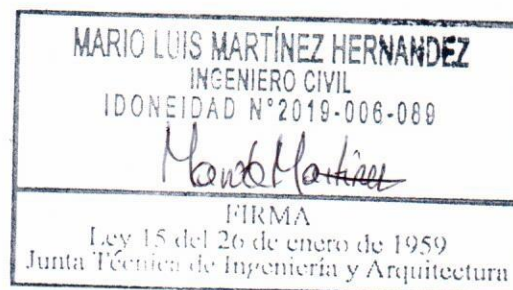


MEMORIA TÉCNICA

ESTUDIO HIDROLOGICO PARA CANAL QUE COLINDA CON EL PROYECTO DE RESIDENCIAL CIUDAD MALEK III ETAPA FINCA 30219746

PROPIETARIOS
INMOBILIARIA MALEK S.A

Realizado por
ING. MARIO MARTINEZ
ABRIL 2023



CONTENIDO

1. INTRODUCCION	3
2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	3
3. ALCANCE DEL ESTUDIO.....	3
4. UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
5. DESCRIPCION DE LA MICROCUENCA	4
5.1. DETERMINACION DEL AREA DE LA MICROCUENCA.....	5
5.2. Clima:	6
5.3. Temperatura:	7
5.4. Precipitación:	7
5.5. Estaciones meteorológicas de la cuenca 108:	8
6. CRITERIOS PARA EL CÁLCULO DEL CAUDAL:	8
7. Análisis y resultados:.....	10
7.1. ESTRUCTURAS PLUVIALES:	10
7.2. Modelado en HEC-RAS:	11
7.3. Cálculos y resultados.	11
Conclusiones:	21

1. INTRODUCCION

El presente informe trata del estudio hidrológico e hidráulico para canal natural, que nace Los Abanicos, Corregimiento de Davis Sur, Distrito de David, provincia de Chiriquí. Este estudio es realizado sobre la finca con el folio real N. °30219746, donde se desarrollará el Proyecto residencial CIUDAD MALEK III ETAPA y que es propiedad de INMOBILIARIA MALEK S.A. Se establecen los niveles de terracería seguros (N.S.T) a partir de los resultados obtenidos en el estudio. Al igual que se establece la servidumbre pluvial, a partir del borde superior de talud (B.S.T).

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo de este análisis es principalmente, conocer los niveles de agua máxima extraordinaria para un periodo de retorno de 1:50 años, para con esta información definir el nivel de terracería seguro (N.S.T) para posterior diseño de los proyectos.

3. ALCANCE DEL ESTUDIO

El análisis se ha desarrollado para estimar los niveles seguros de terracería, el borde superior de talud y establecer la servidumbre pluvial del MOP, para el proyecto de Residencial CIUDAD MALEK III ETAPA. Que colinda con el canal natural.

4. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto Residencial Ciudad Malek III Etapa, se encuentra ubicado en Los Abanicos, Corregimiento de David Sur, Distrito de David, Provincia de Chiriquí.



Figura 1, Localización regional Residencial Ciudad Malek III Etapa.

5. DESCRIPCION DE LA MICROCUENCA

La microcuenca del canal pertenece a la cuenca 108 denominada Cuenca Hidrografía Río Chiriquí, que se localiza en la Provincia de Chiriquí, en la parte Sur Oeste de la República de Panamá. Esta cuenca pertenece a la región hídrica del pacífico occidental, región que cubre a la provincia de Chiriquí, el sur de la comarca Ngabe Bugle y la parte oeste y sur de la provincia de Veraguas.

El área de drenaje de la cuenca del Río Chiriquí es de 1,925.11 Km² contando extensión de 130 Km, desde su nacimiento hasta su desembocadura en el océano Pacífico, el caudal promedio de la cuenca es de 25.50m³/seg.

El Canal nace aguas arriba del residencial antes mencionado, recorre 160 metros en la colindancia del proyecto residencial, contando con vegetación al interior de ella. Este Canal solo presenta escorrentías producto de las lluvias, es decir, que en todo momento este canal no presenta ningún tipo de caudal en su interior.

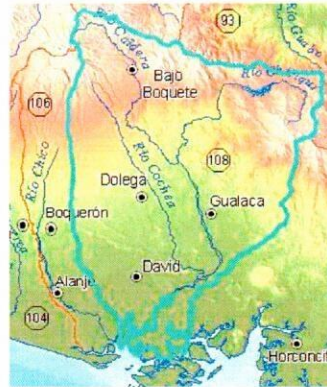


Figura 2 Cuenca hidrográfica 108 (cuenca Río Chiriquí)

5.1. DETERMINACION DEL AREA DE LA MICROCUENCA.

Para determinar el área de drenaje de la microcuenca, se ha realizado un modelo digital de la superficie de análisis con sus elevaciones y curvas de nivel del área en estudio, tomando en cuenta los mosaicos Tommy Guardia a escala 1:25,000, disponibles en el sitio Web del instituto geográfico Tommy Guardia. Para esto, se manipularon dos mosaicos **3741_III_SW**, y mediante una aplicación de computadora, se les dio coordenadas reales, escalas respectivas, para así gráficamente determinar la línea divisoria o parte aguas de la microcuenca. dando como resultado un área de drenaje de **2.62 HA** y que además cuenta con una longitud hasta el proyecto de 324.25 metros. En la siguiente imagen, se aprecia el área de drenaje definida.

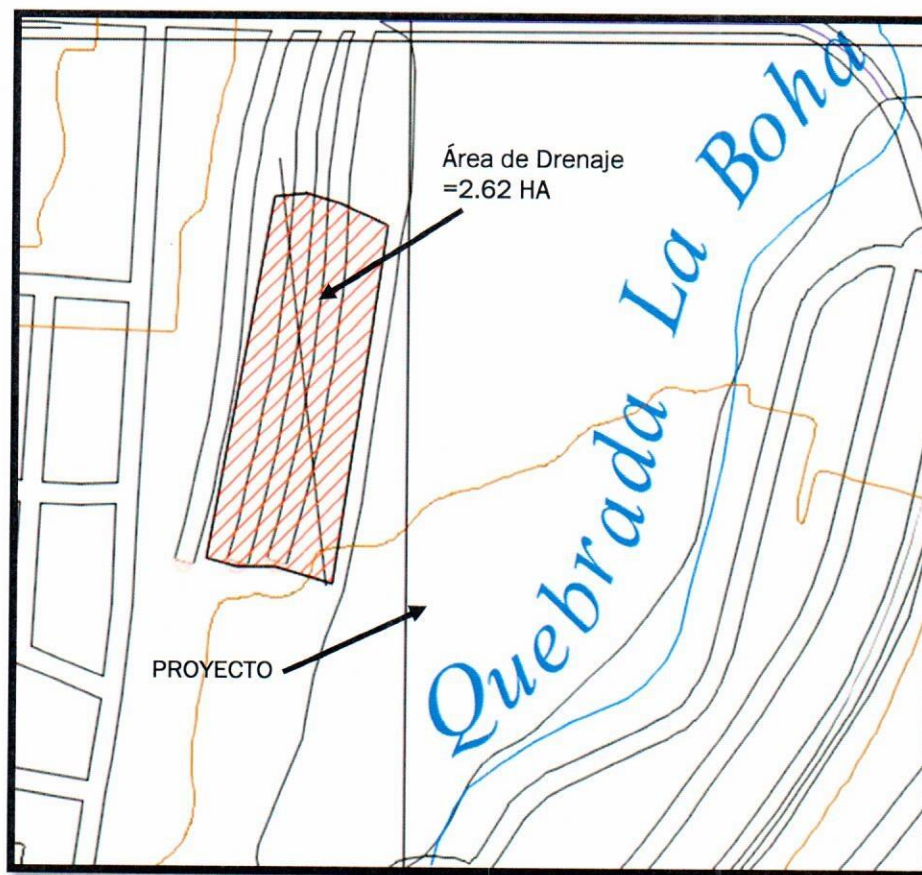


Figura 3. Área de Drenaje de la microcuenca en estudio, Fuente Tommy Guardia.

