

REPUBLICA DE PANAMÁ
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

PROYECTO:

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTRIBOS E INSTALACIÓN
DE PUENTES MODULARES**

**PEÑAS PIETRAS, SABANA GRANDE, PROVINCIA DE
HERRERA**

**ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARA
PUENTE SOBRE RÍO ESQUIGUITA**

CONSORCIO IPC - DCI



MAYO 2020



INTRODUCCIÓN

El presente informe consiste en el estudio hidrológico e hidráulico del Río Esquiguita, como bien indica el Mosaico Tommy Guardia ubicado en Pesé y Macaracas, Provincia de Herrera.

OBJETIVOS DEL PRESENTE ESTUDIO

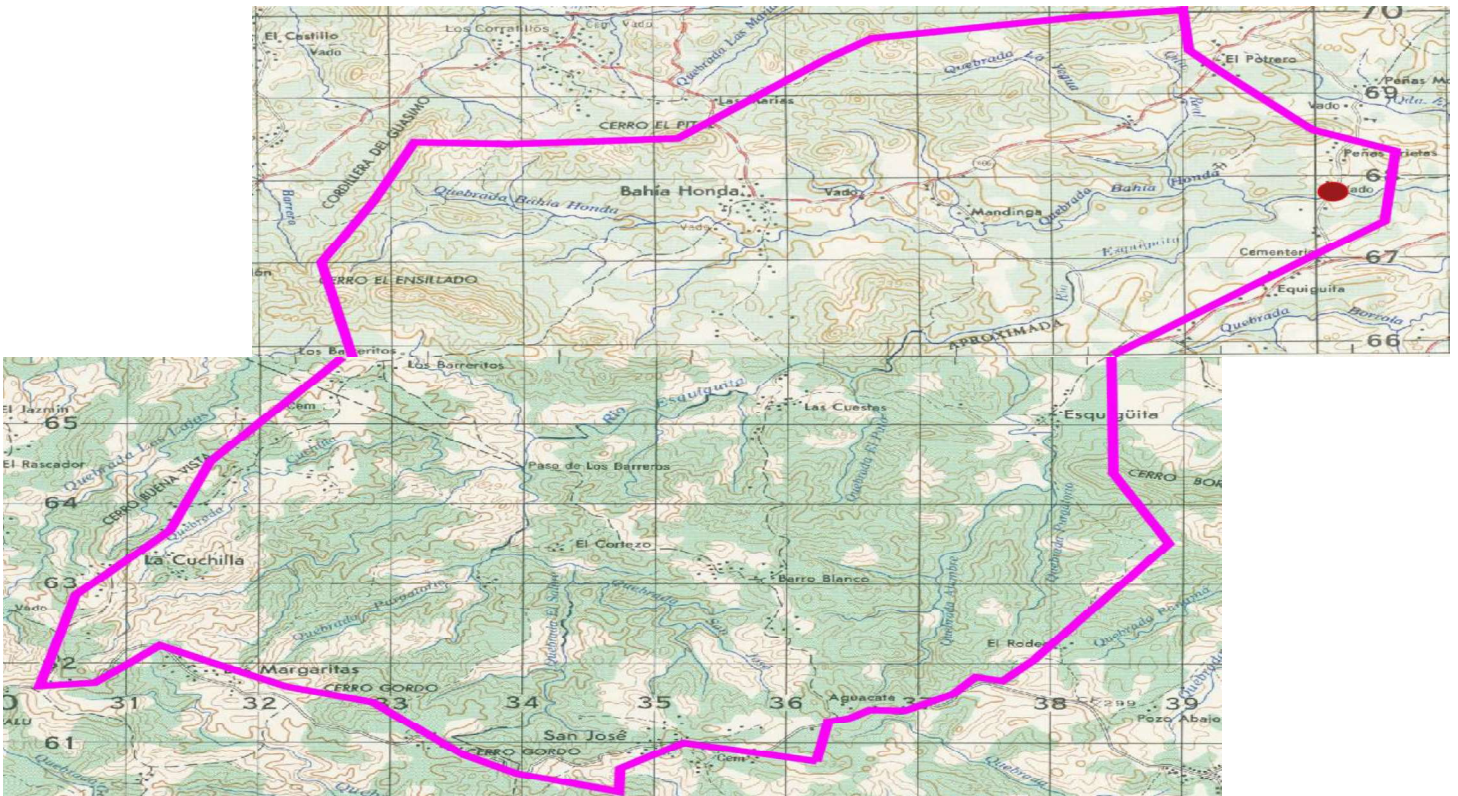
El objetivo de este estudio tiene como finalidad de determinar el nivel máximo de crecidas (N.A.M.E), para un periodo de retorno de 100 años del Río Esquiguita, para establecer la elevación y longitud del puente vehicular.

