

VICENTE EUCLIDES RÍOS RODRÍGUEZ
Teléfono 6672 8055 / correo-electrónico vicenterios29@gmail.com

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

Para determinar los niveles de inundación de la crecida
de diseño (1:50 años) del río Las Guabas

PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU
ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ

VICENTE EUCLIDES RÍOS RODRÍGUEZ
INGENIERO CIVIL
CERTIFICADO No. 69-6-12

FIRMA

LEY 15 DEL 28 DE ENERO DE 1959
JUNTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE INUNDACIÓN DE LAS CRECIDAS DE 1 EN 50 AÑOS DEL RÍO LAS GUABAS

“PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU”

PROVINCIA DE COCLÉ

Vicente Euclides Ríos Rodríguez

Panamá, DICIEMBRE de 2020

<p align="center">VICENTE EUCLIDES RIOS RODRÍGUEZ Teléfono 6672 8055 / correo-electrónico vicenterios29@gmail.com</p>		<p align="center">VICENTE EUCLIDES RIOS RODRIGUEZ INGENIERO CIVIL CERTIFICADO No. 68-6-12</p>
<p align="center">ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS</p>		
<p align="center">Para determinar los niveles de inundación de la crecida de diseño (1 :50 años) del río Las Guabas</p>		
<p align="center">PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ</p>		<p align="center">FIRMA</p> <p align="center">LEY 15 DEL 28 DE ENERO DE 1989 JUNTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</p>

ÍNDICE

1	INTRODUCCION.....	1
2	LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	1
3	DETERMINACIÓN DE LAS CRECIDAS DE DISEÑO EN EL ÁREA DEL PROYECTO.....	3
3.1	MÉTODO REGIONAL PARA LA DETERMINACIÓN DE CRECIDAS MÁXIMAS.....	3
3.1.1	<i>Metodología.....</i>	3
3.1.2	<i>Resultados obtenidos.....</i>	4
4	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL TRAMO DEL RÍO LAS GUABAS EN EL SITIO DEL PRO- YECTO, LOCALIZADO SOBRE LA MARGEN DERECHA DE ESE RÍO.....	6
4.1	METODOLOGÍA USADA.....	6
4.2	EVALUACION DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL TRAMO ANALIZADO EDEL CAUCE DEL RIO LAS GUABAS.....	6
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	19
5.1	CONCLUSIONES.....	19
5.2	RECOMENDACIONES.....	20

CUADROS

- 3-1 Análisis Regional de Frecuencia de Crecidas Máximas, Zona 5
- 4-1 Resumen de los cálculos hidráulicos del tramo analizado del con la topografía existente del área del proyecto.
- 4-2 Resumen de los cálculos hidráulicos del tramo analizado con la topografía propuesta.

FIGURAS

- 2-1 Cuenca de drenaje del río Las Guabas
- 4-1 Planta de inundaciones con la topografía existente
- 4-2 Perfil longitudinal del tramo analizado del cauce del río con la topografía existente
- 4-3 Secciones transversales del tramo analizado con la topografía existente
- 4-4 Planta de inundaciones con la topografía propuesta.
- 4-5 Perfil longitudinal del tramo analizado del cauce del río con la topografía propuesta.
- 4-6 Secciones transversales del tramo analizado con la topografía propuesta.

<p style="text-align: center;">VICENTE EUCLIDES RIOS RODRÍGUEZ Teléfono 6672 8055 / correo-electrónico vicenterios29@gmail.com</p> <hr/> <p style="text-align: center;">ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Para determinar los niveles de inundación de la crecida de diseño (1 :50 años) del río Las Guabas</p> <hr/> <p style="text-align: center;">PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ</p>	<p style="text-align: center;">VICENTE EUCLIDES RIOS RODRIGUEZ INGENIERO CIVIL CERTIFICADO No. 68-6-12</p> <hr/> <p style="text-align: center;">FIRMA</p> <hr/> <p style="text-align: center;">LEY 15 DEL 28 DE ENERO DE 1989 JUNTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</p>
--	--

ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

1 INTRODUCCION

Este informe presenta los resultados de los Estudios Hidrológicos e Hidráulicos realizados para determinar los niveles de inundación de las crecidas de 1 en 50 años hasta el extremo de aguas abajo del área del Proyecto, localizado en la margen derecha del río Las Guabas, en el camino hacia Guabas Arriba.

El objetivo de estos estudios es obtener, a partir de las características hidrológicas e hidráulicas determinadas en ellos, las condiciones de confiabilidad para que el proyecto propuesto no sea afectado por las crecidas de diseño (1 en 50 años) y proponer soluciones para mitigar los efectos que pudiesen impactar esas crecidas en el **PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU**.

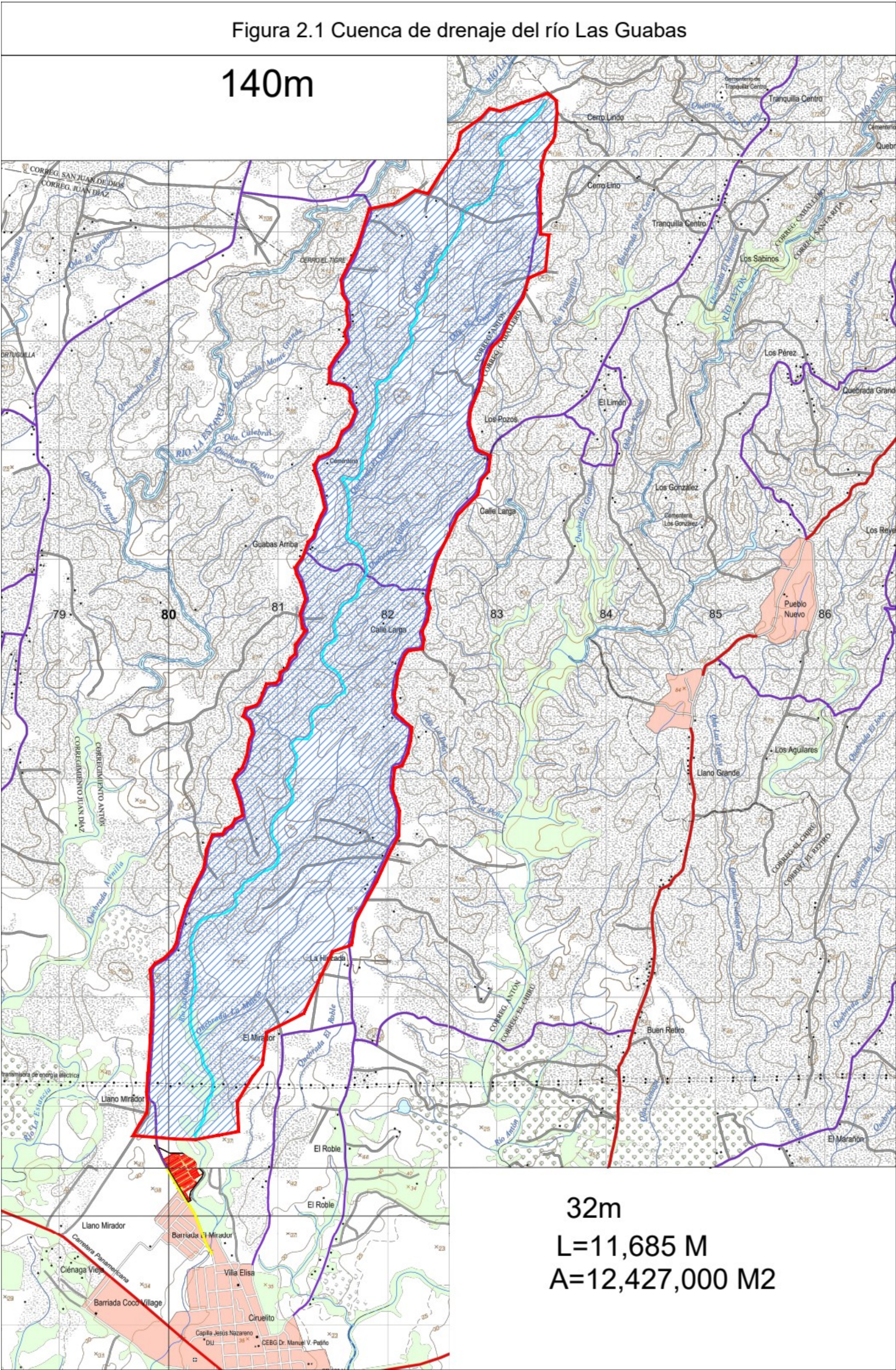
En la realización de este estudio fue usada la información obtenida mediante levantamientos topográficos del tramo analizado del cauce del río, mosaicos topográficos de la cuenda del río Las Guabas del Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia (IGNTG), estudios hidrológicos realizados según procedimientos recomendados por el MOP y simulaciones hidráulicas del tramo analizado del cauce del río Las Guabas, donde será construido el proyecto.

En el capítulo final de este informe se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas de los análisis realizados, las cuales fueron usadas en el diseño geométrico y de las estructuras contempladas en el proyecto.

2 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio está localizada en la cuenca hidrológica del río Las Guabas, a 2.5 km al NW de la ciudad de Antón, provincia de Coclé. La cuenca de drenaje de ese río es de forma alargada y se caracteriza por tener una topografía ondulada. El área de captación hasta la parte inferior del sitio del proyecto es de 12.427 km².

La **Figura 2-1**, muestra el mapa topográfico de la cuenca de drenaje del río Las Guabas, obtenida de los mosaicos cartográficos: 4141 II SW Río Hato, 4141 II NW Llano Grande, 4141 III NE Llano Marín y 4141 III SE Antón, Imágenes de Satélites tomadas en el 2012, escala 1:25 000 y curvas de nivel a cada 5 m; del Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" (IGNTG)



<p style="text-align: center;">VICENTE EUCLIDES RIOS RODRÍGUEZ Teléfono 6672 8055 / correo-electrónico vicenterios29@gmail.com</p> <hr/> <p style="text-align: center;">ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Para determinar los niveles de inundación de la crecida de diseño (1 :50 años) del río Las Guabas</p> <hr/> <p style="text-align: center;">PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ</p>	<p style="text-align: center;">VICENTE EUCLIDES RIOS RODRIGUEZ INGENIERO CIVIL CERTIFICADO No. 68-6-12</p> <hr/> <p style="text-align: center;">FIRMA</p> <hr/> <p style="text-align: center;">LEY 15 DEL 28 DE ENERO DE 1989 JUNTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</p>
--	--

3 **DETERMINACIÓN DE LAS CRECIDAS DE DISEÑO EN EL ÁREA DEL PROYECTO**

Este capítulo presenta los estudios hidrológicos realizado para determinar las crecidas a usar en el área del proyecto. El MOP ha establecido que para áreas de drenaje menores de 250 ha deberá usarse el Método Racional y para áreas no controladas con cuencas mayores de 250 ha, deberá usarse el Método Regional de crecidas, elaborado por el IRHE¹ (hoy ETESA), el cual fue revisado y actualizado por ETESA² en el 2009.

3.1 **Método Regional para la Determinación de Crecidas Máximas**

3.1.1 Metodología

El análisis regional de crecidas máximas tiene como finalidad presentar una metodología que permita estimar la frecuencia de las crecidas máximas que puedan ocurrir en un sitio determinado de un río o cualquier cauce de agua con sólo conocer el área de drenaje de la cuenca hasta el sitio en estudio y su localización en el país.

El análisis realizado por el IRHE estuvo basado, fundamentalmente, en la información básica de 55 estaciones limnigráficas o de registro continuo de niveles de crecidas, de las cuales 49 eran operadas, en ese entonces, por el IRHE y 6 estaciones limnigráficas eran operadas por la Comisión del Canal de Panamá (hoy Autoridad del Canal de Panamá).

En la actualización del análisis regional, ETESA utilizó las crecidas máximas anuales registradas durante el periodo 1972-2007, o sea, usó 15 años adicionales de información que el IRHE, en el año 1989; el mejoramiento de la precisión de la localización de las estaciones hidrológicas sobre todo las que están en áreas de difícil acceso; la disponibilidad de mejores herramientas para determinar las áreas de drenaje; la existencia de información cartográfica actualizada; y la experticia del personal de la Gerencia de Hidrometeorología de ETESA.

El mapa de regionalización de crecidas fue elaborado de acuerdo a los puntos siguientes:

- Compilación de la información de las crecidas máximas anuales.
- Revisión, extensión y relleno de la información anual de caudales máximos instantáneos.
- Determinación de las relaciones que definen la crecida media anual del área de la cuenca.
- Elaboración de las curvas de frecuencia adimensional generalizadas.
- Delimitación de las regiones hidrológicamente homogéneas, elaboración del mapa que muestra las distintas regiones.

¹ IRHE (1986), Análisis regional de crecidas máximas, Departamento de Hidrometeorología, Panamá.

² ETESA (2008), Resumen técnico, Análisis regional de crecidas máximas de Panamá, Período 1971 -2006, Panamá.

<p style="text-align: center;">VICENTE EUCLIDES RIOS RODRÍGUEZ Teléfono 6672 8055 / correo-electrónico vicenterios29@gmail.com</p> <p style="text-align: center;">ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO Para determinar los niveles de inundación de la crecida de diseño (1:50 años) del río Las Guabas</p> <hr/> <p style="text-align: center;">PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ</p>	<p style="text-align: center;">VICENTE EUCLIDES RIOS RODRIGUEZ INGENIERO CIVIL CERTIFICADO No. 69-6-12</p> <hr/> <p style="text-align: center;">FIRMA</p> <p style="text-align: center;">LEY 15 DEL 28 DE ENERO DE 1969 JUNTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</p>
--	---

- Aplicación del análisis regional de la frecuencia de crecidas máximas.
- Comparación con otros métodos

La determinación de la crecida en los sitios de interés, para distintos períodos de recurrencia, fue realizada de la manera siguiente:

- Delimitación y medición del área de la cuenca hasta el sitio de interés del proyecto, km².
- La **Figura 73 Regiones Hidrológicamente Homogéneas, República de Panamá**, del estudio citado, fue usada para establecer a cuál de estas sub cuencas hidrológicas pertenece el río de este estudio.
- La ecuación correspondiente de la sub cuenca a la que pertenece este proyecto fue obtenida del **Cuadro 7** del estudio antes citado.

$$Q_{\max} = 14A^{0.59} \quad 3-1$$

donde: A – es el área de drenaje en los sitios de interés, km².

- El caudal máximo instantáneo para los distintos períodos de recurrencia fue obtenido multiplicando el caudal medio máximo por los factores indicados en el **Cuadro 6 Factores para diferentes períodos de retorno**, en años, de ese estudio, según período de retorno y zonas hidrológicamente homogéneas.

3.1.2 Resultados obtenidos

En este estudio fueron usados, para la determinación de las áreas de drenaje, los mosaicos topográficos, escala 1:25 000, con curvas de nivel a cada 5 m; (IGNTG).

El **Cuadro 3-1**, muestra los caudales máximos estimados, para varios períodos de retorno, en el extremo de aguas abajo del proyecto. En el cuadro antes citado se aprecia que las crecidas de diseño (para el periodo de retorno de 1:50 año) fueron estimadas en 146.7 m³/s.