5.2. Clima:

En el sector donde se ubica el proyecto se destaca el Clima Subecuatorial con Estación Seca. Este clima presenta elevadas temperaturas anuales, sin grandes variaciones estacionales. Hay predominio de bosques tropicales, selvas y sabanas (praderas de pastos altos con algunas especies arbóreas y arbustos aislados o que forman pequeños grupos).

Este tipo de clima es el de mayor extensión en Panamá. Es cálido con promedios anuales de temperatura de 26.5 a 27.5 °C en las tierras bajas (<20 msnm), en tanto que para las tierras altas (aproximadamente 1,000m) la temperatura puede llegar a 20°C. Se encuentra en las tierras bajas y montañosas hasta 1,000 metros de altura en la vertiente del Pacífico en Chiriquí, Veraguas, en sector montañoso de Azuero y Coclé y en las montañas de Panamá. San Blas y Darién. Los niveles de precipitación son elevados, cercanos o superiores a los 2,500 mm, alcanzando los

3,519 en Remedios. El clima es de estación seca corta y acentuada con tres a cuatro meses de duración.

5.3. Temperatura:

conforme a los datos de la estación más cercana al área de estudio, ubicada en el distrito David, Estación David (108-023), el promedio anual de temperatura para esta zona es de 27.2. °C.

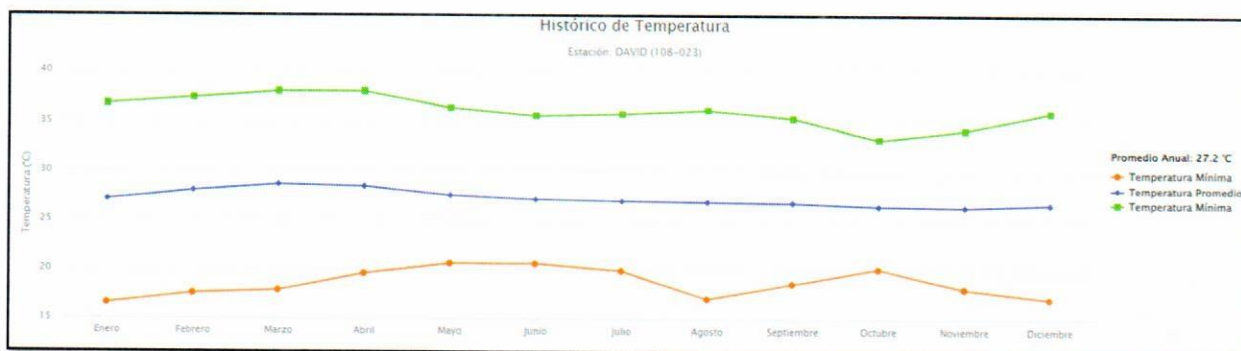


Figura 3. Histórico de Temperaturas. Estación de David Fuente: ETESA, 2019.

5.4. Precipitación:

las precipitaciones son muy variables, a lo largo del año, siendo el mes con mayor precipitación del año en septiembre, con un promedio de 701.1 mm. La lluvia promedio anual es de 216.9mm, en los alrededores de la microcuenca.

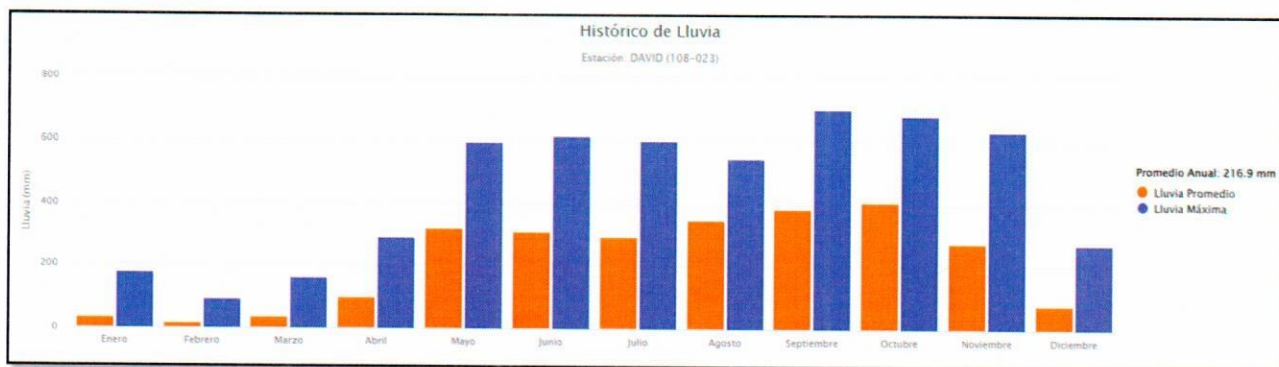


Figura 4. Histórico de Lluvias. Estación David Fuente: ETESA, 2021

Humedad Relativa: en cuanto a la humedad relativa, la estación más cercana al sitio del proyecto, ubicada en David, Estación David (108-023), registra un promedio anual de 75.7%.

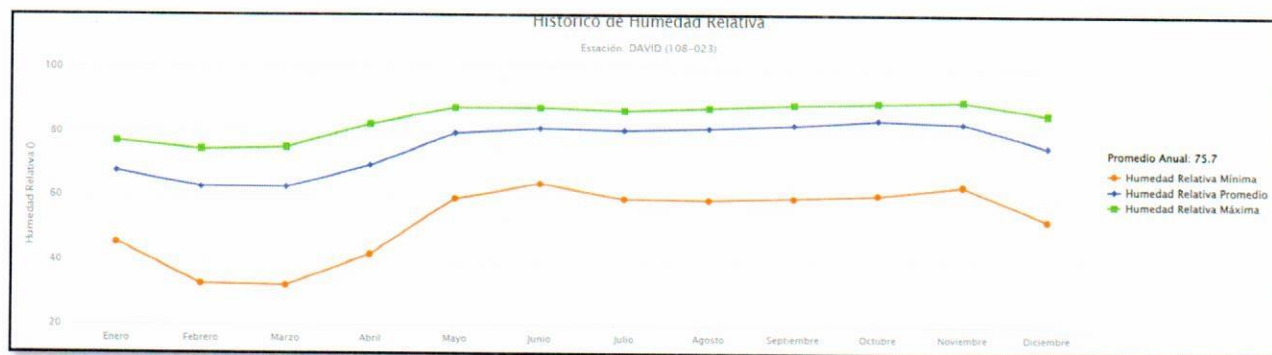


Figura 5 Histórico de Humedad Relativa, Estación Planta Caldera. Fuente: ETESA, 2021.

