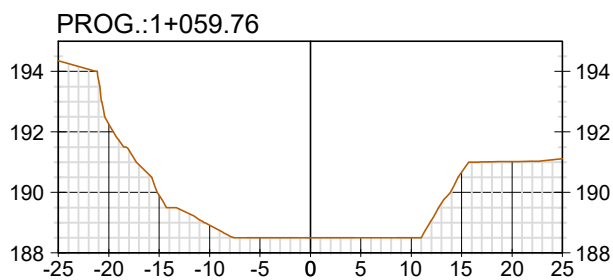
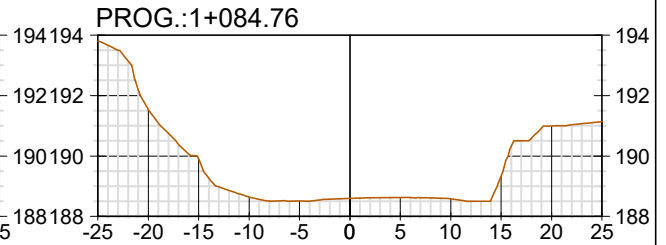
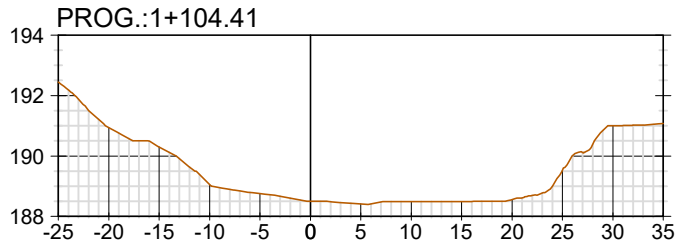
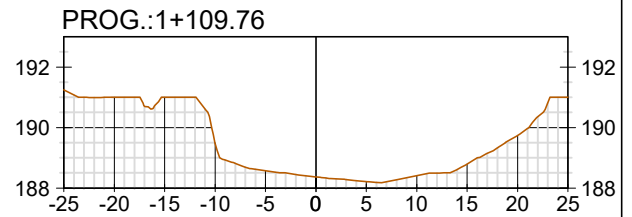
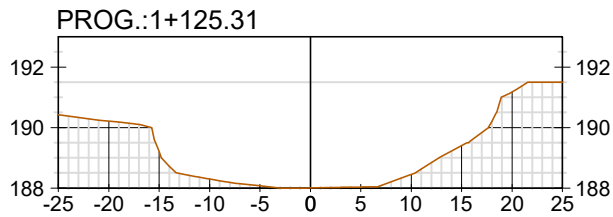
PLANO: Perfiles transversales

ESCALA: Horizontal: 1:750 Vertical: 1:250

FECHA: Noviembre 2023

PLANO N°

04



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA - SEDE TRELEW  
 PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA



"IMPLEMENTACIÓN DE HEC-RAS PARA LA OBTENCIÓN DE CAUDALES EN UNA SECCIÓN  
 CARACTERÍSTICA DEL RÍO CHICO A PARTIR DE DATOS DE TIRANTES"

UBICACIÓN: Río Chico- Chubut

INSTITUCIÓN RECEPTORA: Instituto Provincial del Agua. Departamento de Estudios y Proyectos