VICENTE EUCLIDES RIOS RODRÍGUEZ
Teléfono 6672 8055 / correo-electrónico vicenterios29@gmail.com

VICENTE EUCLIDES RIOS RODRÍGUEZ
INGENIERO CIVIL
CERTIFICADO No. 69-6-12

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

Para determinar los niveles de inundación de la crecida de diseño (1:50 años) del río Las Guabas

PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU
ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ

FIRMA

LEY 15 DEL 28 DE ENERO DE 1999
JUNTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

CUADRO 3-1

ANÁLISIS REGIONAL DE FRECUENCIA DE LAS CRECIDAS MÁXIMAS, ZONA 5

Item	Tiempo de Retorno	Índice	Quebradas o ríos			
		Q_{\max}/Q'_{\max}	Río Las Guabas			
		Zonas	5			
	Tr	Cuadro 1 ¹	$Q_{\max}=14A^{0.59}$			
Área, km ² →			12.43			
1	2	0.92	57.0			
2	5	1.36	84.2			
3	10	1.66	102.8			
4	20	1.96	121.4			
5	50	2.37	146.7			
6	100	2.68	165.94			
7	1,000	3.81	235.9			
8	10,000	5.06	313.2			
Q_{\max}	Caudal máximo instantáneo anual					
Q'_{\max}	Caudal promedio del caudal máximo de todo el registro					
¹	ETESA (Sep. 2008), Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá, Resumen Técnico Empresa de transmisión Eléctrica, S. A., Gerencia de Hidrometeorología, Panamá, República de Panamá.					
El. Punto más alto			140.00			
El sitio al final del proyecto			32.00			
Long desde punto alto			11,685.00			
Ancho cuenca			1,300.00			
i del río hasta puente			0.00924			

<p style="text-align: center;">VICENTE EUCLIDES RIOS RODRÍGUEZ Teléfono 6672 8055 / correo-electrónico vicenterios29@gmail.com</p> <p style="text-align: center;">ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO</p> <p style="text-align: center;">Para determinar los niveles de inundación de la crecida de diseño (1:50 años) del río Las Guabas</p> <hr/> <p style="text-align: center;">PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ</p>	<p style="text-align: center;">VICENTE EUCLIDES RIOS RODRIGUEZ INGENIERO CIVIL CERTIFICADO No. 69-6-12</p> <hr/> <p style="text-align: center;">FIRMA</p> <p style="text-align: center;">LEY 15 DEL 28 DE ENERO DE 1969 JUNTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</p>
--	--

4 EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL TRAMO DEL RÍO LAS GUABAS EN EL SITIO DEL PROYECTO, LOCALIZADO SOBRE LA MARGEN DERECHA DE ESE RÍO

Este capítulo presenta los resultados de los estudios hidráulicos realizados para determinar los niveles del agua de las crecidas de diseño con las modificaciones propuestas de la topografía para el diseño y construcción de la terracería del proyecto.

4.1 Metodología usada

En el análisis hidráulico del tramo del cauce del río, donde será construido el proyecto, fue utilizado el programa River Análisis System (HEC-RAS), versión 5.0.3, septiembre de 2016, preparado por el Hydrologic Engineering Center (HEC) del USACE. Este programa permite la realización de los cálculos hidráulicos de una corriente bidimensional de agua.

Anteriormente indicamos que, los caudales para períodos distintos de recurrencia de las crecidas del río Las Guabas en el sitio del proyecto fueron estimados mediante el Método Regional de Crecidas Máximas.

El resumen del trabajo realizado es el siguiente:

- a) Generación de la superficie del terreno a partir de los puntos del levantamiento topográfico,
- b) Depuración de la superficie para generar un modelo de las condiciones reales de campo,
- c) Definición del eje del cauce del río,
- d) Generación de secciones transversales,
- e) Importación de secciones transversales de Civil3d a HEC RAS,
- f) Ajustes y desarrollo del modelo en HEC RAS.

4.2 Evaluación de la capacidad hidráulica del tramo analizado del cauce del Rio Las Guabas en condiciones existentes.

La **Figura 4-1** muestra la planta de inundaciones de las crecidas de diseño con la topografía actual del sitio del proyecto.

Las **Figuras 4-2 y 4-3** muestran el perfil longitudinal y las secciones transversales del tramo analizado del cauce del río, las superficies del agua y las profundidades críticas del agua para las crecidas de diseño (1 en 50 años); de la condición con la topografía existente del área del proyecto.

El **Cuadro 4-1** muestra el resumen de los resultados obtenidos con las simulaciones hidráulicas del tramo analizado del río Las Guabas en las que fue usada la topografía existente.

ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

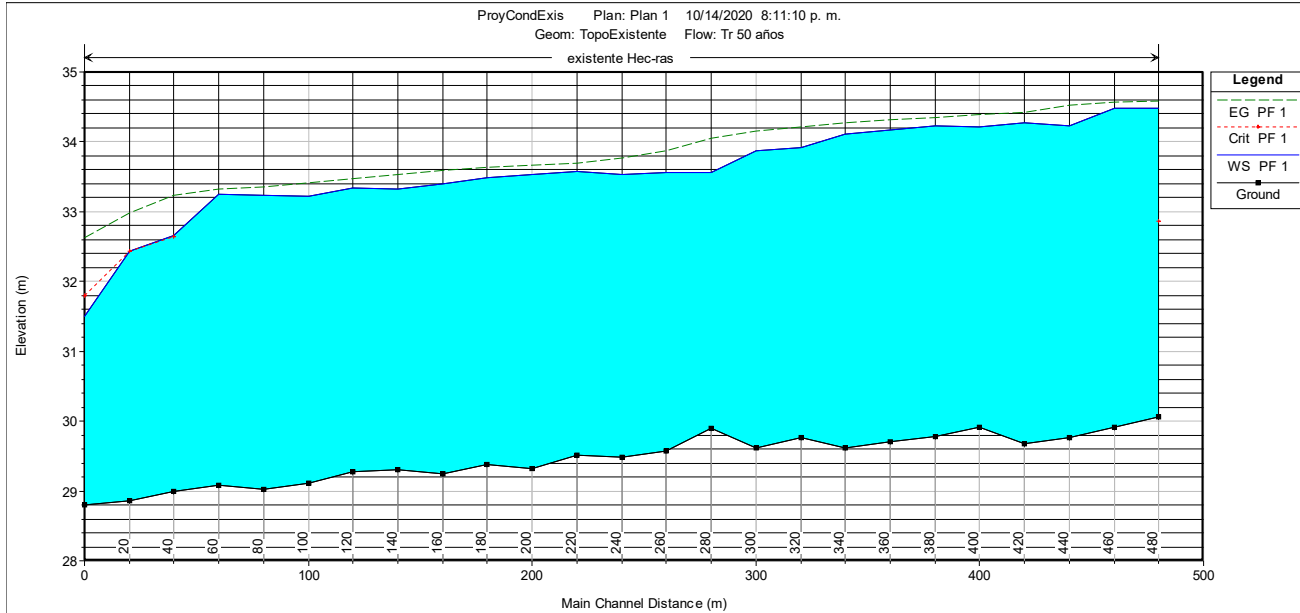
Para determinar los niveles de inundación de la crecida
de diseño (1 :50 años) del río Las Guabas

PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU
ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ

FIRMA

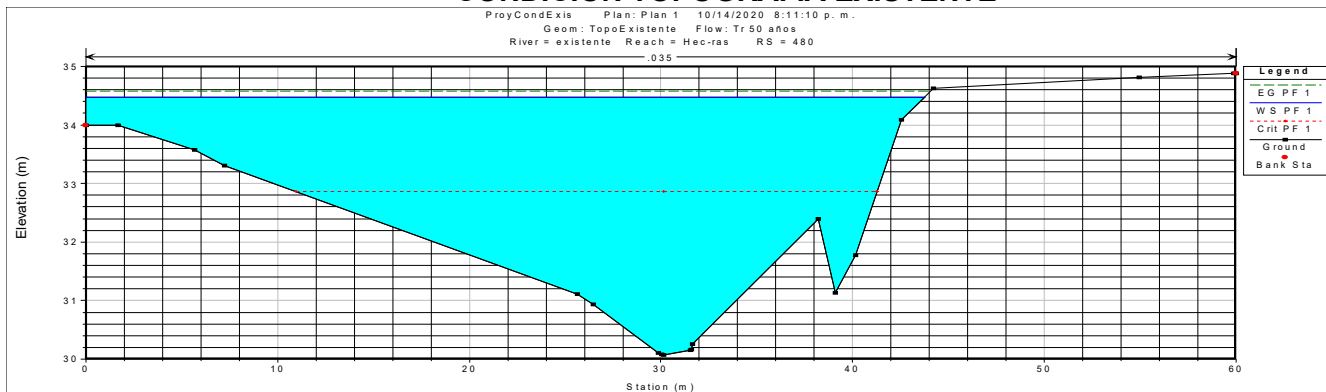
LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1989
JUNTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

FIGURA 4-2 PERFIL LONGITUDINAL DEL TRAMO ANALIZADO DEL RÍO LAS GUABAS, CONDICIÓN: CON TOPOGRAFÍA EXISTENTE

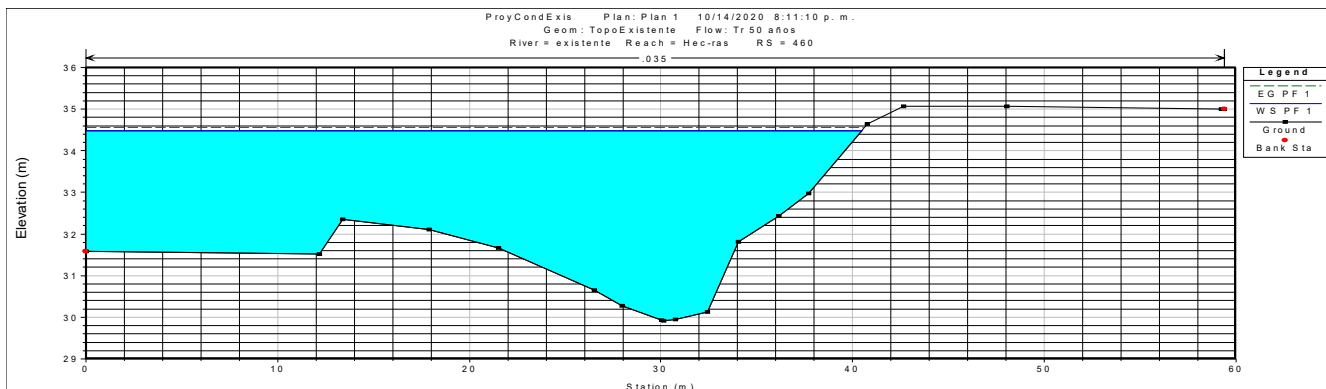


Perfil longitudinal del tramo analizado del río Las Guabas. Condición Topografía Existente

FIGURA 4-3 SECCIONES TRANSVERSALES DEL TRAMO ANALIZADO DEL RÍO LAS GUABAS CONDICIÓN TOPOGRAFÍA EXISTENTE



Estación 0+480



Estación 0+460

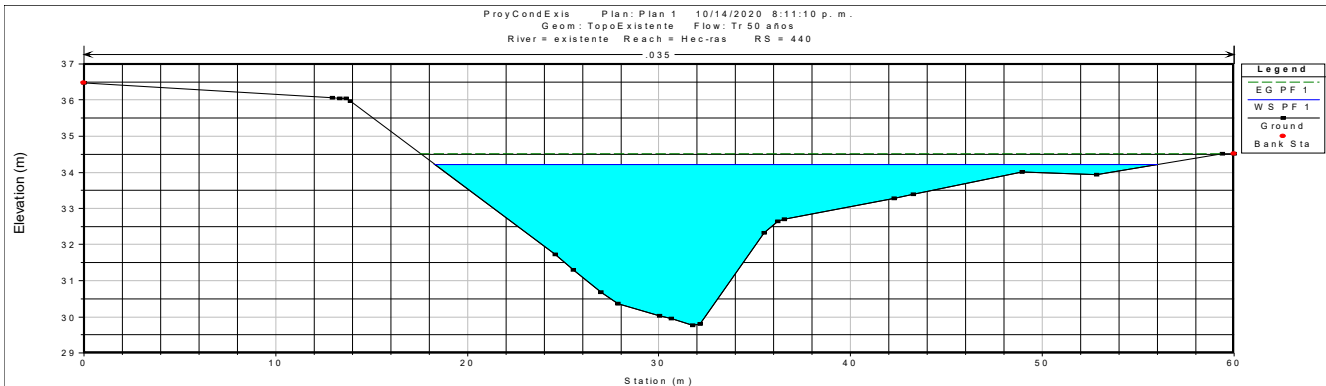
ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

Para determinar los niveles de inundación de la crecida
de diseño (1:50 años) del río Las Guabas

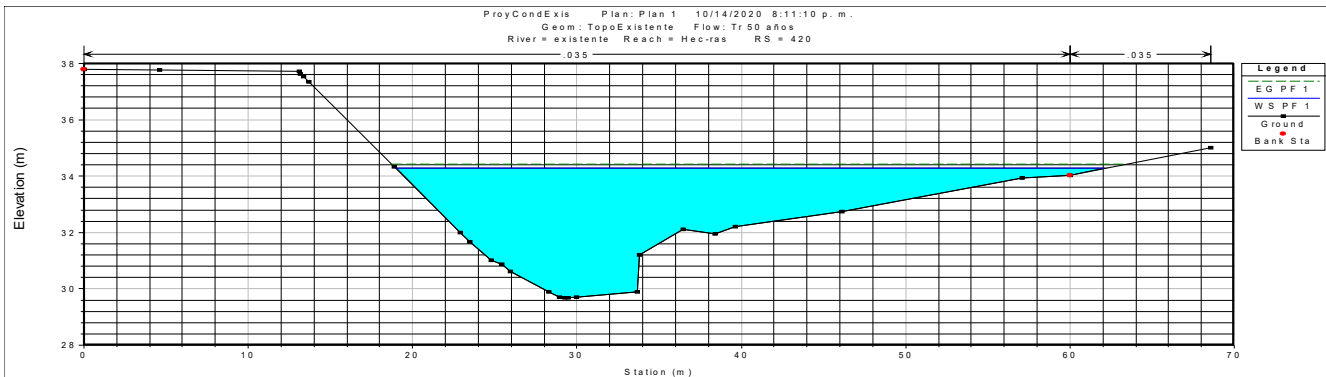
PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU
ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ

FIRMA

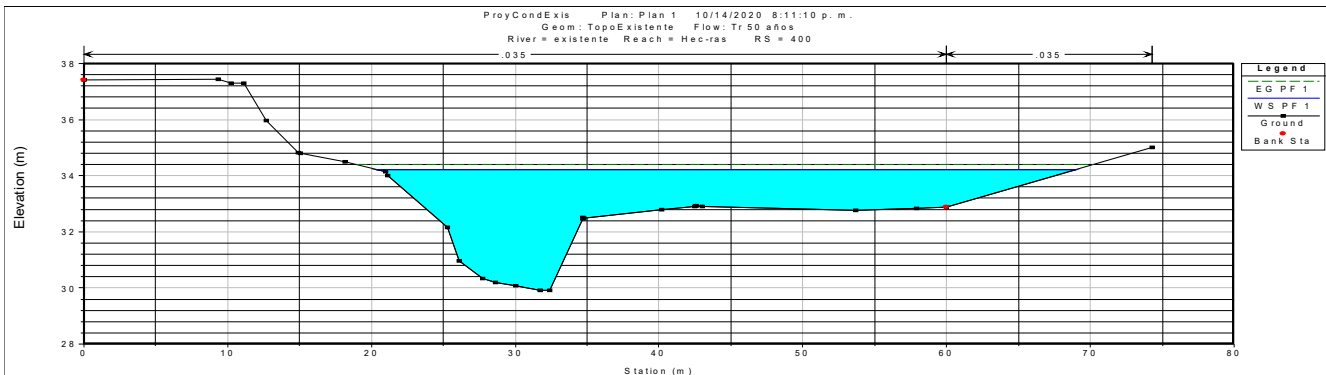
LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1969
JUNTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



Estación 0+440



Estación 0+420



Estación 0+400

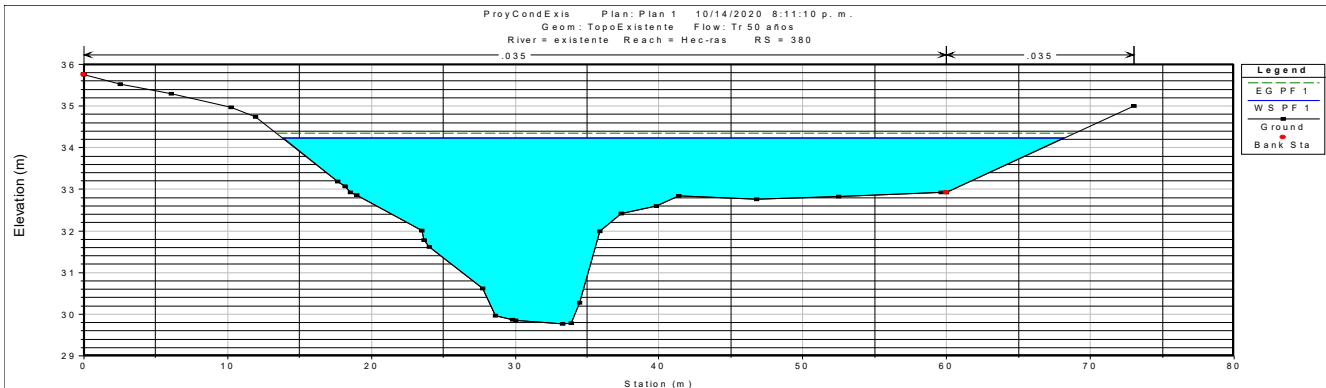
ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