5.5. Estaciones meteorológicas de la cuenca 108:

La cuenca 108 cuenta con 13 estaciones meteorológicas activas, en la siguiente tabla podemos observar estas estaciones con las precipitaciones de cada una:

NUMERO	NOMBRE	PROVINCIA	LLUVIA, mm			PROPORCIÓN, %		
			SECO	LLUVIOSO	TOTAL	SECO	LLUVIOSO	TOTAL
108-001	FINCA LÉRIDA	CHIRIQUÍ	366.43	2,426.52	2,792.96	13.12	86.88	100
108-002	EL VALLE	CHIRIQUÍ	219.71	2,467.60	2,687.30	8.18	91.82	100
108-004	CALDERA (PUEBLO NUEVO)	CHIRIQUÍ	251.04	3,466.43	3,717.47	6.75	93.25	100
108-006	POTRERILLO ARRIBA	CHIRIQUÍ	226.27	2,846.57	3,072.84	7.36	92.64	100
108-008	LA CORDILLERA	CHIRIQUÍ	245.73	2,511.60	2,757.33	8.91	91.09	100
108-009	LOS PALOMOS	CHIRIQUÍ	368.88	3,881.64	4,250.52	8.68	91.32	100
108-013	ANGOSTURA DE COCHEA	CHIRIQUÍ	305.48	3,483.39	3,788.87	8.06	91.94	100
108-014	VELADERO GUALACA	CHIRIQUÍ	265.16	3,030.77	3,295.93	8.04	91.96	100
108-015	CERMEÑO	CHIRIQUÍ	272.89	3,001.46	3,274.35	8.33	91.67	100
108-017	LOS NARANJOS	CHIRIQUÍ	210.73	2,216.31	2,427.05	8.68	91.32	100
108-018	PAJA DE SOMBRERO	CHIRIQUÍ	214.18	2,977.08	3,191.26	6.71	93.29	100
108-023	DAVID	CHIRIQUÍ	157.4	2,433.64	2,591.04	6.07	93.93	100
108-043	GUALACA II	CHIRIQUÍ	316.02	3,865.07	4,181.09	7.56	92.44	100
MEDIAS			263.07	2,969.85	3,232.92	8.19	91.81	100

Tabla 1. Estaciones meteorológicas de la cuenca 108.

La estación meteorológica más cercana al proyecto es la estación de Planta Caldera.

6. CRITERIOS PARA EL CÁLCULO DEL CAUDAL:

Para determinar el caudal de esta subcuenca, se ha tomado un periodo de retorno de 50 años como lo establece el manual de aprobación de planos del MOP:

6.1. Cálculo del tiempo de concentración de la subcuenca, que es el tiempo que demora la gota más alejada en llegar al punto en donde se encuentra ubicado el proyecto. Para este cálculo se utilizó la fórmula de California que se describe a continuación:

$$d = \left(\frac{0.871 * l^3}{\Delta H} \right)^{0.385}$$

Dónde: $L = \text{Longitud en Km.}$

$$\Delta H =$$

diferencia de altura entre el punto mas alto y el mas bajo de la microcuenca.

6.2. El periodo de retorno para el cálculo de la intensidad de lluvia se calculará con un periodo de 1:50 años y se usara la ecuación que establece la norma de aprobación de planos del MOP para la cuenca del del Rio Chiriquí:

$$I_{50 \text{ años}} = \frac{190.899}{d + 0.296}$$

Dónde: $I_{50 \text{ años}} = \text{intensidad de lluvia (mm/hora)}$

$d = \text{Tiempo de concentracion en minutos.}$

6.3. El caudal requerido será el determinado por medio de la fórmula racional

$$Q = \frac{CiA}{360}$$

Dónde: $Q = \text{caudal de lluvia que escurre hasta la tubería, (m3/seg.)}$

$C = \text{coeficiente escorrentía, 0.85.}$

$i = \text{intensidad de lluvia, (mm/hora).}$

$A = \text{área de drenaje, (Hectáreas).}$

Esta ecuación solo se utilizará para cuencas con una superficie menor o igual de 250 Ha.

En la siguiente tabla se observan los resultados del caudal obtenido:

CALCULO DE CAUDAL MAXIMO CANAL, CIUDAD MALEK III ETAPA, CORREGIMIENTO DE DAVID SUR, DISTRITO DE DAVID, PROVINCIA DE CHIRIQUI				
Para el calculo Maximo de crecida se utilizo el caudal que se genera mediante el calculo con el METODO RACIONAL establecido por el MOP para areas que son menores a 250 Ha.				
AREA DE LA CUENCA EN ESTUDIO				
Area (ha)=		2.62	Cota maxima (m)	25
			Cota minima (m)	20
TIEMPO DE CONCENTRACION (Tc)				
Tc=((0.87 L ³ / ΔH)^0.385 (Hr.)			Tc =	0.14 Hr.
L =	0.325	Longitud de la cuenca en (Km).	Tc =	8.4 min.
ΔH =	5 Diferencia de alturas de la cuenca (cota mas alta - cota mas baja) (m.)			
INTENSIDAD DE LLUVIA				
Ic = ((190.899/(d+0.296) (mm/Hr.)			Ic =	438.05 mm/Hr.
METODO RACIONAL				
Q _{MAX} =(C x I x A)/(360)		C =	0.85	Q _{MAX} = 2.71 m ³ /seg
Q _{MAX} = Caudal Maxima				
C = coeficiente de escorrentia (0.85, areas sub urbanas y de rapido crecimiento)				
A = Area de la Cuenca				

Tabla 2. Cálculo del caudal para la microcuenca.

7. Análisis y resultados:

Conociendo ya el caudal y utilizando la ecuación de manning podemos calcular el nivel de crecida máxima, esta fórmula se describe a continuación:

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

En donde,

Q = caudal en el canal (m3/seg).

N = es el coeficiente de rugosidad del material del canal (para tierra n = 0.030).

A = es el área hidráulica de la sección transversal del canal (m2).

R = es el radio hidráulico (m).

S = es la pendiente en m/m.

7.1. ESTRUCTURAS PLUVIALES:

Se prevé construir un paso pluvial para garantizar el acceso de los vehículos al proyecto, para esto, se propone utilizar lo siguiente:

- Dos tuberías de hormigón reforzado que se ubicarán entre la estación 0K+18 y la estación 0k+033 Y que recibirán un caudal de 2.71 m³/s. A continuación, se presenta el cálculo hidráulico para las tuberías propuestas:

DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA PLUVIAL SOBRE LA QUEBRADA						
ECUACION DE MANNING		ECUACIONES PARA CALCULO DE CAPACIDAD DE ALCANTARILLAS, TUBERIA Y/O CAJON PLUVIAL				
$Q = (1/n) \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2}$		TUBERIAS DE HR	$A \text{ tuberías} = (\pi \times D^2)/4$	$Rh = D/4$	$D = ((10.0794 \text{ n} \times Q)/(\pi \times S^{1/2}))^{3/8}$	
		CAJON PLUVIAL	$A_{cajon} = (b1 \times b2)$	$Rh = B \times d / (B1 + 2d)$	$B = ((2.08 \text{ n} \times Q)/(S^{1/2}))^{3/8}$	
PREDISEÑO						
1. Calculo de Tuberia de HR		2. Calculo de Tuberia doble HR		3. Calculo de Tuberia Triple		
Q (m3/s)=	2.71	Q (m3/s)=	1.36	Q (m3/s)=	2.71	
n =	0.013	n =	0.013	n =	0.013	
S (%) =	1.69	S (%) =	1.69%	S (%) =	3.75	
D _{calculado} (m) =	0.95	D _{calculado} (m) =	0.74	D _{calculado} (m) =	0.55	
D _{propuesto} (m) =	1.05	D _{propuesto} (m) =	1.2	D _{propuesto} (m) =	1.05	
d/D	90.48%	d/D	61.67%	d/D	52.38%	
RECOMENDACIONES						
Nota: Se recomienda usar cajon pluvial doble de tuberia doble de 1.20 m de diametro, según calculos del punto 2						

Tabla 3. Cálculo para el dimensionamiento de la tuberías de hormigón.

