

## TABLA DE CONTENIDO

Pg

<b>1. OBJETIVOS.....</b>	<b>1</b>
<b>2. METODOLOGÍA Y CONTENIDO DEL ESTUDIO.....</b>	<b>4</b>
2.1 Exploración preliminar de campo, situación actual.....	4
2.2 Recopilación de Información básica secundaria.....	4
2.3 Información básica primaria y caracterización de parámetros.....	5
2.4 Hidrología y análisis hidráulico.....	6
<b>3. LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EN ESTUDIO...</b>	<b>7</b>
3.1 Descripción física de la cuenca del río Cañaveralejo.....	7
3.2 Descripción Climática General de la Zona.....	8
<b>4. INFORMACIÓN BÁSICA.....</b>	<b>12</b>
4.1 Cartografía.....	12
4.2 Fotografías aéreas.....	12
4.3 Hidrometeorología.....	13
4.4 Estudios anteriores.....	13
<b>5. ANALISIS HIDROLOGICO CAUDALES MAXIMOS.....</b>	<b>16</b>
5.1 Método estadístico-probabilístico.....	16
<b>6. ANALISIS HIDRAULICO.....</b>	<b>21</b>
<b>7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>26</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>TITULO</b>	<b>Pg.</b>
Nº		
1.1	Localización general del área del estudio, fuente Google Earth.....	2
1.2	Localización del tramo del río Cañaveralejo en estudio (fuente Google Earth).....	3
4.1	Cuenca del río Cañaveralejo.....	15
5.1	Cuenca de frecuencia caudales máximos instantáneos (1995-2009)- Estación Cañaveralejo el Jardín.....	20
6.1	Perfil hidráulico del río Cañaveralejo.....	24
6.2	Sección transversal río Cañaveralejo en puente calle 9.....	25

## LISTA DE CUADROS

CUADRO Nº	TITULO	Pg.
4.1	características y localización de las estaciones hidrometeorológicas utilizadas.....	14
4.2	Registros históricos de precipitaciones máximas en 24 horas- Estación Cañaveralejo el Jardín.....	17
5.1	Registros históricos de caudales máximos instantáneos –Río Meléndez Estación Calle 5.....	19
5.2	Caudales máximos instantáneos ( $m^3/s$ ).....	19

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

FOTO N°	TITULO	Pg.
3.1	Vista del río Cañaveralejo en su cruce con la carrera 50, se observa material flotante atrapado en las vigas del puente.....	9
3.2	Vista de la palizada retenida por los puentes de la calle 9 durante la creciente del 22 de abril de 2011.....	10
3.3	Vista del canal Cañaveralejo hacia aguas abajo desde la calle 9, se observa la presencia de hormigueros que pueden ayudar al daño de las losas.....	10
3.4	Vista del canal Cañaveralejo hacia aguas abajo en el puente de la calle 9.....	11
3.5	Vista del canal Cañaveralejo hacia aguas abajo en el puente de la calle 9.....	11

**ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDRAULICO RIO CAÑAVERALEJO ENTRE  
SU CRUCE CON LA VIA A LA SIRENA Y SU ENTREGA AL CANAL  
INTERCEPTOR SUR**

**1. OBJETIVOS**

El objeto de este estudio es realizar el análisis hidrológico e hidráulico del cauce del río Cañaveralejo entre su cruce con la vía a La Sirena y su entrega al canal interceptor Sur, esto con el propósito de dar insumos básicos para el diseño de obras de control de inundaciones en dicho tramo. En la figura 1-1 se indica la localización aproximada del tramo en estudio.

Estas actividades se realizarán mediante la exploración preliminar de campo, la recopilación de información, para acceder a los estudios básicos que permitan analizar el comportamiento hidráulico del río en el tramo en estudio.

Este proceso de estudios y diseños involucran el tramo del río Cañaveralejo en una longitud aproximada de 6900m.

ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDRAULICO DEL RIO LILI ENTRE SU CRUCE CON LA VIA A LA SIRENA Y SU ENTREGA AL CANAL INTERCEPTOR SUR



**Figura 1-1-** Localización general del área del estudio, fuente Google Earth

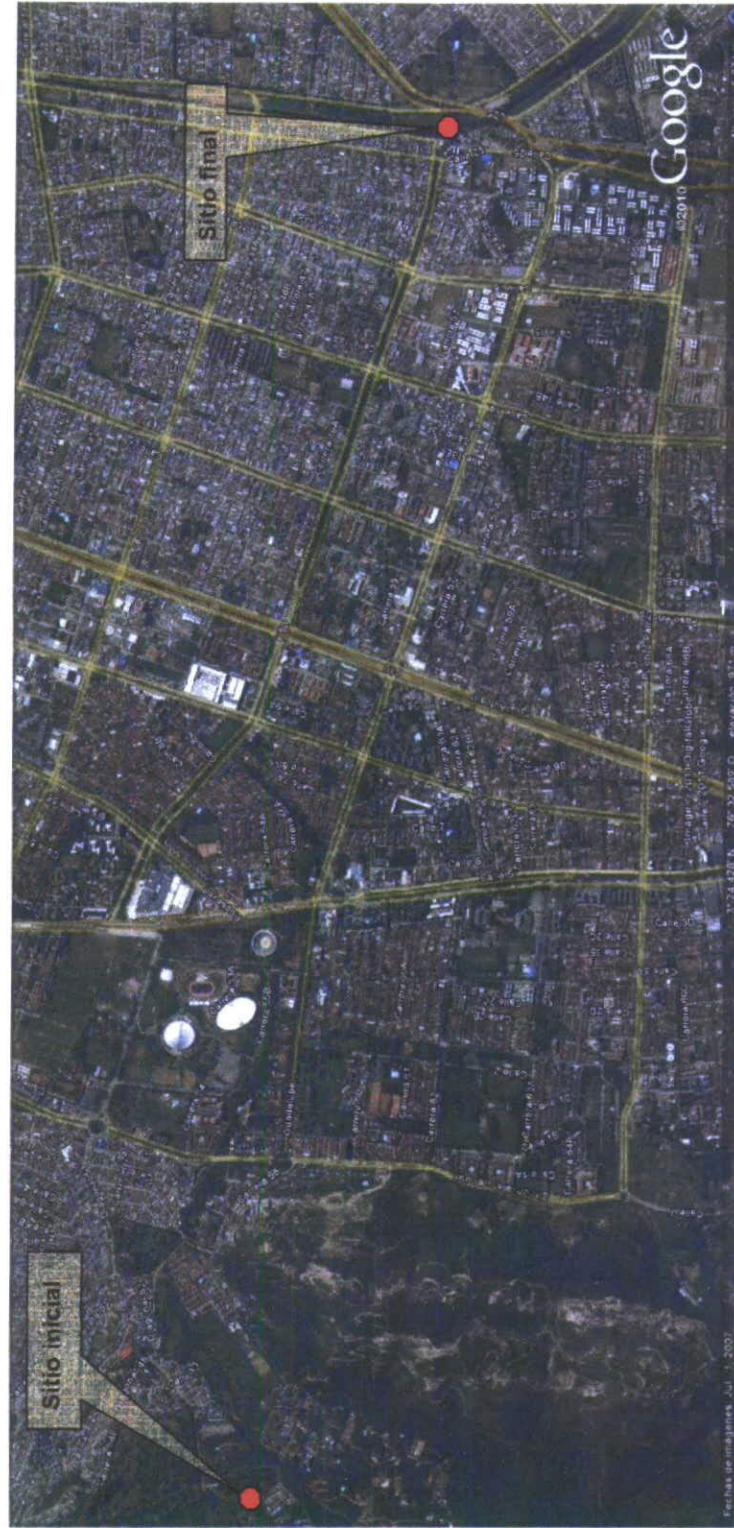


Figura 1-2- Localización del tramo del río Cañaveralejo en estudio (fuente Google Earth)

## **2. METODOLOGÍA Y CONTENIDO DEL ESTUDIO**

### **2.1 Exploración preliminar de campo, situación actual.**

Corresponde a una serie de visitas de reconocimiento detallado en las que se verifican las condiciones locales, el funcionamiento de las obras actuales, el estado de los cauces y de los corredores identificados, de los canales y obras de infraestructura del entorno, y en general, todo lo que tiene que ver con el estado actual del terreno y con la proyección preliminar de las posibles alternativas de las soluciones de recuperación de la sección hidráulica del cauce del río Cañaveralejo en el tramo en estudio.

### **2.2 Recopilación de Información básica secundaria.**

Consiste en las actividades tendientes a recopilar, clasificar, analizar e interpretar la información existente, y los proyectos o acciones que se hayan identificado a futuro, teniendo en cuenta los lineamientos, conceptos e interdependencias de entidades oficiales y de los otros usuarios y vecinos, sobre todo del entorno cercano a las cuencas de influencia directa y a los corredores que se identifiquen.

Se coordina la obtención por parte del contratante de toda la información y se participa en la definición de criterios, solicitudes específicas, y reuniones de coordinación y se realiza la interpretación de la mencionada información.

Se consultaron, entre otros, los siguientes documentos:

- Software de aplicación HEC-RAS. Sistema de análisis de ríos y planicies de inundación. Elaborado por el Centro de Ingeniería Hidrológico – Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos – Versión 4.0 para Windows, 2008.
- Manual de hidráulica – H.W. King y E.F. Brater – 1962.
- Hidrología Sección 4. SCS National Engineering Handbook
- Hidrología aplicada. Ven Te Chow; David R. Maidment; Larry W Mays, Mc Graw Hill 1993.
- Hidrología para Ingenieros. Linsley – Kohler – Paulus. Mc Graw Hill 1988.
- Hidráulica de canales abiertos. Ven Te Chow. Editorial Diana, 1982.
- Reglamento técnico del sector agua potable y saneamiento básico, RAS 2000.
- Normas de alcantarillado para la ciudad de Cali, Emcali 1997.

### **2.3 Información básica primaria y caracterización de parámetros.**

Consiste en la revisión de toda la información básica primaria, que es aquella que ha sido tomada recientemente o que está siendo tomada específicamente para este proyecto, como lo es la topografía con secciones transversales, del tramo del río Cañaveralejo.

La caracterización de parámetros se deriva a partir de la interpretación y análisis de la información básica primaria y secundaria, consiste en la visualización de los índices y variables que correlacionan la información básica con los estudios técnicos y sus proyecciones. Se basa en el reconocimiento y evaluación de los cauces y del área de interés, de la infraestructura existente y de las variables que inciden en la estabilidad del sistema de drenaje y su entorno.

## 2.4 Hidrología y análisis hidráulico

Consiste en la evaluación hidrológica de la cuenca para definir los caudales esperados en función de tiempos de retorno, que permitan la identificación de los niveles de creciente.

### **3. LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EN ESTUDIO**

El área en estudio está ubicada al Sur-Occidente del municipio de Santiago de Cali.

El área específica del proyecto comprende la cuenca del río Cañaveralejo, hasta su cruce con la vía Panamericana.

A continuación se describen las características principales de esta cuenca.

#### **3.1 Descripción física de la cuenca del río Cañaveralejo**

La cuenca del río Cañaveralejo está localizada al sur-occidente del municipio de Santiago de Cali, departamento del Valle de Cauca, en la vertiente Oriental de la cordillera Occidental de Colombia. Presenta una forma alargada en sentido Oriente - Occidente, se extiende desde el valle geográfico del río Cauca hasta las estribaciones del Parque Natural Nacional "Los Farallones". Limita al norte con la cuenca del río Cali y al sur con la cuenca del río Meléndez. Entrega sus aguas al canal denominado Interceptor Sur.

El río Cañaveralejo tiene su nacimiento a 1.900 m.s.n.m, corre en dirección oeste-este hasta su entrega en el canal interceptor Sur.

Hasta la estación El Jardín, el río Cañaveralejo tiene una longitud de 5.44Km, cubriendo un área de 11.5 Km<sup>2</sup> y con un perímetro de 15.38Km, siendo una cuenca de forma oval redonda, con una alta susceptibilidad a las

crecientes. El caudal del río Cañaveralejo, en la temporada de bajo régimen pluviométrico, presenta un promedio 50lps. Siendo los meses de septiembre y octubre los más secos.

La altura media de una cuenca tiene gran influencia sobre el régimen de precipitación, y por ende, en el hidrológico. Las cantidades y distribución de las lluvias se encuentran altamente relacionadas con el factor fisiográfico y con el régimen de vientos predominantes de una región. En consecuencia, la elevación media y la variación latitudinal de una cuenca como elementos fisiográficos, inciden directamente en la distribución térmica y el régimen hidrológico de la misma.

En gran parte de su recorrido el río Cañaveralejo es un cauce urbano que a partir de la avenida de Los Cerros está completamente canalizado y ha ocasionado con anterioridad inundaciones principalmente en su cruce con la calle 9.

### **3.2 Descripción Climática General de la Zona**

Por su ubicación latitudinal, entre 3 y 4 grados de Latitud Norte, los valores medios de algunas variables meteorológicas como la temperatura, la presión atmosférica y la humedad relativa, son muy estables a lo largo del año; siendo en cambio importantes sus oscilaciones diarias así como la función de la altura sobre el nivel del mar.

Las estaciones de verano e invierno están definidas por la magnitud de las lluvias, por lo tanto, no existen aquí estaciones de origen térmico como en las latitudes media y alta, sino que la región disfruta de un clima tropical

húmedo influenciado en forma local por la Cordillera de los Andes y el Océano Pacífico.

También debido a su localización ecuatorial, los vientos son en general muy débiles, determinados por las circulaciones del valle- montaña. El parámetro climático más variable y por lo tanto de mayor importancia en el área es la precipitación y después la temperatura por su variación a lo largo del día.



**Fotografía 3-1** Vista del río Cañaveralejo en su cruce con la carrera 50, se observa material flotante atrapado en las vigas del puente.

ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDRAULICO DEL RIO LILI ENTRE SU CRUCE CON LA VIA A LA SIRENA Y SU ENTREGA AL CANAL INTERCEPTOR SUR



**Fotografía 3-2** Vista de la palizada retenida por los puentes de la calle 9 durante la creciente del 22 de abril de 2011



**Fotografía 3-3** Vista del canal Cañaveralejo hacia aguas abajo desde la calle 9, se observa la presencia de hormigueros que pueden ayudar al daño de las losas



**Fotografías 3-4 y 3-5** Vista del canal Cañaveralejo hacia aguas abajo en el puente de la calle 9, en condiciones normales y el día 22 de abril de 2011

## 4. INFORMACIÓN BÁSICA

Durante la actividad relacionada con la recolección y análisis de información se consultaron varios aspectos importantes para el desarrollo del trabajo: Cartografía, topografía, fotografías aéreas, informes de estudios anteriores e Hidroclimatología :

### 4.1 Cartografía

En este aspecto se contó con la información siguiente:

- Cartografía con información general IGAC (1986) escala 1:25000 digitalizados por la CVC, de la cuenca del río Lili.
- Cartografía escala 1:10000 del IGAC
- Cartografía digital del municipio de Cali

En la figura 4-1 se indican las cuencas del río Cañaveralejo. Estas cuencas fueron tomadas a partir de la cartografía digital del municipio de Cali, de donde se tomó el área de las cuencas, así como los datos para obtener la longitud y la pendiente de cada uno de los cauces.

### 4.2 Fotografías aéreas

- Vuelo IGAC R-373 de 1957
- Vuelo FAL 407 del 21 de julio de 1998, escala 1:31350
- Vuelo IGAC C-2062 de 1982, escala 1:42000

#### **4.3 Hidrometeorología**

La información meteorológica usada se obtuvo de estaciones actualmente operadas por la CVC. Las cuales son, estaciones pluviométricas Las Brisas, El Descanso, Cañaverlajeo y El Faro localizadas en la cuenca del río Cañaveralejo y la estación limnigráfica El Jardín localizada en el mismo río. En el cuadro 4-1 se indican las principales características de estas estaciones.

#### **4.4 Estudios Anteriores**

Para este estudio se utilizó la información contenida en los siguientes estudios:

- ◆ Caracterización fisiográfica – Dirección regional sur-occidente, elaborado para la CVC por la ingeniera Adriana María Erazo Ch., 1996.
- ◆ Sistema de información geográfica de la unidad de manejo de cuenca Cali-Meléndez-Pance-Aguacatal, elaborado por la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, para la CVC en 2000.
- ◆ Regionalización de Caudales Máximos, elaborado para la CVC por la ingeniera Adriana María Erazo Ch., agosto de 1999.

Cuadro 4-1

## CARACTERISTICAS Y LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES HIDROMETEOREOLOGICAS UTILIZADAS

ESTACION	CLASE	SUBCUENCA	MUNICIPIO	LATITUD	LONGITUD	NORTE	ESTE	ALTITUD	FEI	FES	ENTIDAD
EL FARO	PM	CAÑAVERALEJO	CALI	3.25	76.36			1616	6901		CVC
EL DESCANSO	PM	CAÑAVERALEJO	CALI	3.24	76.35			1172	6902		CVC
LAS BRISAS	PM	CANAVERALEJO	CALI	3.24	76.36			1228	6902		CVC
CAÑAVERALEJO	PM	CANAVERALEJO	CALI			868,851.94	1,056,221.32	1056	6802		CVC
EL JARDIN	LG	CAÑAVERALEJO	CALI			868,869.98	1,056,222.62	1002	7404		CVC

FEI=FECHA INSTALACION

FES=FECHA SUSPENSION

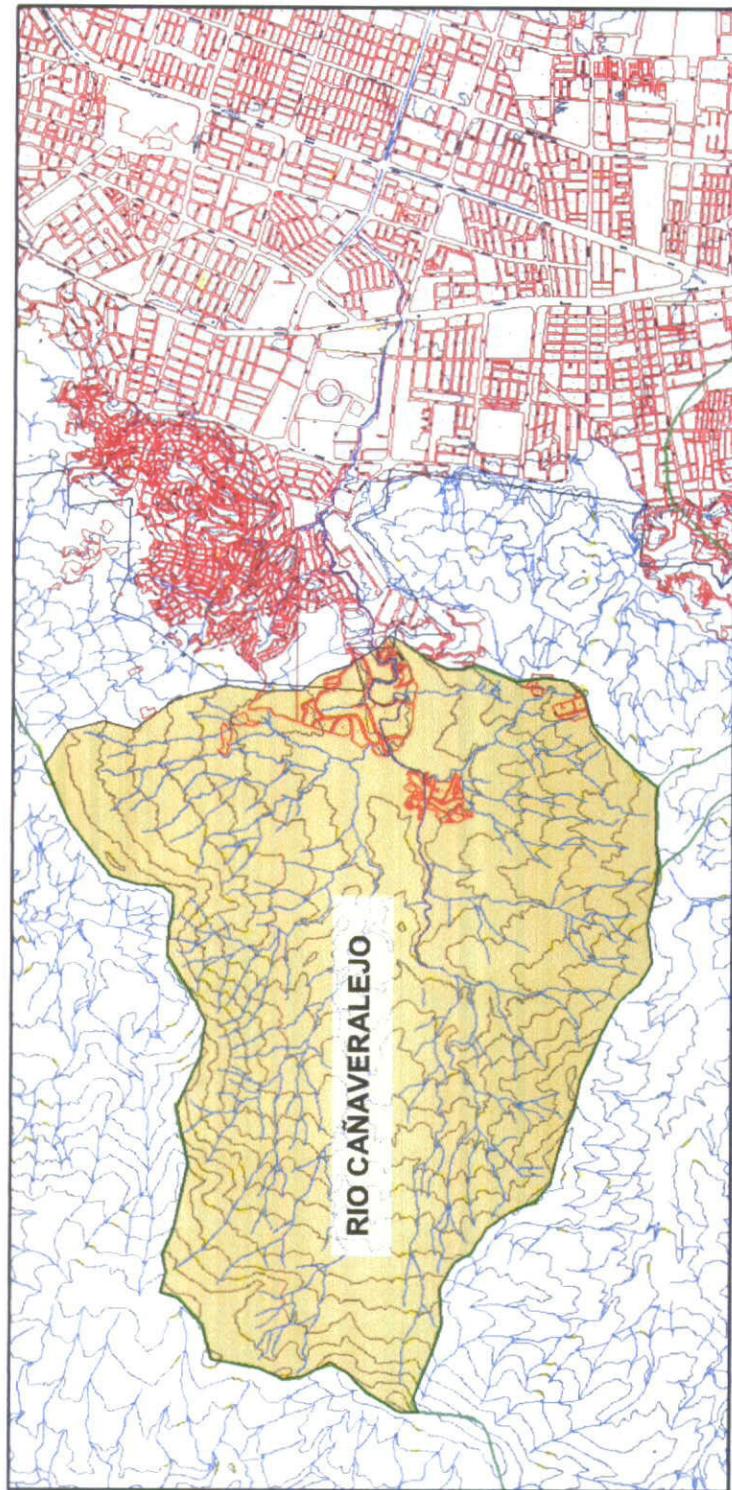


Figura 4-1 Cuenca del río Cañaveralejo

## 5. ANALISIS HIDROLOGICO CAUDALES MAXIMOS

Debido a la longitud de 36 años de registros de caudales en el río Cañaveralejo en la estación El Jardín (1974-2009), se consideró conveniente realizar el análisis de caudales máximos por método estadístico probabilístico, el cual se describe a continuación.

### 5.1 Método estadístico-probabilístico

Debido a la existencia de serie de caudales máximos mensuales para el período 1974-2009, se realizará con esta información el análisis estadístico-probabilístico de los caudales máximos. En el cuadro 5-1 se muestran los registros disponibles.

Este método considera que un conjunto de datos hidrológicos pertenecientes a la misma población hidrológica pueden ser analizados mediante métodos matemáticos basados en la teoría de las probabilidades.

ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDRAULICO DEL RIO LILI ENTRE SU CRUCE CON LA VIA A LA SIRENA Y SU  
ENTREGA AL CANAL INTERCEPTOR SUR

Cuadro 5-1

**Estación Cañaveralejo El Jardín**  
**Registros Históricos de Caudales Máximos Instantáneos**

AÑO	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)
1974	22.10
1975	34.10
1976	78.76
1977	16.34
1978	38.40
1979	26.86
1980	16.27
1981	39.10
1982	18.06
1983	19.94
1984	12.40
1985	23.60
1986	58.00
1987	42.56
1988	18.36
1989	29.13
1990	28.43
1991	5.48
1992	6.20
1993	9.00
1994	20.70
1995	7.58
1996	19.46
1997	13.41
1998	15.18
1999	26.92
2000	77.90
2001	5.68
2002	4.20
2003	7.48
2004	1.56
2005	22.48
2006	43.70
2007	14.51
2008	33.45
2009	33.45

Por lo anterior las crecientes del río Cañaveralejo se definirán en términos de probabilidad de ocurrencia, comúnmente denominada frecuencia o período de retorno. Para el análisis de dichos eventos la hidrología emplea métodos estadísticos que proporcionan soluciones aceptables, dependiendo su precisión de la longitud del registro y de la calidad y cantidad de los datos disponibles.

La ecuación general del análisis de frecuencias de eventos extremos en hidrología tiene la siguiente forma:

$$X = \bar{X} + \Delta X$$

Es decir que el evento  $X$ , correspondiente a una determinada frecuencia dentro de una serie de datos históricos, va a estar representado por el valor medio aritmético ( $\bar{X}$ ) de los datos de la muestra y por una desviación respecto a éste valor medio ( $\Delta X$ ) que depende de la dispersión característica de los datos analizados, de la propia frecuencia y de los parámetros estadísticos que definen la distribución adoptada.

Las diversas metodologías existentes para el análisis de frecuencias expresan la ecuación anotada de la forma siguiente sugerida por Chow:

$$X = \bar{X} + KSx$$

Donde  $K$  es el factor de frecuencia que depende de la frecuencia de recurrencia o período de retorno del evento  $x$  y del tipo de distribución de probabilidades que el método adopte, y  $Sx$  es la desviación típica de la muestra que se puede expresar en la siguiente forma:

ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDRAULICO DEL RIO LILI ENTRE SU CRUCE CON LA VIA A LA SIRENA Y SU ENTREGA AL CANAL INTERCEPTOR SUR

---

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_1^n (x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

donde  $x$  es cada evento de la muestra y  $n$  el número de eventos que ella contiene. El valor de  $\bar{X}$  está dado por:

$$\bar{X} = \frac{\sum_1^n x}{n}$$

En los estudios de frecuencias de caudales el problema principal es la selección del método mas adecuado para el cálculo, puesto que todos los modelos desarrollados presentan sus ventajas y desventajas, en este caso se utilizarán las metodologías de las distribuciones Log Normal II, Pearson tipo III y la distribución de Gumbel o de valores extremos tipo I.

En el cuadro 5-2 y en la figura 5-1 se presentan los resultados de los caudales máximos obtenidos para el río Cañaveralejo en la estación El Jardín.

**Cuadro 5-2**

**Caudales Máximos Instantáneos ( $m^3/s$ )**

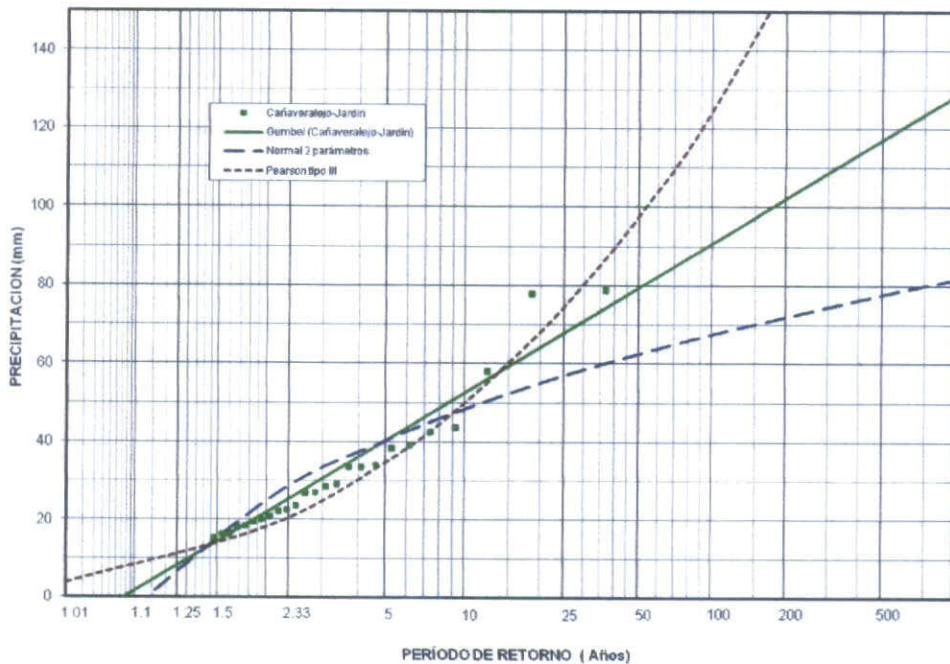
PERIODO DE RETORNO (años)	ESTACION CAÑAVERALEJO EL JARDIN					
	GUMBEL TIPO I	Log Gumbel	Normal 2 param	Log Normal 2	Pearson tipo III	Log Pearson
1.01	-8.95	3.97	-18.16	2.61	3.55	7.03
2.00	21.90	16.28	24.74	18.54	17.96	13.59
5.00	40.35	37.84	40.24	37.65	34.57	29.05
10.00	52.56	66.14	48.34	54.52	49.77	58.21
20.00	64.28	113.01	55.03	74.03	67.98	133.88
25.00	67.99	133.94	56.98	80.93	74.57	180.91
30.00	71.02	153.80	58.51	86.81	80.22	234.32
50.00	79.44	226.08	62.55	104.45	97.47	515.70
100.00	90.80	380.12	67.57	131.40	124.41	1767.52
500.00	117.06	1262.97	77.73	209.10	204.61	69184.12
1000.00	128.35	2116.31	81.64	249.97	247.62	494483.05

ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDRAULICO DEL RIO LILI ENTRE SU CRUCE CON LA VIA A LA SIRENA Y SU ENTREGA AL CANAL INTERCEPTOR SUR

Del análisis de estos resultados, se recomienda la escogencia de los resultados obtenidos con la distribución de Gumbel, la cual como se observa en la figura 5-1, presenta unos valores muy cercanos a los registros y la tendencia para períodos de retorno mayores a 15 años está en el medio de los calculados con los otros métodos.