CALCULO HIDROLOGICO DEL RÍO ESQUIGUITA

1. Área de Cuenca:

El área de esta cuenca fue calculada en el mosaico Pesé y Macaracas realizado por el Instituto Geográfico Tommy Guardia en escala 1:50,000. El área de la cuenca calculada es de 56.1 Km².

Como se puede observar en el mapa, el punto celeste indica la colocación del puente vehicular.



MOSAICO 1:50,000 PESÉ Y MACARACAS

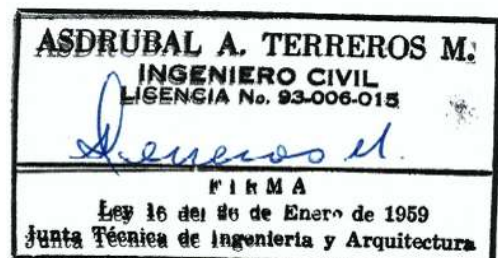
2. Calculo de Caudal Promedio y Máximo:

Para el cálculo del caudal máximo de crecida usaremos las ecuaciones de Análisis Regional de Crecidas Máxima) realizado por **ETESA**. Estas ecuaciones permiten estimar la frecuencia de crecidas máximas que pueden ocurrir en un sitio determinado de la quebrada, con solo conocer el área de drenaje de la quebrada en estudio.

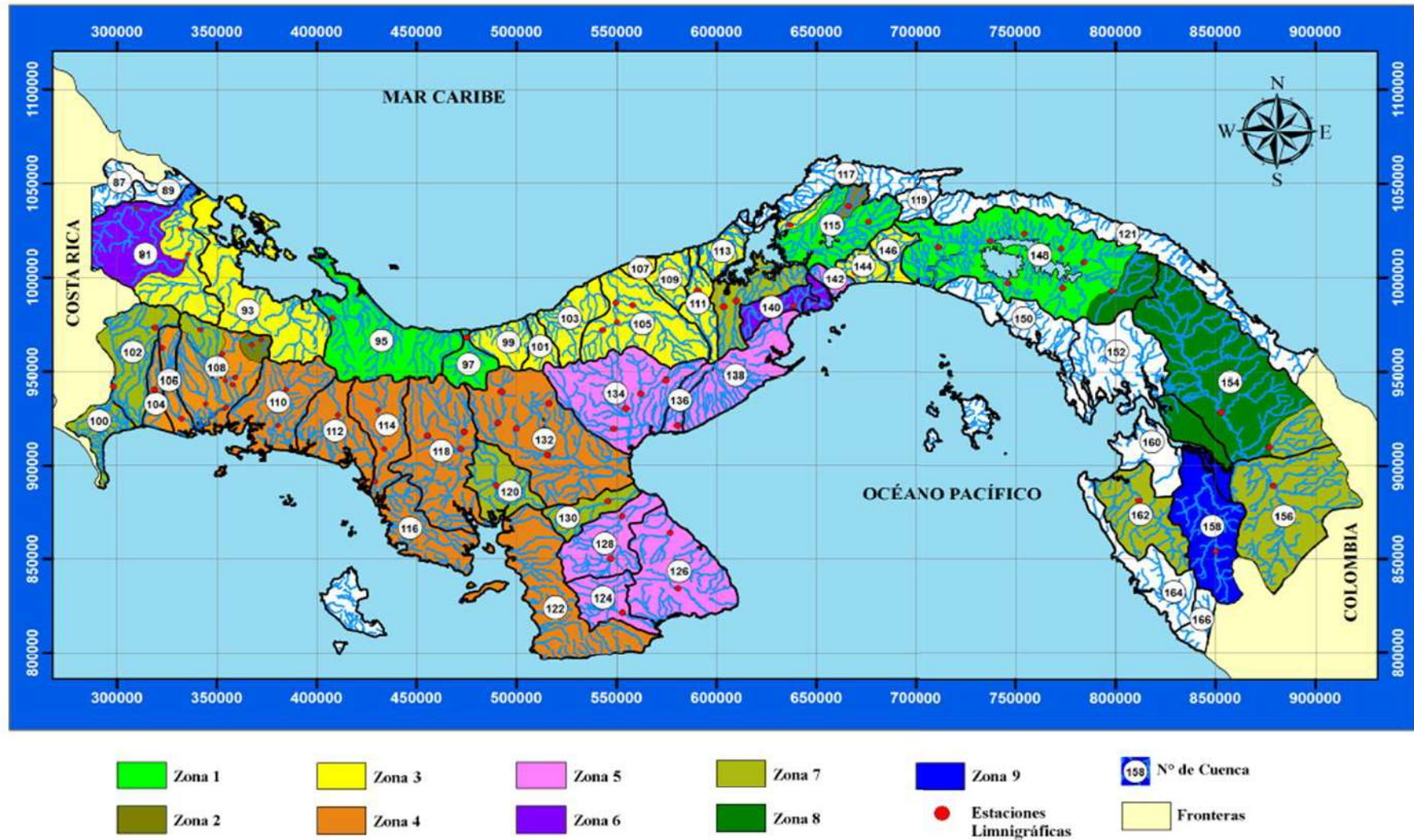
Delimitación de las regiones hidrológicamente homogéneas y la elaboración del mapa que muestra las distintas regiones.