Se utilizara tubería doble de 1.20m con d/D=61.67%.≤80%, por lo tanto las tuberías cumplen.

Es necesario mejorar el cauce del canal, aumentando su calado y aumento de la sección transversal.

7.2. Modelado en HEC-RAS:

Para determinar los niveles de agua máxima, se realizó un modelo hidráulico en el programa HEC-RAS donde realizó una simulación del cauce natural a para determinar los niveles de agua máxima (NAME) y evitar cualquier riesgo de inundación.

- Para el análisis del modelo de la quebrada, se le indico al programa HEC-RAS que los niveles de agua máxima se calcularan en un régimen mixto, es decir realizar el modelo en régimen subcrítico y supercrítico, esto debido a que la quebrada presenta pendiente suave, área boscosa y la sección que se está usando para el análisis es la sección natural del drenaje.
- Para el modelo de la quebrada se ha establecido una condición de borde de calado normal, se ha establecido las pendientes del tramo de influencia aguas arriba y aguas abajo. Esta pendiente la hemos establecido igual a la pendiente entre las secciones iniciales y finales.
- Se usó un coeficiente de manning de 0.030 que se establece en el manual de aprobación de planos del MOP para cauce natural de tierra con vegetación.
- El caudal de diseño para desde la estación 0K+000 hasta la 0K+160 es de **2.71 m³/s**

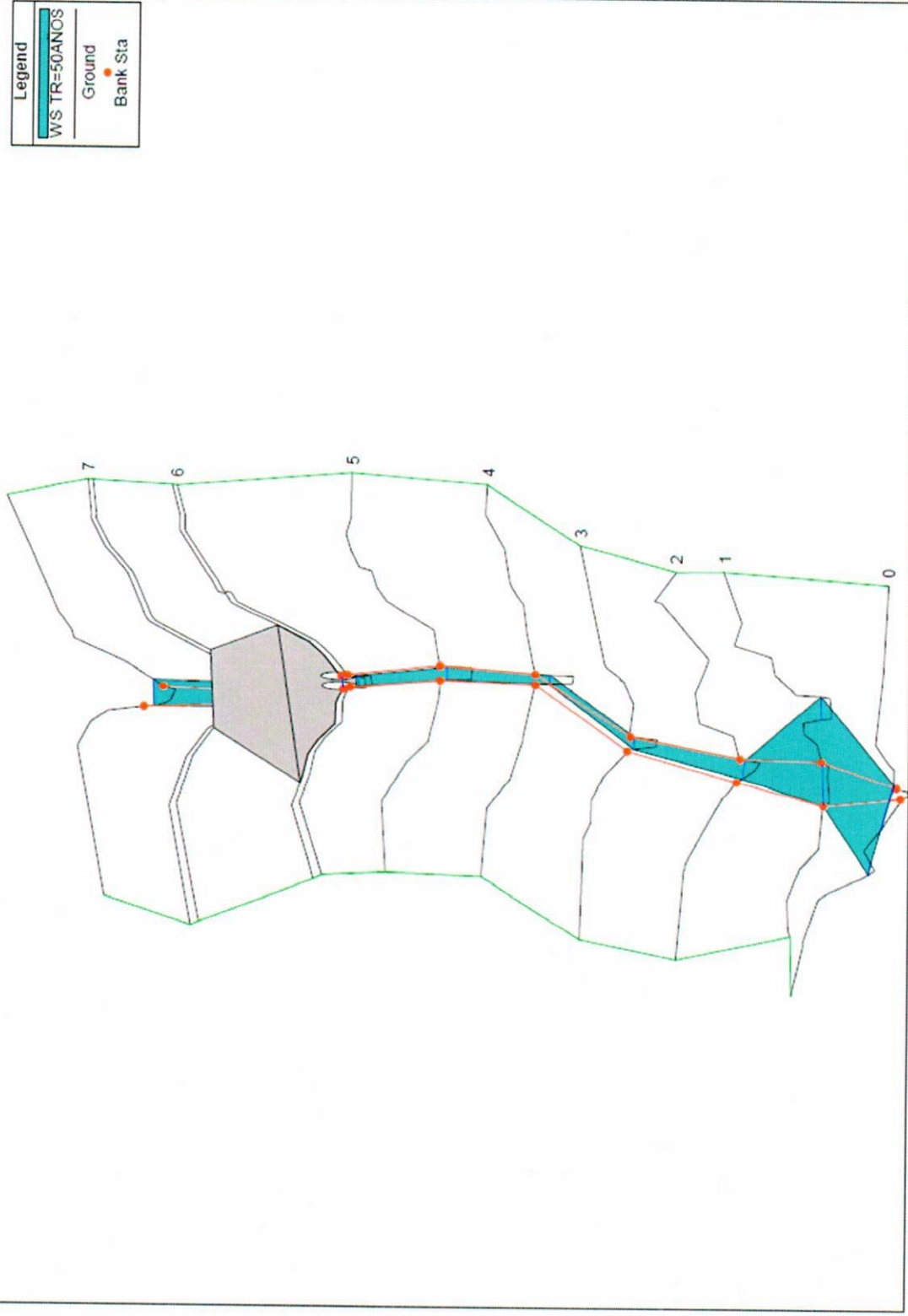
7.3. Cálculos y resultados.