Para determinar los niveles de inundación de la crecida
de diseño (1:50 años) del río Las Guabas

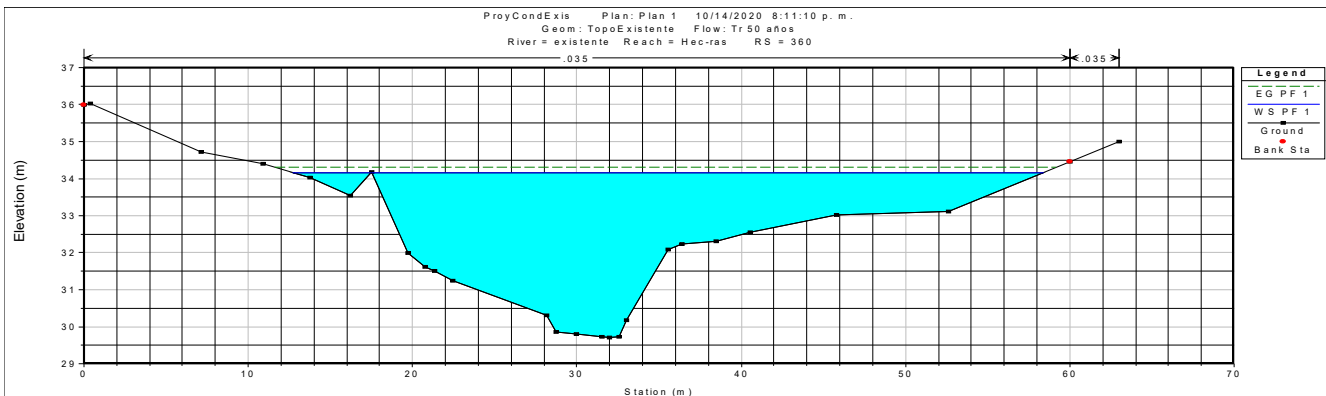
PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU
ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ

FIRMA

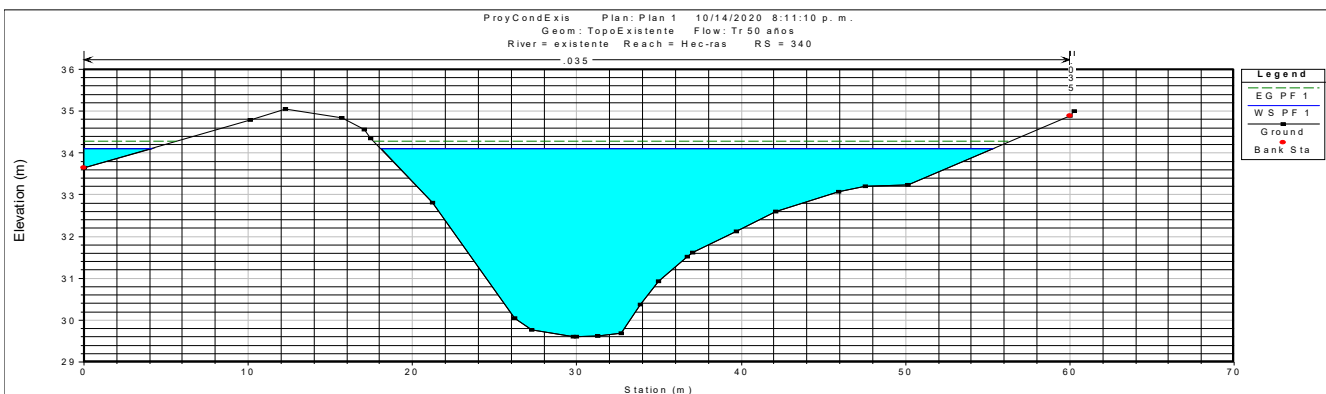
LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1969
JUNTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



Estación 0+380



Estación 0+360



Estación 0+340

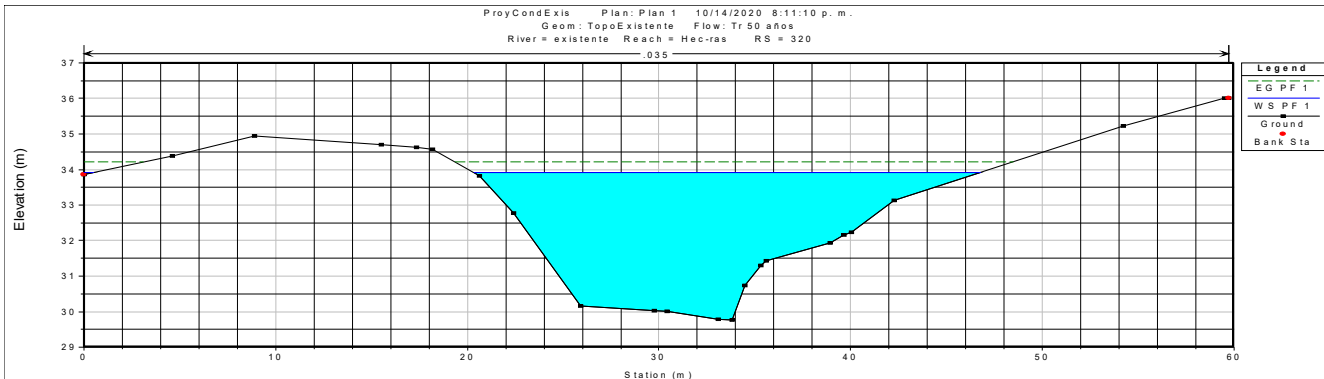
ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

Para determinar los niveles de inundación de la crecida
de diseño (1:50 años) del río Las Guabas

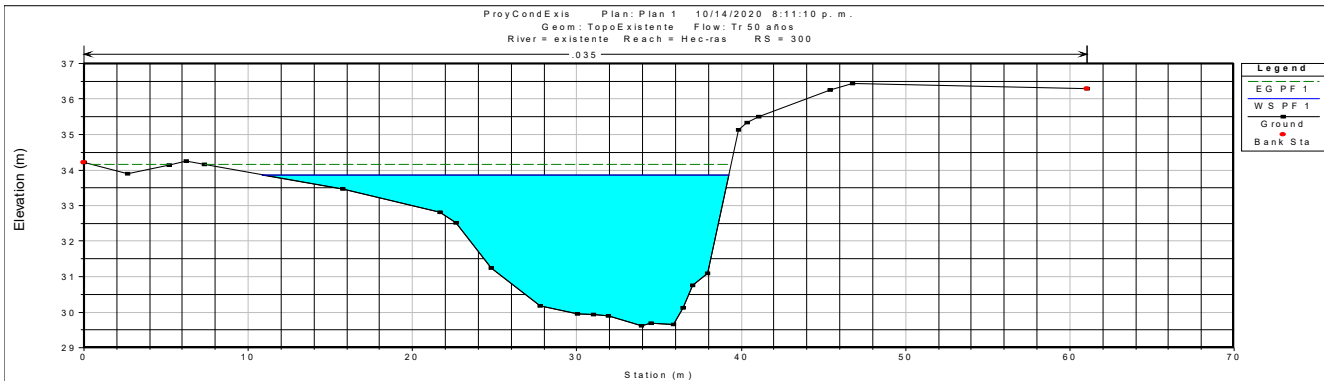
PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU
ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ

FIRMA

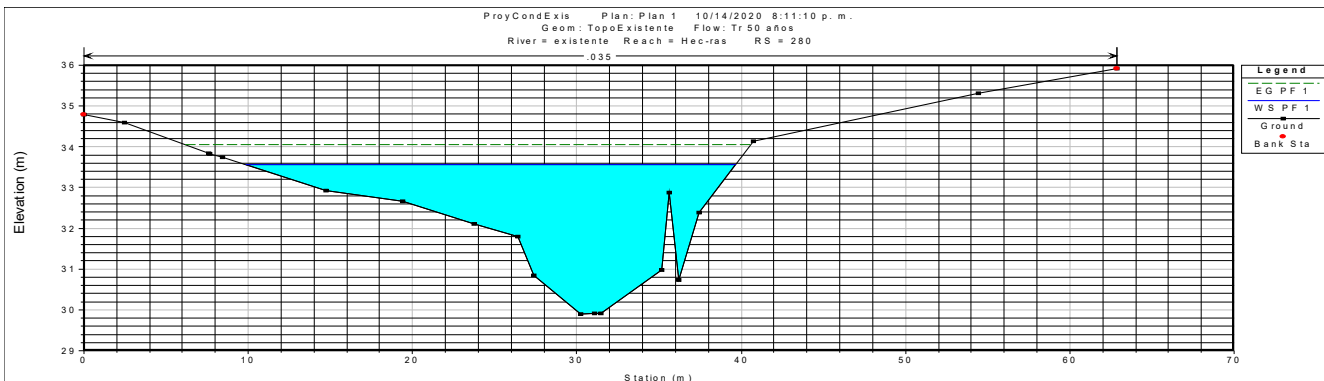
LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1969
JUNTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



Estación 0+320



Estación 0+300



Estación 0+280

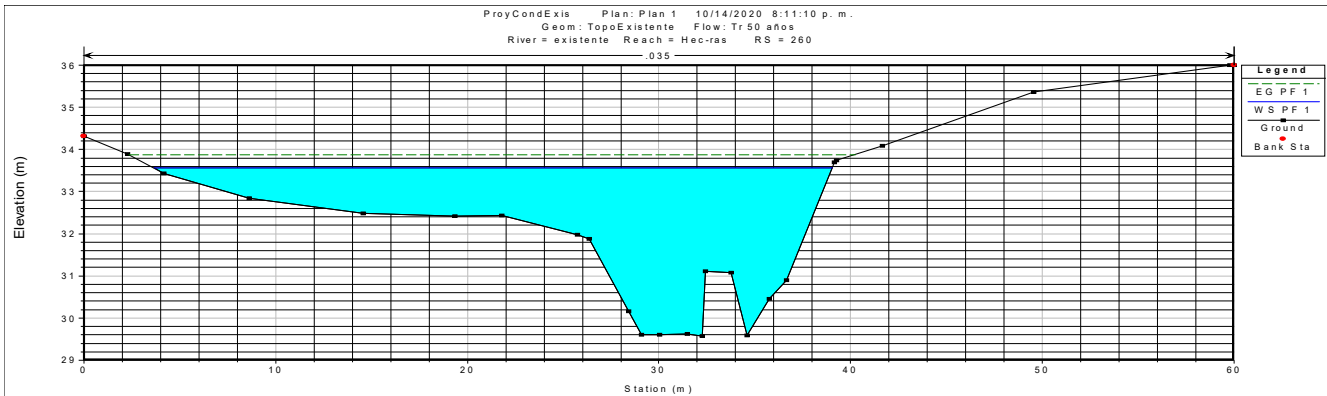
ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

Para determinar los niveles de inundación de la crecida
de diseño (1:50 años) del río Las Guabas

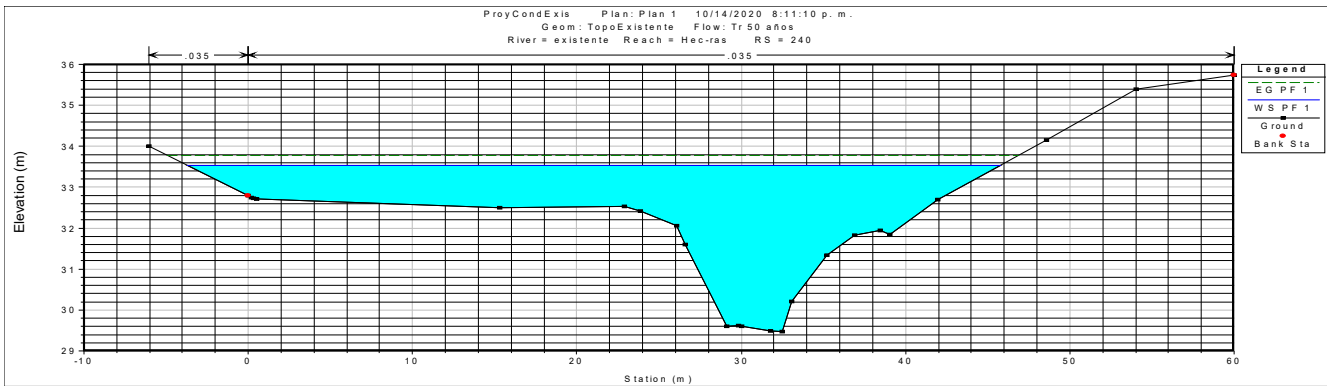
PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU
ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ

FIRMA

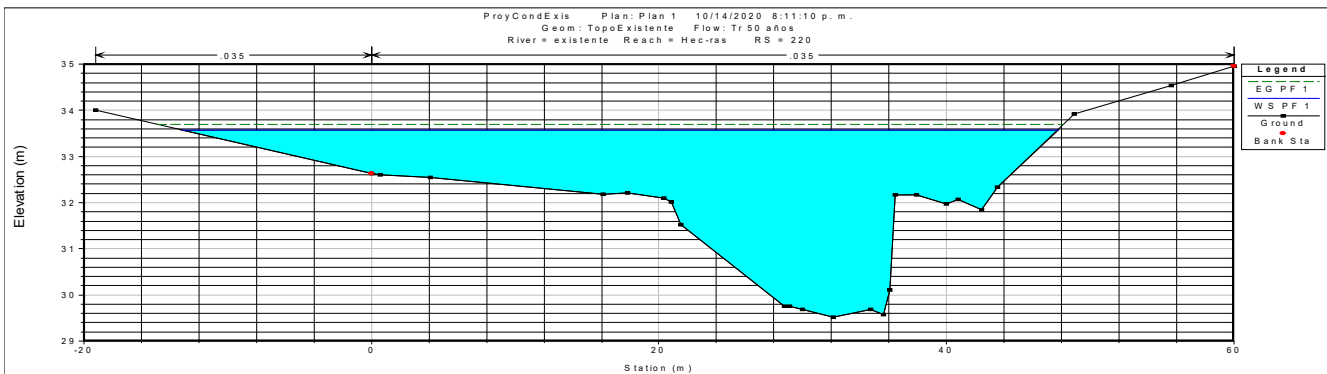
LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1969
JUNTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



Estación 0+260



Estación 0+240



Estación 0+220

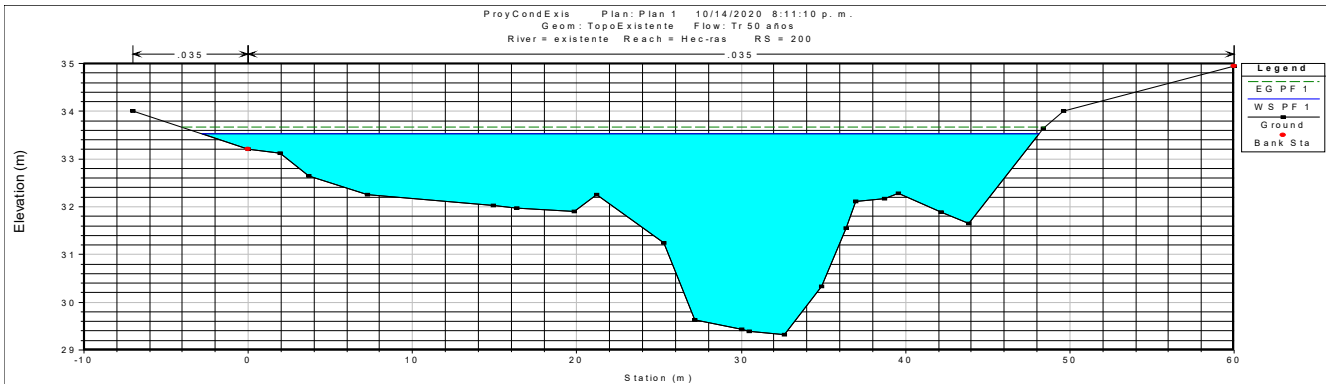
ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

Para determinar los niveles de inundación de la crecida
de diseño (1:50 años) del río Las Guabas