**Figura 5-1**

Estación Cañaveralijo-El Jardín  
CURVA DE FRECUENCIA CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS (1995-2009)



## 6. ANALISIS HIDRAULICO

Con base a los resultados obtenidos en la evaluación hidrológica y con las secciones obtenidas del levantamiento topográfico, se determinan las principales características del flujo del agua en el río Cañaveralaje.

Para la determinación de los niveles y por consiguiente de la capacidad hidráulica de los puentes se utilizó el modelo de tránsito hidráulico HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center-River Analysis System) versión 4.0.

En este análisis debe tenerse en cuenta todo el entorno del cauce, y este modelo permite analizar detalladamente los componentes responsables del flujo del agua a través de los cauces y simula unas condiciones lo más reales posibles logrando así conocer el efecto de las obras construidas o diseñadas.

Este modelo fue elaborado por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos. Sus principios matemáticos se basan en la ecuación de la energía y en la ecuación del momentum, lo cual permite operar bajo las siguientes condiciones de trabajo (simultáneas o individuales):

- Flujo permanente y gradualmente variado en corrientes naturales o canales artificiales.
- Aplicable a un tramo aislado, a un sistema dendrítico o a una red completa de canales.
- Flujo subcrítico, supercrítico o régimen combinado.
- Basado en la ecuación de energía para flujo a superficie libre, conjuntamente con la ecuación de continuidad.
- Pérdidas locales por expansión y contracción.

- Ecuación de la cantidad de movimiento: utilizada para casos en que se presente flujo rápidamente variado.
- Se puede considerar el efecto de obstrucciones en el flujo.
- Análisis y manejo de planicies de inundación.

Este tipo de software le permite al usuario mantener un manejo gráfico y directo con el programa, facilitando no solamente el manejo operativo, sino sus resultados.

Los datos a ingresar en el programa son:

- Secciones topográficas
- Distancia entre secciones
- Coeficiente de rugosidad
- Definición de las orillas
- Datos de caudales y datos de niveles de control, en el presente caso se consideró flujo subcrítico y como control se utilizó la profundidad normal en el sector aguas abajo del tramo en estudio.
- Datos de estructuras, como vertederos, alcantarillas, puentes, etc..

Los resultados del programa se pueden obtener en forma gráfica y/o tabulada. Ambos resultados pueden ser manipulados por el usuario según la información requerida

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa lo siguiente (ver figuras 6-1 a 6-5):

- Los niveles del agua en el río Cañaveralejo en el tramo comprendido entre su cruce con la autopista Sur y su entrega al canal intreceptor

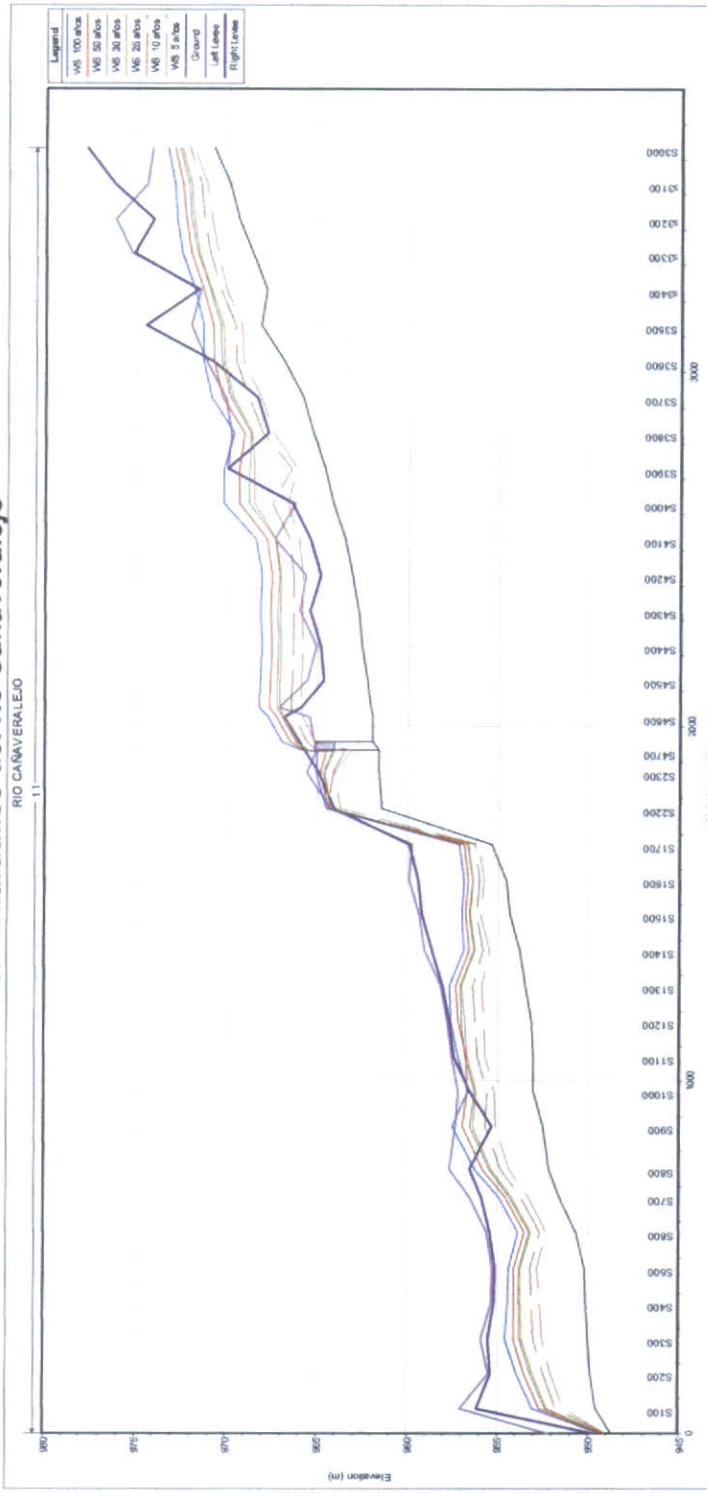
Sur, están afectados por la capacidad de las estructuras de cruce de la calle 13 y la calle 14, presentando desbordamientos en los alrededores de la calle 14 para caudales correspondientes a períodos de retorno superiores a 30 años. el resto del canal en este tramo tiene capacidad para manejar los caudales correspondientes a 100 años que son del orden de 124.41m<sup>3</sup>/s

- En el tramo aguas arriba de la autopista sur, el problema radica en la poca capacidad del puente sobre la calle 9, el cual es el causante de las numerosas inundaciones en el sector, puesto que no tiene capacidad inclusive para manejar libremente los caudales correspondientes a un periodo de retorno de 5 años. Los niveles alcanzados por este caudal unido a la gran cantidad de basura que arrastra el río, ocasionan taponamientos en esta estructura, aumentando los desbordamientos.

En la Figura 6-1 se presenta el perfil del río Cañaveralejo en el tramo comprendido entre la calle 1 y el canal intreceptor Sur y en la figuras 6-2 la sección transversal del puente en la calle 9, que es el sitio más crítico de todo el tramo en estudio.

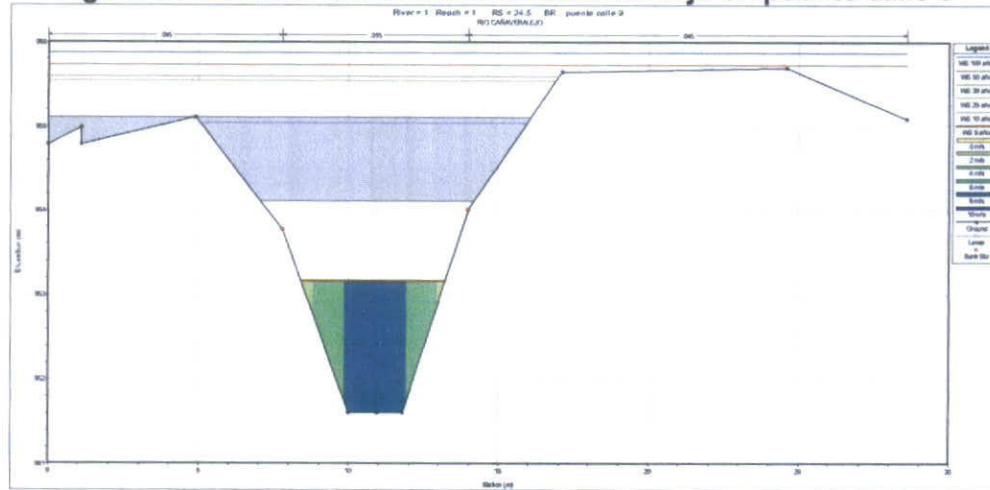
En el anexo hidráulico se presenta la totalidad de los resultados de este análisis.

**Figura 6-1**  
**Perfil hidráulico del río Cañaveralejo**



ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDRAULICO DEL RIO LILI ENTRE SU CRUCE CON LA VIA A LA SIRENA Y SU ENTREGA AL CANAL INTERCEPTOR SUR

Figura 6-2 Sección transversal río Cañaveralejo en puente calle 9



## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo al análisis de la situación actual y los resultados obtenidos, se puede concluir:

- El río Cañaveralejo se encuentra canalizado en el área urbana de la ciudad de Cali, con excepción del tramo ubicado aguas arriba de la avenida de Los Cerros.
- El río solo tiene construidas obras de control de inundaciones en el tramo comprendido entre las calles 1 y 5 y estas funcionan adecuadamente.
- Sin embargo el tramo comprendido entre las calles 5 y 9 está altamente influenciado por el represamiento que causan los puentes sobre la calle 9, los cuales tienen capacidad insuficiente para manejar los caudales y las basuras acarreadas por el río Cañaveralejo, para caudales iguales o superiores a  $34.57\text{m}^3/\text{s}$ , a partir de los cuales se presentan desbordamientos.
- En el tramo aguas debajo de la calle 9, el canal tiene buena capacidad pero es necesario que se haga reparación de losas y se retiren los árboles localizados en su berma, que están causando el deterioro del revestimiento y taponamientos al cauce.
- Las normas del INVIA exigen que para puentes entre 10 y 50 m de luz, el caudal de diseño debe ser el correspondiente a un período de retorno de 1 en 50 años, además debe dejarse un gálibo de al menos 1.0m para permitir el paso del material flotante.

Con base en lo anterior se recomienda:

31

---

ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDRAULICO DEL RIO LILI ENTRE SU CRUCE CON LA VIA A LA SIRENA Y SU  
ENTREGA AL CANAL INTERCEPTOR SUR

---

- Adecuar el funcionamiento del embalse del río Cañaveralejo, colocando en lo posible estructuras de retención de basuras, que impidan que estas lleguen al área urbana.
- Controlar la disposición de basuras en las orillas del río Cañaveralejo y sus afluentes.
- Realizar campañas de mantenimiento de los árboles localizados sobre las márgenes del río Cañaveralejo.
- Realizar una recuperación de la cuenca del río Cañaveralejo.
- Ampliar la capacidad hidráulica de los puentes de la calle 9, bien sea subiendo los puentes o bajando el fondo del canal, el cual tiene una gran caída en el tramo comprendido entre la autopista sur y la calle 9,



