

OT-0097-006/2017 FASE II-b-DISEÑO PROYECTO

***“MEJORAMIENTO DE VIA CONEXIÓN ENTRE CARRETERA
SANTA ANA (CA:1) Y CARRETERA A SONSONATE (CA:8)
(BYPASS)”***

ANEXO 9A: DRENAJE MAYOR

APENDICE A: ANALISIS HIDRAULICO

ÍNDICE DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	CLASIFICACIÓN TIPOLOGICA DE DRENAJES.....	2
2	CALCULO DE DRENAJE MAYOR.....	3
3	REVISION DE CAPACIDAD MAXIMA DE PUENTES	3
3.1	REVISIÓN DE CAPACIDAD RÍO TALNIQUE	4
3.2	REVISIÓN DE CAPACIDAD RÍO COLÓN	6
3.3	REVISIÓN DE CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL RÍO AGUA AMARILLA	8
3.4	REVISIÓN DE CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL RÍO BELÉN	11
3.5	REVISIÓN DE CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL RÍO LOS PATOS	14
	APENDICES	17

ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. 1:	ESQUEMA DE PUENTE SOBRE RÍO TALNIQUE	4
FIG. 1:	ESQUEMA DE SECCIÓN DE CAJA DOBLE.....	6
FIG. 2:	PERFIL CAUCE RÍO COLON. RÉGIMEN PERMANENTE	7
FIG. 3:	SECCIÓN DEL PUENTE SOBRE EL RÍO COLON.	7
FIG. 4:	PERFIL HIDRÁULICO EN ESTADO NATURAL RÍO AGUA AMARILLA.	9
FIG. 5:	PERFIL HIDRÁULICO CON CAJA TIPO 5, RÍO AGUA AMARILLA.	9
FIG. 6:	SECCIÓN TRANSVERSAL EN ESTADO NATURAL RÍO AGUA AMARILLA EST. 0+025.....	10
FIG. 8:	PERFIL HIDRÁULICO EN ESTADO NATURAL RÍO BELÉN.	12
FIG. 11:	SECCIÓN TRANSVERSAL CON CAJA TIPO, RÍO BELÉN EST. 0+020.....	13
FIG. 12:	PERFIL HIDRÁULICO EN ESTADO NATURAL RÍO LOS PATOS.	15
FIG. 13:	PERFIL HIDRÁULICO CON CAJA, RÍO LOS PATOS.	15

1 INTRODUCCIÓN

El presente ANEXO IX trata en particular el tema de Drenajes Mayores del Proyecto de mejoramiento de Vía de Conexión entre Carretera a Santa Ana (CA:1) y Carretera a Sonsonate (CA:8).

Se cuenta con textos y manuales utilizados como referencia en el diseño y drenaje de carreteras, tales como el Manual SIECA versión 2014, Normas AASHTO y otros, a los que para este proyecto se ha sumado el “Manual de Consideraciones Técnicas, Hidrológicas e Hidráulicas para la Infraestructura Vial en Centroamérica”, realizada con la participación de la SIECA y la Dirección de Adaptación al Cambio Climático y gestión Estratégica de Riesgos (DACGER, del Ministerio de Obras Públicas MOP). Bajo este contexto, se ha priorizado el tema de adaptación de la infraestructura pública al Cambio Climático, con el fin de incrementar la resiliencia de dichas obras ante la constante amenaza de los fenómenos extremos naturales que periódicamente se presentan en la región.

Es importante clasificar los diferentes tipos de drenaje que se tienen disponibles para su aplicación, así como los parámetros o requerimientos que deberán cumplir en función de dicha clasificación; así por ejemplo, un drenaje mayor podría tener como requerimiento evaluarse para máximos de tormentas con períodos de retorno de cien años o más, y podría sub estimarse si erróneamente se clasificara como un drenaje menor.

La distinción entre drenajes mayores y menores podrá hacerse de acuerdo al caudal de diseño, de la siguiente forma:

Drenajes mayores se refieren a Estructuras de paso de la vía sobre cauces de agua cuyo caudal de diseño, sea superior a 15 m³/s. Mientras tanto, el término Drenajes menores corresponde a Alcantarillados pluviales, caños, cunetas y los pasos de alcantarilla bajo la vía, que cuentan con un caudal inferior a 15 m³/s.

Tomando otros criterios, la distinción entre drenaje mayor y drenaje menor estaría en función del área tributaria a la estructura. Siendo 3 km² (300 Ha) el valor que marca el límite entre uno y otro.

Otro criterio utilizado para la distinción de drenaje mayor y drenaje menor está establecido de acuerdo a los criterios establecidos por la AASHTO. Drenaje menor, cunetas, contracunetas y alcantarillas hasta un diámetro de 182.88 cm (72”). Drenaje mayor: bóvedas y puentes. La frontera entre los dos tipos ha sido cuestionada por los consultores externos debido a que no se cuenta con una normativa oficial o una guía o manual.

1.1 CLASIFICACIÓN TIPOLOGICA DE DRENAJES

Para efectos de la presente consultoría, el análisis de drenajes estará referido a la siguiente calificación:

- **Drenaje Menor:** tuberías longitudinales, transversales y drenaje superficial, como cunetas longitudinales, drenaje lateral (cunetas o cordón - cuneta), etc. Se evaluarán las tuberías existentes, para determinar su condición física actual y la de sus diferentes dispositivos de entrada y salida, determinando también su capacidad actual y necesidades futuras. Cajas Puente de pequeñas dimensiones serán también consideradas como Drenaje Menor. De ser necesario, se diseñarán las ampliaciones y/o modificaciones necesarias a cada estructura en particular
- **Drenaje Longitudinal:** Evacuar la escorrentía superficial de la plataforma de la carretera y de los márgenes o taludes de corte que viertan hacia ella.
- **Drenaje Subterráneo:** Intercepción de las corrientes subterráneas en las zonas de corte ejecutado en laderas de pendientes fuertes, y en general, en cualquier otra zona de la plataforma en la que se prevea que la escorrentía subterránea pueda afectar a las capas que constituyen la base o subbase de la estructura del pavimento.
- **Drenaje Transversal:** Manejar el flujo superficial que atraviese o afecte al alineamiento y entorno de la carretera. Las aletas y cabezales, así como los cauces revestidos, se proyectarán de concreto, ya sea simple o armado, según su dimensionamiento lo amerite. El uso de mampostería de piedra se limitará a los casos en los que se tenga disponibilidad y facilidad de explotación de piedra en el sitio de la obra.
- **Drenaje Mayor:** Comprende alcantarillas tipo cajón, puentes y obras de mayor envergadura. El Consultor deberá utilizar los parámetros de diseño indicados en las especificaciones de las normativas LRFD "Bridge Design Specifications" Edición 2004 de AASHTO, o versiones más recientes. Se deberá proporcionar las dimensiones de todas las partes que forman dicha estructura y subestructura, los niveles de fundación de los estribos, losas de fundación, esviaje, así como también las dimensiones y ubicación de las obras de protección, cunetas revestidas, etc.

Al momento de elaborar este informe, la documentación proveniente de previos Estudios de Factibilidad, así como de otros actualmente en proceso, han permitido identificar una lista corta de obras de drenaje que serán requeridas y realizar las primeras modelaciones para identificar propuestas de diseño. Estas se muestran a continuación.

2 CALCULO DE DRENAJE MAYOR

A lo largo del recorrido donde se planea construir la conexión entre las carreteras CA:1 y CA:8, se han clasificado como drenaje mayor 5 puntos a los cuales se propone realizar una obra de paso. El río Talnique y El río Colón son dos de los cauces de mayor envergadura que interceptan el proyecto y los cuales ya cuentan con un puente, pero además de estos se encuentran El río Agua Amarilla, río Belén y el río Los Patos.

