

**Estudio Hidrológico - Hidráulico
Río María Henríquez, Quebrada María
Henríquez y Quebrada Bachiller**

PROYECTO ALTOS DE GONZALILLO

Corregimiento Ernesto Córdoba Campos, Distrito de Panamá,
Provincia de Panamá, República de Panamá

Panamá, 12 de febrero de 2021



FGGUARDIA
INGENIEROS ARQUITECTOS CONSULTORES



PROYECTO ALTOS DE GONZALILLO

Corregimiento Ernesto Córdoba Campos, Distrito de Panamá,
Provincia de Panamá, República de Panamá

Estudio Hidrológico – Hidráulico Río María Henríquez, Quebrada María Henríquez y Quebrada Bachiller

Realizado por:



Febrero de 2021

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANÁLISIS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA Y DEL CAUCE	1
2.1. Análisis Climáticos del Área en Estudio.....	4
a. Situación geográfica y relieve	4
b. Oceanografía.....	4
c. Meteorología.....	4
2.1.1. Clasificación Climática según W. Köppen	5
2.1.2. Régimen pluviométrico por región	6
2.1.3. Precipitación	6
3. ESTIMACIÓN HIDROLÓGICA DE CAUDALES	7
3.1. Caudal de Escorrentía	7
4. METODOLOGÍA Y CÁLCULOS HIDRÁULICOS	11
5. CONCLUSIONES	35
6. RECOMENDACIONES.....	36
7. BIBLIOGRAFÍA.....	36

Anexos:

Anexo 1. Cálculo Hidrológicos de Caudales

Anexo 2. Resultados del Modelo Hidráulico

Anexo 3. Secciones Río María Henríquez - Modelo Hidráulico

Anexo 4. Secciones Quebrada María Henríquez - Modelo Hidráulico

Anexo 5. Secciones Quebrada Bachiller - Modelo Hidráulico

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sub Cuenca del Río María Henríquez.....	3
Figura 2: Datos Históricos de Lluvias en la Estación Chilibre	6
Figura 3: Datos Históricos de Lluvias en la Estación Las Cumbres	7

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Caudales Hidrológicos del Río María Henríquez.....	10
Tabla 2: Caudales Hidrológicos Quebrada Bachiller	10
Tabla 3: Caudales Hidrológicos Quebrada María Henríquez	10
Tabla 4: Niveles de Agua Máximos Río María Henríquez	11
Tabla 5: Niveles de Agua Máximos Quebrada Bachiller	14
Tabla 6: Niveles de Agua Máximos Quebrada María Henríquez.....	17
Tabla 7: Niveles Seguros de Terracería Río María Henríquez.....	19
Tabla 8: Niveles Seguros de Terracería Quebrada Bachiller	22
Tabla 9: Niveles Seguros de Terracería Quebrada María Henríquez	25
Tabla 10: Resultados del Modelo Hidráulico Río María Henríquez	27
Tabla 11: Resultados del Modelo Hidráulico Quebrada Bachiller.....	30
Tabla 12: Resultados del Modelo Hidráulico Quebrada María Henríquez.....	33

1. INTRODUCCIÓN

Este estudio tiene como objetivo la estimación de los caudales de escorrentía y los niveles de agua máximos extraordinarios para las lluvias con período de Retorno de 1:10,1:20,1:50 ,1:100 años, del Río María Henríquez, Quebrada María Henríquez, Quebrada Bachiller las cuales atraviesan Las siguientes fincas:

Fincas	Propietario
291792; 291788; 291779; 30695; 30337535	Rolofe S.A.
174547	Latinoamericana de Bienes Raíces
374501; 171878; 357756	Valle Del Rey S.A.
147976	Villa Gonzalillo S.A.

Los niveles de agua máxima calculados serán utilizados para la fijación de los niveles seguros de terracería en desarrollo futuro del proyecto, además son la base para la delimitación de la servidumbre pluvial requerida por el Ministerio de Obras Públicas y el Ministerio de Ambiente.

Las fincas analizadas en este estudio se encuentran localizadas en el corregimiento de Ernesto Córdoba Campos, distrito de Panamá, Provincia de Panamá.

2. ANÁLISIS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA Y DEL CAUCE

El Río María Henríquez es parte de la Cuenca Hidrográfica No.144 que incluye todas las quebradas y ríos entre el Río Juan Díaz y el Río Pacora, la cuenca del Río Juan Díaz cuenta con una superficie de 370 Km² hasta la desembocadura del mar.

El Río María Henríquez tiene una longitud aproximada de 6.80 kilómetros desde su nacimiento hasta el sitio en análisis, la elevación en el nacimiento del Río se estima en 178 m.s.n.m.

Las zonas que son atravesadas el Río María Henríquez y las Quebradas están rodeadas de árboles que componen el bosque de galería, el cual será conservado de acuerdo a la servidumbre indicada por la ley N°1 del 3 de febrero de 1994 (Ley Forestal) artículo 24, con un ancho de 10.00 metros a partir del borde superior del talud del canal a ambos lados del cauce.

La Figura 1 muestra la extensión de la sub cuenca hidrográfica del Río María Henríquez, considerando un área de drenaje de 1076 hectáreas, para la Quebrada Bachiller se consideró una sub cuenca con un área de drenaje de 185.78 hectáreas, para la sub cuenca de la Quebrada María Henríquez se consideró un área de drenaje de 56.00 hectáreas.

La finca donde se desarrollará el proyecto se encuentra en una zona de tipo sub urbana, considerando el desarrollo de las áreas vecinas en los próximos 20 años se ha considerado la aplicación de un coeficiente de escorrentía de 0.90, según parámetros generados del Ministerio de Obras Públicas en el manual de aprobación de planos.

Pág. 3



Fuente: Mosaico Pedregal, Panamá 4343 III E 762 Edición 4 – IGNTG.
Mosaico Alcalde Díaz, Panamá 4243 II E 762 Edición 3 – IGNTG.

2.1. Análisis Climáticos del Área en Estudio

a. Situación geográfica y relieve

Hemisferio Norte

Latitud: Entre 7° 1' Norte y 9°39' Norte

Longitud: Entre 77°10' Oeste y 83°03' Oeste

Panamá está ubicada en la zona intertropical próxima al Ecuador terrestre.

Es una franja de tierra angosta orientada de Este a Oeste y bañada en sus costas por el Mar Caribe y el Océano Pacífico.

Uno de los factores básicos en la definición del clima es la orografía, ya que el relieve no sólo afecta el régimen térmico produciendo disminución de la temperatura del aire con la elevación, sino que afecta la circulación atmosférica de la región y modifica el régimen pluviométrico general.

b. Oceanografía

Las grandes masas oceánicas del Atlántico y Pacífico son las principales fuentes del alto contenido de humedad en nuestro ambiente y debido a lo angosto de la franja que separa estos océanos, el clima refleja una gran influencia marítima. La interacción océano-atmósfera determina en gran medida las propiedades de calor y humedad de las masas de aire que circulan sobre los océanos. Las corrientes marinas están vinculadas estrechamente a la rotación de la tierra y a los vientos.

c. Meteorología

El anticiclón semipermanente del Atlántico Norte, afecta sensiblemente las condiciones climáticas de nuestro país, ya que desde este sistema se generan los vientos alisios del nordeste que en las capas bajas de la atmósfera llegan a nuestro país, determinando sensiblemente el clima de la República.

Existe una zona de confluencia de los vientos alisios de ambos hemisferios (norte y sur) que afecta el clima de los lugares que caen bajo su influencia y que para nuestro país tiene particular importancia: la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), la cual se mueve siguiendo el movimiento aparente del sol a través del año. Esta migración norte-sur de la ZCIT produce las dos estaciones (seca y lluviosa) características de la mayor parte de nuestro territorio.

2.1.1. Clasificación Climática según W. Köppen

Los índices que dan los límites entre diferentes climas en el sistema de clasificación climática de Köppen coinciden con los grupos de vegetación y se basan en datos de temperaturas medias mensuales, temperatura media anual, precipitaciones medias mensuales y precipitación media anual.

Este tipo de sistema de clasificación distingue zonas climáticas y, dentro de ellas, tipos de clima, de tal manera que resultan 13 tipos fundamentales de climas.

Para Panamá, básicamente se han estipulado 2 zonas climáticas:

- La **Zona A:** Comprende los climas tropicales lluviosos en donde la temperatura media mensual de todos los meses del año es mayor de 18°C. En esta zona climática se desarrollan las plantas tropicales cuyos requerimientos son mucho calor y humedad, o sea, que son zonas de vegetación megaterma.
- La **Zona C:** Comprende los climas templados lluviosos en que la temperatura media mensual más cálida es mayor de 10°C y la temperatura media mensual más fría es menor de 18°C, pero mayor de -3°C. La vegetación característica de esta zona climática necesita calor moderado y suficiente humedad, pero generalmente no resiste extremos térmicos o pluviométricos, las zonas que se distinguen son de vegetación masoterma.

2.1.2. Régimen pluviométrico por región

- **Región Pacífico:** Se caracteriza por abundantes lluvias, de intensidad entre moderada a fuerte, acompañadas de actividad eléctrica que ocurren especialmente en horas de la tarde. La época de lluvias se inicia en firme en el mes de mayo y dura hasta noviembre, siendo los meses de septiembre y octubre los más lluviosos; dentro de esta temporada se presenta frecuentemente un período seco conocido como Veranillo, entre julio y agosto.

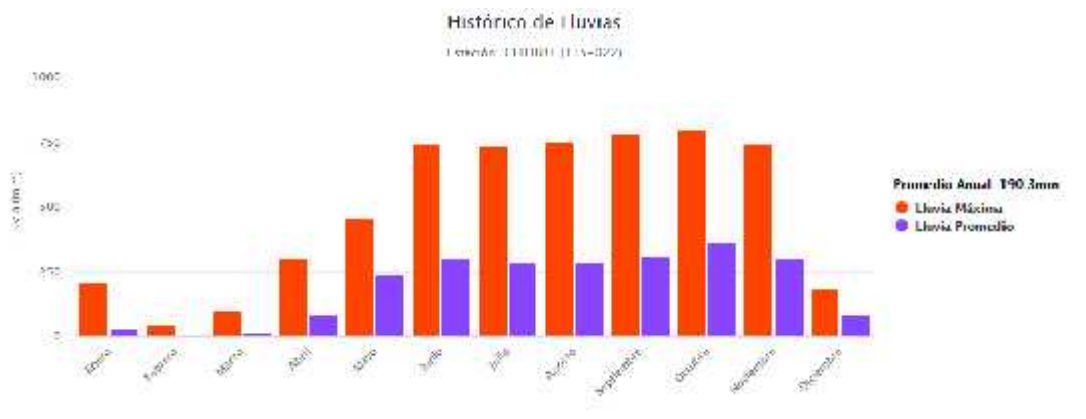
El período entre diciembre y abril corresponde a la época seca. Las máximas precipitaciones en esta región están asociadas generalmente a sistemas atmosféricos bien organizados, como las ondas y ciclones tropicales (depresiones, tormentas tropicales y huracanes), y a la ZCIT.

2.1.3. Precipitación

A continuación se presenta los datos de las estaciones pluviométricas instaladas en Chilibre y Las Cumbres, las cuales se ha utilizado como datos de referencia en el análisis del comportamiento de la precipitación pluvial de la zona del proyecto.

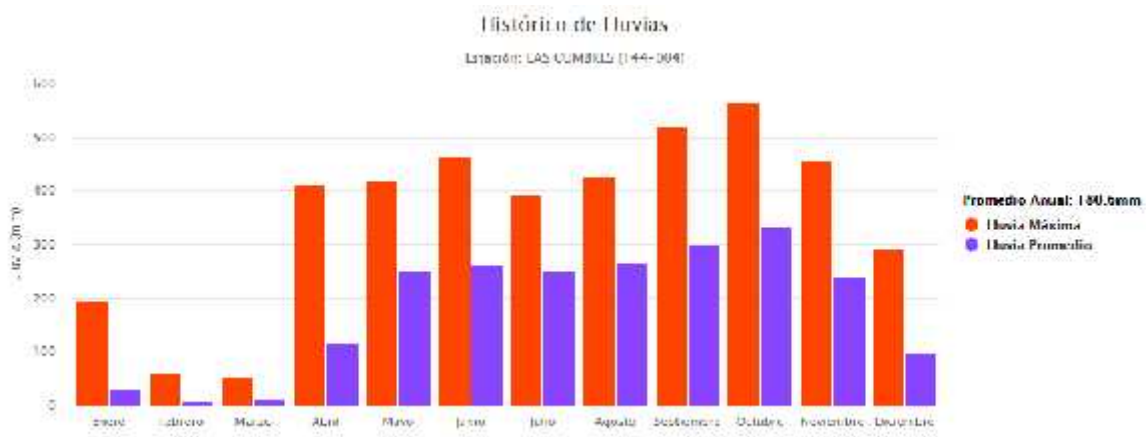
Se puede apreciar en las figuras 2 y 3 los registros históricos de lluvias en Chilibre y las Cumbres, nótese que en promedio la precipitación pluvial anual se encuentra en 190.3 mm y 180.66 mm.

Figura 2: Datos Históricos de Lluvias en la Estación Chilibre



Fuente: Empresa de Transmisión Eléctrica de Panamá, Febrero de 2021.

Figura 3: Datos Históricos de Lluvias en la Estación Las Cumbres



Fuente: Empresa de Transmisión Eléctrica de Panamá, Febrero de 2021.

3. ESTIMACIÓN HIDROLÓGICA DE CAUDALES

Para la estimación del caudal de escorrentía superficial de la sub cuenca de la Quebradas María Henríquez, Quebrada Bachiller, se consideró la aplicación del Método Racional en virtud de que el área total de la sub cuenca de la quebrada es menor de 250 Hectáreas, que corresponden al máximo de área establecido por el Ministerio de Obras Públicas para el uso de dicho método, mientras que para la estimación del caudal de escorrentía del Río María Henríquez se utilizó el Método de Análisis Regional de Crecidas Máximas, recomendado por Lavalin, el cual fue actualizado por ETESA, en virtud que la cuenca del Río es mayor a 250 hectáreas.

3.1. Caudal de Escorrentía

El Método Racional permite estimar la escorrentía de la cuenca hidrográfica mediante la expresión 1:

$$Q = CIA/360 \quad (1)$$

Donde:

Q= caudal en m³/seg.

C= coeficiente de escorrentía, el cual varía según las características del terreno, forma de la cuenca y previsión de desarrollos futuros.

I= intensidad de lluvia en mm/hora.

A= área de la cuenca en Has.

El coeficiente de escorrentía (C) a utilizar será igual a 0.90 el cual es exigido por el Ministerio de Obras Públicas para diseños pluviales en áreas sub urbanas.

La estimación de caudales se realizará para los períodos de retorno de, 1:10 años, 1:20, 1:50, y 1:100, siendo el período de 1:50 años el normalmente exigido por el MOP para el análisis de niveles de inundación o para la determinación de niveles de terracería seguros mientras que el período de 1:10 años, permitirá definir los niveles de descarga para los sistemas pluviales del proyecto.

La estimación de caudal y niveles de agua del período de 1:100 años se presenta adicionalmente, como un elemento que permita comparar la variación de niveles esperados en el cauce de la quebrada entre este período y el de 1:50 años.

Para la estimación de los caudales de escorrentía de la quebrada, la intensidad de lluvia se estimará utilizando las fórmulas, tomadas de las curvas Intensidad-Duración y Frecuencia de la Ciudad de Panamá para la vertiente del Pacífico, desarrollados por el Ing. Federico G. Guardia en 1973, según el Manual para Aprobación de Planos, publicado por el Ministerio de Obras Públicas.

Donde:

i= Intensidad de lluvia en pulg/hr

Tc= Tiempo de Concentración en minutos

El tiempo de concentración en minutos (Tc) se estima mediante la ecuación de Kirpich:

$$T_c = 0.01947 \cdot (L)^3 (S)^{-0.385} \quad (2)$$

Donde:

L= Longitud del cauce en metros

S= Pendiente del cauce en decimales.

Tc= Tiempo de Concentración en minutos

- Intensidad para 10 años

$$i = \frac{323}{36 + T_c} \quad (3)$$

- Intensidad para 50 años

$$i = \frac{370}{33 + T_c} \quad (4)$$

- Intensidad para 100 años

$$i = \frac{445}{37 + T_c} \quad (5)$$

El tiempo de concentración para las Quebradas se calculó aplicando la ecuación (2).

Quebrada Bachiller:

$$T_c = 0.01947 \cdot (3005)^{0.77} (0.0188)^{-0.385}$$

Tc= 42.83 minutos

Quebrada María Henríquez:

$$T_c = 0.01947 \cdot (1360)^{0.77} (0.0107)^{-0.385}$$

Tc= 28.90 minutos

En la Tabla 1 se muestran los valores de Intensidad de lluvia, tiempo de concentración y caudal obtenidos.

En el Anexo 1 se adjunta el cálculo de caudales hidrológicos.

Tabla 1: Caudales Hidrológicos del Río María Henríquez

Período	Q (m ³ /s)
1:10	168.58
1:20	199.05
1:50	240.69
1:100	272.17

Fuente: Datos del proyecto, febrero de 2021.

Tabla 2: Caudales Hidrológicos Quebrada Bachiller

Período	I(mm/h)	Tc(min)	Q (m ³ /s)
1:10	104.07	42.83	48.34
1:20	113.59	42.83	52.76
1:50	123.93	42.83	57.56
1:100	141.59	42.83	65.76

Fuente: Datos del proyecto, febrero de 2021.

Tabla 3: Caudales Hidrológicos Quebrada María Henríquez

Período	I(mm/h)	Tc(min)	Q (m ³ /s)
1:10	126.42	28.90	17.70
1:20	137.60	28.90	19.26
1:50	151.83	28.90	21.26
1:100	171.52	28.90	24.01

Fuente: Datos del proyecto, febrero de 2021.

4. METODOLOGÍA Y CÁLCULOS HIDRÁULICOS

Para estimar los niveles de crecida del río y quebradas correspondiente a los caudales hidrológicos con períodos de retorno de, 1:10, 1:20, 1:50, 1:100, se levantaron secciones a lo largo del cauce a cada 20.00 de separación.

Los cálculos hidráulicos para modelar la sección del río y las quebradas se han realizado utilizando el HEC-RAS (acrónimo de Hydrologic Engineering Center y River Analysis System) el cual es un programa de ordenador que modeliza la hidráulica de flujo de aguas de ríos naturales y de otros canales, el programa fue desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, para gestionar los ríos, puertos y otras obras públicas bajo su jurisdicción.

Para cada período de retorno se estimaron las alturas de agua o tirantes Y_n .

Para la estimación de los niveles de agua se consideró paredes y fondo del canal de vegetación, tomando como un valor de rugosidad de $n=0.030$.

Los niveles máximos de agua estimada en cada cauce se presentan a continuación.

