

RESIDENCIAL PARK VILLAGE



ESTUDIOS DE HIDROLOGICO E HIDRAULICOSAN BERNARDINO Y QUEBRADA MOJICA





ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. ESPECÍFICOS	3
2.1.1. Del Estudio Hidrológico	3
2.1.2. Del Estudio Hidráulico	4
3. METODOLOGÍA	4
3.1. SECUENCIA DE EJECUCIÓN DEL ESTUDIO.....	4
3.2. DELIMITACIÓN DE LAS CUENCAS DE ESTUDIO.....	5
3.3. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO Y DE LOS RECURSOS HÍDRICOS A ESTUDIAR.....	6
3.4. METODO ANALISIS DE CRECIDAS MAXIMAS ($Ad > 2.50 \text{ Km}^2$).....	6
4. ESTUDIO HIDROLÓGICO	7
4.1. DETERMINACIÓN DE LAS CUENCAS Y SUS CAUDALES	7
4.1.1. Descripción y datos generales de la cuenca del río Caimito.	8
4.1.2. Río San Bernardino.....	9
4.1.3. Quebrada Mojica.....	11
5. ESTUDIO HIDRÁULICO	12
5.1. PARÁMETROS HIDRÁULICOS.....	12
5.2. ANÁLISIS HIDRÁULICO	12
5.2.1. Simulación hidráulica con HEC-RAS.....	12
5.2.2. Objetivos específicos.....	13
5.3. SECCIÓN ACTUAL.....	13
5.3.1. Descripción de la sección natural.....	13



5.3.2.	Parámetros hidráulicos utilizados para simulación de HEC-RAS.....	13
5.3.3.	Resultados del modelo hidráulico	14
5.4.	SECCIÓN ACTUAL CON ZONA DE PROTECCIÓN.....	25
5.5.	TABLAS Y GRÁFICOS	27
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	32
7.	ANEXO.....	33
7.1.	Planta General.....	33
7.2.	Planta de área drenaje	33
7.3.	Plano – Perfil río San Bernardino	33
7.4.	Plano – Perfil quebrada Mojica	33
7.5.	Secciones río San Bernardino	33
7.6.	Secciones quebrada Mojica.....	33



ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARA LOS RÍOS SAN BERNARDINO Y QUEBRADA MOJICA

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento comprende un el Estudio Hidrológico e Hidráulico de los ríos San Bernardino y Quebrada Mojica, con el objetivo de definir los caudales para los niveles de crecida extraordinarios del área del estudio.

En el Estudio se analizan las crecidas máximas con frecuencia de 50 y 100 años, los cuales son los requerimientos del Ministerio de Obras Públicas para este tipo de estudios.

Los componentes del estudio de son: Estudio Hidrológico de la cuenca vertiente y Estudio Hidráulico de los ríos San Bernardino y Quebrada Mojica.

El estudio abarca lo siguiente:

- Delimitación de cuencas de los recursos hídricos objeto de análisis.
- Definición de áreas de drenaje, longitud de cauces principales y pendientes.
- Definición del modelo hidrológico de cuenca utilizado.
- Calculo de caudales.
- Análisis hidráulico de la sección natural.

2. OBJETIVOS

El objeto de este escrito es, en primera instancia realizar un análisis hidrológico del Rio San Bernardino y Quebrada Mojica que nos permita detectar el caudal de dichos crecientes producidas por la máxima lluvia que retorna cada 50 años y los efectos que estas corrientes puede producir sobre el terreno que se pretende urbanizar y el área de su vecindad.

2.1. ESPECÍFICOS

2.1.1. Del Estudio Hidrológico

Determinar los caudales en situación de crecida máxima para los ríos San Bernardino y Quebrada Mojica, de acuerdo a la metodología comúnmente aplicada a nivel local, en función de los períodos



de retorno requeridos por el Ministerio de Obras Públicas, utilizando información obtenida de campo y elaborada en escritorio.

2.1.2. Del Estudio Hidráulico

Determinar el comportamiento de los caudales estimados en el Análisis Hidrológico, en los ríos San Bernardino y Quebrada Mojica, para los cuales se elaborarán modelos de elevación digital del terreno para utilizarse en un software especializado y calcular los tirantes o profundidades del flujo en condición de crecida máxima.

- Delimitar zona de inundación
- Determinar los calados y velocidades del agua.
- Demarcación de Servidumbre del río o depresión natural.
- Establecer los niveles seguros de terracería.

3. METODOLOGÍA

3.1. SECUENCIA DE EJECUCIÓN DEL ESTUDIO

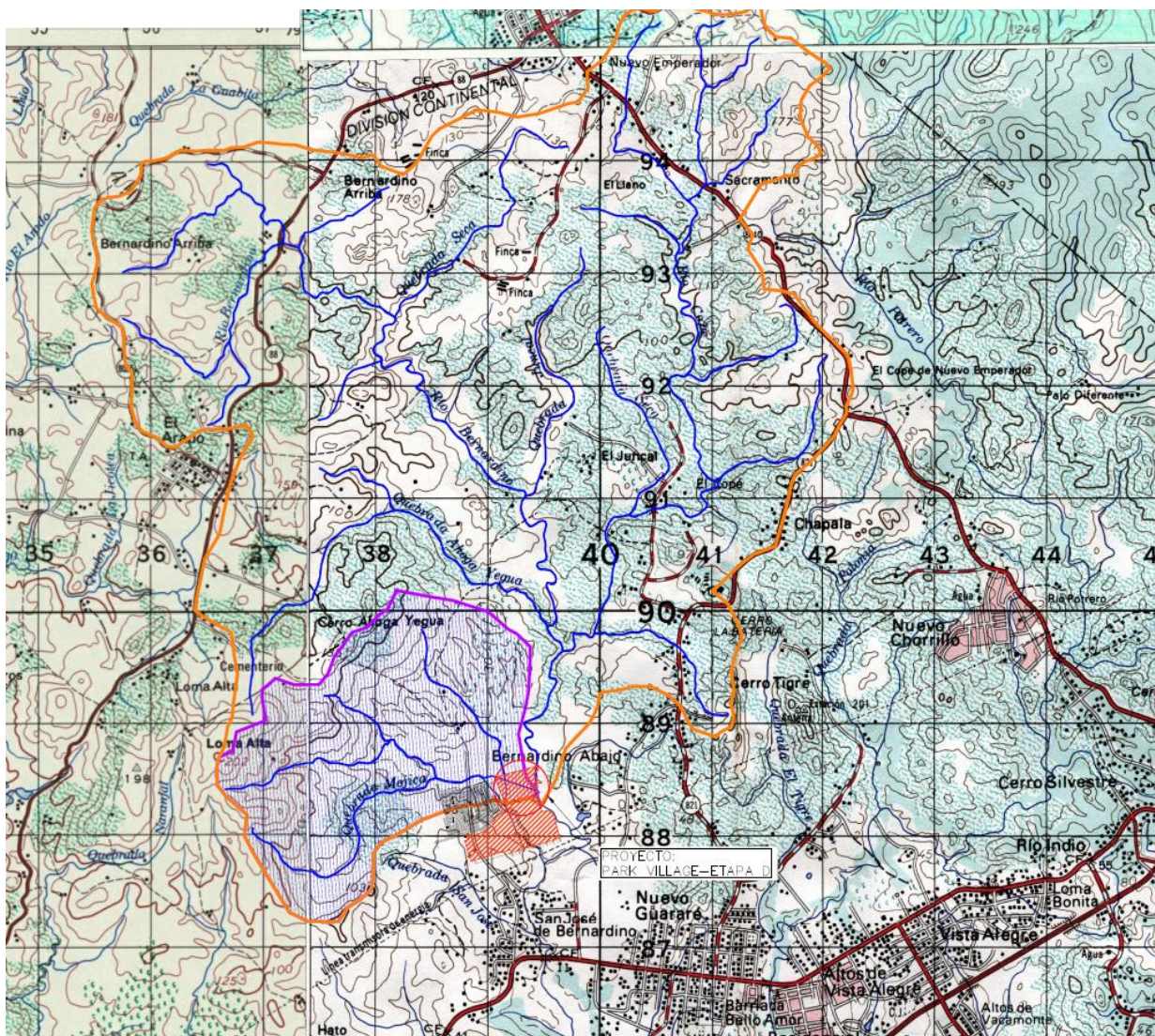
Para la realización de este trabajo, se llevó a cabo la siguiente metodología:

- Procesamiento de trabajos topográficos y cartográficos, para la generación de un modelo digital de elevaciones utilizando el software CIVIL 3D.
- Definición de las Subcuencas que aportan.
- Determinación de las características físicas de la cuenca.
- Determinación de caudales de crecida máxima para los recursos hídricos en estudio.
- Definición de parámetros hidráulicos de cálculos para la modelación hidráulica del río en un régimen uniforme.
- Obtención de resultados hidráulicos para condiciones existente.
- Realizar la simulación hidráulica para cada recurso hídrico utilizando un software especializado.
- Obtención de resultados hidráulicos.
- Conclusiones de los resultados obtenidos.



3.2. DELIMITACIÓN DE LAS CUENCAS DE ESTUDIO

La delimitación de una cuenca, se hace sobre un plano o mapa a curvas de nivel del Tommy Guardia de Panamá, siguiendo las líneas de las divisorias de las aguas, la cual es una línea imaginaria, que divide a las cuencas adyacentes y distribuye el escurrimiento originado por la precipitación, en cada sistema de corriente, fluye hacia el punto de salida de la cuenca.



Referencia: Mosaico topográfico elaborado por el Instituto Geográfico Nacional “Tommy Guardia”, en escala de 1:50,000.



3.3. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO Y DE LOS RECURSOS HÍDRICOS A ESTUDIAR.

Para la determinación del terreno de las cuencas objeto de análisis y su conformación, se estudió el mosaico topográfico elaborado por el Instituto Geográfico Nacional “Tommy Guardia”, en escala de 1:50,000. Con respecto a los ríos San Bernardino y Quebrada Mojica, se tomó la topografía en campo para determinar el comportamiento del cauce a lo largo del recorrido del proyecto y poder ingresar estos datos al software especializado HEC-RAS y poder realizar el Estudio Hidráulico.

3.4. METODO ANALISIS DE CRECIDAS MAXIMAS ($Ad > 2.50 \text{ Km}^2$)

El estudio hidrológico tiene como objetivo definir los caudales de los cursos de agua en estudio. Este se desarrolla de manera de cumplir con los alcances establecidos en el Manual de Requisitos para Revisión de Planos del ministerio de Obras Publicas de Panamá.

El estudio se elaboró mediante el Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá correspondiente a la publicación de septiembre del año 2008, para estimar los caudales en condiciones de crecida máxima que se puedan presentar en un sitio determinado, para distintos periodos de recurrencia, con solo conocer el área de drenaje de la cuenca en Km^2 hasta el sitio de interés y su ubicación en el país.