En el anexo 7 Climatología e Hidrología se realizó el modelo de las microcuencas con el software Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System (HEC-HMS) del centro de Desarrollo de Investigaciones de Ingeniería del US Corp utilizando un hietograma sintético de tormenta de diseño de 2 horas de duración, definido mediante la metodología sugerida por CEIWR-HEC (1987) para un traslado de onda de flujo de crecida sugerido por Muskingum. La microcuenca del río Chuchucato no fue modelada de la misma forma ya que se canaliza antes de ingresar al valle y funciona como canal de riego. Los períodos de retorno utilizados para cada microcuenca o punto de análisis, así como los caudales máximos determinados para cada uno de los cinco puntos de mayor flujo se presentan en la tabla 1:

ÍTEM	ESTACIÓN	MICROCUEENCA	T (años)	CAUDAL (m ³ /s)	TIEMPO AL PICO (hora)	NAME msnm	PENDIENTE %	OBRA PROPUESTA
1	1+085	Río Agua Amarilla	100	119.10	3.40	471.56	0.95	Caja 6.0x3.
3	1+583	Río Belén	100	110.60	2.40	471.97	0.9	Caja 7.0x3.5
4	2+840	Río Los Patos	100	16.70	2.40	462.46	0.3	Caja 4.0x3.0
5	4+740	Río Colón	200	295.80	3.20	460.82	1.0	Caja doble 9.8x4.1
6	6+505	Río Talnique	200	518.80	3.40	457.91	0.5	ensanchamiento

Tabla 1. Resumen de obras de drenaje mayor

3 REVISION DE CAPACIDAD MAXIMA DE PUENTES

En el **Anexo 7. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA**, apartado 1.8.4 y 1.8.5, se realizó el cálculo de la crecida del río Colón y del río Talnique para un periodo de retorno de 200 años, además de ser modeladas las capacidades de los puentes en cada una de estos.

3.1 Revisión de capacidad Río Talnique

Para obtener las características geométricas del área de interés, se realizó un levantamiento topográfico del área del proyecto, ya que son obras en el tramo existente de la nueva vía. De acuerdo a lo expresado en el análisis hidrológico, se calcularán los niveles máximos de las crecidas, para una tormenta con un período de retorno de 200 años y duración de 2 horas, siendo esta duración la más típica del área de estudio. Para el cálculo de los niveles máximos producidos en el cauce, se utilizó el software HEC-RAS, desarrollado por el Army Corps of Engineers de Estados Unidos. La configuración utilizada para el cálculo es la de Flujo Uniformemente Variado, en la condición de flujo subcrítico, ya que de esta manera se obtienen niveles de crecida más altos.

El río Talnique tiene capacidad hidráulica suficiente para transitar el caudal máximo correspondiente al periodo de retorno de 200 años. En el tramo de interés (Estacionamiento 6+505.00), el nivel máximo alcanzado por la crecida es 459.75msnm, tal como se aprecia en la figura siguiente:

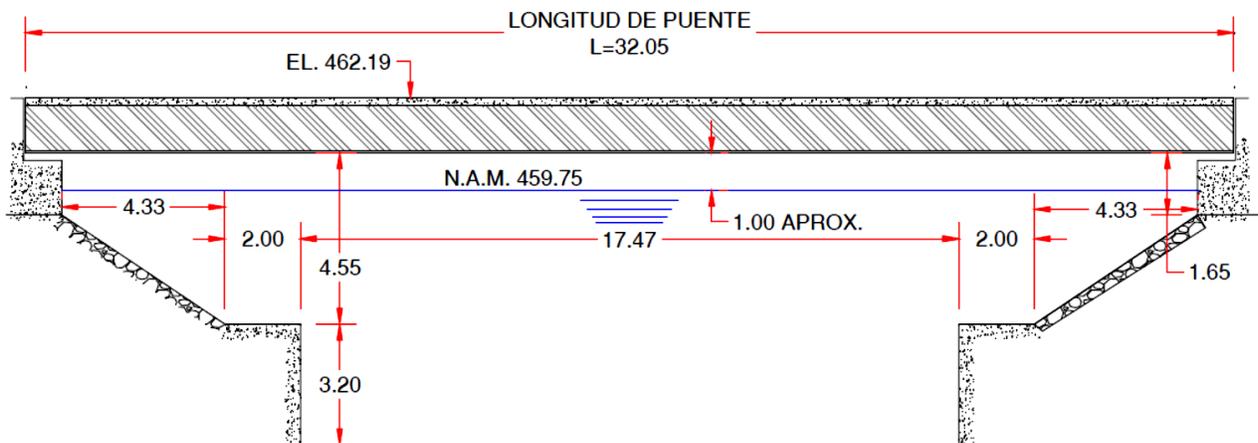
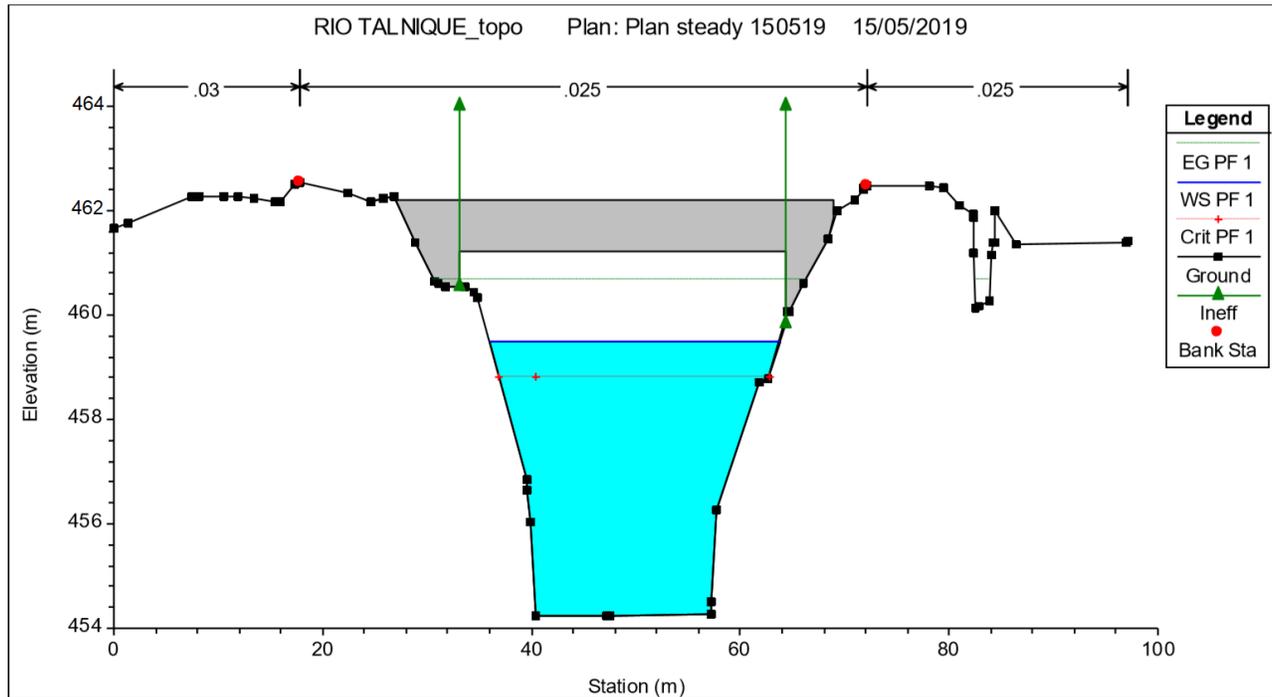
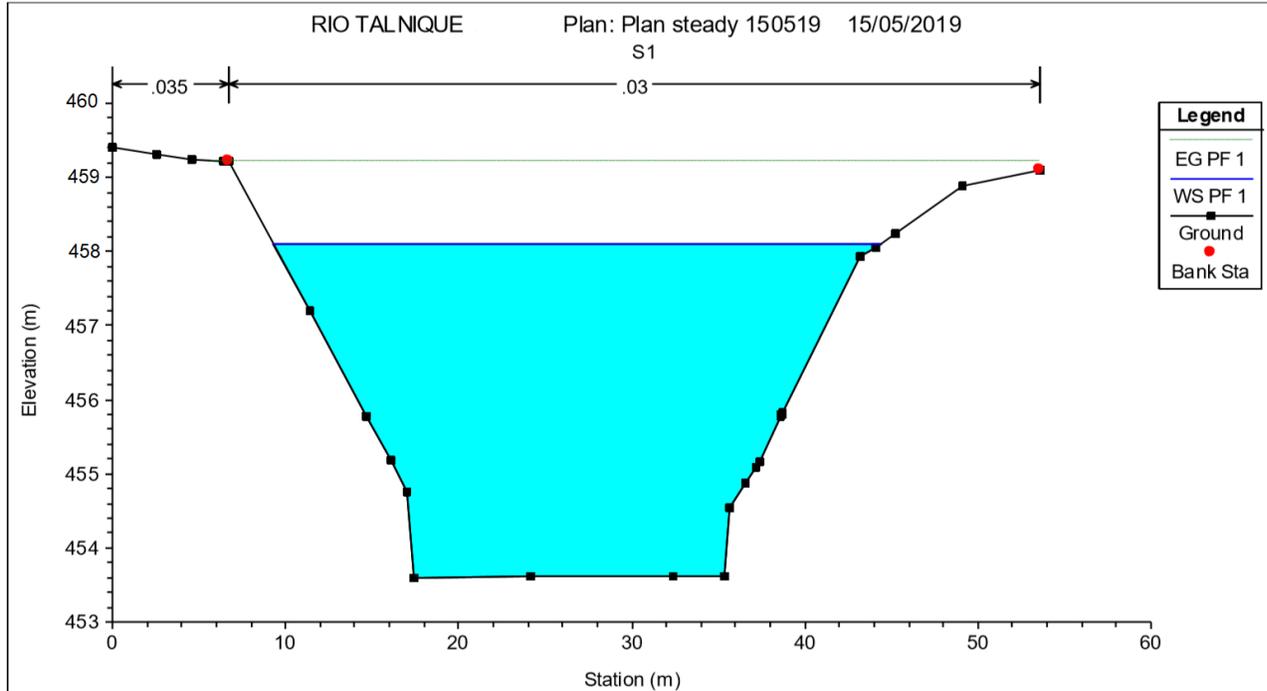