Tabla 4: Niveles de Agua Máximos Río María Henríquez

Estación	1 en 10	1 en 20	1 en 50	1 en 100
0	59.17	59.23	59.29	59.35
20	59.89	60	60.11	60.22
40	60.76	60.88	61.01	61.13
60	60.99	61.11	61.24	61.36
80	61.32	61.47	61.61	61.74
100	61.74	61.89	62.06	62.21
120	61.8	61.96	62.13	62.28
140	61.85	61.75	61.84	61.95
160	61.8	61.84	62.59	62.7
180	62.39	62.73	62.96	63.11
200	62.39	62.75	62.98	63.1
220	62.38	62.73	62.94	63.04
240	62.4	62.66	62.93	63.05

Estación	1 en 10	1 en 20	1 en 50	1 en 100
260	62.99	63.21	63.42	63.62
280	63.23	63.47	63.71	63.94
300	63.26	63.51	63.77	64
320	63.24	63.47	63.71	63.93
340	63.24	63.48	63.73	63.96
360	62.94	63.35	63.59	63.86
380	62.95	63.19	63.33	63.44
400	63.69	63.88	64.09	64.22
420	64.29	64.49	64.7	64.87
440	64.39	64.6	64.81	64.99
460	64.22	64.44	64.67	64.85
480	64.56	64.77	64.99	65.18
500	64.68	64.87	65.08	65.26
520	64.68	64.86	65.06	65.23
540	64.69	64.87	65.07	65.24
560	64.69	64.87	65.07	65.24
580	64.73	64.92	65.13	65.3
600	64.75	64.94	65.16	65.34
620	64.71	64.9	65.11	63.9
640	63.83	63.99	64.16	64.29
660	65.01	64.98	65.12	65.24
680	65.08	65.25	65.57	65.81
700	65.59	65.92	66.3	66.67
720	65.67	65.98	66.35	66.7
740	65.54	65.82	66.16	66.5
760	65.57	65.87	66.24	66.57
780	66.31	66.65	67.03	67.48
800	66.68	67.04	67.45	67.8
820	66.69	67.05	67.45	67.8
840	66.7	67.06	67.46	67.81
860	66.71	67.07	67.47	67.82
880	66.72	67.07	67.47	67.82
900	66.7	67.06	67.46	67.81
920	66.69	67.04	67.44	67.79
940	66.8	67.15	67.55	67.89
960	66.85	67.19	67.58	67.92
980	66.86	67.21	67.59	67.94
1000	66.14	66.36	67.51	67.87
1020	66.57	66.92	67.05	67.14
1040	67.4	67.58	67.72	67.77

Estación	1 en 10	1 en 20	1 en 50	1 en 100
1060	68.02	68.15	68.13	68.04
1080	67.24	67.52	67.85	68.14
1100	67.82	68.05	68.28	68.43
1120	67.47	67.61	67.76	67.89
1140	69.18	69.32	69.46	69.57
1160	70.89	71.04	71.2	71.33
1180	71.48	71.61	71.76	71.88
1200	72	72.17	72.37	72.53
1220	71.78	71.91	72.07	72.19
1240	71.29	71.38	71.47	71.54
1260	71.7	71.79	71.88	71.96
1280	73.34	73.47	73.59	73.68
1300	73.81	73.98	74.25	74.49
1320	74.69	75.23	75.73	75.9
1340	75.57	75.87	75.96	76.02
1360	75.72	76.1	76.29	76.47
1380	75.93	76.28	76.49	76.67
1400	76.03	76.37	76.59	76.78
1420	76.04	76.37	76.59	76.79
1440	76.04	76.37	76.6	76.79
1460	76.07	76.41	76.64	76.84
1480	76.06	76.4	76.63	76.83
1500	76.06	76.4	76.62	76.82
1520	76.1	76.43	76.66	76.86
1540	76.03	76.37	76.59	76.78
1560	75.53	76.29	76.51	76.7
1580	76.01	76.17	76.39	76.57
1600	76.37	76.51	76.12	76.22
1620	76.24	76.34	76.45	76.55
1640	76.71	76.84	77	77.13
1660	77.16	77.33	77.52	77.69
1680	77.21	77.38	77.57	77.73
1700	77.27	77.44	77.63	77.8
1720	77.32	77.45	77.6	77.73
1740	77.68	77.84	78.02	78.17
1760	77.71	77.86	78.03	78.18
1780	77.97	78.1	78.25	78.38
1800	78.08	78.23	78.38	77.77
1820	77.78	77.89	77.99	78.06
1840	78.13	78.3	78.43	78.52

Estación	1 en 10	1 en 20	1 en 50	1 en 100
1860	78.68	78.95	79.07	79.14
1880	79.32	79.52	79.74	79.66
1900	78.44	78.66	78.9	79.09
1920	79.55	79.76	80	80.19
1940	80.05	80.31	80.61	80.85
1960	80.65	80.93	81.25	81.51
1980	80.67	80.95	81.27	81.55
2000	81.18	81.52	81.9	82.18
2020	81.13	81.46	81.84	82.14
2040	81.19	81.52	81.89	82.17
2060	81.14	81.46	81.83	82.1
2080	81.35	81.72	82.12	82.42
2100	81.48	81.82	82.19	82.48
2120	81.52	81.86	82.22	82.5
2140	81.43	81.75	82.15	82.45
2160	81.87	82.18	82.48	82.73
2180	81.72	82.09	82.42	82.69
2200	82.14	82.37	82.65	82.89
2220	82.21	82.44	82.72	82.96
2240	82.25	82.49	82.76	83.01
2260	82.21	82.45	82.72	82.97
2280	82.2	82.42	82.68	82.92
2300	82.15	82.37	82.63	82.87

Fuente: Datos del proyecto, febrero de 2021.

Tabla 5: Niveles de Agua Máximos Quebrada Bachiller

Estación	1 en 10	1 en 20	1 en 50	1 en 100
0	82.27	82.51	82.79	83.04
20	82.27	82.51	82.79	83.04
40	82.27	82.51	82.79	83.04
60	82.27	82.51	82.79	83.04
80	82.27	82.51	82.79	83.04
100	82.27	82.5	82.79	83.03
120	82.26	82.5	82.78	83.03
140	82.28	82.51	82.8	83.04
160	82.28	82.52	82.8	83.05
180	82.27	82.51	82.79	83.04
200	82.28	82.52	82.8	83.05
220	82.22	82.48	82.78	83.03

Estación	1 en 10	1 en 20	1 en 50	1 en 100
240	81.94	82.52	82.79	83.04
260	82.64	82.68	82.7	82.97
280	82.92	82.98	83.01	83.13
300	82.81	82.86	82.87	82.91
320	83.12	83.18	83.21	83.29
340	84.19	84.24	84.26	84.31
360	84.33	84.36	84.38	84.4
380	84.18	84.25	84.28	84.35
400	84.51	84.57	84.6	84.67
420	84.74	84.8	84.83	84.9
440	85.01	85.08	85.1	85.18
460	85.69	85.8	85.84	85.97
480	86.04	86.2	86.26	86.44
500	86.16	86.31	86.37	86.53
520	86.57	86.66	86.71	86.84
540	86.37	86.65	86.7	86.83
560	86.79	86.85	86.87	86.94
580	86.76	86.8	86.82	86.87
600	87.41	87.45	87.47	87.54
620	87.7	87.77	87.8	87.88
640	87.61	87.64	87.66	87.7
660	88.05	88.1	88.12	88.17
680	88.52	88.57	88.6	88.65
700	88.82	88.88	88.9	88.97
720	88.83	88.88	88.9	88.96
740	89.43	89.49	89.52	89.59
760	89.74	89.8	89.83	89.9
780	89.87	89.94	89.97	90.07
800	90.36	90.4	90.41	90.49
820	90.9	90.96	90.99	91.07
840	91.37	91.45	91.49	91.59
860	92.26	92.32	92.35	92.43
880	92.09	92.16	92.19	92.28
900	92.87	92.94	92.97	93.05
920	94.14	94.21	94.24	94.32
940	94.5	94.59	94.62	94.72
960	94.58	94.67	94.71	94.82
980	94.63	94.72	94.76	94.86
1000	94.61	94.66	94.67	94.72
1020	95.19	95.22	95.24	95.27

Estación	1 en 10	1 en 20	1 en 50	1 en 100
1040	96.09	96.16	96.19	96.28
1060	96.52	96.59	96.62	96.71
1080	97.35	97.43	97.47	97.56
1100	97.67	97.71	97.72	97.77
1120	97.93	97.99	98.01	98.08
1140	98.91	98.98	99.02	99.11
1160	100.39	100.47	100.5	100.58
1180	101.38	101.46	101.5	101.6
1200	101.53	101.64	101.69	101.82
1220	102.78	102.91	102.97	103.13
1240	102.39	102.49	102.54	102.65
1260	103.47	103.56	103.59	103.9
1280	103.12	103.19	103.23	103.37
1300	103.98	104.07	104.1	104.33
1320	105.65	105.78	105.84	106.03
1340	105.09	105.18	105.22	105.32
1360	106.84	106.95	107	107.13
1380	106.52	106.63	106.67	106.79
1400	107.74	107.85	107.89	108.03
1420	108.24	108.37	108.42	108.57
1440	108.66	108.78	108.83	108.98
1460	108.56	108.66	108.71	109.62
1480	109.2	109.29	109.33	109.44
1500	110.23	110.28	110.3	110.36
1520	110.52	110.58	110.61	110.68
1540	110.58	109.39	110.74	110.79
1560	110.71	110.75	110.77	110.81
1580	112.03	112.13	112.18	112.3
1600	113.95	114.09	114.15	114.28
1620	114.36	114.49	114.54	114.69
1640	114.61	114.74	114.8	114.95
1660	114.52	114.6	114.64	114.74
1680	114.69	114.79	114.84	114.97
1700	115.48	115.59	115.64	115.76
1720	115.95	116.08	116.13	116.28
1740	115.92	115.98	116	116.05
1760	116.37	116.41	116.42	116.47
1780	116.75	116.84	116.88	117
1800	117.65	117.71	117.73	117.8
1820	117.97	118.04	118.07	118.16

Estación	1 en 10	1 en 20	1 en 50	1 en 100
1840	117.99	118.06	118.1	118.19
1860	118.99	119.03	119.05	119.13
1880	119.27	119.39	119.44	119.59
1900	120.07	120.22	120.26	120.35
1920	119.72	119.8	119.83	119.91
1940	120.94	121.05	121.08	121.13
1960	121.3	121.36	121.39	121.47
1980	121.26	121.33	121.35	121.43
2000	121.43	121.5	121.53	121.61
2020	121.61	121.66	121.68	121.77
2040	122.55	122.61	122.64	122.68
2060	122.89	122.97	123.01	123
2080	122.91	122.91	122.94	122.91
2100	123.06	123.11	123.14	123.2
2120	123.92	123.98	124	124
2140	123.75	123.83	123.86	123.96
2160	124.22	124.27	124.3	124.36
2180	124.32	124.41	124.45	124.55
2200	125.52	125.62	125.66	125.78
2220	126.02	126.13	126.18	126.31
2240	126.08	126.17	126.21	126.33
2260	126.2	126.3	126.34	126.46
2280	126.22	126.32	126.37	126.5
2300	126.22	126.32	126.37	126.49
2320	126.22	126.33	126.37	126.5
2340	126.17	126.27	126.31	126.44
2360	126.24	126.35	126.4	126.52
2380	126.28	126.39	126.43	126.55
2400	126.33	126.44	126.48	126.6

Fuente: Datos del proyecto, febrero de 2021.

Tabla 6: Niveles de Agua Máximos Quebrada María Henríquez

Estación	1 en 10	1 en 20	1 en 50	1 en 100
0	63.42	63.69	63.96	64.21
20	63.42	63.69	63.96	64.21
40	63.37	63.65	63.94	64.19
60	63.83	63.9	63.94	64.01
80	64.05	64.1	64.13	64.19
100	64.41	64.5	64.55	64.66

Estación	1 en 10	1 en 20	1 en 50	1 en 100
120	64.4	64.49	64.54	64.65
140	64.42	64.51	64.56	64.67
160	64.4	64.49	64.54	64.65
180	64.44	64.53	64.58	64.69
200	64.43	64.53	64.58	64.69
220	64.01	64.08	64.12	64.2
240	65.07	65.15	65.19	65.27
260	65.49	65.58	65.64	65.74
280	65.45	65.54	65.6	65.7
300	65.53	65.62	65.67	65.77
320	65.6	65.68	65.73	65.83
340	65.49	65.59	65.72	65.82
360	65.91	65.99	65.74	65.83
380	65.91	66	66.02	66.10
400	66.01	66.07	66.11	66.18
420	66.26	66.31	66.34	66.39
440	66.38	66.45	66.49	66.59
460	66.67	66.75	66.79	66.88
480	66.5	66.54	66.56	66.64
500	66.87	66.97	67.02	67.12
520	66.9	67	67.05	67.15
540	67.16	67.2	67.23	67.28
560	67.62	67.68	67.71	67.76
580	67.89	67.94	67.97	68.03
600	67.95	68.01	68.05	68.12
620	68.03	68.09	68.13	68.2
640	68.04	68.11	68.15	68.22
660	68.06	68.12	68.16	68.23
680	68.77	68.82	68.84	68.89
700	69.36	69.47	69.52	69.59
720	68.92	68.98	69.01	69.08
740	70.72	70.8	70.84	70.92
760	71.18	71.28	71.34	71.46
780	71.58	71.58	71.58	71.58
800	71.82	71.88	71.91	71.98
820	72.91	72.99	73.03	73.1
840	72.87	72.93	72.96	73.02
860	72.86	72.89	72.9	72.93
880	76.3	76.4	76.45	76.54
900	76.77	76.87	76.92	77.03

Estación	1 en 10	1 en 20	1 en 50	1 en 100
920	76.77	76.87	76.92	77.03
940	76.76	76.87	76.92	77.04
960	76.99	77.06	77.11	77.19
980	76.84	76.9	76.93	76.99
1000	77.91	78	78.05	78.15
1020	77.86	77.92	77.94	78
1040	78.68	78.74	78.77	78.82
1060	79.29	79.31	79.32	79.35
1080	80.15	80.23	80.27	80.35
1100	80.55	80.65	80.69	80.79
1120	80.68	80.74	80.76	80.82
1140	80.96	81.01	81.04	81.1
1160	81.08	81.14	81.17	81.23
1180	80.92	80.95	80.96	80.99
1200	81.52	81.56	81.59	81.64
1220	82.85	82.91	82.94	83.01
1240	82.73	82.78	82.81	82.87
1260	83.8	83.84	83.86	83.9
1280	83.58	83.61	83.62	83.66
1300	85.46	85.49	85.5	85.53
1320	88.41	88.43	88.44	88.47
1340	96.53	96.55	96.93	97.20
1360	98	98.04	98.07	98.11
1360.47	98.12	98.16	98.19	98.24

Fuente: Datos del proyecto, febrero de 2021.

En la Tabla 7 se encuentran las cotas recomendadas indicando los niveles seguros de terracería, y las cotas del tirante de agua máximos. Para establecer los niveles seguros de terracería se consideró el tirante de agua obtenido para el período de 1:50 años.

Tabla 7: Niveles Seguros de Terracería Río María Henríquez

RÍO MARÍA HENRIQUEZ			NIV. MÍNIMO TERRACERÍA
ESTACIÓN	ELEV. DE FONDO	NAME (Y ₅₀)	
0	57	59.29	60.79
20	57.88	60.11	61.61
40	57.95	61.01	62.51
60	57.99	61.24	62.74
80	58	61.61	63.11
100	58	62.06	63.56

RÍO MARÍA HENRIQUEZ			NIV. MÍNIMO TERRACERÍA
ESTACIÓN	ELEV. DE FONDO	NAME (Y ₅₀)	
120	58	62.13	63.63
140	58	61.84	63.34
160	58	62.59	64.09
180	58	62.96	64.46
200	58	62.98	64.48
220	58.93	62.94	64.44
240	58.97	62.93	64.43
260	59	63.42	64.92
280	58.37	63.71	65.21
300	58.99	63.77	65.27
320	59	63.71	65.21
340	59	63.73	65.23
360	59	63.59	65.09
380	59.95	63.33	64.83
400	60	64.09	65.59
420	60	64.7	66.2
440	60	64.81	66.31
460	60.97	64.67	66.17
480	60.99	64.99	66.49
500	61	65.08	66.58
520	61	65.06	66.56
540	61	65.07	66.57
560	61	65.07	66.57
580	61	65.13	66.63
600	61.44	65.16	66.66
620	61.96	65.11	66.61
640	61.98	64.16	65.66
660	61.99	65.12	66.62
680	62	65.57	67.07
700	62	66.3	67.8
720	62	66.35	67.85
740	62	66.16	67.66
760	62	66.24	67.74
780	62	67.03	68.53
800	62.94	67.45	68.95
820	62.99	67.45	68.95
840	63	67.46	68.96
860	63	67.47	68.97
880	63	67.47	68.97
900	63	67.46	68.96
920	63	67.44	68.94
940	63	67.55	69.05
960	63.95	67.58	69.08

RÍO MARÍA HENRIQUEZ			NIV. MÍNIMO TERRACERÍA
ESTACIÓN	ELEV. DE FONDO	NAME (Y ₅₀)	
980	63.99	67.59	69.09
1000	63.99	67.51	69.01
1020	64	67.05	68.55
1040	64.98	67.72	69.22
1060	64.99	68.13	69.63
1080	65	67.85	69.35
1100	65.99	68.28	69.78
1120	66	67.76	69.26
1140	66	69.46	70.96
1160	68	71.2	72.7
1180	69.94	71.76	73.26
1200	68.7	72.37	73.87
1220	70	72.07	73.57
1240	70	71.47	72.97
1260	70	71.88	73.38
1280	71	73.59	75.09
1300	71	74.25	75.75
1320	71	75.73	77.23
1340	71	75.96	77.46
1360	71	76.29	77.79
1380	71	76.49	77.99
1400	71.96	76.59	78.09
1420	71.99	76.59	78.09
1440	72	76.6	78.1
1460	72	76.64	78.14
1480	72	76.63	78.13
1500	72	76.62	78.12
1520	72.96	76.66	78.16
1540	73	76.59	78.09
1560	73.56	76.51	78.01
1580	73.99	76.39	77.89
1600	74	76.12	77.62
1620	74	76.45	77.95
1640	74	77	78.5
1660	74.5	77.52	79.02
1680	75	77.57	79.07
1700	75	77.63	79.13
1720	75	77.6	79.1
1740	75	78.02	79.52
1760	75.94	78.03	79.53
1780	75.99	78.25	79.75
1800	75.99	78.38	79.88
1820	76	77.99	79.49

RÍO MARÍA HENRIQUEZ			NIV. MÍNIMO TERRACERÍA
ESTACIÓN	ELEV. DE FONDO	NAME (Y ₅₀)	
1840	76	78.43	79.93
1860	76	79.07	80.57
1880	76	79.74	81.24
1900	76	78.9	80.4
1920	77	80	81.5
1940	77	80.61	82.11
1960	77	81.25	82.75
1980	77	81.27	82.77
2000	77	81.9	83.4
2020	77	81.84	83.34
2040	77	81.89	83.39
2060	77	81.83	83.33
2080	77	82.12	83.62
2100	77.92	82.19	83.69
2120	77.96	82.22	83.72
2140	77.99	82.15	83.65
2160	78	82.48	83.98
2180	78	82.42	83.92
2200	78	82.65	84.15
2220	78	82.72	84.22
2240	78	82.76	84.26
2260	78	82.72	84.22
2280	78	82.68	84.18
2300	78.9	82.63	84.13

Fuente: Datos del proyecto, febrero de 2021.

Tabla 8: Niveles Seguros de Terracería Quebrada Bachiller

Quebrada Bachiller			NIV. MÍNIMO TERRACERÍA
ESTACIÓN	ELEV. DE FONDO	NAME (Y ₅₀)	
0	78	82.79	84.29
20	78	82.79	84.29
40	78.68	82.79	84.29
60	78	82.79	84.29
80	78	82.79	84.29
100	79	82.79	84.29
120	80	82.78	84.28
140	80	82.8	84.3
160	79	82.8	84.3
180	80.31	82.79	84.29
200	80	82.8	84.3
220	81	82.78	84.28
240	81	82.79	84.29

Quebrada Bachiller			NIV. MÍNIMO TERRACERÍA
ESTACIÓN	ELEV. DE FONDO	NAME (Y ₅₀)	
260	81.99	82.7	84.2
280	81.39	83.01	84.51
300	82	82.87	84.37
320	82	83.21	84.71
340	82.9	84.26	85.76
360	82.96	84.38	85.88
380	82.99	84.28	85.78
400	83	84.6	86.1
420	83.46	84.83	86.33
440	83.94	85.1	86.6
460	83.97	85.84	87.34
480	83.93	86.26	87.76
500	84.96	86.37	87.87
520	84.99	86.71	88.21
540	85	86.7	88.2
560	85.97	86.87	88.37
580	85.99	86.82	88.32
600	86	87.47	88.97
620	86.33	87.8	89.3
640	87	87.66	89.16
660	87	88.12	89.62
680	87	88.6	90.1
700	87.98	88.9	90.4
720	88	88.9	90.4
740	88	89.52	91.02
760	88.67	89.83	91.33
780	88	89.97	91.47
800	89.24	90.41	91.91
820	89.94	90.99	92.49
840	89.99	91.49	92.99
860	90.91	92.35	93.85
880	90.99	92.19	93.69
900	91.98	92.97	94.47
920	92.83	94.24	95.74
940	92.99	94.62	96.12
960	93	94.71	96.21
980	92.98	94.76	96.26
1000	94	94.67	96.17
1020	94.58	95.24	96.74
1040	94.98	96.19	97.69
1060	95.26	96.62	98.12
1080	96	97.47	98.97
1100	96.81	97.72	99.22

Quebrada Bachiller			NIV. MÍNIMO TERRACERÍA
ESTACIÓN	ELEV. DE FONDO	NAME (Y ₅₀)	
1120	97	98.01	99.51
1140	97.97	99.02	100.52
1160	98.99	100.5	102
1180	100	101.5	103
1200	100	101.69	103.19
1220	100.99	102.97	104.47
1240	101	102.54	104.04
1260	101.65	103.59	105.09
1280	101.99	103.23	104.73
1300	103	104.1	105.6
1320	103.39	105.84	107.34
1340	103.99	105.22	106.72
1360	105	107	108.5
1380	105	106.67	108.17
1400	105.95	107.89	109.39
1420	106	108.42	109.92
1440	106.96	108.83	110.33
1460	107	108.71	110.21
1480	108	109.33	110.83
1500	109	110.3	111.8
1520	109.07	110.61	112.11
1540	107.96	110.74	112.24
1560	110	110.77	112.27
1580	110.74	112.18	113.68
1600	111.97	114.15	115.65
1620	111.98	114.54	116.04
1640	112	114.8	116.3
1660	112.96	114.64	116.14
1680	113	114.84	116.34
1700	113.99	115.64	117.14
1720	114	116.13	117.63
1740	114.92	116	117.5
1760	115.38	116.42	117.92
1780	115.59	116.88	118.38
1800	116.84	117.73	119.23
1820	114.63	118.07	119.57
1840	114.29	118.1	119.6
1860	117.99	119.05	120.55
1880	118	119.44	120.94
1900	118.87	120.26	121.76
1920	118.99	119.83	121.33
1940	119	121.08	122.58
1960	119.1	121.39	122.89

Quebrada Bachiller			NIV. MÍNIMO TERRACERÍA
ESTACIÓN	ELEV. DE FONDO	NAME (Y ₅₀)	
1980	119.83	121.35	122.85
2000	120	121.53	123.03
2020	120.9	121.68	123.18
2040	121.18	122.64	124.14
2060	121.39	123.01	124.51
2080	121.32	122.94	124.44
2100	121.06	123.14	124.64
2120	122.75	124	125.5
2140	122	123.86	125.36
2160	122.99	124.3	125.8
2180	123	124.45	125.95
2200	123.96	125.66	127.16
2220	124	126.18	127.68
2240	124	126.21	127.71
2260	124	126.34	127.84
2280	124	126.37	127.87
2300	123.94	126.37	127.87
2320	123.62	126.37	127.87
2340	124	126.31	127.81
2360	124	126.4	127.9
2380	124.07	126.43	127.93
2400	124.93	126.48	127.98

Fuente: Datos del proyecto, febrero de 2021.