ALUMNA: OVANDO, Mariquena Grecia

TUTOR ACADÉMICO: Ing. DÍAZ FARIÁS, Carlos Nicolás

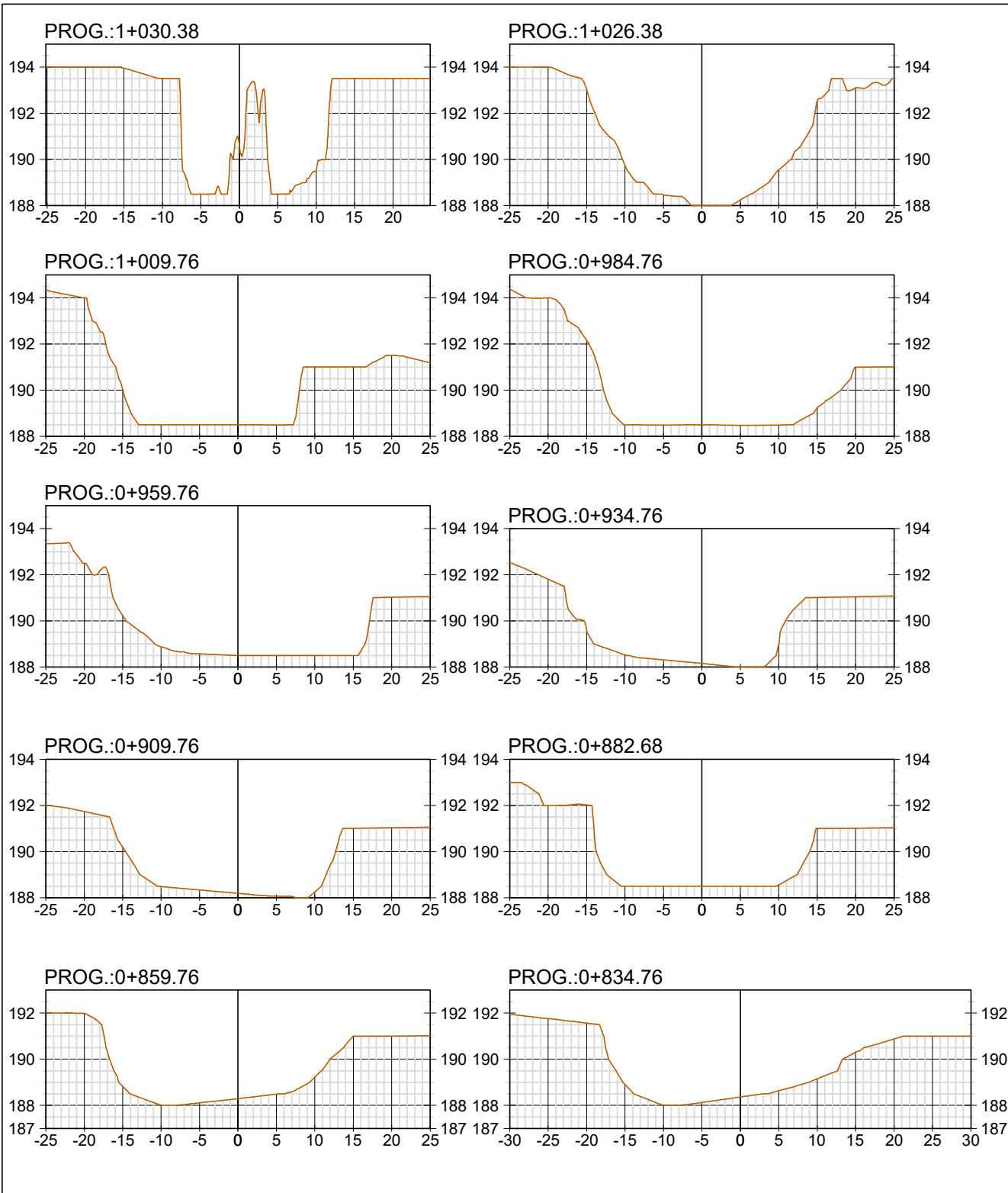
TUTOR EXTERNO: Ing. CHOQUE, Juan Carlos

PLANO: Perfiles transversales

ESCALA: Horizontal: 1:750 Vertical: 1:250

FECHA: Noviembre 2023

PLANO N°  
**05**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA - SEDE TRELEW  
 PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA



"IMPLEMENTACIÓN DE HEC-RAS PARA LA OBTENCIÓN DE CAUDALES EN UNA SECCIÓN CARACTERÍSTICA DEL RÍO CHICO A PARTIR DE DATOS DE TIRANTES"

UBICACIÓN: Río Chico- Chubut

INSTITUCIÓN RECEPTORA: Instituto Provincial del Agua. Departamento de Estudios y Proyectos