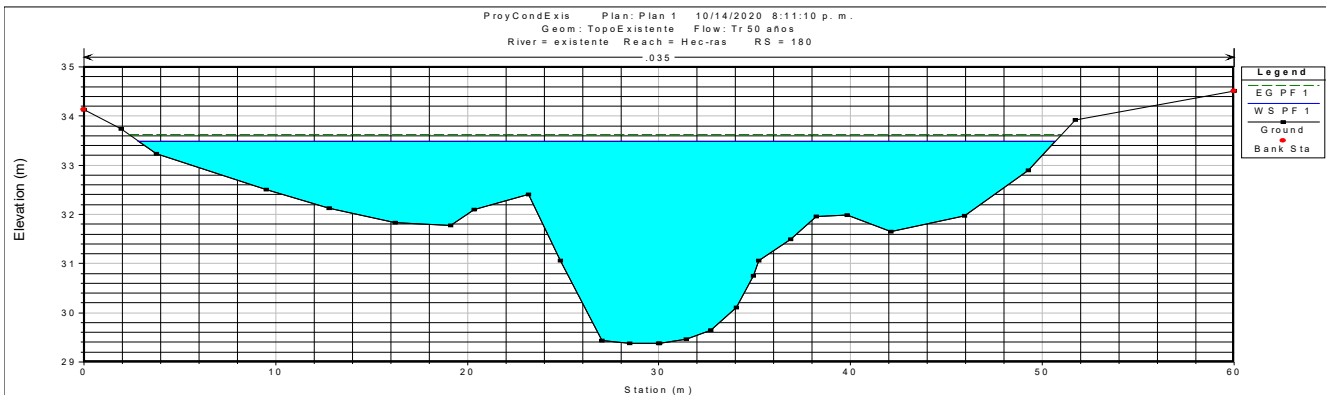
PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU
ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ

FIRMA

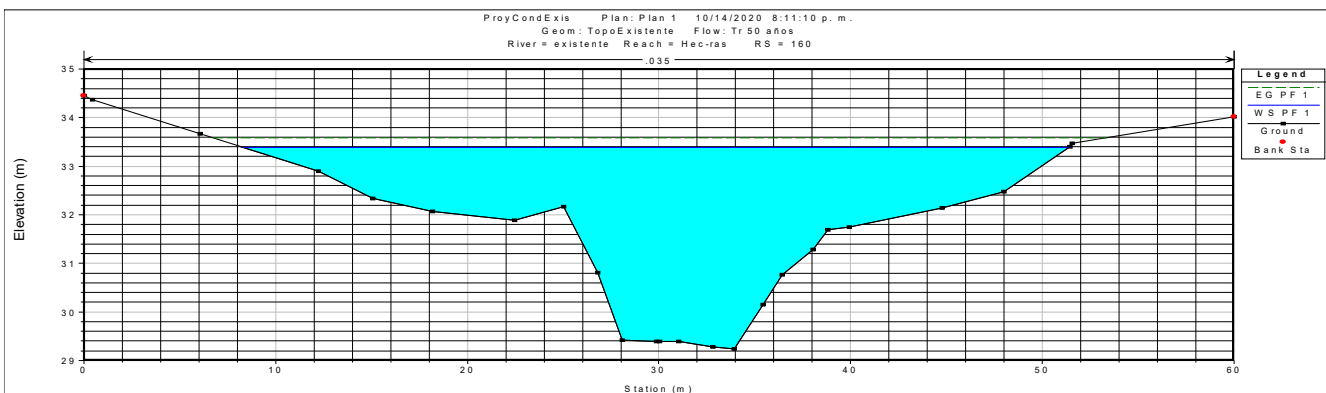
LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1959
JUNTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



Estación 0+200



Estación 0+180



Estación 0+160

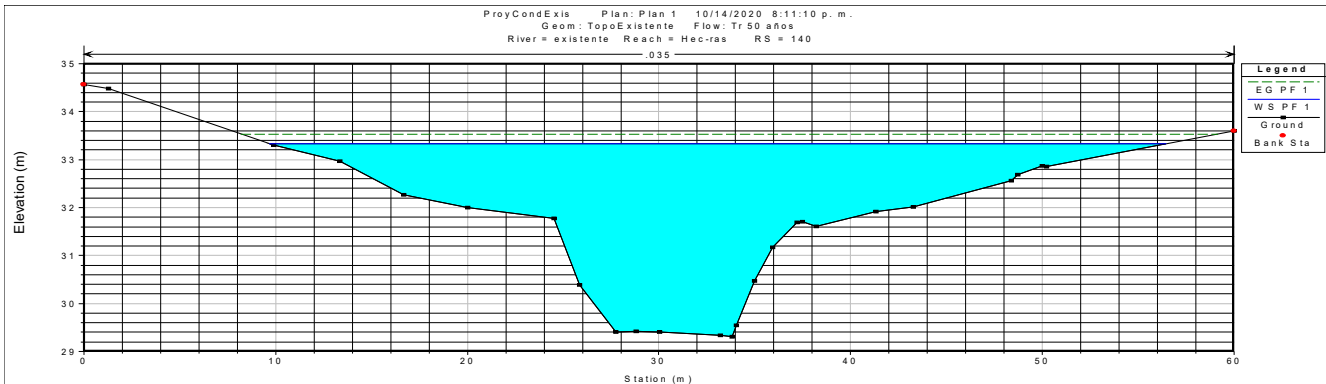
ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

Para determinar los niveles de inundación de la crecida
de diseño (1:50 años) del río Las Guabas

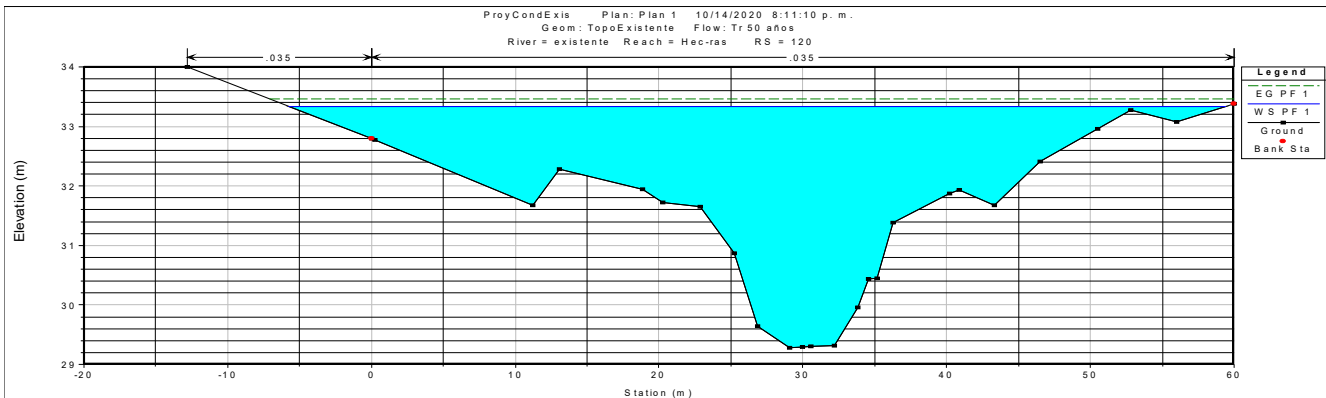
PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU
ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ

FIRMA

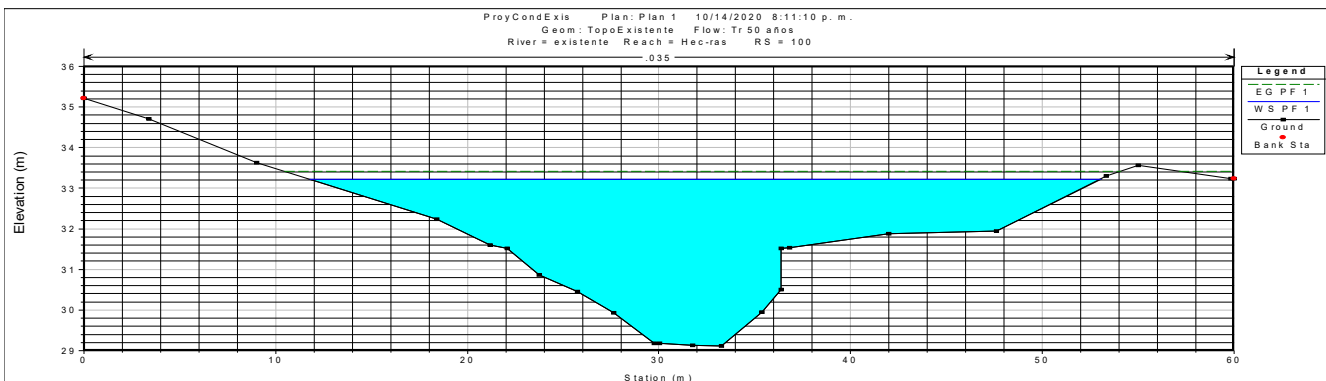
LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1989
JUNTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



Estación 0+140



Estación 0+120



Estación 0+100

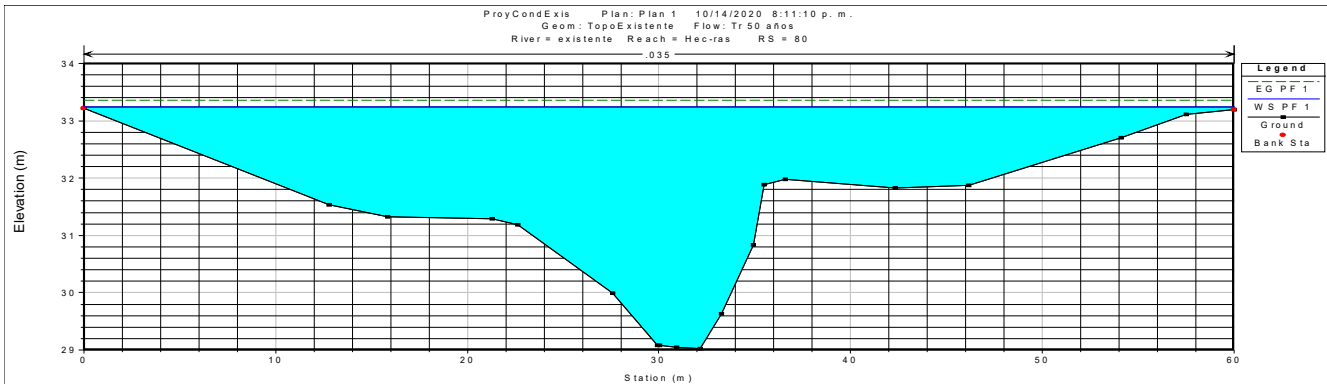
ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

Para determinar los niveles de inundación de la crecida
de diseño (1:50 años) del río Las Guabas

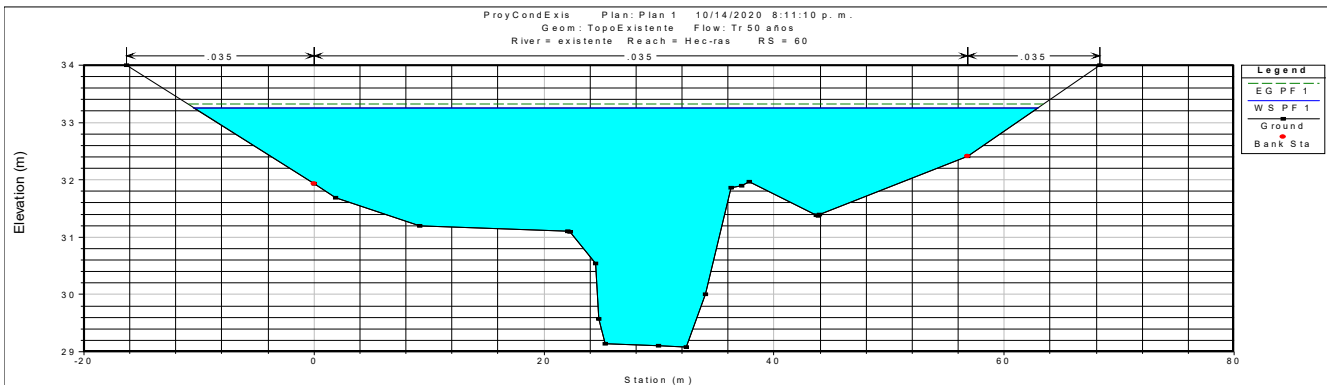
PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU
ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ

FIRMA

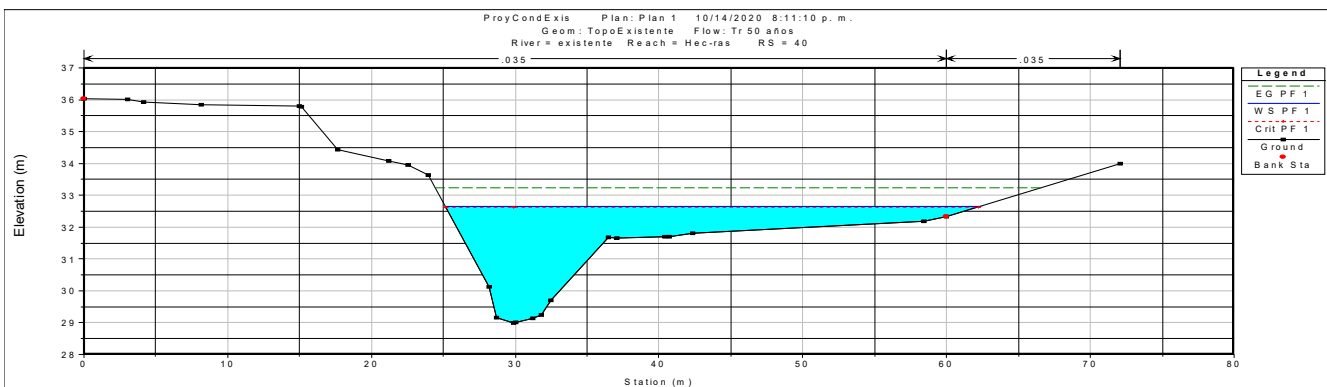
LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1959
JUNTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



Estación 0+080



Estación 0+060



Estación 0+040

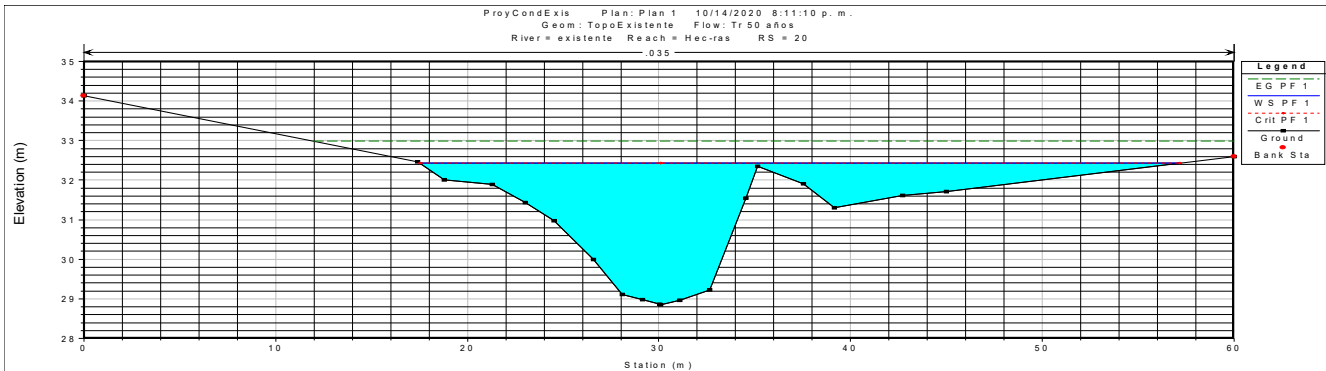
ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

Para determinar los niveles de inundación de la crecida
de diseño (1:50 años) del río Las Guabas

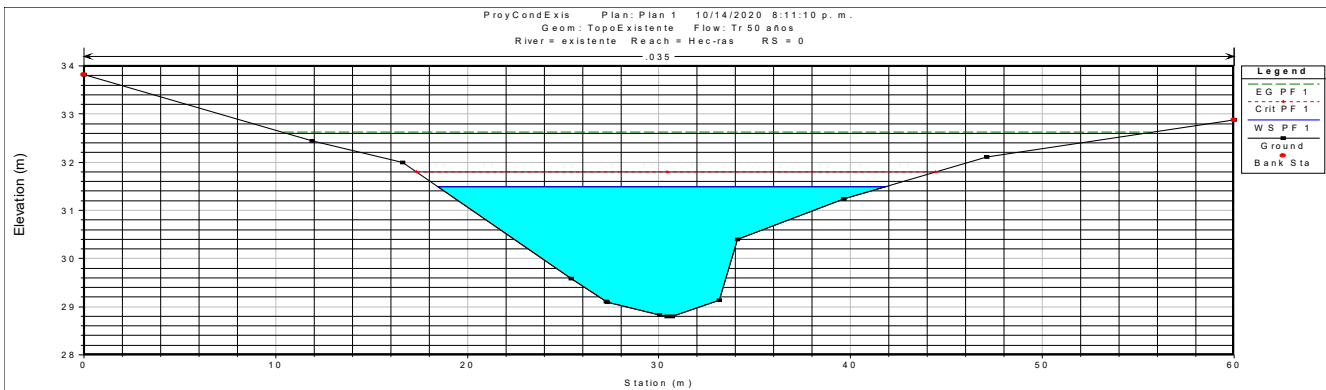
PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU
ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ

FIRMA

LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1959
JUNTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



Estación 0+020



Estación 0+000

ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

Para determinar los niveles de inundación de la crecida
de diseño (1 :50 años) del río Las Guabas

PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU
ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ

FIRMA

LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1959
JUNTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

CUADRO 4-1

RESUMEN DE CALCULOS DE LAS SIMULACIONES HIDRAULICAS DEL TRAMO ANALIZANDO DEL RIO LAS GUABAS

CONDICION: Topografia Existente

STA	Q To- tal (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	NTS (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slo- pe (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Wi- dth (m)	Froude # Chl
480	146.7	30.07	34.48	32.86	35.98	34.58	0.000919	1.45	101.18	43.74	0.30
460	146.7	29.91	34.48		35.98	34.56	0.000557	1.27	115.94	40.46	0.24
440	146.7	29.76	34.22		35.72	34.52	0.003973	2.41	60.99	37.71	0.60
420	146.7	29.67	34.28		35.78	34.43	0.001516	1.73	84.89	43.11	0.39
400	146.7	29.91	34.22		35.72	34.39	0.002002	1.88	80.98	48.66	0.44
380	146.7	29.77	34.23		35.73	34.34	0.001175	1.53	98.80	54.31	0.34
360	146.7	29.70	34.16		35.66	34.31	0.001643	1.71	85.95	45.62	0.40
340	146.7	29.61	34.11		35.61	34.28	0.001786	1.82	80.61	41.43	0.42
320	146.7	29.77	33.92		35.42	34.22	0.002769	2.44	60.18	26.88	0.52
300	146.7	29.62	33.87		35.37	34.16	0.002859	2.39	61.35	28.38	0.52
280	146.7	29.89	33.56		35.06	34.05	0.007842	3.10	47.29	29.79	0.79
260	146.7	29.57	33.56		35.06	33.88	0.004730	2.52	58.26	35.39	0.63
240	146.7	29.48	33.54		35.04	33.77	0.003535	2.15	69.13	49.54	0.56
220	146.7	29.51	33.57		35.07	33.70	0.001391	1.57	96.87	60.94	0.36
200	146.7	29.32	33.53		35.03	33.66	0.001564	1.65	89.27	50.98	0.39
180	146.7	29.38	33.49		34.99	33.63	0.001677	1.69	86.71	47.80	0.40
160	146.7	29.24	33.39		34.89	33.59	0.002340	1.95	75.37	43.12	0.47
140	146.7	29.31	33.33		34.83	33.53	0.002909	2.02	72.75	46.75	0.52
120	146.7	29.28	33.34		34.84	33.47	0.001781	1.59	93.54	65.15	0.41
100	146.7	29.11	33.22		34.72	33.42	0.002259	1.96	74.88	41.26	0.46
80	146.7	29.02	33.24		34.74	33.36	0.001677	1.55	94.44	60.00	0.40
60	146.7	29.08	33.26		34.76	33.32	0.000628	1.16	131.46	73.38	0.25
40	146.7	29.00	32.65	32.63	34.15	33.24	0.011559	3.40	43.43	37.16	0.98
20	146.7	28.86	32.43	32.43	33.93	32.99	0.012534	3.31	44.30	39.65	1.00
0	146.7	28.79	31.50	31.8	33.00	32.62	0.019477	4.70	31.21	23.33	1.30

<p style="text-align: center;">VICENTE EUCLIDES RIOS RODRÍGUEZ Teléfono 6672 8055 / correo-electrónico vicenterios29@gmail.com</p> <hr/> <p style="text-align: center;">ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Para determinar los niveles de inundación de la crecida de diseño (1 :50 años) del río Las Guabas</p> <hr/> <p style="text-align: center;">PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ</p>	<p style="text-align: center;">VICENTE EUCLIDES RIOS RODRIGUEZ INGENIERO CIVIL CERTIFICADO No. 68-6-12</p> <hr/> <p style="text-align: center;">FIRMA</p> <hr/> <p style="text-align: center;">LEY 15 DEL 28 DE ENERO DE 1989 JUNTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</p>
--	--

En el **Cuadro 4-1** podemos observar que cuando ocurran las crecidas de 1 en 50 años, el Número de Froude sería inferior a 1 a lo largo del cauce, excepto en las secciones transversales 0+020 y 0+000, localizadas aguas abajo del proyecto. En consecuencia, el régimen hidráulico indicado en ese primer tramo del perfil sería subcrítico y, por lo tanto, no se estima que esas crecidas estén causando erosión o socavación significativa en el cauce de esas secciones del río. Sin embargo, en las dos secciones del río, localizadas aguas abajo del proyecto, el régimen hidráulico sería crítico y por lo tanto las crecidas pueden estar ocasionando, dependiendo de las características geotécnicas del material del terreno del cauce en el tramo del río, algo de erosión o socavación del cauce.

En las **Figuras 4-1 Planta de Inundación de la Topografía Existente y Figuras 4-3 Secciones Transversales del tramo analizado con la Topografía Existente**; podemos observar que la topografía obtenida del área del proyecto cubre toda la zona de inundación que causarían las crecidas de 1 en 50 años, en cada una de las dos condiciones analizadas, con excepción de las secciones 0+480 y 0+460, localizadas aguas arriba del proyecto. Estas dos secciones son paralelas al eje de la zanja de drenaje pluvial, que a su vez son perpendiculares al eje del cauce del río en esa parte del proyecto.

4.3 Evaluación de la capacidad hidráulica del tramo analizado del cauce del Rio Las Guabas con la topografía propuesta.

La **Figura 4-4** muestra la planta de inundaciones de las crecidas de diseño con la topografía propuesta.

Las **Figuras 4-5 y 4-6** muestran el perfil longitudinal y las secciones transversales del tramo analizado del cauce del río, las superficies del agua y las profundidades críticas del agua para las crecidas de diseño (1 en 50 años); de la condición con la topografía propuesta del área del proyecto.

El **Cuadro 4-2** muestra el resumen de los resultados obtenidos con las simulaciones hidráulicas del tramo analizado del río Las Guabas en las que fue usada la topografía propuesta.

ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

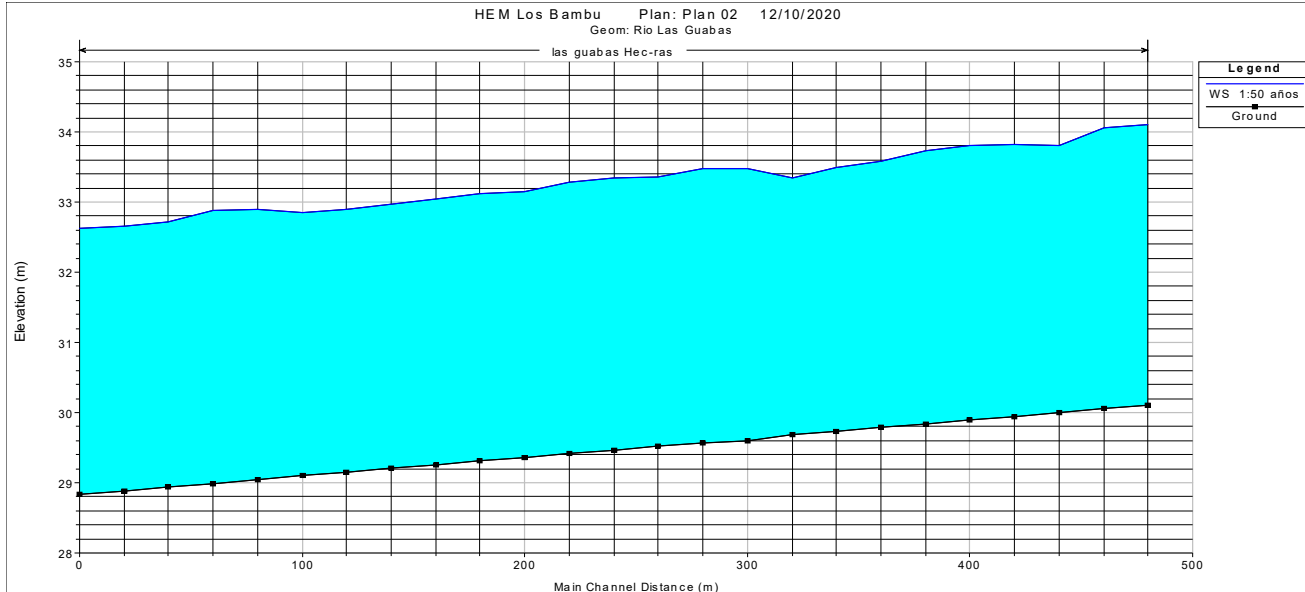
Para determinar los niveles de inundación de la crecida
de diseño (1 :50 años) del río Las Guabas

PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU
ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ

FIRMA

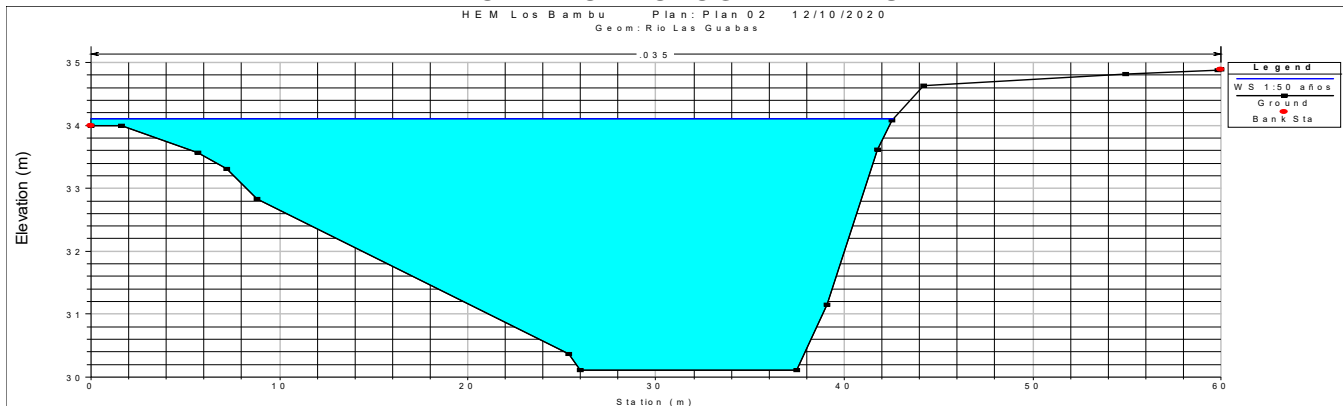
LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1999
JUNTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**FIGURA 4-2 PERFIL LONGITUDINAL DEL TRAMO ANALIZADO DEL RÍO LAS GUABAS,
CONDICIÓN: CON TOPOGRAFÍA PROPUESTA**

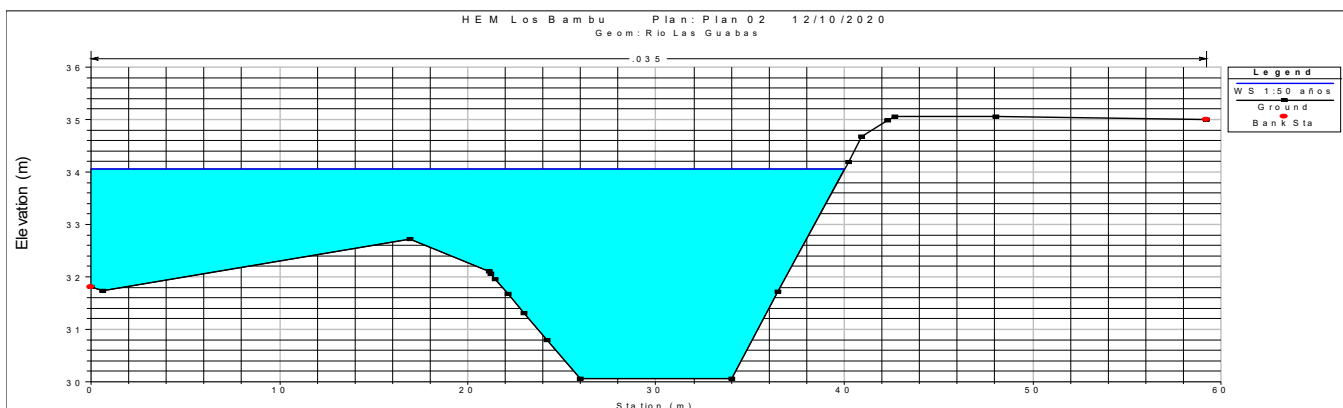


Perfil longitudinal del tramo analizado del rio Las Guabas. Condición: Topografía Propuesta.

**FIGURA 4-3 SECCIONES TRANSVERSALES DEL TRAMO ANALIZADO DEL RÍO LAS GUABAS
CONDICIÓN TOPOGRAFÍA EXISTENTE**



Estación 0+480



Estación 0+460

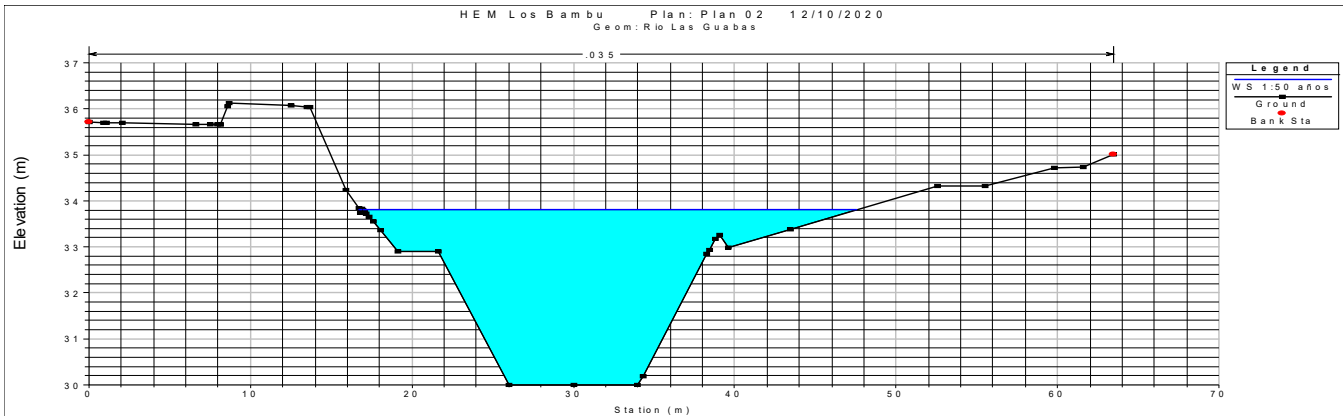
ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

Para determinar los niveles de inundación de la crecida
de diseño (1:50 años) del río Las Guabas

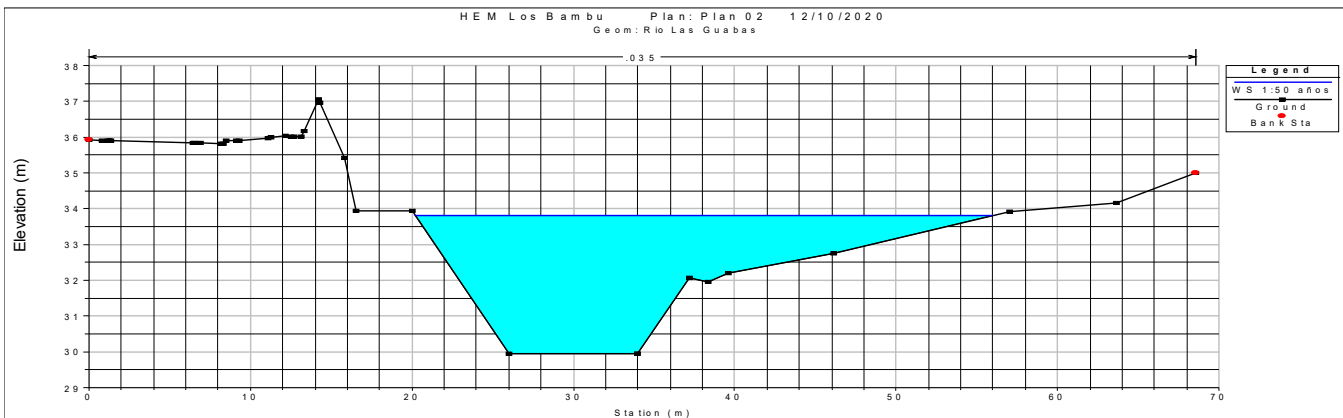
PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU
ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ

FIRMA

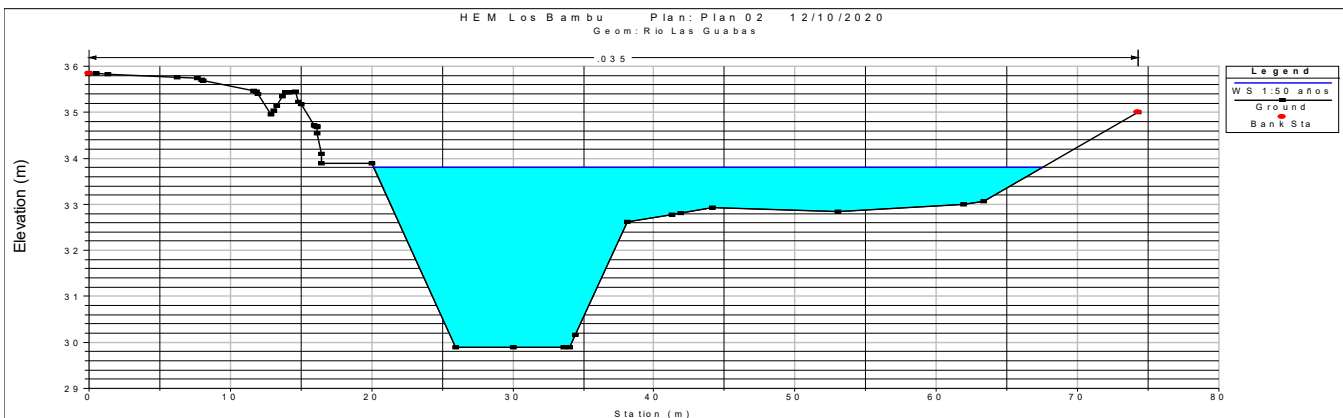
LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1959
JUNTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



Estación 0+440



Estación 0+420



Estación 0+400

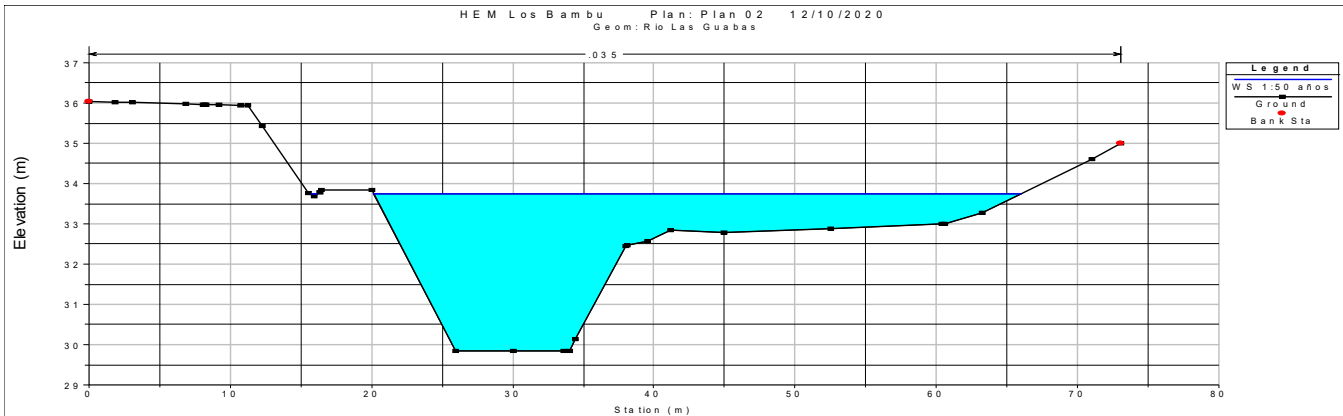
ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

Para determinar los niveles de inundación de la crecida
de diseño (1:50 años) del río Las Guabas

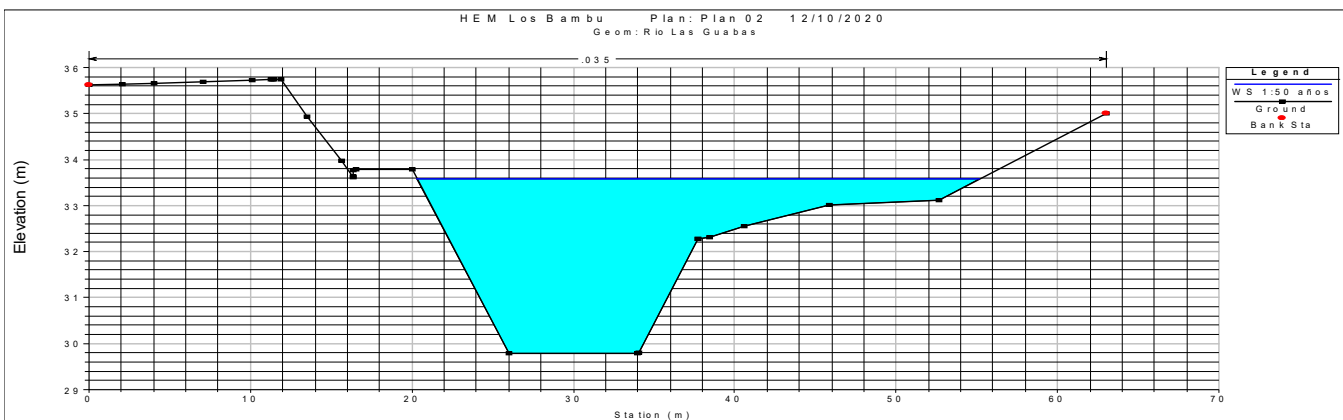
PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU
ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ

FIRMA

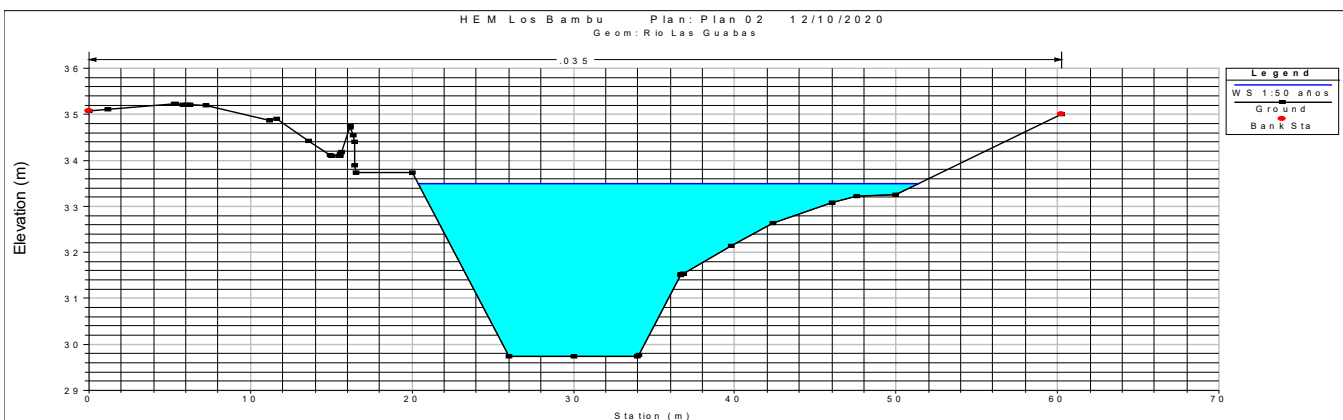
LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1989
JUNTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



Estación 0+380



Estación 0+360



Estación 0+340

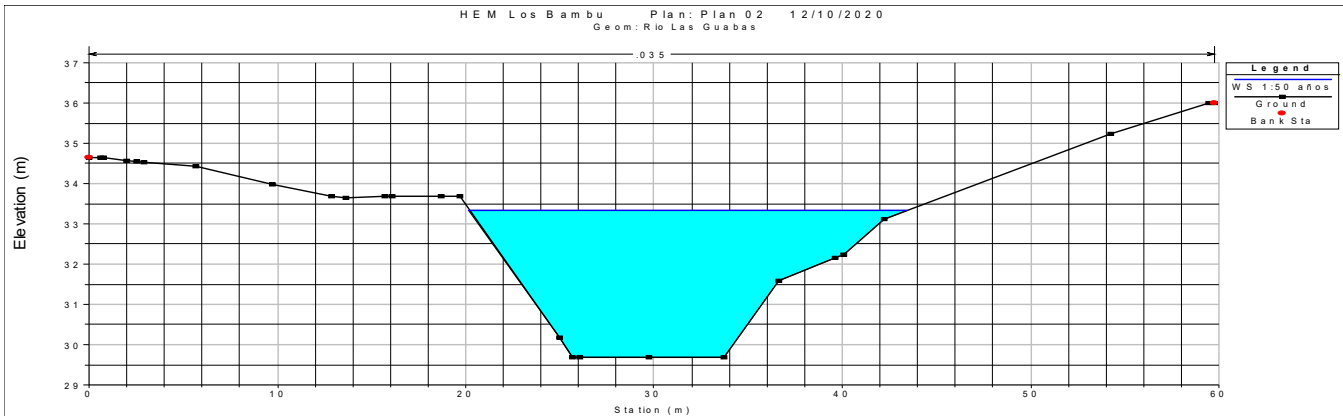
ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

Para determinar los niveles de inundación de la crecida
de diseño (1:50 años) del río Las Guabas

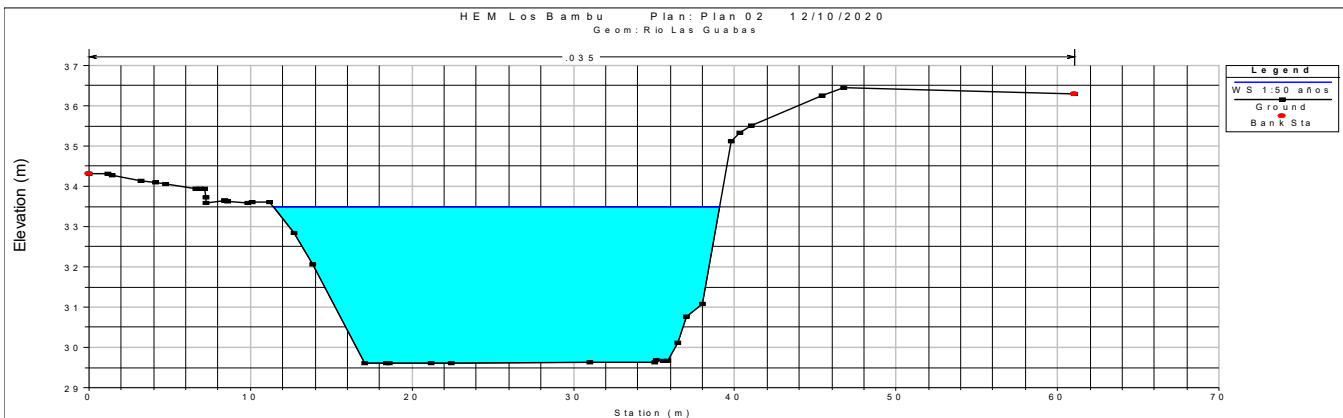
PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU
ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ

FIRMA

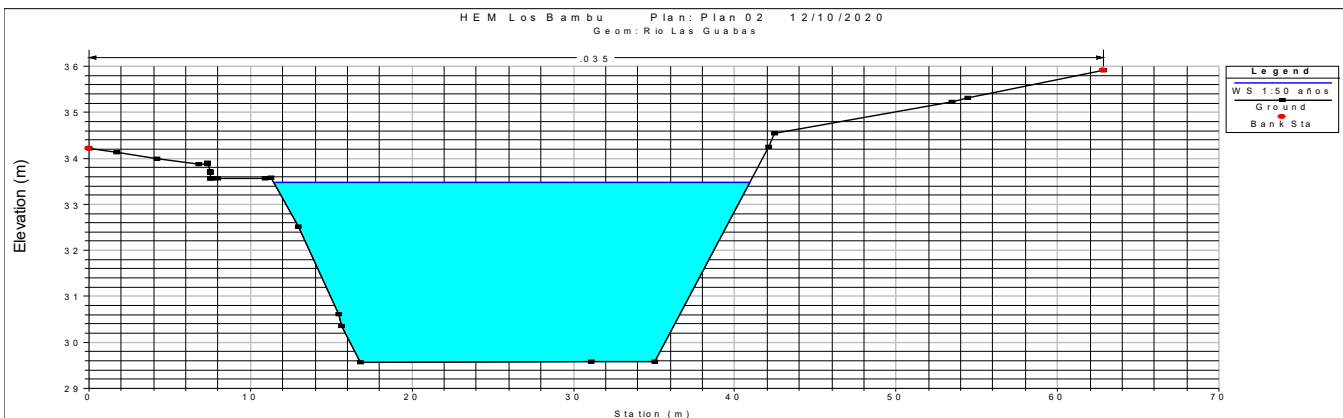
LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1959
JUNTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



Estación 0+320



Estación 0+300



Estación 0+280

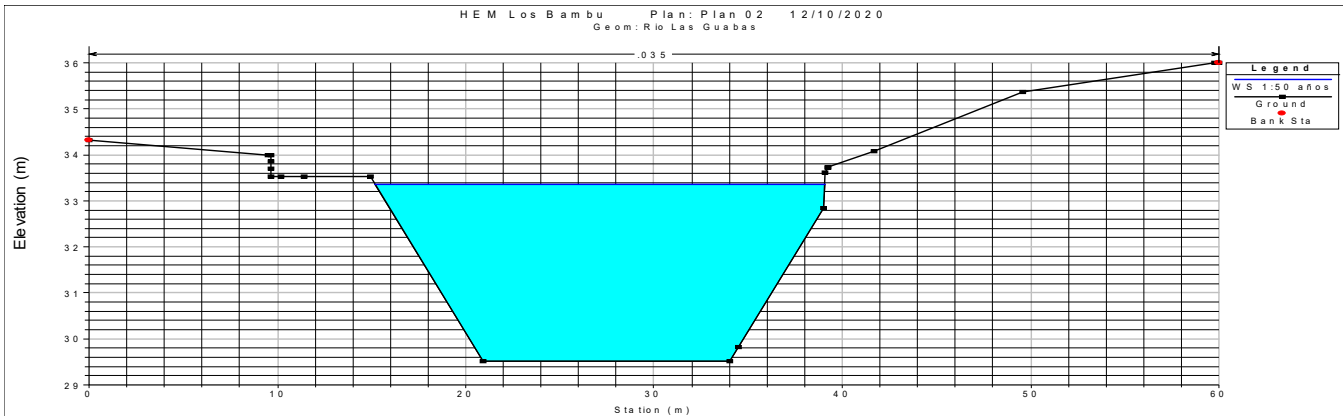
ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

Para determinar los niveles de inundación de la crecida
de diseño (1:50 años) del río Las Guabas

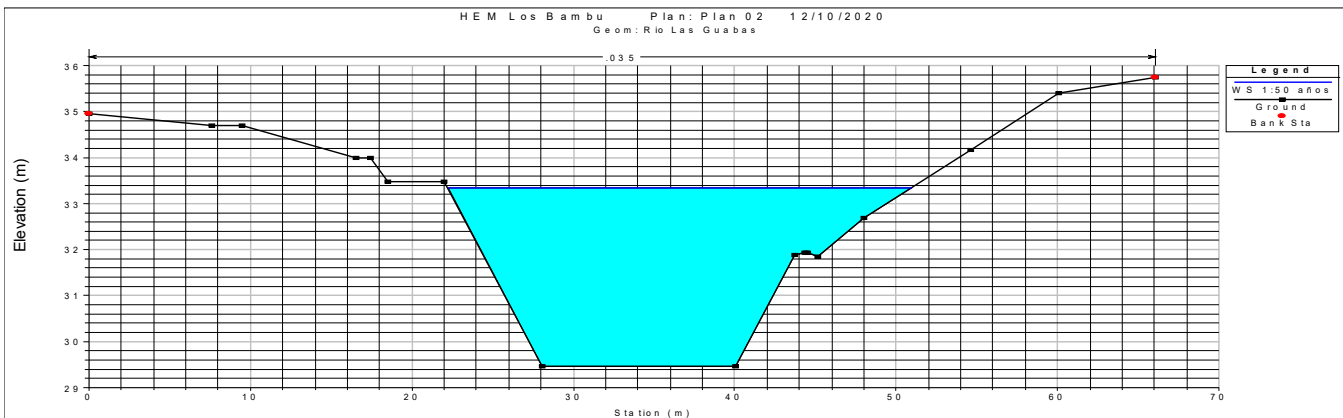
PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU
ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ