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

Para determinar el caudal promedio usaremos la ecuación que es la correspondiente a la zona N°5 (Ver mapa en la siguiente página).



República de Panamá
Regiones Hidrológicamente Homogéneas



Factores para diferentes periodos de diseños 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

Para nuestro cálculo hemos utilizado un periodo de retorno de 100 años por considerarse el diseño hidráulico de un puente vehicular. El área de estudio se encuentra en la zona 5, por lo que utilizaremos la tabla 1 correspondiente a la zona de estudio y utilizaremos el factor para este periodo.

$$Q_{prom} = KA^{0.59}$$

Q = Caudal promedio (m^3/s)

K = constante (Depende de la Región)

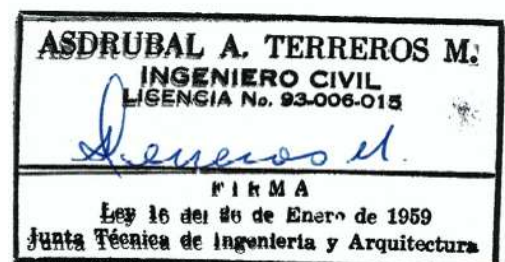
A = Área de la cuenca (Km^2)

$$Q_{prom} = 14 * 56.1^{0.59} = 150.67 \text{ m}^3/s$$

Para determinar el caudal máximo de diseño, utilizaremos una constante de 2.68:

$$Q_{max} = \text{Factor} * Q_{prom} = 2.68 * 150.67$$

$$Q_{max} = 403.79 \text{ m}^3/s$$



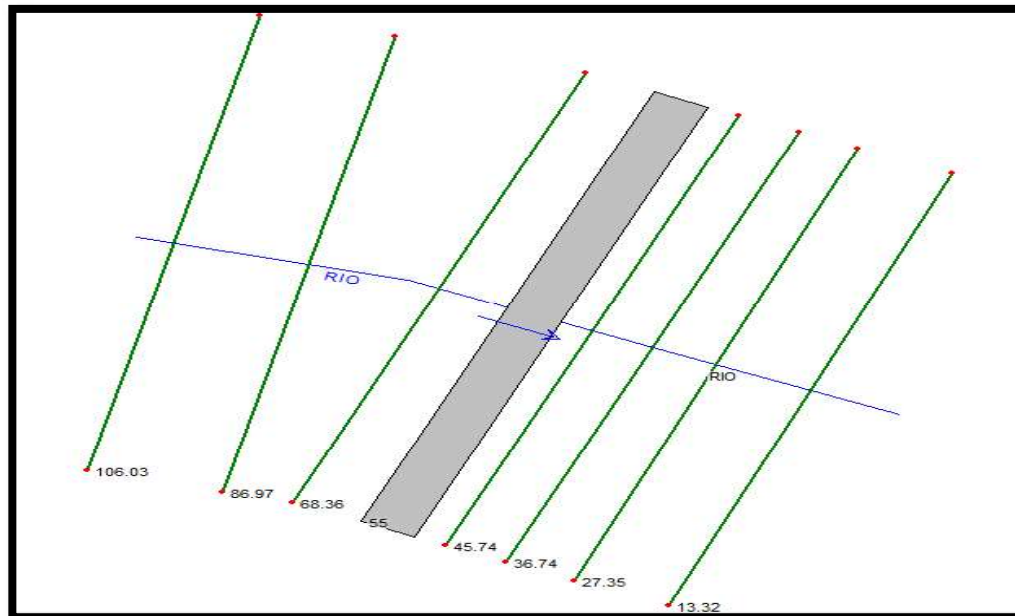
Calculo Hidráulico para la determinación de la Sección Transversal Óptima del Punte