Fig. 1: Esquema de Puente sobre río Talnique

En general deberá también considerarse en el Diseño Hidráulico final, el uso de Factores de Seguridad que la obra amerita, esto dado el registro de intensidades máximas y el acelerado crecimiento urbano de la zona de Lourdes, en el municipio de Colón; así como de la ciudad de Santa Tecla, que se evidencia mediante los mapas de polígonos de Thiessen y los mapas de tipo y uso de suelo presentados en el Estudio Hidrológico.



3.2 Revisión de capacidad Río Colón

Se ha consensuado con el cliente que la propuesta de obra hidráulica para el río Colón sea tal como se muestra en la fig. 2, la cual consta de un puente tipo doble caja con una altura de 5.30 m y un ancho total de 21.55 metros con paredes verticales.

El cauce del Río Colón no tiene capacidad hidráulica para transitar el caudal máximo, correspondiente al período de retorno de 200 años, en ninguna de las secciones analizadas. El nivel máximo alcanzado por la crecida máxima de 200 años en el sitio de interés del proyecto (Estacionamiento 6+740.00), es 460.82msnm, con la cual se obtiene un gálibo libre de 1.20m, adicionalmente se propone realizar un canal revestido de 20m aguas arriba y abajo del puente.

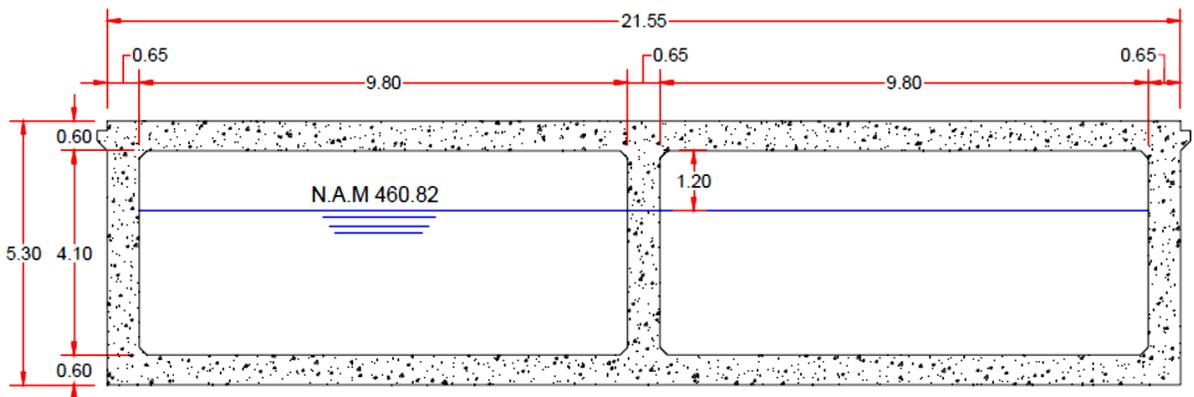


Fig. 2: Esquema de Sección de caja doble

Se modeló en HEC-RAS, para un caudal de 295.80 m³/s, que corresponde al flujo máximo del río Colón para un período de retorno de 200 años. La corrida se hizo utilizando flujo no estacionario, esto con el fin de obtener la mayor precisión posible.

El nivel de crecida máxima obtenido es de 4.57, lo cual es igual a 460.82 msnm. En la figura 2 se muestra el perfil hidráulico para un período de retorno de 200 años, en las figuras 3 se muestra la sección del puente propuesto sobre el río Colón.