**GUSTAVO ADOLFO BARRIENTOS PEÑA**

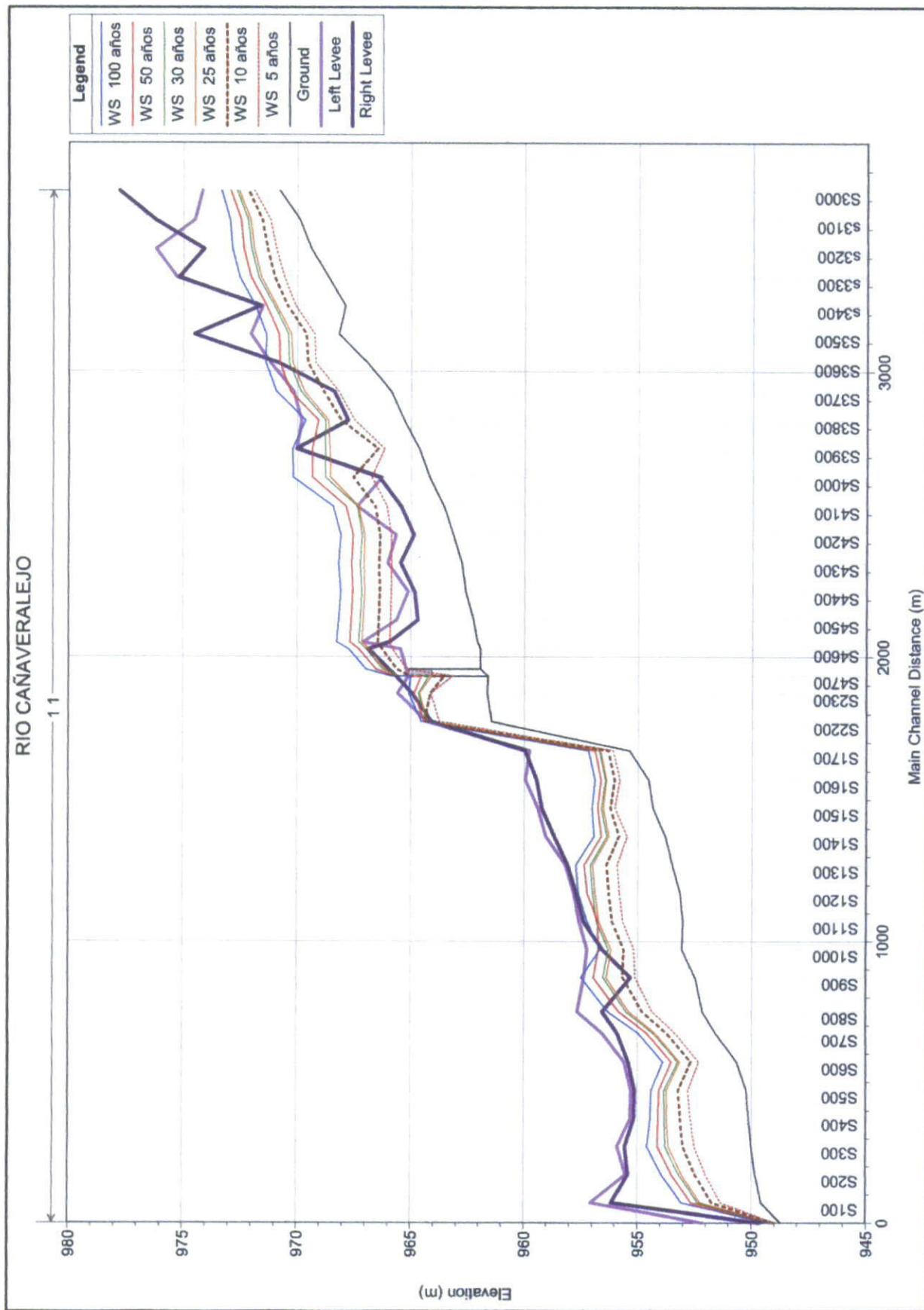
Ingeniero Civil - M. en I, Hidráulica

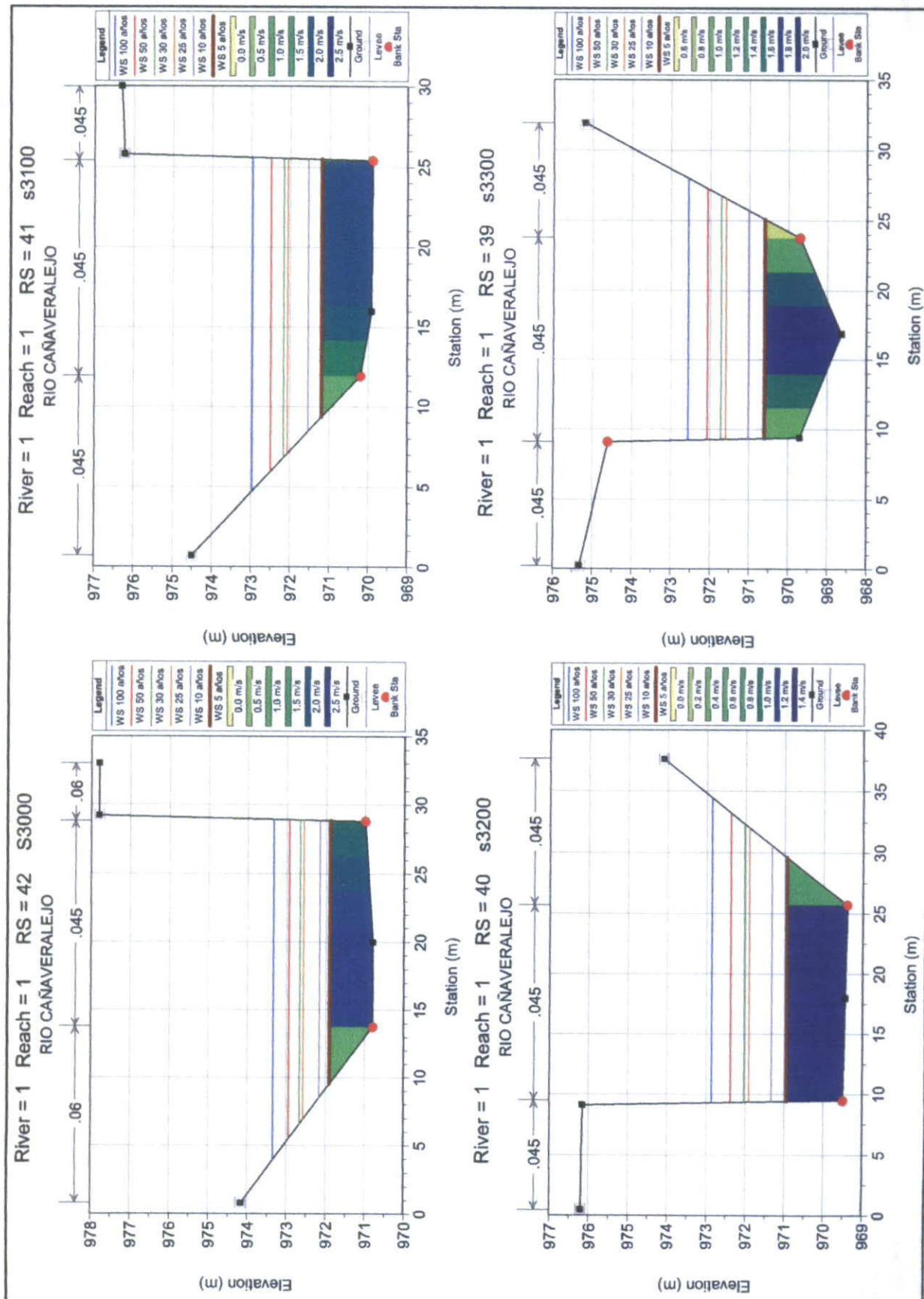
Matrícula 25202-25141

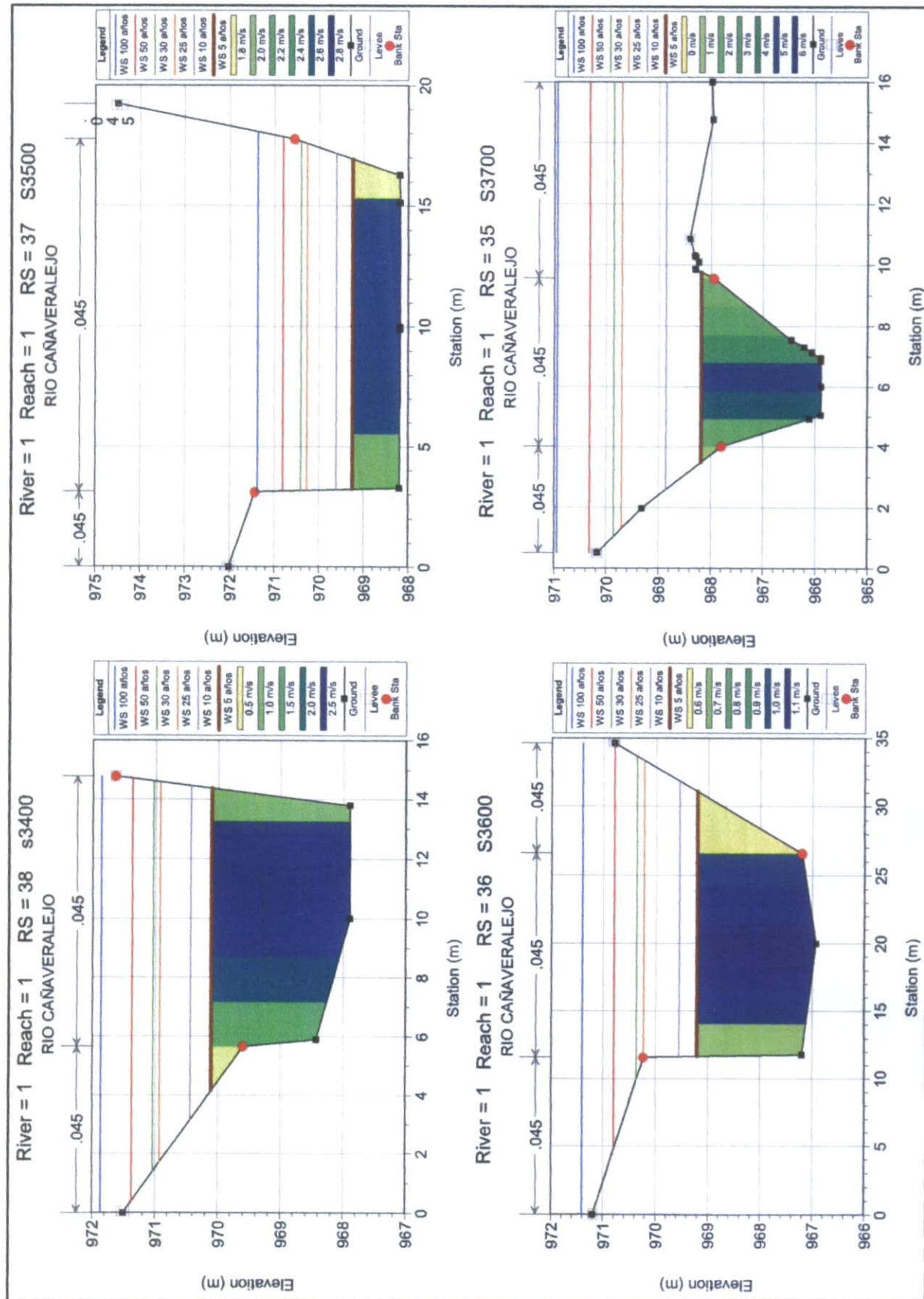
Cali, junio 10 de 2011

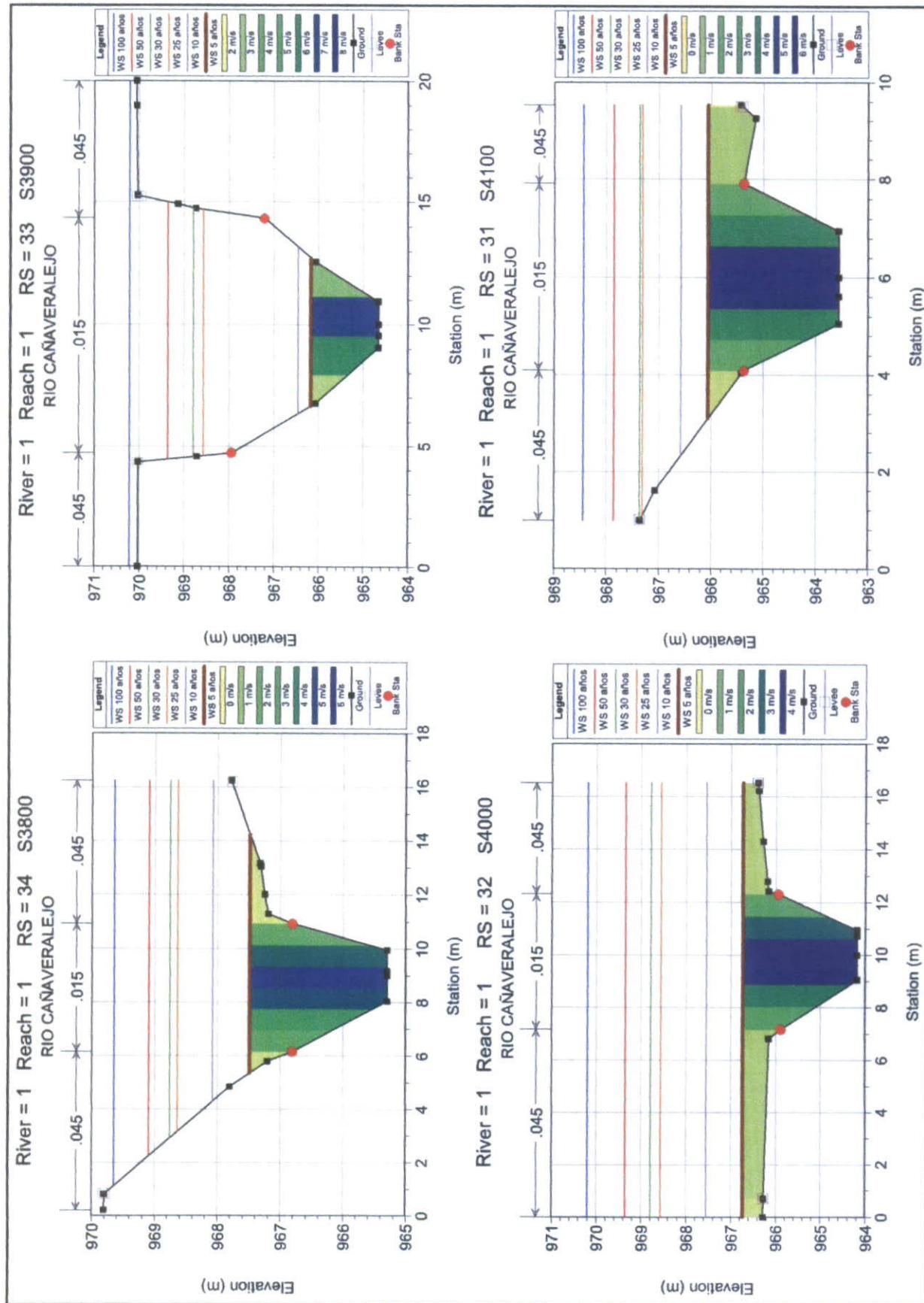
## **ANEXO**

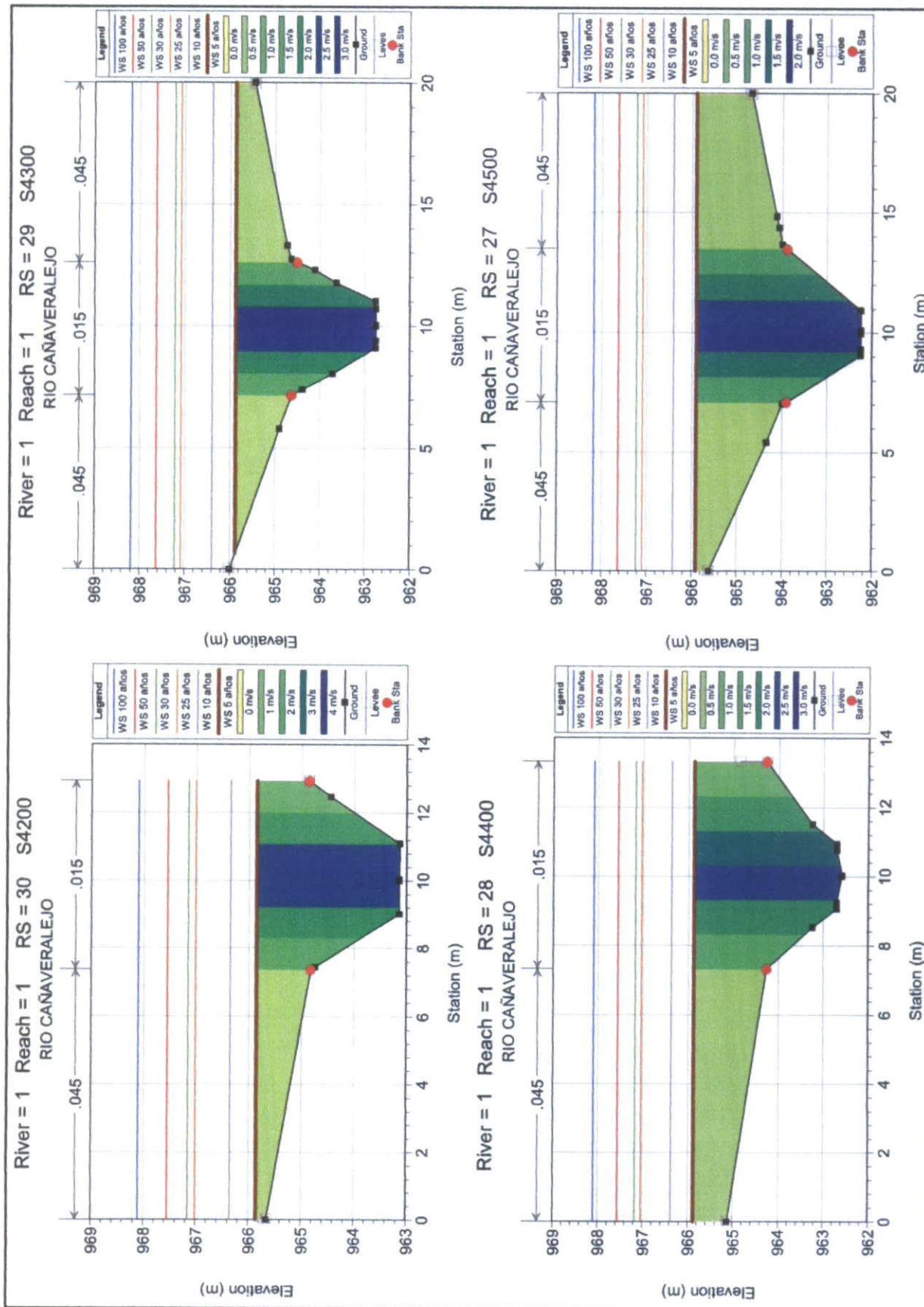
### **TRANSITO HIDRAULICO**

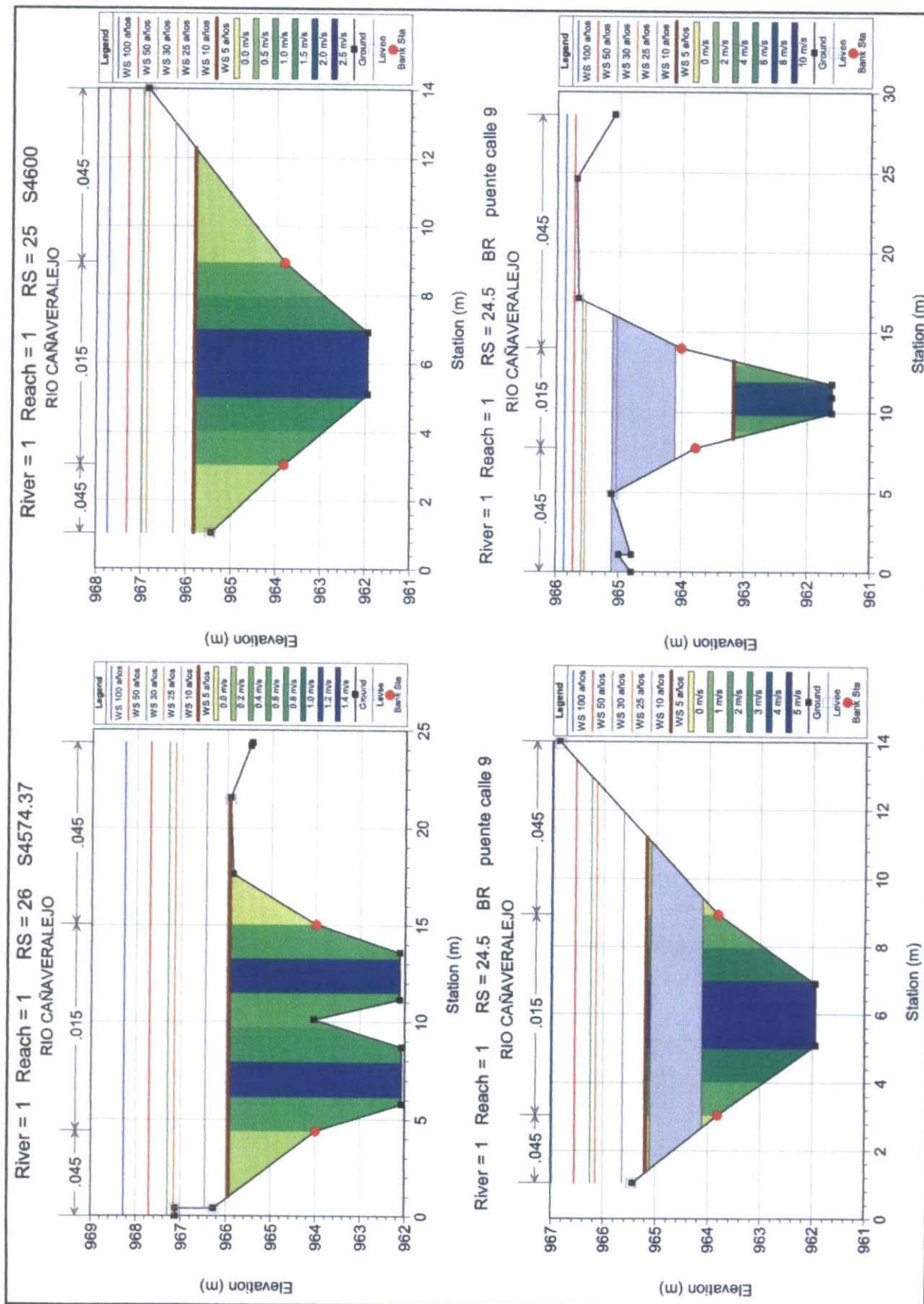


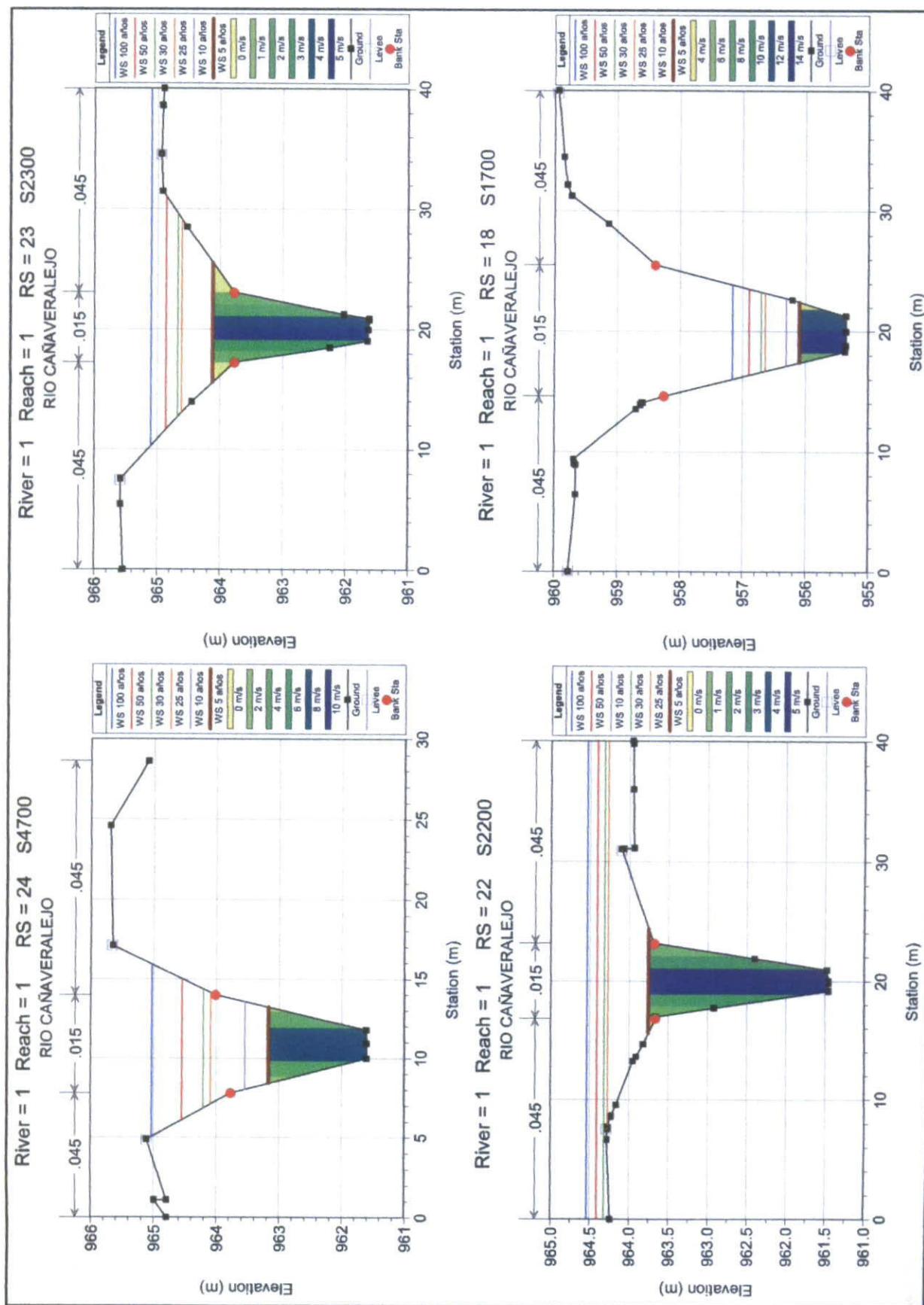


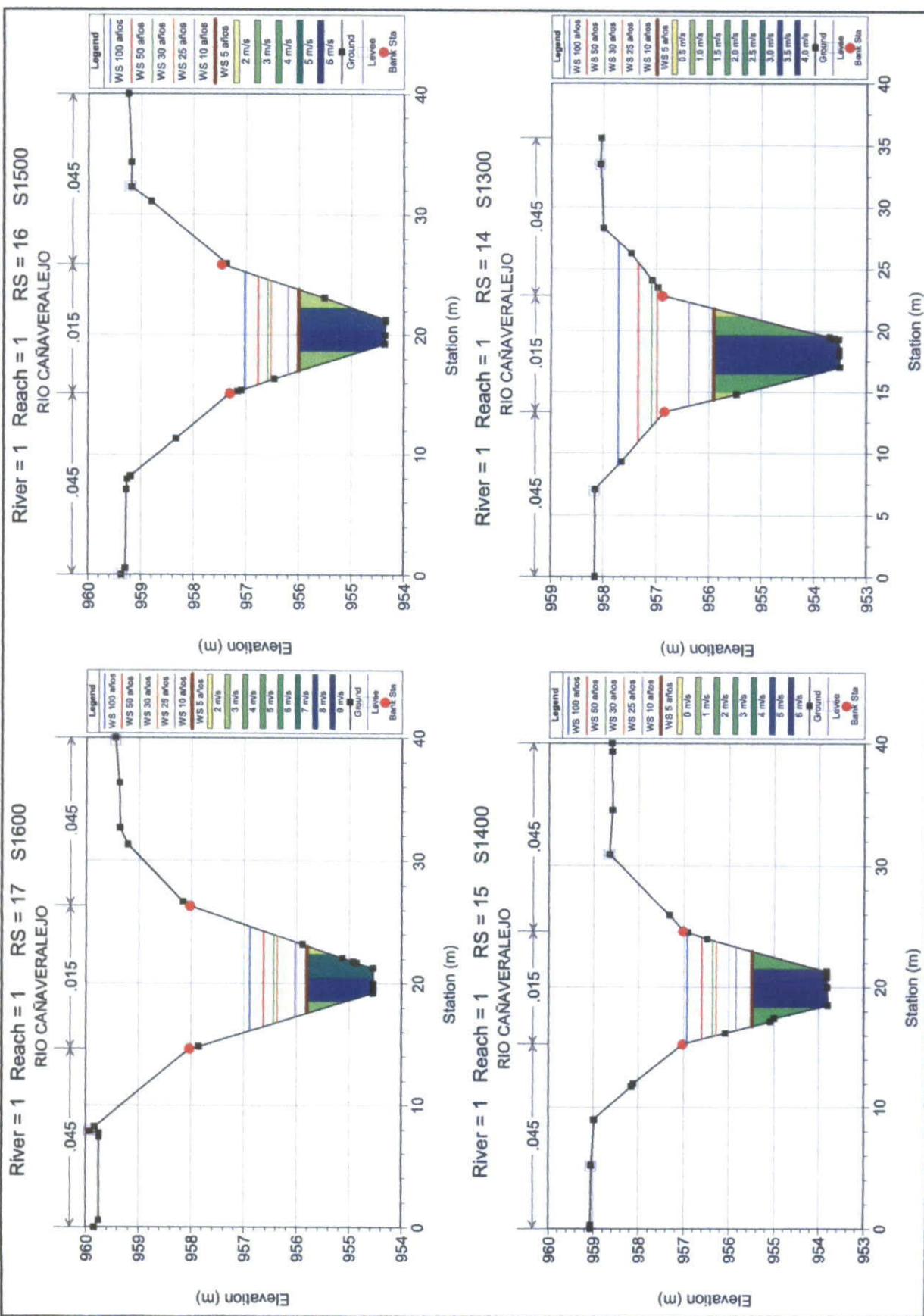


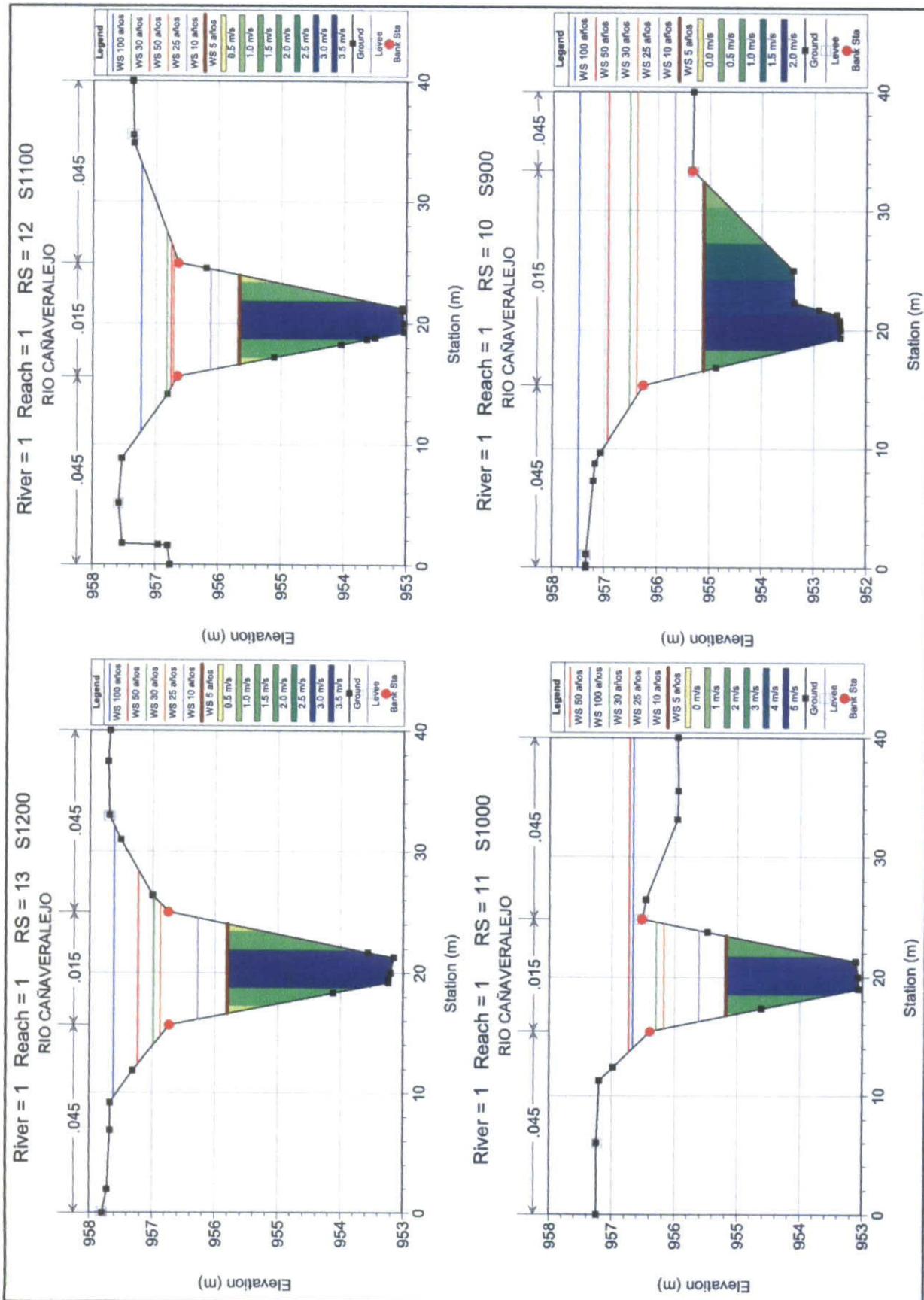


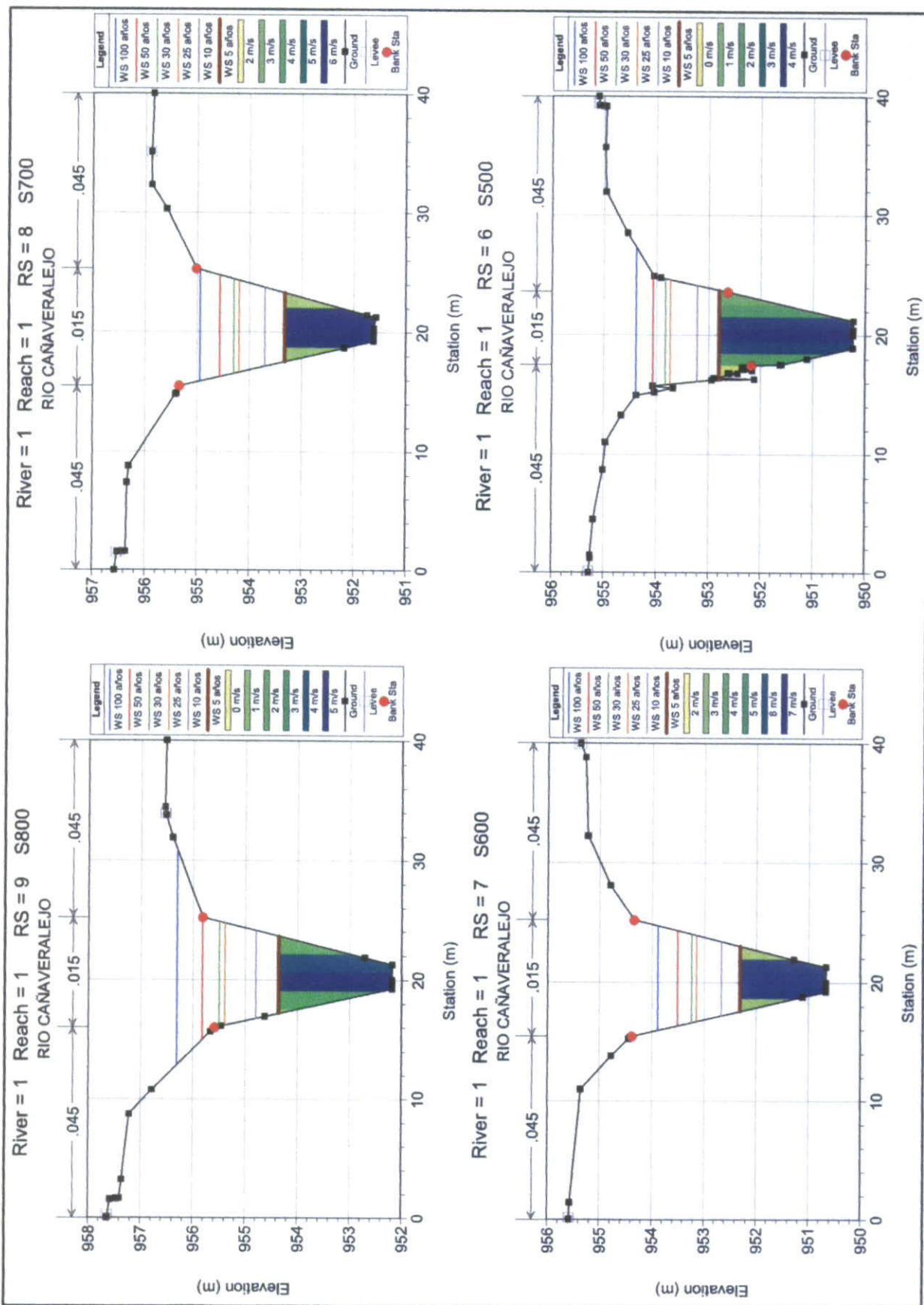


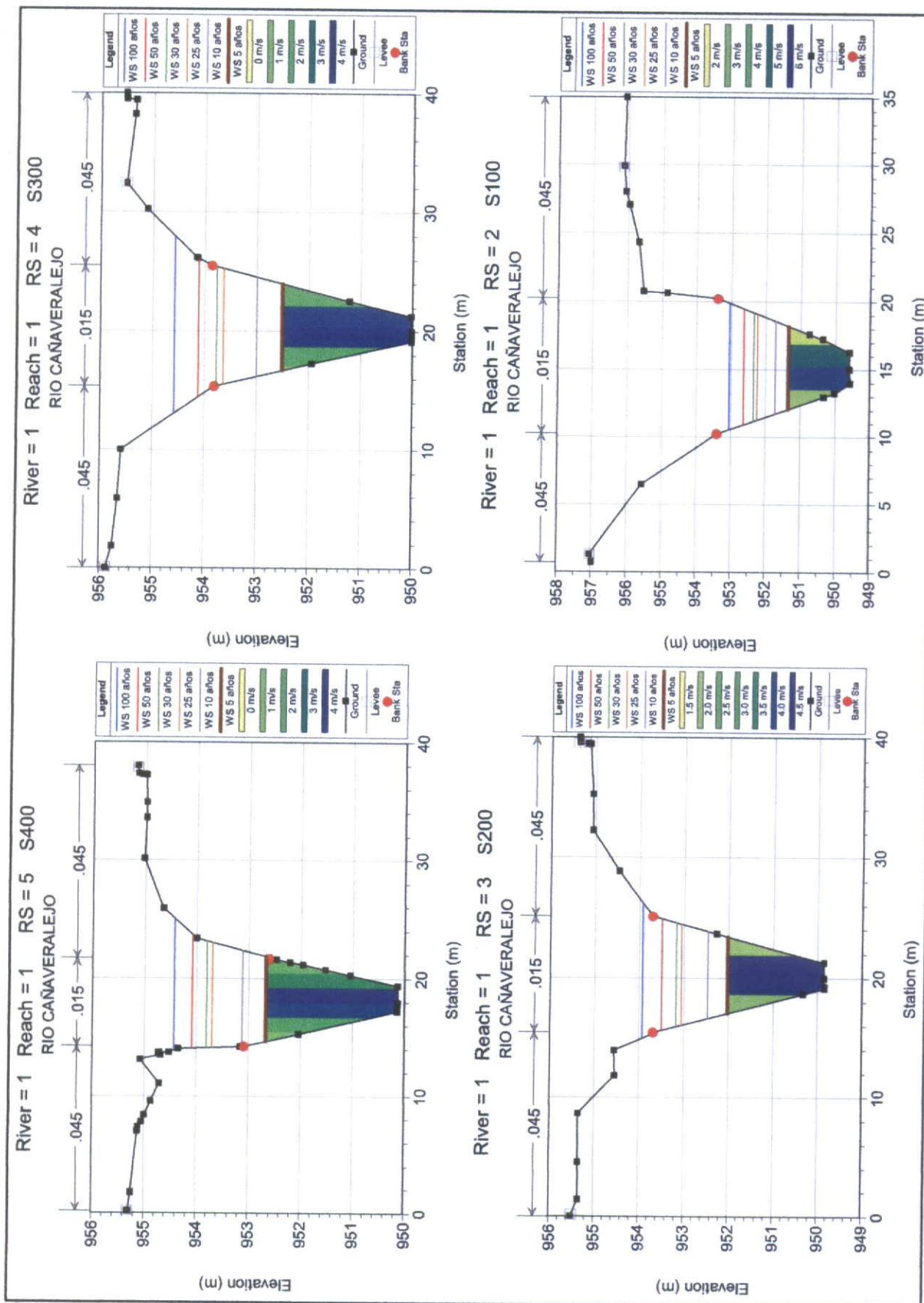


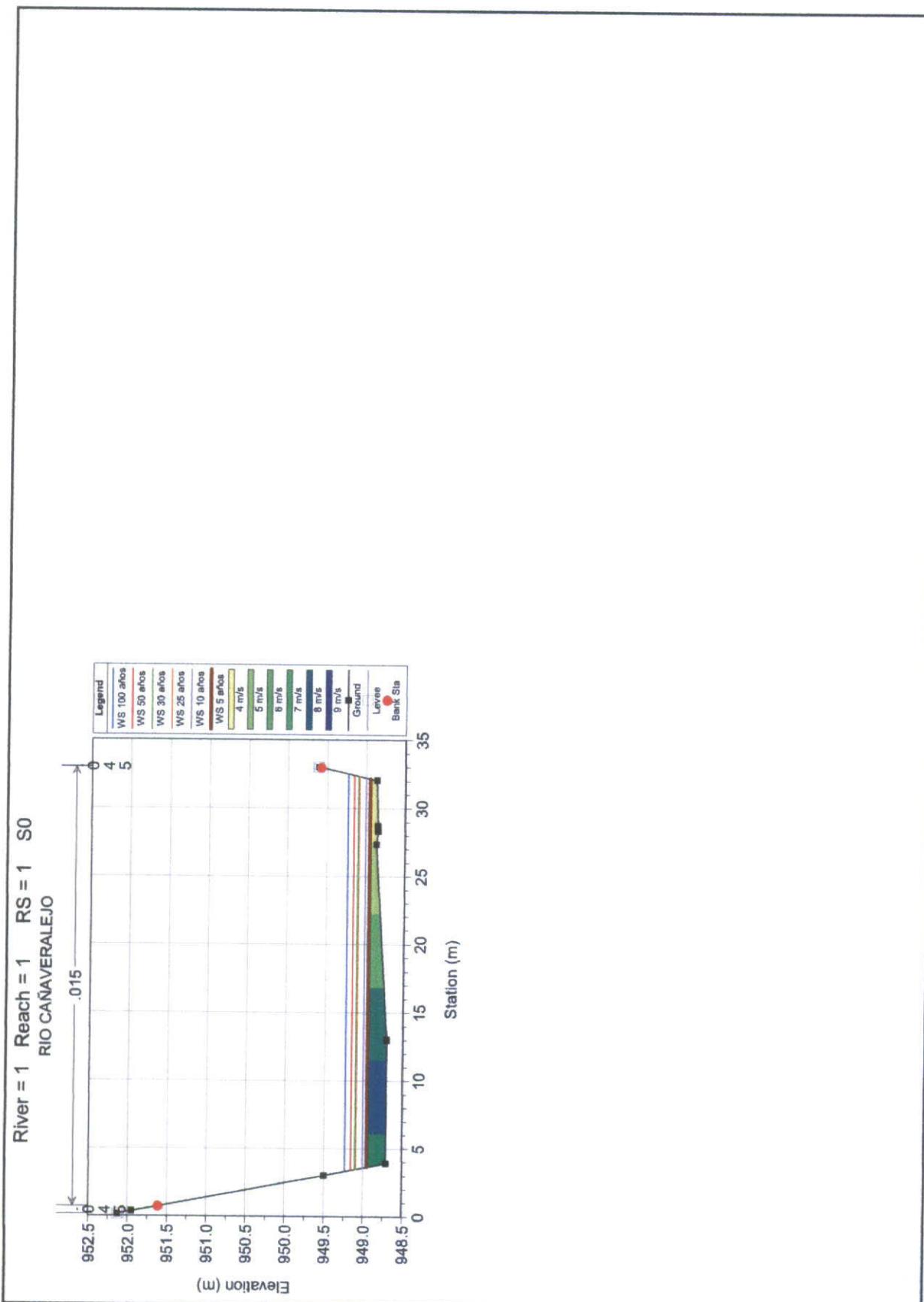












## HEC-RAS Plan: Plan 01 River: 1 Reach: 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chnl
1	42	5 años	34.57	970.80	971.90	971.65	972.10	0.008250	2.07	17.94	19.31	0.65
1	42	10 años	49.77	970.80	972.17	971.86	972.43	0.007674	2.33	23.30	20.37	0.65
1	42	25 años	74.57	970.80	972.58	972.16	972.89	0.006632	2.60	32.00	21.98	0.63
1	42	30 años	80.22	970.80	972.67	972.22	972.99	0.006401	2.64	34.02	22.34	0.63
1	42	50 años	97.47	970.80	972.94	972.40	973.29	0.005752	2.75	40.25	23.41	0.61
1	42	100 años	124.41	970.80	973.35	972.66	973.73	0.004934	2.87	50.18	25.01	0.58
1	41	5 años	34.57	969.90	971.20	970.83	971.39	0.005956	1.98	18.10	16.15	0.57
1	41	10 años	49.77	969.90	971.55	971.07	971.78	0.005212	2.19	23.91	17.08	0.55
1	41	25 años	74.57	969.90	972.07	971.40	972.35	0.004349	2.41	33.09	18.47	0.53
1	41	30 años	80.22	969.90	972.18	971.47	972.46	0.004195	2.45	35.16	18.76	0.52
1	41	50 años	97.47	969.90	972.50	971.67	972.81	0.003803	2.55	41.38	19.63	0.51
1	41	100 años	124.41	969.90	972.97	971.96	973.31	0.003368	2.69	50.84	20.88	0.49
1	40	5 años	34.57	969.40	970.93	970.21	971.02	0.002142	1.34	27.06	20.18	0.35
1	40	10 años	49.77	969.40	971.33	970.42	971.44	0.001931	1.49	35.36	21.22	0.35
1	40	25 años	74.57	969.40	971.90	970.71	972.04	0.001709	1.67	47.89	22.70	0.34
1	40	30 años	80.22	969.40	972.03	970.77	972.16	0.001669	1.70	50.64	23.01	0.34
1	40	50 años	97.47	969.40	972.37	970.94	972.52	0.001569	1.80	58.81	23.92	0.34
1	40	100 años	124.41	969.40	972.87	971.20	973.04	0.001457	1.92	70.96	25.20	0.33
1	39	5 años	34.57	968.65	970.59	970.02	970.74	0.003901	1.67	20.99	15.73	0.45
1	39	10 años	49.77	968.65	971.02	970.25	971.18	0.003449	1.84	27.74	16.38	0.43
1	39	25 años	74.57	968.65	971.59	970.58	971.80	0.003148	2.06	37.49	17.28	0.42
1	39	30 años	80.22	968.65	971.72	970.65	971.93	0.003102	2.10	39.60	17.46	0.42
1	39	50 años	97.47	968.65	972.06	970.86	972.31	0.003002	2.22	45.76	18.00	0.42
1	39	100 años	124.41	968.65	972.55	971.15	972.83	0.002919	2.39	54.73	18.76	0.42
1	38	5 años	34.57	967.90	970.10	969.27	970.30	0.004645	1.99	17.61	10.22	0.45
1	38	10 años	49.77	967.90	970.44	969.61	970.73	0.005763	2.42	21.24	11.31	0.51