ALUMNA: OVANDO, Mariquena Grecia

TUTOR ACADÉMICO: Ing. DÍAZ FARIÁS, Carlos Nicolás

TUTOR EXTERNO: Ing. CHOQUE, Juan Carlos

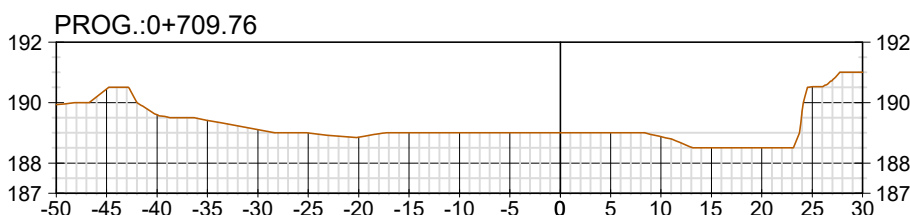
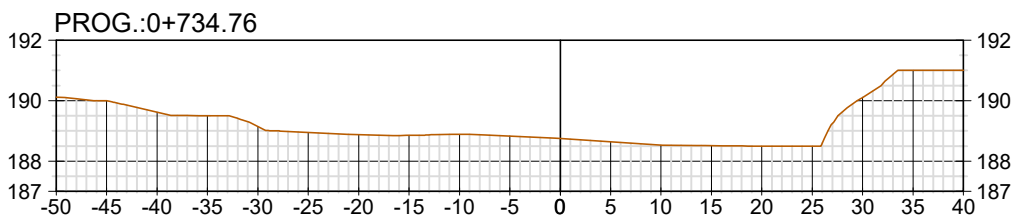
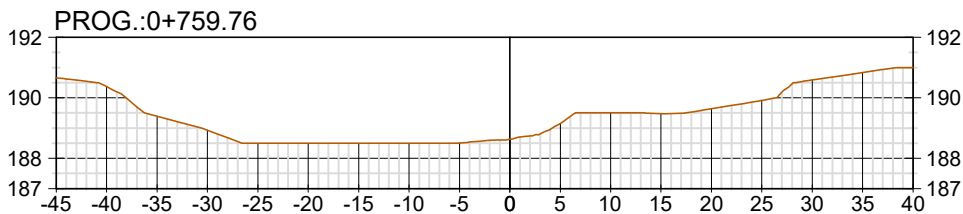
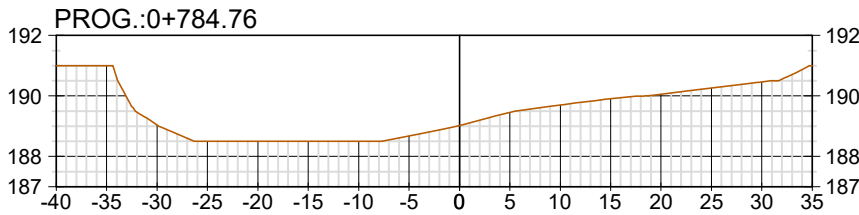
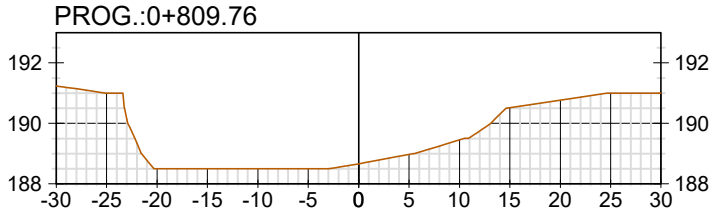
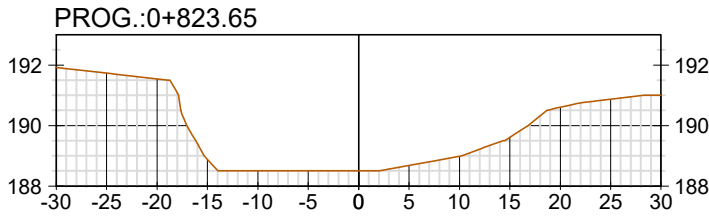
PLANO: Perfiles transversales

ESCALA: Horizontal: 1:750 Vertical: 1:250

FECHA: Noviembre 2023

PLANO N°

06



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA - SEDE TRELEW  
 PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA



"IMPLEMENTACIÓN DE HEC-RAS PARA LA OBTENCIÓN DE CAUDALES EN UNA SECCIÓN  
 CARACTERÍSTICA DEL RÍO CHICO A PARTIR DE DATOS DE TIRANTES"

UBICACIÓN: Río Chico- Chubut

INSTITUCIÓN RECEPTORA: Instituto Provincial del Agua. Departamento de Estudios y Proyectos