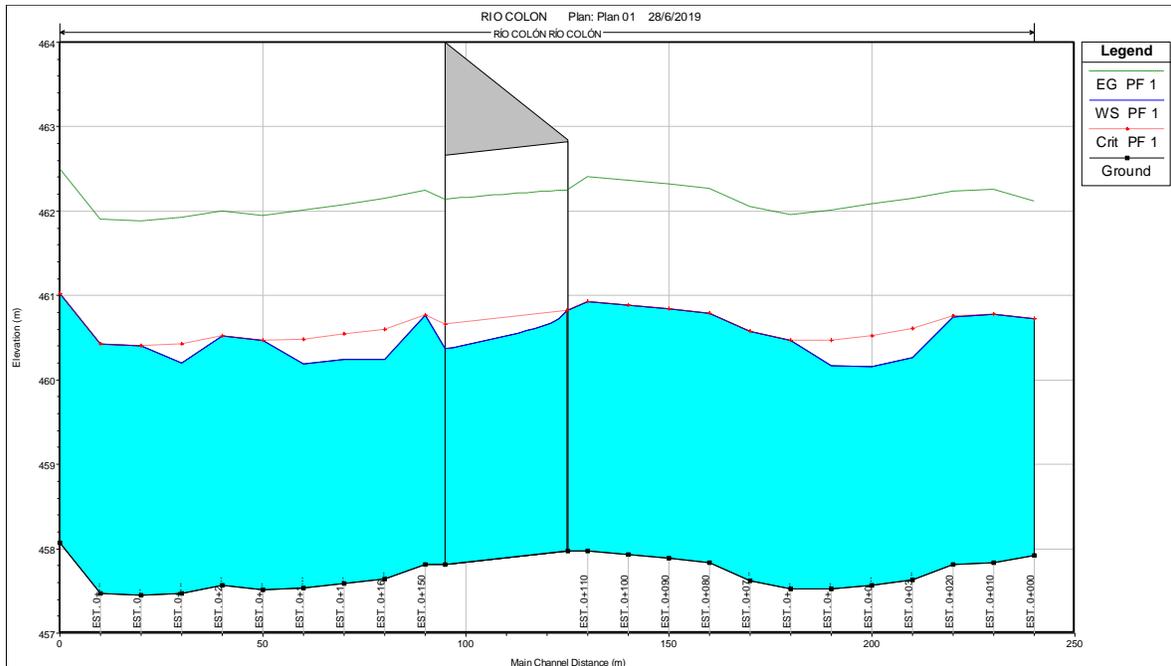


Fig. 3: Perfil cauce río Colon. Régimen Permanente

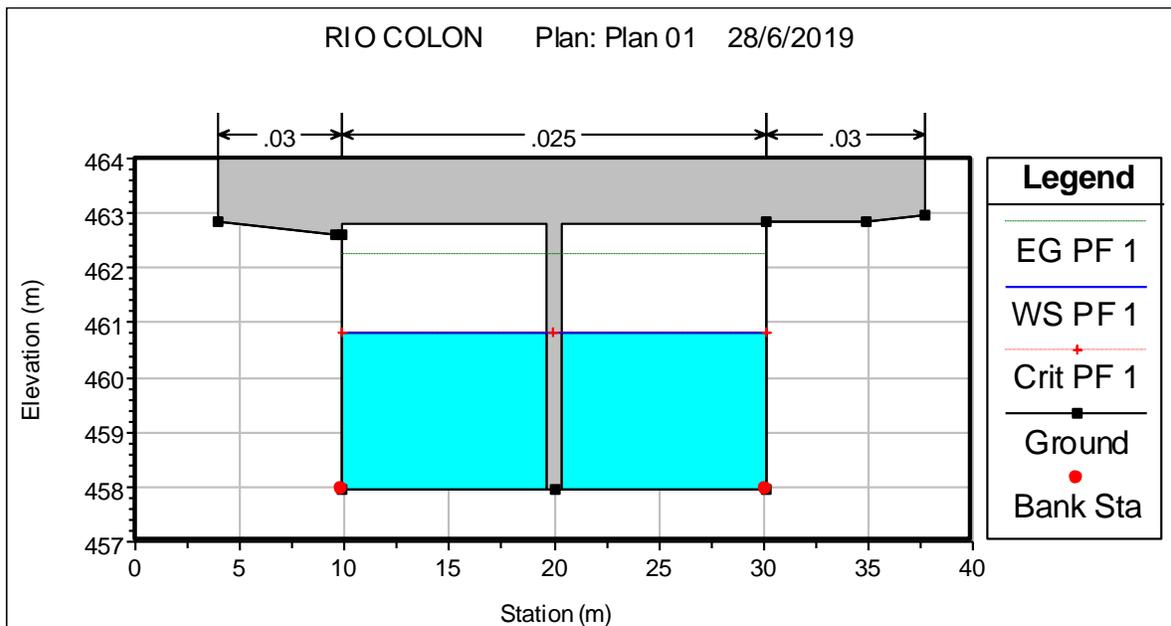


Fig. 4: Sección del puente sobre el río Colon.

El nivel de aguas máximas llega a 1.20 m por debajo de la base de la superestructura del puente. Hidráulicamente se podría considerar que la sección del puente propuesto tiene la capacidad necesaria.

Por tanto el Estudio Hidrológico ha recomendado:

De acuerdo a las propuestas analizadas de modificación de la geometría del cauce del río Colón, se concluye que teniendo todas de base 20 m, la que presenta mejor funcionalidad es la de paredes verticales y no afecta las calles adyacentes, al igual que la propuesta de taludes con relación 3.75 en la vertical por 1 en la horizontal. Las otras dos propuestas de geometría, con taludes 1/1 y 1.5/1, ambas afectan las calles adyacentes. En todos los casos será necesario elevar la rasante del puente, siendo menor en el de taludes verticales y mayor en el de relación 0.75/1. Es criterio del consultor proponer la geometría 0.75/1, que equivale a un ángulo aproximado de 75° , para reducir la inestabilidad de los taludes, en comparación con los taludes verticales.

Dicha solución deberá combinarse con la elevación de la rasante del puente existente, el cual, debido a su baja capacidad hidráulica, debería ampliarse o reconstruirse. De acuerdo a la propuesta de geometría del canal de 20 m de base y taludes a 75° , la rasante del puente deberá elevarse 1.05 m, que es el resultado de sumar la altura de la crecida que sobrepasa la viga del puente en régimen no estacionario, que es de 0.30 m, más los 0.75 m de gálibo.

En conclusión, el cauce del río Colón necesita ser canalizado y la rasante del puente debe elevarse para conseguir la capacidad hidráulica requerida por el caudal correspondiente a un período de retorno de 200 años.

3.3 Revisión de capacidad hidráulica del río Agua Amarilla

Se modeló en HEC-RAS (US Army Corps of Engineers, 2016), para un caudal principal de $119.10 \text{ m}^3/\text{s}$, que corresponde el flujo máximo de la microcuenca del río Agua Amarilla para un período de retorno de 100 años.

El nivel máximo de la crecida obtenido mediante la modelación hidráulica con HEC-RAS en la cara hacia aguas arriba del punto de intersección del proyecto, para las condiciones antes detalladas, es 470.81 m.s.n.m., equivalentes a 1.98 m de profundidad.

El nivel máximo de la crecida obtenido mediante la modelación hidráulica con HEC-RAS en la cara hacia aguas abajo del punto de intersección del proyecto, para las condiciones antes detalladas, es 470.73 m.s.n.m., equivalentes a 2.17 m de profundidad.

En la figura 4 se muestra el perfil hidráulico para un periodo de retorno de 100 años, en la figura 5 se muestra el perfil hidráulico modelado con la caja que servirá de obra de paso, mientras que en las figuras 6 y 7 se muestra la sección transversal en estado natural y la sección transversal con la caja respectivamente.

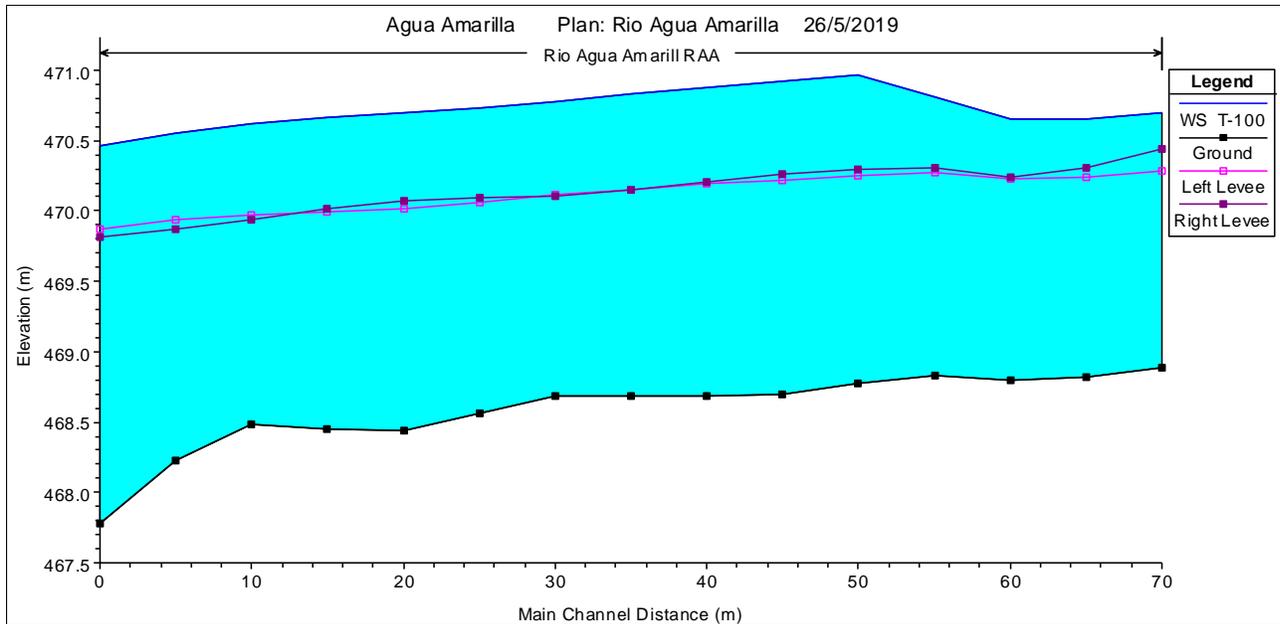


Fig. 5: Perfil hidráulico en estado natural río Agua Amarilla.