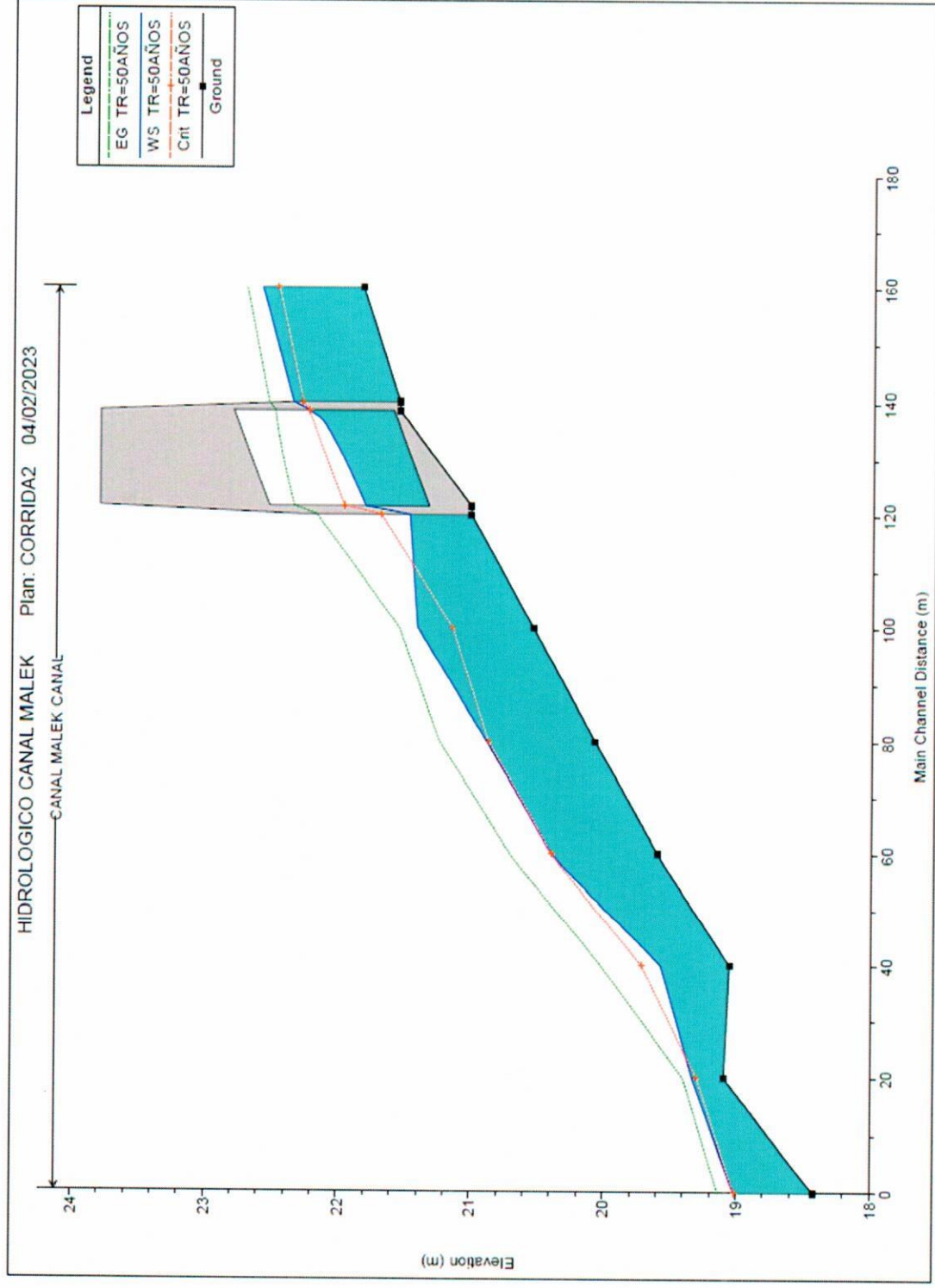
Los resultados obtenidos presentan el modelo de la quebrada y los niveles de crecida máximos para un periodo de retorno de 50 años, se presentan secciones transversales, perfiles de crecidas y tablas de cálculos obtenidos donde se presentan resultados como: Área de inundación, número de froude, NAME, velocidad del flujo.

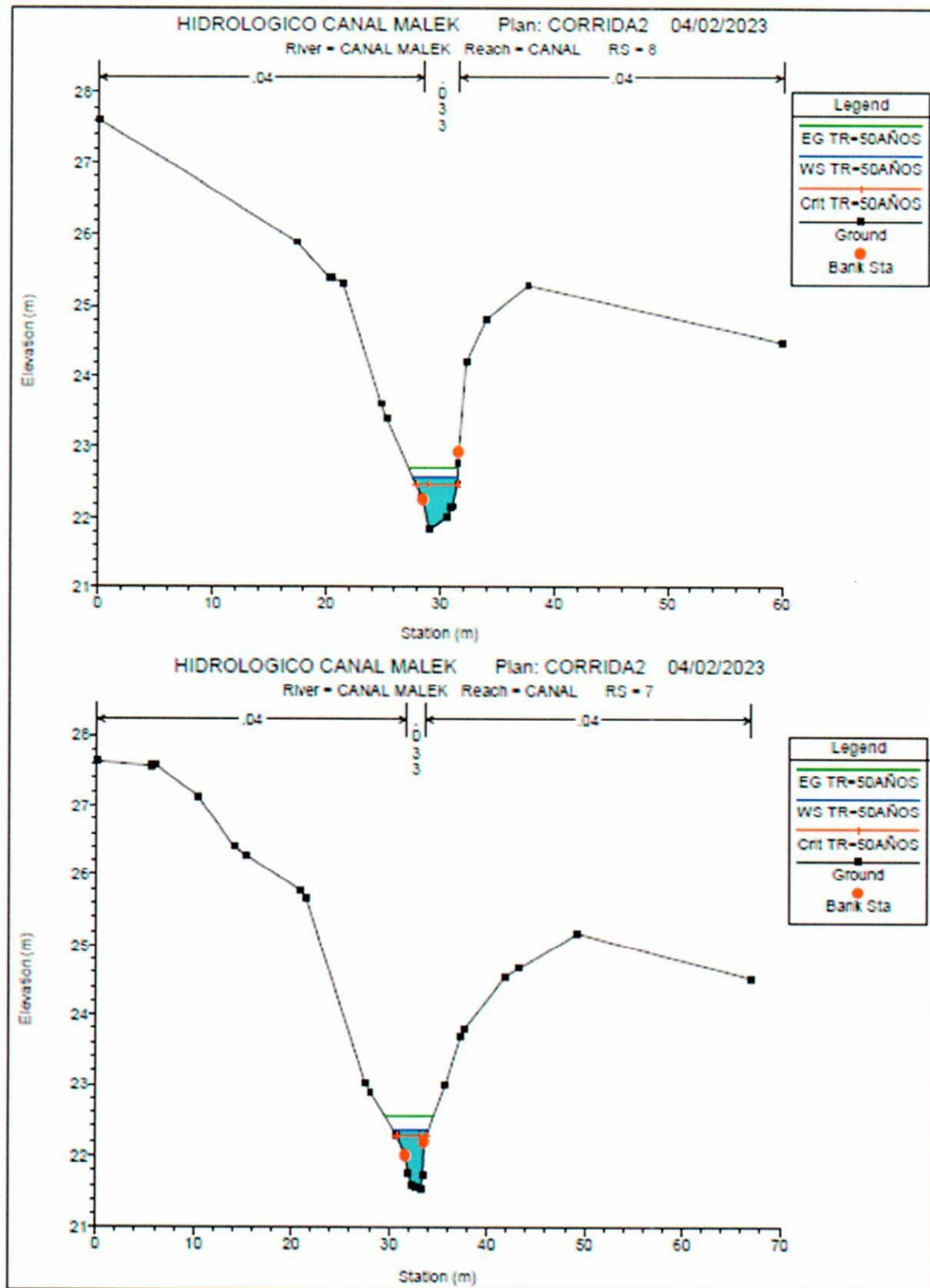
Reach	Numero de seccion	Estacion	Perfil	Caudal (m3/s)	Elevacion fondo del canal (m)	Name (m)	Elevacion de la superficie del agua en flujo critico (m)	Elevacion de la linea de energia en (m)	Pendient e de la linea de energia (m/m)	Velocidad del flujo (m/s)	Area del agua (m2)	Espejo del agua (m)	Numero de Froude	N.S.T
CANAL	8	OK+000	TR=50AÑOS	2.71	21.83	22.59	22.47	22.71	0.00671	1.55	1.84	3.96	0.66	24.09
CANAL	7	OK+020	TR=50AÑOS	2.71	21.55	22.35	22.28	22.54	0.009895	1.96	1.53	3.58	0.76	23.85
CANAL	6.5	OK+030		Culvert										
CANAL	6	OK+040	TR=50AÑOS	2.71	21.01	21.47	21.69	22.18	0.074313	3.72	0.73	1.71	1.82	22.97
CANAL	5	OK+060	TR=50AÑOS	2.71	20.54	21.41	21.15	21.55	0.008315	1.66	1.64	1.99	0.58	22.91
CANAL	4	OK+080	TR=50AÑOS	2.71	20.07	20.88	20.87	21.24	0.029211	2.65	1.02	1.37	0.98	22.38
CANAL	3	OK+100	TR=50AÑOS	2.71	19.6	20.4	20.4	20.71	0.023087	2.48	1.09	1.76	1.01	21.9
CANAL	2	OK+120	TR=50AÑOS	2.71	19.05	19.57	19.71	20.02	0.053946	2.98	0.91	2.97	1.72	21.07
CANAL	1	OK+140	TR=50AÑOS	2.71	19.09	19.33	19.3	19.4	0.013303	1.11	2.31	10.18	0.83	20.83
CANAL	0	OK+160	TR=50AÑOS	2.71	18.42	19.01	19.01	19.13	0.011636	1.84	2.12	9.11	0.85	20.51