Es conocido que el área de drenaje de una cuenca está muy correlacionada con el indicador de crecidas, y puede utilizarse como una base confiable para la estimación de la magnitud de las crecidas en cuencas no aforadas.

Para determinar la crecida máxima 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, en Km^2 .
- Se determina a qué zona pertenece el sitio de interés de acuerdo con el mapa de Regiones Hidrológicamente Homogéneas.
- Se calcula el caudal promedio máximo utilizando una de las 5 ecuaciones, utilizando la Ecuación a la zona del sitio de interés, Tabla 3.2.1
- Se calcula el caudal máximo instantáneo para distintos periodos de recurrencia, multiplicando el caudal promedio máximo que se obtuvo en el punto anterior, por los



factores que se presentan en el Tabla 3.2.2, utilizando la Tabla correspondiente a la zona del sitio de interés.

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

Delimitación de las regiones hidrológicamente homogéneas

Factores $Q_{\max}/Q_{\text{prom max}}$ para distintos Tr		
Tr, años	Tabla #1	Tabla #2
1.005	0.28	0.29
1.05	0.43	0.44
1.25	0.62	0.63
2	0.92	0.93
3	1.36	1.35
10	1.66	1.64
20	1.96	1.94
50	2.37	2.32
100	2.68	2.64

Factores para diferentes periodos de retorno en años

4. ESTUDIO HIDROLÓGICO

4.1. DETERMINACIÓN DE LAS CUENCAS Y SUS CAUDALES

El proyecto urbanístico Park Village está ubicado en el corregimiento de Juan Demóstenes, distrito de Arraijan, Provincia de Panamá Oeste. El proyecto colinda con el Río San Bernardino y es intersectado por la Quebrada Mojica, los cuales forman parte de la cuenca del Río Caimito.



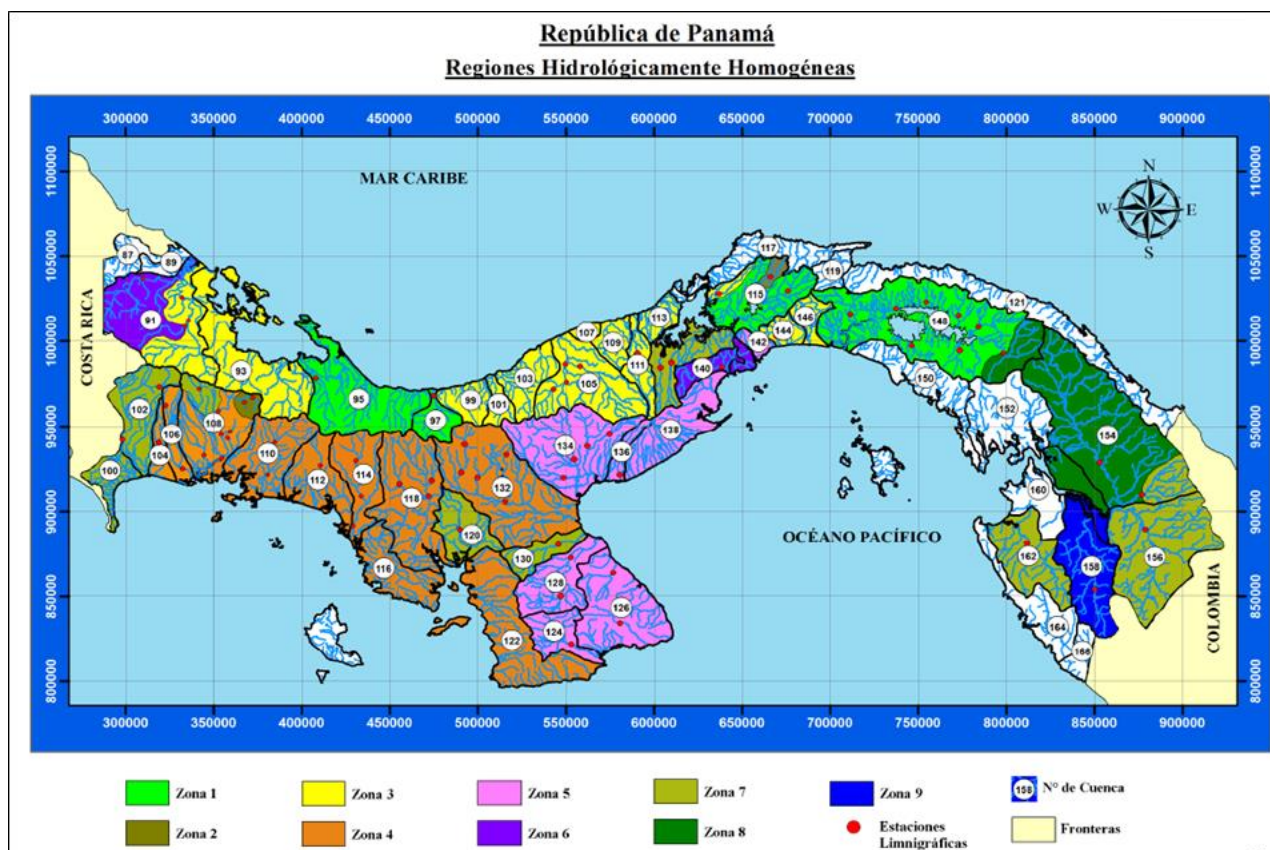
4.1.1.Descripción y datos generales de la cuenca del río Caimito.

Cuenca Principal: Cuenca 140, Cuenca del Río Caimito

Río Principal: Río Caimito

Regiones Hidrológicamente Homogéneas, Zona: 6

Referencia: Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá Periodo 1971-2006. Fig. 73, pág. 94.



Regiones Hidrológicamente homogéneas.

La cuenca No 140 está formada por los ríos Aguacate, Cáceres, San Bernardino, Potrero y Caimito, siendo este último el río principal de la cuenca. Está localizada en la vertiente del Pacífico al suroeste de la provincia de Panamá, entre las coordenadas 8° 40' y 9° 00' de latitud norte y 79° 40' y 80° 00' de longitud oeste.



El área de drenaje total de la cuenca es de 460 Km² hasta la desembocadura al mar y la longitud del río Caimito es de 72 Km. La cuenca registra una precipitación media anual de 1,750 mm; la distribución espacial de las lluvias es heterogénea, presenta una disminución gradual desde la parte media de la cuenca con precipitaciones anuales de 2,500 mm, hacia el litoral con valores de 1,500 mm. El 88 % de la lluvia ocurre entre los meses de mayo a noviembre.

Según la clasificación de climas de Köppen, el área de la cuenca del Río Caimito está clasificada como Clima Tropical de Sabana (Aw). La principal zona de vida que predomina esta cuenca es el bosque húmedo tropical. Con una capacidad agrícola considerada no arable, con limitaciones severas, apta para pastos, bosques y tierras de reserva. Se encuentran áreas de rastrojo, uso agropecuario y bosque intervenido.

Es una cuenca con pendiente moderada, en la cual la lluvia y el flujo superficial, llegan a ejercer efectos isoerosivos de importancia por efectos de la deforestación prevaleciente, especialmente en la zona media.

El área de la cuenca se presenta como una zona sumamente perturbada, con poca diversidad de hábitat y dominada mayormente por herbazales, rastrojos y bosques de galería. Su cobertura boscosa original se está perdiendo producto del desarrollo de actividades como la agricultura y la ganadería. Esta pobre representatividad de hábitat es responsable que se presente una baja riqueza de especies de fauna.

Los afluentes de la cuenca se caracterizan porque sus caudales se reducen drásticamente durante la temporada seca, quedando la gran mayoría de estos, convertidos en pequeñas corrientes de agua; en contraste, en la temporada lluviosa, los mismos cuerpos de agua aumentan considerablemente sus volúmenes en cuestión de minutos y algunas veces en forma exagerada, causando inundaciones.

En esta cuenca no existen áreas protegidas. En esta cuenca se encuentra el Distrito de Capira, La Chorrera y Arraiján.

Fuente obtenida del Informe de Monitoreo de la Calidad del Agua en las Cuencas Hidrográficas de Panamá, 2002 -2008

4.1.2. Río San Bernardino



El Rio San Bernardino pertenece a la cuenca No 140 está formada por la Quebrada Mojica, Quebrada Ahoga Yegua, Quebrada Juncal, Quebrada Seca y Rio Cope. Está localizada en la vertiente del Pacífico al suroeste de la provincia de Panamá Oeste entre las comunidades EL Llano, El Cope, El Juncal, Bernardino Arriba y Nuevo Emperador

El área de drenaje total de la cuenca es de 33.33 Km² hasta un sector del proyecto urbanístico Park Village, esta continua trayectoria hasta unirse con Rio Aguacate y luego con el Rio Caimito para desembocadura al océano.

En el presente estudio presenta dos condiciones:

- Aguas arriba antes de unirse con Quebrada Mojica (0+000 a 0+340).
- Aguas abajo con el aporte de Quebrada Mojica (0+340 a 0+740).

CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS CUENCAS		
Cuencas		Rio San Bernardino
Área de Drenaje	Km ²	33.33
Perímetro	Km	29.12
Longitud del Cauce Principal	Km	10.02
Pendiente	m/m	0.0117
Altura Máxima de la Cuenca	m	140
Altura Mínima de la Cuenca	m	22.10
Tiempo de Concentración	min.	129.88



ESTIMACION DE CAUDALES

RESULTADO DE LOS CAUDALES								
Cuencas	ESTACIONES		Área de Drenaje	Caudal Promedio	Periodos de Retorno			
			Ad	Qprom máx.	10 años	20 años	50 años	100 años
	INICIO	FIN	Km2	m3/s	Caudales Máximos (m3/s)			
Rio San Bernardino	0+000	0+340	28.40	100.83	165.36	195.61	233.92	266.19
	0+340	0+740	33.33	110.82	181.74	214.98	257.09	292.56

4.1.3. Quebrada Mojica

La Quebrada Mojica pertenece a la cuenca No 140 y es un aporte de Rio San Bernardino. Está localizada en la vertiente del Pacífico al suroeste de la provincia de Panamá Oeste entre las Loma Alta y Bernardino Abajo.

El área de drenaje total de la cuenca es de 4.93 Km2 hasta el proyecto urbanístico Park Village, esta continua trayectoria hasta unirse con Rio San Bernardino.

CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS CUENCAS		
Cuencas		Quebrada Mojica
Área de Drenaje	Km2	4.93
Perímetro	Km	9.64
Longitud del Cauce Principal	Km	3.40
Pendiente	m/m	0.0255
Altura Máxima de la Cuenca	m	110.00
Altura Mínima de la Cuenca	m	23.00
Tiempo de Concentración	min.	41.90



RESULTADO DE LOS CAUDALES						
Cuencas	Área de Drenaje	Caudal Promedio	Periodos de Retorno			
	Ad	Q prom máx.	10 años	20 años	50 años	100 años
	Km2	m3/s	Caudales Máximos (m3/s)			
Quebrada Mojica	4.93	35.88	58.85	69.62	83.25	94.74

5. ESTUDIO HIDRÁULICO

5.1. PARÁMETROS HIDRÁULICOS

El período de recurrencia se estableció según el Manual del MOP para la revisión de planos.

En este sentido se establecieron los siguientes criterios. Para obras:

- Alcantarillas pluviales y zanjas de drenajes pluviales = 10 años
- Cajones Pluviales, Canalización de Ríos y Quebradas = 50 años
- Terracería de Lotes = 50 años
- Puentes: 100 años

5.2. ANÁLISIS HIDRÁULICO

En estudio hidráulico del funcionamiento del Rio San Bernardino y Quebrada Mojica se ejecutara los caminos, ante la situación de una avenida extrema para un periodo de retorno de 50 y 100 años; por lo que para determinar el funcionamiento hidráulico fue necesario la realización de un modelo hidráulico por medio del software HEC-RAS, el cual permite la estimación de los niveles alcanzados por el agua en un canal, o sistema de canales (natural o artificial), en régimen ríos en flujos permanente gradualmente, en condiciones de flujo subcrítico, supercrítico o combinaciones de ambos.

5.2.1. Simulación hidráulica con HEC-RAS



En la simulación hidráulica, utilizaremos el programa HEC-RAS es un modelo hidráulico unidimensional creado por la USACE (United States Army Corps of Engineers), de libre distribución.

Un estudio hidráulico con HEC-RAS consta de elementos fundamentales como:

La geometría del cauce, definidas por las secciones y coeficiente de rugosidad.

Las condiciones de flujo, definidas por el caudal y las condiciones de contorno.

Tipo de análisis de régimen de flujo: subcrítico, supercrítico y mixto.

5.2.2. Objetivos específicos

- Presentar los criterios de diseños utilizados para el determinar el funcionamiento hidráulico.
- Desarrollar un modelo hidráulico para condiciones existentes para una avenida extrema de un periodo de retorno de 50 y 100 años.
- Definir los tirantes máximos que se podrían dar a lo largo del tramo.
- Determinar las velocidades en los ríos y quebradas en estudio.

5.3. SECCIÓN ACTUAL

La metodología es realizar una simulación con las secciones naturales para estimar las zonas de inundaciones.

5.3.1.Descripción de la sección natural

En el área de estudio la sección presenta:

- Fondos variables: diferentes pendientes por tramos.
- Ancho de secciones variables: diferentes áreas y perímetros hidráulicos por secciones.
- Amplias zonas de inundaciones: el borde natural son elevaciones muy bajas.

5.3.2.Parámetros hidráulicos utilizados para simulación de HEC-RAS

Los parámetros utilizados para la simulación hidráulica del modelo son:

- Coeficiente de rugosidad de 0.035. Canal natural, pendientes laterales algo irregulares, fondo más o menos nivelado, limpio y regular, muy poca variación en la sección transversal.



- Coeficiente de Expansión o Contracción: Los coeficientes de contracción y expansión se definieron para evaluar la cantidad de energía a las variaciones del flujo entre dos secciones consecutivas, estudias hacia aguas abajo. Estos coeficientes están afectados por el cambio de velocidad del flujo entre dos secciones y por la geometría de los segmentos que comprenden las contracciones y expansiones; donde se determinó los siguientes valores:

En Secciones naturales: Contracción= 0.1 – Expansión= 0.3

- Caudal para un periodo de recurrencia de 50 años y 100 años
- Secciones cada 20.0m en tramos donde no exista cambio de dirección y con ancho variable, se considera toda la sección área de inundación.
- Condición de contorno aguas arriba: profundidad crítica. El programa calcula la profundidad crítica para cada uno de los perfiles.
- Tipo de régimen de Flujo: Mixto, ambos regímenes: subcritico (lento) y supercrítico (rápido)

En los resultados se muestran todas las secciones naturales.

Unión del Rio San Bernardino y Quebrada Mojica

5.3.3. Resultados del modelo hidráulico

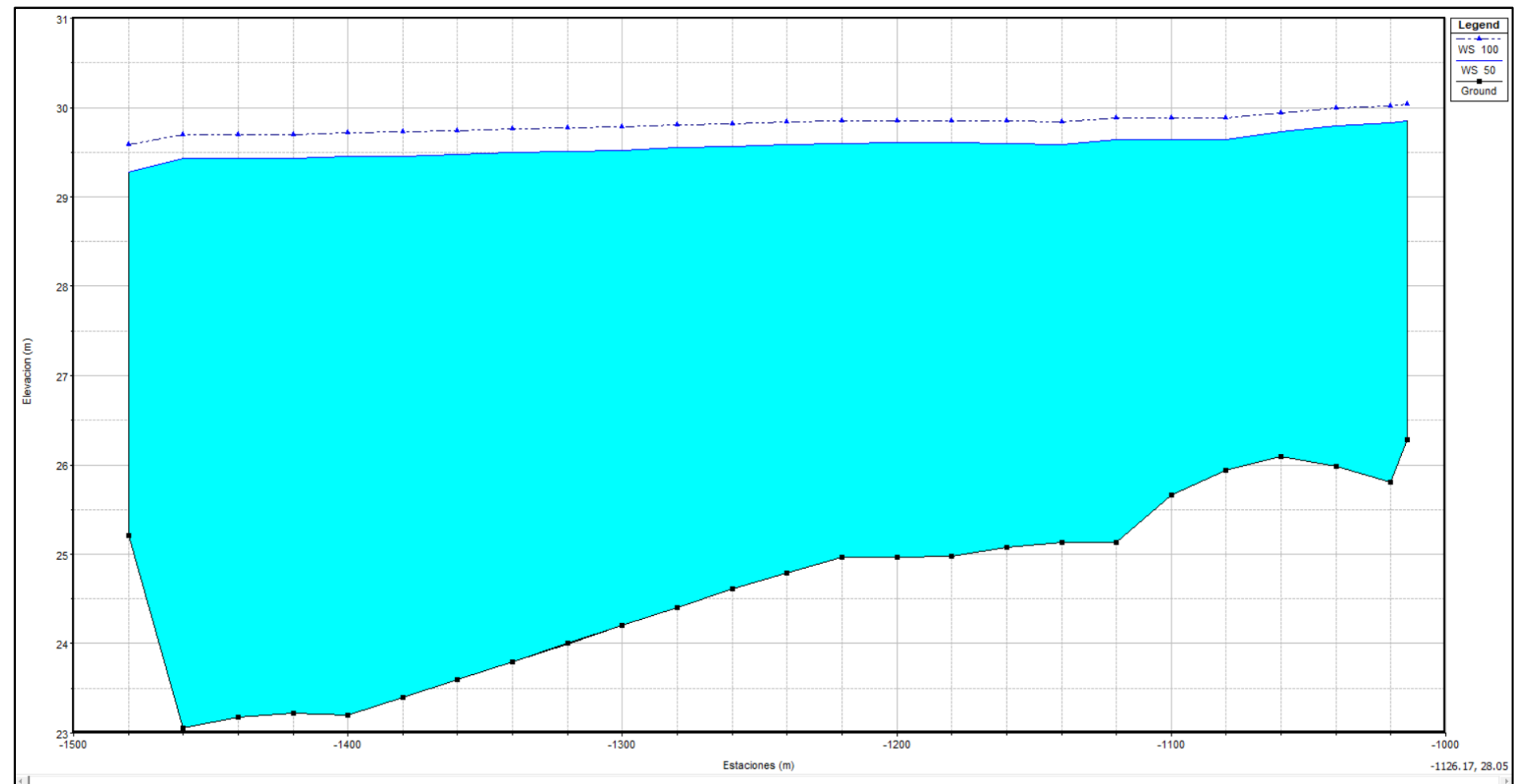
Los resultados obtenidos de la simulación hidráulica que están intervenida en la zona donde se ejecutara los caminos obtendremos los siguientes valores con las abreviaturas mostrados en la siguiente tabla:



Abreviaturas	Descripción
Estaciones	Estaciones del Río
Tiempo de Retorno	Tiempo de Retorno del Río
Q	Caudal Máximos Extraordinarios
COEF DE MANNING	Coeficiente de Manning de la Sección
EL FDO	Elevación de Fondo del Cauce
EL N.A.M.E	Elevación de Nivel de Agua Máximo Extraordinario
EL CRIT	Elevación de Nivel de Agua Critico
EL NMT	Elevación de Nivel Mínimo de Terracería
ymáx	Tirante Máximo de la Sección
AM	Área Mojada de la Sección
T	Anchura Máxima de Agua de la Sección
PM	Perímetro Mojados de la Sección
RH	Radio Hidráulico de la Sección
VMAX	Velocidad Máxima de la Sección
N Froude	Numero Hidráulico de Froude de la Sección