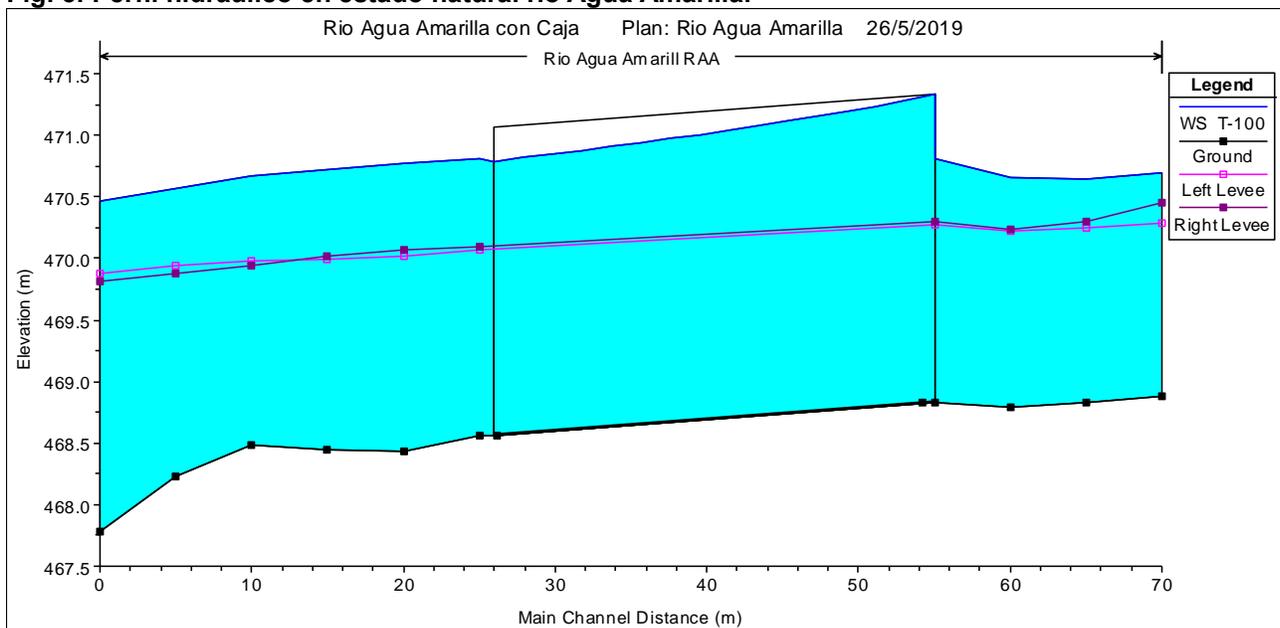


Fig. 6: Perfil hidráulico con caja tipo 5, río Agua Amarilla.

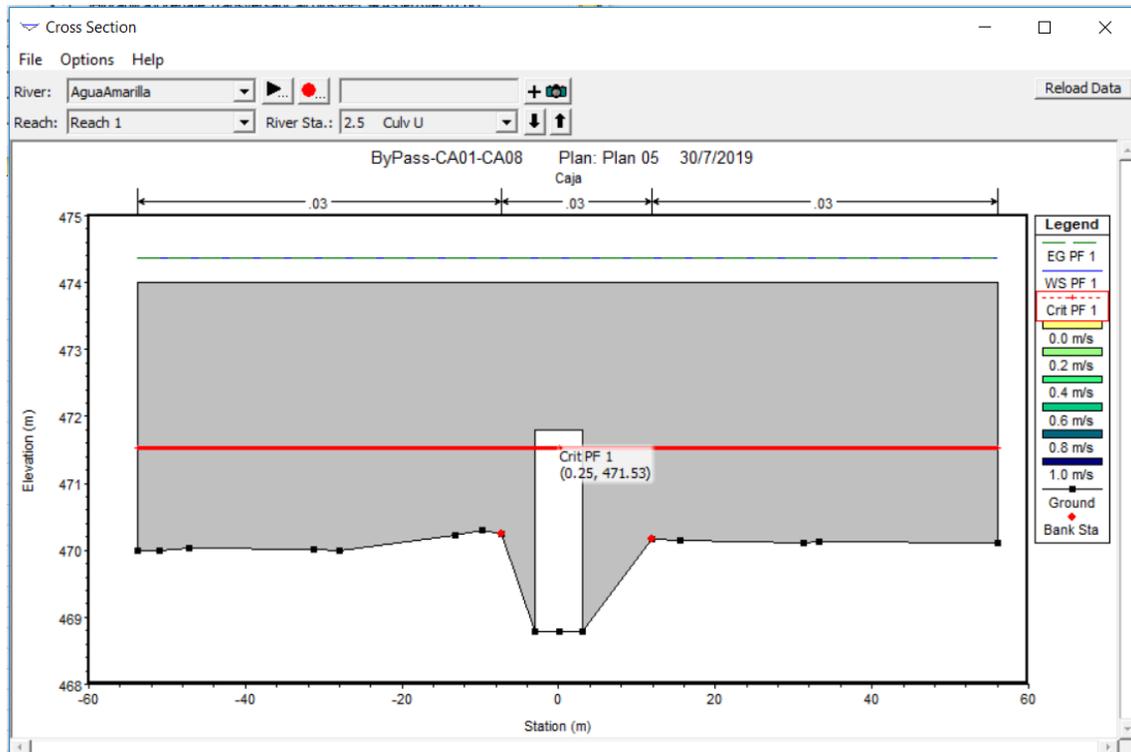


Fig. 7: Sección transversal en estado natural río Agua Amarilla Est. 0+025.

Culvert Output

File Type Options Help

River: AguaAmarilla Profile: PF 1 Culv Group: Culvert #1

Reach: Reach 1 RS: 2.5 Plan: CajaProy

Plan: CajaProy AguaAmarilla Reach 1 RS: 2.5 Culv Group: Culvert #1 Profile: PF 1

Q Culv Group (m3/s)	85.38	Culv Full Len (m)	
# Barrels	1	Culv Vel US (m/s)	4.74
Q Barrel (m3/s)	85.38	Culv Vel DS (m/s)	7.80
E.G. US. (m)	474.36	Culv Inv El Up (m)	468.79
W.S. US. (m)	474.36	Culv Inv El Dn (m)	468.60
E.G. DS (m)	470.65	Culv Frctn Ls (m)	0.26
W.S. DS (m)	470.53	Culv Exit Loss (m)	2.88
Delta EG (m)	3.71	Culv Entr Loss (m)	0.57
Delta WS (m)	3.83	Q Weir (m3/s)	33.72
E.G. IC (m)	474.36	Weir Sta Lft (m)	-53.74
E.G. OC (m)	473.59	Weir Sta Rgt (m)	56.12
Culvert Control	Inlet	Weir Submerg	0.00
Culv WS Inlet (m)	471.79	Weir Max Depth (m)	0.36
Culv WS Outlet (m)	470.43	Weir Avg Depth (m)	0.36
Culv Nml Depth (m)	2.10	Weir Flow Area (m2)	39.90
Culv Crt Depth (m)	2.74	Min El Weir Flow (m)	474.00

Errors, Warnings and Notes

Warning: Since the culvert has supercritical flow, the program should be run in mixed flow in order to check if the cross section downstream of the culvert has supercritical flow.