ALUMNA: OVANDO, Mariquena Grecia

TUTOR ACADÉMICO: Ing. DÍAZ FARIÁS, Carlos Nicolás

TUTOR EXTERNO: Ing. CHOQUE, Juan Carlos

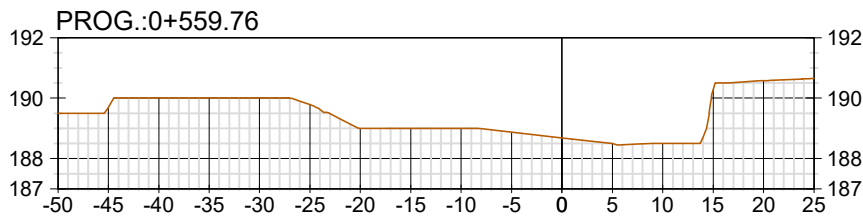
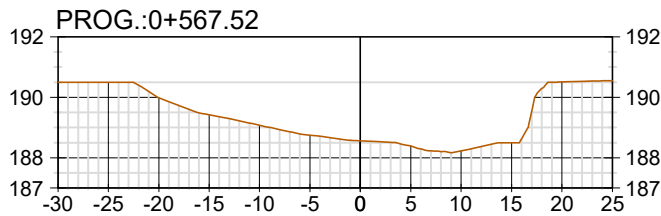
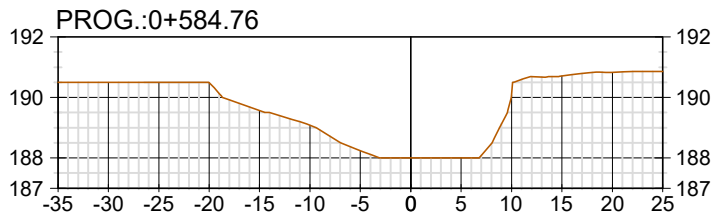
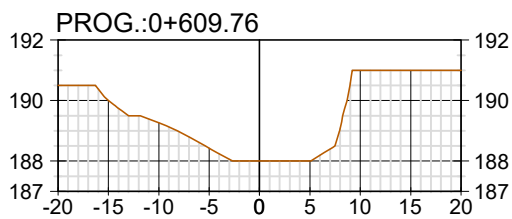
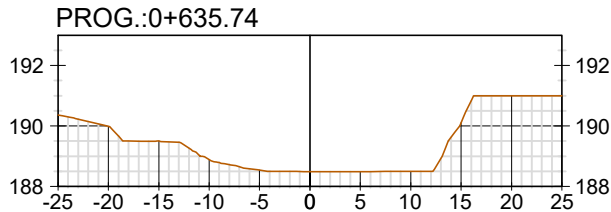
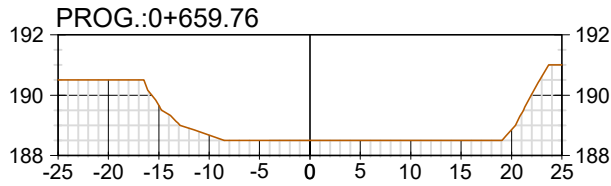
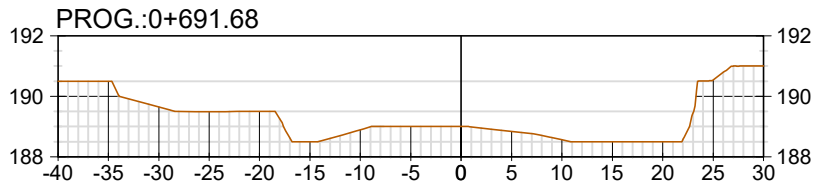
PLANO: Perfiles transversales

ESCALA: Horizontal: 1:750 Vertical: 1:250

FECHA: Noviembre 2023

PLANO N°

07



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA - SEDE TRELEW  
 PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA



"IMPLEMENTACIÓN DE HEC-RAS PARA LA OBTENCIÓN DE CAUDALES EN UNA SECCIÓN  
 CARACTERÍSTICA DEL RÍO CHICO A PARTIR DE DATOS DE TIRANTES"

UBICACIÓN: Río Chico- Chubut

INSTITUCIÓN RECEPTORA: Instituto Provincial del Agua. Departamento de Estudios y Proyectos