Determinación del coeficiente de rugosidad de Manning:

Valores del Coeficiente de Manning (n)			
Canales Naturales	n	Canales artificiales	n
Limpios y rectos	0.03	Latón	0.011
Fangoso con piscinas	0.04	Acero, suave	0.012
Ríos	0.035	Acero, pintado	0.014
Llanuras de Inundación		Acero remachado	0.016
Pasto, campo	0.035	Hierro fundido	0.013
Matorrales baja densidad	0.05	Concreto Terminado	0.012
Matorrales alta densidad	0.075	Concreto sin Terminar	0.014
Arboles	0.15	Madera cepillada	0.012
Canales de Tierra		Baldosa arcilla	0.014
Limpio	0.022	Ladrillo	0.015
Grava	0.025	Asfalto	0.016
Maleza	0.03	Metal Corrugado	0.022
Piedra	0.035	Madera no cepillada	0.013

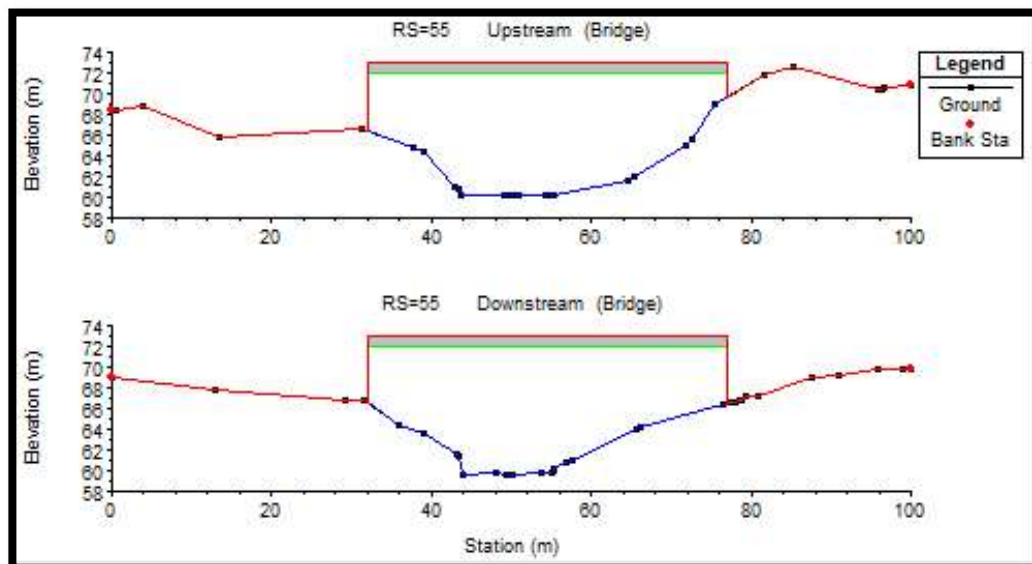
Se utilizará el coeficiente de Manning para ríos de 0.035

Determinación de Nivel de Aguas Máximas en Programa HEC-RAS



Planta General del Modelo HEC-RAS del Puente Vehicular

Análisis y Resultados mediante el Programa HEC-RAS



Se agregó el puente de 45.73 metros utilizando el editor de puentes proporcionado por el programa HEC-RAS.

Datos:

Steady Flow Data - ESQUIGUITA

File Options Help

Enter/Edit Number of Profiles (32000 max): 1 Reach Boundary Conditions ... Apply Data

Locations of Flow Data Changes

River: RIO Add Multiple...