Note: The flow in the culvert is entirely supercritical.

Select Profile

La sección natural no tiene la capacidad hidráulica suficiente para un caudal de 119.10 m³/s, correspondiente a un periodo de retorno de 100 años. En el modelo en HEC-RAS se colocaron leeves en todas las secciones, al nivel de los Banks, para asegurar que el cauce se desborde hasta que el mismo se haya llenado. Debido a que la topografía no es tan extensa con respecto al cauce del río no se puede tener un panorama más amplio, por lo que se puede asegurar que el agua desbordada se distribuye en las planicies adyacentes, por lo que el nivel real alcanzado en la caja sería inferior.

La sección de la caja de 6.0x3.0m tiene suficiente capacidad hidráulica para transitar el caudal modelado para el río agua amarilla.

3.4 Revisión de capacidad hidráulica del río Belén

Se modeló en HEC-RAS (US Army Corps of Engineers, 2016), para un caudal principal de 110.60 m³/s, que corresponde el flujo máximo de la microcuenca del río Belén para un periodo de retorno de 100 años.

El nivel máximo de la crecida obtenido mediante la modelación hidráulica con HEC-RAS en la cara hacia aguas arriba del punto de intersección del proyecto, para las condiciones antes detalladas, es 471.97 m.s.n.m., equivalentes a 3.30 m de profundidad.

El nivel máximo de la crecida obtenido mediante la modelación hidráulica con HEC-RAS en la cara hacia aguas abajo del punto de intersección del proyecto, para las condiciones antes detalladas, es 471.77 m.s.n.m., equivalentes a 2.95m de profundidad.

En la figura 8 se muestra el perfil hidráulico para un periodo de retorno de 100 años, en la figura 9 se muestra el perfil hidráulico modelado con la caja que servirá de obra de paso, mientras que en las figuras 10 y 11 se muestra la sección transversal en estado natural y la sección transversal con la caja respectivamente.

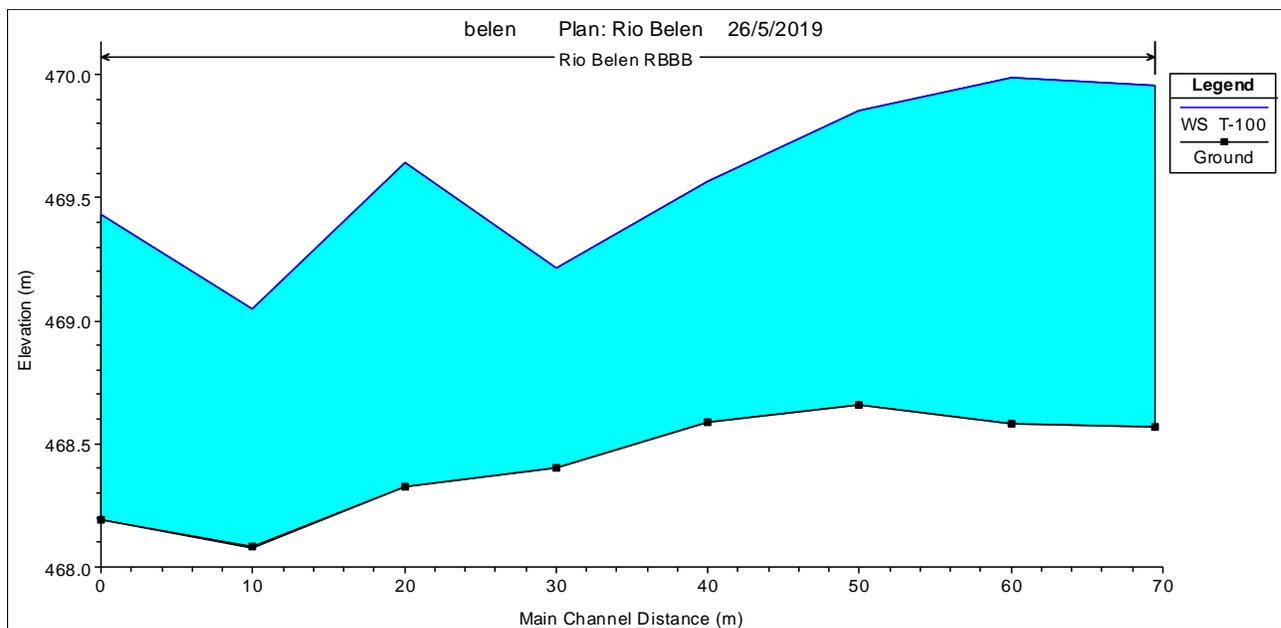


Fig. 8: Perfil hidráulico en estado natural río Belén.

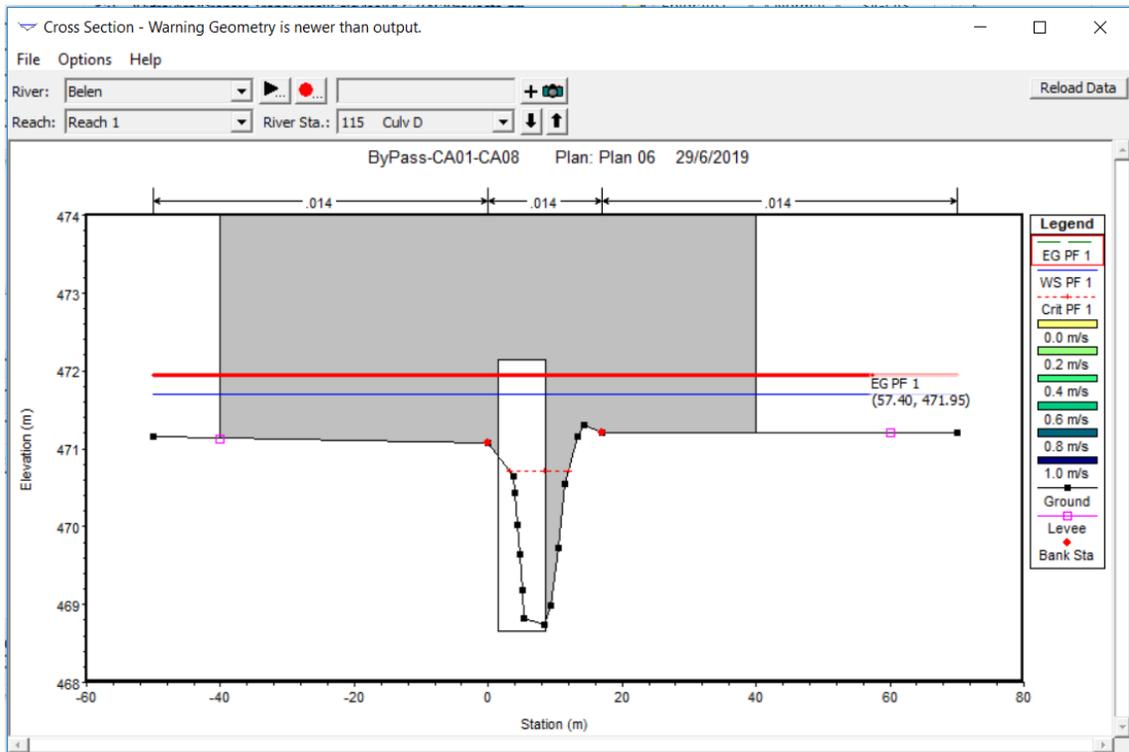


Fig. 9: Sección transversal con Caja tipo, río Belén Est. 0+020.

The screenshot shows the 'Culvert Output' window with the following parameters: River: Belen, Profile: PF 1, Culv Group: Culvert #1, Reach: Reach 1, RS: 115, Plan: CajaBelen.