1	38	25 años	74.57	967.90	970.93	970.13	971.34	0.006768	2.90	27.12	12.89	0.56
1	38	30 años	80.22	967.90	971.04	970.24	971.47	0.006835	2.97	28.57	13.25	0.56
1	38	50 años	97.47	967.90	971.37	970.55	971.85	0.006887	3.16	33.12	14.31	0.57
1	38	100 años	124.41	967.90	971.86	970.98	972.38	0.006607	3.32	40.42	14.78	0.56
1	37	5 años	34.57	968.19	969.25	969.08	969.55	0.013617	2.45	14.08	13.72	0.77
1	37	10 años	49.77	968.19	969.61	969.32	969.96	0.010855	2.60	19.14	13.96	0.71
1	37	25 años	74.57	968.19	970.27	969.68	970.62	0.007263	2.62	28.48	14.41	0.59

## HEC-RAS Plan: Plan 01 River: 1 Reach: 1 (Continued)

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
1	37	30 años	80.22	968.19	970.41	969.75	970.76	0.006867	2.63	30.47	14.50	0.58
1	37	50 años	97.47	968.19	970.81	969.96	971.18	0.005876	2.68	36.36	14.71	0.54
1	37	100 años	124.41	968.19	971.38	970.27	971.77	0.005023	2.79	44.76	14.95	0.51
1	36	5 años	34.57	966.93	969.21	967.88	969.25	0.000864	1.00	36.32	19.42	0.22
1	36	10 años	49.77	966.93	969.55	968.11	969.62	0.001077	1.22	43.20	20.22	0.25
1	36	25 años	74.57	966.93	970.23	968.42	970.32	0.001068	1.39	57.35	21.76	0.25
1	36	30 años	80.22	966.93	970.37	968.48	970.46	0.001051	1.42	60.61	23.75	0.25
1	36	50 años	97.47	966.93	970.79	968.67	970.90	0.000986	1.49	71.99	29.78	0.25
1	36	100 años	124.41	966.93	971.40	968.95	971.51	0.000864	1.54	92.13	34.63	0.24
1	35	5 años	34.57	965.89	968.18	968.18	968.94	0.023459	3.86	9.06	6.28	0.97
1	35	10 años	49.77	965.89	968.85	968.72	969.33	0.010631	3.28	17.90	13.41	0.69
1	35	25 años	74.57	965.89	969.71	969.10	970.08	0.005820	3.00	29.84	14.69	0.54
1	35	30 años	80.22	965.89	969.86	969.20	970.23	0.005454	3.00	32.16	14.96	0.53
1	35	50 años	97.47	965.89	970.32	969.42	970.69	0.004607	3.01	39.19	15.48	0.50
1	35	100 años	124.41	965.89	970.94	969.74	971.32	0.003981	3.10	48.82	15.48	0.47
1	34	5 años	34.57	965.30	967.49	967.58	968.35	0.002571	4.13	9.20	8.89	1.00
1	34	10 años	49.77	965.30	968.08	968.08	968.94	0.001813	4.22	15.63	11.96	0.88
1	34	25 años	74.57	965.30	968.64	968.64	969.71	0.001796	4.85	22.61	13.09	0.91
1	34	30 años	80.22	965.30	968.76	968.76	969.87	0.001770	4.95	24.25	13.34	0.91
1	34	50 años	97.47	965.30	969.09	969.09	970.33	0.001756	5.29	28.79	14.01	0.92
1	34	100 años	124.41	965.30	969.65	969.56	970.99	0.001604	5.59	36.83	15.13	0.91
1	33	5 años	34.57	964.66	966.17	966.72	967.84	0.009063	5.71	6.05	6.09	1.83
1	33	10 años	49.77	964.66	966.46	967.10	968.48	0.009086	6.29	7.92	6.85	1.87
1	33	25 años	74.57	964.66	968.57	967.61	968.97	0.000586	2.80	26.86	10.10	0.54
1	33	30 años	80.22	964.66	968.79	967.71	968.19	0.000523	2.79	29.13	10.21	0.52
1	33	50 años	97.47	964.66	969.36	968.00	969.77	0.000433	2.85	34.99	10.54	0.48
1	33	100 años	124.41	964.66	970.22	968.39	970.65	0.000341	2.92	45.83	20.00	0.44
