

David, 29 de marzo de 2021

**Licenciada
Krislly Quintero
Directora Regional
Ministerio de Ambiente – Chiriquí**

**Ref.: Nota DRCH-AC-730-03-2021 EsIA
Residencial Villas de Santa Clara.**

E.S.D.

Licenciada Quintero:

En respuesta a solicitud de información expresada en Nota DRCH-AC-730-03-2021 sobre el EsIA Cat. I del proyecto Residencial Villas de Santa Clara, presentamos el plano de vista de planta del proyecto con los lotes y curvas de nivel al detalle, los niveles de terracería segura establecidas por la simulación hidráulica de las tres fuentes de agua.

Adjunto, dos planos en papel, dos copias digitales de la información solicitada y el Estudio Hidrológico/Hidráulico del proyecto.

Atentamente,



**Licdo. Belisario Contreras C.
Representante Legal
Inmobiliaria BG, S.A.**

c.c. archivo

ESTUDIO HIDROLÓGICO QBA. SIN NOMBRE

Estudio Hidrológico

Qba. Sin Nombre



PROYECTO:

Urbanización Villas Santa de Santa Clara

UBICACION:

Corregimiento Bugaba, Distrito de Bugaba, Provincia de Chiriquí.

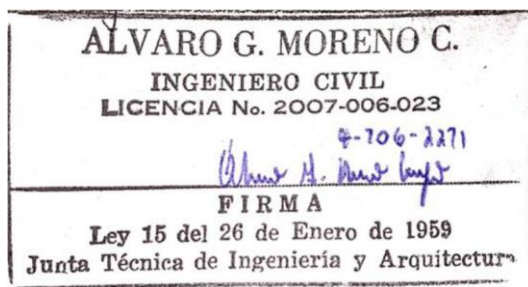
PROPIETARIO:

Inmobiliaria B.G., S.A.

PREPARADO POR:

Ing. Álvaro Moreno

Id. # 2007-006-023



OCTUBRE 2020

1.1 Descripción de la Cuenca del Río Escarrea

Esta área está calculada en base las hojas del Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia del área de Chiriquí (Hoja 3641 I SW) que se encuentra en una escala de 1:50000. Para mayor precisión para el cálculo de la cuenca se utilizó una escala 1:25000.

La cuenca es menor a 250 hectáreas, por lo tanto, el Método Racional de Diseño es el recomendado para la estimación del caudal como se indica en el Manual de Aprobación de Planos del Ministerio de Obras Públicas (2003) para el análisis hidráulico del afluente (Qba. Sin Nombre).

La Qba. Sin Nombre se encuentra ubicada al Este de la cuenca del Río Escarrea, específicamente en las coordenadas 8°31'32.99" Latitud Norte y 82°38'55.22" Longitud Oeste.

La Quebrada Sin Nombre tiene una longitud de 3.54 kilómetros y un área de drenaje de 0.895 km². Su conformación topográfica inicia con una elevación de 275.00 m.n.m.m y en su desembocadura con una elevación de 231.50 m.n.m.m

El área de drenaje objeto de este estudio, comprende el área que afecta directamente al proyecto en estudio y el cual podemos apreciar en la Fig. 2

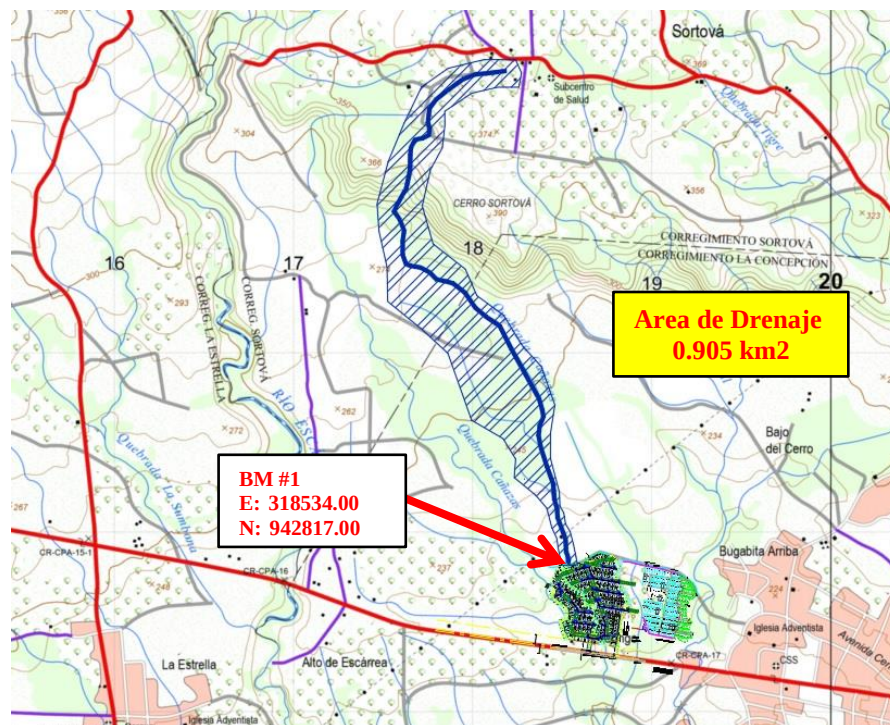


FIG.1. Ubicación del Proyecto, Área de Drenaje. Fuente: Tommy Guardia
Escala: 1:25,000

1.2 Red de Estaciones Hidrometeorológicas de la cuenca 104

En la Tabla No. 1 se observan todas las estaciones de la Cuenca de Río Escarrea, pero con referencia a esta la subcuencas más cercana al área de estudio son los números 104-01-01 denominada MADRONA

Tabla 1
Red de Estaciones Hidrometeorológicas de la cuenca 104

Número	Río	Lugar	Provincia	Tipo de Estación	Elevación m	Latitud	Longitud	Área de Drenaje	Fecha Inicio	Fecha Final	Operada por
104-01-01	ESCARREA	MADRONA	CHIRIQUI	Cv	95	8° 28' 00"	82° 38' 00"	135	1/06/1976	1/04/1981	E.T.E.S.A.

Tipo de Estación
Cv Estacion hidrológica Convencional
At Estacion Hidrológica Automatica
Mx Estacion Hidrológica Mixta

Datos de la estación hidrológica en el río Escárrea

Estación No.	104-01-01
Río	Escárrea
Lugar	Madroñal
Elevación (msnm)	95
Latitud	8°28'00"
Longitud	82°38'00"
Años de Registro	5
Fecha Inicial	1/06/76
Fecha Final	1/04/81

Fuente: Dep. HidroMeteorología - Empresa de Transmisión Eléctrica S.A. - ETESA.

2.0 Precipitación y Clima del Área de Estudio

En el área objeto de estudio, el clima es predominantemente tropical, caracterizado por lluvias copiosas todo el año. La temperatura media anual es de 26.5 °C aproximadamente, oscilando entre 17 y 36 °C; la precipitación promedio anual es de 4,500 mm oscilando entre 3,500mm y 8,000 mm, como se aprecia la Tabla 2.

TABLA 2. Precipitaciones del la Cuenca 104

Datos de la precipitación. Estación meteorológica ubicada en Cuesta de Piedra (104-001) Año de registro 1968-2011. (43 años operando).

Precipitación	Meses											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Máxima (mm)	252.8	258.6	404.9	618.3	1,208.6	1138.7	1155.1	1485.6	1203.3	1577.8	988	689
Promedio (mm)	85.4	56.1	131.6	297.7	731.3	678.1	496.6	742.3	828.5	857.7	578.7	204

Fuente: Hidrometeorología de ETESA

Datos de precipitación. estación meteorológica ubicada en La Concepción (104-004). Año de registro 1972-2011. (39 años operando).

Precipitación	Meses											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Máxima (mm)	230.9	131.1	211.5	380.9	526.1	509.7	695.7	788.4	926.3	953.5	752.3	265
Promedio (mm)	72.6	53.1	84.1	170.5	415.6	414.7	401.4	492.8	459.6	606.4	445.3	108

Fuente: Hidrometeorología de ETESA

Datos de Precipitación. Estación meteorológica ubicada en Canta Gallo (104-005). Años de registro 2000-2011. (11 años operando).

Precipitación	Meses											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Máxima (mm)	53.3	68.1	126.3	179.6	289.9	312.2	300.8	376.5	683.7	580.6	495.1	128
Promedio (mm)	22.4	26	39.5	112	205.8	154.8	243.7	279.1	304.4	390.4	257	57.9

Fuente: Hidrometeorología de ETESA

Cuadro: 50. Características geomorfológicas de la cuenca hidrográfica en estudio.

Característica Geomorfológica	Río Escárrea (104)
Área de Drenaje (km ²)	373
Longitud del Cauce Principal (km)	81.0
Elevación Máxima (msnm)	1,433 ³⁸
Caudal Medio (m ³ /s)	13.1

Fuente de Datos: Dep. Hidrometeorología - ETESA

MEMORIA DE SISTEMA PLUVIAL

A. LOCALIZACION DEL PROYECTO

El Proyecto que estamos sometiendo finalmente para su **APROBACIÓN** y consideración se ha nombrado como **“Residencial Villas de Santa Clara”** y el mismo será construido en un globo de terreno de **16Has + 4,654.34 m²**, que se encuentra localizado en el sector de , corregimiento Chiriquí, distrito de David, provincia de Chiriquí en las coordenadas UTM 355925.11 E, 931394.25 N.

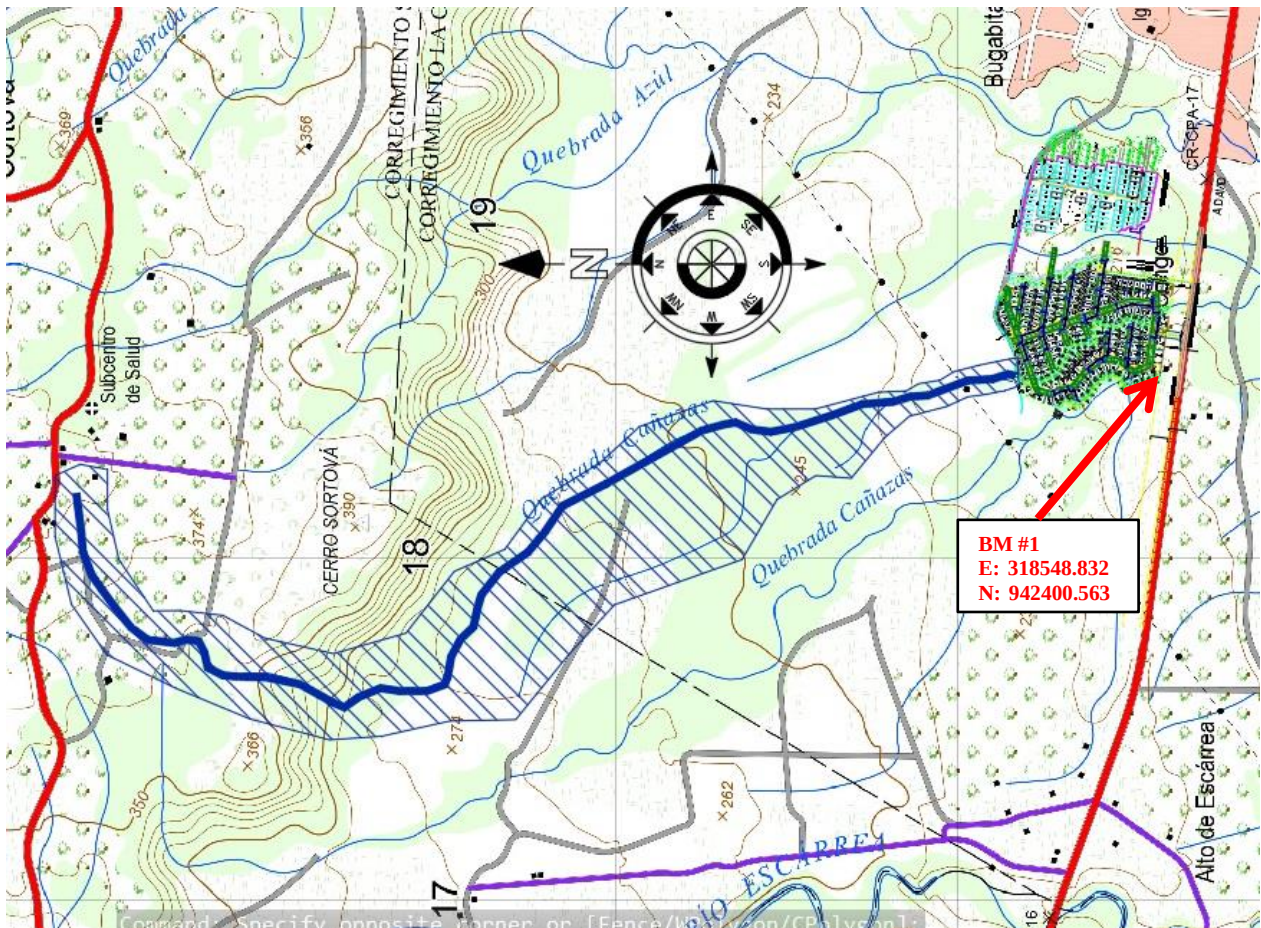


FIG.3. Área de Drenaje (Fuente: Satelital)

B. CRITERIO DE DISEÑO

APLICACIÓN DEL MÉTODO RACIONAL DE DISEÑO

Para determinar el caudal máximo que se pueda presentar en un sitio determinado para distintos periodos de recurrencia mediante este método, se procede de la siguiente manera:

- Se delimita y se mide el área de drenaje de la cuenca hasta el sitio de interés.
- Se elige el coeficiente de escorrentía para la zona en estudio.
- Se calcula el tiempo de concentración de la cuenca.
- Se calcula la intensidad de lluvia para un determinado periodo de retorno elegido para el diseño.
- Se calcula el caudal para la cuenca en estudio.

C. METODO RACIONAL DE DISEÑO

a. Tiempo de concentración

Para el Cálculo de la Área de Drenaje para el punto en estudio, se utilizaron las plantas de levantamientos topográficos, complementadas con mosaicos del área. El tiempo de concentración es el tiempo que demora la gota más alejada en llegar al punto en donde se encuentra ubicado el proyecto. Para este diseño se utilizó un tiempo concentración basado en la siguiente formula de Kirpick:

$$T_c = \left(0.871 \frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0.385}$$

Donde, L, longitud en Km

ΔH , diferencia de altura

b. La intensidad de lluvia

Es el caudal de agua que pasa una determinada superficie, es decir, el volumen de agua caído por unidad de tiempo y superficie. Se mide habitualmente en mm/hora o in/hora. En Panamá el Ministerio de Obras Publicas especifica de diferentes intensidades de para diferentes periodos de retorno. Como estamos realizando un estudio hidrológico se debe de utilizar un periodo de retorno de 50 años. Para dicho periodo de retorno el manual del M.O.P. específica para la cuenca del pacifico la siguiente fórmula de cálculo de la intensidad de lluvia:

La expresión que se utiliza es:

$$I_{50 \text{ años}} = \frac{370}{33 + T_c} \times 25.4$$

donde, I, intensidad de lluvia (mm/hora)

Tc, Tiempo de concentración en minutos

c. Coeficiente de escorrentía

Del agua de lluvia que cae sobre la superficie de un terreno, una parte se evapora, otra discurre por la superficie (escorrentía) y otra penetra en el terreno (infiltración). Se define como coeficiente de escorrentía C, de una superficie, al cociente del caudal que discurre por dicha superficie QE, en relación con el caudal total precipitado QT. Se conoce como coeficiente de escorrentía a la relación entre el índice de escorrentía y la precipitación anual. Para Panamá el Ministerio de Obras Publicas exige la utilización de siguientes valores mínimos de C:

C= 0.85 Para diseños pluviales en áreas suburbanas y en rápido crecimiento.

C= 0.90@1.00 Para diseños pluviales en áreas urbanas deforestadas.

C= 1.00 Para diseños pluviales en áreas completamente pavimentadas.

Para este diseño usaremos un coeficiente de escorrentía de 0.85.

d. El método racional se utiliza en hidrología para determinar el Caudal Instantáneo Máximo de descarga de una cuenca hidrográfica. Se entiende por cuenca hidrográfica, cuenca de

drenaje al espacio delimitado por la unión de todas las cabeceras que forman el río principal o el territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar a través de un único río, o que vierte sus aguas a un único lago. Una cuenca hidrográfica es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas.

La fórmula básica del método racional es:

$$Q = \frac{C I A}{360}$$

donde Q, caudal de lluvia que escurre hasta la tubería, (m³/seg.)

C, coeficiente escorrentía, 0.85.

I, intensidad de lluvia, (mm/hora).

A, área de drenaje, (Hectáreas).

e. Para determinar la capacidad de las secciones se utilizara la fórmula de Manning.

Por medio de la siguiente expresión:

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

en donde,

Q, caudal en el canal (m³/seg).

n, es el coeficiente de rugosidad del material del canal(para tierra n = 0.03).

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

R, es el radio hidráulico (m).

S, es la pfinaliente en m/m.

Las capacidades de las secciones están calculadas en base a un tirante de 80% de la altura.

D. 4.1 CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO

Características de la Quebrada Sin Nombre

Forma sinuosa, de terreno con vegetación moderada.