ALUMNA: OVANDO, Mariquena Grecia

TUTOR ACADÉMICO: Ing. DÍAZ FARIÁS, Carlos Nicolás

TUTOR EXTERNO: Ing. CHOQUE, Juan Carlos

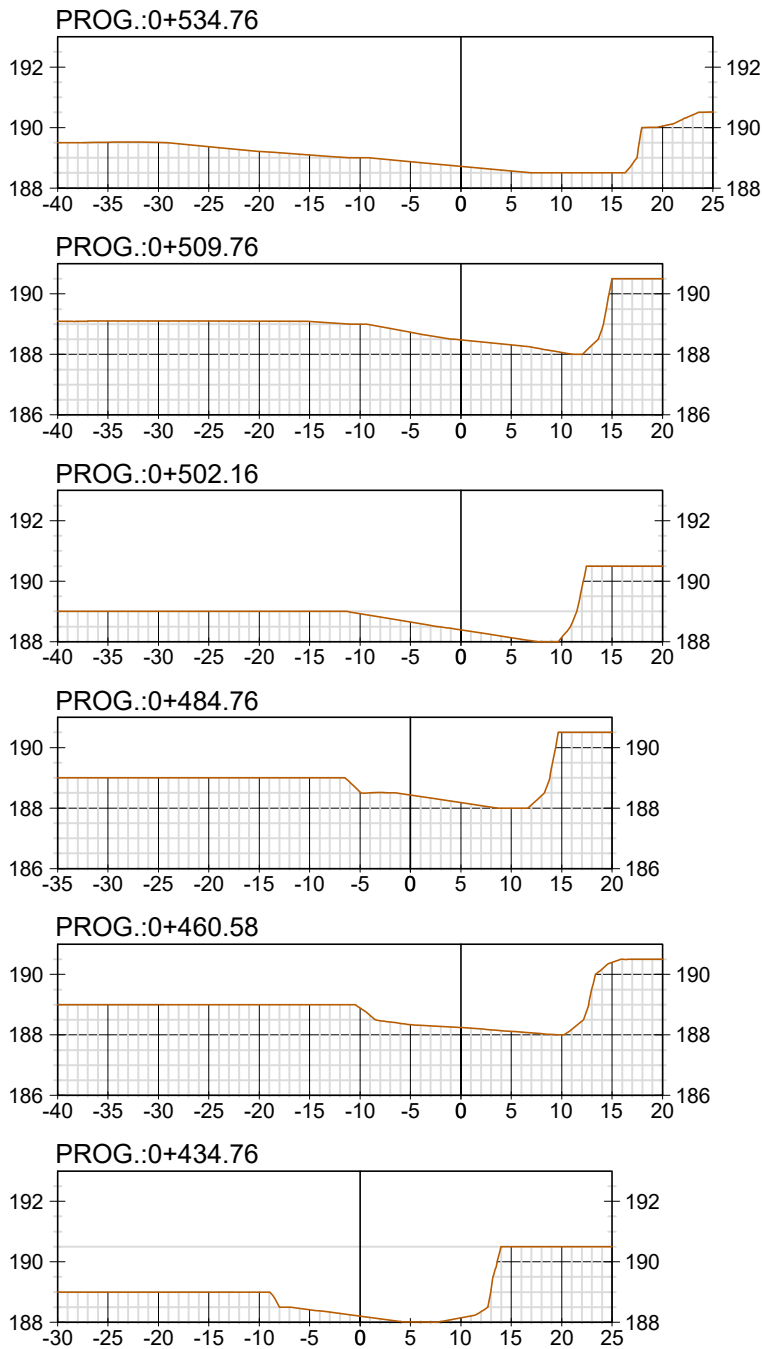
PLANO: Perfiles transversales

ESCALA: Horizontal: 1:750 Vertical: 1:250

FECHA: Noviembre 2023

PLANO N°

08



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA - SEDE TRELEW  
 PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA



"IMPLEMENTACIÓN DE HEC-RAS PARA LA OBTENCIÓN DE CAUDALES EN UNA SECCIÓN  
 CARACTERÍSTICA DEL RÍO CHICO A PARTIR DE DATOS DE TIRANTES"

UBICACIÓN: Río Chico- Chubut

INSTITUCIÓN RECEPTORA: Instituto Provincial del Agua. Departamento de Estudios y Proyectos