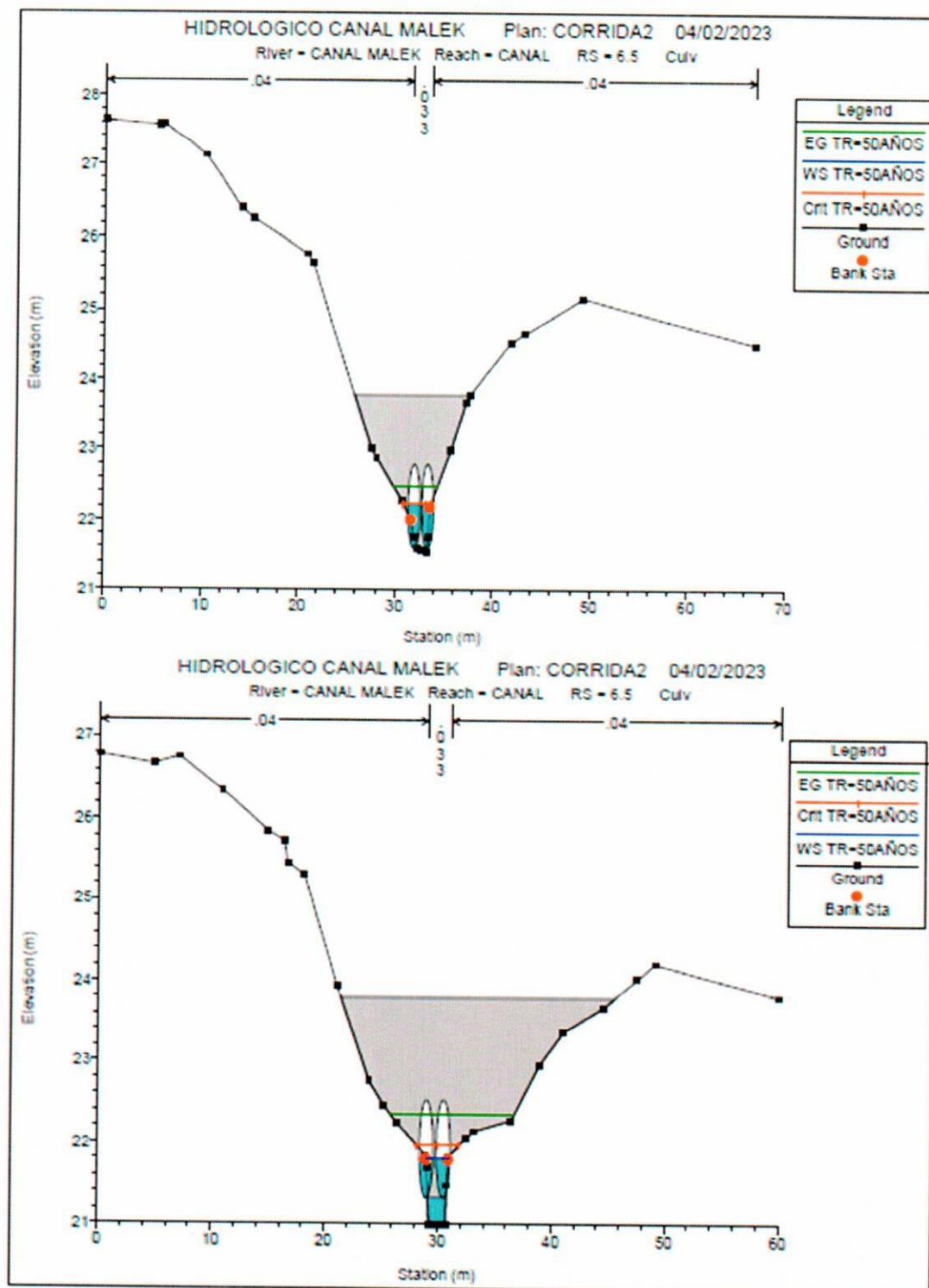
Tabla 4. cálculos y resultados obtenidos en la modelación hidráulica, Fuente Hec -Ras.