Tabla 9: Niveles Seguros de Terracería Quebrada María Henríquez

Quebrada María Henríquez			NIV. MÍNIMO TERRACERÍA
ESTACIÓN	ELEV. DE FONDO	NAME (Y ₅₀)	
0	59	63.96	65.46
20	58.99	63.96	65.46
40	62	63.94	65.44
60	62.4	63.94	65.44
80	62.97	64.13	65.63
100	62.39	64.55	66.05
120	63	64.54	66.04
140	63	64.56	66.06
160	63	64.54	66.04
180	63	64.58	66.08
200	63	64.58	66.08
220	63	64.12	65.62
240	63.93	65.19	66.69
260	63.93	65.64	67.14

Quebrada María Henríquez			NIV. MÍNIMO TERRACERÍA
ESTACIÓN	ELEV. DE FONDO	NAME (Y ₅₀)	
280	64	65.6	67.1
300	64	65.67	67.17
320	64	65.73	67.23
340	64	65.72	67.22
360	64	65.74	67.24
380	64.34	66.02	67.52
400	65	66.11	67.61
420	65	66.34	67.84
440	65	66.49	67.99
460	65.57	66.79	68.29
480	65	66.56	68.06
500	65.95	67.02	68.52
520	65	67.05	68.55
540	66.03	67.23	68.73
560	66	67.71	69.21
580	66	67.97	69.47
600	66.92	68.05	69.55
620	66.97	68.13	69.63
640	66.93	68.15	69.65
660	66.97	68.16	69.66
680	67.97	68.84	70.34
700	68	69.52	71.02
720	68	69.01	70.51
740	69.48	70.84	72.34
760	69.97	71.34	72.84
780	69.95	71.58	73.08
800	70.88	71.91	73.41
820	71.49	73.03	74.53
840	71.96	72.96	74.46
860	72.28	72.9	74.4
880	74.72	76.45	77.95
900	74.57	76.92	78.42
920	74.97	76.92	78.42
940	75	76.92	78.42
960	75.91	77.11	78.61
980	75.99	76.93	78.43
1000	76.4	78.05	79.55
1020	77	77.94	79.44
1040	77.95	78.77	80.27
1060	78.84	79.32	80.82
1080	78.84	80.27	81.77
1100	79	80.69	82.19
1120	79.94	80.76	82.26

Quebrada María Henríquez			NIV. MÍNIMO TERRACERÍA
ESTACIÓN	ELEV. DE FONDO	NAME (Y ₅₀)	
1140	79.99	81.04	82.54
1160	80	81.17	82.67
1180	80	80.96	82.46
1200	80.95	81.59	83.09
1220	81.89	82.94	84.44
1240	81.99	82.81	84.31
1260	82.94	83.86	85.36
1280	82.99	83.62	85.12
1300	85	85.5	87
1320	87.86	88.44	89.94
1340	96.03	96.93	98.43
1360	97.19	98.07	99.57
1360.47	97.15	98.19	99.69

Fuente: Datos del proyecto, febrero de 2021.

Tabla 10: Resultados del Modelo Hidráulico Río María Henríquez

River Sta	FONDO	NAME	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Total	Flow Area	Top Width	Froude
	(m)	1 en 50	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
0	57	59.29	59.76	60.9	0.047581	5.61	56.92	83.06	2.17
20	57.88	60.11	60.55	61.56	0.023568	5.33	59.96	54.9	1.63
40	57.95	61.01	61.15	61.93	0.011102	4.24	75.32	54.64	1.15
60	57.99	61.24	61.38	62.15	0.011208	4.22	75.8	56.13	1.16
80	58	61.61	61.61	62.36	0.008311	3.82	83.58	56.86	1.01
100	58	62.06		62.49	0.003604	2.92	109.5	59.19	0.69
120	58	62.13	61.72	62.57	0.003746	2.93	109.09	60.31	0.7
140	58	61.84	62.11	62.95	0.017882	4.69	68.18	61.15	1.42
160	58	62.59	62.59	63.24	0.008793	3.58	89.32	69.99	1.01
180	58	62.96		63.39	0.004713	2.92	109.52	73.49	0.76
200	58	62.98		63.5	0.003644	3.19	100.15	47.43	0.7
220	58.93	62.94		63.63	0.004259	3.67	87.16	38.04	0.77
240	58.97	62.93	62.88	63.79	0.007079	4.1	77.97	42.64	0.97
260	59	63.42		63.91	0.003146	3.13	102.23	44.77	0.66
280	58.37	63.71		63.98	0.001445	2.28	130.62	51.37	0.46
300	58.99	63.77		64.01	0.001622	2.2	135.39	61.78	0.48
320	59	63.71		64.09	0.002087	2.73	109.19	43.2	0.55
340	59	63.73		64.14	0.002521	2.83	105.27	45.45	0.59
360	59	63.59	63.56	64.33	0.007972	3.81	78.22	50.47	0.98
380	59.95	63.33	63.65	64.56	0.01868	4.92	60.63	52.19	1.46

Estudio Hidrológico – Hidráulico del Río María Henríquez

River Sta	FONDO	NAME	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Total	Flow Area	Top Width	Froude
400	60	64.09	64.09	64.85	0.008504	3.86	77.23	51.21	1
420	60	64.7		64.96	0.001694	2.3	129.88	56.99	0.49
440	60	64.81		65	0.000997	1.91	156.42	60.87	0.38
460	60.97	64.67		65.11	0.004385	2.97	100.47	62.43	0.75
480	60.99	64.99		65.19	0.00194	2	148.9	90	0.5
500	61	65.08		65.23	0.001158	1.71	174.7	90	0.39
520	61	65.06		65.27	0.00103	2.01	148.71	55.23	0.39
540	61	65.07		65.3	0.001164	2.1	142.28	53.87	0.41
560	61	65.07		65.33	0.001502	2.27	131.58	53.91	0.46
580	61	65.13		65.36	0.001317	2.15	138.47	55.61	0.44
600	61.44	65.16		65.39	0.001468	2.15	138.71	62.72	0.46
620	61.96	65.11	64.4	65.47	0.002529	2.67	111.64	54.9	0.6
640	61.98	64.16	64.81	66.18	0.021745	6.31	47.29	32.01	1.66
660	61.99	65.12	65.49	66.57	0.012531	5.33	55.92	31.69	1.28
680	62	65.57	65.57	66.78	0.007411	4.87	61.2	25.38	1
700	62	66.3		66.94	0.003882	3.55	84.03	35.65	0.74
720	62	66.35		67.03	0.00352	3.65	81.69	30.42	0.71
740	62	66.16	65.84	67.23	0.005456	4.57	65.26	23.39	0.87
760	62	66.24	66.07	67.36	0.006183	4.69	63.59	23.93	0.92
780	62	67.03		67.5	0.002437	3.03	98.52	36.9	0.59
800	62.94	67.45		67.55	0.000434	1.44	206.64	67.24	0.26
820	62.99	67.45		67.57	0.000477	1.52	195.96	61.26	0.27
840	63	67.46		67.58	0.00052	1.54	193.31	63.24	0.28
860	63	67.47		67.59	0.000586	1.54	193.39	67.29	0.29
880	63	67.47		67.6	0.000546	1.62	184.4	56.99	0.29
900	63	67.46		67.63	0.000803	1.82	163.91	56.73	0.34
920	63	67.44		67.66	0.001218	2.09	142.63	53.15	0.41
940	63	67.55		67.69	0.000733	1.68	177.17	64.16	0.32
960	63.95	67.58		67.7	0.000555	1.57	190.39	63.89	0.29
980	63.99	67.59		67.72	0.00058	1.54	193.05	69.53	0.3
1000	63.99	67.51	66.86	67.78	0.002201	2.31	129.32	69.46	0.54
1020	64	67.05	67.41	68.31	0.022152	4.96	60.19	59.18	1.57
1040	64.98	67.72	67.95	68.71	0.01621	4.41	67.66	62.07	1.35
1060	64.99	68.13	68.3	69.01	0.012848	4.15	71.82	61.04	1.22
1080	65	67.85	68.42	69.47	0.012069	5.64	52.89	26.27	1.27
1100	65.99	68.28	68.73	69.77	0.016684	5.41	55.13	36.91	1.41
1120	66	67.76	68.63	70.75	0.049507	7.65	38.97	35.59	2.34
1140	66	69.46	70.12	71.7	0.038993	6.63	45	42.59	2.06
1160	68	71.2	71.41	72.24	0.013238	4.52	65.98	49.82	1.25
1180	69.94	71.76	71.76	72.47	0.008004	3.75	79.57	55.56	1

Estudio Hidrológico – Hidráulico del Río María Henríquez

River Sta	FONDO	NAME	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Total	Flow Area	Top Width	Froude
1200	68.7	72.37	71.05	72.57	0.001057	2.01	148.54	54.22	0.39
1220	70	72.07	72.07	72.81	0.008317	3.82	78.17	52.71	1
1240	70	71.47	72.01	73.27	0.036056	5.95	50.1	53.36	1.96
1260	70	71.88	72.58	74.47	0.066924	7.13	41.85	54.73	2.6
1280	71	73.59	74.2	75.51	0.036965	6.13	48.62	49.26	1.97
1300	71	74.25	74.77	76.03	0.018667	5.91	50.47	31.17	1.48
1320	71	75.73	75.73	76.4	0.009536	3.63	82.21	65.51	1.03
1340	71	75.96		76.52	0.003662	3.33	89.54	39.81	0.71
1360	71	76.29		76.61	0.00225	2.48	120.43	59.33	0.56
1380	71	76.49		76.65	0.000901	1.77	168.37	69.68	0.36
1400	71.96	76.59		76.67	0.000332	1.25	238.15	77.09	0.23
1420	71.99	76.59		76.67	0.000333	1.24	240.06	77.15	0.22
1440	72	76.6		76.68	0.000369	1.3	228.8	75	0.24
1460	72	76.64		76.69	0.000197	1	298.05	90	0.18
1480	72	76.63		76.7	0.000381	1.22	244.1	90	0.24
1500	72	76.62		76.72	0.000562	1.37	218.38	90	0.28
1520	72.96	76.66		76.73	0.000347	1.18	252.03	90	0.23
1540	73	76.59		76.78	0.00122	1.93	154.9	70.62	0.42
1560	73.56	76.51		76.86	0.002886	2.64	113.11	61.85	0.62
1580	73.99	76.39	76.3	77.04	0.006962	3.58	83.31	54.33	0.92
1600	74	76.12	76.38	77.2	0.015923	4.6	64.79	54.83	1.35
1620	74	76.45	76.7	77.52	0.01571	4.57	65.27	54.95	1.34
1640	74	77	77	77.77	0.008346	3.88	76.91	50.82	1.01
1660	74.5	77.52		77.9	0.002766	2.7	110.31	54.27	0.61
1680	75	77.57		77.96	0.002927	2.74	108.67	54.71	0.62
1700	75	77.63	77.11	78.01	0.003045	2.75	108.54	56.59	0.63
1720	75	77.6	77.6	78.33	0.008415	3.78	78.95	55.21	1.01
1740	75	78.02	77.7	78.47	0.004403	2.98	99.98	61.15	0.75
1760	75.94	78.03	77.91	78.62	0.006342	3.39	88.04	59.13	0.89
1780	75.99	78.25		78.73	0.004476	3.07	97.16	57.63	0.75
1800	75.99	78.38	77.99	78.82	0.003782	2.93	101.93	56.93	0.7
1820	76	77.99	78.37	79.31	0.024009	5.1	58.53	58.17	1.62
1840	76	78.43	78.83	79.82	0.024945	5.21	57.2	55.78	1.64
1860	76	79.07	79.42	80.3	0.022093	4.93	60.54	59.6	1.56
1880	76	79.74	79.74	80.6	0.008289	4.09	72.85	43.32	1.01
1900	76	78.9	79.63	81.23	0.019145	6.76	44.15	23.7	1.58
1920	77	80	80.35	81.59	0.011367	5.59	53.34	25.64	1.24
1940	77	80.61	80.61	81.81	0.007184	4.85	61.52	25.78	1
1960	77	81.25		81.95	0.003505	3.71	80.33	29.01	0.71
1980	77	81.27		82.06	0.004314	3.94	75.77	29.25	0.78

River Sta	FONDO	NAME	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Total	Flow Area	Top Width	Froude
2000	77	81.9		82.15	0.001168	2.24	133.27	46.59	0.42
2020	77	81.84		82.22	0.002134	2.73	109.18	44.86	0.56
2040	77	81.89		82.26	0.001842	2.68	111.08	40.99	0.52
2060	77	81.83		82.35	0.002726	3.22	92.74	34.81	0.63
2080	77	82.12		82.42	0.001881	2.43	122.87	53.9	0.51
2100	77.92	82.19		82.46	0.001612	2.29	130	53.88	0.47
2120	77.96	82.22		82.5	0.001728	2.32	128.35	55.31	0.49
2140	77.99	82.15		82.59	0.003789	2.94	101.45	55.88	0.7
2160	78	82.48		82.66	0.000958	1.88	159.06	61.39	0.37
2180	78	82.42		82.72	0.00298	2.44	122.06	74.42	0.61
2200	78	82.65		82.77	0.00084	1.53	194.77	90	0.33
2220	78	82.72		82.79	0.000299	1.15	258.86	86.45	0.21
2240	78	82.76		82.79	0.000112	0.76	315.77	90	0.13
2260	78	82.72		82.82	0.000714	1.36	177.26	90	0.31
2280	78	82.68		82.86	0.000918	1.85	130.19	51.3	0.37
2300	78.9	82.63		82.92	0.001831	2.37	101.73	46.89	0.51

Fuente: Datos del proyecto, febrero de 2021.

Tabla 11: Resultados del Modelo Hidráulico Quebrada Bachiller

River Sta	Min Ch El	NAME	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Total	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(m)	1 en 50	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
0	78	82.79		82.79	0.000009	0.23	255.08	70	0.04
20	78	82.79		82.79	0.000014	0.26	220.49	70	0.05
40	78.68	82.79		82.79	0.000023	0.29	196.27	70	0.06
60	78	82.79		82.79	0.000019	0.28	206.65	70	0.05
80	78	82.79		82.79	0.000023	0.31	185.1	61.33	0.06
100	79	82.79		82.8	0.000044	0.42	135.83	48.03	0.08
120	80	82.78		82.8	0.000137	0.64	90.26	40.37	0.14
140	80	82.8		82.8	0.000054	0.39	147.96	70	0.09
160	79	82.8		82.81	0.00004	0.35	163.63	70	0.07
180	80.31	82.79		82.81	0.000214	0.62	92.53	62.03	0.16
200	80	82.8		82.82	0.00017	0.55	104.46	70	0.14
220	81	82.78		82.83	0.000925	0.98	58.47	60.74	0.32
240	81	82.79	82.19	82.86	0.00135	1.13	50.89	57.17	0.38
260	81.99	82.7	82.7	83.01	0.010784	2.47	23.28	37.87	1.01
280	81.39	83.01	82.5	83.1	0.00149	1.34	43.04	38.6	0.4
300	82	82.87	83.06	83.45	0.024989	3.36	17.13	33.43	1.5
320	82	83.21	83.54	84.1	0.031136	4.17	13.81	22.85	1.71
340	82.9	84.26	84.26	84.52	0.011454	2.25	25.53	49.75	1

Estudio Hidrológico – Hidráulico del Río María Henríquez

River Sta	Min Ch El	NAME	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Total	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
360	82.96	84.38	84.25	84.71	0.00645	2.55	22.62	23.95	0.84
380	82.99	84.28	84.44	84.91	0.015887	3.53	16.32	21.01	1.28
400	83	84.6	84.75	85.22	0.015493	3.5	16.44	20.91	1.26
420	83.46	84.83	85.06	85.61	0.019019	3.93	14.65	18.27	1.4
440	83.94	85.1	85.42	86.11	0.024251	4.43	12.98	16.18	1.58
460	83.97	85.84	85.84	86.42	0.00892	3.37	17.07	14.73	1
480	83.93	86.26	86.02	86.59	0.005886	2.55	22.59	21.44	0.79
500	84.96	86.37	86.26	86.73	0.00703	2.65	21.7	22.62	0.86
520	84.99	86.71		86.83	0.00234	1.53	37.62	39.46	0.5
540	85	86.7	86.57	86.94	0.006637	2.2	26.22	35.79	0.82
560	85.97	86.87	86.87	87.18	0.010649	2.48	23.17	37.61	1.01
580	85.99	86.82	87.01	87.42	0.026448	3.42	16.84	33.39	1.54
600	86	87.47	87.47	87.79	0.011701	2.48	23.18	38.56	1.02
620	86.33	87.8	87.26	87.87	0.001173	1.15	50.15	48.09	0.36
640	87	87.66	87.8	88.12	0.025012	3.02	19.06	43.86	1.46
660	87	88.12	88.24	88.58	0.02034	2.99	19.22	38.34	1.35
680	87	88.6	88.6	88.89	0.011519	2.39	24.1	43.49	1.02
700	87.98	88.9	88.6	89	0.002601	1.41	40.94	53.54	0.51
720	88	88.9	89.09	89.52	0.024382	3.49	16.48	29.73	1.5
740	88	89.52	89.52	89.86	0.010414	2.58	22.32	33.05	1
760	88.67	89.83		90	0.004115	1.85	31.18	37.76	0.65
780	88	89.97	89.37	90.05	0.001406	1.26	45.77	42.34	0.39
800	89.24	90.41	90.7	91.33	0.039767	4.25	13.55	26.12	1.88
820	89.94	90.99	91.32	92.01	0.027091	4.49	12.83	17.01	1.65
840	89.99	91.49	91.83	92.53	0.024513	4.52	12.74	15.26	1.58
860	90.91	92.35	92.4	92.89	0.010675	3.27	17.59	18.51	1.07
880	90.99	92.19	92.6	93.46	0.034305	4.98	11.55	15.49	1.84
900	91.98	92.97	93.35	94.2	0.039535	4.91	11.71	18.12	1.95
920	92.83	94.24	94.24	94.64	0.010361	2.8	20.57	26.11	1.01
940	92.99	94.62	94.12	94.75	0.001942	1.54	37.33	34.45	0.47
960	93	94.71		94.78	0.001229	1.17	49.34	48.31	0.37
980	92.98	94.76	94.14	94.8	0.000801	0.96	59.68	56.62	0.3
1000	94	94.67	94.92	95.5	0.02951	4.04	14.26	23.67	1.66
1020	94.58	95.24	95.59	96.51	0.070272	4.99	11.53	27.02	2.44
1040	94.98	96.19	96.53	97.29	0.02408	4.64	12.41	14.08	1.58
1060	95.26	96.62	97.02	97.87	0.0297	4.96	11.61	14.14	1.75
1080	96	97.47	97.69	98.34	0.016123	4.13	13.95	14.01	1.32
1100	96.81	97.72	98.1	98.91	0.037586	4.82	11.95	18.36	1.91
1120	97	98.01	98.61	100.1	0.058129	6.4	9	12.38	2.4
1140	97.97	99.02	99.67	101.24	0.052068	6.6	8.72	10.01	2.26