Plan: CajaBelen Belen Reach 1 RS: 115 Culv Group: Culvert #1 Profile: PF 1			
Q Culv Group (m3/s)	65.21	Culv Full Len (m)	
# Barrels	1	Culv Vel US (m/s)	3.47
Q Barrel (m3/s)	65.21	Culv Vel DS (m/s)	3.19
E.G. US. (m)	472.33	Culv Inv El Up (m)	468.81
W.S. US. (m)	472.28	Culv Inv El Dn (m)	468.65
E.G. DS (m)	471.78	Culv Frctn Ls (m)	0.02
W.S. DS (m)	471.57	Culv Exit Loss (m)	0.30
Delta EG (m)	0.55	Culv Entr Loss (m)	0.22
Delta WS (m)	0.71	Q Weir (m3/s)	45.39
E.G. IC (m)	472.33	Weir Sta Lft (m)	-50.00
E.G. OC (m)	472.25	Weir Sta Rgt (m)	75.00
Culvert Control	Inlet	Weir Submerg	0.07
Culv WS Inlet (m)	471.50	Weir Max Depth (m)	0.98
Culv WS Outlet (m)	471.57	Weir Avg Depth (m)	0.80
Culv Nml Depth (m)	1.39	Weir Flow Area (m2)	36.01
Culv Crt Depth (m)	2.07	Min El Weir Flow (m)	471.35

Errors, Warnings and Notes

- Warning:** During the supercritical analysis, the program could not balance the energy equation during the forewater calculations inside of the culvert. The program assumed critical depth at the outlet and continued on.
- Note:** During the supercritical calculations a hydraulic jump occurred inside of the culvert.

Select Profile

La sección natural del río belén no tiene la capacidad hidráulica suficiente para un caudal de 110.6 m³/s, correspondiente a un periodo de retorno de 100 años. Al realizar el modelo hidráulico con la caja de sección 7.0x3.50m, se puede observar que esta tiene la capacidad hidráulica suficiente.

3.5 Revisión de capacidad hidráulica del río Los Patos

Se modeló en HEC-RAS (US Army Corps of Engineers, 2016), para un caudal principal de 16.70 m³/s, que corresponde el flujo máximo de la microcuenca del río Los Patos para un período de retorno de 100 años.

El nivel máximo de la crecida obtenido mediante la modelación hidráulica con HEC-RAS en la cara hacia aguas arriba del punto de intersección del proyecto, para las condiciones antes detalladas, es 462.46 m.s.n.m., equivalentes a 1.35 m de profundidad.

El nivel máximo de la crecida obtenido mediante la modelación hidráulica con HEC-RAS en la cara hacia aguas abajo del punto de intersección del proyecto, para las condiciones antes detalladas, es 463.37 m.s.n.m., equivalentes a 2.41 m de profundidad.

En la figura 16 se muestra el perfil hidráulico para un periodo de retorno de 100 años, en la figura 12 se muestra el perfil hidráulico modelado con la caja que servirá de obra de paso, mientras que en las figuras 13 y 14 se muestra la sección transversal en estado natural y la sección transversal con la caja respectivamente.

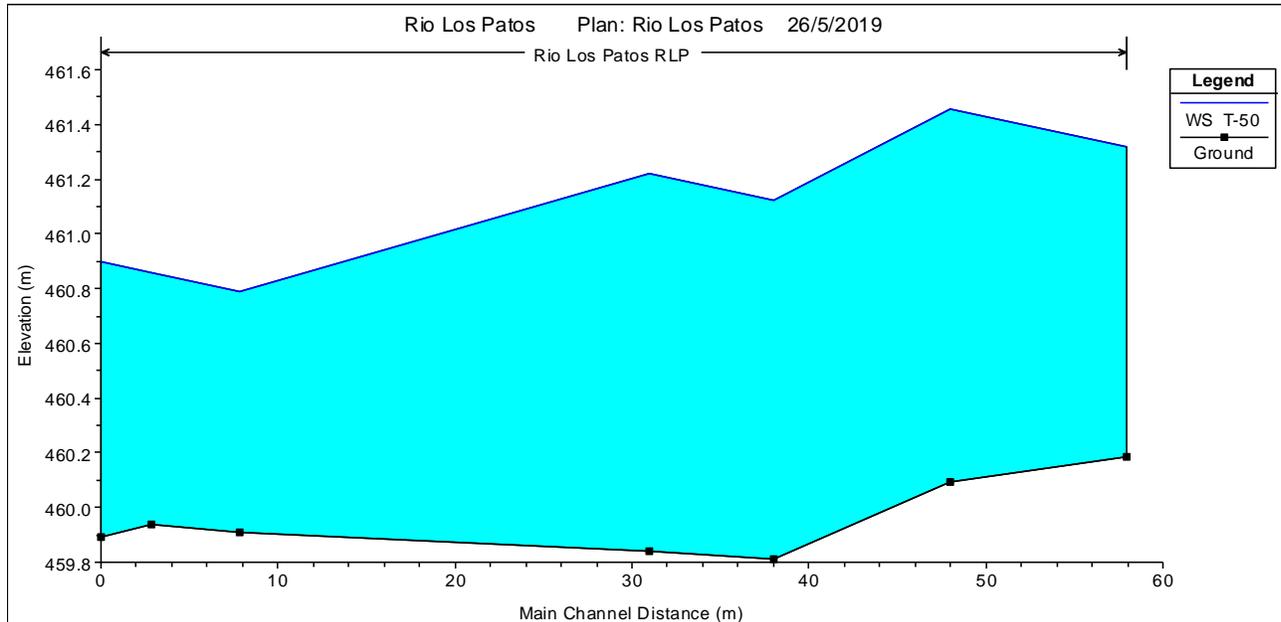


Fig. 10: Perfil hidráulico en estado natural río Los Patos.

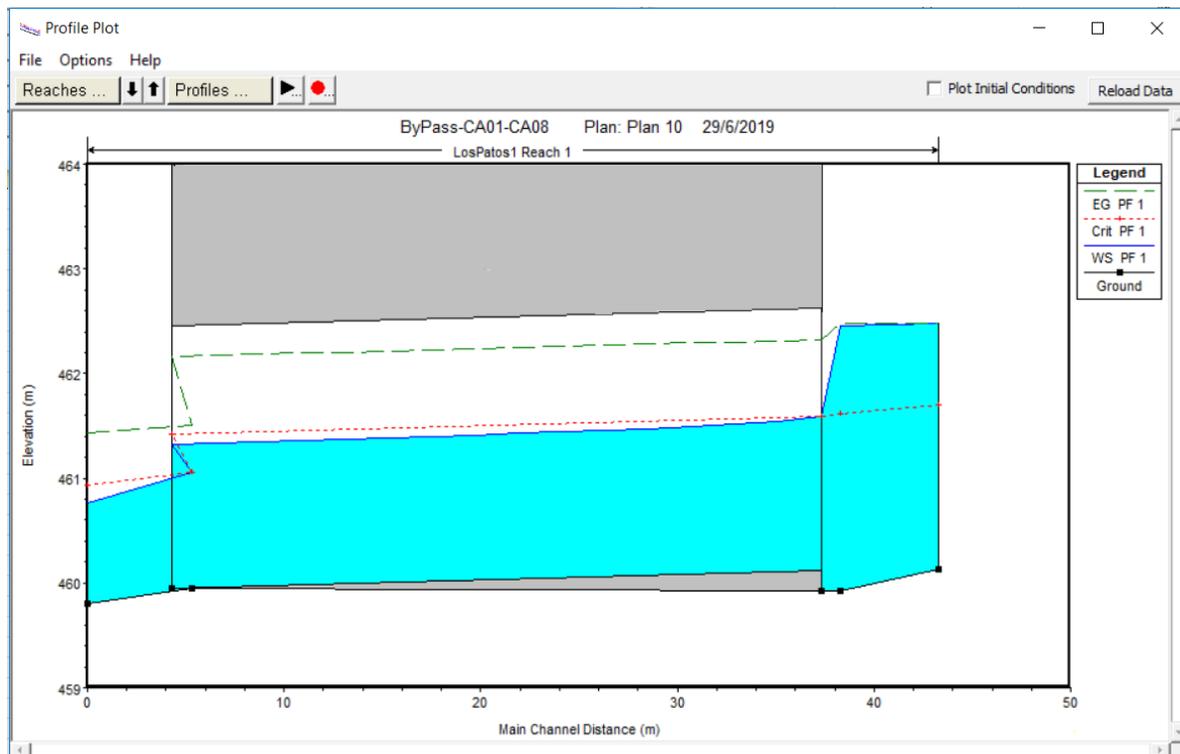


Fig. 11: Perfil hidráulico con caja, río Los Patos.