SECCION NATURAL – QUEBRADA MOJICA PERFIL DE NAME PARA 50 Y 100 AÑOS



La Quebrada Mojica es afectada por la crecida del Rio San Bernardino



SECCION NATURAL - RESULTADOS DE QUEBRADA MOJICA PARA 50 Y 100 AÑOS

RESULTADOS QUEBRADA MOJICA														
Estaciones	Tiempo de Retorno	Q (m3/s)	COEF DE MANNING	ELEVACIONES				CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DE LA SECCION						
				EL FDO (m)	EL N.A.M.E (m)	EL CRIT (m)	NMT (m)	y _{max} (m)	AM (m2)	T (m)	PM (m)	RH (m)	V _{MAX} (m/s)	N Froude
-1000	50	83.25	0.035	26.280	29.850	28.560	31.350	3.570	97.520	50.000	53.460	1.820	0.850	0.200
-1000	100	94.74	0.035	26.280	30.040	28.620		3.760	107.130	50.000	53.840	1.990	0.880	0.190
-1020	50	83.25	0.035	25.810	29.830		31.330	4.020	80.620	50.000	53.650	1.500	1.030	0.260
-1020	100	94.74	0.035	25.810	30.020			4.210	90.290	50.000	54.030	1.670	1.050	0.250
-1040	50	83.25	0.035	25.990	29.790		31.290	3.810	70.980	50.000	53.490	1.330	1.170	0.310
-1040	100	94.74	0.035	25.990	29.990			4.000	80.880	50.000	53.880	1.500	1.170	0.290
-1060	50	83.25	0.035	26.100	29.730		31.230	3.640	60.310	50.000	52.850	1.140	1.380	0.400
-1060	100	94.74	0.035	26.100	29.940			3.850	70.780	50.000	53.270	1.330	1.340	0.360
-1080	50	83.25	0.035	25.940	29.640		31.140	3.700	51.070	50.000	53.020	0.960	1.630	0.520
-1080	100	94.74	0.035	25.940	29.880			3.940	63.080	50.000	53.510	1.180	1.500	0.430
-1100	50	83.25	0.035	25.670	29.650		31.150	3.980	69.320	50.000	53.170	1.300	1.200	0.330
-1100	100	94.74	0.035	25.670	29.880			4.220	81.290	50.000	53.650	1.520	1.170	0.290
-1120	50	83.25	0.035	25.130	29.650		31.150	4.510	85.170	50.000	53.690	1.590	0.980	0.240
-1120	100	94.74	0.035	25.130	29.890			4.750	97.170	50.000	54.170	1.790	0.970	0.220
-1140	50	83.25	0.035	25.140	29.590		31.090	4.450	66.020	50.000	54.130	1.220	1.260	0.350
-1140	100	94.74	0.035	25.140	29.840			4.710	78.570	50.000	54.630	1.440	1.210	0.310
-1160	50	83.25	0.035	25.080	29.600		31.100	4.520	90.320	50.000	53.860	1.680	0.920	0.220
-1160	100	94.74	0.035	25.080	29.850			4.770	102.790	50.000	54.360	1.890	0.920	0.210
-1180	50	83.25	0.035	24.980	29.600		31.100	4.620	109.710	50.000	54.000	2.030	0.760	0.160
-1180	100	94.74	0.035	24.980	29.850			4.870	122.180	50.000	54.500	2.240	0.780	0.160
-1200	50	83.25	0.035	24.960	29.600		31.100	4.640	125.810	50.000	53.480	2.350	0.660	0.130
-1200	100	94.74	0.035	24.960	29.850			4.890	138.280	50.000	53.980	2.560	0.690	0.130
-1220	50	83.25	0.035	24.970	29.600		31.100	4.630	131.190	50.000	54.450	2.410	0.630	0.130
-1220	100	94.74	0.035	24.970	29.850			4.880	143.660	50.000	54.950	2.610	0.660	0.120
-1240	50	83.25	0.035	24.790	29.580		31.080	4.790	103.890	50.000	53.990	1.920	0.800	0.180
-1240	100	94.74	0.035	24.790	29.830			5.040	116.410	50.000	54.490	2.140	0.810	0.170
-1260	50	83.25	0.035	24.610	29.570		31.070	4.960	92.980	50.000	54.330	1.710	0.900	0.210
-1260	100	94.74	0.035	24.610	29.820			5.210	105.600	50.000	54.840	1.930	0.900	0.200

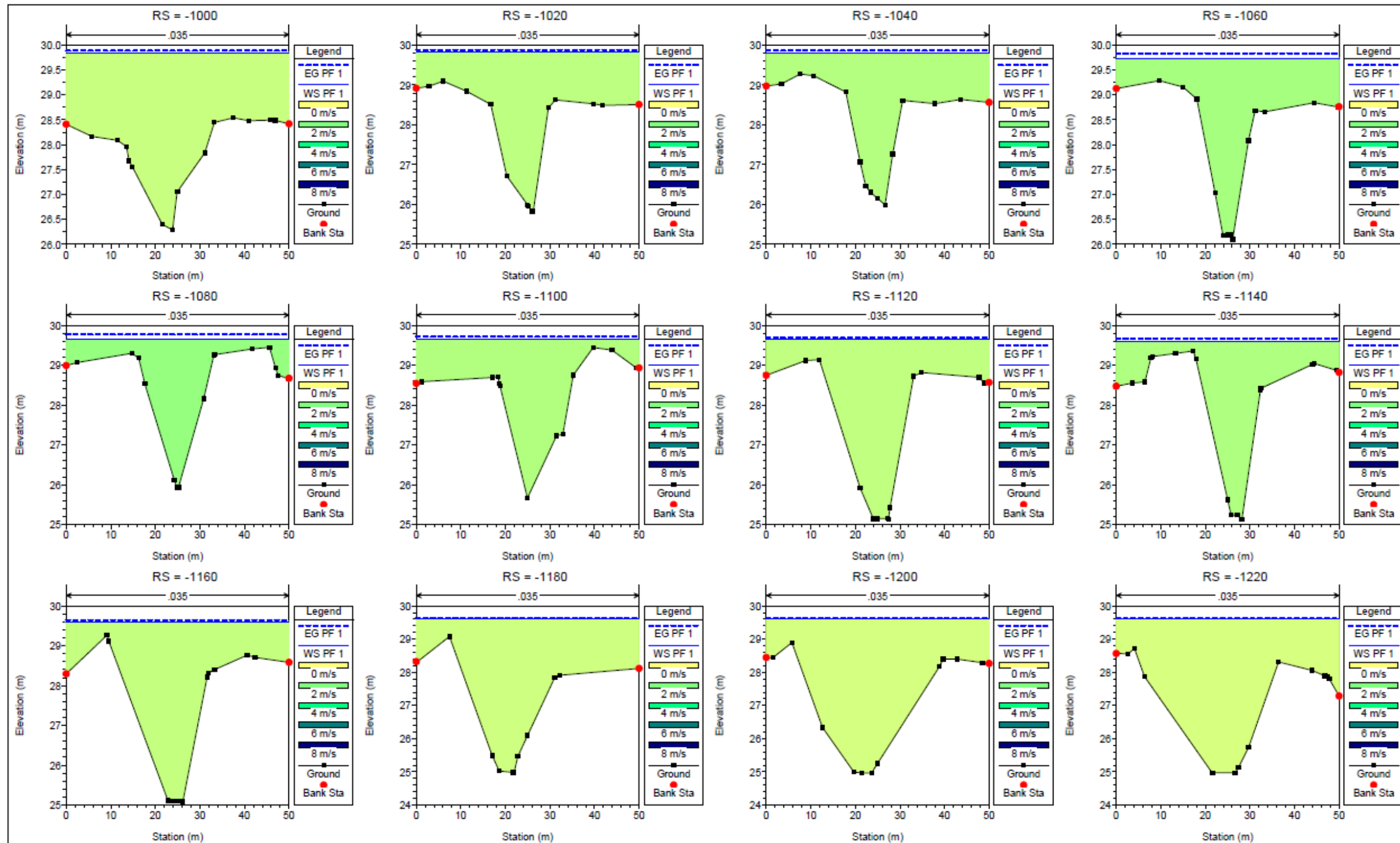


SECCION NATURAL - RESULTADOS DE QUEBRADA MOJICA PARA 50 Y 100 AÑOS

RESULTADOS QUEBRADA MOJICA														
Estaciones	Tiempo de Retorno	Q (m3/s)	COEF DE MANNING	ELEVACIONES				CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DE LA SECCION						
				EL FDO (m)	EL N.A.M.E (m)	EL CRIT (m)	NMT (m)	y _{max} (m)	AM (m2)	T (m)	PM (m)	RH (m)	V _{MAX} (m/s)	N Froude
-1280	50	83.25	0.035	24.410	29.550		31.050	5.150	88.390	50.000	54.070	1.630	0.940	0.230
-1280	100	94.74	0.035	24.410	29.810			5.400	101.120	50.000	54.580	1.850	0.940	0.210
-1300	50	83.25	0.035	24.200	29.520		31.020	5.320	77.640	50.000	53.580	1.450	1.070	0.270
-1300	100	94.74	0.035	24.200	29.780			5.580	90.640	50.000	54.100	1.680	1.050	0.250
-1320	50	83.25	0.035	24.000	29.500		31.000	5.500	76.300	50.000	53.690	1.420	1.090	0.280
-1320	100	94.74	0.035	24.000	29.770			5.770	89.530	50.000	54.210	1.650	1.060	0.250
-1340	50	83.25	0.035	23.800	29.490		30.990	5.690	80.910	50.000	54.070	1.500	1.030	0.260
-1340	100	94.74	0.035	23.800	29.760			5.960	94.280	50.000	54.610	1.730	1.000	0.230
-1360	50	83.25	0.035	23.600	29.470		30.970	5.870	76.940	37.500	41.430	1.860	1.080	0.240
-1360	100	94.74	0.035	23.600	29.740			6.140	87.880	50.000	54.290	1.620	1.080	0.260
-1380	50	83.25	0.035	23.400	29.460		30.960	6.060	78.190	50.000	54.230	1.440	1.060	0.270
-1380	100	94.74	0.035	23.400	29.730			6.330	91.600	50.000	54.770	1.670	1.030	0.240
-1400	50	83.25	0.035	23.200	29.450		30.950	6.250	80.790	36.970	41.180	1.960	1.030	0.220
-1400	100	94.74	0.035	23.200	29.710			6.520	90.700	37.410	41.970	2.160	1.040	0.210
-1420	50	83.25	0.035	23.220	29.430		30.930	6.210	74.770	28.310	32.160	2.330	1.110	0.220
-1420	100	94.74	0.035	23.220	29.690			6.470	83.890	36.210	40.400	2.080	1.130	0.240
-1440	50	83.25	0.035	23.180	29.440		30.940	6.260	91.320	26.050	29.310	3.120	0.910	0.160
-1440	100	94.74	0.035	23.180	29.700			6.520	98.640	29.740	33.080	2.980	0.960	0.170
-1460	50	83.25	0.035	23.060	29.430		30.930	6.370	89.240	24.720	28.160	3.170	0.930	0.160
-1460	100	94.74	0.035	23.060	29.690			6.630	96.980	34.250	38.030	2.550	0.980	0.190
-1480	50	83.25	0.035	25.210	29.280		30.780	4.060	45.220	40.770	45.400	1.000	1.840	0.560
-1480	100	94.74	0.035	25.210	29.580			4.370	58.150	44.650	49.960	1.160	1.630	0.460