1	32	5 años	34.57	964.19	966.73	966.56	967.19	0.001234	3.12	15.82	16.52	0.71
1	32	10 años	49.77	964.19	967.54	966.92	967.89	0.000644	2.84	29.35	16.52	0.54
1	32	25 años	74.57	964.19	968.57	967.39	968.90	0.000445	2.90	46.23	16.52	0.47
1	32	30 años	80.22	964.19	968.79	967.48	969.13	0.000418	2.92	49.93	16.52	0.46
1	32	50 años	97.47	964.19	969.35	967.74	969.72	0.000386	3.06	59.24	16.52	0.45
1	32	100 años	124.41	964.19	970.20	968.13	970.61	0.000347	3.25	73.29	16.52	0.44

## HEC-RAS Plan: Plan 01 River: 1 Reach: 1 (Continued)

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
1	31	5 años	34.57	963.56	966.06	966.96	0.002908	4.28	9.41	6.43	0.96	
1	31	10 años	49.77	963.56	966.58	967.69	0.002700	4.80	12.97	7.20	0.96	
1	31	25 años	74.57	963.56	967.32	968.71	0.002473	5.44	18.69	8.45	0.96	
1	31	30 años	80.22	963.56	967.37	968.92	0.002699	5.75	19.15	8.52	1.00	
1	31	50 años	97.47	963.56	967.86	969.51	0.002431	5.98	23.37	8.54	0.97	
1	31	100 años	124.41	963.56	968.44	970.38	0.002410	6.53	28.30	8.54	0.99	
1	30	5 años	34.57	963.14	965.86	965.31	966.20	0.000916	2.67	16.67	12.93	0.58
1	30	10 años	49.77	963.14	966.36	965.80	966.76	0.000924	2.96	23.15	12.93	0.58
1	30	25 años	74.57	963.14	967.02	966.31	967.51	0.000944	3.37	31.73	12.93	0.59
1	30	30 años	80.22	963.14	967.16	966.41	967.67	0.000999	3.45	33.49	12.93	0.59
1	30	50 años	97.47	963.14	967.55	966.70	968.12	0.001040	3.68	38.59	12.93	0.60
1	30	100 años	124.41	963.14	968.10	967.11	968.76	0.001113	4.00	45.68	12.93	0.61
1	29	5 años	34.57	962.76	965.87	965.01	966.10	0.000453	2.24	23.91	19.34	0.45
1	29	10 años	49.77	962.76	966.39	965.53	966.65	0.000434	2.48	34.26	20.00	0.45
1	29	25 años	74.57	962.76	967.08	966.03	967.40	0.000429	2.82	48.02	20.00	0.47
1	29	30 años	80.22	962.76	967.22	966.17	967.55	0.000430	2.89	50.83	20.00	0.47
1	29	50 años	97.47	962.76	967.63	966.42	968.00	0.000432	3.10	58.98	20.00	0.48
1	29	100 años	124.41	962.76	968.20	966.78	968.63	0.000441	3.40	70.28	20.00	0.49
1	28	5 años	34.57	962.59	965.87	964.82	966.04	0.000398	1.96	24.20	13.32	0.39
1	28	10 años	49.77	962.59	966.37	965.27	966.60	0.000456	2.28	30.91	13.32	0.41
1	28	25 años	74.57	962.59	967.04	965.75	967.35	0.000545	2.70	39.77	13.32	0.44
1	28	30 años	80.22	962.59	967.17	965.85	967.50	0.000564	2.79	41.57	13.32	0.45
1	28	50 años	97.47	962.59	967.56	966.13	967.95	0.000619	3.04	46.72	13.32	0.47
1	28	100 años	124.41	962.59	968.10	966.53	968.57	0.000702	3.38	53.89	13.32	0.49
1	27	5 años	34.57	962.25	965.90	964.31	966.00	0.000137	1.49	37.90	20.00	0.27
1	27	10 años	49.77	962.25	966.42	964.77	966.55	0.000157	1.76	48.17	20.00	0.30
1	27	25 años	74.57	962.25	967.10	965.26	967.28	0.000184	2.14	61.78	20.00	0.33
1	27	30 años	80.22	962.25	967.23	965.36	967.43	0.000189	2.22	64.54	20.00	0.34
1	27	50 años	97.47	962.25	967.63	965.63	967.87	0.000204	2.44	72.46	20.00	0.36