Área de drenaje calculada según mosaicos del Instituto geográfico Tommy Guardia es de:

0.895 km² = 89.55 Has

Coefficiente de escorrentía: 0.85 debido a la poca población según manual del MOP

Intensidad de lluvia para 1:50 años según manual del MOP

TIEMPO DE CONCENTRACION

$$T_c = \left(\frac{0.866 \times L^3}{\Delta H} \right)^{0.385} \times 60$$

$$T_c = (0.866 \times 0.3.54^3 / 143.50)^{0.385} \times 60 = 36.12 \text{ min}$$

INTENSIDAD DE LLUVIA

$$i_{50} = \frac{370}{33 + T_c} \times 25.4$$

$$I_{50} = (370 / 33 + 36.12) \times 25.4 = 135.96 \text{ mm/hr}$$

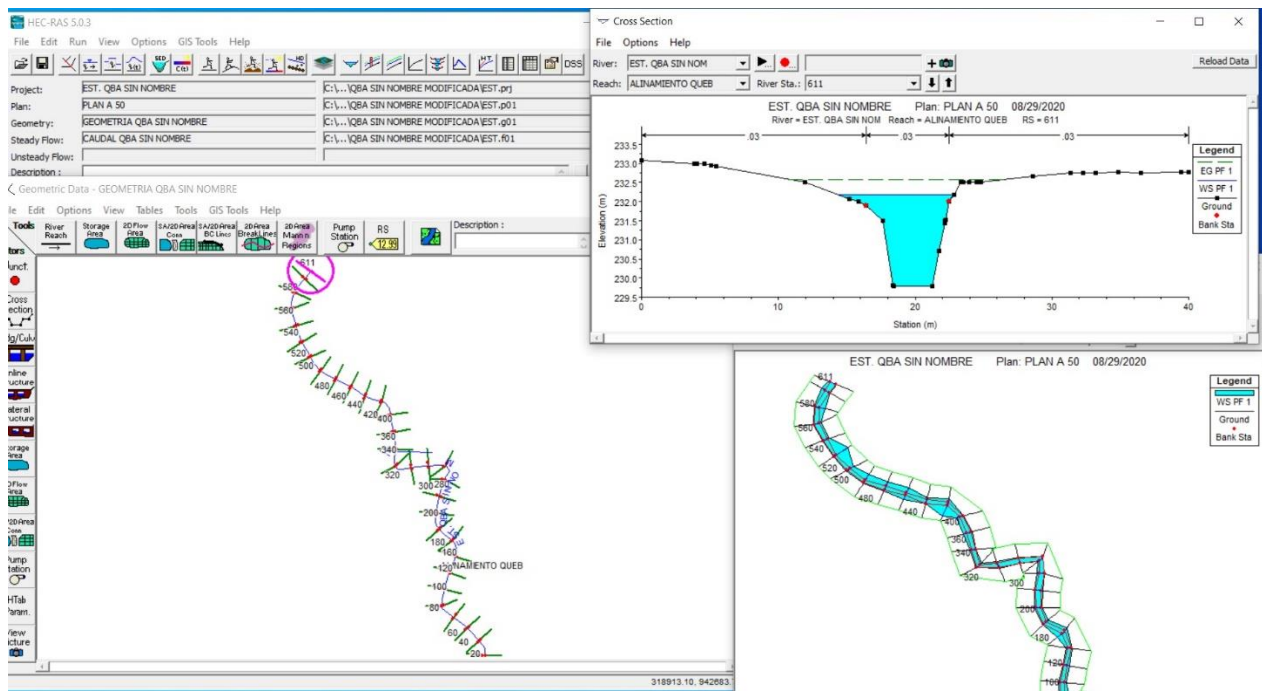
CALCULO DE CAUDAL

$$Q = \frac{C \times i \times A}{360}$$

$$Q = (0.85 \times 135.96 \times 89.50) / 360 = 28.74 \text{ m}^3/\text{s}$$

I. ANÁLISIS DE QUEBRADA UTILIZANDO SOFTWARE HEC-RAS.

HEC-RAS es un modelo de dominio público desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica (Hydrologic Engineering Center) del cuerpo de ingenieros de la armada de los EE.UU. (US Army Corps of Engineers), surge como evolución del conocido y ampliamente utilizado HEC-2, con varias mejoras con respecto a éste, entre las que destaca la interfaz gráfica del usuario que facilita las labores de pre-proceso y post-proceso, así como la posibilidad de intercambio de datos con el sistema de información geográfica ArcGIS mediante HEC-GeoRAS. El modelo numérico incluido en este programa permite realizar análisis del flujo permanente unidimensional gradualmente variado en lámina libre.



1. ANÁLISIS DEL CAUCE DE QBA. SIN NOBRE

Para este análisis utilizaremos el caudal calculado con el Método Racional para el cauce de la Quebrada Sin Nombre.

El análisis tiene su inicio en la estación 0k+000 hasta la estación 0k+611.01 dando una longitud de análisis de 611.01 metros que recorre la Qba. Sin Nombre dentro del Proyecto Villas de Santa Clara. Para la simulación en el programa se computaron 32 secciones que están separadas aproximadamente a 20 metros.

OPERACIONES MATEMÁTICAS

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

$$TC = \left(\frac{0.866(L)^3}{H} \right)^{0.385} \times 60$$

$$TC = \left(\frac{0.866 (3.54)^3}{143.50} \right)^{0.385} \times 60$$

$$TC = \left(\frac{38.41}{143.50} \right)^{0.385} \times 60$$

$$TC = (0.268)^{0.385} \times 60$$

$$TC = 0.602 \times 60$$

$$TC = 36.12 \text{ min}$$

INTENSIDAD DE LLUVIA EN 50 AÑOS

$$I_{50} = \left(\frac{370}{33 + TC} \right) X 25.4$$

$$I_{50} = \left(\frac{370}{33 + 36.12} \right) X 25.4$$

$$I_{50} = \left(\frac{370}{69.12} \right) X 25.4$$

$$I_{50} = 5.353 X 25.4$$

$$I_{50} = 135.96 \text{ mm/h}$$

CAUDAL METODO RACIONAL:

$$Q = \frac{C \times i \times A}{360}$$

$$Q = \frac{0.85 \times 135.96 \times 89.50}{360} = m^3/S$$

$$Q = \frac{10,348.93}{360} = m^3/S$$

$$Q = 28.74 \text{ m}^3/S$$

TABLA DE REFERENCIA DE ALTURAS ENTRE NIVELES EXISTENTES Y
NIVELES SEGUROS DE TERRACERIA
PARA QBA. SIN NOMBRE

ESTACION SECCION	ELEV. DE FONDO	N.A.MAX	NIVEL DE TERRACERIA FINAL	NIVEL DE TERRACERIA FINAL
			LADO IZQUIERDO	LADO DERECHO
0+000	218.63	221.09	222.89	222.89
0+020	219.35	221.35	223.15	223.15
0+040	220.00	221.77	223.57	223.57
0+060	220.46	222.19	223.99	223.99
0+080	220.47	223.07	224.87	224.87
0+100	220.98	223.13	224.93	224.93
0+120	221.42	223.72	225.52	225.52
0+140	221.48	223.98	225.78	225.78
0+160	221.92	224.74	226.54	226.54
0+180	222.47	224.70	226.50	226.50
0+200	222.96	224.89	226.69	226.69
0+220	223.44	225.24	227.04	227.04
0+240	223.47	225.63	227.43	227.43
0+260	223.78	226.15	227.95	227.95
0+280	224.47	226.18	227.98	227.98
0+300	224.86	226.71	228.51	228.51
0+320	224.95	226.99	228.79	228.79
0+340	225.00	227.26	229.06	229.06
0+360	225.47	227.81	229.61	229.61
0+380	225.45	228.00	229.80	229.80
0+400	226.80	229.00	230.80	230.80
0+420	226.98	228.97	230.77	230.77
0+440	227.42	229.69	231.49	231.49
0+460	227.45	229.83	231.63	231.63

Proyecto Residencial Villas de Santa Clara - Estudio Hidrológico Qba. Sin Nombre

0+480	227.47	230.08	231.88	231.88
0+500	227.96	230.22	232.02	232.02
0+520	228.47	230.87	232.67	232.67
0+540	228.94	230.96	232.76	232.76
0+560	229.41	232.23	233.03	233.03
0+580	229.47	231.69	233.49	233.49
0+600	229.75	232.04	233.84	233.84
0+611.01	229.78	232.18	233.98	233.98

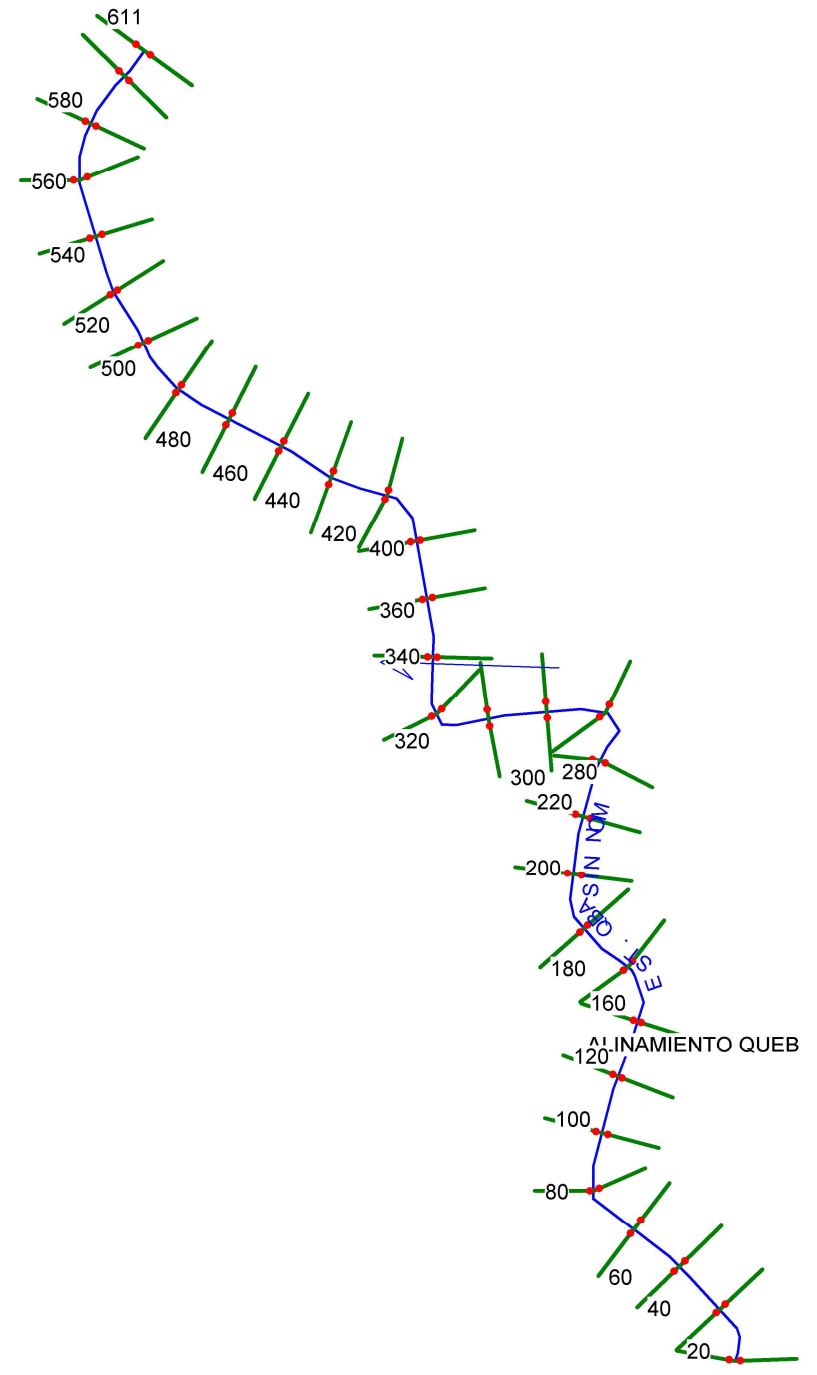
RESULTADOS

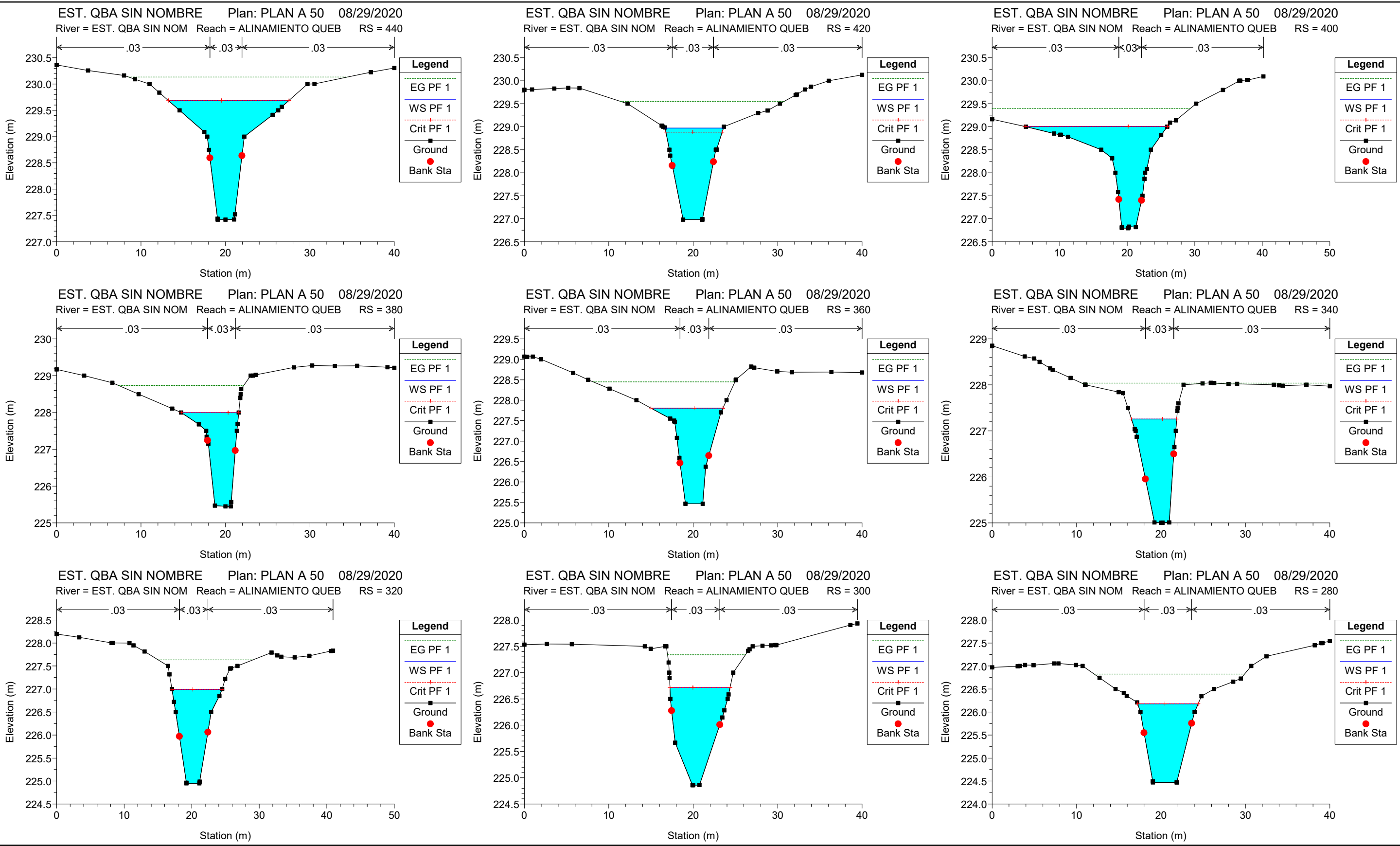
- 1) Se recomienda mantener el canal natural limpio para garantizar el flujo sin interrupciones de las crecientes y la no-interferencia con las estructuras a construir.**
- 2) El esquema muestra una sección natural no revestido, de la misma pendiente y sección que el canal natural, conformado a una geometría trapezoidal tal como muestra la sección promedio de la quebrada.**
- 3) Para la demarcación de la servidumbre pluvial se recomienda un retiro mínimo de 10.00 metros sobre el nivel superior del borde del río.**
- 4) Se pudo observar que el nivel de terreno está muy por encima del 1.80mts del nivel máximo de aguas, lo cuales nos indica que no hay peligro alguno de inundación.**