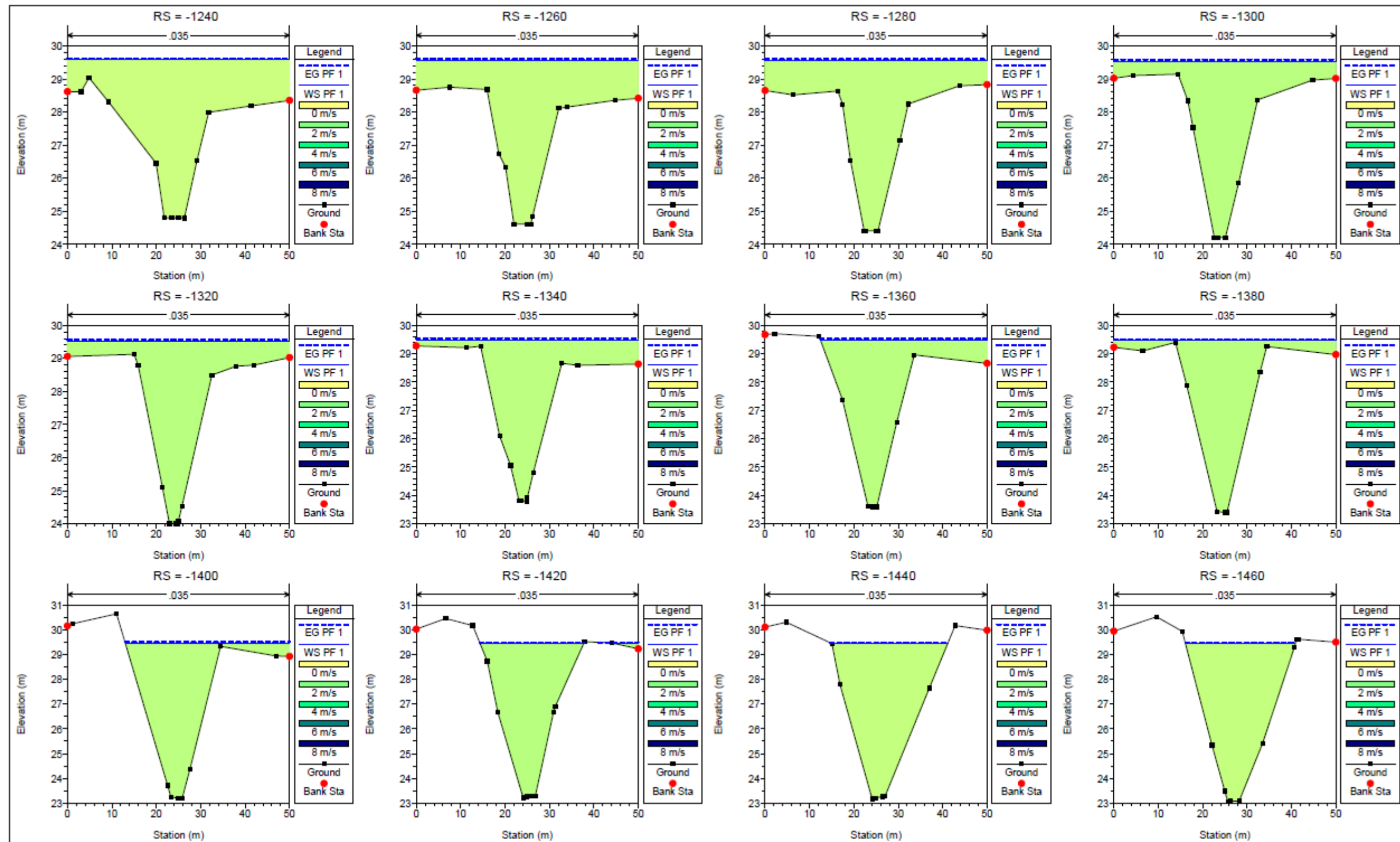


SECCION NATURAL – QUEBRADA MOJICA PARA 50 Y 100 AÑOS



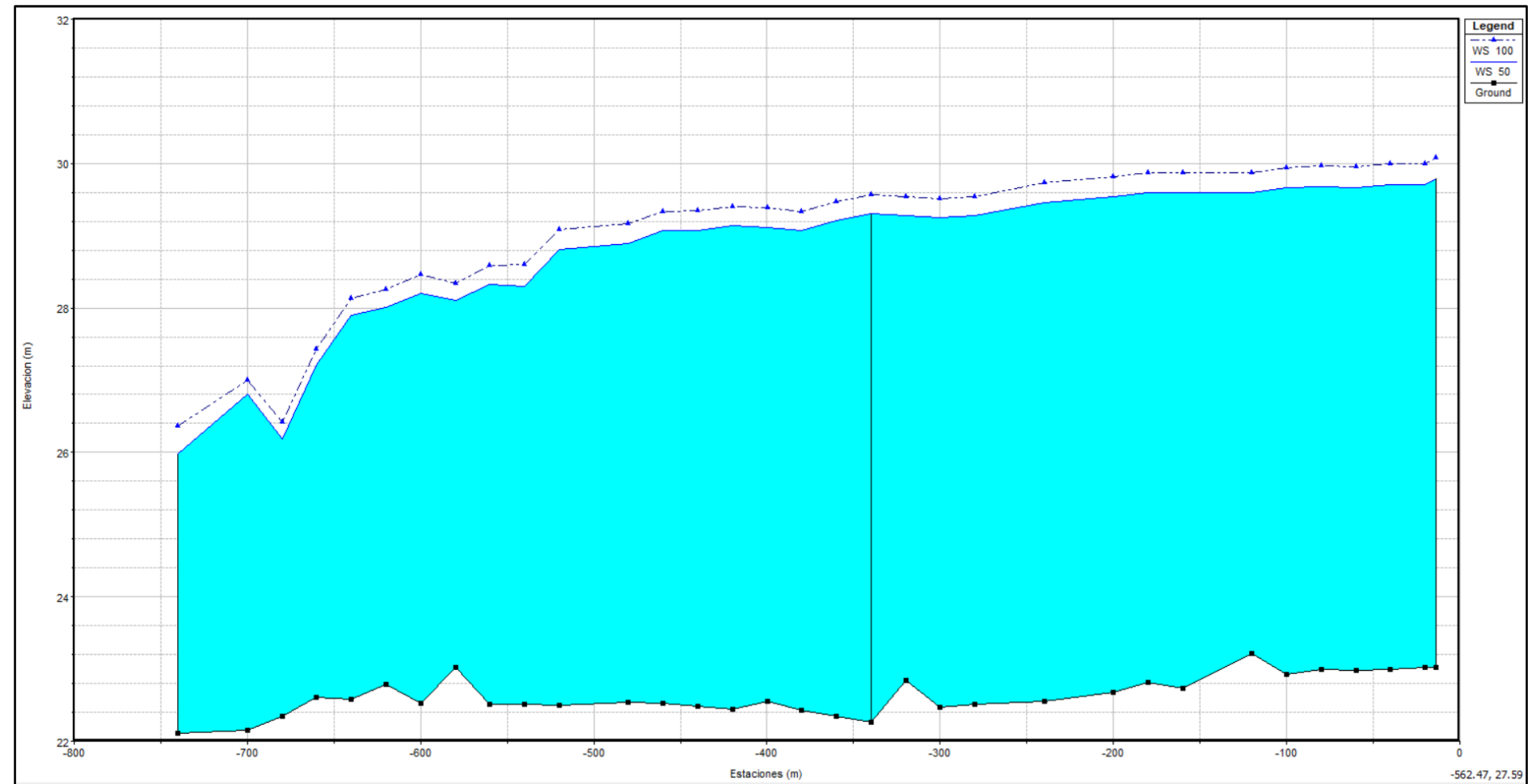


SECCION NATURAL – QUEBRADA MOJICA PARA 50 Y 100 AÑOS





SECCION NATURAL – RIO SAN BERNADINO



RIO SAN BERNADINO – PERFIL DE NAME PARA 50 Y 100 AÑOS



SECCION NATURAL - RESULTADOS RIO SAN BERNADINO PARA 50 Y 100 AÑOS

RESULTADOS RIO SAN BERNARDINO														
Estaciones	Tiempo de Retorno	Q (m3/s)	COEF DE MANNING	ELEVACIONES				CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DE LA SECCION						
				EL FDO (m)	EL N.A.M.E (m)	EL CRIT (m)	NMT (m)	y _{max} (m)	AM (m2)	T (m)	PM (m)	RH (m)	V _{MAX} (m/s)	N Froude
0	50 años	233.92	0.035	23.018	29.789	25.639	31.289	6.771	255.140	50.000	61.095	4.176	0.917	0.130
0	100 años	266.19	0.035	23.018	30.078	25.789		7.060	269.618	50.000	61.674	4.372	0.987	0.136
20	50 años	233.92	0.035	23.029	29.712		31.212	6.683	158.666	44.606	49.897	3.180	1.474	0.250
20	100 años	266.19	0.035	23.029	29.996			6.967	171.433	45.411	51.034	3.359	1.553	0.255
40	50 años	233.92	0.035	22.988	29.709		31.209	6.721	167.924	50.000	56.988	2.947	1.393	0.243
40	100 años	266.19	0.035	22.988	29.994			7.006	182.174	50.000	57.558	3.165	1.461	0.244
60	50 años	233.92	0.035	22.983	29.672		31.172	6.689	152.063	50.000	58.410	2.603	1.538	0.282
60	100 años	266.19	0.035	22.983	29.957			6.974	166.319	50.000	58.980	2.820	1.600	0.280
80	50 años	233.92	0.035	22.997	29.682		31.182	6.685	174.638	41.060	46.589	3.748	1.339	0.207
80	100 años	266.19	0.035	22.997	29.964			6.967	186.831	50.000	55.841	3.346	1.425	0.235
100	50 años	233.92	0.035	22.927	29.665		31.165	6.738	168.038	47.250	52.510	3.200	1.392	0.236
100	100 años	266.19	0.035	22.927	29.947			7.020	182.068	50.000	55.779	3.264	1.462	0.245
140	50 años	233.92	0.035	23.221	29.595		31.095	6.374	135.987	38.820	43.475	3.128	1.720	0.293
140	100 años	266.19	0.035	23.221	29.87			6.650	147.202	40.906	46.073	3.195	1.808	0.304
160	50 años	233.92	0.035	22.727	29.592		31.092	6.865	156.825	50.000	55.654	2.818	1.492	0.269
160	100 años	266.19	0.035	22.727	29.87			7.143	170.733	50.000	56.211	3.037	1.559	0.269
180	50 años	233.92	0.035	22.809	29.591		31.091	6.782	168.873	50.000	54.545	3.096	1.385	0.241
180	100 años	266.19	0.035	22.809	29.869			7.060	182.788	50.000	55.102	3.317	1.456	0.243
220	50 años	233.92	0.035	22.675	29.543		31.043	6.868	146.432	46.828	51.120	2.864	1.597	0.288
220	100 años	266.19	0.035	22.675	29.82			7.145	160.198	50.000	54.777	2.925	1.662	0.296
260	50 años	233.92	0.035	22.552	29.457		30.957	6.905	127.028	48.842	51.456	2.469	1.841	0.365
260	100 años	266.19	0.035	22.552	29.736			7.184	140.965	50.000	53.120	2.654	1.888	0.359
280	50 años	233.92	0.035	22.51	29.273		30.773	6.763	99.070	35.641	38.791	2.554	2.361	0.452
280	100 años	266.19	0.035	22.51	29.541			7.031	108.850	37.453	40.680	2.676	2.445	0.458
300	50 años	233.92	0.035	22.47	29.249		30.749	6.779	101.940	30.510	35.954	2.835	2.295	0.401
300	100 años	266.19	0.035	22.47	29.507			7.037	110.274	34.750	40.604	2.716	2.414	0.433



SECCION NATURAL - RESULTADOS RIO SAN BERNADINO PARA 50 Y 100 AÑOS

En la estación 0+340.00 es la unión con Quebrada Mojica, el nivel de aguas máximo extraordinario es de 29.308m.