1	27	100 años	124.41	962.25	968.18	966.01	968.48	0.000225	2.76	83.48	20.00	0.38
1	26	5 años	34.57	962.08	965.93	963.52	965.98	0.000061	0.95	41.85	20.50	0.16
1	26	10 años	49.77	962.08	966.45	963.87	966.52	0.000074	1.15	54.97	23.93	0.19

## HEC-RAS Plan: Plan 01 River: 1 Reach: 1 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
1	26	25 años	74.57	962.08	967.15	964.29	967.25	0.000091	1.42	71.65	24.35	0.21
1	26	30 años	80.22	962.08	967.29	964.38	967.39	0.000094	1.47	75.11	24.35	0.22
1	26	50 años	97.47	962.08	967.70	964.64	967.82	0.000103	1.62	85.06	24.35	0.23
1	26	100 años	124.41	962.08	968.27	964.99	968.43	0.000113	1.83	98.97	24.35	0.24
1	25	5 años	34.57	961.95	965.82	964.12	965.96	0.000191	1.74	24.72	11.21	0.31
1	25	10 años	49.77	961.95	966.28	964.56	966.50	0.000246	2.16	30.04	11.97	0.36
1	25	25 años	74.57	961.95	966.86	965.16	967.22	0.000326	2.74	37.33	12.89	0.42
1	25	30 años	80.22	961.95	966.98	965.30	967.36	0.000343	2.86	38.83	12.95	0.44
1	25	50 años	97.47	961.95	967.30	965.65	967.78	0.000391	3.20	43.07	12.95	0.47
1	25	100 años	124.41	961.95	967.74	966.15	968.37	0.000465	3.71	48.68	12.95	0.52
1	24.5	Bridge										
1	24	5 años	34.57	961.61	963.17	963.88	965.46	0.012779	6.71	5.15	4.82	2.07
1	24	10 años	49.77	961.61	963.55	964.32	966.04	0.011196	7.00	7.11	5.55	1.97
1	24	25 años	74.57	961.61	964.09	964.93	966.72	0.008398	7.18	10.49	7.05	1.77
1	24	30 años	80.22	961.61	964.21	965.18	966.86	0.007762	7.22	11.34	7.52	1.72
1	24	50 años	97.47	961.61	964.55	965.51	967.27	0.006367	7.34	14.10	8.89	1.61
1	24	100 años	124.41	961.61	965.03	966.10	967.84	0.005076	7.51	18.89	10.86	1.48
1	23	5 años	34.57	961.62	964.12	963.91	964.69	0.001732	3.35	10.96	9.98	0.81
1	23	10 años	49.77	961.62	964.13	964.42	965.29	0.003532	4.80	11.04	10.07	1.15
1	23	25 años	74.57	961.62	964.61	965.19	966.06	0.003284	5.45	17.38	16.12	1.16
1	23	30 años	80.22	961.62	964.68	964.92	966.23	0.003396	5.65	18.50	17.02	1.19
1	23	50 años	97.47	961.62	964.86	965.54	966.71	0.003737	6.23	21.83	19.45	1.26
1	23	100 años	124.41	961.62	965.10	965.95	967.41	0.004236	7.06	28.27	29.77	1.36
1	22	5 años	34.57	961.46	963.75	964.46	964.46	0.002641	3.73	9.35	8.74	0.98
1	22	10 años	49.77	961.46	964.41	964.41	964.90	0.001258	3.30	26.52	40.00	0.72
1	22	25 años	74.57	961.46	964.27	964.76	965.71	0.003841	5.51	20.99	32.15	1.25
1	22	30 años	80.22	961.46	964.32	964.82	965.86	0.004037	5.74	22.90	40.00	1.28
1	22	50 años	97.47	961.46	964.41	965.00	966.29	0.004790	6.44	26.65	40.00	1.41
1	22	100 años	124.41	961.46	964.54	965.25	966.91	0.005659	7.40	31.72	40.00	1.57
1	18	5 años	34.57	955.36	956.10	957.17	963.09	0.071512	11.72	2.95	5.08	4.91
1	18	10 años	49.77	955.36	956.31	957.55	963.82	0.058405	12.14	4.10	5.67	4.56
1	18	25 años	74.57	955.36	956.64	958.06	964.19	0.042577	12.17	6.13	6.54	4.01