Estudio Hidrológico – Hidráulico del Río María Henríquez

River Sta	Min Ch El	NAME	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Total	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
1160	98.99	100.5	101.02	102.18	0.038447	5.75	10.01	11.25	1.95
1180	100	101.5	101.87	102.77	0.020202	4.98	11.55	9.81	1.47
1200	100	101.69	102.21	103.36	0.027553	5.73	10.05	8.58	1.69
1220	100.99	102.97	102.97	103.75	0.009376	3.9	14.76	9.55	1
1240	101	102.54	103.01	104.05	0.026726	5.46	10.55	9.72	1.67
1260	101.65	103.59	103.75	104.47	0.012561	4.15	13.85	10.69	1.17
1280	101.99	103.23	103.83	105.24	0.044479	6.28	9.16	10.02	2.1
1300	103	104.1	104.71	106.12	0.043772	6.3	9.14	9.84	2.09
1320	103.39	105.84	105.84	106.6	0.009393	3.85	14.94	9.83	1
1340	103.99	105.22	105.82	107.17	0.043635	6.18	9.31	10.64	2.11
1360	105	107	107	107.64	0.00896	3.54	16.27	12.82	1
1380	105	106.67	107.21	108.12	0.027643	5.32	10.82	10.73	1.69
1400	105.95	107.89	107.89	108.5	0.009414	3.45	16.67	13.96	1.01
1420	106	108.42	107.63	108.61	0.001794	1.93	29.89	17.52	0.47
1440	106.96	108.83	108.84	109.52	0.009071	3.68	15.64	11.48	1.01
1460	107	108.71	109.07	109.77	0.022668	4.55	12.64	13.87	1.52
1480	108	109.33	109.62	110.25	0.023735	4.25	13.56	17.7	1.55
1500	109	110.3	110.3	110.62	0.010559	2.49	23.16	36.99	1
1520	109.07	110.61	110.28	110.73	0.002595	1.55	37.2	40.96	0.52
1540	107.96	110.74	110.17	111.44	0.055491	6.28	9.17	11.25	2.22
1560	110	110.77	111.22	112.98	0.103806	6.6	8.73	17.93	3.02
1580	110.74	112.18	112.83	114.25	0.041866	6.37	9.03	9.33	2.07
1600	111.97	114.15	114.15	114.74	0.009124	3.41	16.88	14.21	1
1620	111.98	114.54		114.89	0.004749	2.61	22.03	17.24	0.74
1640	112	114.8	113.93	114.96	0.001659	1.79	32.12	20.01	0.45
1660	112.96	114.64	114.85	115.52	0.014837	4.16	13.84	12.54	1.26
1680	113	114.84	115.14	115.91	0.018484	4.58	12.57	11.66	1.41
1700	113.99	115.64	115.64	116.21	0.009082	3.36	17.13	14.92	1
1720	114	116.13	115.6	116.34	0.002738	2.01	28.64	22.56	0.57
1740	114.92	116	116.21	116.71	0.023137	3.74	15.38	23.98	1.49
1760	115.38	116.42	116.68	117.26	0.02774	4.05	14.23	22.65	1.63
1780	115.59	116.88	117.13	117.74	0.020205	4.1	14.03	16.94	1.44
1800	116.84	117.73	117.73	118.07	0.010427	2.57	22.43	34.01	1.01
1820	114.63	118.07		118.13	0.000731	1.07	53.93	39.26	0.29
1840	114.29	118.1	116.47	118.14	0.000536	0.96	59.67	40.47	0.25
1860	117.99	119.05	119.28	119.86	0.022023	3.99	14.44	19.63	1.48
1880	118	119.44	119.68	120.27	0.018357	4.04	14.25	16.25	1.38
1900	118.87	120.26	120.26	120.59	0.010332	2.54	22.63	34.27	1
1920	118.99	119.83	120.17	120.94	0.037304	4.67	12.32	19.64	1.88
1940	119	121.08	121.08	121.39	0.011226	2.47	23.29	38.1	1.01

River Sta	Min Ch El	NAME	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Total	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
1960	119.1	121.39		121.47	0.001161	1.23	46.83	39.05	0.36
1980	119.83	121.35		121.54	0.005046	1.94	29.74	38.34	0.7
2000	120	121.53	120.88	121.59	0.001035	1.14	50.34	44.29	0.34
2020	120.9	121.68	121.97	122.6	0.038131	4.24	13.59	25.79	1.86
2040	121.18	122.64	122.64	123	0.010011	2.67	21.57	29.66	1
2060	121.39	123.01		123.07	0.00079	1.12	51.38	37.32	0.3
2080	121.32	122.94	122.91	123.15	0.006306	2.05	28.03	39.13	0.77
2100	121.06	123.14	123.02	123.23	0.001934	1.34	42.88	46.42	0.45
2120	122.75	124	124	124.19	0.008585	1.93	29.83	59.76	0.87
2140	122	123.86	124.07	124.66	0.020005	3.95	14.58	17.15	1.37
2160	122.99	124.3	124.55	125.08	0.022329	3.93	14.66	20.26	1.47
2180	123	124.45	124.88	125.77	0.031399	5.09	11.3	13.57	1.78
2200	123.96	125.66	125.66	126.16	0.00917	3.14	18.34	18.24	1
2220	124	126.18		126.3	0.00294	1.5	38.39	49.64	0.54
2240	124	126.21		126.35	0.002014	1.67	34.44	28.44	0.48
2260	124	126.34		126.38	0.000361	0.88	65.76	38.24	0.21
2280	124	126.37		126.39	0.000196	0.57	100.52	70	0.15
2300	123.94	126.37		126.39	0.000214	0.69	84	48.06	0.17
2320	123.62	126.37		126.4	0.000384	0.71	81.45	70	0.21
2340	124	126.31		126.45	0.00233	1.6	35.88	35.56	0.51
2360	124	126.4		126.49	0.001614	1.33	43.23	42.89	0.42
2380	124.07	126.43		126.52	0.001481	1.32	43.61	41.11	0.41

Fuente: Datos del proyecto, febrero de 2021.

Tabla 12: Resultados del Modelo Hidráulico Quebrada María Henríquez

River Sta	Min Ch El	NAME	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Total	Flow Area	Top Width
	(m)		(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)
0	59	63.96		63.96	0.000006	0.16	131.14	41.64
20	58.99	63.96		63.96	0.000004	0.15	140.55	38.48
40	62	63.94	62.95	63.98	0.000496	0.85	25.13	20.12
60	62.4	63.94	63.94	64.31	0.010554	2.71	7.85	10.45
80	62.97	64.13	64.1	64.52	0.009353	2.75	7.72	9.29
100	62.39	64.55		64.56	0.000098	0.41	52.08	35.39
120	63	64.54		64.57	0.00032	0.66	32.28	27.26
140	63	64.56		64.57	0.0001	0.42	50.75	33.89
160	63	64.54		64.58	0.000573	0.88	24.03	19.91
180	63	64.58		64.59	0.00013	0.41	51.35	44.66
200	63	64.58	63.71	64.6	0.000512	0.63	33.93	42.77
220	63	64.12	64.48	65.2	0.033296	4.58	4.64	6.44

River Sta	Min Ch El	NAME	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Total	Flow Area	Top Width
240	63.93	65.19	65.19	65.6	0.010094	2.84	7.49	9.11
260	63.93	65.64		65.65	0.000283	0.6	35.29	31.15
280	64	65.6		65.69	0.002441	1.36	15.67	20.44
300	64	65.67		65.73	0.001594	1.13	18.88	23.5
320	64	65.73		65.74	0.000131	0.47	45.09	31.17
340	64	65.72	65.63	65.76	0.000889	0.8	26.74	34.74
360	64	65.74	65.29	65.78	0.001165	0.9	23.72	33.03
380	64.34	66.02	65.65	66.11	0.029084	3.13	6.79	15.97
400	65	66.11	66.11	66.45	0.010539	2.59	8.2	12.08
420	65	66.34		66.62	0.006476	2.35	9.05	10.44
440	65	66.49	66.41	66.76	0.007634	2.29	9.29	12.69
460	65.57	66.79	66.32	66.82	0.000787	0.78	27.3	34.62
480	65	66.56	66.56	66.98	0.010729	2.84	7.48	9.28
500	65.95	67.02		67.05	0.000721	0.78	27.16	32.89
520	65	67.05	66.18	67.06	0.000278	0.51	41.73	47.03
540	66.03	67.23	67.33	67.65	0.020669	2.87	7.4	15.46
560	66	67.71	67.71	67.97	0.011899	2.25	9.45	18.67
580	66	67.97		68.08	0.002578	1.47	14.48	17.28
600	66.92	68.05		68.13	0.002743	1.29	16.47	25.25
620	66.97	68.13		68.17	0.000761	0.81	26.2	30.97
640	66.93	68.15		68.18	0.000984	0.82	25.8	36.59
660	66.97	68.16	67.62	68.21	0.00135	0.97	21.85	30.15
680	67.97	68.84	69.09	69.6	0.028888	3.88	5.49	9.44
700	68	69.52	69.52	69.96	0.010422	2.95	7.2	8.25
720	68	69.01	69.53	70.76	0.062608	5.86	3.63	5.72
740	69.48	70.84	70.84	71.31	0.010225	3.03	7.02	7.52
760	69.97	71.34	70.67	71.39	0.000897	0.99	21.44	21.3
780	69.95	71.58	71.58	71.63	0.001186	0.98	21.59	25.52
800	70.88	71.91	72.29	73.06	0.038702	4.75	4.48	6.84
820	71.49	73.03	73.03	73.49	0.010482	2.99	7.1	7.89
840	71.96	72.96	73.27	73.95	0.03096	4.4	4.83	7
860	72.28	72.9	73.34	76.03	0.32247	7.83	2.72	10.02
880	74.72	76.45	76.45	76.91	0.010719	2.99	7.12	7.83
900	74.57	76.92		76.99	0.000768	1.12	19.01	13.27
920	74.97	76.92		77.01	0.001258	1.32	16.09	12.8
940	75	76.92	76.35	77.06	0.002595	1.66	12.81	12.03
960	75.91	77.11	77.11	77.55	0.010134	2.93	7.26	8.32
980	75.99	76.93	77.29	78.08	0.041457	4.75	4.48	7.22
1000	76.4	78.05	78.05	78.52	0.010355	3.03	7.02	7.5
1020	77	77.94	78.22	78.82	0.033343	4.16	5.12	8.81

River Sta	Min Ch El	NAME	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Total	Flow Area	Top Width
1040	77.95	78.77	78.94	79.38	0.02143	3.47	6.12	9.87
1060	78.84	79.32	79.57	80.18	0.074622	4.09	5.2	17.22
1080	78.84	80.27	80.27	80.66	0.010324	2.76	7.7	9.85
1100	79	80.69	79.58	80.72	0.00031	0.67	31.6	24.74
1120	79.94	80.76	80.76	81.06	0.010871	2.41	8.82	15.08
1140	79.99	81.04	80.89	81.22	0.005515	1.88	11.33	16.9
1160	80	81.17	81.12	81.37	0.009016	2	10.65	20.9
1180	80	80.96	81.2	81.63	0.042234	3.62	5.87	14.94
1200	80.95	81.59	81.94	82.79	0.060457	4.86	4.37	9.4
1220	81.89	82.94	82.94	83.29	0.010297	2.61	8.13	11.7
1240	81.99	82.81	83.13	83.8	0.043337	4.4	4.83	9.35
1260	82.94	83.86	83.92	84.29	0.01305	2.9	7.33	10.73
1280	82.99	83.62	84.03	85.2	0.10456	5.56	3.82	10.17
1300	85	85.5	86.01	87.73	0.131015	6.61	3.22	7.73
1320	87.86	88.44	89.02	92.54	0.402144	8.97	2.37	8.4
1340	96.03	96.93	96.81	97.66	0.160246	4.64	4.58	22
1360	97.19	98.07	98.07	98.32	0.011373	2.21	9.62	19.52
1360.47	97.15	98.19	98.03	98.33	0.004906	1.66	12.78	21.14

Fuente: Datos del proyecto, febrero de 2021.

5. CONCLUSIONES

Los modelos hidráulicos realizados en este estudio han considerado las lluvias con mayor intensidad para los períodos de retorno de 1:10,1:20,1:50 y 1:100 años, las secciones del Río y las Quebradas se han modelado de acuerdo a la condición actual del cauce para poder estimar los niveles seguros de terracería establecidos en las tablas 7, 8, 9 aclaramos que estos niveles son los mínimos para salvaguardar las futuras edificaciones, los cuales deben ser respetados por el promotor al momento del desarrollo del proyecto.

El nivel de la terracería recomendado en cada caso se realizó para una elevación de 1.50 metros sobre el nivel de aguas máxima, el cual debe cumplirse para no comprometer las futuras edificaciones ante una inundación.

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda al promotor la limpieza periódica de los cauces de las quebradas María Henríquez, Bachiller, así como en el Río María Henríquez, con el propósito de mantener el cauce libre de obstáculos que puedan incrementar el riesgo de inundaciones dentro del proyecto.

El mantenimiento del cauce o si deciden realizar la canalización de alguna de las quebradas o el Río, se deberá solicitar autorización al Ministerio de Ambiente para realizar obras en cauce, al igual que al Ministerio de Obras Públicas.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Ministerio de Obras Públicas. **Manual de Requisitos para la Revisión de Planos**. 2ª Edición Revisada, 2003.
2. **Empresa de Transmisión Eléctrica, S. A. Gerencia de Hidrometeorología**. Resumen Técnico. Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá. Período 1971-2006. Septiembre 2008.

ANEXO 1

CÁLCULOS HIDROLÓGICOS

CAUDALES

METODO DE CRECIDAS MAXIMAS DE ETESA

1. Area de drenaje: $A = 10.76 \text{ km}^2$
2. Zona que pertenece la Cuenca del mapa figura 73: Zona 3
3. Caudal Maximo Promedio cuadro 7 pag 93:

Zona 3, Ecuacion

2: $Q_{\text{máx}} = 25 * A^{0.59}$

$$Q_{\text{máx}} = 25 * (10.76)^{0.59} = 101.557 \text{ m}^3/\text{s}$$

4. Caudal Maximo Instantaneo para periodos de recurrencia 10 ,20, 50 y 100 años

(usando el cuadro 6 y la tabla #1 para la zona 3)

$$Q_{\text{max-i}} = Q_{\text{máx}} * (\text{factor tabla\#1})$$

Para 10 Años: $Q_{\text{max-10}} = 101.557 * 1.66 = 168.584 \text{ m}^3/\text{s}$

Para 20 Años $Q_{\text{max-20}} = 101.557 * 1.96 = 199.051 \text{ m}^3/\text{s}$

Para 50 Años: $Q_{\text{max-50}} = 101.557 * 2.37 = 240.690 \text{ m}^3/\text{s}$

Para 100 Años: $Q_{\text{max-100}} = 101.557 * 2.68 = 272.172 \text{ m}^3/\text{s}$

Cuadro Resumen

Tr, años	Tabla #2	Q _{máx-i} (m ³ /s)
10	1.66	168.584
20	1.96	199.051
50	2.37	240.690
100	2.68	272.172

**Cálculo de Caudal Hidrológico
Mediante el Método Racional**

Proyecto: GONZALILLO

Lugar: QUEBRADA MARÍA HENRIQUEZ

Área de la cuenca (A)= 56.00 Ha

Longitud del cauce (L)= 1.360 km

Coefficiente de escorrentía (C)= 0.90

Pendientes S= 1.07 %

Tiempo de concentración (t)= 28.90 min

Período de retorno = 1:10 años

Intensidad de lluvia ($i=(323/(36+28.90))$)= 126.42 mm/hr

Caudal (Q)= $0.90 * 126.42 * 56.00 / 360 =$ 17.70 m³/s

Período de retorno = 1:20 años

Intensidad de lluvia ($i=(357/(37+28.90))$)= 137.60 mm/hr

Caudal (Q)= $0.90 * 137.60 * 56.00 / 360 =$ 19.26 m³/s

Período de retorno = 1:50 años

Intensidad de lluvia ($i=(370/(33+28.90))$)= 151.83 mm/hr

Caudal (Q)= $0.90 * 151.83 * 56.00 / 360 =$ 21.26 m³/s

Período de retorno = 1:100 años

Intensidad de lluvia ($i=(445/(37+28.90))$)= 171.52 mm/hr

Caudal (Q)= $0.90 * 171.52 * 56.00 / 360 =$ 24.01 m³/s

**Cálculo de Caudal Hidrológico
Mediante el Método Racional**

Proyecto: GONZALILLO

Lugar: QUEBRADA BACHILLER

Área de la cuenca (A)= 185.78 Ha

Longitud del cauce (L)= 3.005 km

Coeficiente de escorrentía (C)= 0.90

Pendientes S= 1.88 %

Tiempo de concentración (t)= 42.83 min

Período de retorno = 1:10 años

Intensidad de lluvia ($i=(323/(36+42.83))$)= 104.07 mm/hr

Caudal (Q)= $0.90 * 104.07 * 185.78 / 360 =$ 48.34 m³/s

Período de retorno = 1:20 años

Intensidad de lluvia ($i=(357/(37+42.83))$)= 113.59 mm/hr

Caudal (Q)= $0.90 * 113.59 * 185.78 / 360 =$ 52.76 m³/s

Período de retorno = 1:50 años

Intensidad de lluvia ($i=(370/(33+42.83))$)= 123.93 mm/hr

Caudal (Q)= $0.90 * 123.93 * 185.78 / 360 =$ 57.56 m³/s

Período de retorno = 1:100 años

Intensidad de lluvia ($i=(445/(37+42.83))$)= 141.59 mm/hr

Caudal (Q)= $0.90 * 141.59 * 185.78 / 360 =$ 65.76 m³/s

Cuadro 6: Factores para diferentes periodos de retorno en años

<i>Factores $Q_{m\acute{a}x.}/Q_{prom.m\acute{a}x}$ para distintos Tr.</i>				
<i>Tr, años</i>	<i>Tabla # 1</i>	<i>Tabla # 2</i>	<i>Tabla # 3</i>	<i>Tabla # 4</i>
1.005	0.28	0.29	0.3	0.34
1.05	0.43	0.44	0.45	0.49
1.25	0.62	0.63	0.64	0.67
2	0.92	0.93	0.92	0.93
5	1.36	1.35	1.32	1.30
10	1.66	1.64	1.6	1.55
20	1.96	1.94	1.88	1.78
50	2.37	2.32	2.24	2.10
100	2.68	2.64	2.53	2.33
1,000	3.81	3.71	3.53	3.14
10,000	5.05	5.48	4.6	4.00

Cuadro 7

Zona	Número de ecuación	Ecuación	Distribución de frecuencia
1	1	$Q_{m\acute{a}x} = 34A^{0.59}$	Tabla # 1
2	1	$Q_{m\acute{a}x} = 34A^{0.59}$	Tabla # 3
3	2	$Q_{m\acute{a}x} = 25A^{0.59}$	Tabla # 1
4	2	$Q_{m\acute{a}x} = 25A^{0.59}$	Tabla # 4
5	3	$Q_{m\acute{a}x} = 14A^{0.59}$	Tabla # 1
6	3	$Q_{m\acute{a}x} = 14A^{0.59}$	Tabla # 2
7	4	$Q_{m\acute{a}x} = 9A^{0.59}$	Tabla # 3
8	5	$Q_{m\acute{a}x} = 4.5A^{0.59}$	Tabla # 3
9	2	$Q_{m\acute{a}x} = 25A^{0.59}$	Tabla # 3