RESULTADOS RIO SAN BERNARDINO														
Estaciones	Tiempo de Retorno	Q	COEF DE MANNING	ELEVACIONES				CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DE LA SECCION						
				EL FDO	EL N.A.M.E	EL CRIT	NMT	y _{max}	AM	T	PM	RH	V _{MAX}	N Froude
		(m3/s)		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m2)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
320	50 años	233.92	0.035	22.836	29.282		30.782	6.446	123.172	38.491	43.072	2.860	1.899	0.339
320	100 años	266.19	0.035	22.836	29.545			6.709	133.336	38.823	43.758	3.047	1.996	0.344
340	50 años	257.11	0.035	22.265	29.308		30.808	7.043	162.775	38.555	41.627	3.910	1.580	0.245
340	100 años	292.56	0.035	22.265	29.569			7.304	173.190	42.945	46.157	3.752	1.689	0.269
360	50 años	257.11	0.035	22.345	29.216		30.716	6.871	130.701	41.566	44.264	2.953	1.967	0.354
360	100 años	292.56	0.035	22.345	29.479			7.134	143.466	50.000	53.160	2.699	2.039	0.384
380	50 años	257.11	0.035	22.433	29.066		30.566	6.633	105.651	50.000	54.165	1.951	2.434	0.535
380	100 años	292.56	0.035	22.433	29.338			6.905	119.217	50.000	54.708	2.179	2.454	0.507
400	50 años	257.11	0.035	22.551	29.118		30.618	6.567	138.516	50.000	55.669	2.488	1.856	0.356
400	100 años	292.56	0.035	22.551	29.386			6.835	151.924	50.000	56.205	2.703	1.926	0.353
420	50 años	257.11	0.035	22.444	29.14		30.640	6.696	168.576	50.000	55.534	3.036	1.525	0.265
420	100 años	292.56	0.035	22.444	29.409			6.965	181.998	50.000	56.071	3.246	1.607	0.269
440	50 años	257.11	0.035	22.484	29.077		30.577	6.593	144.681	50.000	55.381	2.612	1.777	0.334
440	100 años	292.56	0.035	22.484	29.345			6.861	158.079	50.000	55.917	2.827	1.851	0.332
460	50 años	257.11	0.035	22.523	29.072		30.572	6.549	154.660	50.000	54.378	2.844	1.662	0.302
460	100 años	292.56	0.035	22.523	29.341			6.818	168.073	50.000	54.915	3.061	1.741	0.303
500	50 años	257.11	0.035	22.537	28.889		30.389	6.353	109.088	46.337	48.962	2.228	2.357	0.491
500	100 años	292.56	0.035	22.537	29.162			6.625	121.929	47.578	50.513	2.414	2.399	0.479
520	50 años	257.11	0.035	22.493	28.816		30.316	6.323	112.325	42.704	45.465	2.471	2.289	0.451
520	100 años	292.56	0.035	22.493	29.089			6.596	124.304	44.794	47.719	2.605	2.354	0.451
540	50 años	257.11	0.035	22.508	28.299		29.799	5.791	70.509	33.088	36.111	1.953	3.647	0.798
540	100 años	292.56	0.035	22.508	28.608			6.100	81.095	35.540	38.648	2.098	3.608	0.763
560	50 años	257.11	0.035	22.51	28.33		29.830	5.820	81.422	25.610	28.870	2.820	3.158	0.566
560	100 años	292.56	0.035	22.51	28.595			6.084	88.526	28.123	31.453	2.815	3.305	0.595
580	50 años	257.11	0.035	23.028	28.098		29.598	5.070	71.869	24.681	27.669	2.598	3.577	0.669
580	100 años	292.56	0.035	23.028	28.336			5.309	77.896	25.976	29.065	2.680	3.756	0.693



SECCION NATURAL - RESULTADOS RIO SAN BERNADINO PARA 50 Y 100 AÑOS

RESULTADOS RIO SAN BERNARDINO														
Estaciones	Tiempo de Retorno	Q (m3/s)	COEF DE MANNING	ELEVACIONES				CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DE LA SECCION						
				EL FDO (m)	EL N.A.M.E (m)	EL CRIT (m)	NMT (m)	y _{max} (m)	AM (m2)	T (m)	PM (m)	RH (m)	V _{MAX} (m/s)	N Froude
600	50 años	257.11	0.035	22.52	28.206		29.706	5.686	91.696	33.718	35.899	2.554	2.804	0.543
600	100 años	292.56	0.035	22.52	28.468			5.948	100.771	35.571	37.828	2.664	2.903	0.551
620	50 años	257.11	0.035	22.791	28.014		29.514	5.223	80.765	29.995	32.595	2.478	3.183	0.620
620	100 años	292.56	0.035	22.791	28.262			5.471	88.518	32.670	35.317	2.506	3.305	0.641
640	50 años	257.11	0.035	22.576	27.898		29.398	5.322	78.184	30.283	32.277	2.422	3.289	0.654
640	100 años	292.56	0.035	22.576	28.139			5.563	85.643	31.652	33.728	2.539	3.416	0.663
660	50 años	257.11	0.035	22.606	27.205	27.205	28.705	4.599	56.133	26.437	28.441	1.974	4.580	1.004
660	100 años	292.56	0.035	22.606	27.426	27.426		4.820	62.108	27.609	29.694	2.092	4.710	1.003
680	50 años	257.11	0.035	22.349	26.18	26.737	27.680	3.831	43.777	21.127	22.898	1.912	5.873	1.303
680	100 años	292.56	0.035	22.349	26.42	27.07		4.071	49.228	24.352	26.182	1.880	5.943	1.335
720	50 años	257.11	0.035	22.149	26.81	25.669	28.310	4.661	81.393	31.232	35.056	2.322	3.159	0.625
720	100 años	292.56	0.035	22.149	27.003	25.949		4.854	87.616	33.191	37.125	2.360	3.339	0.656
740	50 años	257.11	0.035	22.11	25.98	25.98	27.480	3.870	56.867	28.275	29.664	1.917	4.521	1.018
740	100 años	292.56	0.035	22.11	26.364	26.364		4.254	69.146	38.935	40.563	1.705	4.231	1.014



5.4. SECCIÓN ACTUAL CON ZONA DE PROTECCIÓN

Al realizar la simulación en condiciones existente, las secciones muestran el nivel de crecida para un periodo de retorno de 1 en 50 años en Quebrada Mojica, observando que en las zonas colindantes (área de proyecto) existe riesgo de desbordamiento por los niveles de crecida.

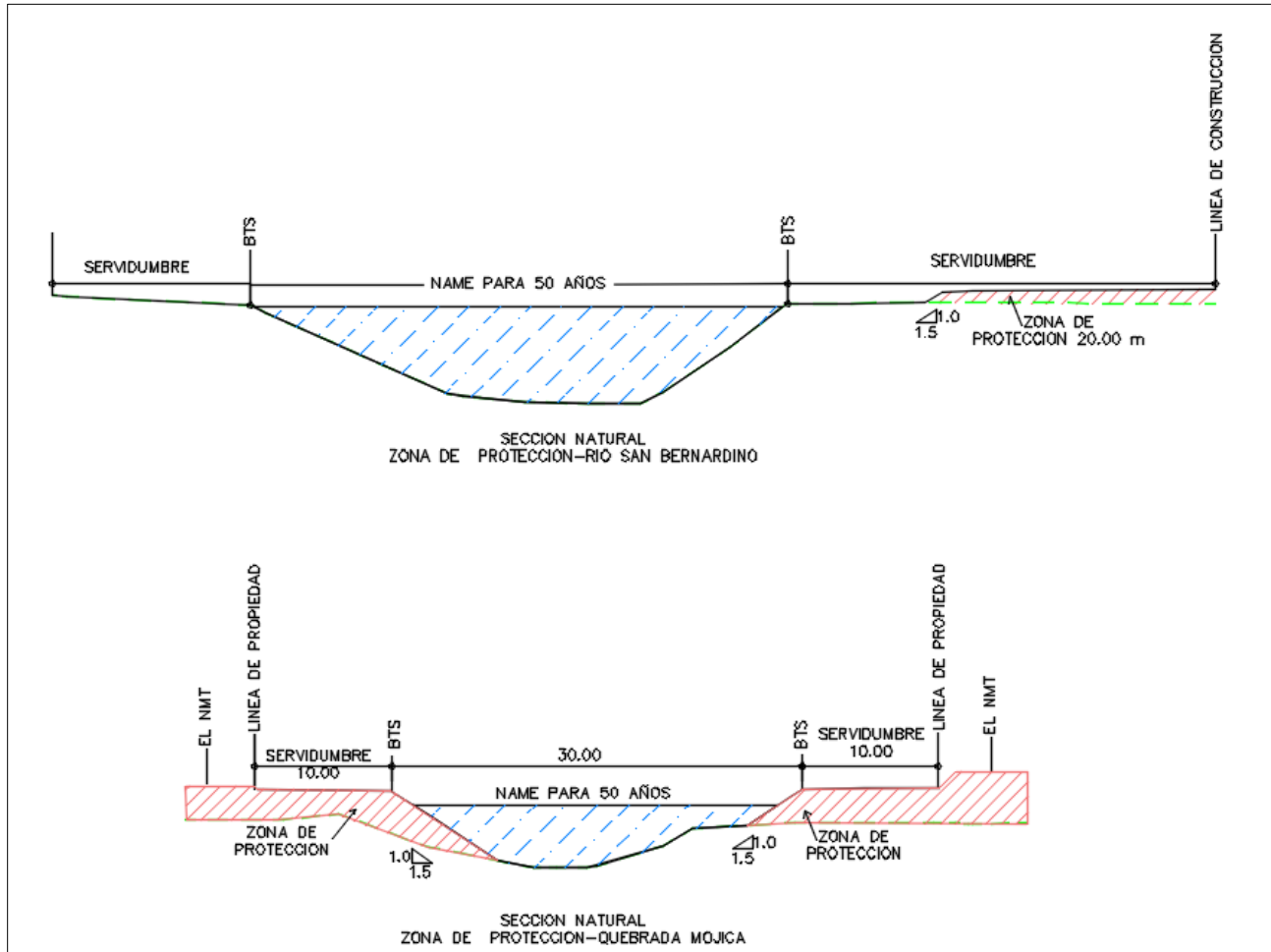
Para esto, se propone que las zonas colindantes a Quebrada Mojica y Rio San Bernandino se procederá a reconfigurar una zona de protección (obra en cauce de los lados de la sección natural del rio o quebrada) para evitar que las crecidas no afecten al desarrollo.