Reach: RIO River Sta.: 106.03 Add A Flow Change Location

Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates	
River	Reach	RS	PF	
1 RIO	RIO	106.03	403.79	

Caudal Calculado: 403.79 m³/s

Steady Flow Boundary Conditions

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

Available External Boundary Condition Types

Known W.S. Critical Depth Normal Depth Rating Curve Delete

Selected Boundary Condition Locations and Types

River	Reach	Profile	Upstream	Downstream
RIO	RIO	all	Normal Depth S = 0.01	Normal Depth S = 0.01

Pendiente Promedio

Steady Flow Analysis

File Options Help

Plan: Plan 01 Short ID: Plan 01

Geometry File: ESQUIGUITA

Steady Flow File: ESQUIGUITA

Plan Description:

Flow Regime

☐ Subcritical

☐ Supercritical

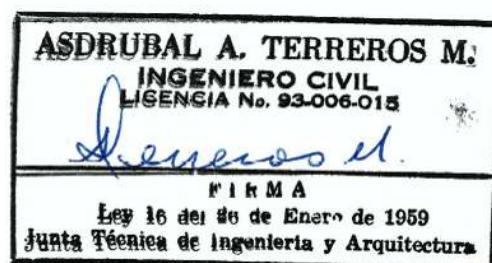
☒ Mixed

Optional Programs

☐ Floodplain Mapping

Compute

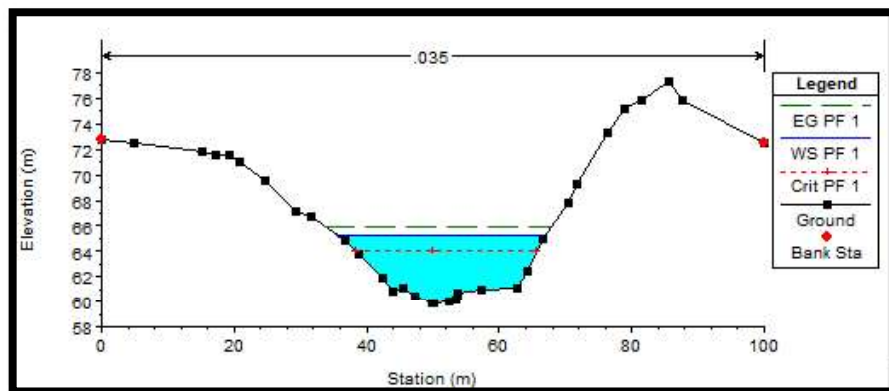
Régimen de Flujo Mixto



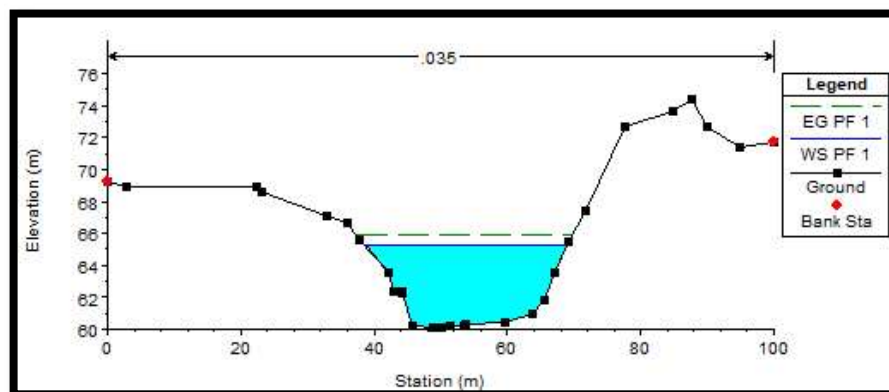
Resultado Hidráulico

Profile Output Table - Standard Table 1												
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: RIO Reach: RIO Profile: PF 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
RIO	106.03	PF 1	403.79	59.93	65.29	64.02	65.93	0.003182	3.55	113.81	31.43	0.60
RIO	86.97	PF 1	403.79	60.10	65.24		65.87	0.002998	3.53	114.52	30.08	0.58
RIO	68.36	PF 1	403.79	60.11	65.28	63.72	65.78	0.002438	3.14	128.72	35.97	0.53
RIO	55		Bridge									
RIO	45.74	PF 1	403.79	59.60	64.94		65.69	0.004440	3.82	105.78	34.23	0.69
RIO	36.74	PF 1	403.79	59.48	64.95		65.63	0.003831	3.66	110.34	34.34	0.65
RIO	27.35	PF 1	403.79	59.50	64.79	63.99	65.58	0.004833	3.94	102.61	34.28	0.73
RIO	13.32	PF 1	403.79	59.49	64.00	64.00	65.42	0.009636	5.28	76.47	27.00	1.00