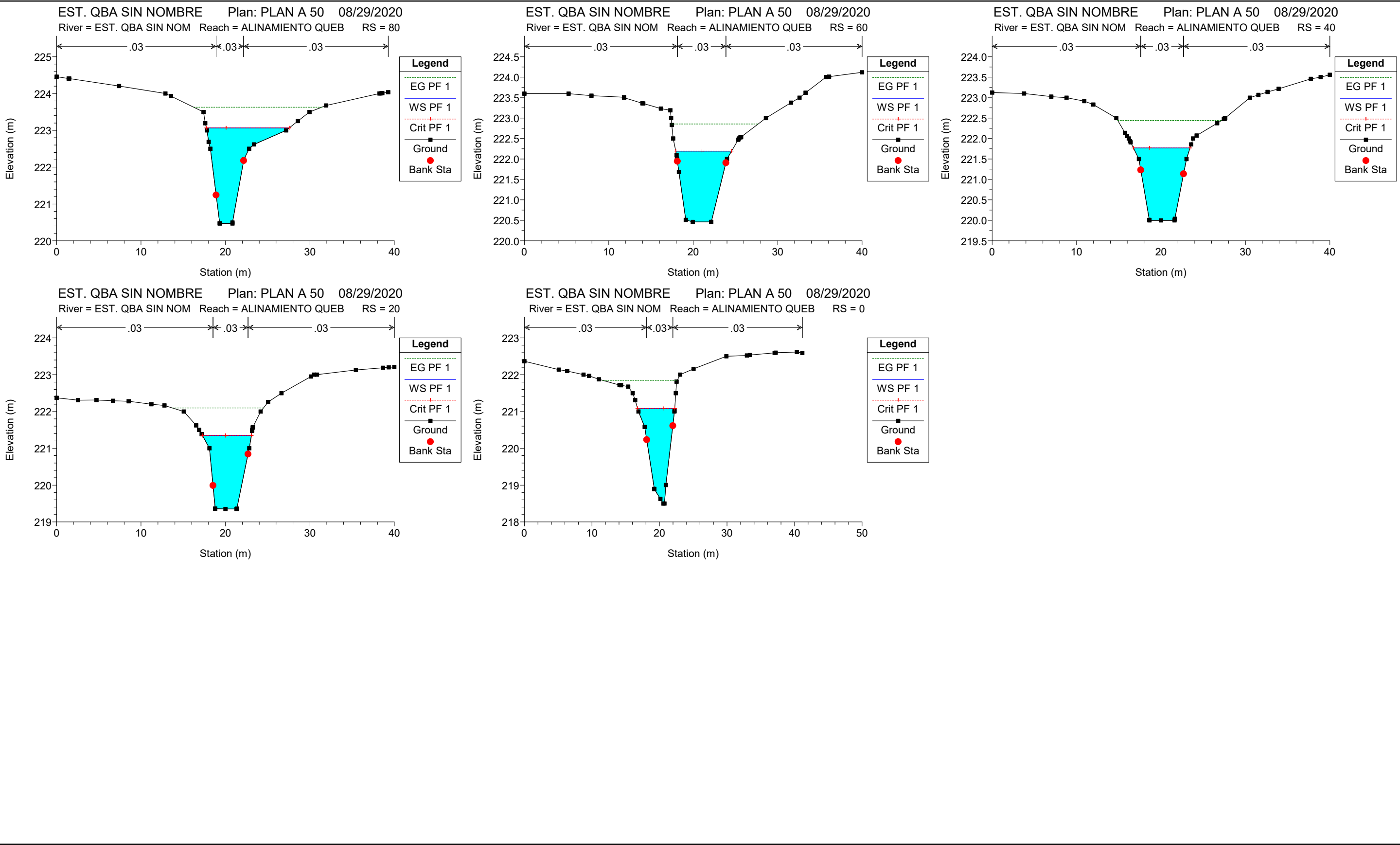
ANEXOS

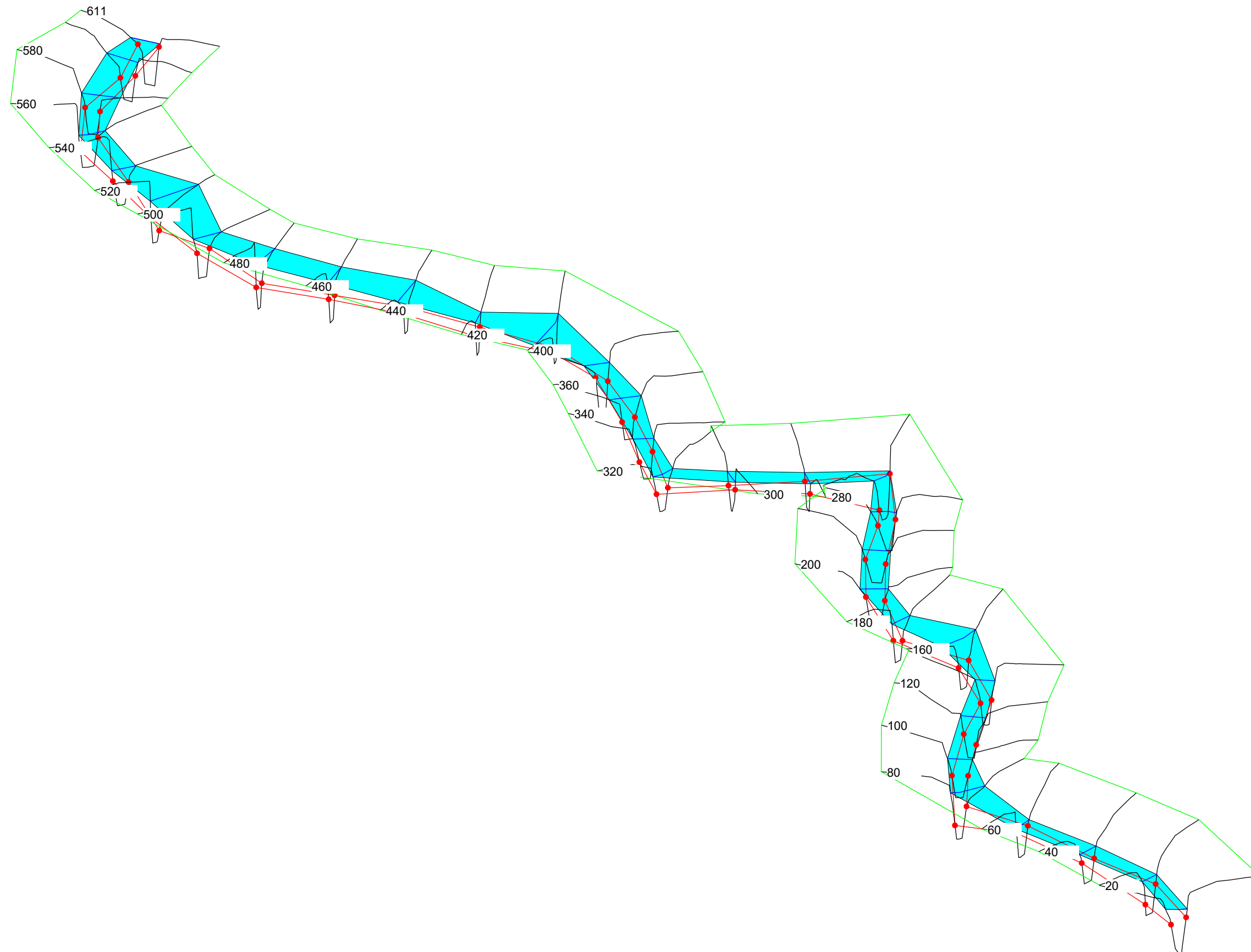
HEC-RAS Plan: PLAN A 50 River: EST. QBA SIN NOM Reach: ALINAMIENTO QUEB Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W. S. Elev	Crit W. S.	E. G. Elev	E. G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
ALINAMIENTO QUEB	611	PF 1	28.74	229.78	232.18		232.58	0.005637	2.81	10.48	8.50	0.69
ALINAMIENTO QUEB	600	PF 1	28.74	229.75	232.04		232.45	0.004129	2.89	11.12	9.86	0.65
ALINAMIENTO QUEB	580	PF 1	28.74	229.47	231.69	231.69	232.32	0.007297	3.56	8.94	10.33	0.81
ALINAMIENTO QUEB	560	PF 1	28.74	229.41	231.23	231.23	231.90	0.008850	3.66	8.20	7.39	0.93
ALINAMIENTO QUEB	540	PF 1	28.74	228.94	230.96	230.96	231.68	0.009022	3.81	8.02	6.66	0.94
ALINAMIENTO QUEB	520	PF 1	28.74	228.47	230.87	230.87	231.27	0.005372	3.24	12.35	16.06	0.71
ALINAMIENTO QUEB	500	PF 1	28.74	227.95	230.22	230.22	230.86	0.008304	3.65	8.77	8.49	0.83
ALINAMIENTO QUEB	480	PF 1	28.74	227.47	230.08	230.08	230.66	0.006383	3.57	9.94	11.04	0.76
ALINAMIENTO QUEB	460	PF 1	28.74	227.45	229.83	229.39	230.23	0.003876	2.86	11.27	10.71	0.64
ALINAMIENTO QUEB	440	PF 1	28.74	227.42	229.69	229.69	230.13	0.005292	3.19	11.40	14.27	0.73
ALINAMIENTO QUEB	420	PF 1	28.74	226.98	228.97	228.88	229.55	0.006791	3.42	8.88	6.92	0.85
ALINAMIENTO QUEB	400	PF 1	28.74	226.79	229.00	229.00	229.39	0.003960	3.11	13.52	21.08	0.69
ALINAMIENTO QUEB	380	PF 1	28.74	225.45	228.00	228.00	228.73	0.009516	3.87	8.11	6.81	0.84
ALINAMIENTO QUEB	360	PF 1	28.74	225.47	227.81	227.81	228.45	0.006985	3.69	8.99	8.53	0.82
ALINAMIENTO QUEB	340	PF 1	28.74	225.00	227.26	227.26	228.04	0.009378	4.03	7.75	5.36	0.91
ALINAMIENTO QUEB	320	PF 1	28.74	224.95	226.99	226.99	227.63	0.007254	3.65	8.68	7.42	0.88
ALINAMIENTO QUEB	300	PF 1	28.74	224.86	226.71	226.71	227.34	0.008575	3.54	8.44	7.12	0.96
ALINAMIENTO QUEB	280	PF 1	28.74	224.47	226.18	226.18	226.82	0.008859	3.58	8.28	7.17	0.96
ALINAMIENTO QUEB	260	PF 1	28.74	223.78	226.15		226.43	0.002719	2.42	12.67	7.70	0.54
ALINAMIENTO QUEB	240	PF 1	28.74	223.47	225.63	225.63	226.30	0.009187	3.70	8.20	6.68	0.92
ALINAMIENTO QUEB	220	PF 1	28.74	223.44	225.24	225.24	225.89	0.008321	3.59	8.37	7.26	0.94
ALINAMIENTO QUEB	200	PF 1	28.74	222.96	224.89	224.89	225.54	0.008489	3.61	8.37	7.18	0.91
ALINAMIENTO QUEB	180	PF 1	28.74	222.46	224.70	224.70	225.37	0.007673	3.77	8.57	7.04	0.85
ALINAMIENTO QUEB	160	PF 1	28.74	221.92	224.74		224.98	0.001973	2.30	15.03	13.86	0.46
ALINAMIENTO QUEB	140	PF 1	28.74	221.48	223.98	223.98	224.84	0.010276	4.25	7.48	5.13	0.91
ALINAMIENTO QUEB	120	PF 1	28.74	221.42	223.72	223.72	224.41	0.007384	3.86	8.51	6.64	0.86
ALINAMIENTO QUEB	100	PF 1	28.74	220.98	223.13	223.07	223.79	0.007427	3.66	8.45	6.38	0.87
ALINAMIENTO QUEB	80	PF 1	28.74	220.47	223.07	223.07	223.63	0.006069	3.51	9.88	9.82	0.76
ALINAMIENTO QUEB	60	PF 1	28.74	220.46	222.19	222.19	222.86	0.009988	3.61	8.04	6.61	0.98
ALINAMIENTO QUEB	40	PF 1	28.74	220.00	221.77	221.77	222.44	0.008896	3.67	8.12	6.69	0.95
ALINAMIENTO QUEB	20	PF 1	28.74	219.35	221.35	221.35	222.10	0.008837	3.88	7.83	5.80	0.94
ALINAMIENTO QUEB	0	PF 1	28.74	218.50	221.09	221.09	221.85	0.010317	3.91	7.70	5.50	0.92



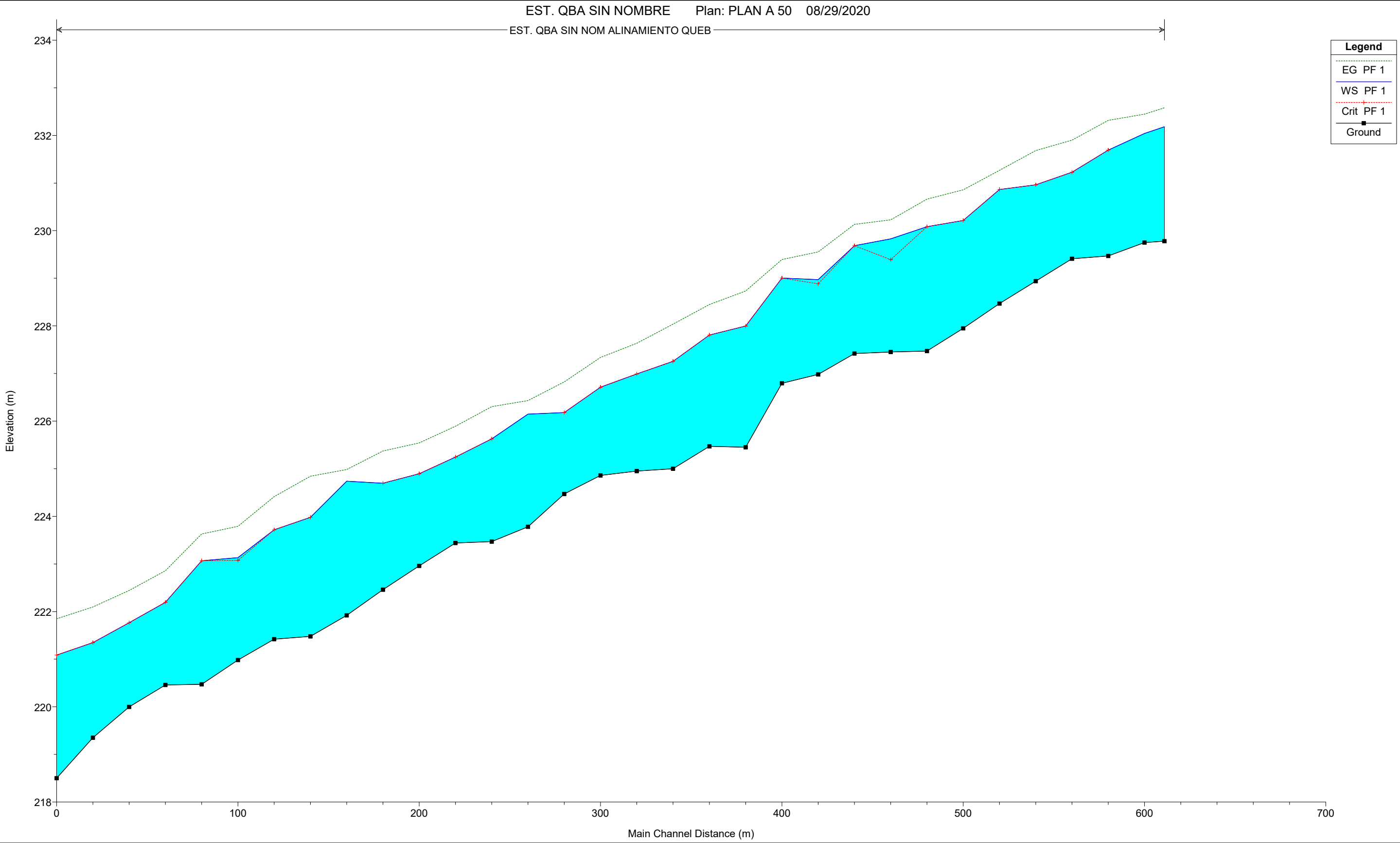






Legend

- WS PF 1
- Ground
- Bank Sta



ESTUDIO HIDROLÓGICO QBA. CAÑAZAS

Estudio Hidrológico

Qba. Cañazas



PROYECTO:

Urbanización Villas Santa de Santa Clara

UBICACION:

Corregimiento Bugaba, Distrito de Bugaba, Provincia de Chiriquí.

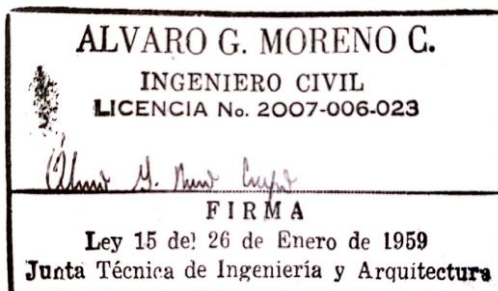
PROPIETARIO:

Inmobiliaria B.G., S.A.

PREPARADO POR:

Ing. Álvaro Moreno

Id. # 2007-006-023



OCTUBRE 2020

1.1 Descripción de la Cuenca del Río Escarrea

Esta área está calculada en base las hojas del Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia del área de Chiriquí (Hoja 3641 I SW) que se encuentra en una escala de 1:50000. Para mayor precisión para el cálculo de la cuenca se utilizó una escala 1:25000.

La cuenca es menor a 250 hectáreas, por lo tanto, el Método Racional de Diseño es el recomendado para la estimación del caudal como se indica en el Manual de Aprobación de Planos del Ministerio de Obras Públicas (2003) para el análisis hidráulico del afluente (Qba. Cañazas).

La Qba. Sin Cañazas se encuentra ubicada al Este de la cuenca del Río Escarrea, específicamente en las coordenadas 8°31'28.97" Latitud Norte y 82°38'58.24" Longitud Oeste.

La Quebrada Cañazas tiene una longitud de 7.64 kilómetros y un área de drenaje de 0.405 km². Su conformación topográfica inicia con una elevación de 360.00 m.n.m.m y en su desembocadura con una elevación de 228.50 m.n.m.m

El área de drenaje objeto de este estudio, comprende el área que afecta directamente al proyecto en estudio y el cual podemos apreciar en la Fig. 2

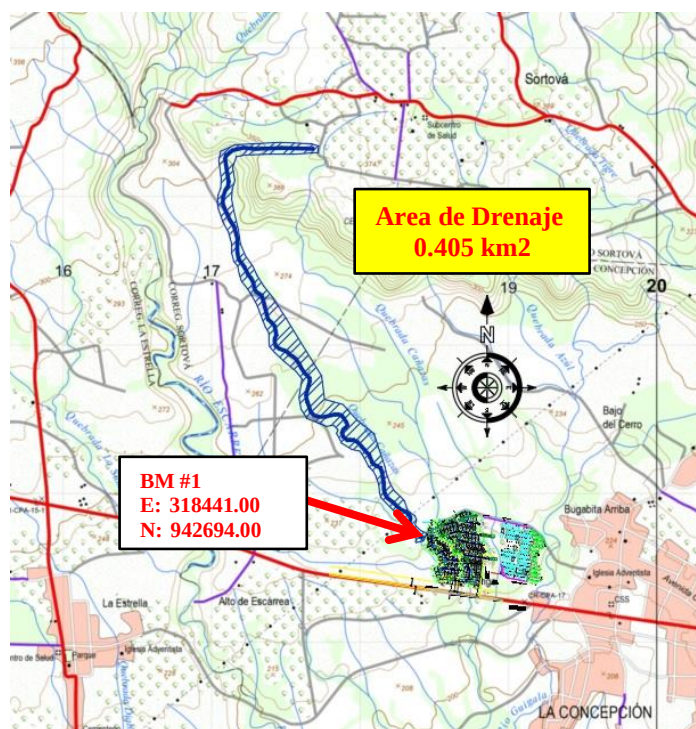


FIG.1. Ubicación del Proyecto, Área de Drenaje. Fuente: Tommy Guardia
Escala: 1:25,000

1.2 Red de Estaciones Hidrometeorológicas de la cuenca 104

En la Tabla No. 1 se observan todas las estaciones de la Cuenca de Río Escarrea, pero con referencia a esta la subcuencas más cercana al área de estudio son los números 104-01-01 denominada MADRONA

Tabla 1
Red de Estaciones Hidrometeorológicas de la cuenca 104

Número	Río	Lugar	Provincia	Tipo de Estación	Elevación m	Latitud	Longitud	Área de Drenaje	Fecha Inicio	Fecha Final	Operada por
104-01-01	ESCARREA	MADRONA	CHIRIQUI	Cv	95	8° 28' 00"	82° 38' 00"	135	1/06/1976	1/04/1981	E.T.E.S.A.

Tipo de Estación
Cv Estacion hidrológica Convencional
At Estacion Hidrológica Automatica
Mx Estacion Hidrológica Mixta

Datos de la estación hidrológica en el río Escárrea

Estación No.	104-01-01
Río	Escárrea
Lugar	Madroñal
Elevación (msnm)	95
Latitud	8°28'00"
Longitud	82°38'00"
Años de Registro	5
Fecha Inicial	1/06/76
Fecha Final	1/04/81

Fuente: Dep. HidroMeteorología - Empresa de Transmisión Eléctrica S.A. - ETESA.

2.0 Precipitación y Clima del Área de Estudio

En el área objeto de estudio, el clima es predominantemente tropical, caracterizado por lluvias copiosas todo el año. La temperatura media anual es de 26.5 °C aproximadamente, oscilando entre 17 y 36 °C; la precipitación promedio anual es de 4,500 mm oscilando entre 3,500mm y 8,000 mm, como se aprecia la Tabla 2.

TABLA 2. Precipitaciones del la Cuenca 104

Datos de la precipitación. Estación meteorológica ubicada en Cuesta de Piedra (104-001) Año de registro 1968-2011. (43 años operando).

Precipitación	Meses											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Máxima (mm)	252.8	258.6	404.9	618.3	1,208.6	1138.7	1155.1	1485.6	1203.3	1577.8	988	689
Promedio (mm)	85.4	56.1	131.6	297.7	731.3	678.1	496.6	742.3	828.5	857.7	578.7	204

Fuente: Hidrometeorología de ETESA

Datos de precipitación. estación meteorológica ubicada en La Concepción (104-004). Año de registro 1972-2011. (39 años operando).

Precipitación	Meses											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Máxima (mm)	230.9	131.1	211.5	380.9	526.1	509.7	695.7	788.4	926.3	953.5	752.3	265
Promedio (mm)	72.6	53.1	84.1	170.5	415.6	414.7	401.4	492.8	459.6	606.4	445.3	108

Fuente: Hidrometeorología de ETESA

Datos de Precipitación. Estación meteorológica ubicada en Santa Gallo (104-005). Años de registro 2000-2011. (11 años operando).

Precipitación	Meses											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Máxima (mm)	53.3	68.1	126.3	179.6	289.9	312.2	300.8	376.5	683.7	580.6	495.1	128
Promedio (mm)	22.4	26	39.5	112	205.8	154.8	243.7	279.1	304.4	390.4	257	57.9

Fuente: Hidrometeorología de ETESA

Cuadro: 50. Características geomorfológicas de la cuenca hidrográfica en estudio.

Característica Geomorfológica	Río Escárrea (104)
Área de Drenaje (km ²)	373
Longitud del Cauce Principal (km)	81.0
Elevación Máxima (msnm)	1,433 ³⁸
Caudal Medio (m ³ /s)	13.1

Fuente de Datos: Dep. Hidrometeorología - ETESA

MEMORIA DE SISTEMA PLUVIAL

A. LOCALIZACION DEL PROYECTO

El Proyecto que estamos sometiendo finalmente para su **APROBACIÓN** y consideración se ha nombrado como **“Residencial Villas de Santa Clara”** y el mismo será construido en un globo de terreno de **16Has + 4,654.34 m²**, que se encuentra localizado en el sector de , corregimiento Chiriquí, distrito de David, provincia de Chiriquí en las coordenadas UTM 355925.11 E, 931394.25 N.