Las secciones naturales del Rio San Bernandino y Quebrada Mojica se mantendrán en su condición existente.

Los niveles de terracería estarán a 1.50m y la zona de protección a 1.00m del nivel de agua máximo extraordinario para un periodo de retorno de 1 en 50 años con el fin de asegurar que no ocurra desbordamiento.

La zona de protección funcionara con una estructura tipo dique y se reconfigurada de tierra con vegetación además con una inclinación hacia el rio de un talud de 1.5:1 con el fin de asegurar que no ocurra afectaciones.

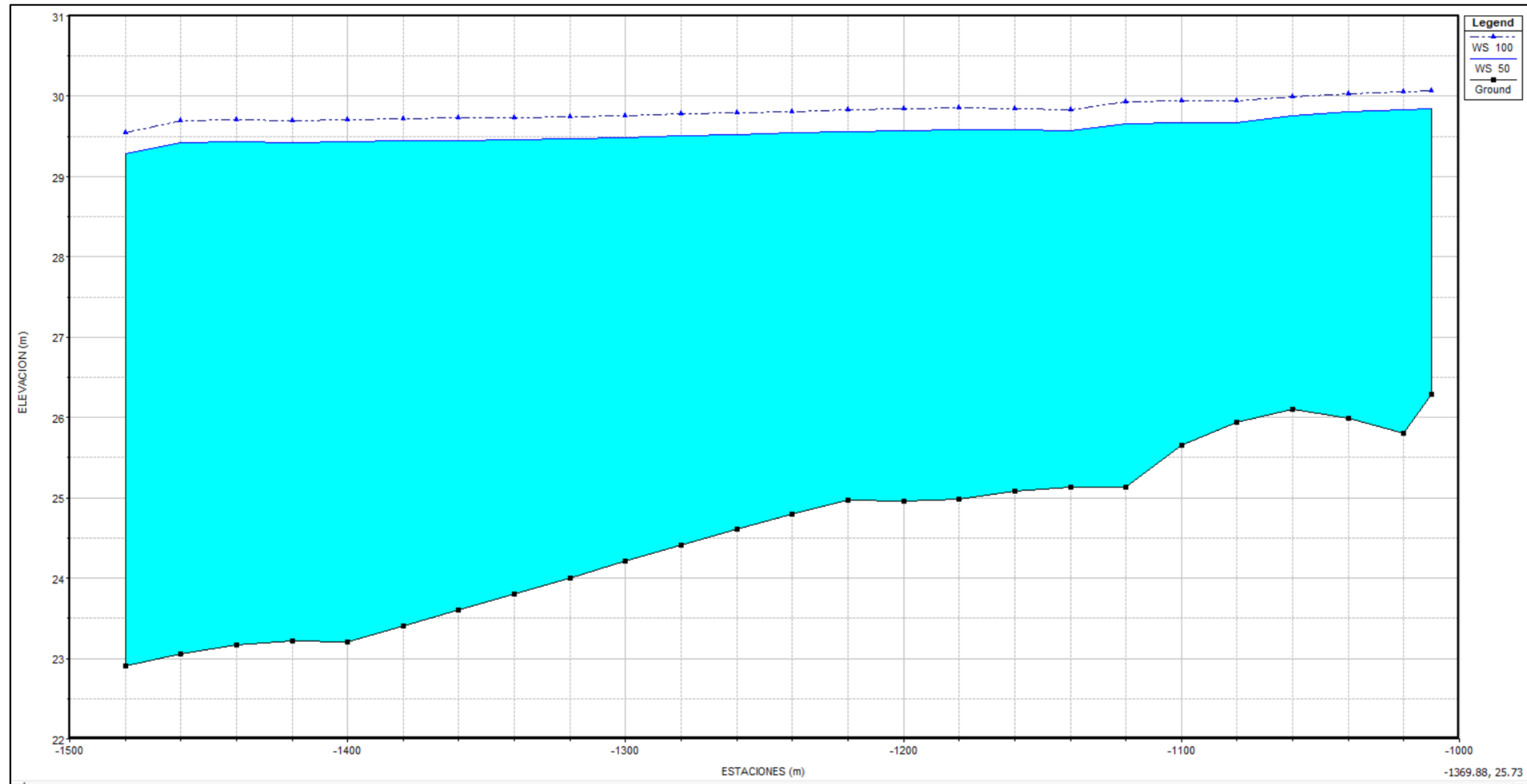
La zona de protección pasara ser la servidumbre la sección natural, la cual será de 10.0m para Quebrada Mojica y 20 metros para Rio San Bernandino, esta zona solo se usará son en los casos donde ocurra desbordamiento del agua máximo extraordinario para un periodo de retorno de 1 en 50 años en la sección natural.





5.5. TABLAS Y GRÁFICOS

SECCION NATURAL Y ZONA DE PROTECCION QUEBRADA MOJICA





SECCION NATURAL Y ZONA DE PROTECCION – QUEBRADA MOJICA PARA 50 Y 100 AÑOS

RESULTADOS QUEBRADA MOJICA														
Estaciones	Tiempo de Retorno	Q (m3/s)	COEF DE MANNING	ELEVACIONES				CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DE LA SECCION						
				EL FDO (m)	EL N.A.M.E (m)	EL CRIT (m)	NMT (m)	y _{max} (m)	AM (m2)	T (m)	PM (m)	RH (m)	V _{MAX} (m/s)	N Froude
1000	50	83.25	0.035	26.280	29.850	28.560	31.350	3.570	111.620	60.000	63.360	1.760	0.750	0.170
1000	100	94.74	0.035	26.280	30.070	28.620		3.790	124.870	60.000	63.810	1.960	0.760	0.170
1020	50	83.25	0.035	25.810	29.830		31.330	4.020	92.170	60.000	63.730	1.450	0.900	0.230
1020	100	94.74	0.035	25.810	30.050			4.250	105.550	60.000	64.180	1.640	0.900	0.220
1040	50	83.25	0.035	25.990	29.800		31.300	3.820	82.040	60.000	63.630	1.290	1.010	0.280
1040	100	94.74	0.035	25.990	30.030			4.050	95.730	60.000	64.090	1.490	0.990	0.250
1060	50	83.25	0.035	26.100	29.750		31.250	3.660	67.570	60.000	63.340	1.070	1.230	0.370
1060	100	94.74	0.035	26.100	30.000			3.900	82.100	60.000	63.820	1.290	1.150	0.320
1080	50	83.25	0.035	25.940	29.670		31.170	3.730	55.060	55.650	58.090	0.950	1.510	0.490
1080	100	94.74	0.035	25.940	29.940			4.000	70.480	56.660	59.420	1.190	1.340	0.380
1100	50	83.25	0.035	25.660	29.670		31.170	4.010	72.480	43.760	46.510	1.560	1.150	0.280
1100	100	94.74	0.035	25.660	29.940			4.280	84.260	44.160	47.260	1.780	1.120	0.260
1120	50	83.25	0.035	25.130	29.660		31.160	4.530	79.560	43.740	46.960	1.690	1.050	0.250
1120	100	94.74	0.035	25.130	29.930			4.800	91.400	44.150	47.720	1.920	1.040	0.230
1140	50	83.25	0.035	25.140	29.560		31.060	4.430	52.580	27.190	29.710	1.770	1.580	0.360
1140	100	94.74	0.035	25.140	29.840			4.700	60.100	28.010	30.690	1.960	1.580	0.340
1160	50	83.25	0.035	25.080	29.580		31.080	4.500	65.360	27.230	29.440	2.220	1.270	0.260
1160	100	94.74	0.035	25.080	29.850			4.770	72.840	28.040	30.420	2.390	1.300	0.260
1180	50	83.25	0.035	24.980	29.580		31.080	4.600	76.040	27.300	29.370	2.590	1.090	0.210
1180	100	94.74	0.035	24.980	29.850			4.870	83.530	28.120	30.350	2.750	1.130	0.210
1200	50	83.25	0.035	24.960	29.580		31.080	4.610	78.040	27.230	29.530	2.640	1.070	0.200
1200	100	94.74	0.035	24.960	29.850			4.880	85.510	28.040	30.500	2.800	1.110	0.200
1220	50	83.25	0.035	24.970	29.560		31.060	4.590	72.140	27.210	29.710	2.430	1.150	0.230
1220	100	94.74	0.035	24.970	29.830			4.860	79.620	28.020	30.680	2.600	1.190	0.230
1240	50	83.25	0.035	24.800	29.540		31.040	4.740	69.890	27.120	29.890	2.340	1.190	0.240
1240	100	94.74	0.035	24.800	29.810			5.020	77.360	27.940	30.870	2.510	1.220	0.240
1260	50	83.25	0.035	24.610	29.520		31.020	4.910	66.690	27.060	29.970	2.230	1.250	0.250
1260	100	94.74	0.035	24.610	29.790			5.180	74.180	27.880	30.950	2.400	1.280	0.250