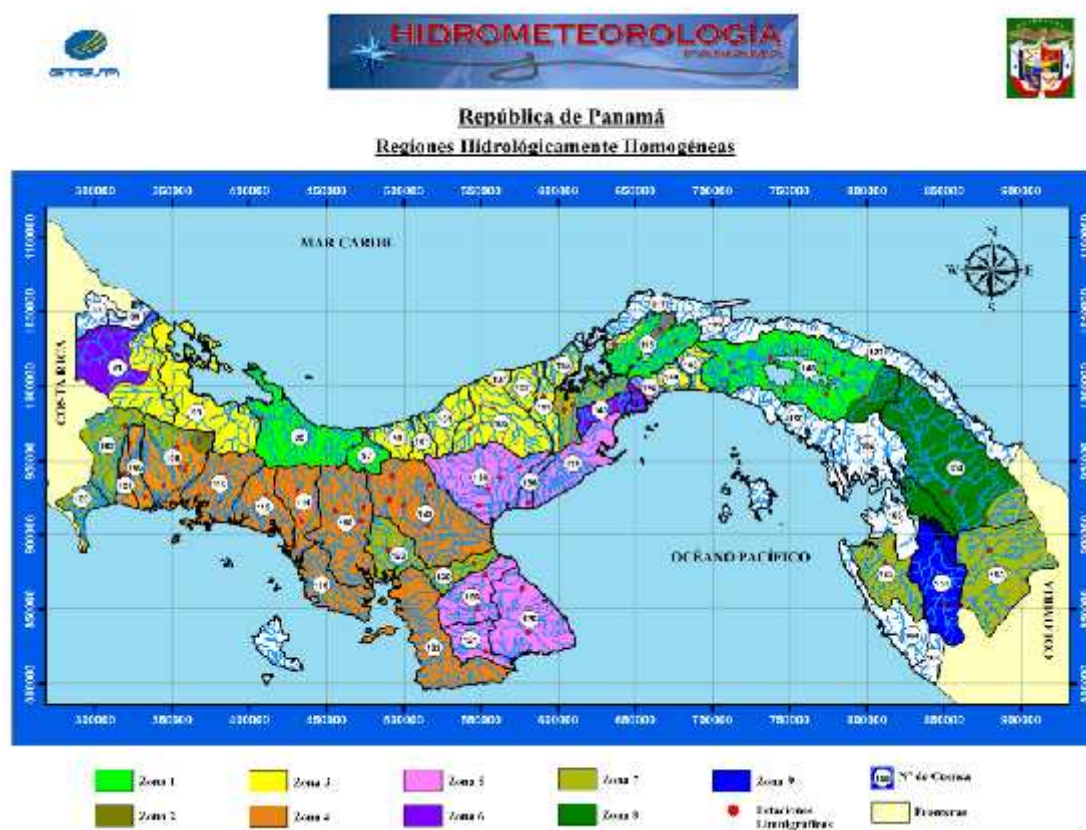


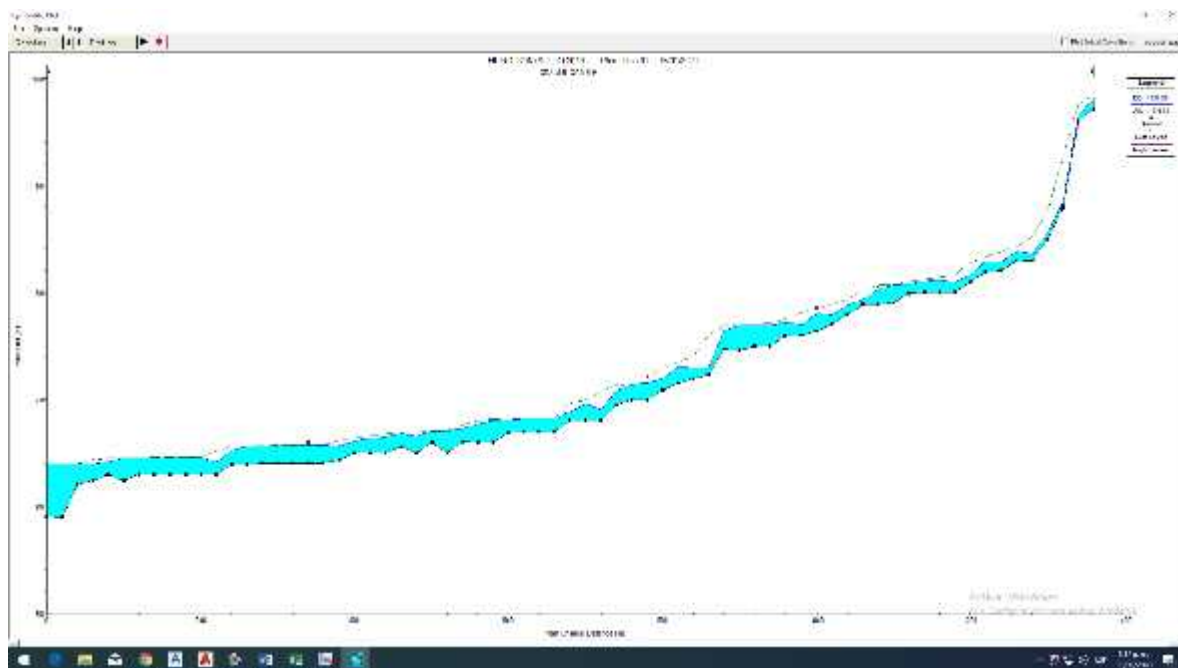
Fig. 73

ANEXO 2

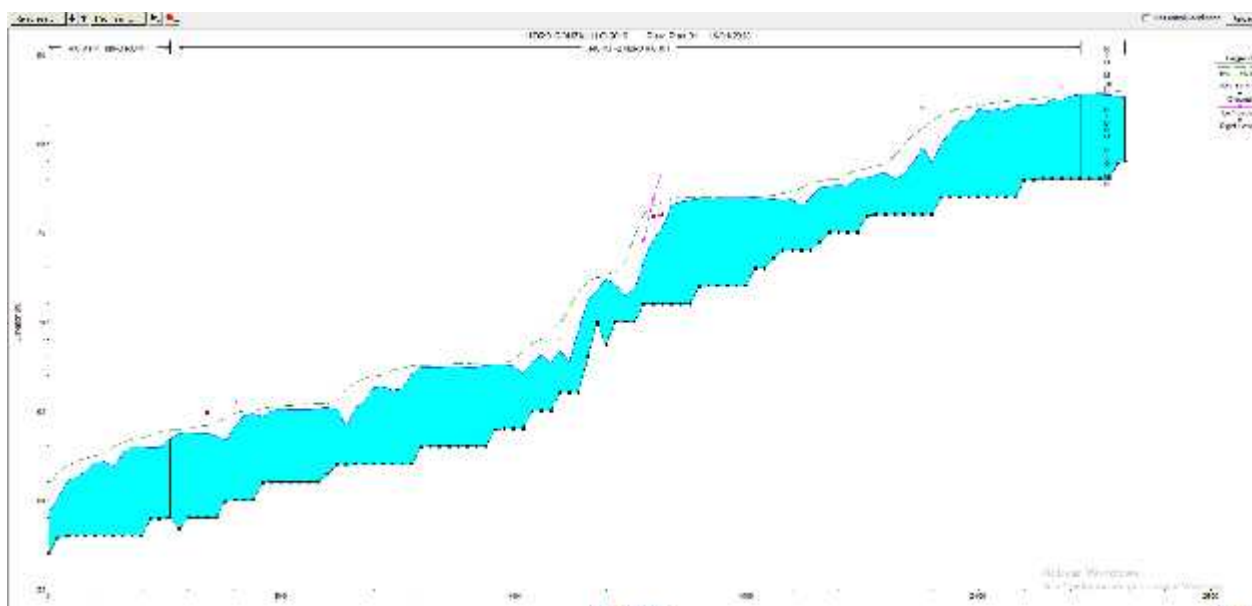
RESULTADOS DEL

MODELO HIDRÁULICO

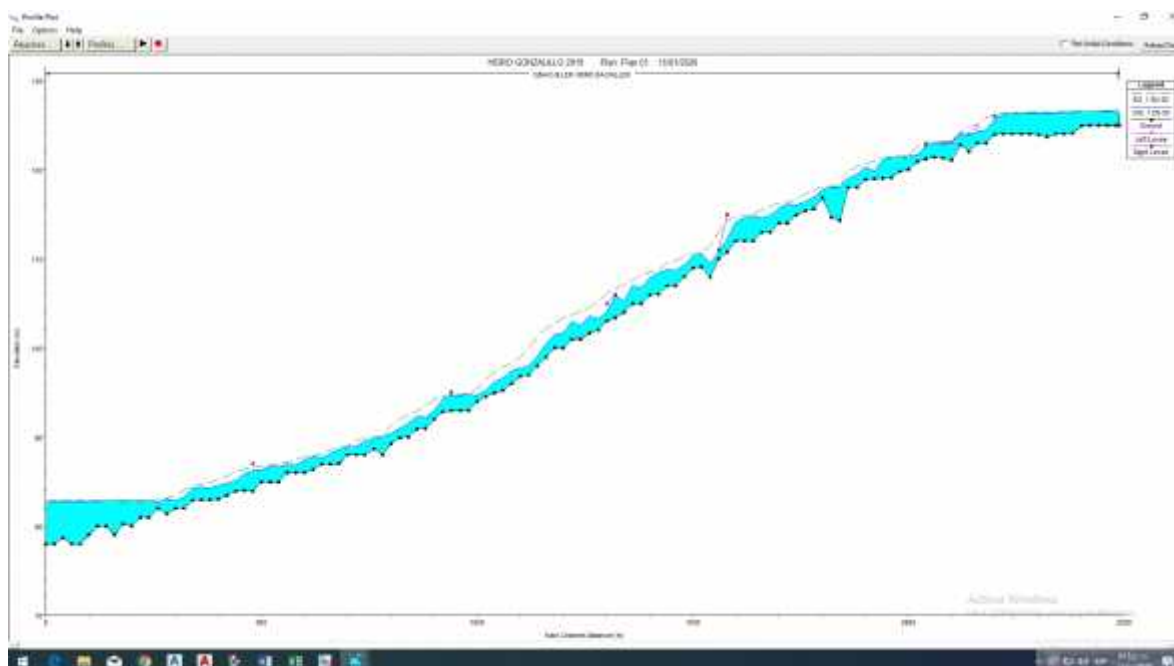
PERFIL DE NIVEL MAXIMO DE AGUA EN EL RÍO MARÍA HENRÍQUEZ
PERIODO DE RETORNO DE 1 EN 50 AÑOS



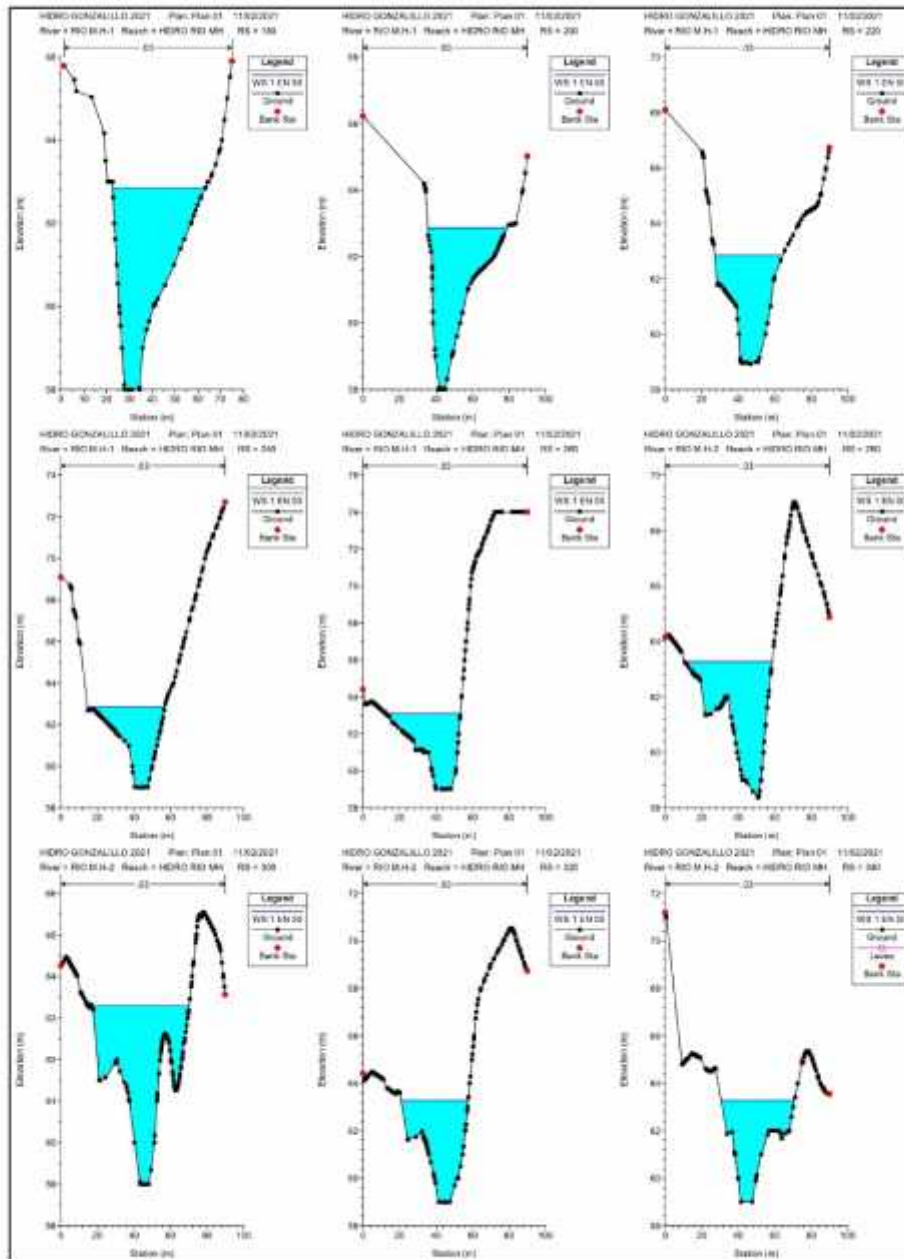
PERFIL DE NIVEL MAXIMO DE AGUA EN LA QUEBRADA MARÍA HENRÍQUEZ
PERIODO DE RETORNO DE 1 EN 50 AÑOS

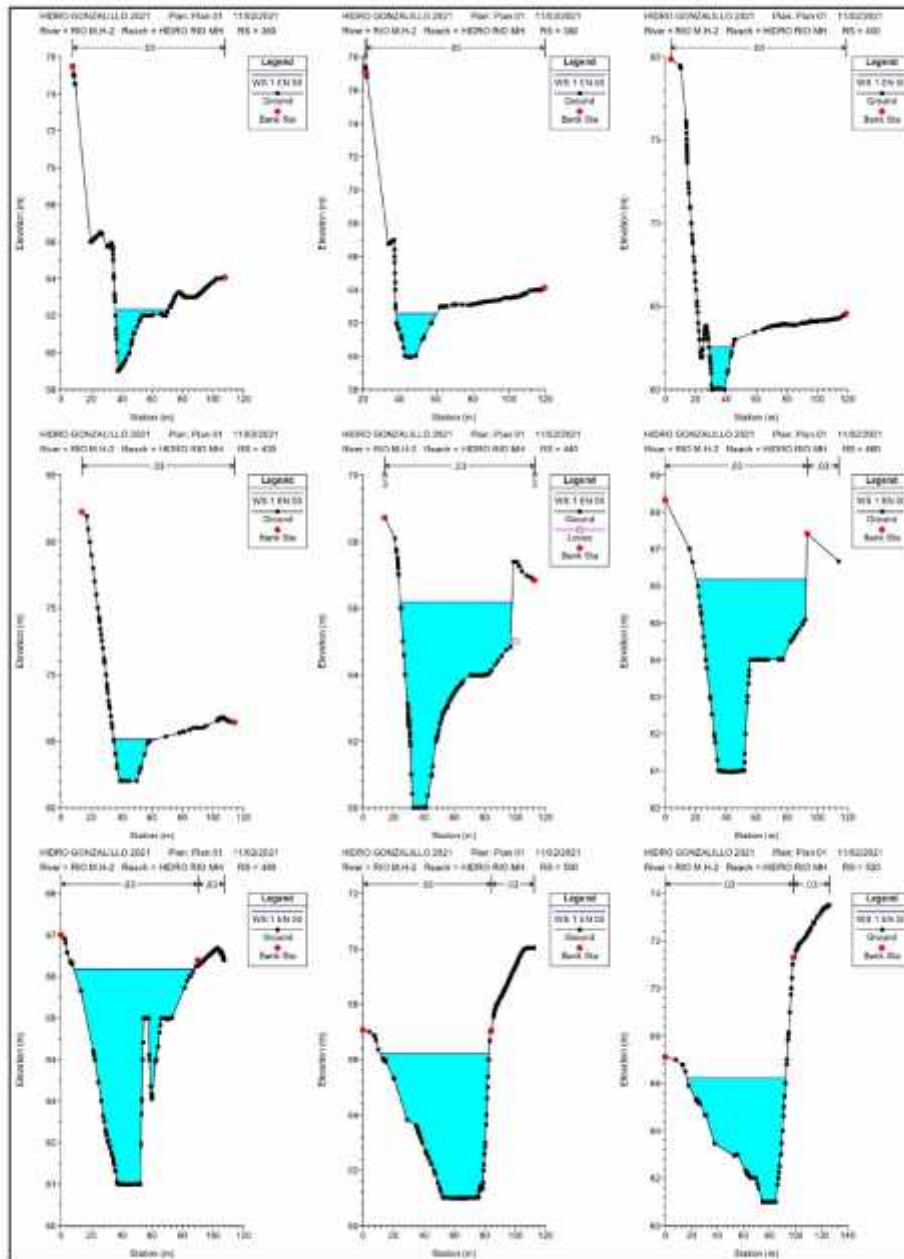


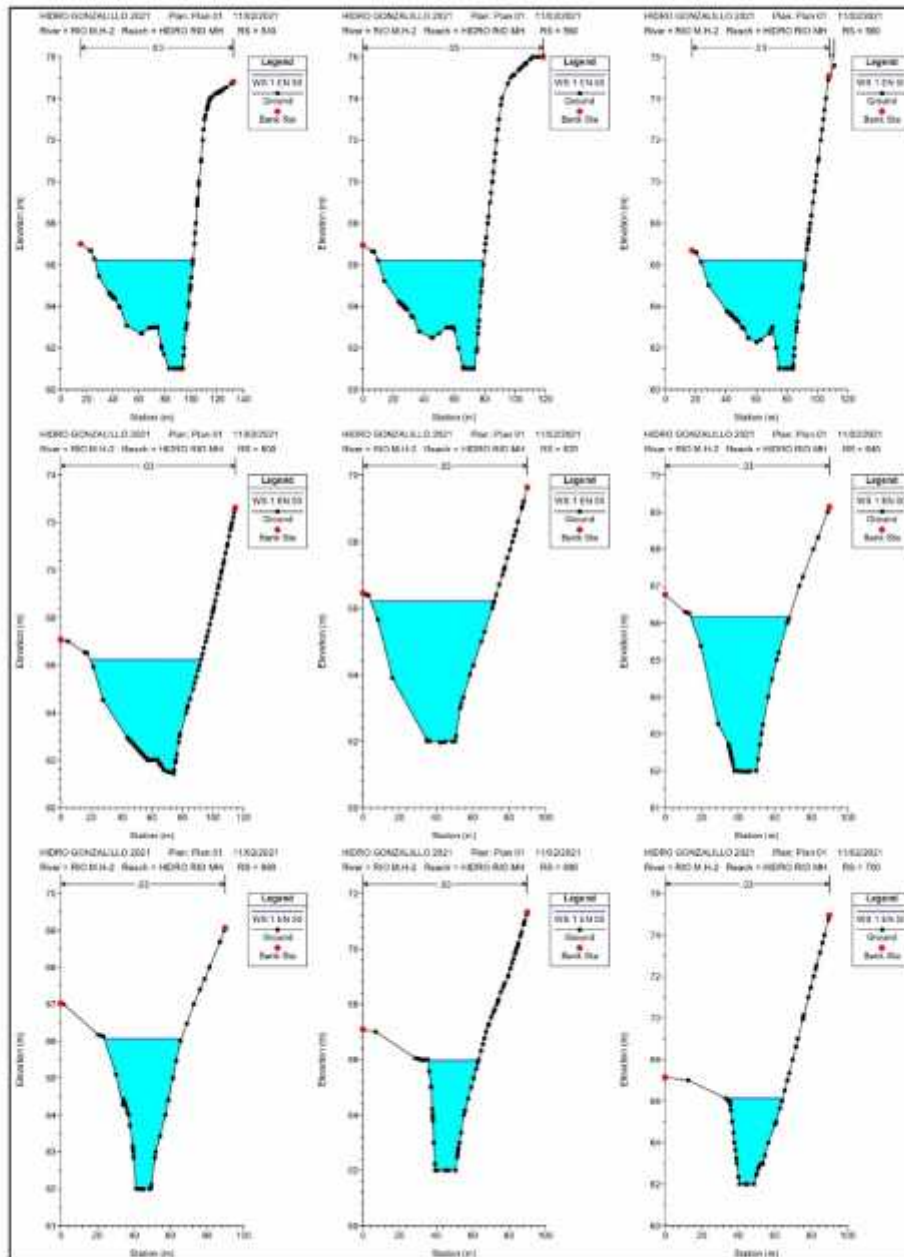
PERFIL DE NIVEL MAXIMO DE AGUA EN LA QUEBRADA MARÍA HENRÍQUEZ
RÍODO DE RETORNO DE 1 EN 50 AÑOS