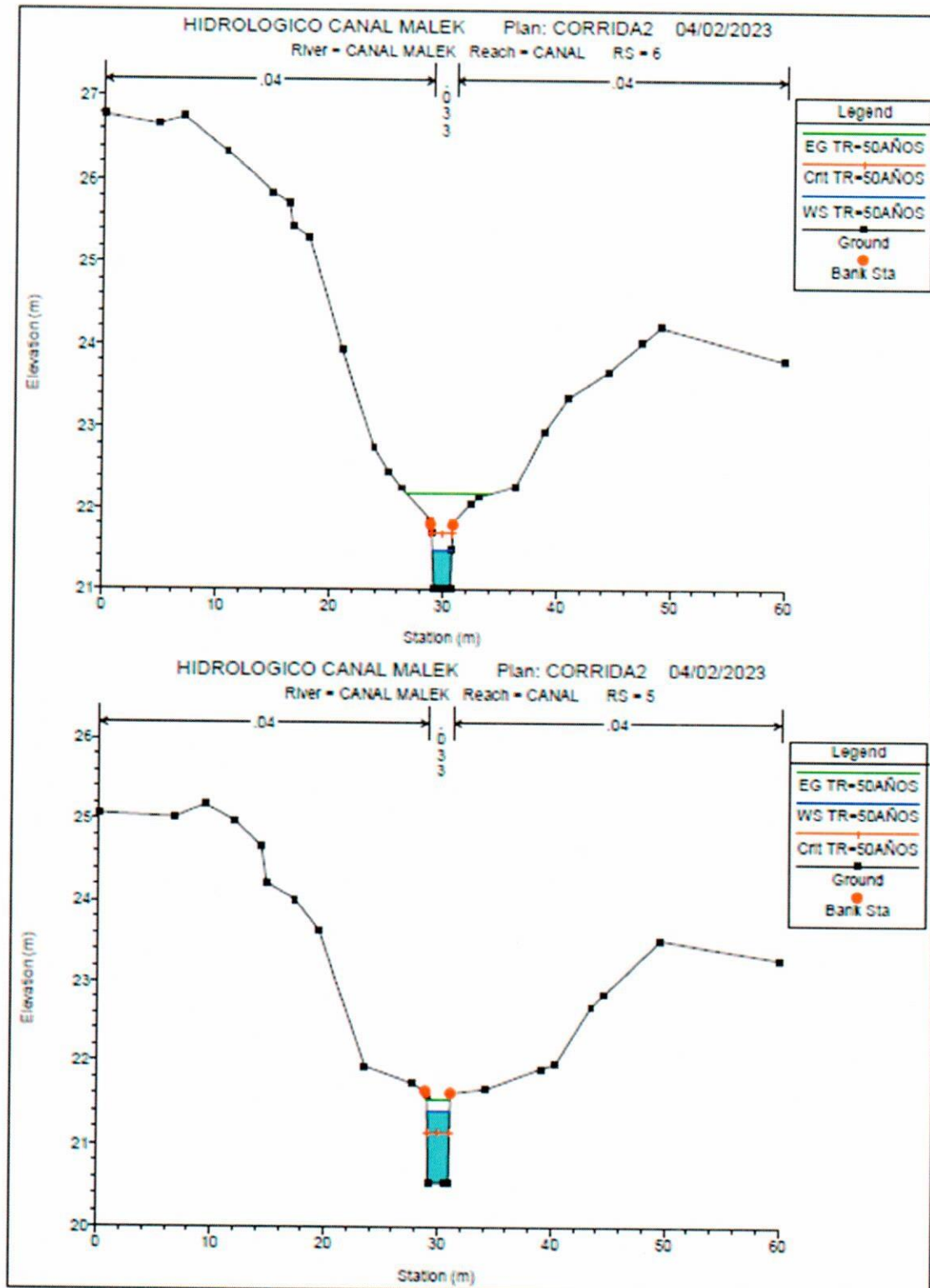
HIDROLOGICO CANAL MALEK Plan: CORRIDA2 04/02/2023