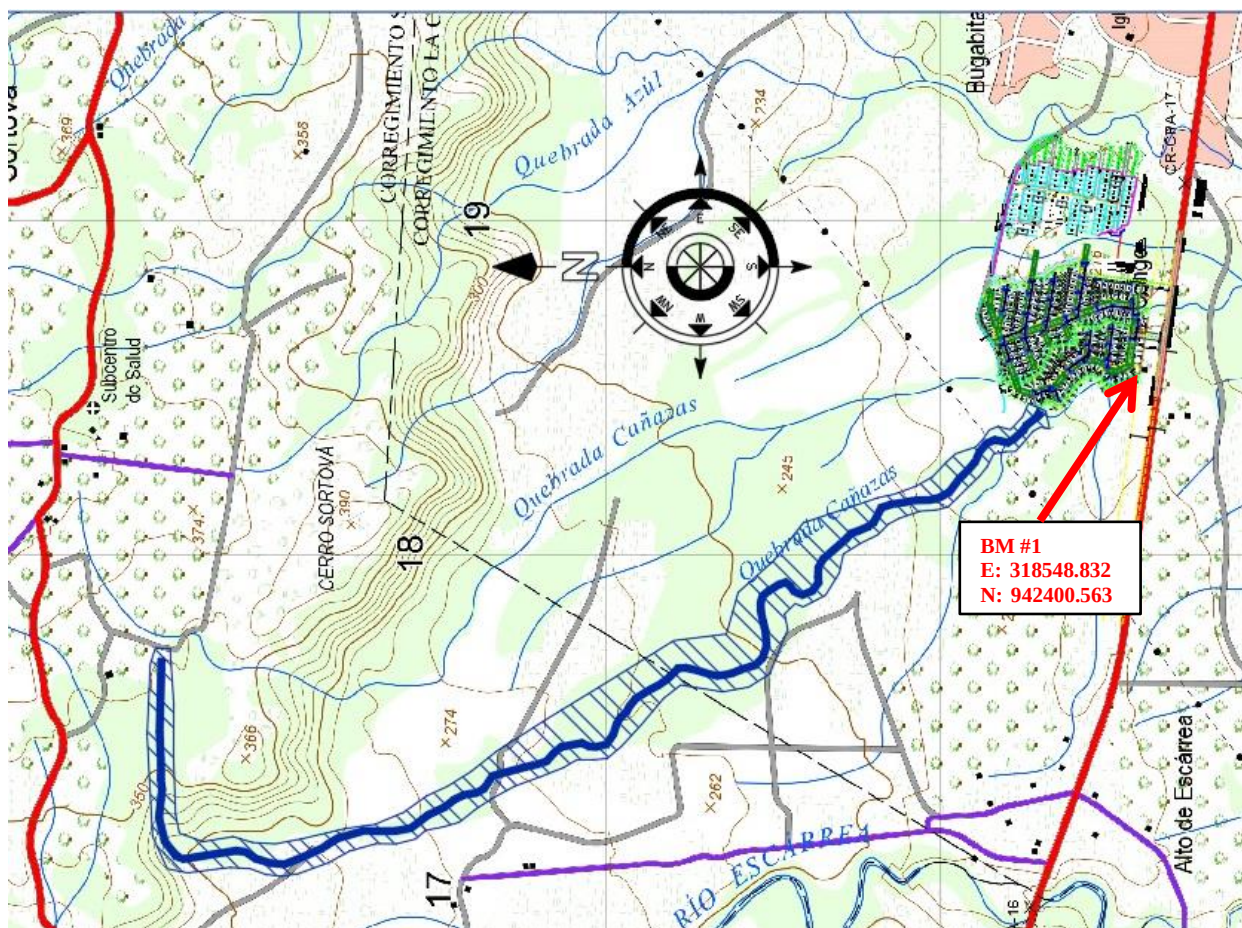


FIG.3. Área de Drenaje (Fuente: Satelital)

B. CRITERIO DE DISEÑO

APLICACIÓN DEL MÉTODO RACIONAL DE DISEÑO

Para determinar el caudal máximo que se pueda presentar en un sitio determinado para distintos periodos de recurrencia mediante este método, se procede de la siguiente manera:

- Se delimita y se mide el área de drenaje de la cuenca hasta el sitio de interés.
- Se elige el coeficiente de escorrentía para la zona en estudio.
- Se calcula el tiempo de concentración de la cuenca.
- Se calcula la intensidad de lluvia para un determinado periodo de retorno elegido para el diseño.
- Se calcula el caudal para la cuenca en estudio.

C. METODO RACIONAL DE DISEÑO

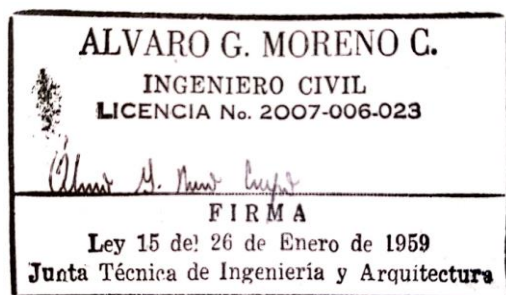
a. Tiempo de concentración

Para el Cálculo de la Área de Drenaje para el punto en estudio, se utilizaron las plantas de levantamientos topográficos, complementadas con mosaicos del área. El tiempo de concentración es el tiempo que demora la gota más alejada en llegar al punto en donde se encuentra ubicado el proyecto. Para este diseño se utilizó un tiempo concentración basado en la siguiente formula de Kirpick:

$$T_c = \left(0.871 \frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0.385}$$

Donde, L, longitud en Km

ΔH , diferencia de altura



b. La intensidad de lluvia

Es el caudal de agua que pasa una determinada superficie, es decir, el volumen de agua caído por unidad de tiempo y superficie. Se mide habitualmente en mm/hora o in/hora. En Panamá el Ministerio de Obras Publicas especifica de diferentes intensidades de para diferentes periodos de retorno. Como estamos realizando un estudio hidrológico se debe de utilizar un periodo de retorno de 50 años. Para dicho periodo de retorno el manual del M.O.P. específica para la cuenca del pacifico la siguiente fórmula de cálculo de la intensidad de lluvia:

La expresión que se utiliza es:

$$I_{50 \text{ años}} = \frac{370}{33 + T_c} \times 25.4$$

donde, I, intensidad de lluvia (mm/hora)

Tc, Tiempo de concentración en minutos

c. Coeficiente de escorrentía

Del agua de lluvia que cae sobre la superficie de un terreno, una parte se evapora, otra discurre por la superficie (escorrentía) y otra penetra en el terreno (infiltración). Se define como coeficiente de escorrentía C, de una superficie, al cociente del caudal que discurre por dicha superficie QE, en relación con el caudal total precipitado QT. Se conoce como coeficiente de escorrentía a la relación entre el índice de escorrentía y la precipitación anual. Para Panamá el Ministerio de Obras Publicas exige la utilización de siguientes valores mínimos de C:

C= 0.85 Para diseños pluviales en áreas suburbanas y en rápido crecimiento.

C= 0.90@1.00 Para diseños pluviales en áreas urbanas deforestadas.

C= 1.00 Para diseños pluviales en áreas completamente pavimentadas.

Para este diseño usaremos un coeficiente de escorrentía de 0.85.

- d. El método racional se utiliza en hidrología para determinar el Caudal Instantáneo Máximo de descarga de una cuenca hidrográfica. Se entiende por cuenca hidrográfica, cuenca de drenaje al espacio delimitado por la unión de todas las cabeceras que forman el río principal o el territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar a través de un único río, o que vierte sus aguas a un único lago. Una cuenca hidrográfica es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas.

La fórmula básica del método racional es:

$$Q = \frac{C I A}{360}$$

donde Q, caudal de lluvia que escurre hasta la tubería, (m³/seg.)

C, coeficiente escorrentía, 0.85.

I, intensidad de lluvia, (mm/hora).

A, área de drenaje, (Hectáreas).

- e. Para determinar la capacidad de las secciones se utilizara la fórmula de Manning.
Por medio de la siguiente expresión:

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

en donde,

Q, caudal en el canal (m³/seg).

n, es el coeficiente de rugosidad del material del canal(para tierra n = 0.03).

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

R, es el radio hidráulico (m).

S, es la pfinaliente en m/m.

Las capacidades de las secciones están calculadas en base a un tirante de 80% de la altura.

D. 4.1 CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO

Características de la Quebrada Sin Nombre

Forma sinuosa, de terreno con vegetación moderada.

Área de drenaje calculada según mosaicos del Instituto geográfico Tommy Guardia es de:

0.405 km² = 40.48 Has

Coefficiente de escorrentía: 0.85 debido a la poca población según manual del MOP

Intensidad de lluvia para 1:50 años según manual del MOP

TIEMPO DE CONCENTRACION

$$T_c = \left(\frac{0.866 \times L^3}{\Delta H} \right)^{0.385} \times 60$$

$$T_c = (0.866 \times 7.64^3 / 131.50)^{0.385} \times 60 = 90.84 \text{ min}$$

INTENSIDAD DE LLUVIA

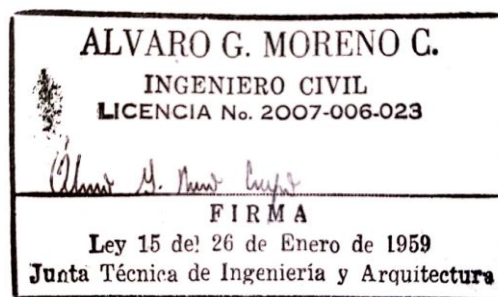
$$i_{50} = \frac{370}{33 + T_c} \times 25.4$$

$$I_{50} = (370 / 33 + 90.84) \times 25.4 = 75.94 \text{ mm/hr}$$

CALCULO DE CAUDAL

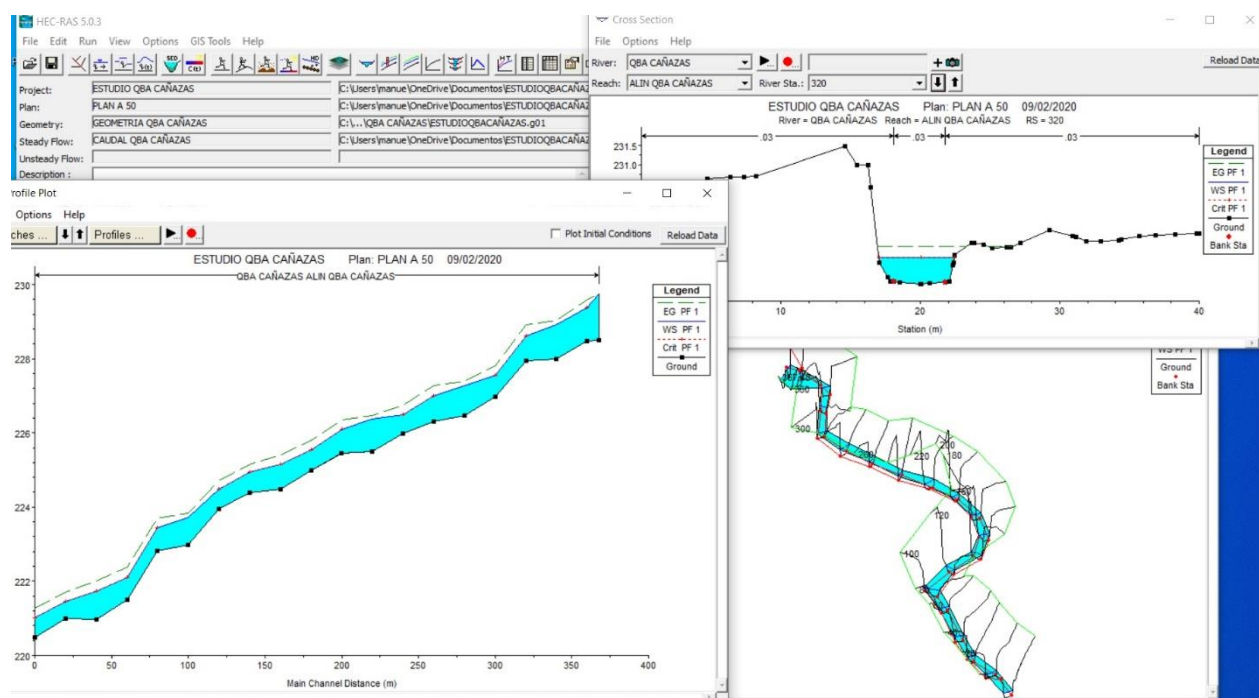
$$Q = \frac{C \times i \times A}{360}$$

$$Q = (0.85 \times 75.946 \times 40.48) / 360 = 7.26 \text{ m}^3/\text{s}$$



I. ANÁLISIS DE QUEBRADA UTILIZANDO SOFTWARE HEC-RAS.

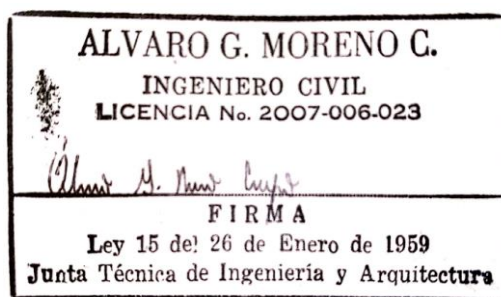
HEC-RAS es un modelo de dominio público desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica (Hydrologic Engineering Center) del cuerpo de ingenieros de la armada de los EE.UU. (US Army Corps of Engineers), surge como evolución del conocido y ampliamente utilizado HEC-2, con varias mejoras con respecto a éste, entre las que destaca la interfaz gráfica del usuario que facilita las labores de pre-proceso y post-proceso, así como la posibilidad de intercambio de datos con el sistema de información geográfica ArcGIS mediante HEC-GeoRAS. El modelo numérico incluido en este programa permite realizar análisis del flujo permanente unidimensional gradualmente variado en lámina libre.



1. ANÁLISIS DEL CAUCE DE QBA. SIN NOBRE

Para este análisis utilizaremos el caudal calculado con el Método Racional para el cauce de la Quebrada Sin Nombre.

El análisis tiene su inicio en la estación 0k+000 hasta la estación 0k+367.48 dando una longitud de análisis de 367.48 metros que recorre la Qba. Cañazas colinda con el Proyecto Villas de Santa Clara. Para la simulación en el programa se computaron 20 secciones que están separadas aproximadamente a 20 metros.



OPERACIONES MATEMÁTICAS

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

$$TC = \left(\frac{0.866(L)^3}{H} \right)^{0.385} \times 60$$

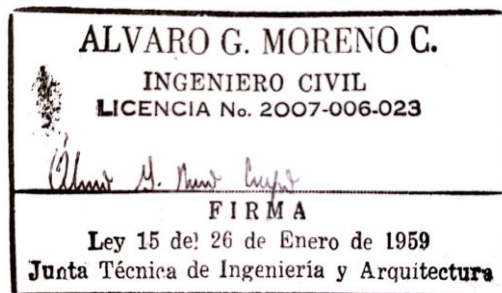
$$TC = \left(\frac{0.866 (7.64)^3}{131.50} \right)^{0.385} \times 60$$

$$TC = \left(\frac{386.18}{131.50} \right)^{0.385} \times 60$$

$$TC = (02.937)^{0.385} \times 60$$

$$TC = 1.514 \times 60$$

$$TC = 90.84 \text{ min}$$



INTENSIDAD DE LLUVIA EN 50 AÑOS

$$I_{50} = \left(\frac{370}{33 + TC} \right) \times 25.4$$

$$I_{50} = \left(\frac{370}{33 + 90.84} \right) \times 25.4$$

$$I_{50} = \left(\frac{370}{123.84} \right) \times 25.4$$

$$I_{50} = 2.99 \times 25.4$$

$$I_{50} = 75.946 \text{ mm/h}$$

CAUDAL METODO RACIONAL:

$$Q = \frac{C \times i \times A}{360}$$

$$Q = \frac{0.85 \times 75.946 \times 40.48}{360} = m^3/S$$

$$Q = \frac{2,613.40}{360} = m^3/S$$

$$Q = 7.26 \text{ m}^3/S$$

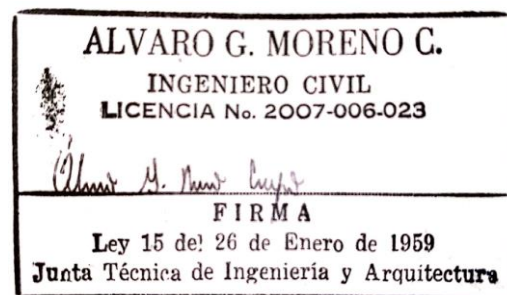
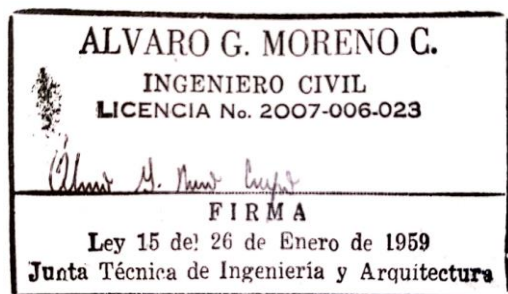


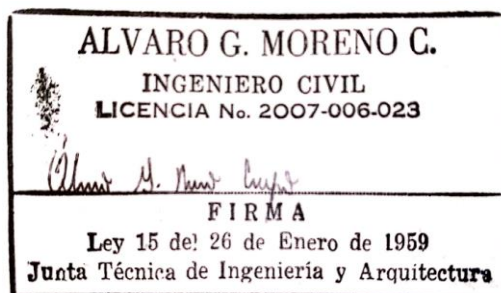
TABLA DE REFERENCIA DE ALTURAS ENTRE NIVELES EXISTENTES Y
NIVELES SEGUROS DE TERRACERIA
PARA QBA. SIN NOMBRE

ESTACION SECCION	ELEV. DE FONDO	N.A.MAX	NIVEL DE TERRACERIA FINAL	NIVEL DE TERRACERIA FINAL
			LADO IZQUIERDO	LADO DERECHO
0+000	220.49	221.02	224.55	
0+020	221.00	221.47	224.31	
0+040	221.05	221.73	224.38	
0+060	221.50	222.10	224.83	
0+080	222.83	223.44	225.24	
0+100	223.01	223.72	225.52	
0+120	223.97	224.47	226.67	
0+140	224.41	224.93	228.33	
0+160	224.50	225.16	227.52	
0+180	224.98	225.54	228.39	
0+200	225.46	226.09	228.98	
0+220	225.65	226.36	229.35	
0+240	225.98	226.50	229.80	
0+260	226.31	227.01	228.84	
0+280	226.53	227.27	229.10	
0+300	226.98	227.55	229.35	
0+320	227.94	228.61	230.41	
0+340	227.99	228.91	231.24	
0+360	228.48	229.37	232.47	
0+367.48	228.49	229.74	232.54	



RESULTADOS

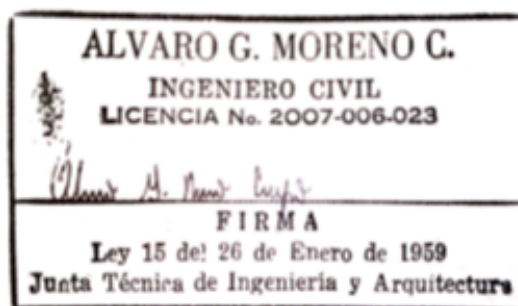
- 1) Se recomienda mantener el canal natural limpio para garantizar el flujo sin interrupciones de las crecientes y la no-interferencia con las estructuras a construir.
- 2) El esquema muestra una sección natural no revestido, de la misma pendiente y sección que el canal natural, conformado a una geometría trapezoidal tal como muestra la sección promedio de la quebrada.
- 3) Para la demarcación de la servidumbre pluvial se recomienda un retiro mínimo de 10.00 metros sobre el nivel superior del borde del río.
- 4) Se pudo observar que el nivel de terreno está muy por encima del 1.80mts del nivel máximo de aguas, lo cuales nos indica que no hay peligro alguno de inundación.