## HEC-RAS Plan: Plan 01 River: 1 Reach: 1 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chnl
1	18	30 años	80.22	956.36	956.71	958.16	964.32	0.040722	12.22	6.56	6.71	3.95
1	18	50 años	97.47	955.36	956.90	958.43	964.67	0.036174	12.35	7.89	7.21	3.77
1	18	100 años	124.41	955.36	957.16	958.82	965.20	0.031619	12.56	9.91	7.91	3.58
1	17	5 años	34.57	954.55	955.80	956.58	958.59	0.018382	7.41	4.67	5.48	2.56
1	17	10 años	49.77	954.55	956.03	956.97	959.52	0.019156	8.27	6.02	6.13	2.67
1	17	25 años	74.57	954.55	956.37	957.49	960.50	0.018199	9.01	8.28	7.09	2.66
1	17	30 años	80.22	954.55	956.44	957.59	960.71	0.018106	9.16	8.76	7.27	2.66
1	17	50 años	97.47	954.55	956.63	957.89	961.28	0.017761	9.55	10.20	7.81	2.67
1	17	100 años	124.41	954.55	956.90	958.26	962.05	0.017273	10.06	12.37	8.55	2.67
1	16	5 años	34.57	954.35	956.00	956.36	957.17	0.005697	4.79	7.22	6.76	1.48
1	16	10 años	49.77	954.35	956.21	956.76	957.87	0.007105	5.71	8.72	7.35	1.67
1	16	25 años	74.57	954.35	956.53	957.27	958.78	0.008055	6.63	11.24	8.27	1.82
1	16	30 años	80.22	954.35	956.60	957.37	958.96	0.008251	6.82	11.77	8.46	1.84
1	16	50 años	97.47	954.35	956.78	957.63	959.49	0.008721	7.30	13.35	9.00	1.91
1	16	100 años	124.41	954.35	957.03	958.02	960.23	0.009241	7.93	15.70	9.75	1.99
1	15	5 años	34.57	953.81	955.47	955.79	956.61	0.005268	4.73	7.31	6.19	1.39
1	15	10 años	49.77	953.81	955.84	956.22	957.18	0.005066	5.14	9.68	6.90	1.39
1	15	25 años	74.57	953.81	956.28	956.79	957.97	0.005191	5.77	12.93	7.78	1.43
1	15	30 años	80.22	953.81	956.36	956.90	958.14	0.005246	5.90	13.60	7.95	1.44
1	15	50 años	97.47	953.81	956.60	957.19	958.60	0.005411	6.27	15.55	8.45	1.47
1	15	100 años	124.41	953.81	956.92	957.64	959.26	0.005665	6.77	18.38	9.17	1.53
1	14	5 años	34.57	953.51	955.90	955.60	956.36	0.001488	2.98	11.60	7.44	0.76
1	14	10 años	49.77	953.51	956.38	956.02	956.91	0.001444	3.23	15.40	8.45	0.76
1	14	25 años	74.57	953.51	956.98	956.59	957.63	0.001389	3.58	20.95	10.92	0.77
1	14	30 años	80.22	953.51	957.09	956.70	957.77	0.001378	3.67	22.13	11.99	0.77
1	14	50 años	97.47	953.51	957.34	957.00	958.16	0.001423	4.00	25.54	14.65	0.80
1	14	100 años	124.41	953.51	957.72	957.46	958.69	0.001432	4.40	31.79	18.19	0.82
1	13	5 años	34.57	953.15	955.81	955.36	956.20	0.001241	2.79	12.38	7.41	0.69
1	13	10 años	49.77	953.15	956.28	955.80	956.76	0.001279	3.09	16.09	8.37	0.71
1	13	25 años	74.57	953.15	956.87	956.38	957.49	0.001283	3.48	21.56	10.93	0.73
1	13	30 años	80.22	953.15	956.98	956.50	957.63	0.001280	3.58	22.76	12.17	0.74
1	13	50 años	97.47	953.15	957.23	956.82	958.01	0.001350	3.92	26.26	15.99	0.77
1	13	100 años	124.41	953.15	957.61	957.29	958.54	0.001364	4.31	33.58	22.50	0.79

## HEC-RAS Plan: Plan 01 River: 1 Reach: 1 (Continued)

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
1	12	5 años	34.57	953.04	955.67	955.24	956.08	0.001283	2.83	12.22	7.36	0.70
1	12	10 años	49.77	953.04	956.13	955.69	956.63	0.001342	3.15	15.80	8.30	0.73
1	12	25 años	74.57	953.04	956.72	956.27	957.36	0.001375	3.54	21.11	11.04	0.75
1	12	30 años	80.22	953.04	956.82	956.38	957.50	0.001361	3.63	22.43	13.51	0.76
1	12	50 años	97.47	953.04	956.75	956.71	957.81	0.002228	4.56	21.52	11.87	0.96
1	12	100 años	124.41	953.04	957.23	957.23	958.36	0.001877	4.75	29.68	22.14	0.91
1	11	5 años	34.57	953.07	955.18	955.18	955.87	0.002631	3.69	9.37	6.69	1.00
1	11	10 años	49.77	953.07	955.61	955.61	956.42	0.002537	3.99	12.47	7.62	1.00
1	11	25 años	74.57	953.07	956.17	956.17	957.14	0.002468	4.37	17.07	8.82	1.00
1	11	30 años	80.22	953.07	956.29	956.29	957.29	0.002425	4.42	18.15	9.08	1.00
1	11	50 años	97.47	953.07	956.72	956.72	957.54	0.001718	4.12	31.60	26.29	0.86
1	11	100 años	124.41	953.07	956.67	957.06	958.10	0.003096	5.44	30.04	25.98	1.15
1	10	5 años	34.57	952.49	955.11	954.35	955.24	0.000416	1.58	21.82	15.82	0.43
1	10	10 años	49.77	952.49	955.66	954.64	955.79	0.000295	1.58	33.43	24.01	0.38
1	10	25 años	74.57	952.49	956.39	955.03	956.52	0.000213	1.64	51.17	25.53	0.34
1	10	30 años	80.22	952.49	956.53	955.12	956.67	0.000202	1.67	54.93	26.54	0.33
1	10	50 años	97.47	952.49	956.94	955.34	957.09	0.000180	1.73	66.36	29.39	0.32
1	10	100 años	124.41	952.49	957.50	955.64	957.66	0.000162	1.84	85.41	40.00	0.31
1	9	5 años	34.57	952.18	954.36	954.36	955.07	0.002698	3.74	9.25	6.46	1.00
1	9	10 años	49.77	952.18	954.81	954.81	955.64	0.002606	4.04	12.31	7.36	1.00
1	9	25 años	74.57	952.18	955.39	955.39	956.37	0.002487	4.39	16.98	8.55	0.99
1	9	30 años	80.22	952.18	955.51	955.51	956.52	0.002475	4.46	17.98	8.79	1.00
1	9	50 años	97.47	952.18	955.83	955.83	956.94	0.002362	4.66	21.02	10.38	0.99
1	9	100 años	124.41	952.18	956.31	956.31	957.51	0.001983	4.86	27.91	18.08	0.94
1	8	5 años	34.57	951.58	953.33	953.76	954.69	0.006561	5.18	6.68	5.76	1.54
1	8	10 años	49.77	951.58	953.70	954.19	955.26	0.006115	5.54	8.99	6.57	1.51
1	8	25 años	74.57	951.58	954.20	954.77	956.01	0.005683	5.96	12.51	7.65	1.49
1	8	30 años	80.22	951.58	954.30	954.88	956.16	0.005606	6.04	13.28	7.87	1.48
1	8	50 años	97.47	951.58	954.57	955.20	956.58	0.005443	6.27	15.54	8.47	1.48
1	8	100 años	124.41	951.58	954.95	955.66	957.17	0.005300	6.60	18.86	9.28	1.48
1	7	5 años	34.57	950.66	952.31	952.84	953.94	0.008225	5.65	6.12	5.43	1.70
1	7	10 años	49.77	950.66	952.67	953.27	954.55	0.00774	6.07	8.19	6.18	1.68

## HEC-RAS Plan: Plan 01 River: 1 Reach: 1 (Continued)

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
1	7	25 años	74.57	950.66	953.15	953.87	955.33	0.007266	6.56	11.38	7.17	1.66
1	7	30 años	80.22	950.66	953.24	953.98	955.49	0.007166	6.64	12.08	7.37	1.66
1	7	50 años	97.47	950.66	953.51	954.30	955.93	0.006928	6.88	14.16	7.94	1.65
1	7	100 años	124.41	950.66	953.89	954.72	956.53	0.006658	7.21	17.27	8.72	1.63
1	6	5 años	34.57	950.23	952.80	952.34	953.23	0.001195	2.93	12.18	7.39	0.68
1	6	10 años	49.77	950.23	953.22	952.78	953.82	0.001263	3.45	15.46	8.02	0.72
1	6	25 años	74.57	950.23	953.73	953.38	954.62	0.001442	4.20	19.77	8.81	0.79
1	6	30 años	80.22	950.23	953.83	953.50	954.79	0.001490	4.37	20.63	9.08	0.81
1	6	50 años	97.47	950.23	954.06	953.86	955.27	0.001695	4.90	22.82	9.82	0.88
1	6	100 años	124.41	950.23	954.39	954.39	955.97	0.001973	5.64	26.45	12.45	0.96
1	5	5 años	34.57	950.14	952.67	952.28	953.10	0.001360	2.92	11.85	7.20	0.72
1	5	10 años	49.77	950.14	953.13	952.72	953.67	0.001343	3.28	15.36	8.16	0.73
1	5	25 años	74.57	950.14	953.70	953.28	954.44	0.001302	3.81	20.27	8.92	0.75
1	5	30 años	80.22	950.14	953.81	953.39	954.60	0.001310	3.93	21.27	9.07	0.76
1	5	50 años	97.47	950.14	954.09	953.70	955.03	0.001393	4.33	23.84	9.65	0.80
1	5	100 años	124.41	950.14	954.44	954.16	955.66	0.001560	4.93	27.45	11.22	0.86
1	4	5 años	34.57	950.02	952.51	952.18	952.96	0.001485	2.98	11.60	7.28	0.75
1	4	10 años	49.77	950.02	953.00	952.62	953.53	0.001435	3.22	15.45	8.34	0.76
1	4	25 años	74.57	950.02	953.65	953.18	954.27	0.001376	3.50	21.28	9.72	0.76
1	4	30 años	80.22	950.02	953.78	953.31	954.42	0.001365	3.56	22.55	10.00	0.76
1	4	50 años	97.47	950.02	954.12	953.63	954.83	0.001271	3.74	26.25	11.65	0.75
1	4	100 años	124.41	950.02	954.58	954.05	955.40	0.001183	4.03	32.38	14.94	0.74
1	3	5 años	34.57	949.85	952.02	952.74	952.13	0.002713	3.75	9.21	6.36	1.00
1	3	10 años	49.77	949.85	952.47	952.47	953.31	0.002634	4.07	12.24	7.24	1.00
1	3	25 años	74.57	949.85	953.06	953.06	954.05	0.002518	4.42	16.87	8.40	1.00
1	3	30 años	80.22	949.85	953.17	953.17	954.20	0.002502	4.49	17.86	8.63	1.00
1	3	50 años	97.47	949.85	953.51	953.51	954.62	0.002454	4.68	20.84	9.29	1.00
1	3	100 años	124.41	949.85	953.94	953.94	955.20	0.002319	4.98	25.15	11.26	0.99
1	2	5 años	34.57	949.57	951.34	951.59	952.36	0.004388	4.49	7.70	6.12	1.28
1	2	10 años	49.77	949.57	951.72	952.03	952.94	0.004267	4.89	10.19	6.84	1.28
1	2	25 años	74.57	949.57	952.24	952.60	953.69	0.004095	5.34	13.98	7.81	1.27
1	2	30 años	80.22	949.57	952.35	952.72	953.84	0.004055	5.42	14.81	8.00	1.27
1	2	50 años	97.47	949.57	952.64	953.05	954.26	0.003968	5.64	17.28	8.56	1.27

## HEC-RAS Plan: Plan 01 River: 1 Reach: 1 (Continued)

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
1	2	100 años	124.41	949.57	953.05	953.48	954.85	0.003883	5.95	20.92	9.33	1.27
1	1	5 años	34.57	948.71	948.95	949.31	951.37	0.108481	6.88	5.02	28.51	5.23
1	1	10 años	49.77	948.71	949.01	949.46	951.95	0.093566	7.60	6.55	28.64	5.07
1	1	25 años	74.57	948.71	949.09	949.66	952.71	0.078087	8.43	8.84	28.84	4.86
1	1	30 años	80.22	948.71	949.10	949.69	952.86	0.075470	8.59	9.34	28.88	4.82
1	1	50 años	97.47	948.71	949.15	949.83	953.29	0.068717	9.00	10.82	29.00	4.70
1	1	100 años	124.41	948.71	949.23	950.01	953.87	0.060885	9.54	13.04	29.19	4.56