FIRMA

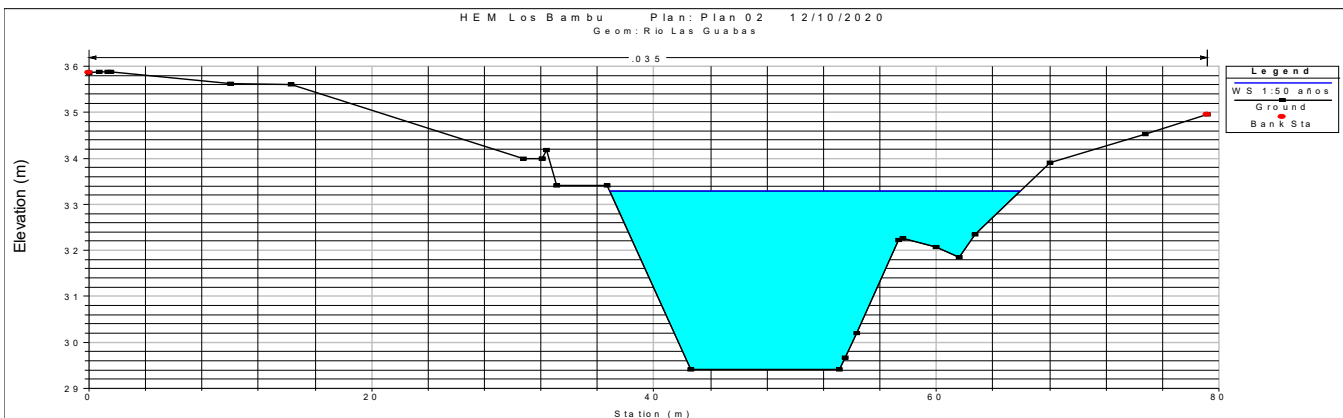
LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1959
JUNTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



Estación 0+260



Estación 0+240



Estación 0+220

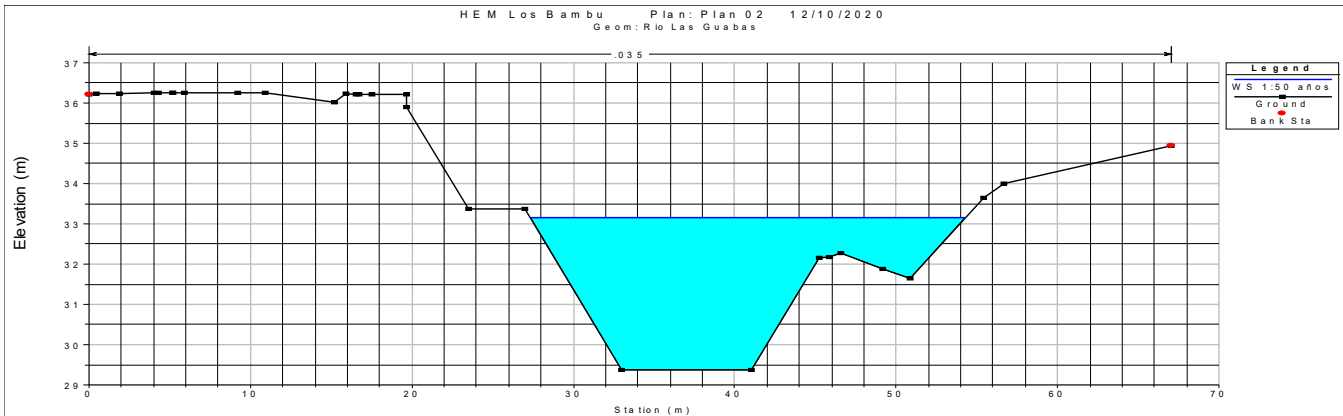
ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

Para determinar los niveles de inundación de la crecida
de diseño (1:50 años) del río Las Guabas

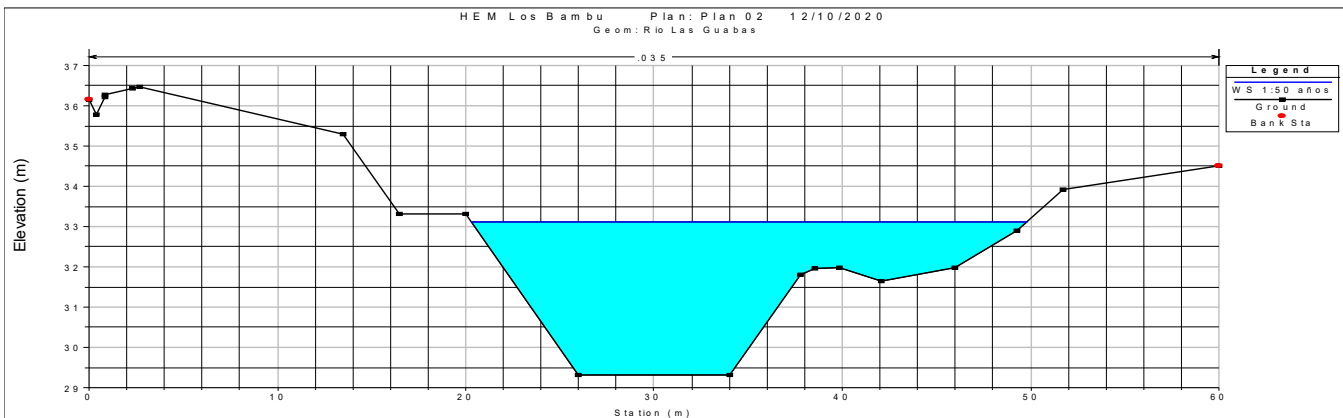
PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU
ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ

FIRMA

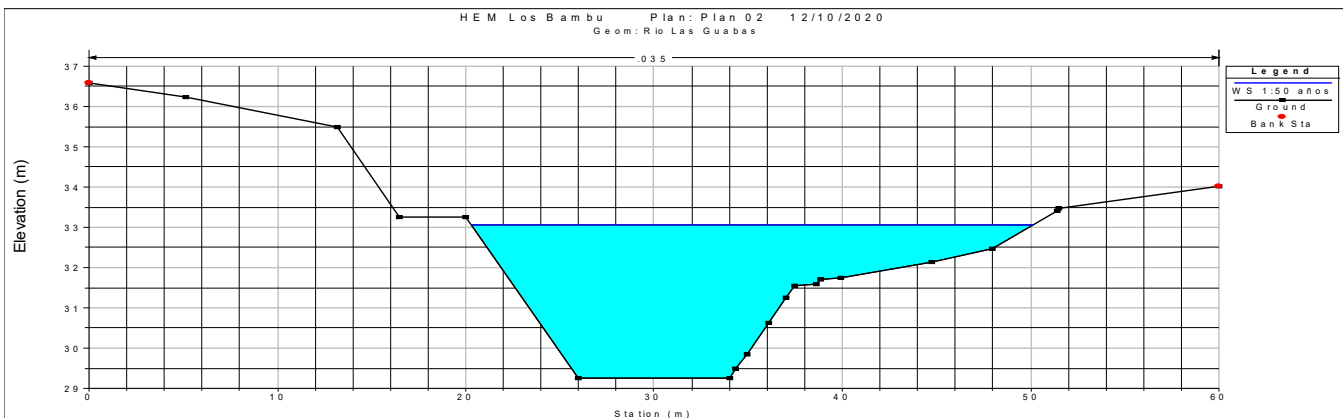
LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1989
JUNTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



Estación 0+200



Estación 0+180



Estación 0+160

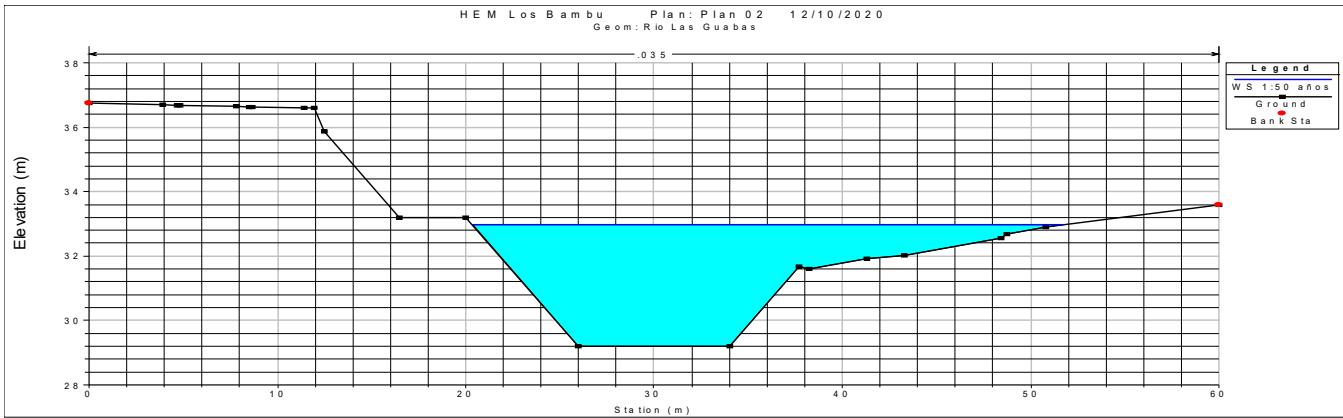
ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

Para determinar los niveles de inundación de la crecida
de diseño (1:50 años) del río Las Guabas

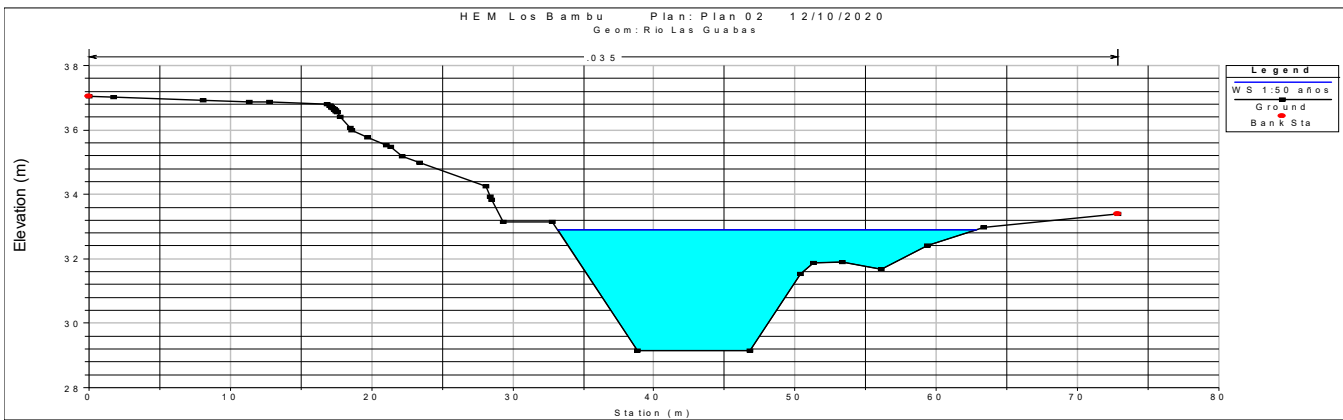
PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU
ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ

FIRMA

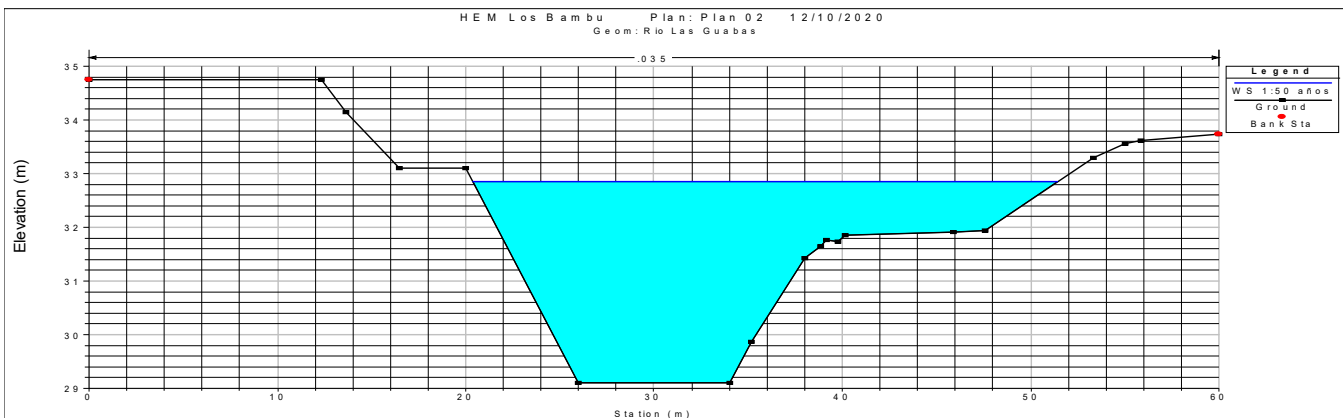
LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1989
JUNTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



Estación 0+140



Estación 0+120



Estación 0+100

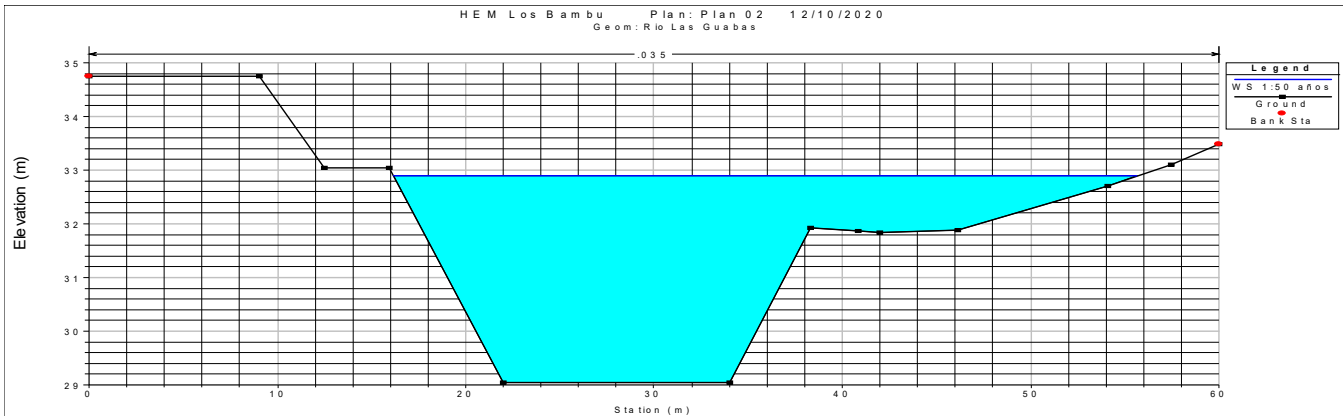
ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

Para determinar los niveles de inundación de la crecida
de diseño (1:50 años) del río Las Guabas