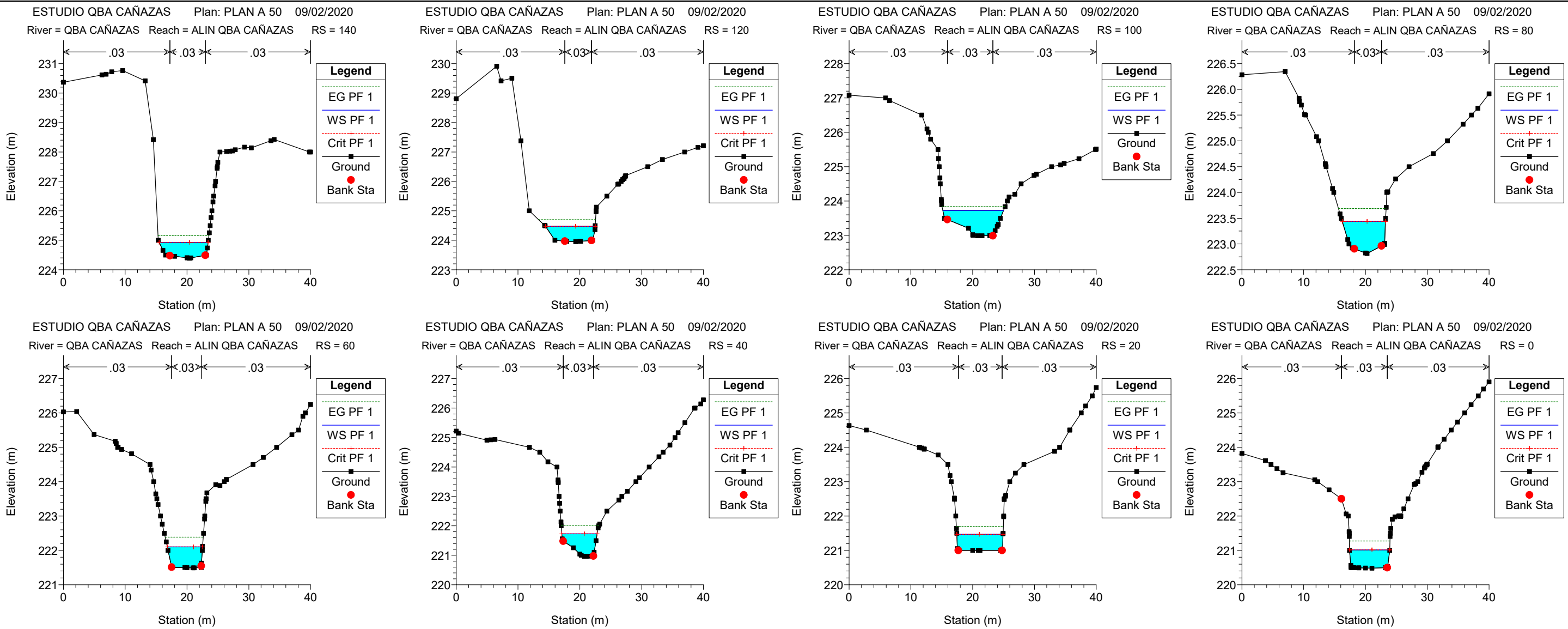


ANEXOS

HEC-RAS Plan: PLAN A 50 River: QBA CAÑAZAS Reach: ALIN QBA CAÑAZAS Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/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 (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
ALIN QBA CAÑAZAS	367.48	PF 1	7.26	228.49	229.74		229.76	0.000597	0.68	11.11	13.66	0.22
ALIN QBA CAÑAZAS	360	PF 1	7.26	228.48	229.37	229.37	229.57	0.007553	2.06	3.95	10.48	0.80
ALIN QBA CAÑAZAS	340	PF 1	7.26	227.99	228.91		229.03	0.002853	1.52	4.85	5.79	0.53
ALIN QBA CAÑAZAS	320	PF 1	7.26	227.94	228.61	228.61	228.91	0.010417	2.55	3.13	5.41	1.01
ALIN QBA CAÑAZAS	300	PF 1	7.26	226.98	227.55	227.55	227.82	0.011229	2.39	3.25	6.38	1.02
ALIN QBA CAÑAZAS	280	PF 1	7.26	226.47	227.27		227.39	0.003291	1.58	5.12	8.36	0.58
ALIN QBA CAÑAZAS	260	PF 1	7.26	226.30	227.01	227.01	227.26	0.009918	2.43	3.40	6.82	0.98
ALIN QBA CAÑAZAS	240	PF 1	7.26	225.98	226.50	226.50	226.74	0.011123	2.25	3.43	7.36	1.00
ALIN QBA CAÑAZAS	220	PF 1	7.26	225.50	226.36		226.47	0.003265	1.55	5.28	8.52	0.58
ALIN QBA CAÑAZAS	200	PF 1	7.26	225.46	226.09	226.09	226.34	0.010269	2.46	3.43	7.00	1.00
ALIN QBA CAÑAZAS	180	PF 1	7.26	224.98	225.54	225.54	225.81	0.011665	2.34	3.19	6.03	1.01
ALIN QBA CAÑAZAS	160	PF 1	7.26	224.48	225.16	225.16	225.41	0.011091	2.25	3.38	7.11	1.00
ALIN QBA CAÑAZAS	140	PF 1	7.26	224.39	224.93	224.93	225.16	0.011173	2.20	3.52	7.92	1.00
ALIN QBA CAÑAZAS	120	PF 1	7.26	223.95	224.47	224.47	224.70	0.011467	2.26	3.52	8.05	1.02
ALIN QBA CAÑAZAS	100	PF 1	7.26	222.99	223.72		223.84	0.004729	1.55	4.93	9.82	0.66
ALIN QBA CAÑAZAS	80	PF 1	7.26	222.81	223.44	223.44	223.69	0.010824	2.35	3.38	6.97	1.00
ALIN QBA CAÑAZAS	60	PF 1	7.26	221.49	222.10	222.10	222.39	0.010393	2.41	3.15	5.70	0.99
ALIN QBA CAÑAZAS	40	PF 1	7.26	220.97	221.73	221.73	222.02	0.010817	2.42	3.14	5.72	1.01
ALIN QBA CAÑAZAS	20	PF 1	7.26	221.00	221.47	221.47	221.70	0.011614	2.16	3.45	7.48	1.01
ALIN QBA CAÑAZAS	0	PF 1	7.26	220.48	221.02	221.02	221.27	0.011844	2.26	3.27	6.51	1.00

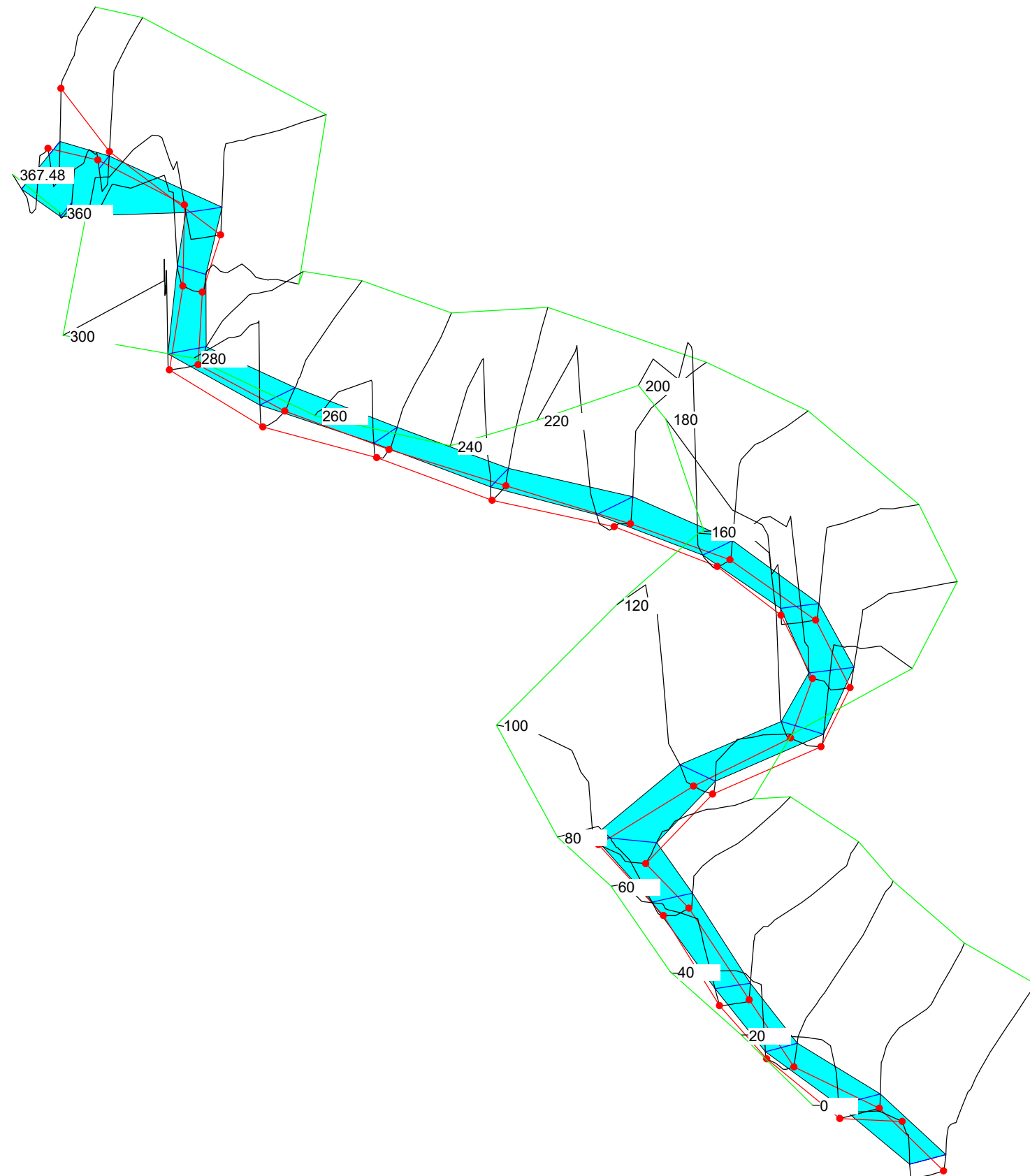




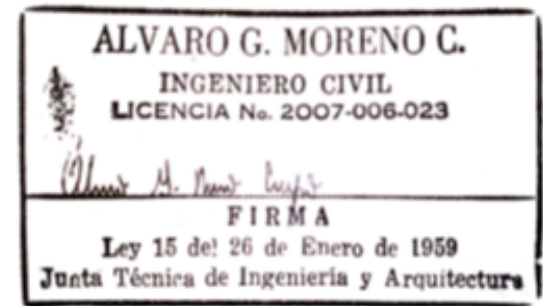
ALVARO G. MORENO C.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA No. 2007-006-023

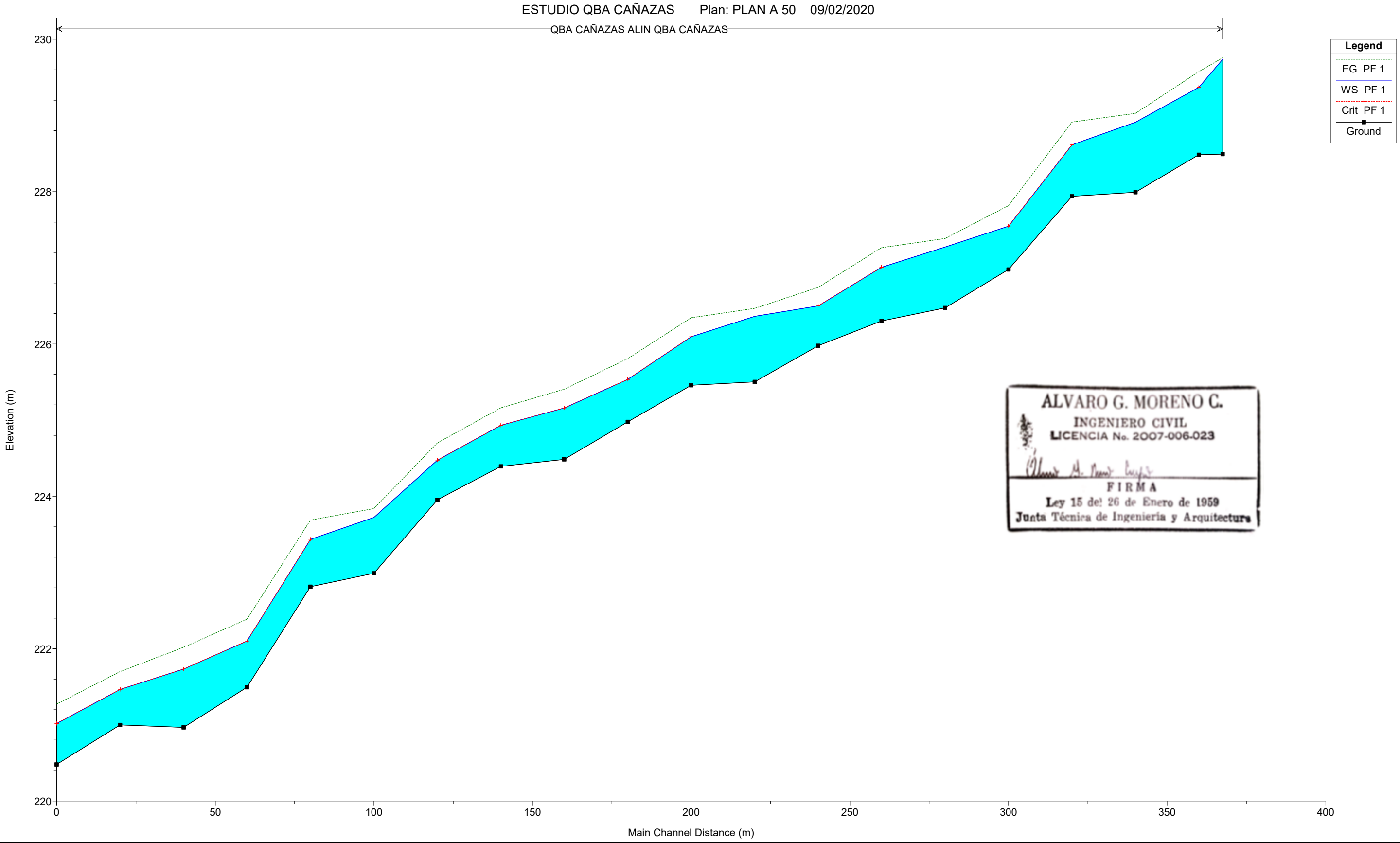
Alvaro G. Moreno C.
FIRMA

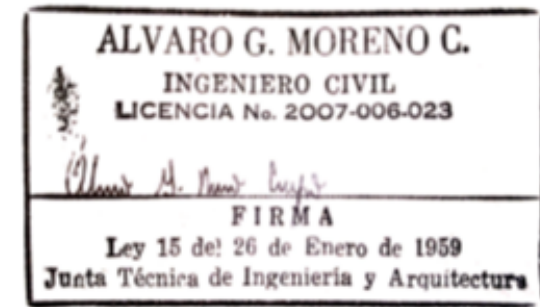
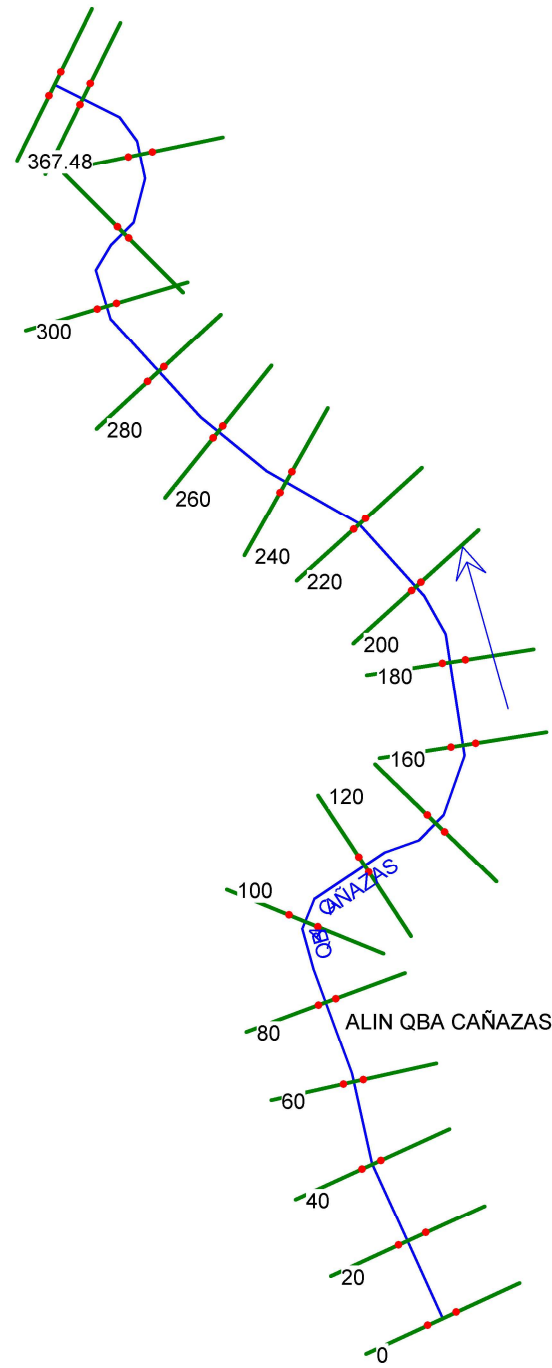
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura



Legend	
	WS PF 1
●	Ground
●	Bank Sta







ESTUDIO HIDROLÓGICO DRENAJE PLUVIAL

Estudio Hidrológico Drenaje Pluvial



PROYECTO:

Urbanización Villas Santa de Santa Clara

UBICACION:

**Corregimiento Bugaba, Distrito de Bugaba, Provincia de
Chiriquí.**

PROPIETARIO:

Inmobiliaria B.G., S.A.

PREPARADO POR:

Ing. Álvaro Moreno

Id. # 2007-006-023

OCTUBRE 2020

1.1 Descripción de la Cuenca del Río Escarrea

Esta área está calculada en base las hojas del Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia del área de Chiriquí (Hoja 3641 I SW) que se encuentra en una escala de 1:50000. Para mayor precisión para el cálculo de la cuenca se utilizó una escala 1:25000.

La cuenca es menor a 250 hectáreas, por lo tanto, el Método Racional de Diseño es el recomendado para la estimación del caudal como se indica en el Manual de Aprobación de Planos del Ministerio de Obras Públicas (2003) para el análisis hidráulico del afluente (Drenaje Pluvial).

La Drenaje Pluvial se encuentra ubicada al Este de la cuenca del Río Escarrea, específicamente en las coordenadas 8°31'33.71" Latitud Norte y 82°38'45.80" Longitud Oeste.