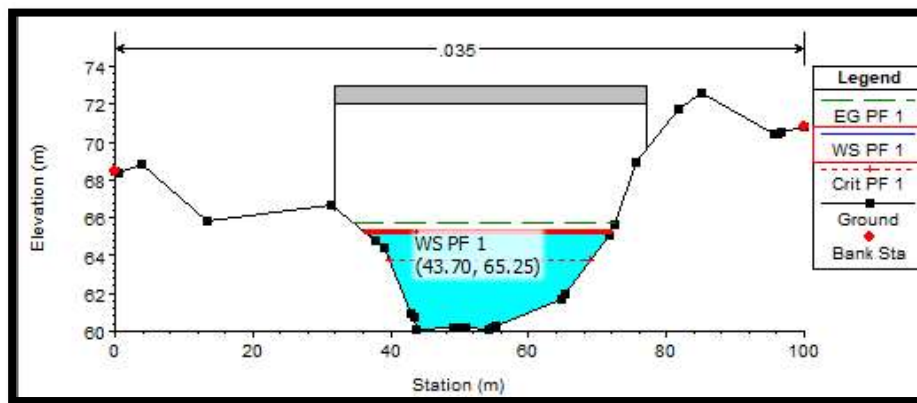
Secciones Transversales



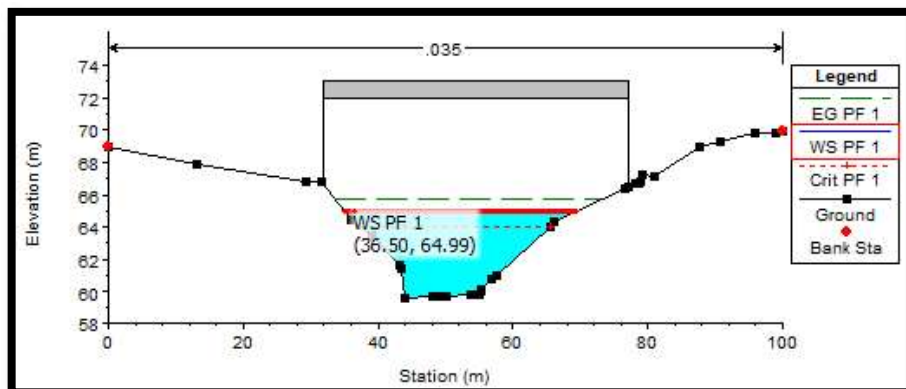
OK+106.03



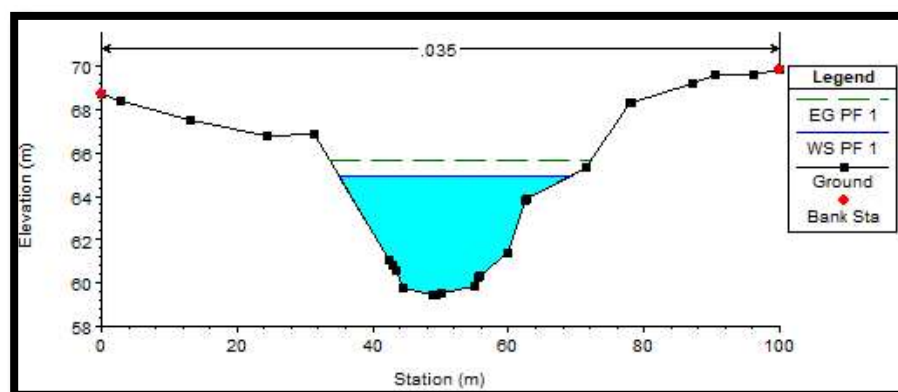
OK+86.97



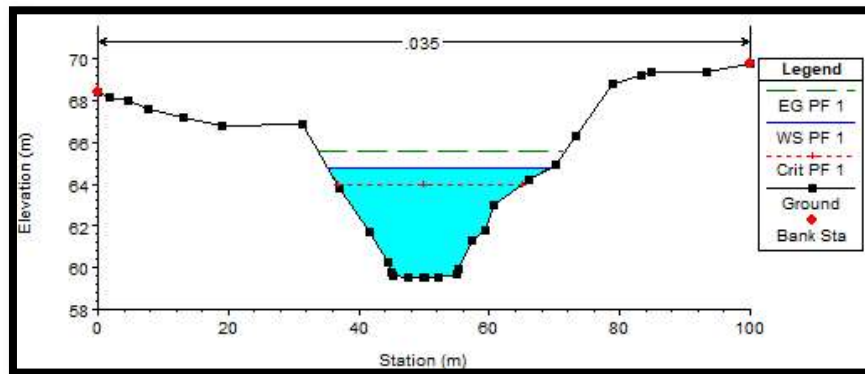
0K+55 - Sección aguas arriba – Entrada al Puente



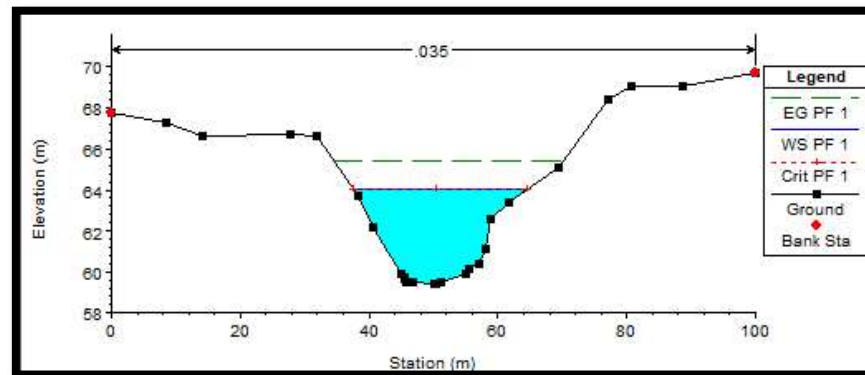
0K+45 - Sección aguas abajo – Salida del Puente