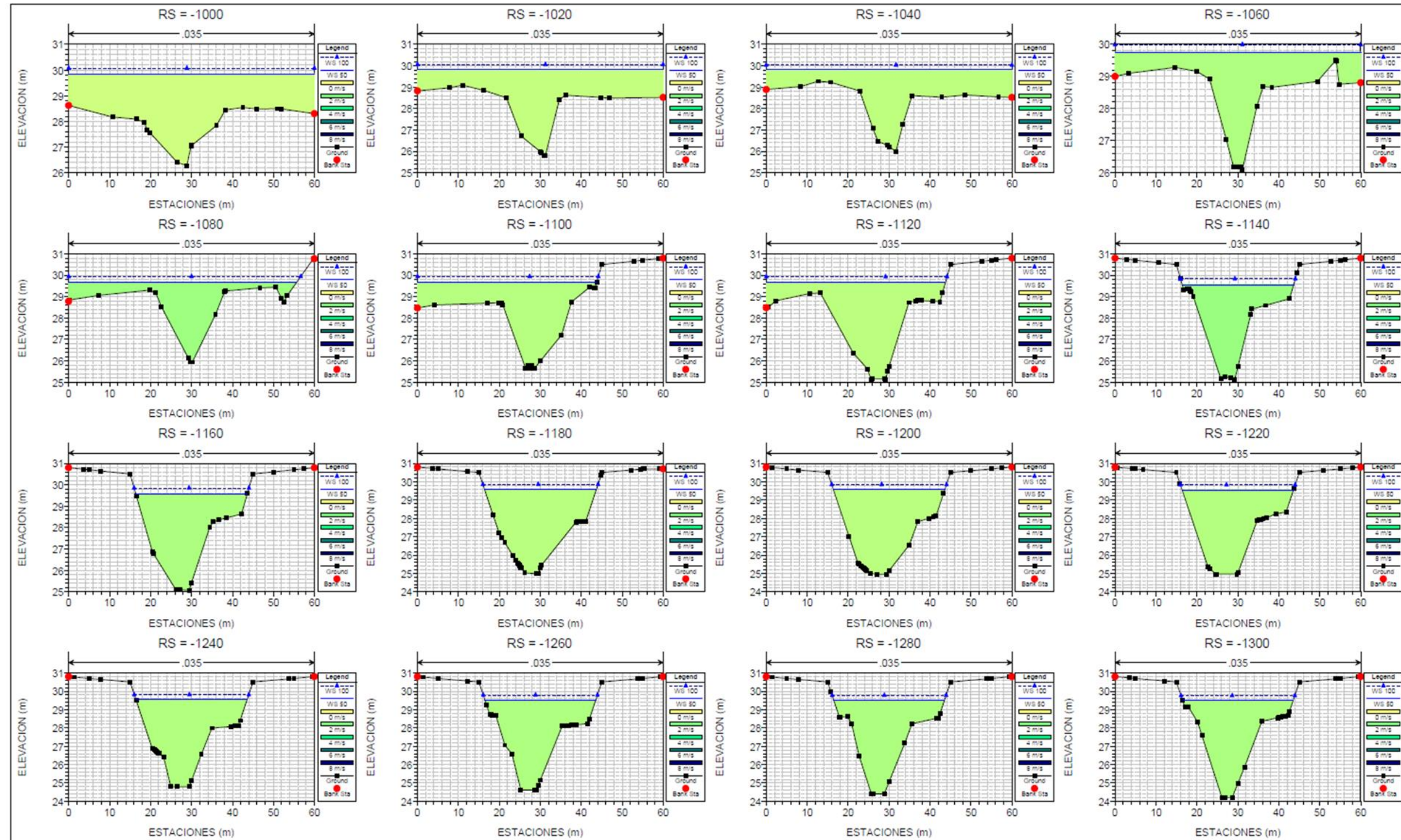


SECCION NATURAL Y ZONA DE PROTECCION – QUEBRADA MOJICA PARA 50 Y 100 AÑOS

RESULTADOS QUEBRADA MOJICA														
Estaciones	Tiempo de Retorno	Q	COEF DE MANNING	ELEVACIONES				CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DE LA SECCION						
				EL FDO	EL N.A.M.E	EL CRIT	NMT	y _{max}	AM	T	PM	RH	VMAX	N Froude
		(m3/s)		(m)	(m)	(m)	(m)	(m2)	(m)	(m)	(m)	(m/s)		
1280	50	83.25	0.035	24.410	29.500		31.000	5.090	65.250	27.010	30.010	2.170	1.280	0.260
1280	100	94.74	0.035	24.410	29.780			5.370	72.740	27.830	31.000	2.350	1.300	0.260
1300	50	83.25	0.035	24.210	29.490		30.990	5.280	64.610	26.960	29.860	2.160	1.290	0.270
1300	100	94.74	0.035	24.210	29.760			5.550	72.120	27.790	30.850	2.340	1.310	0.260
1320	50	83.25	0.035	24.000	29.470		30.970	5.460	63.280	26.910	29.980	2.110	1.320	0.270
1320	100	94.74	0.035	24.000	29.740			5.740	70.810	27.730	30.970	2.290	1.340	0.270
1340	50	83.25	0.035	23.800	29.460		30.960	5.660	66.850	26.880	30.180	2.210	1.250	0.250
1340	100	94.74	0.035	23.800	29.740			5.930	74.390	27.710	31.180	2.390	1.270	0.250
1360	50	83.25	0.035	23.600	29.450		30.950	5.850	68.600	26.850	30.210	2.270	1.210	0.240
1360	100	94.74	0.035	23.600	29.730			6.120	76.150	27.680	31.210	2.440	1.240	0.240
1380	50	83.25	0.035	23.400	29.440		30.940	6.040	70.300	26.820	30.410	2.310	1.180	0.230
1380	100	94.74	0.035	23.400	29.720			6.320	77.850	27.660	31.410	2.480	1.220	0.230
1400	50	83.25	0.035	23.200	29.430		30.930	6.230	72.550	26.800	30.710	2.360	1.150	0.220
1400	100	94.74	0.035	23.200	29.710			6.510	80.100	27.630	31.710	2.530	1.180	0.220
1420	50	83.25	0.035	23.220	29.420		30.920	6.200	71.990	23.200	26.860	2.680	1.160	0.210
1420	100	94.74	0.035	23.220	29.700			6.480	79.400	27.600	31.430	2.530	1.190	0.220
1440	50	83.25	0.035	23.170	29.430		30.930	6.260	88.010	25.290	28.650	3.070	0.950	0.160
1440	100	94.74	0.035	23.170	29.710			6.540	95.280	27.620	31.100	3.060	0.990	0.170
1460	50	83.25	0.035	23.060	29.430		30.930	6.370	85.830	23.460	27.090	3.170	0.970	0.160
1460	100	94.74	0.035	23.060	29.700			6.640	92.400	24.480	28.250	3.270	1.030	0.170
1480	50	83.25	0.035	22.910	29.280		30.780	6.370	45.570	16.640	22.560	2.020	1.830	0.350
1480	100	94.74	0.035	22.910	29.550			6.640	50.270	19.200	25.210	1.990	1.880	0.370

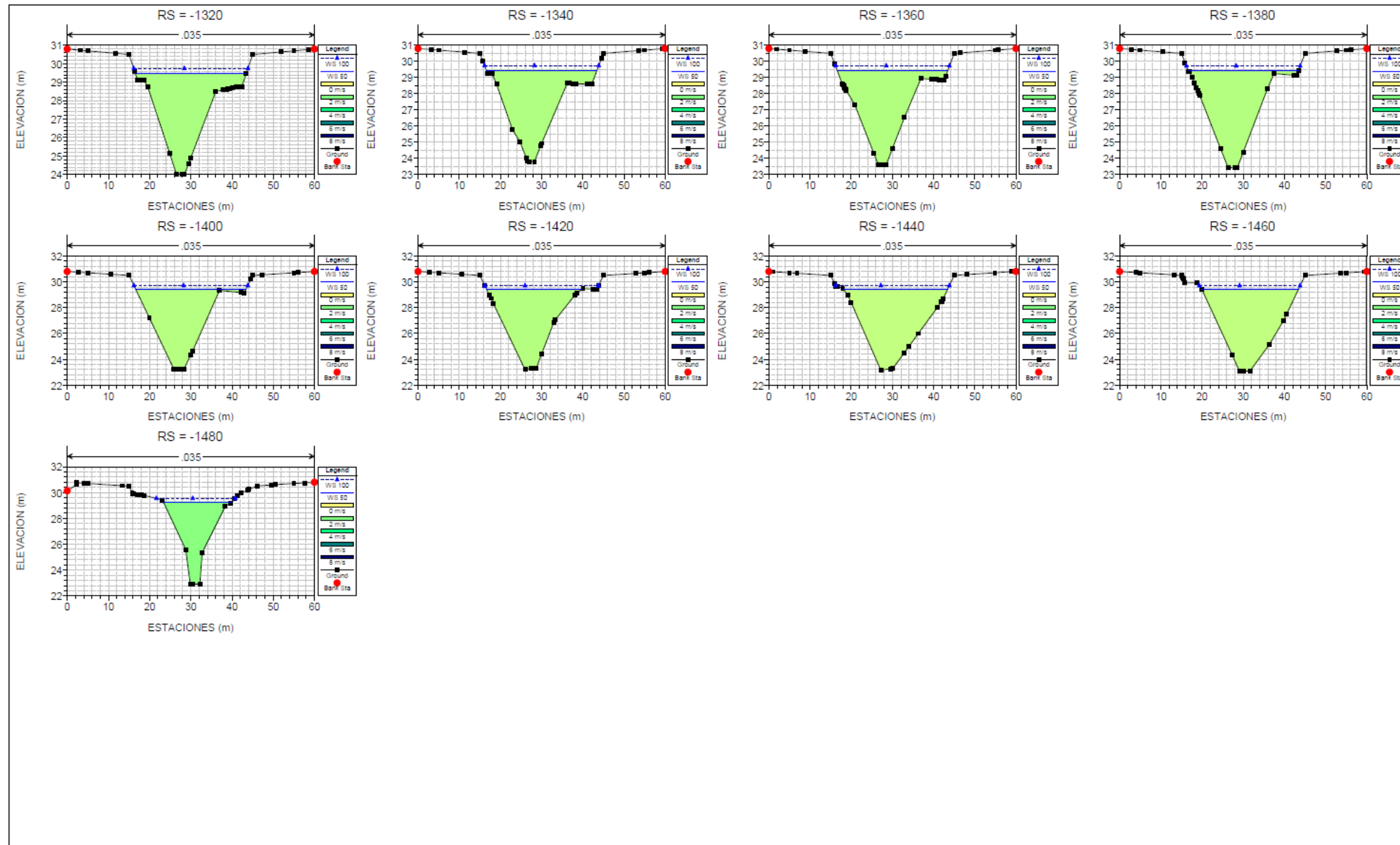


SECCION NATURAL Y ZONA DE PROTECCION – QUEBRADA MOJICA PARA 50 Y 100 AÑOS





SECCION NATURAL Y ZONA DE PROTECCION – QUEBRADA MOJICA PARA 50 Y 100 AÑOS





6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El modelo HEC-RAS simula adecuadamente el tránsito del caudal de diseño correspondiente al periodo de retorno de 50 y 100 años.

Los niveles de crecida para un periodo de retorno de 50 años del Rio San Bernandino afectan la sección natural y áreas colindante a la Quebrada Mojica, para protección del desarrollo urbanística se recomienda una zona de protección para no afectar el curso natural de las aguas y evitar que la crecida no afecte los taludes del relleno de la terracería del desarrollo con la erosión.

Las secciones naturales del Rio San Bernandino y Quebrada Mojica se mantendrán en su condición existente y los niveles de terracería mínimos seguros estarán a 1.50m y la zona de protección a 1.00m del nivel de agua máximo extraordinario para un periodo de retorno de 1 en 50 años con el fin de asegurar que no ocurra desbordamiento.



7. ANEXO

- 7.1. Planta General
- 7.2. Planta de área drenaje
- 7.3. Plano – Perfil rio San Bernardino
- 7.4. Plano – Perfil quebrada Mojica
- 7.5. Secciones rio San Bernardino
- 7.6. Secciones quebrada Mojica