La Drenaje Pluvial tiene una longitud de 0.328 kilómetros y un área de drenaje de 0.049 km². Su conformación topográfica inicia con una elevación de 234.00 m.n.m.m y en su desembocadura con una elevación de 231.50 m.n.m.m

El área de drenaje objeto de este estudio, comprende el área que afecta directamente al proyecto en estudio y el cual podemos apreciar en la Fig. 2

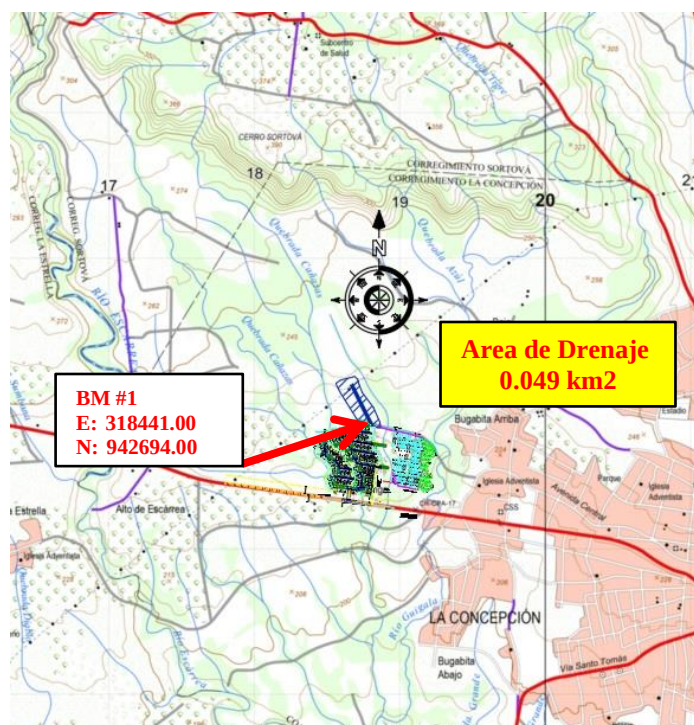


FIG.1. Ubicación del Proyecto, Área de Drenaje. Fuente: Tommy Guardia
Escala: 1:25,000

1.2 Red de Estaciones Hidrometeorológicas de la cuenca 104

En la Tabla No. 1 se observan todas las estaciones de la Cuenca de Río Escarrea, pero con referencia a esta la subcuencas más cercana al área de estudio son los números 104-01-01 denominada MADRONA

Tabla 1
Red de Estaciones Hidrometeorológicas de la cuenca 104

Número	Río	Lugar	Provincia	Tipo de Estación	Elevación m	Latitud	Longitud	Área de Drenaje	Fecha Inicio	Fecha Final	Operada por
104-01-01	ESCARREA	MADRONA	CHIRIQUI	Cv	95	8° 28' 00"	82° 38' 00"	135	1/06/1976	1/04/1981	E.T.E.S.A.

Tipo de Estación
Cv Estacion hidrológica Convencional
At Estacion Hidrológica Automatica
Mx Estacion Hidrológica Mixta

Datos de la estación hidrológica en el río Escárrea

Estación No.	104-01-01
Río	Escárrea
Lugar	Madroñal
Elevación (msnm)	95
Latitud	8°28'00"
Longitud	82°38'00"
Años de Registro	5
Fecha Inicial	1/06/76
Fecha Final	1/04/81

Fuente: Dep. HidroMeteorología - Empresa de Transmisión Eléctrica S.A. - ETESA.

2.0 Precipitación y Clima del Área de Estudio

En el área objeto de estudio, el clima es predominantemente tropical, caracterizado por lluvias copiosas todo el año. La temperatura media anual es de 26.5 °C aproximadamente, oscilando entre 17 y 36 °C; la precipitación promedio anual es de 4,500 mm oscilando entre 3,500mm y 8,000 mm, como se aprecia la Tabla 2.

TABLA 2. Precipitaciones del la Cuenca 104

Datos de la precipitación. Estación meteorológica ubicada en Cuesta de Piedra (104-001) Año de registro 1968-2011. (43 años operando).

Precipitación	Meses											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Máxima (mm)	252.8	258.6	404.9	618.3	1,208.6	1138.7	1155.1	1485.6	1203.3	1577.8	988	689
Promedio (mm)	85.4	56.1	131.6	297.7	731.3	678.1	496.6	742.3	828.5	857.7	578.7	204

Fuente: Hidrometeorología de ETESA

Datos de precipitación. estación meteorológica ubicada en La Concepción (104-004). Año de registro 1972-2011. (39 años operando).

Precipitación	Meses											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Máxima (mm)	230.9	131.1	211.5	380.9	526.1	509.7	695.7	788.4	926.3	953.5	752.3	265
Promedio (mm)	72.6	53.1	84.1	170.5	415.6	414.7	401.4	492.8	459.6	606.4	445.3	108

Fuente: Hidrometeorología de ETESA

Datos de Precipitación. Estación meteorológica ubicada en Santa Gallo (104-005). Años de registro 2000-2011. (11 años operando).

Precipitación	Meses											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Máxima (mm)	53.3	68.1	126.3	179.6	289.9	312.2	300.8	376.5	683.7	580.6	495.1	128
Promedio (mm)	22.4	26	39.5	112	205.8	154.8	243.7	279.1	304.4	390.4	257	57.9

Fuente: Hidrometeorología de ETESA

Cuadro: 50. Características geomorfológicas de la cuenca hidrográfica en estudio.

Característica Geomorfológica	Río Escárrea (104)
Área de Drenaje (km ²)	373
Longitud del Cauce Principal (km)	81.0
Elevación Máxima (msnm)	1,433 ³⁸
Caudal Medio (m ³ /s)	13.1

Fuente de Datos: Dep. Hidrometeorología - ETESA

MEMORIA DE SISTEMA PLUVIAL

A. LOCALIZACION DEL PROYECTO

El Proyecto que estamos sometiendo finalmente para su **APROBACIÓN** y consideración se ha nombrado como **“Residencial Villas de Santa Clara”** y el mismo será construido en un globo de terreno de **16Has + 4,654.34 m²**, que se encuentra localizado en el sector de , corregimiento Chiriquí, distrito de David, provincia de Chiriquí en las coordenadas UTM 355925.11 E, 931394.25 N.

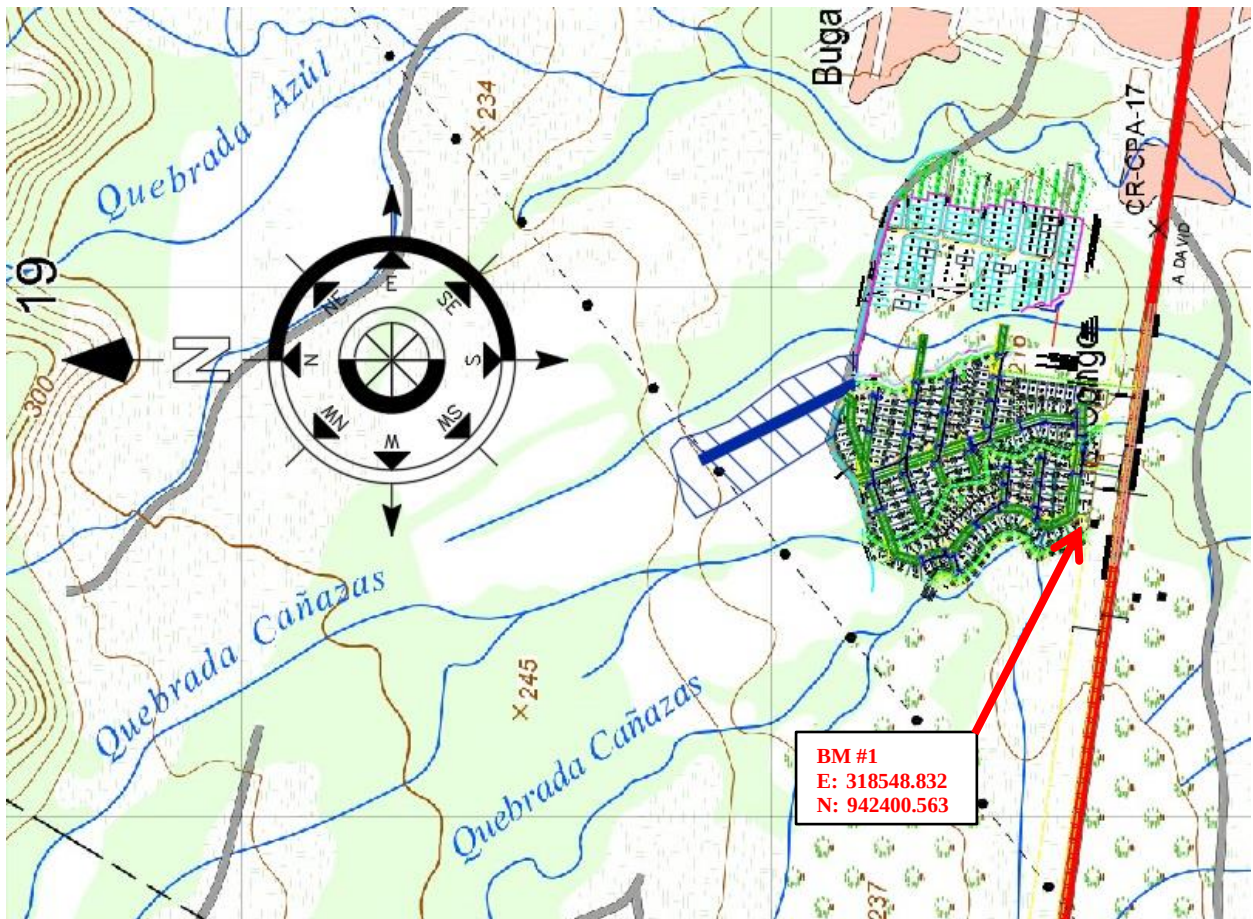


FIG.3. Área de Drenaje (Fuente: Satelital)

B. CRITERIO DE DISEÑO

APLICACIÓN DEL MÉTODO RACIONAL DE DISEÑO

Para determinar el caudal máximo que se pueda presentar en un sitio determinado para distintos periodos de recurrencia mediante este método, se procede de la siguiente manera:

- Se delimita y se mide el área de drenaje de la cuenca hasta el sitio de interés.
- Se elige el coeficiente de escorrentía para la zona en estudio.
- Se calcula el tiempo de concentración de la cuenca.
- Se calcula la intensidad de lluvia para un determinado periodo de retorno elegido para el diseño.
- Se calcula el caudal para la cuenca en estudio.

C. METODO RACIONAL DE DISEÑO

a. Tiempo de concentración

Para el Cálculo de la Área de Drenaje para el punto en estudio, se utilizaron las plantas de levantamientos topográficos, complementadas con mosaicos del área. El tiempo de concentración es el tiempo que demora la gota más alejada en llegar al punto en donde se encuentra ubicado el proyecto. Para este diseño se utilizó un tiempo concentración basado en la siguiente formula de Kirpick:

$$T_c = \left(0.871 \frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0.385}$$

Donde, L, longitud en Km

ΔH , diferencia de altura

b. La intensidad de lluvia

Es el caudal de agua que pasa una determinada superficie, es decir, el volumen de agua caído por unidad de tiempo y superficie. Se mide habitualmente en mm/hora o in/hora. En Panamá el Ministerio de Obras Publicas especifica de diferentes intensidades de para diferentes periodos de retorno. Como estamos realizando un estudio hidrológico se debe de utilizar un periodo de retorno de 50 años. Para dicho periodo de retorno el manual del M.O.P. específica para la cuenca del pacifico la siguiente fórmula de cálculo de la intensidad de lluvia:

La expresión que se utiliza es:

$$I_{50 \text{ años}} = \frac{370}{33 + T_c} \times 25.4$$

donde, I, intensidad de lluvia (mm/hora)

T_c, Tiempo de concentración en minutos

c. Coeficiente de escorrentía

Del agua de lluvia que cae sobre la superficie de un terreno, una parte se evapora, otra discurre por la superficie (escorrentía) y otra penetra en el terreno (infiltración). Se define como coeficiente de escorrentía C, de una superficie, al cociente del caudal que discurre por dicha superficie Q_E, en relación con el caudal total precipitado Q_T. Se conoce como coeficiente de escorrentía a la relación entre el índice de escorrentía y la precipitación anual. Para Panamá el Ministerio de Obras Publicas exige la utilización de siguientes valores mínimos de C:

C= 0.85 Para diseños pluviales en áreas suburbanas y en rápido crecimiento.

C= 0.90@1.00 Para diseños pluviales en áreas urbanas deforestadas.

C= 1.00 Para diseños pluviales en áreas completamente pavimentadas.

Para este diseño usaremos un coeficiente de escorrentía de 0.85.

d. El método racional se utiliza en hidrología para determinar el Caudal Instantáneo Máximo de descarga de una cuenca hidrográfica. Se entiende por cuenca hidrográfica, cuenca de

drenaje al espacio delimitado por la unión de todas las cabeceras que forman el río principal o el territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar a través de un único río, o que vierte sus aguas a un único lago. Una cuenca hidrográfica es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas.

La fórmula básica del método racional es:

$$Q = \frac{C I A}{360}$$

donde Q, caudal de lluvia que escurre hasta la tubería, (m³/seg.)

C, coeficiente escorrentía, 0.85.

I, intensidad de lluvia, (mm/hora).

A, área de drenaje, (Hectáreas).

e. Para determinar la capacidad de las secciones se utilizara la fórmula de Manning.

Por medio de la siguiente expresión:

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

en donde,

Q, caudal en el canal (m³/seg).

n, es el coeficiente de rugosidad del material del canal(para tierra n = 0.03).

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

R, es el radio hidráulico (m).

S, es la pfinaliente en m/m.

Las capacidades de las secciones están calculadas en base a un tirante de 80% de la altura.

D. 4.1 CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO

Características de la Quebrada Sin Nombre

Forma sinuosa, de terreno con vegetación moderada.

Área de drenaje calculada según mosaicos del Instituto geográfico Tommy Guardia es de:

0.049 km² = 4.95 Has

Coefficiente de escorrentía: 0.85 debido a la poca población según manual del MOP

Intensidad de lluvia para 1:50 años según manual del MOP

TIEMPO DE CONCENTRACION

$$T_c = \left(\frac{0.866 \times L^3}{\Delta H} \right)^{0.385} \times 60$$

$$T_c = (0.866 \times 0.328^3 / 2.50)^{0.385} \times 60 = 10.92 \text{ min}$$

INTENSIDAD DE LLUVIA

$$i_{50} = \frac{370}{33 + T_c} \times 25.4$$

$$I_{50} = (370 / 33 + 10.92) \times 25.4 = 214.88 \text{ mm/hr}$$

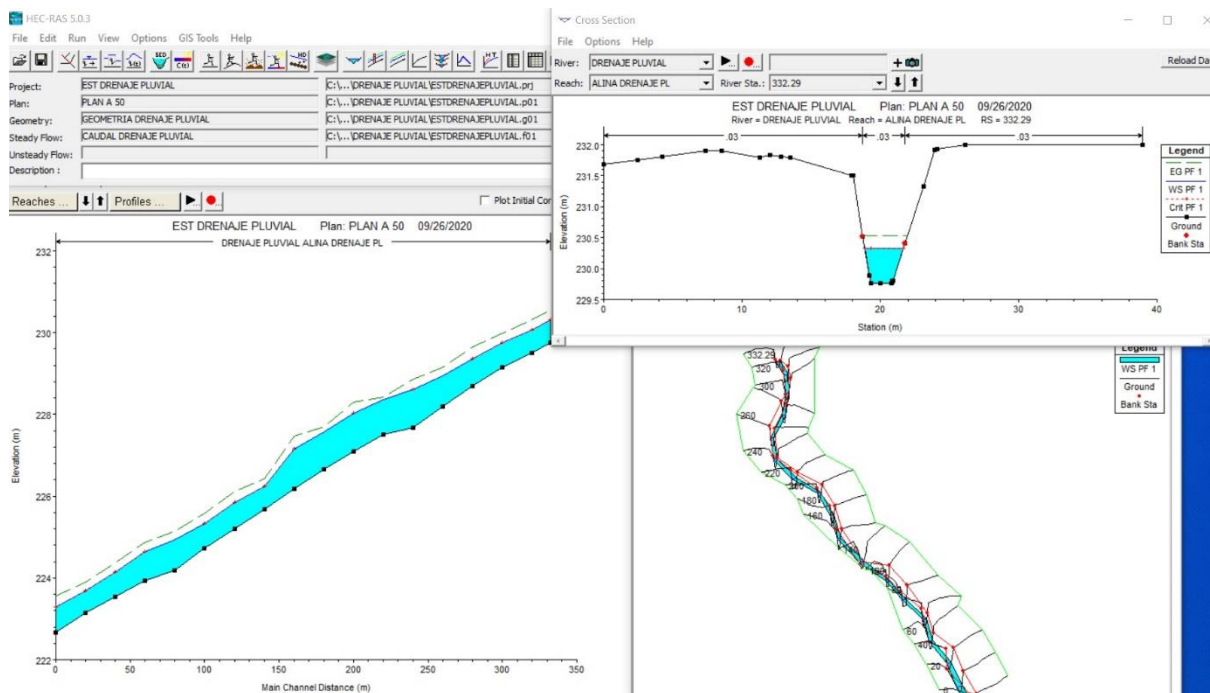
CALCULO DE CAUDAL

$$Q = \frac{C \times i \times A}{360}$$

$$Q = (0.85 \times 214.88 \times 4.958) / 360 = 2.51 \text{ m}^3/\text{s}$$

I. ANÁLISIS DE QUEBRADA UTILIZANDO SOFTWARE HEC-RAS.

HEC-RAS es un modelo de dominio público desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica (Hydrologic Engineering Center) del cuerpo de ingenieros de la armada de los EE.UU. (US Army Corps of Engineers), surge como evolución del conocido y ampliamente utilizado HEC-2, con varias mejoras con respecto a éste, entre las que destaca la interfaz gráfica del usuario que facilita las labores de pre-proceso y post-proceso, así como la posibilidad de intercambio de datos con el sistema de información geográfica ArcGIS mediante HEC-GeoRAS. El modelo numérico incluido en este programa permite realizar análisis del flujo permanente unidimensional gradualmente variado en lámina libre.



1. ANÁLISIS DEL CAUCE DE QBA. SIN NOBRE

Para este análisis utilizaremos el caudal calculado con el Método Racional para el cauce de la Quebrada Sin Nombre.

El análisis tiene su inicio en la estación 0k+000 hasta la estación 0k+332.29 dando una longitud de análisis de 332.29 metros que recorre el Drenaje Pluvial colinda con el Proyecto Villas de Santa Clara. Para la simulación en el programa se computaron 18 secciones que están separadas aproximadamente a 20 metros.