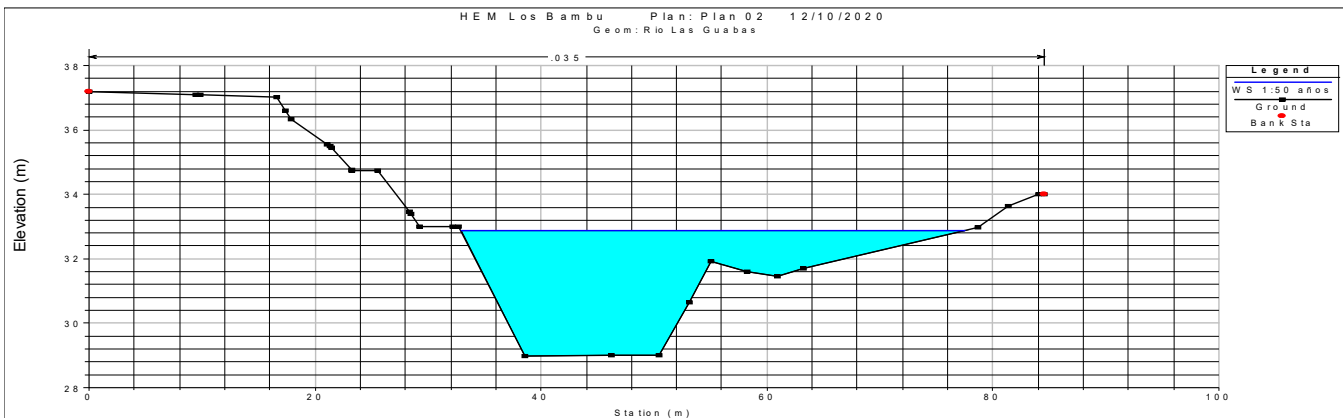
PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU
ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ

FIRMA

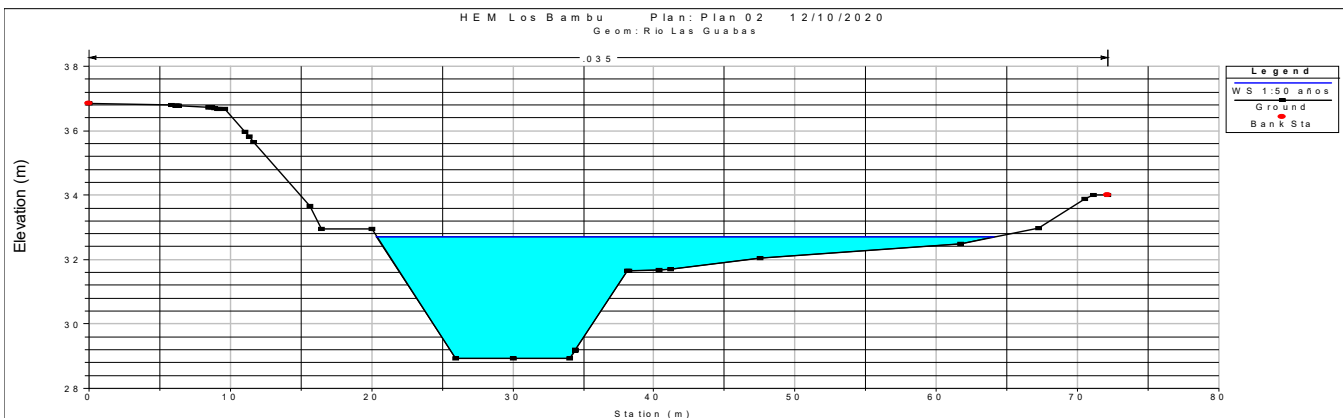
LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1959
JUNTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



Estación 0+080



Estación 0+060



Estación 0+040

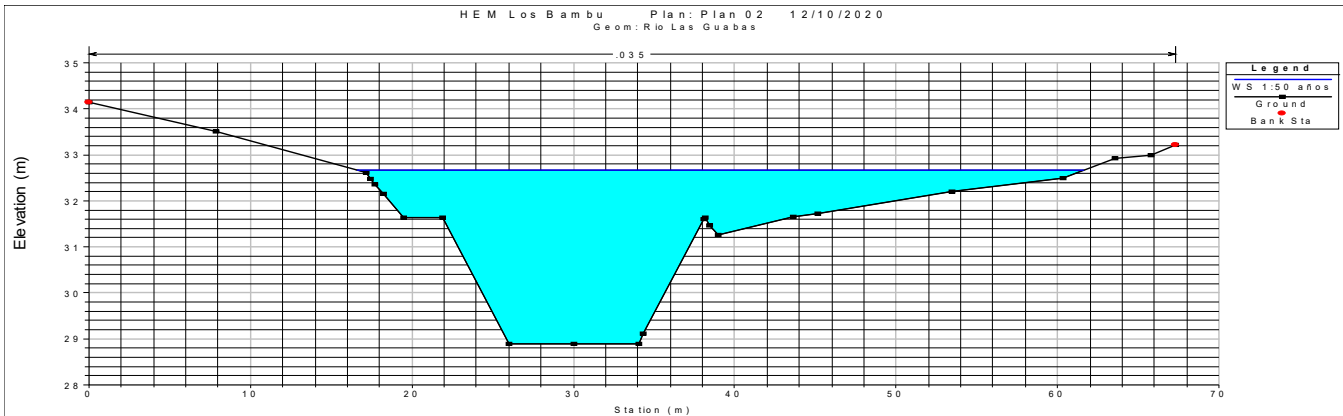
ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

Para determinar los niveles de inundación de la crecida
de diseño (1:50 años) del río Las Guabas

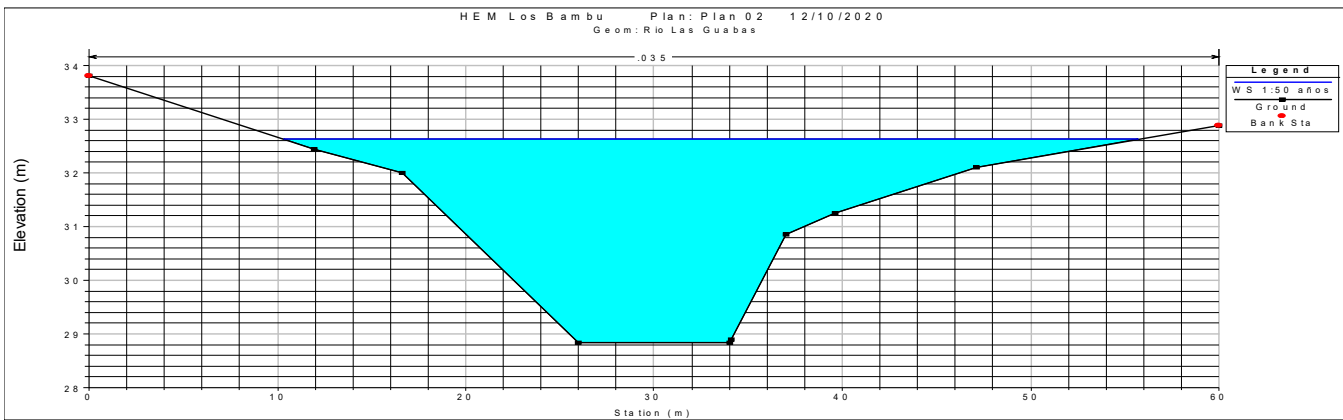
PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU
ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ

FIRMA

LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1959
JUNTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



Estación 0+020



Estación 0+000

ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

Para determinar los niveles de inundación de la crecida
de diseño (1 :50 años) del río Las Guabas

PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU
ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ

FIRMA

LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1959
JUNTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

CUADRO 4-2

RESUMEN DE CALCULOS DE LAS SIMULACIONES HIDRAULICAS DEL TRAMO ANALIZANDO DEL RIO LAS GUABAS

CONDICION: Topografia Propuesta

STA	Q To- tal (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	NTS (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
480	146.7	30.11	34.10	32.17	35.60	34.20	0.000780	1.41	104.17	42.58	0.29
460	146.7	30.05	34.07		35.57	34.18	0.000975	1.51	97.02	40.02	0.31
440	146.7	30.00	33.81		35.31	34.13	0.003584	2.51	58.52	30.80	0.58
420	146.7	29.95	33.81		35.31	34.04	0.002422	2.11	69.44	35.78	0.48
400	146.7	29.89	33.80		35.30	33.98	0.002367	1.88	77.93	47.38	0.47
380	146.7	29.84	33.74		35.24	33.93	0.002539	1.94	75.64	46.32	0.48
360	146.7	29.79	33.58		35.08	33.86	0.003389	2.36	62.18	34.82	0.56
340	146.7	29.73	33.49		34.99	33.79	0.003296	2.45	59.90	30.99	0.56
320	146.7	29.68	33.34		34.84	33.72	0.003332	2.73	53.72	23.28	0.57
300	146.7	29.60	33.48		34.98	33.62	0.000775	1.63	90.22	27.59	0.29
280	146.7	29.57	33.47		34.97	33.60	0.000740	1.58	92.74	29.48	0.28
260	146.7	29.52	33.36		34.86	33.57	0.001334	2.03	72.12	23.88	0.37
240	146.7	29.47	33.34		34.84	33.54	0.001533	2.00	73.50	28.73	0.40
220	146.7	29.42	33.28		34.78	33.51	0.001839	2.09	70.05	29.06	0.43
200	146.7	29.36	33.15		34.65	33.45	0.002819	2.44	60.00	26.97	0.52
180	146.7	29.31	33.12		34.62	33.39	0.002559	2.30	63.67	29.51	0.50
160	146.7	29.26	33.05		34.55	33.33	0.002806	2.36	62.06	29.81	0.52
140	146.7	29.21	32.97		34.47	33.27	0.003241	2.42	60.59	31.39	0.56
120	146.7	29.15	32.90		34.40	33.21	0.003224	2.47	59.45	29.66	0.56
100	146.7	29.10	32.85		34.35	33.14	0.002932	2.36	62.19	31.08	0.53
80	146.7	29.05	32.89		34.39	33.06	0.001670	1.82	80.70	39.46	0.41
60	146.7	28.99	32.87		34.37	33.02	0.001530	1.69	86.85	44.63	0.39
40	146.7	28.94	32.71		34.21	32.96	0.003775	2.23	65.67	43.75	0.58
20	146.7	28.88	32.66		34.16	32.89	0.003154	2.09	70.05	44.98	0.54
0	146.7	28.83	32.63	31.44	34.13	32.82	0.002500	1.96	74.88	45.38	0.49

<p>VICENTE EUCLIDES RIOS RODRÍGUEZ Teléfono 6672 8055 / correo-electrónico vicenterios29@gmail.com</p> <hr/> <p>ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS</p> <hr/> <p>Para determinar los niveles de inundación de la crecida de diseño (1 :50 años) del río Las Guabas</p> <hr/> <p>PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ</p>	<p>VICENTE EUCLIDES RIOS RODRIGUEZ INGENIERO CIVIL CERTIFICADO No. 69-6-12</p> <hr/> <p>FIRMA</p> <hr/> <p>LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1959 JUNTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</p>
---	---

La topografía propuesta incluye un mejoramiento del cauce, a través de una limpieza y corrección del cauce original, y los taludes necesarios para el seguro desarrollo del proyecto. En la **Figura 4-4** Perfil Longitudinal del tramo analizado del rio Las Guabas, Condición Topografía Propuesta, podemos observar cómo se normaliza la pendiente del rio luego de la limpieza. En las **Figuras 4-6** Secciones transversales del tramo analizado del Rio Las Guabas, Condición Topografía Propuesta, podemos observar que los taludes se conformarán a una altura máxima de 4 metros con una pendiente de 1:1.5. Luego del primer talud, se establecerá una banquetta de 3 metros para continuar el talud hasta llegar al Nivel de Terracería Seguro establecido 1.50 metros sobre el Nivel de Aguas Máximo Encontrado. Es oportuno mencionar que la banquetta se encuentra por encima del NAME a todo lo largo del proyecto LOS BAMBU. Este solo es sobrepasado en las estaciones 0+020 y 0+000, las cuales están aguas abajo del proyecto.

El mejoramiento del cauce ayuda a un mejor aprovechamiento del terreno sin afectar el terreno en el otro margen. A su vez, reducen las velocidades del flujo y se mejora el régimen reduciendo posibles erosiones y socavamientos.

VICENTE EUCLIDES RIOS RODRÍGUEZ Teléfono 6672 8055 / correo-electrónico vicenterios29@gmail.com		VICENTE EUCLIDES RIOS RODRIGUEZ INGENIERO CIVIL CERTIFICADO No. 69-6-12
ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS		
Para determinar los niveles de inundación de la crecida de diseño (1 :50 años) del río Las Guabas		FIRMA
PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ		LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1959 JUNTA TÉCNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En esta sección sólo fueron incluidas las conclusiones y recomendaciones de carácter general, a fin de no repetir las conclusiones y recomendaciones relativas a los problemas específicos analizados, las que fueron descritas en las secciones correspondientes con un grado adecuado de detalle.

A continuación, se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas en este Estudios Hidrológicos e Hidráulicos realizados para determinar los niveles de inundación de las crecidas de diseño (1 en 50 años) en el área del Proyecto, localizado en la margen derecha del río Las Guabas.

5.1 Conclusiones

Los resultados presentados en este informe están basados en el análisis de la información disponible para su evaluación. Esta información consistió en:

- Planos topográficos 1:25 000, con curvas de nivel a cada 5 m, del Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" (IGNTG).
- Levantamiento topográfico del sitio del proyecto, suministrado por El Contratista.
- Como resultado de las actividades realizadas en la evaluación de los estudios hidrológicos e hidráulicos llegamos a las conclusiones siguientes:

1 El método de análisis regional de crecidas propuesto por IRHE (hoy ETESA) es una herramienta que permite determinar la frecuencia de las crecidas máximas que puedan ocurrir en un sitio determinado de un río, quebrada u otra corriente de agua en las cuencas no controladas, con sólo conocer el área de drenaje de la cuenca hasta el sitio en estudio y su localización en el país.

2 En términos generales, las velocidades del agua estimadas en las secciones del tramo analizado del río no son altas, principalmente porque la gradiente hidráulica del río hasta el sitio del proyecto es muy baja ($s < 0.0125$).

3 En el análisis hidráulico del tramo analizado del cauce del río hemos observados que cuando ocurran las crecidas de 1 en 50 años el Número de Froude será inferior a 1. En consecuencia, el régimen hidráulico indicado en los tramos de aguas arriba del perfil sería subcrítico y por lo tanto no se anticipa que esas crecidas causen erosión o socavación significativa

4 Las secciones 0+480 y 0+460 son paralelas al eje de la zanja de drenaje pluvial, que a su vez son perpendiculares al eje del cauce del río en esa parte del proyecto, por lo que aparentemente, en esas dos secciones las aguas de las crecidas se saldrían por la margen derecha del río. En esas secciones, se observa que las profundidades del agua en sus extremos serían de 0.5 y 3.0 m con la topografía existente y de 0.5 y 2.5 m - con las secciones con la terracería del proyecto. En el examen minucioso de la planta de la topografía de esos sitios podemos observar que las cotas del terreno en esas secciones están muy por arriba del nivel del agua de las crecidas de inundación.

<p>VICENTE EUCLIDES RIOS RODRÍGUEZ Teléfono 6672 8055 / correo-electrónico vicenterios29@gmail.com</p> <hr/> <p>ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS</p> <hr/> <p>Para determinar los niveles de inundación de la crecida de diseño (1 :50 años) del río Las Guabas</p> <hr/> <p>PROYECTO HACIENDA EL MIRADOR, LOS BAMBU ANTÓN, PROVINCIA DE COCLÉ</p>	<p>VICENTE EUCLIDES RIOS RODRIGUEZ INGENIERO CIVIL CERTIFICADO No. 69-6-12</p> <hr/> <p>FIRMA</p> <hr/> <p>LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1959 JUNTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</p>
--	---

5 En la margen derecha del río (donde está localizado el proyecto) se propone la realización de excavaciones y rellenos para alejar el borde del barranco del área de la urbanización y hacer un uso más eficiente de esos terrenos.

6 Los terrenos en la margen izquierda del río pertenecen a otros propietarios, sin embargo, existe una coincidencia bastante grande entre la demarcación de la inundación de las crecidas de diseño en la topografía existen con la demarcación de esa inundación con la de la terracería del proyecto.

7 Considerando que las afectaciones que puedan surgir como consecuencia de la modificación de la topografía existente son pequeñas, estas diferencias podrían ser negociadas satisfactoriamente entre las partes.

5.2 Recomendaciones

Proceder a la terminación del diseño de construcción de la terracería propuesta de la urbanización; según los criterios y recomendaciones que fueron el resultado de los estudios hidrológicos e hidráulicos realizados para este proyecto.

El Nivel de Terracería Segura (NTS) será establecido a 1.50m sobre el nivel del agua en la crecida de 1 en 50 años como indica la norma. Sin embargo, consideramos que esto es una exageración ya que al analizar las crecidas de 1:100 años y de 1:1000 años podemos observar que estas se encuentran a 0.25m y 0.90m, respectivamente, sobre el nivel de la crecida de diseño.