The screenshot shows the 'Culvert Output' window with the following parameters: River: LosPatos1, Profile: PF 1, Culv Group: Culvert #1, Reach: Reach 1, RS: 102, Plan: Patos1Proy.

Plan: Patos1Proy LosPatos1 Reach 1 RS: 102 Culv Group: Culvert #1 Profile: PF 1			
Q Culv Group (m3/s)	16.70	Culv Full Len (m)	
# Barrels	1	Culv Vel US (m/s)	3.79
Q Barrel (m3/s)	16.70	Culv Vel DS (m/s)	4.06
E.G. US. (m)	462.48	Culv Inv El Up (m)	460.12
W.S. US. (m)	462.46	Culv Inv El Dn (m)	459.95
E.G. DS (m)	461.51	Culv Frctn Ls (m)	0.16
W.S. DS (m)	461.05	Culv Exit Loss (m)	0.65
Delta EG (m)	0.97	Culv Entr Loss (m)	0.16
Delta WS (m)	1.41	Q Weir (m3/s)	
E.G. IC (m)	462.48	Weir Sta Lft (m)	
E.G. OC (m)	462.36	Weir Sta Rgt (m)	
Culvert Control	Inlet	Weir Submerg	
Culv WS Inlet (m)	461.59	Weir Max Depth (m)	
Culv WS Outlet (m)	461.32	Weir Avg Depth (m)	
Culv Nml Depth (m)	1.36	Weir Flow Area (m2)	
Culv Crt Depth (m)	1.47	Min El Weir Flow (m)	464.00

Errors, Warnings and Notes	
Note:	During the supercritical calculations a hydraulic jump occurred at the outlet of (leaving) the culvert.
Warning:	During the supercritical analysis, the program could not converge on a supercritical answer in the downstream cross section. The program used the solution with the least error.
Note:	The flow in the culvert is entirely supercritical.

Select Profile

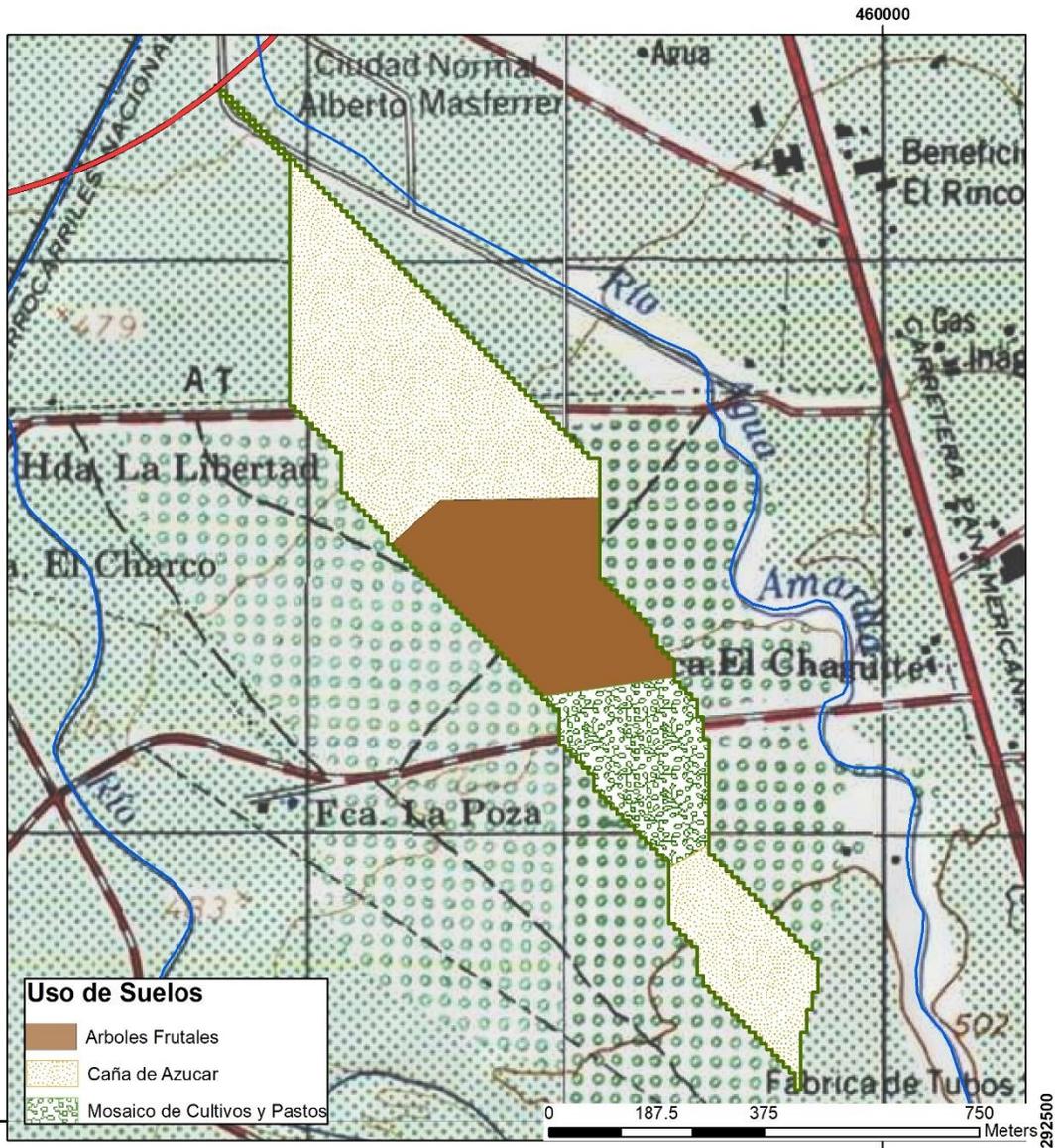
La sección natural del río Los Patos tiene sobrada capacidad hidráulica para un caudal de 16.70 m³/s, correspondiente a un periodo de retorno de 100 años. Al realizar el modelo hidráulico con la caja de sección 4.0x3.0m, se puede observar que esta tiene la capacidad hidráulica suficiente.

Como el puente del Talnique tiene capacidad suficiente, se mantendrá, mientras que en el Colón, debido a que no posee suficiente capacidad hidráulica, será reconstruido y la sección del cauce canalizada, en una longitud mínima de 50 m aguas arriba y 40 m aguas abajo del puente.

Es importante mencionar que las obras de drenaje menor existentes en los alrededores del puente talnique (tubería de 36" y 42") que dan continuidad al sifon del sistema de riego, ya que actualmente se encuentran en funcionamiento se deben conservar, generando las obras de protección pertinentes para evitar deterioros durante la fase de construcción.

APENDICES

MAPA DE MICROCUENCA PARA EST 1+193 RIO BELEN



Simbología

- Bypass entre CA-1 A CA-8
- Rios Secundarios
- Microcuenca

MAPA 1: MICROCUENCA 1+193