OPERACIONES MATEMÁTICAS

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

$$TC = \left(\frac{0.866(L)^3}{H} \right)^{0.385} \times 60$$

$$TC = \left(\frac{0.866 (0.328)^3}{2.50} \right)^{0.385} \times 60$$

$$TC = \left(\frac{0.030}{2.50} \right)^{0.385} \times 60$$

$$TC = (0.012)^{0.385} \times 60$$

$$TC = 0.182 \times 60$$

$$TC = 10.92 \text{ min}$$

INTENSIDAD DE LLUVIA EN 50 AÑOS

$$I_{50} = \left(\frac{370}{33 + t_c} \right) X 25.4$$

$$I_{50} = \left(\frac{370}{33 + 10.92} \right) X 25.4$$

$$I_{50} = \left(\frac{370}{43.92} \right) X 25.4$$

$$I_{50} = 8.46 X 25.4$$

$$I_{50} = 214.88 \text{ mm/h}$$

CAUDAL METODO RACIONAL:

$$Q = \frac{C \times i \times A}{360}$$

$$Q = \frac{0.85 \times 214.88 \times 4.958}{360} = m^3/S$$

$$Q = \frac{905.57}{360} = m^3/S$$

$$Q = 2.51 \text{ m}^3/S$$

TABLA DE REFERENCIA DE ALTURAS ENTRE NIVELES EXISTENTES Y
NIVELES SEGUROS DE TERRACERIA
PARA QBA. SIN NOMBRE

ESTACION SECCION	ELEV. DE FONDO	N.A.MAX	NIVEL DE TERRACERIA FINAL	NIVEL DE TERRACERIA FINAL
			LADO IZQUIERDO	LADO DERECHO
0+000	222.66	223.29	225.48	
0+020	223.14	223.69	226.13	
0+040	223.54	224.14	226.50	
0+060	223.94	224.69	227.00	
0+080	224.19	224.94	227.15	
0+100	224.72	225.32	228.06	
0+120	225.20	225.84	228.43	
0+140	225.68	226.23	228.78	
0+160	226.18	227.16	229.25	
0+180	226.66	227.56	229.36	
0+200	227.09	228.02	229.82	
0+220	227.50	228.27	230.07	
0+240	227.67	228.61	230.41	
0+260	228.19	228.95	230.75	
0+280	228.70	229.37	231.17	
0+300	229.16	229.74	231.54	
0+320	229.50	230.06	231.86	
0+332.29	229.76	230.32	232.12	

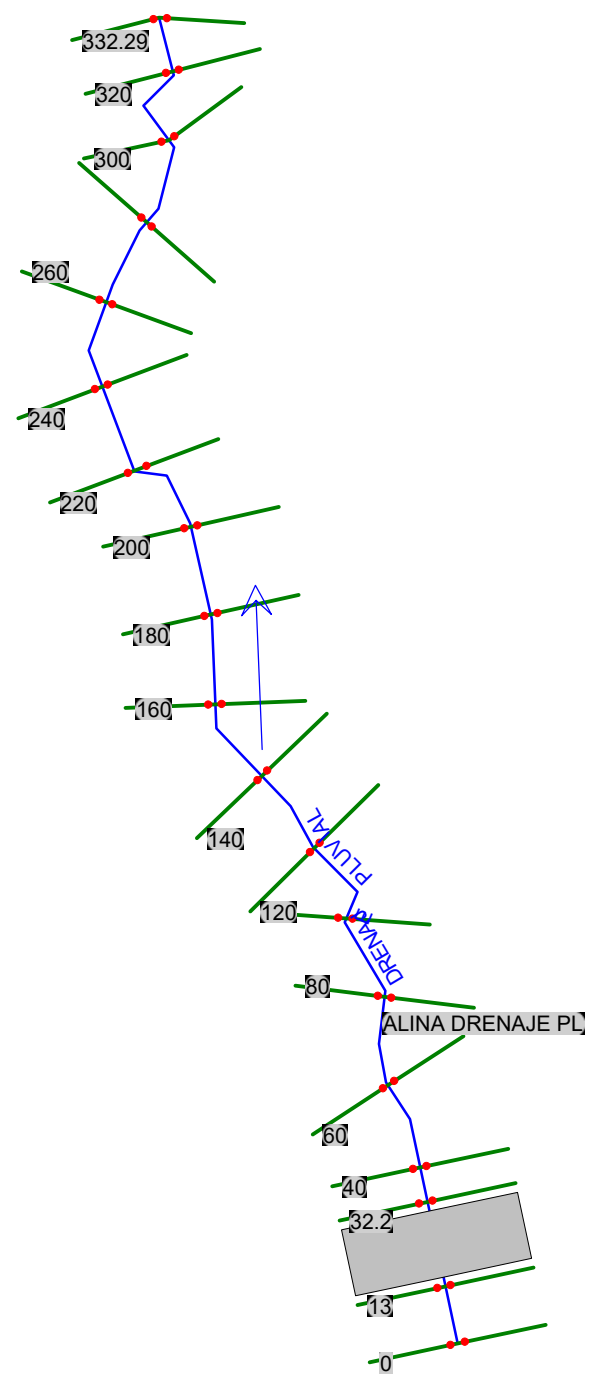
RESULTADOS

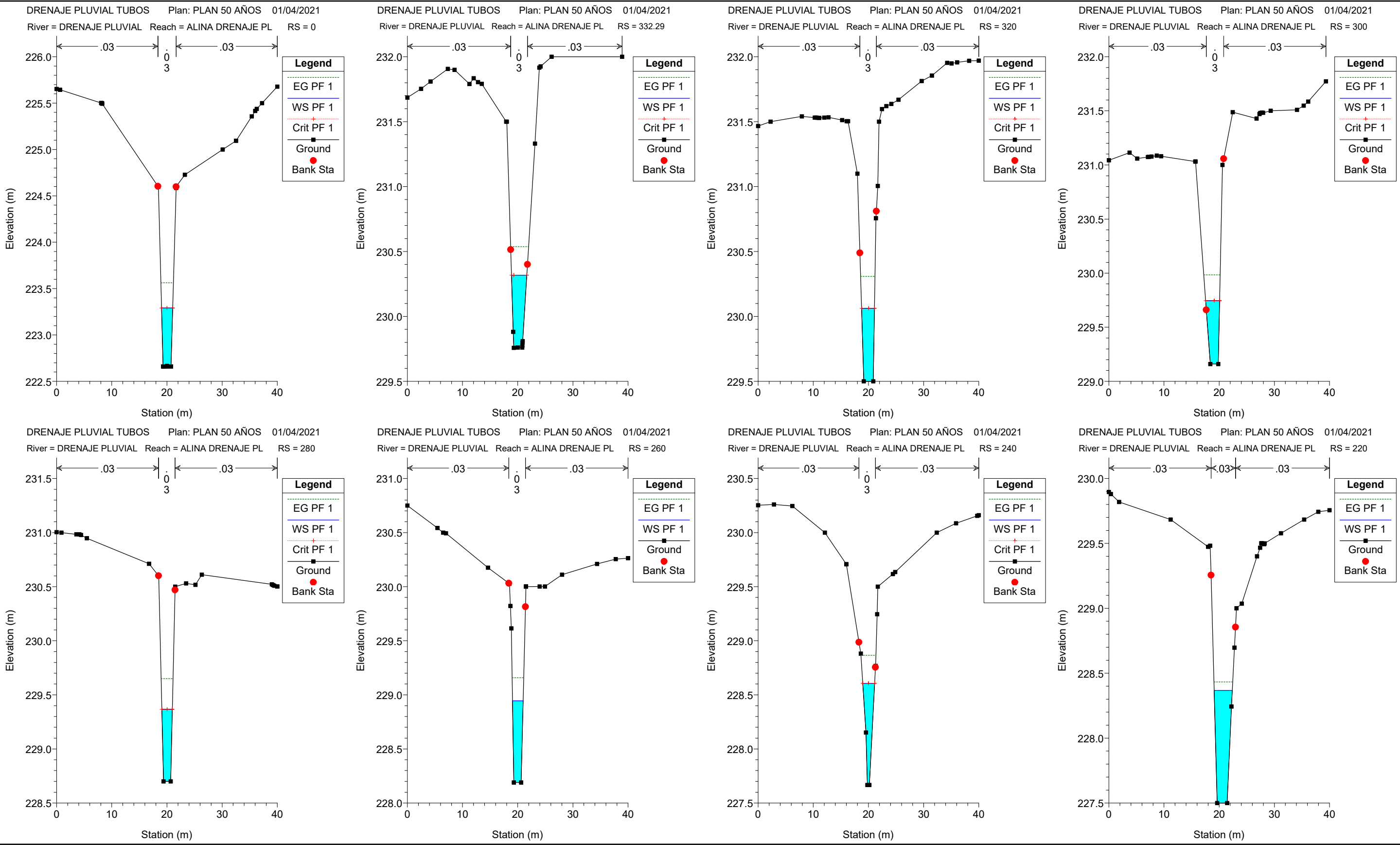
- 1) Se recomienda mantener el canal natural limpio para garantizar el flujo sin interrupciones de las crecientes y la no-interferencia con las estructuras a construir.**
- 2) El esquema muestra una sección natural no revestido, de la misma pendiente y sección que el canal natural, conformado a una geometría trapezoidal tal como muestra la sección promedio de la quebrada.**
- 3) Para la demarcación de la servidumbre pluvial se recomienda un retiro mínimo de 10.00 metros sobre el nivel superior del borde del río.**
- 4) Se pudo observar que el nivel de terreno está muy por encima del 1.80mts del nivel máximo de aguas, lo cuales nos indica que no hay peligro alguno de inundación.**

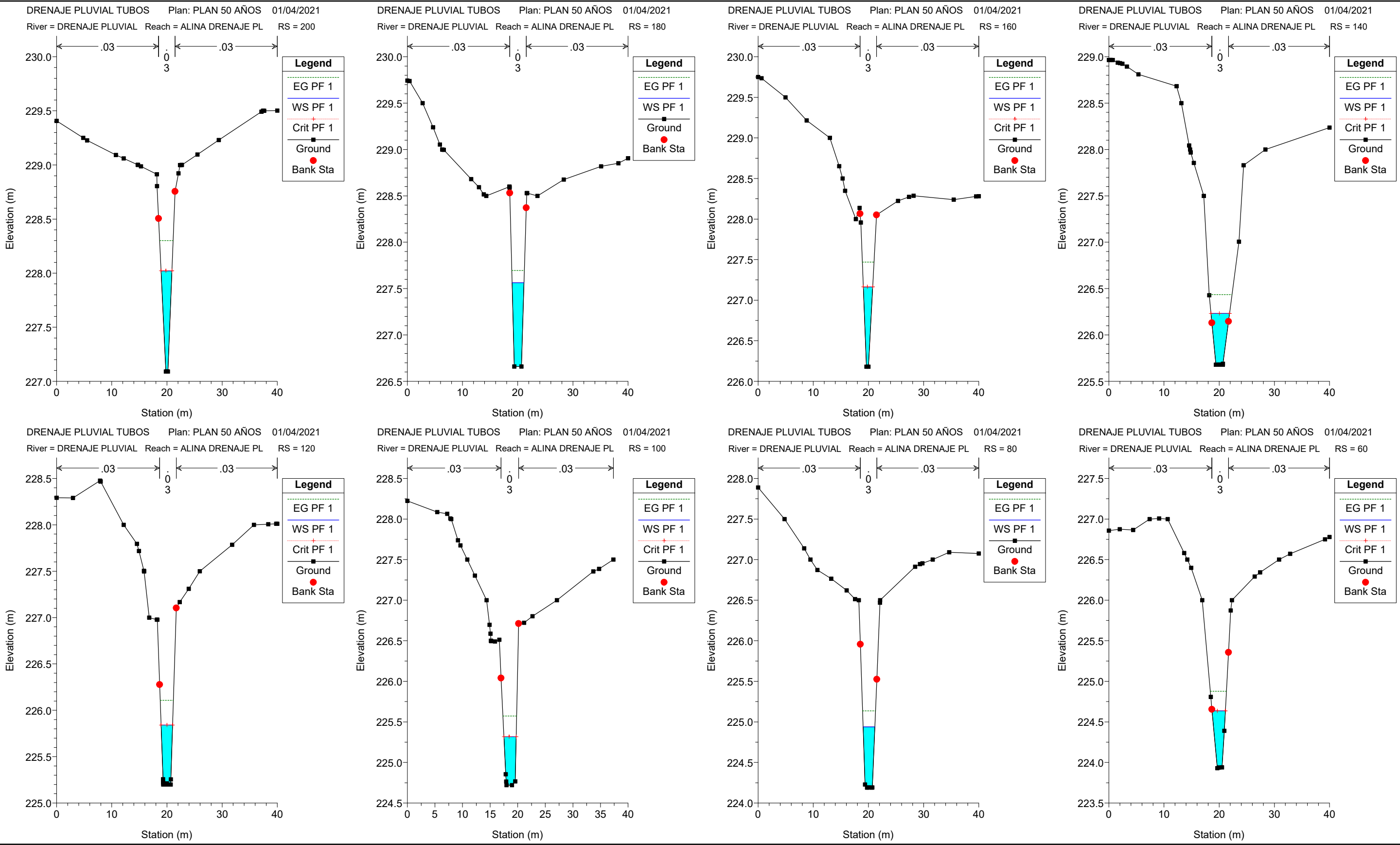
ANEXOS

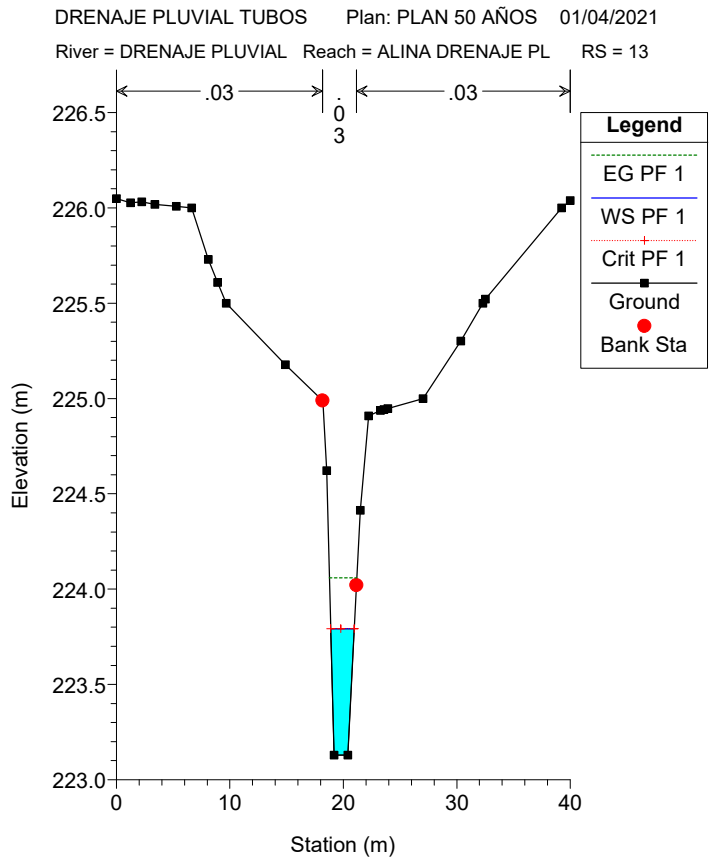
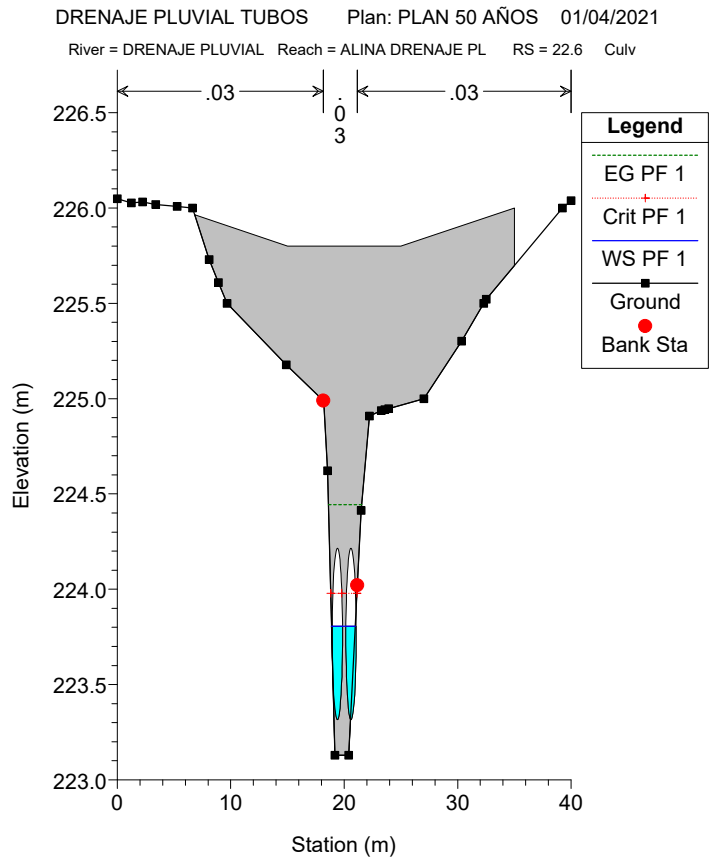
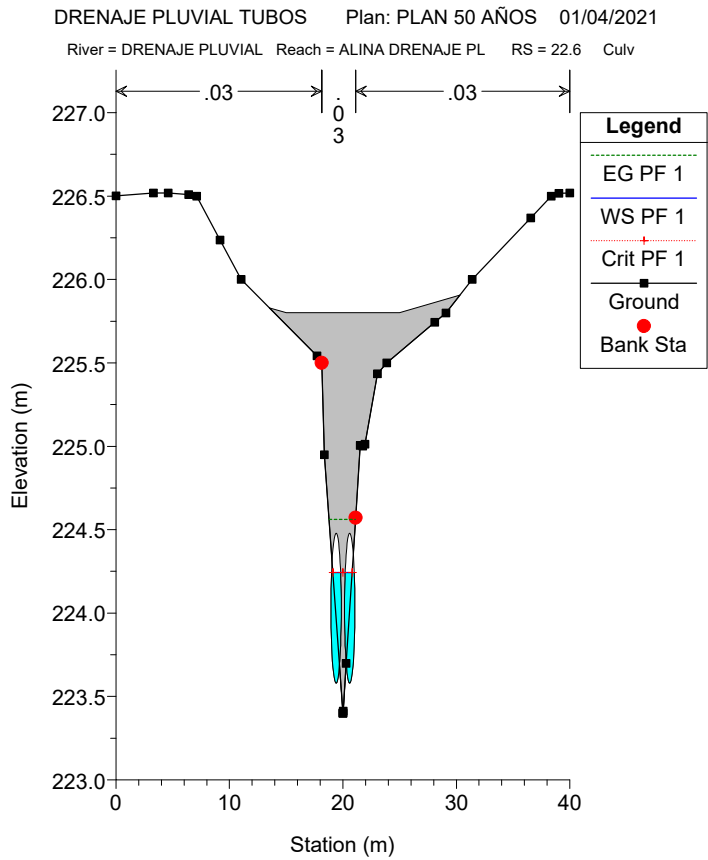
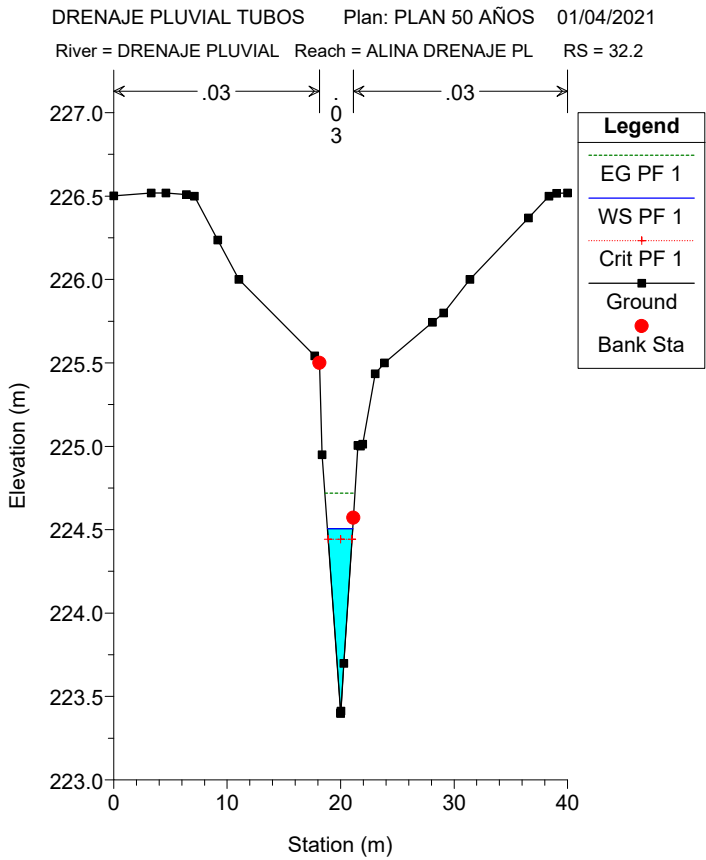
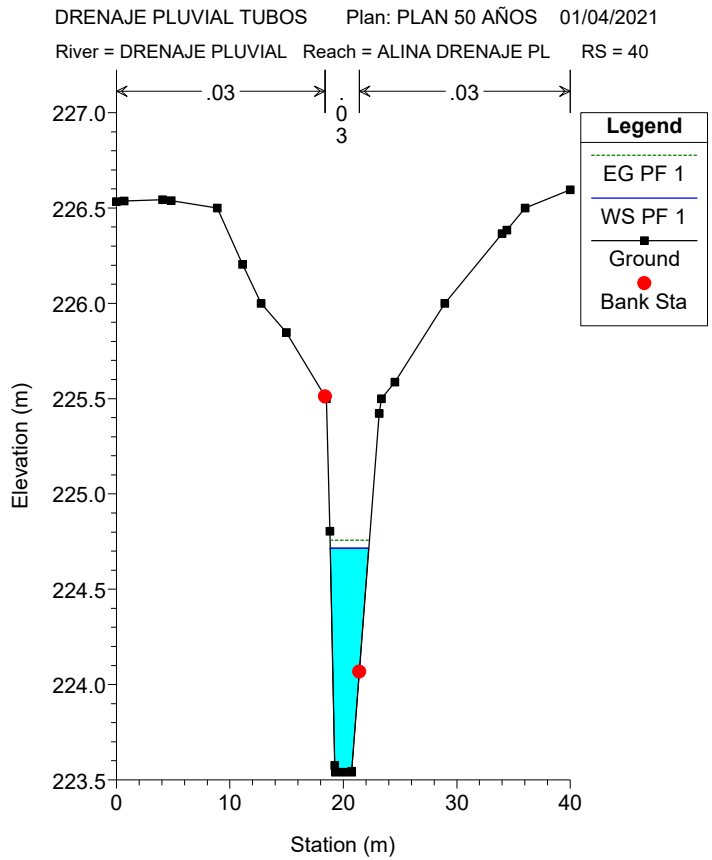
HEC-RAS Plan: PLAN 50 AÑOS River: DRENAJE PLUVIAL Reach: ALINA DRENAJE PL Profile: PF 1