ALUMNA: OVANDO, Mariquena Grecia

TUTOR ACADÉMICO: Ing. DÍAZ FARIÁS, Carlos Nicolás

TUTOR EXTERNO: Ing. CHOQUE, Juan Carlos

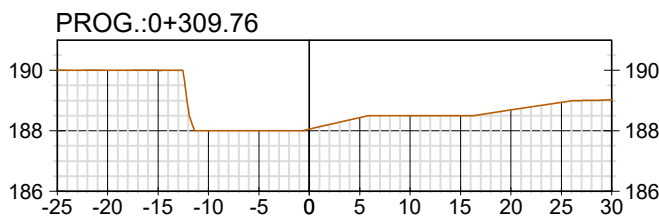
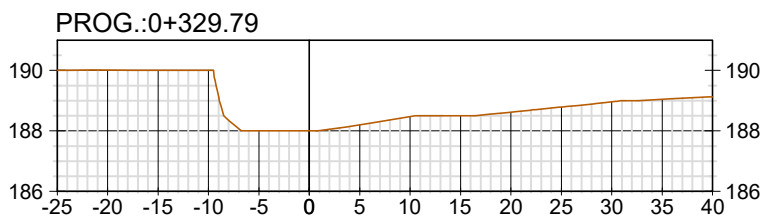
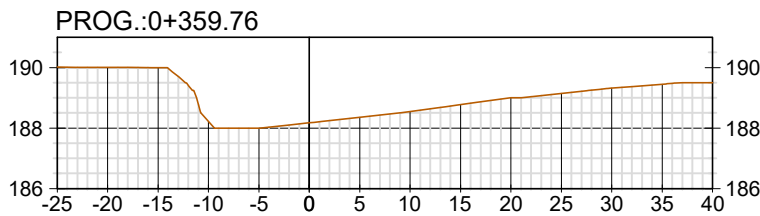
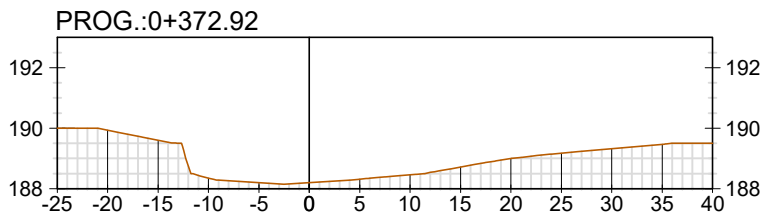
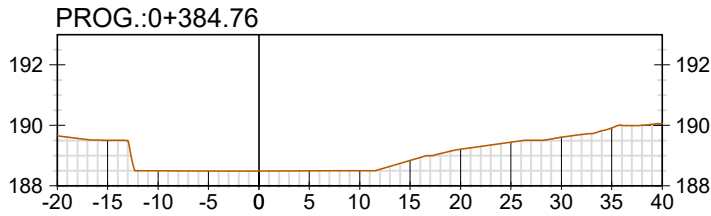
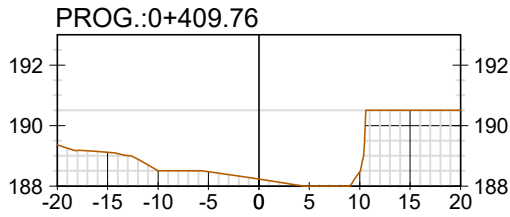
PLANO: Perfiles transversales

ESCALA: Horizontal: 1:750 Vertical: 1:250

FECHA: Noviembre 2023

PLANO N°

09



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA - SEDE TRELEW  
 PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA



"IMPLEMENTACIÓN DE HEC-RAS PARA LA OBTENCIÓN DE CAUDALES EN UNA SECCIÓN  
 CARACTERÍSTICA DEL RÍO CHICO A PARTIR DE DATOS DE TIRANTES"

UBICACIÓN: Río Chico- Chubut

INSTITUCIÓN RECEPTORA: Instituto Provincial del Agua. Departamento de Estudios y Proyectos