0K+36.74

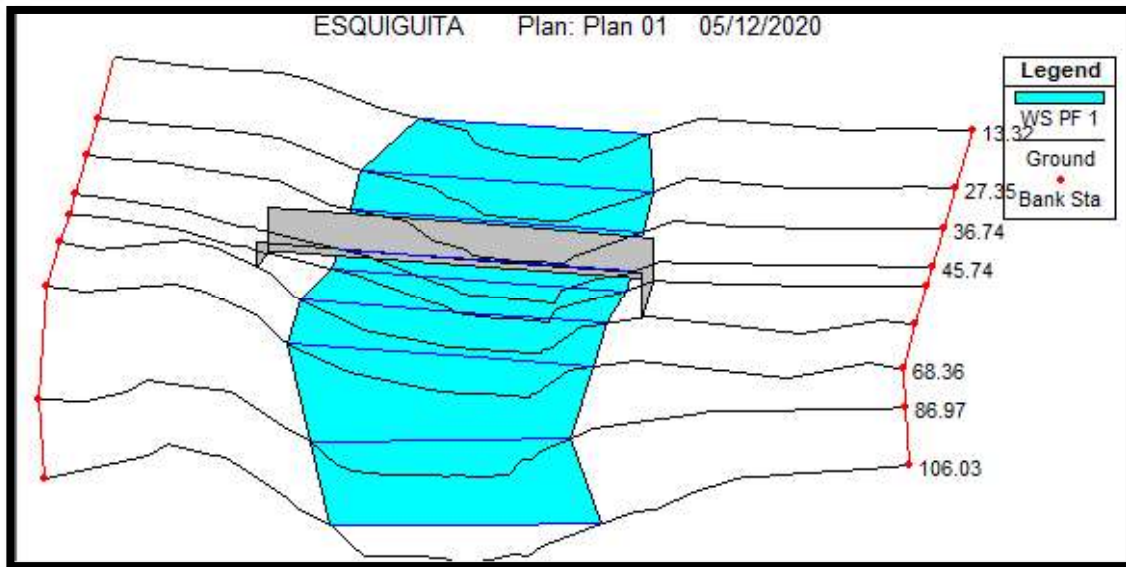


OK+27.35

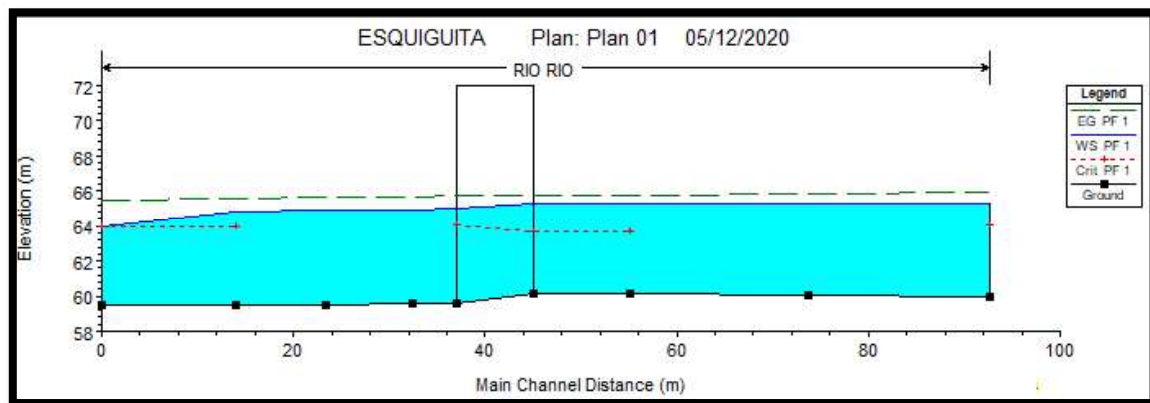


OK+13.32



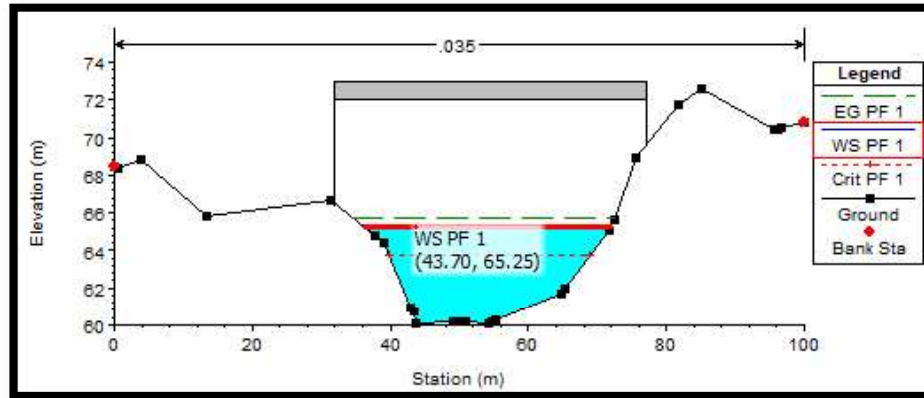


Modelación 3D - HECRAS



PERFIL LONGITUDINAL DEL RÍO - HECRAS

Conclusiones y Recomendaciones



Sección Transversal Hidráulica para el Puente Vehicular

1. La longitud del puente será de 150 pies (45.73 m), como bien indica el pliego de cargos.
2. El Nivel de Aguas Máximas (NAME) calculado es de 65.25 metros.
3. El nivel inferior del puente deberá ser mínimo de 67.05 metros, considerando el nivel de aguas máximas más el galibo de 1.8 metros, como bien exige las Normas del Ministerio de Obras Públicas.
4. Se deberá realizar una conformación de cauce de 100 m aguas arriba y 100 m aguas abajo.

Para la conformación de la sección del río, esta tiene un área hidráulica de 192.813 m^2 , siendo esta mayor al área hidráulico que se presenta en la sección del puente analizado en el Software HECRAS que es de 128.72 m^2 . La sección conformada se presenta en la vista perfil del puente en el plano planta perfil.

5. La inclinación del talud de 1:1 (H:V), será conformado con zampeado de hormigón armado en la zonas de abajo y lateral de cada estribo del puente vehicular.

ANEXO

CUENCA RÍO ESQUIGUITA

MOSAICO PESÉ y MACARACAS Instituto Geográfico Tommy Guardia en escala 1:50,000