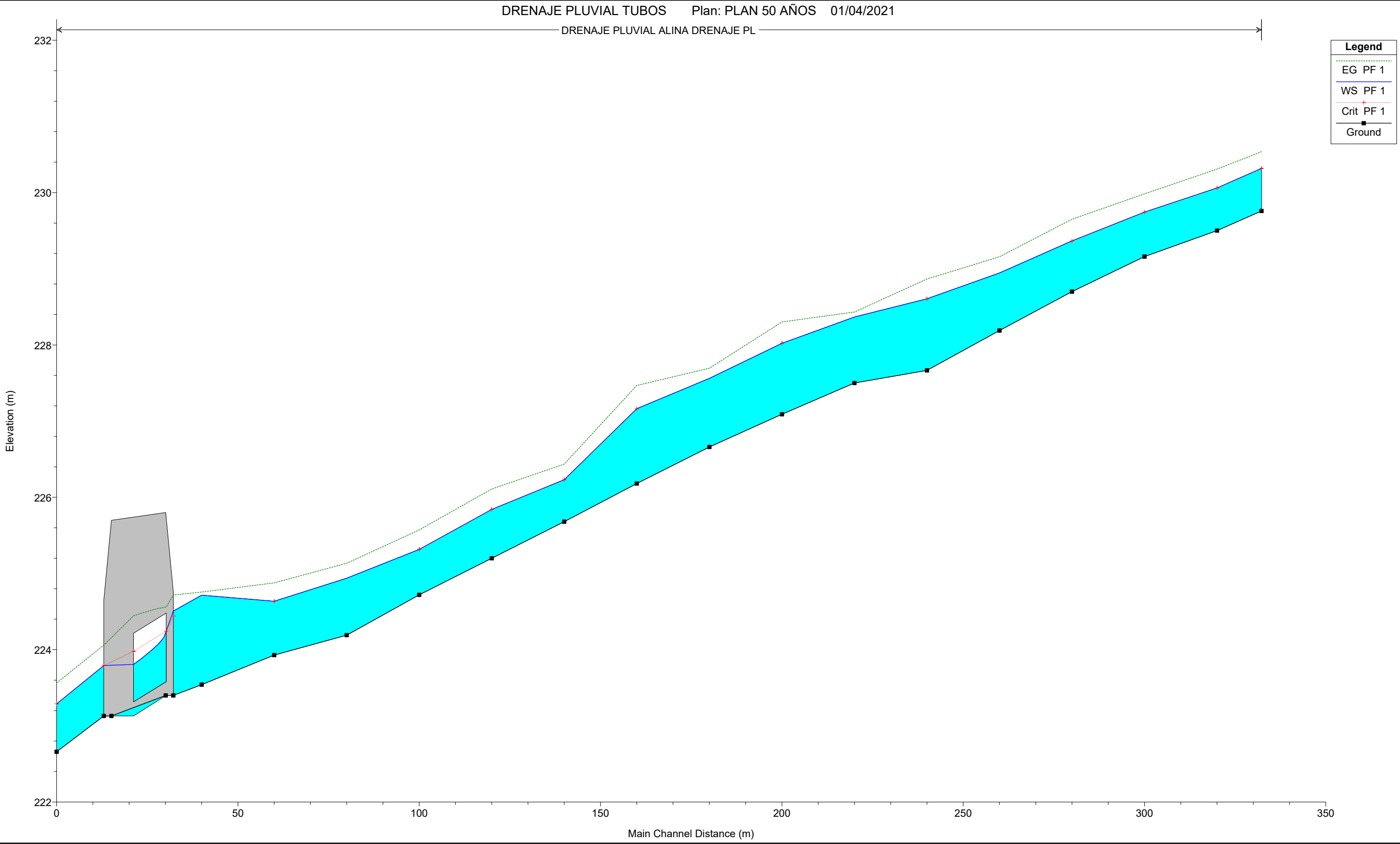
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
ALINA DRENAJE PL	332.29	PF 1	2.51	229.76	230.32	230.32	230.54	0.014346	2.08	1.21	2.78	1.00
ALINA DRENAJE PL	320	PF 1	2.51	229.50	230.06	230.06	230.31	0.015872	2.20	1.14	2.35	1.01
ALINA DRENAJE PL	300	PF 1	2.51	229.16	229.74	229.74	229.98	0.014755	2.17	1.16	2.53	1.00
ALINA DRENAJE PL	280	PF 1	2.51	228.70	229.37	229.37	229.65	0.017760	2.36	1.07	1.91	1.01
ALINA DRENAJE PL	260	PF 1	2.51	228.19	228.95		229.16	0.012093	2.04	1.23	1.93	0.82
ALINA DRENAJE PL	240	PF 1	2.51	227.67	228.61	228.61	228.87	0.017293	2.26	1.11	2.16	1.01
ALINA DRENAJE PL	220	PF 1	2.51	227.50	228.37		228.43	0.002656	1.14	2.21	3.29	0.44
ALINA DRENAJE PL	200	PF 1	2.51	227.09	228.02	228.02	228.30	0.017848	2.34	1.07	1.96	1.01
ALINA DRENAJE PL	180	PF 1	2.51	226.66	227.56		227.69	0.006381	1.61	1.55	2.16	0.61
ALINA DRENAJE PL	160	PF 1	2.51	226.18	227.16	227.16	227.47	0.020099	2.44	1.03	1.71	1.01
ALINA DRENAJE PL	140	PF 1	2.51	225.68	226.23	226.23	226.44	0.012671	2.00	1.27	3.36	0.99
ALINA DRENAJE PL	120	PF 1	2.51	225.20	225.84	225.84	226.11	0.016668	2.29	1.10	2.07	1.01
ALINA DRENAJE PL	100	PF 1	2.51	224.72	225.32	225.32	225.57	0.016179	2.24	1.12	2.21	1.01
ALINA DRENAJE PL	80	PF 1	2.51	224.19	224.94		225.14	0.010789	1.96	1.28	2.13	0.81
ALINA DRENAJE PL	60	PF 1	2.51	223.93	224.64	224.64	224.88	0.015025	2.18	1.15	2.41	1.01
ALINA DRENAJE PL	40	PF 1	2.51	223.54	224.71		224.76	0.001193	0.93	2.84	3.38	0.29
ALINA DRENAJE PL	32.2	PF 1	2.51	223.40	224.51	224.44	224.72	0.013006	2.04	1.23	2.22	0.87
ALINA DRENAJE PL	22.6		Culvert									
ALINA DRENAJE PL	13	PF 1	2.51	223.13	223.79	223.79	224.06	0.016656	2.29	1.10	2.08	1.01
ALINA DRENAJE PL	0	PF 1	2.51	222.66	223.29	223.29	223.56	0.017215	2.31	1.09	2.02	1.01









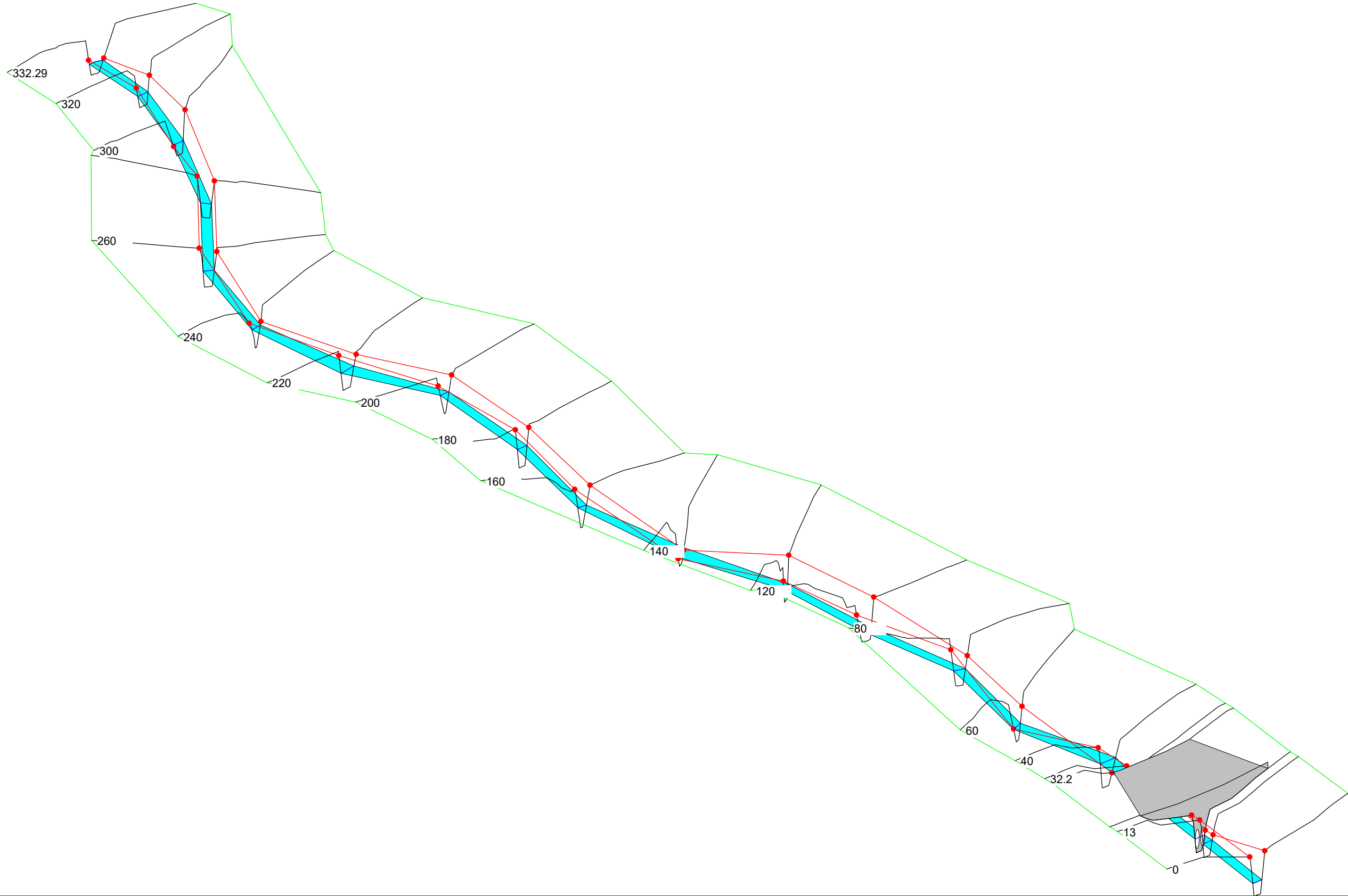


Legend

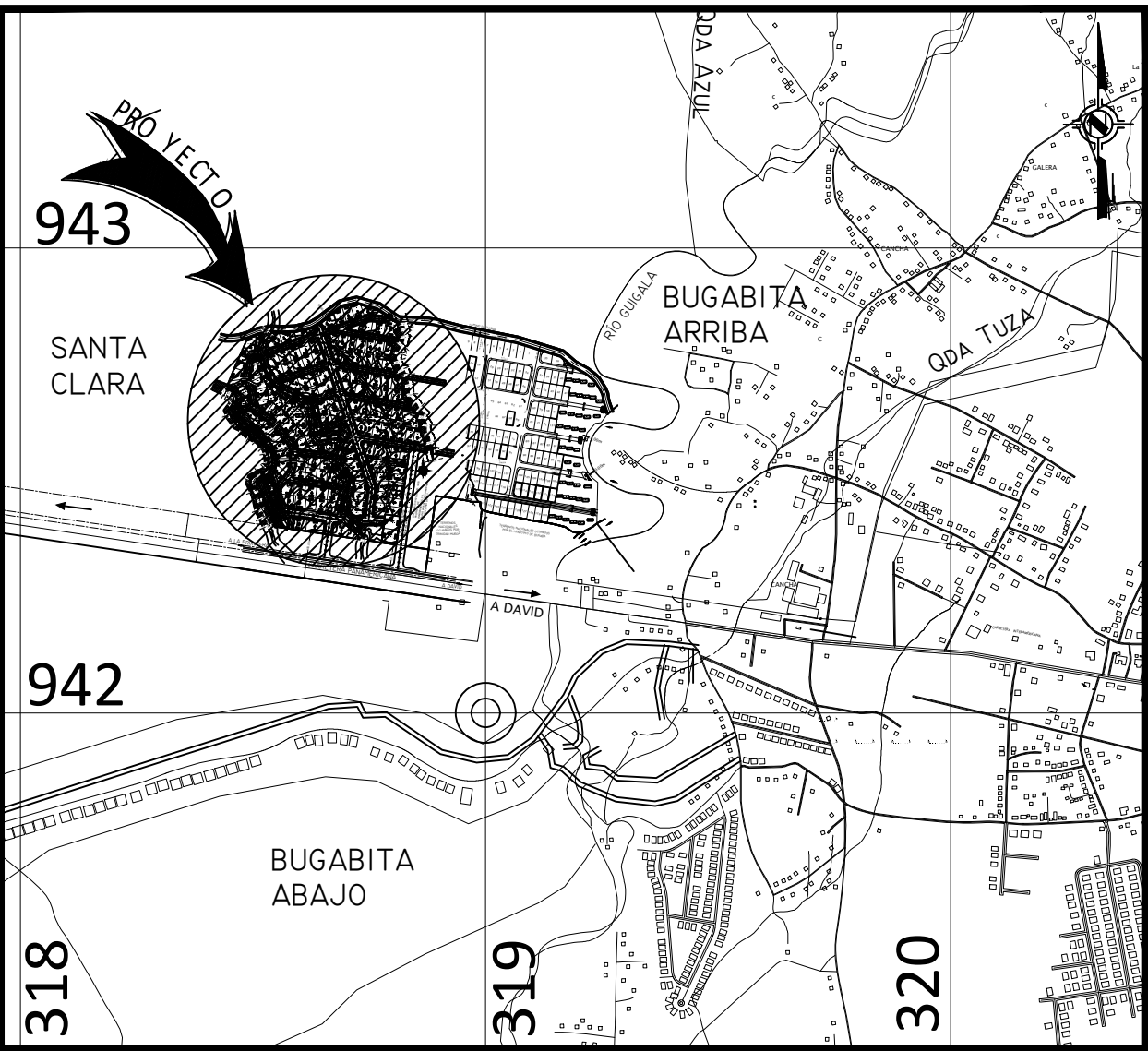
WS PF 1

Ground

Bank Sta



PLANTA DE TERRACERIA



LOCALIZACION REGIONAL
ESC: 1:15,000

NOTA:
PARA ESTE PROYECTO SE UTILIZARA
LA SECCION NATURAL DEL CAUCE

- N.T.S. = NIVEL DE TERRACERIA SEGURO
- B.S.B. = BORDE SUPERIOR DE BARRANCO
- - - - - N.A. MAX = NIVEL DE AGUA MAXIMO



PLANTA DE TERRACERIA
ESC: 1:1,200

PLANTA DE TERRACERIA

Residencial "VILLAS DE SANTA CLARA"

Esc.: 1:1,200

REPUBLICA DE PANAMA	
PROVINCIA : CHIRIQUI	DISTRITO : BUGABA
CORREG. : BUGABA	UBICACION : SANTA CLARA
CARLOS MANUEL ARAÚZ	
ARQUITECTO	
DIBUJO : Arq. Carlos Araúz	PROYECTO : RESIDENCIAL "VILLAS DE SANTA CLARA"
CALCULO : Ing. Alvaro Moreno	FINCA # 485 COD. 4403
LEV. TOPOGRAFICO : Edwin Rodriguez	PROPIEDAD DE: INMOBILIARIA B.G., S.A
DISEÑO : Arq. Carlos Araúz	AREA: 16HAS+4,654.34 m2
REVISADO: Ing. Alvaro Moreno	FECHA : SEPTIEMBRE 2020
FIRMA DEL PROPIETARIO REP. LEGAL: BELISARIO E. CONTRERAS CASTRO C.C.R.A. # 723-1025	