ALUMNA: OVANDO, Mariquena Grecia

TUTOR ACADÉMICO: Ing. DÍAZ FARIÁS, Carlos Nicolás

TUTOR EXTERNO: Ing. CHOQUE, Juan Carlos

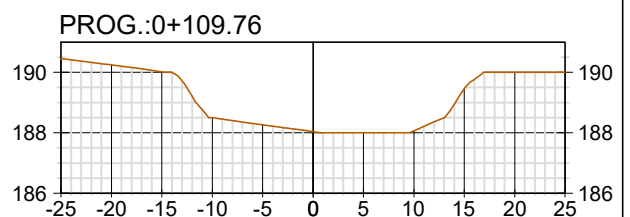
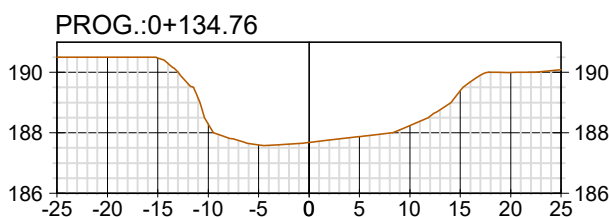
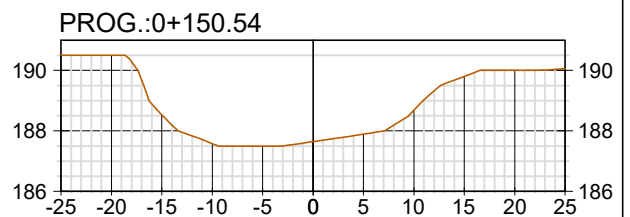
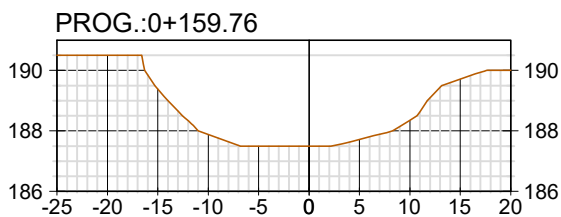
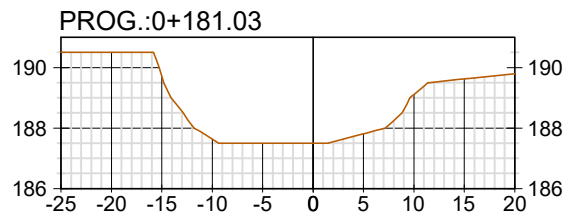
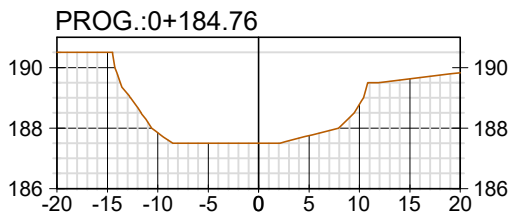
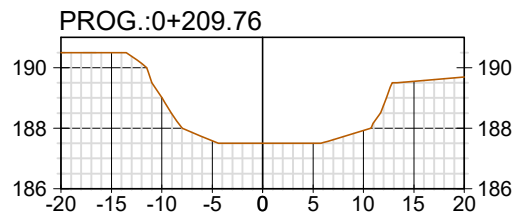
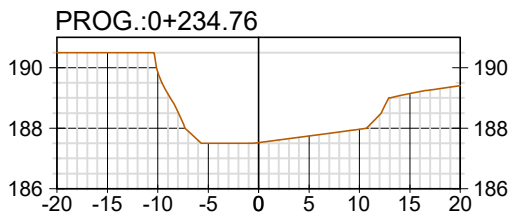
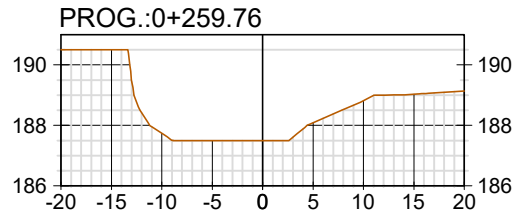
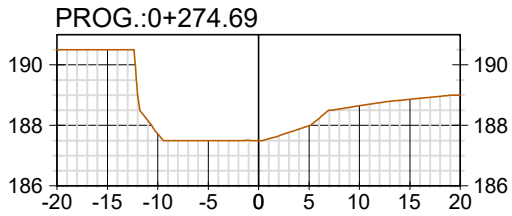
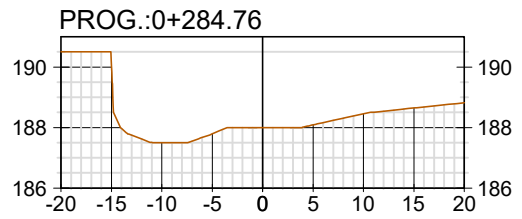
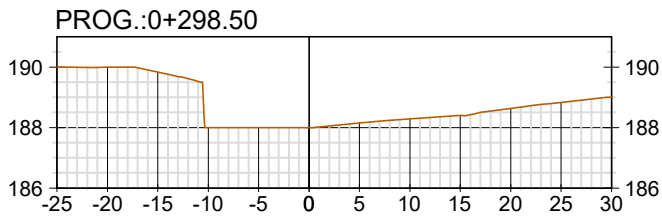
PLANO: Perfiles transversales

ESCALA: Horizontal: 1:750 Vertical: 1:250

FECHA: Noviembre 2023

PLANO N°

10



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA - SEDE TRELEW  
 PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA



"IMPLEMENTACIÓN DE HEC-RAS PARA LA OBTENCIÓN DE CAUDALES EN UNA SECCIÓN  
 CARACTERÍSTICA DEL RÍO CHICO A PARTIR DE DATOS DE TIRANTES"