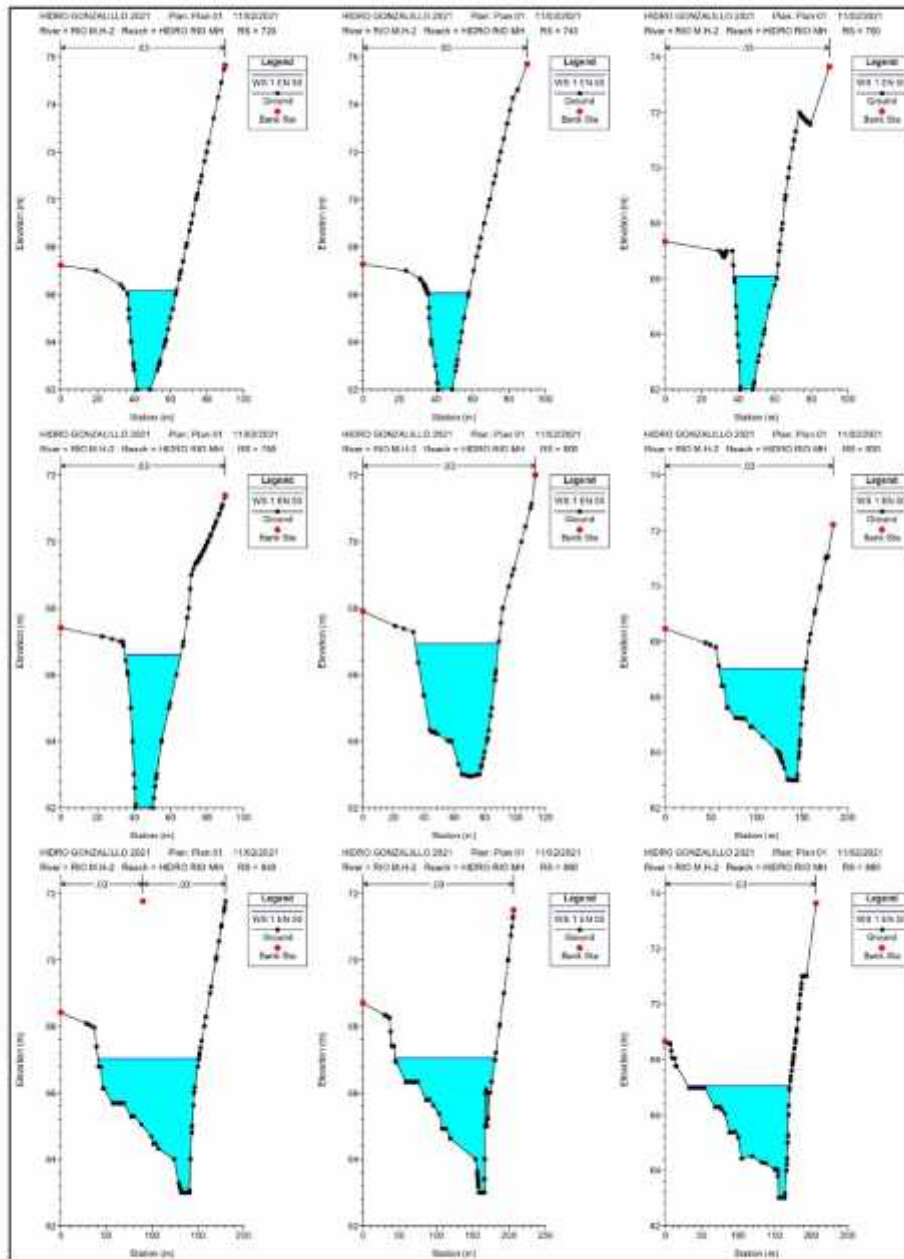


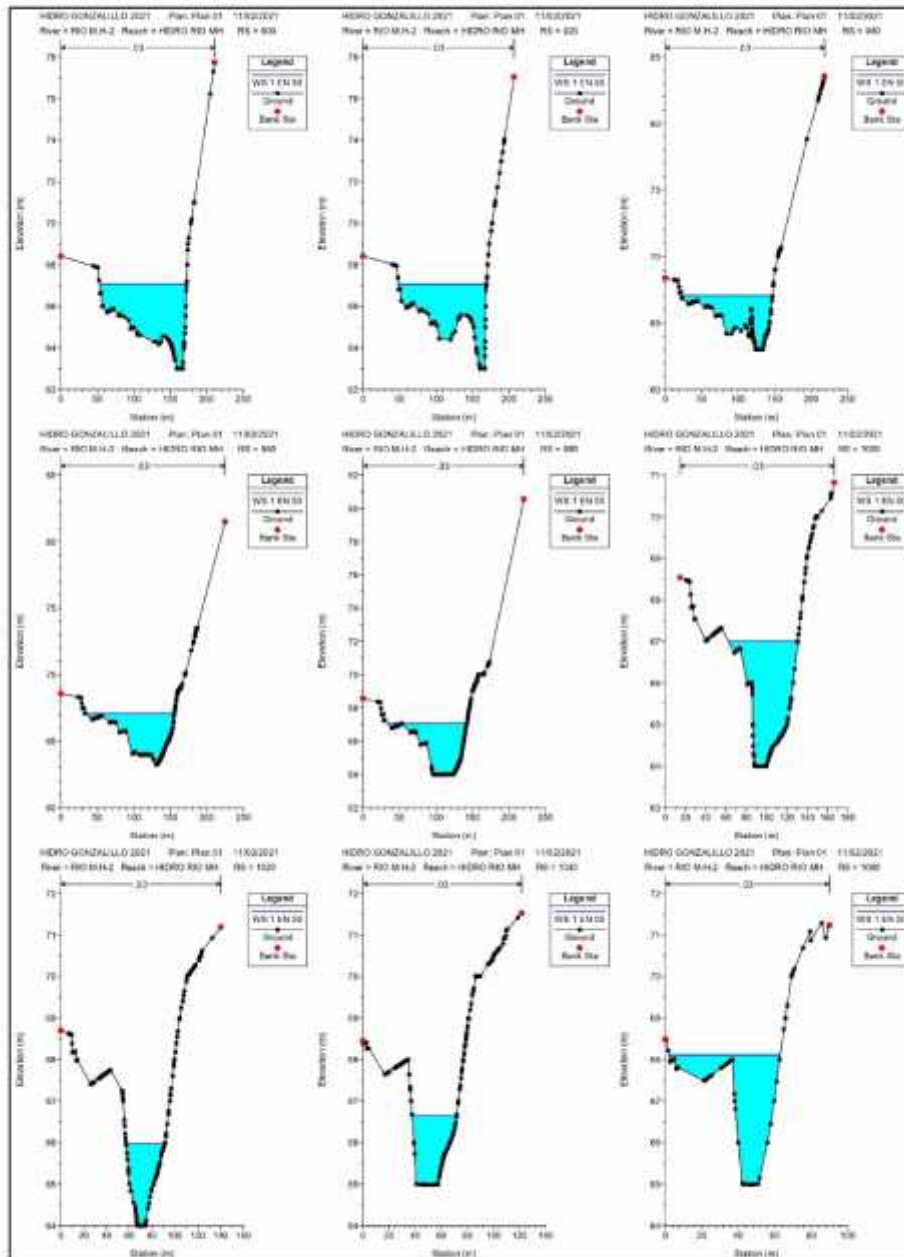
ANEXO 3
SECCIONES
RIO MARÍA HENRIQUEZ
MODELO HIDRÁULICO

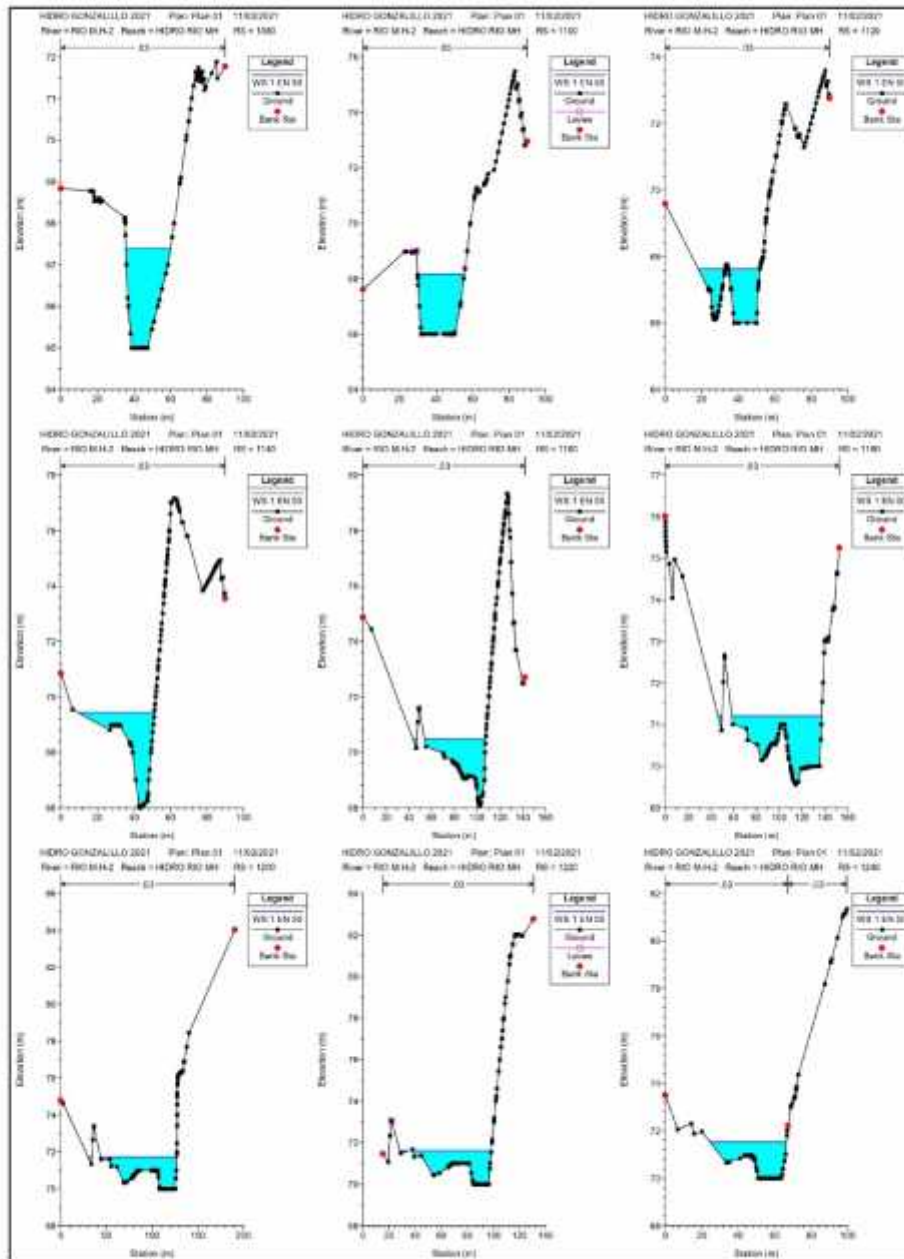


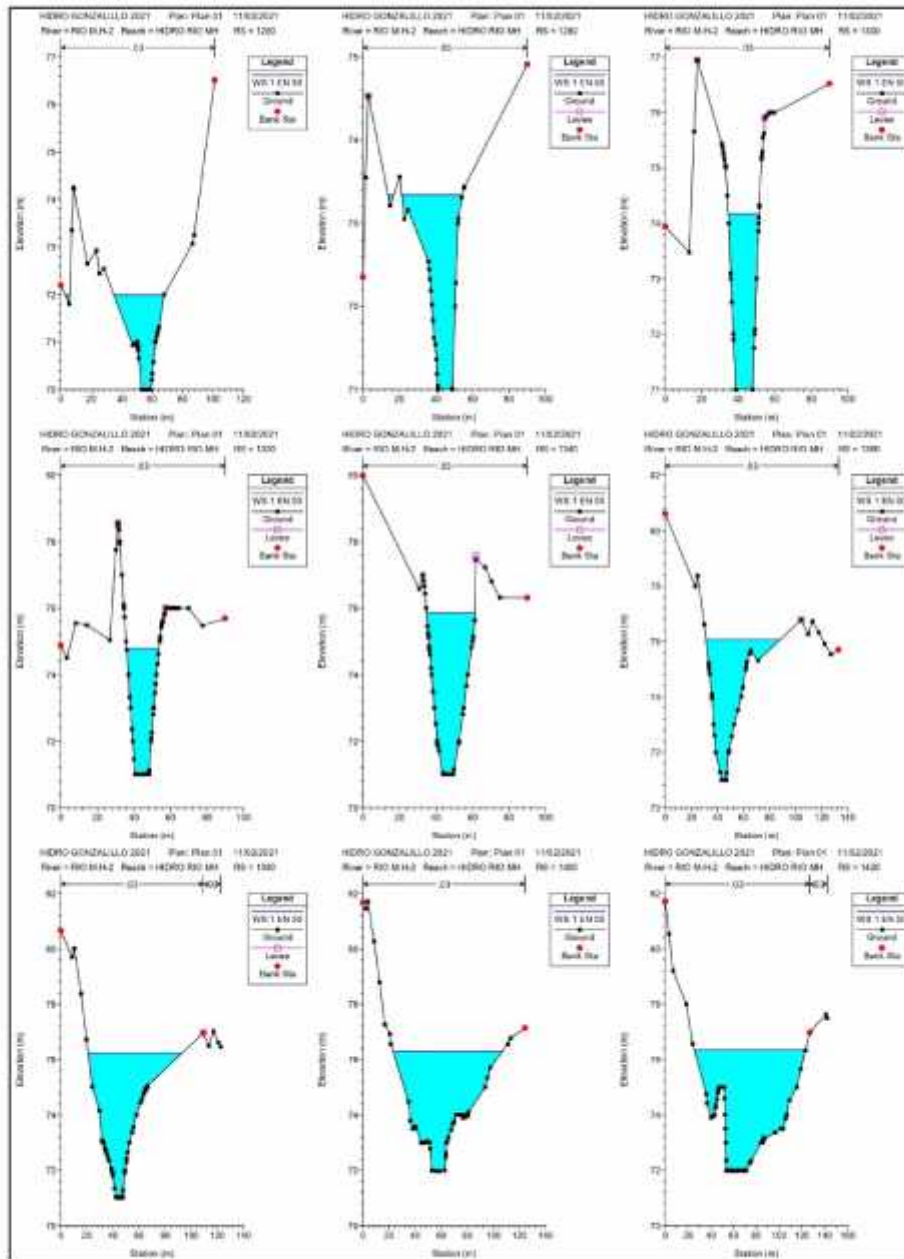


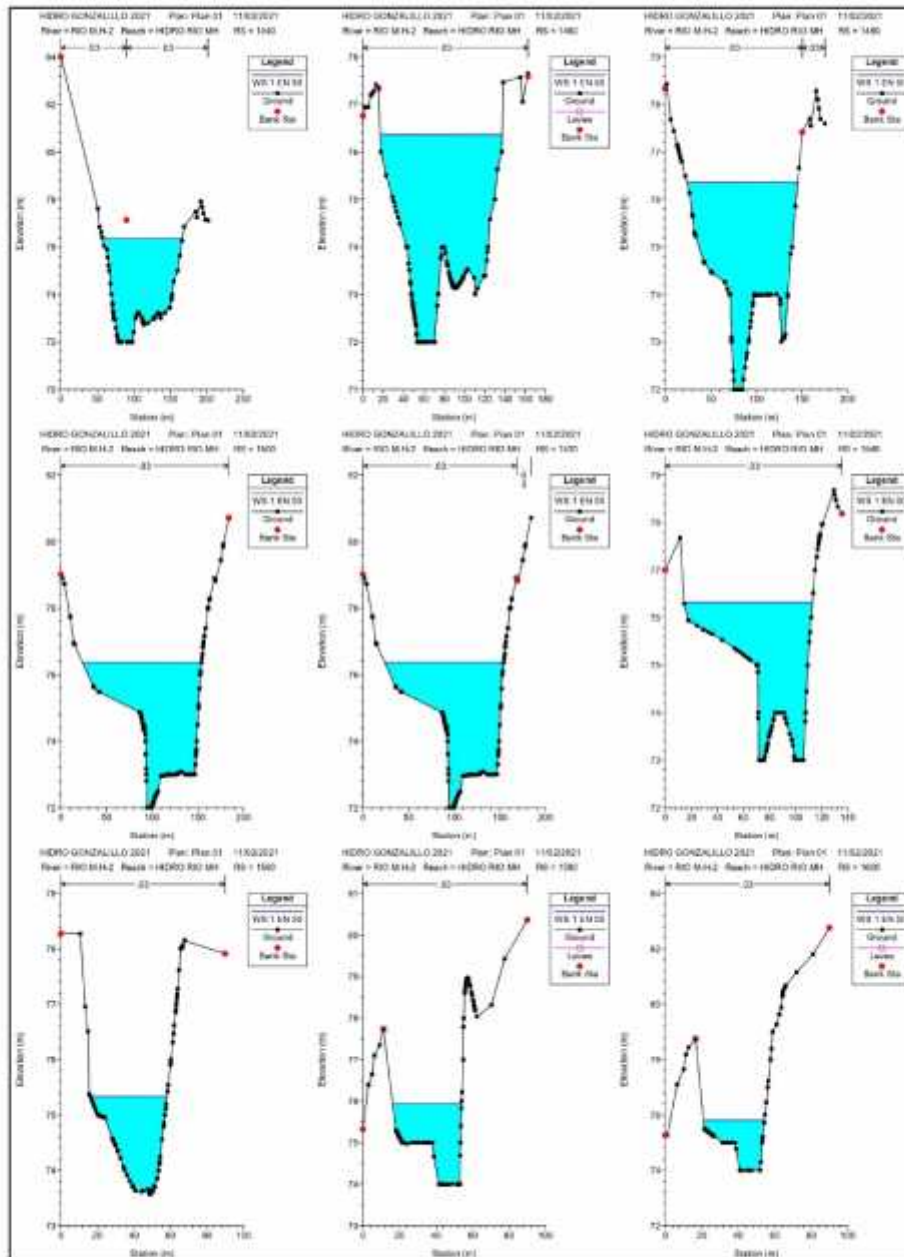


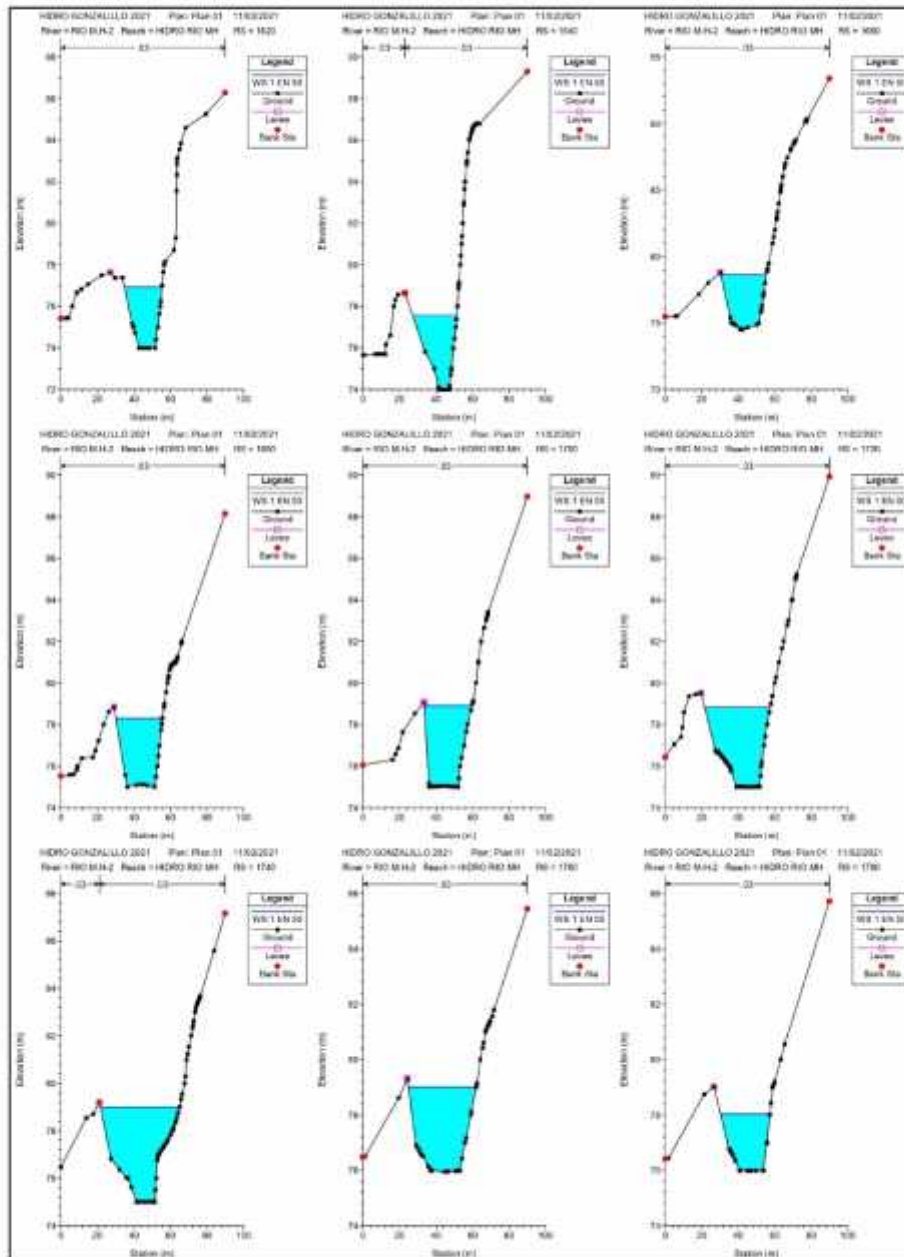