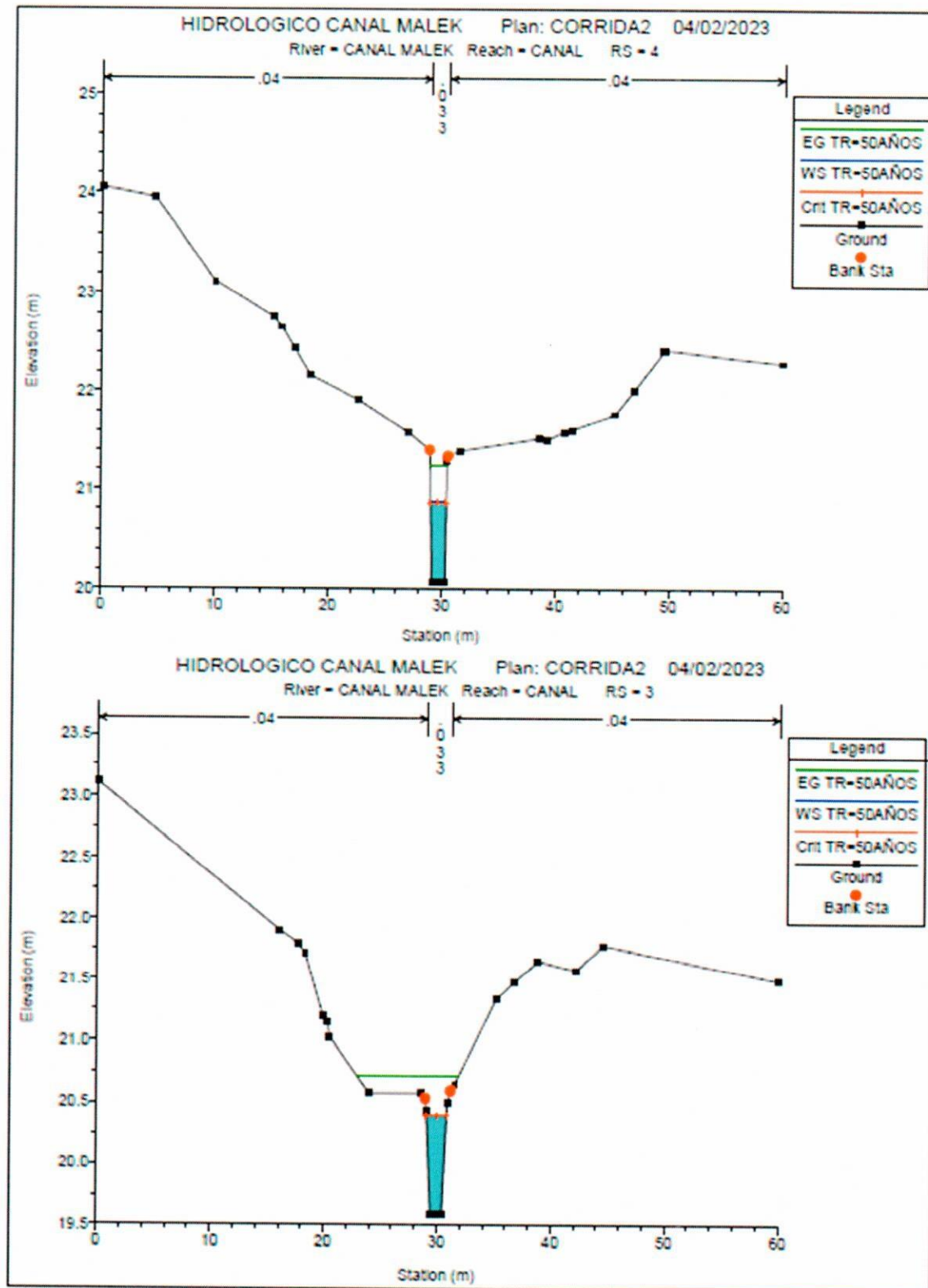


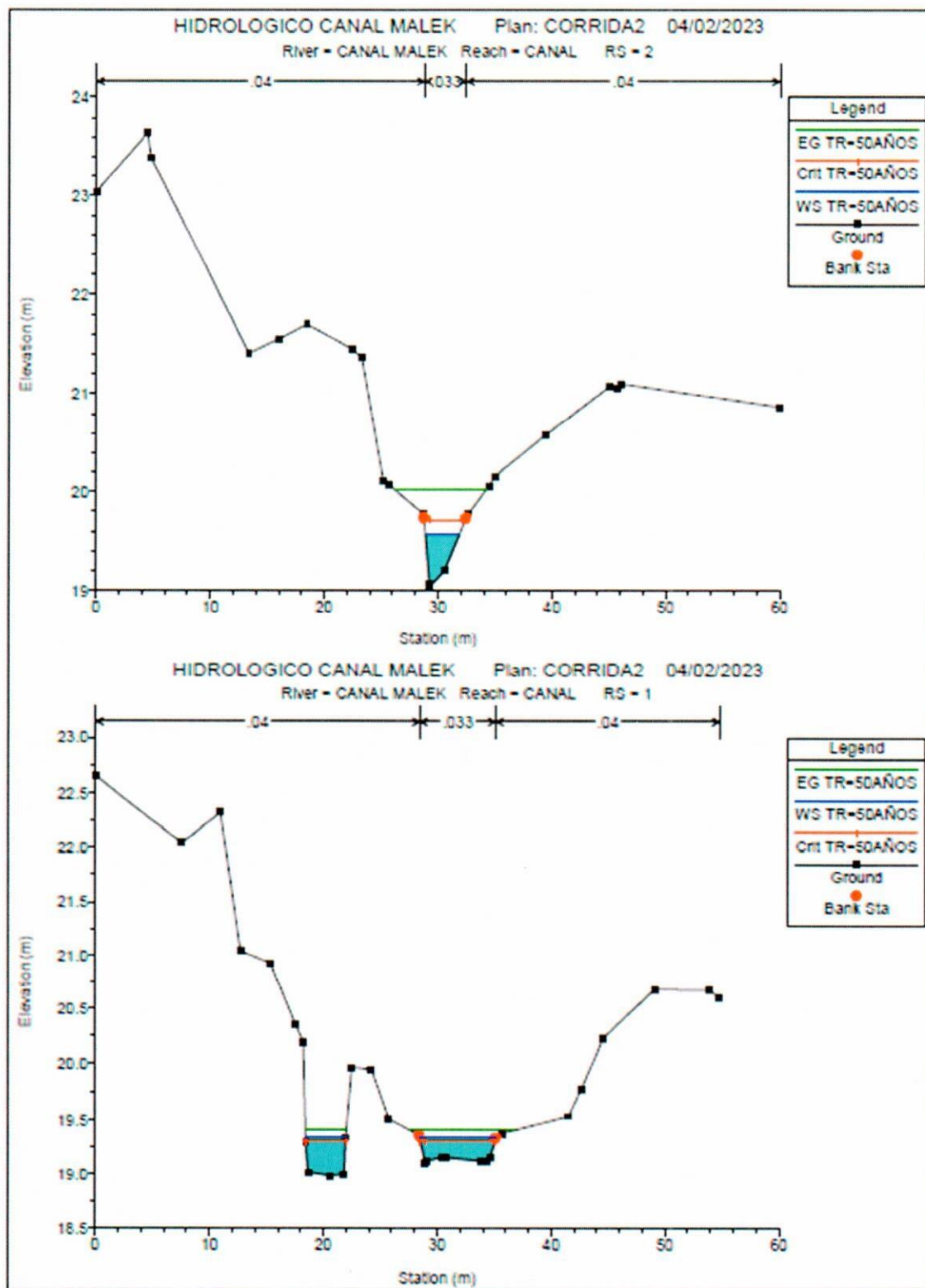


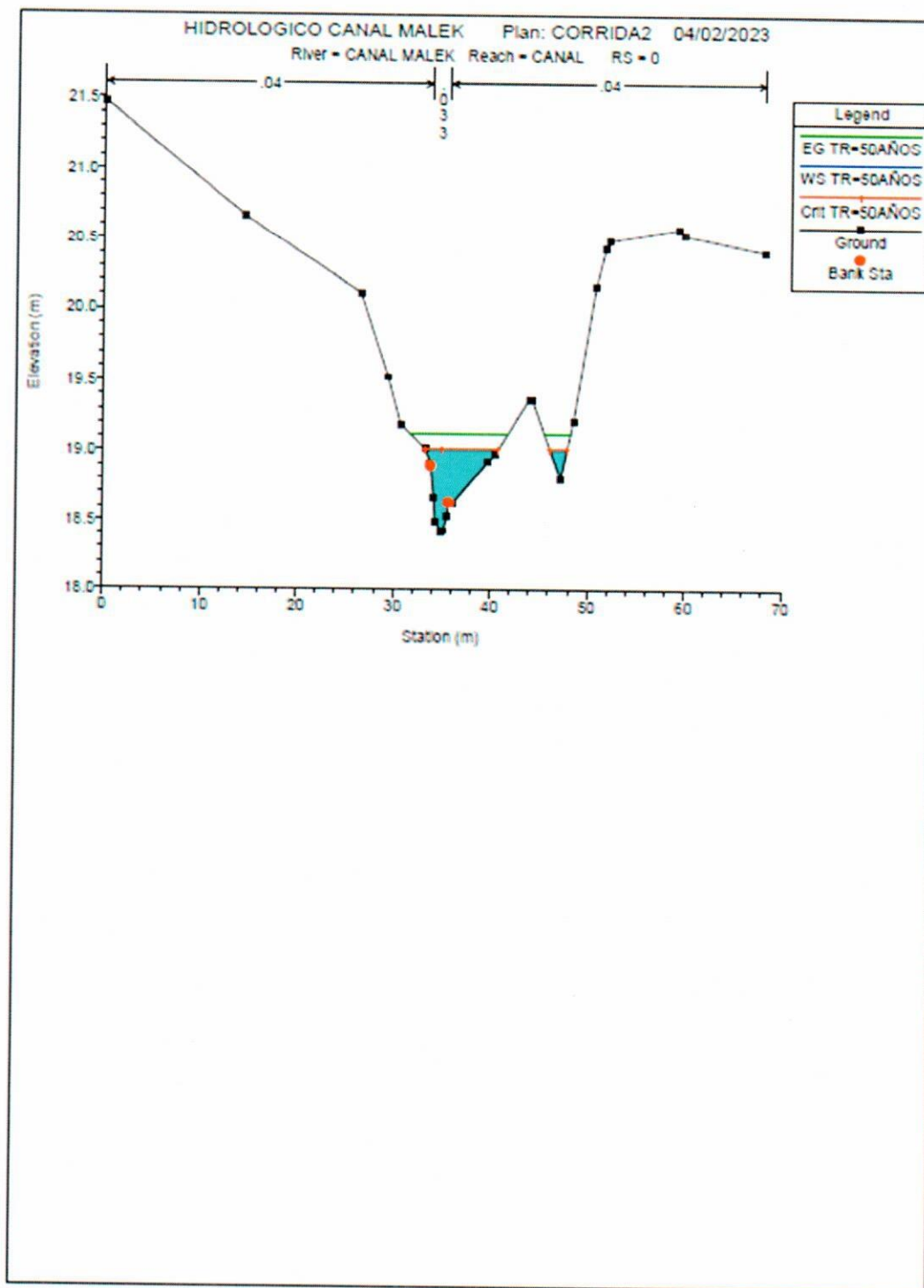












Conclusiones:

Luego de haber realizado una simulación del cauce natural del terreno con un periodo de retorno de 50 años, se concluye lo siguiente:

1. Se recomienda mantener la sección transversal de la quebrada limpia para garantizar el flujo sin interrupciones.
2. La servidumbre pluvial, se marcará tres (3) metros a partir del borde superior de talud.
3. Los niveles superiores de terracería deberán de estar 1.50 metros por encima del NAME, para evitar riesgos de inundación.
4. Las estructuras pluviales propuestas ambas cumplen con la relación $d/D \leq 80\%$ por lo que cumplen.