UBICACIÓN: Río Chico- Chubut

INSTITUCIÓN RECEPTORA: Instituto Provincial del Agua. Departamento de Estudios y Proyectos

ALUMNA: OVANDO, Mariquena Grecia

TUTOR ACADÉMICO: Ing. DÍAZ FARIÁS, Carlos Nicolás

TUTOR EXTERNO: Ing. CHOQUE, Juan Carlos

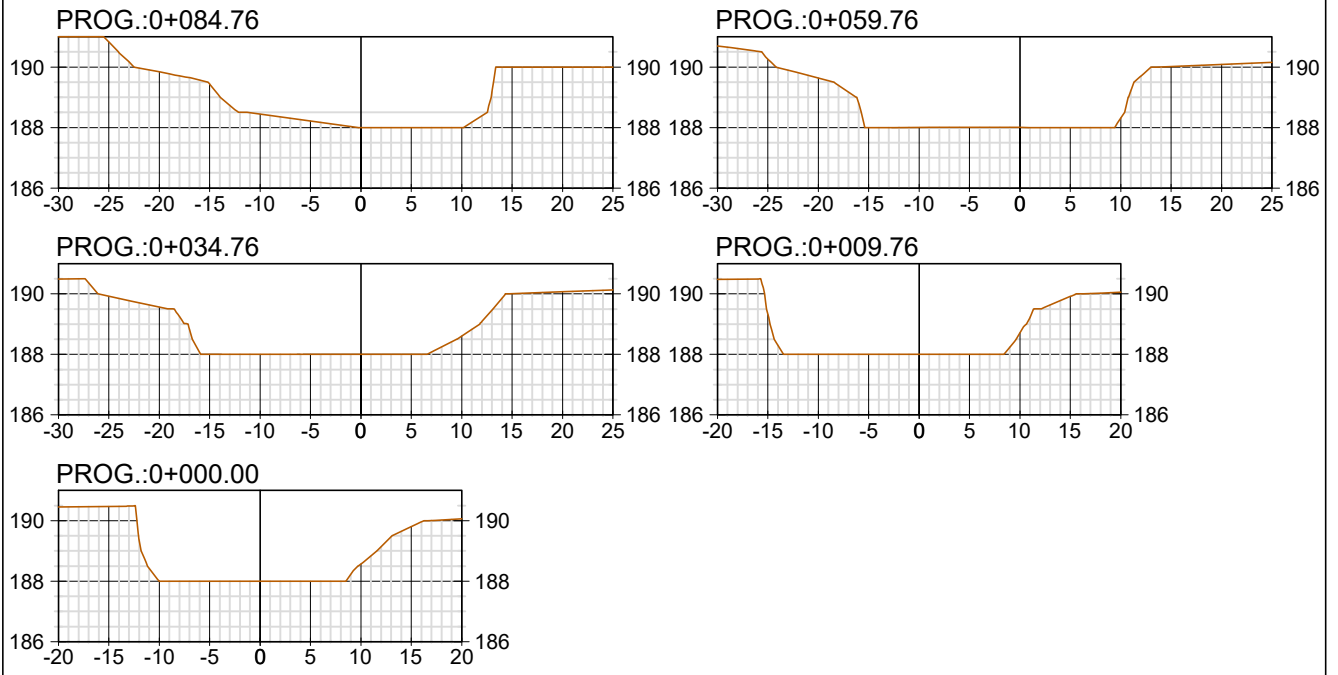
PLANO: Perfiles transversales

ESCALA: Horizontal: 1:750 Vertical: 1:250

FECHA: Noviembre 2023

PLANO N°

11



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA - SEDE TRELEW  
 PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA



"IMPLEMENTACIÓN DE HEC-RAS PARA LA OBTENCIÓN DE CAUDALES EN UNA SECCIÓN  
 CARACTERÍSTICA DEL RÍO CHICO A PARTIR DE DATOS DE TIRANTES"

UBICACIÓN: Río Chico- Chubut

INSTITUCIÓN RECEPTORA: Instituto Provincial del Agua. Departamento de Estudios y Proyectos

ALUMNA: OVANDO, Mariquena Grecia

TUTOR ACADÉMICO: Ing. DÍAZ FARÍAS, Carlos Nicolás

TUTOR EXTERNO: Ing. CHOQUE, Juan Carlos

PLANO: Perfiles transversales

ESCALA: Horizontal: 1:750 Vertical: 1:250

FECHA: Noviembre 2023

PLANO N°

12