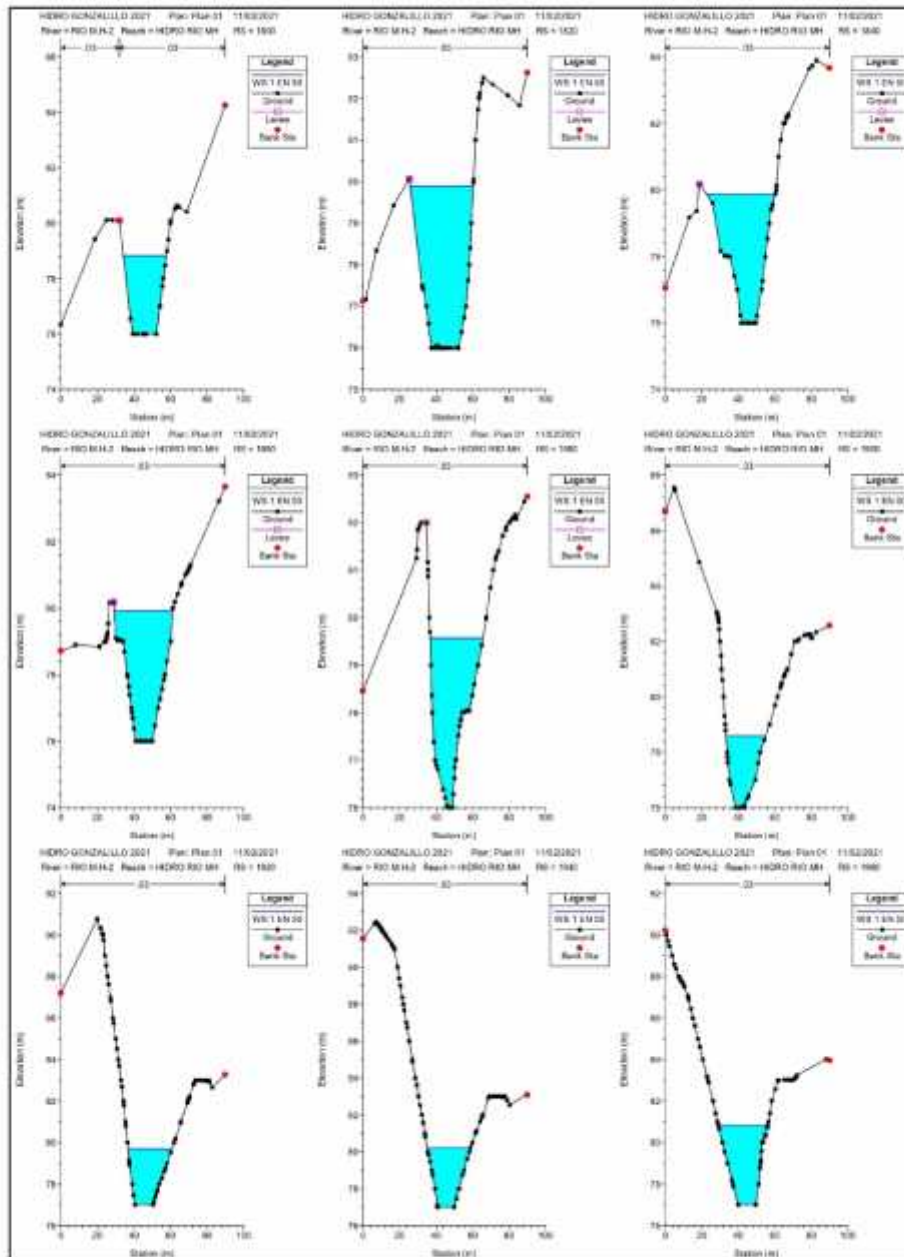


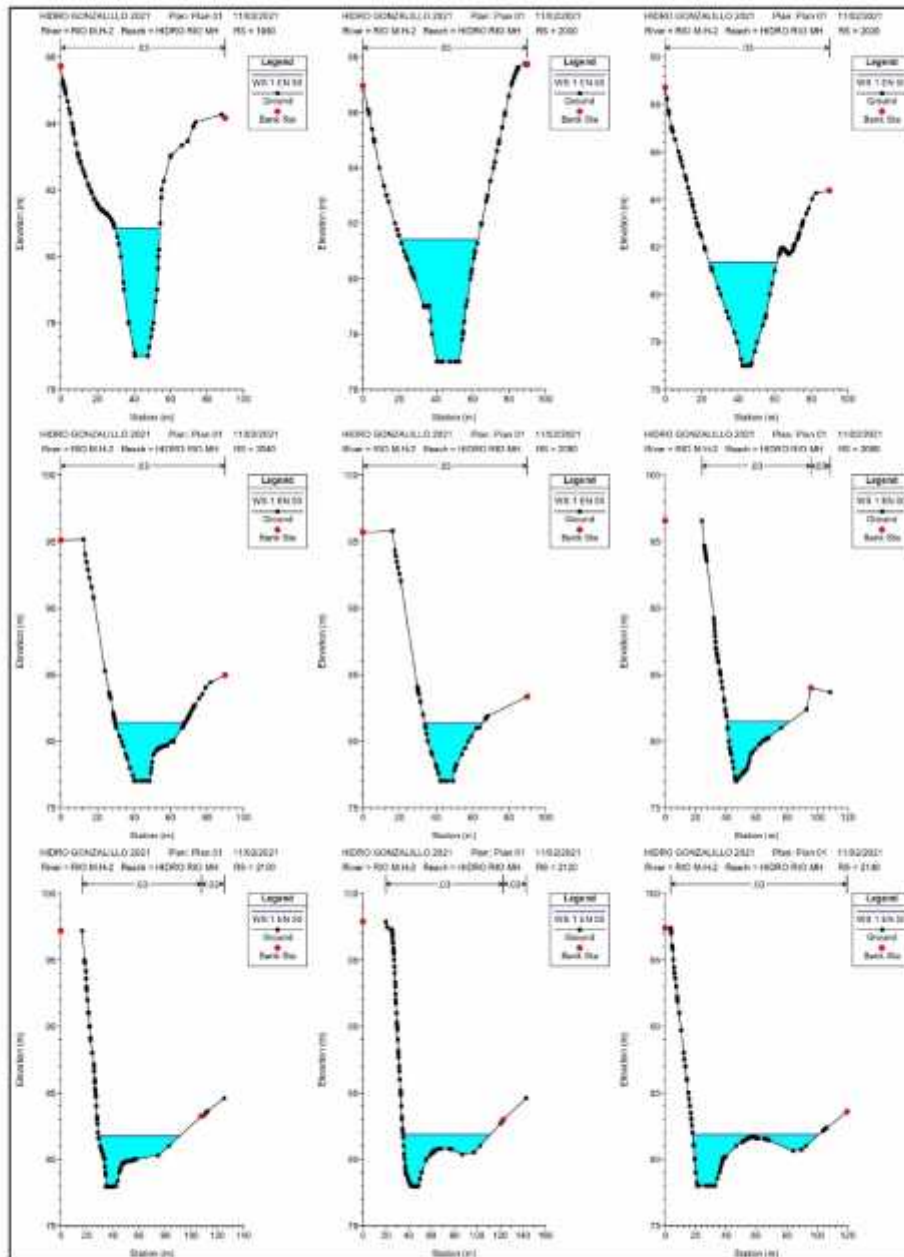


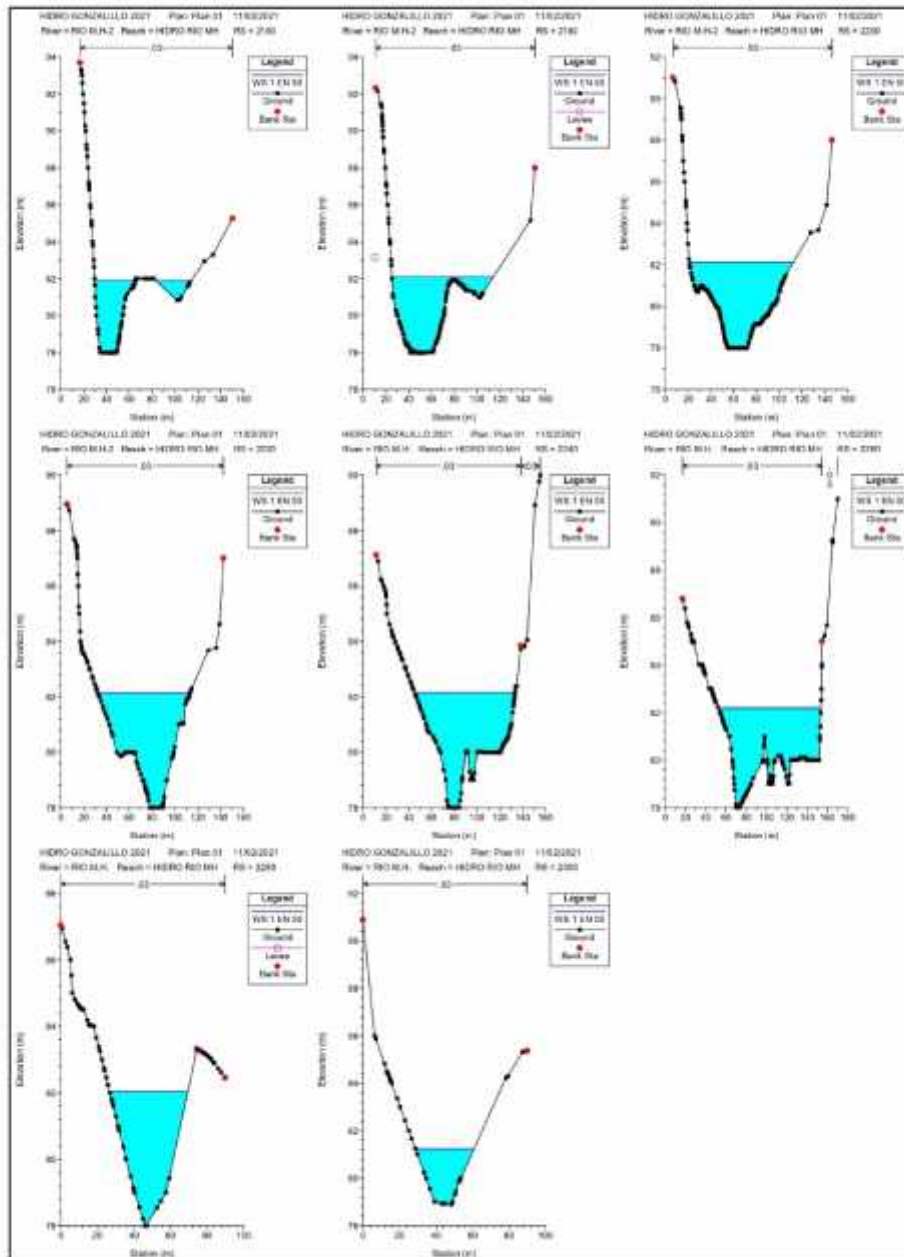




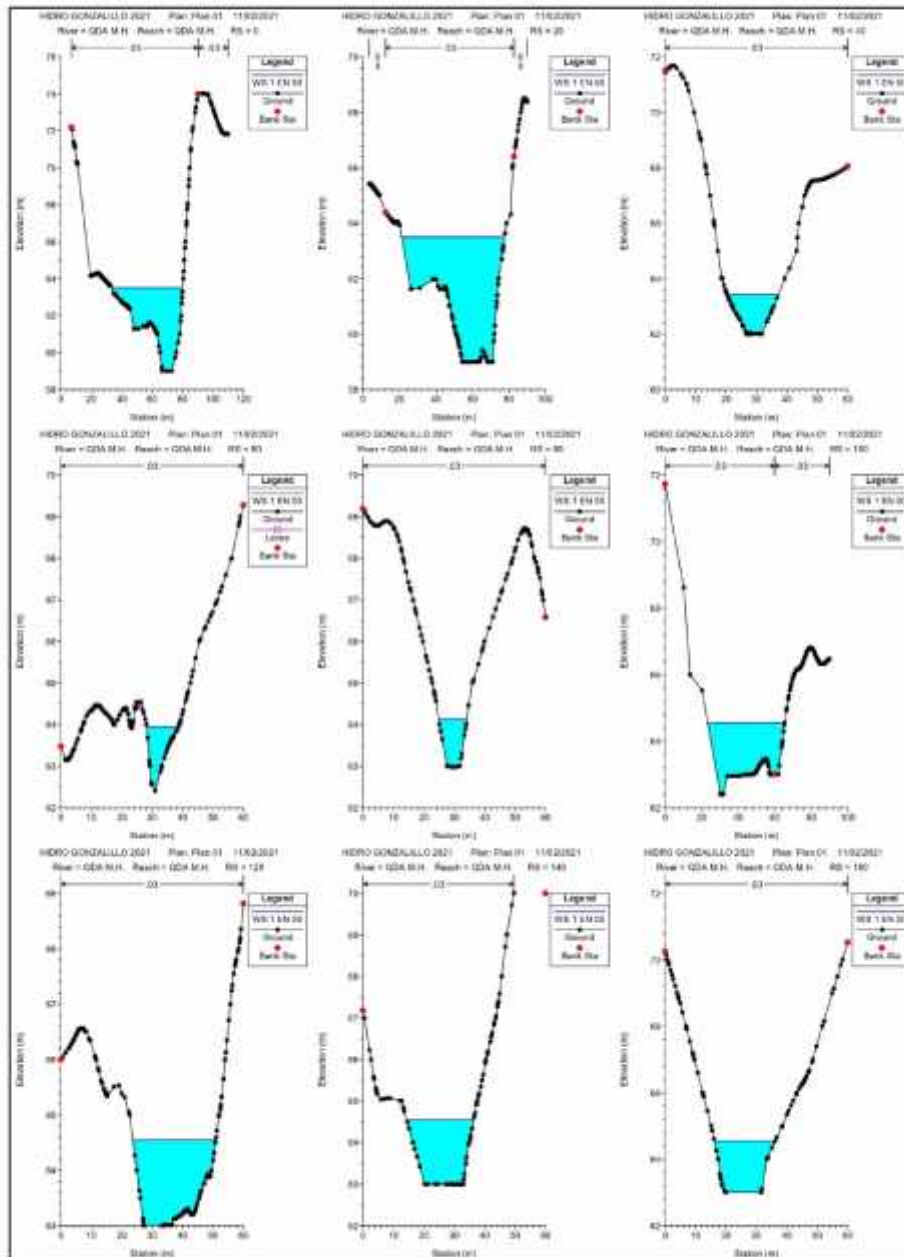


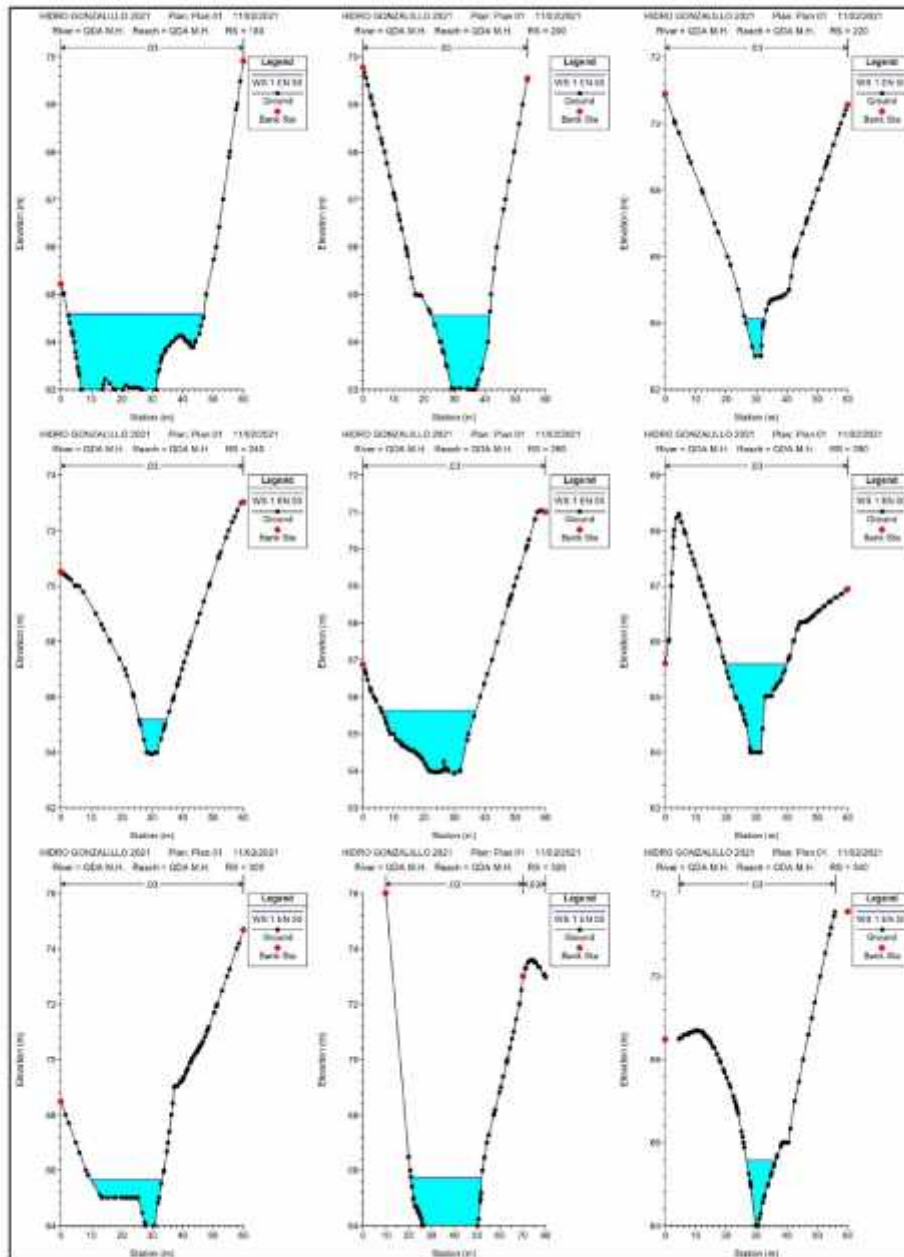


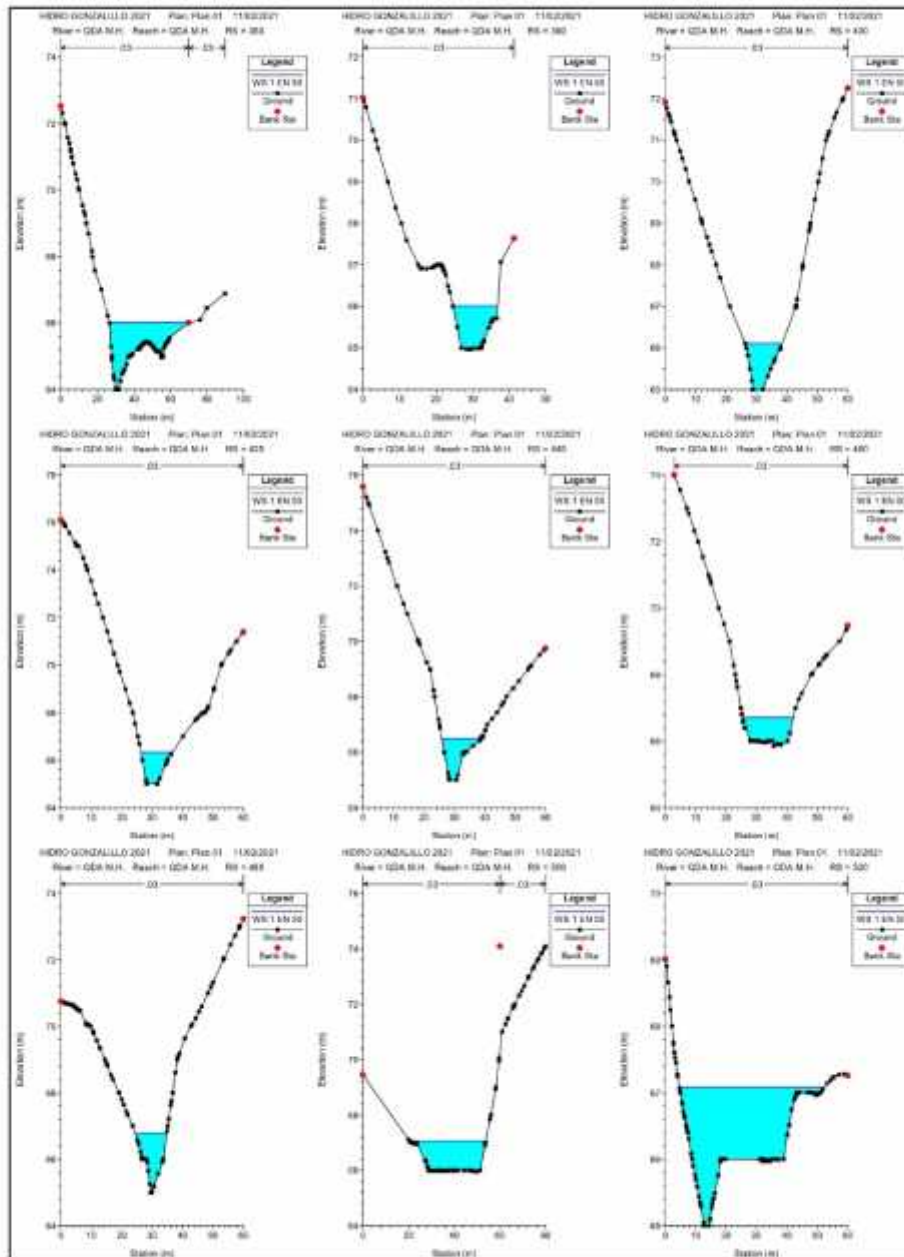


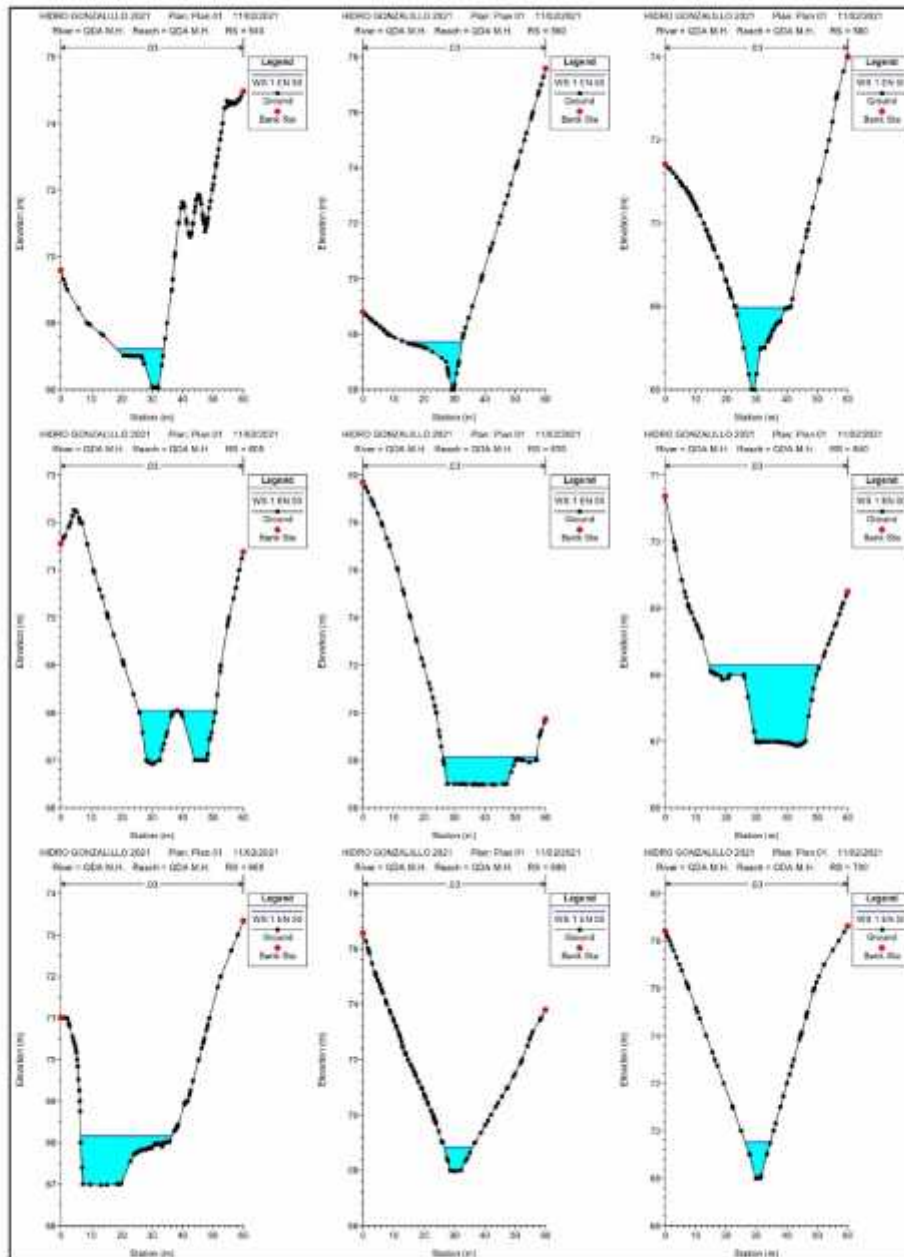


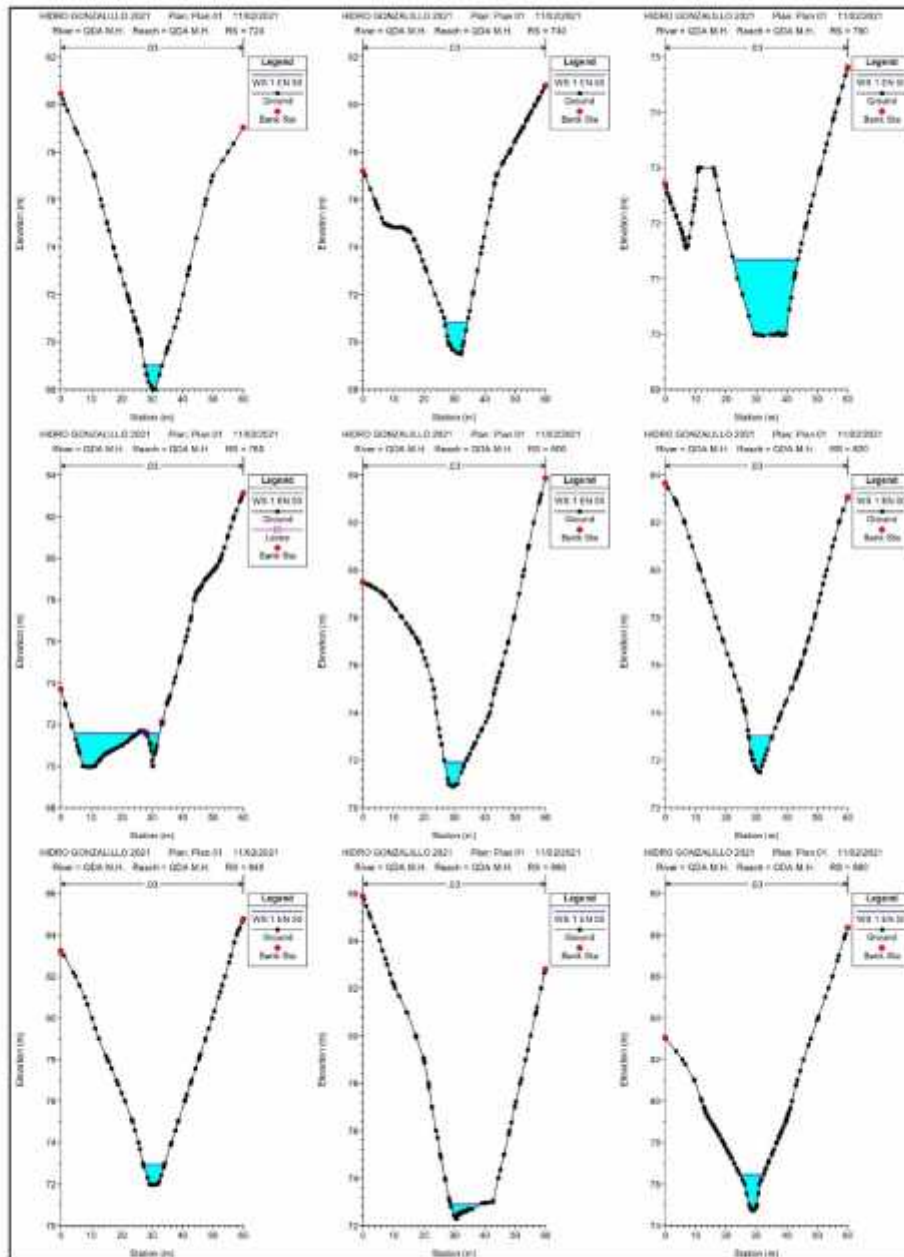
ANEXO 4
SECCIONES
QUEBRADA MARÍA HENRIQUEZ
MODELO HIDRÁULICO

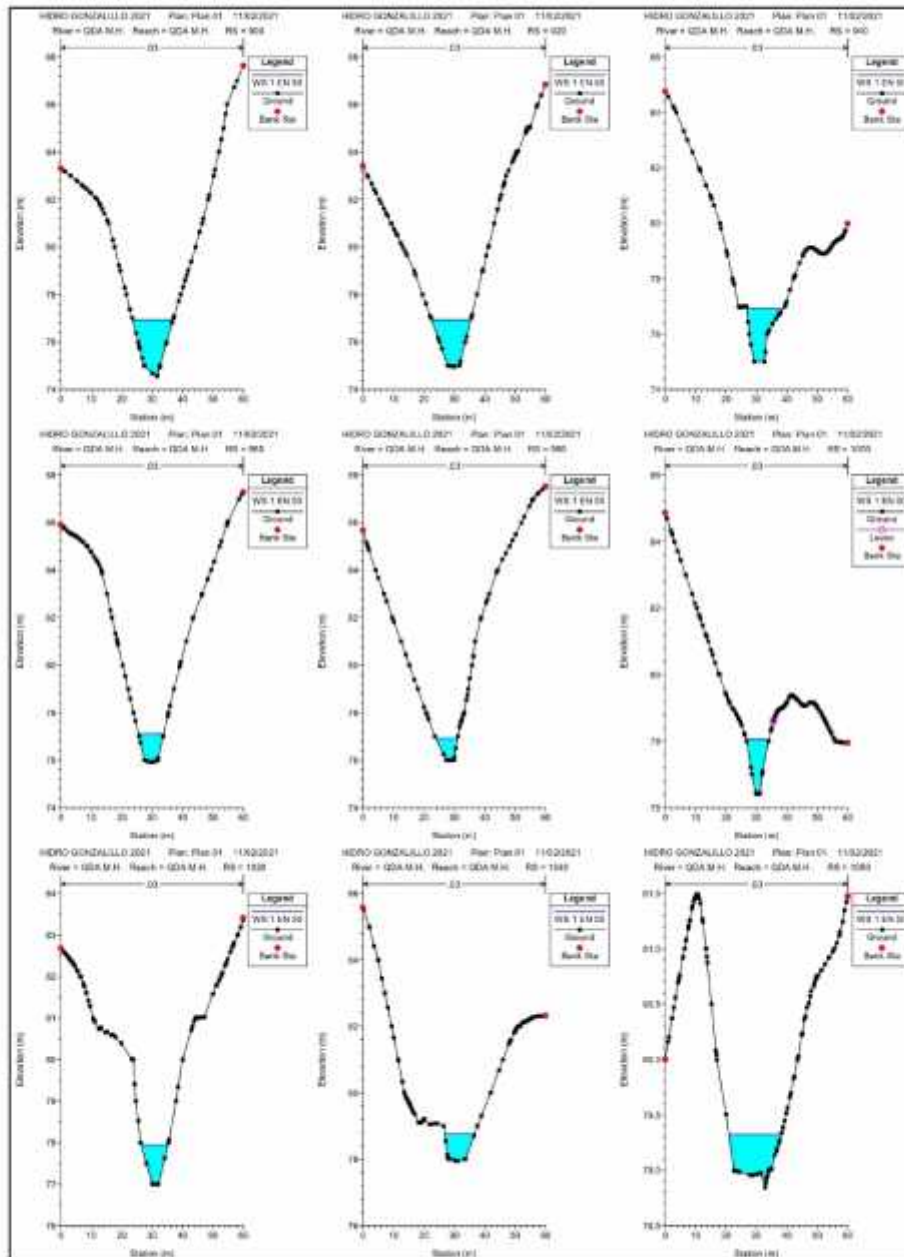


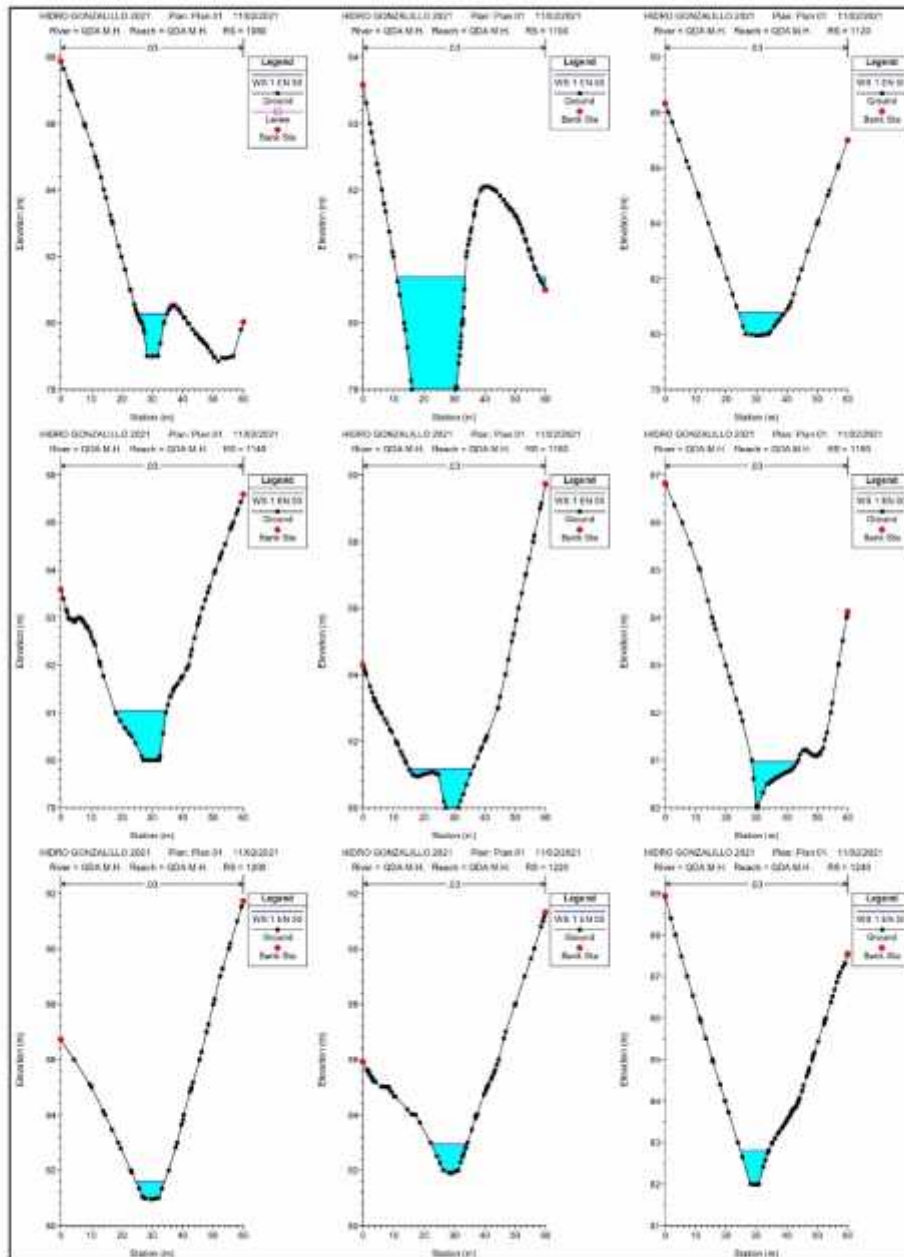


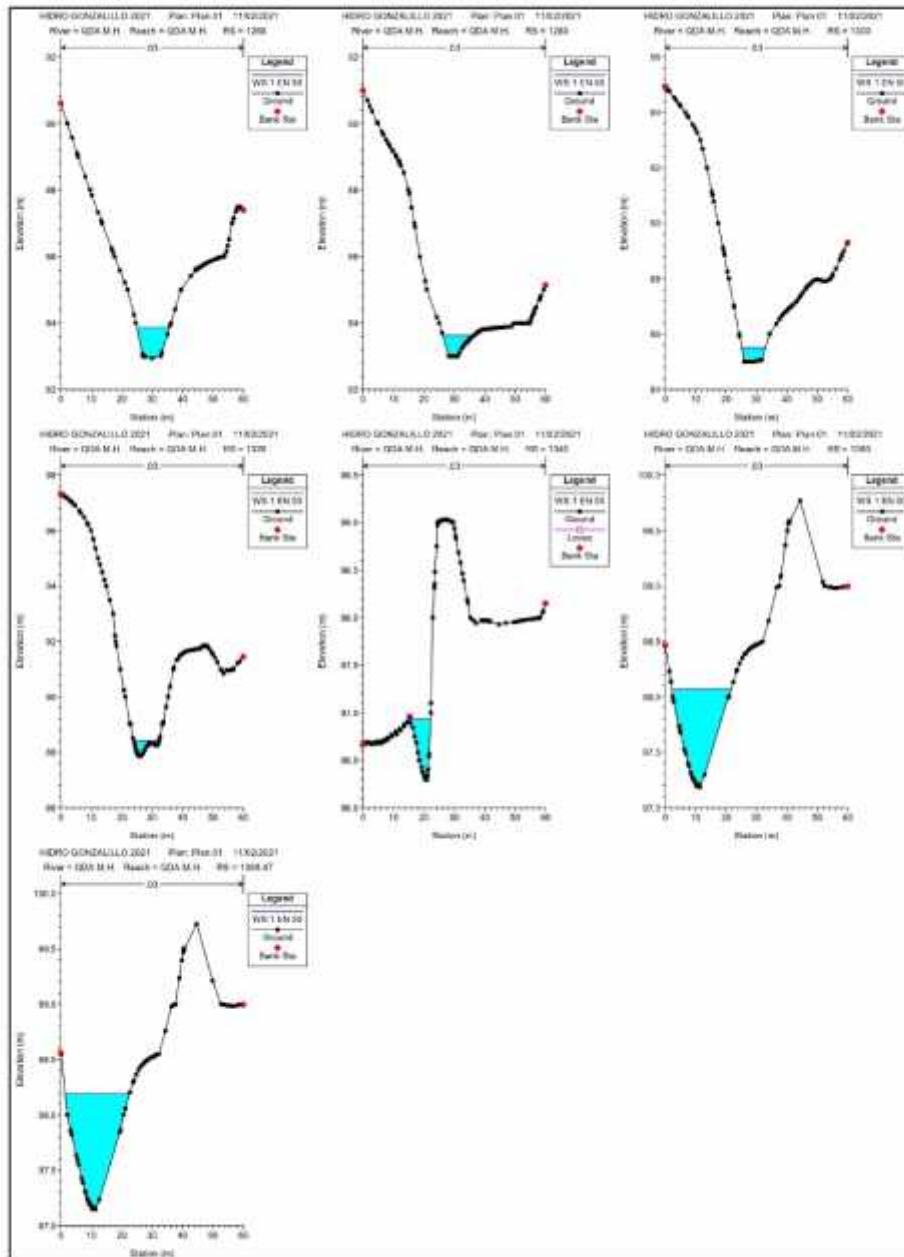












ANEXO 5
SECCIONES
QUEBRADA BACHILLER
MODELO HIDRÁULICO

