CONTINUACIÓN PLAN DE PREVENCIÓN DEL RIESGO

Incendio / Explosión

En la siguiente imagen se presenta el diagrama de flujo del procedimiento operativo normalizado - PON que se deberá seguir en caso de incendio / Explosión:

Ilustración 10. INCENDIO / EXPLOSIÓN

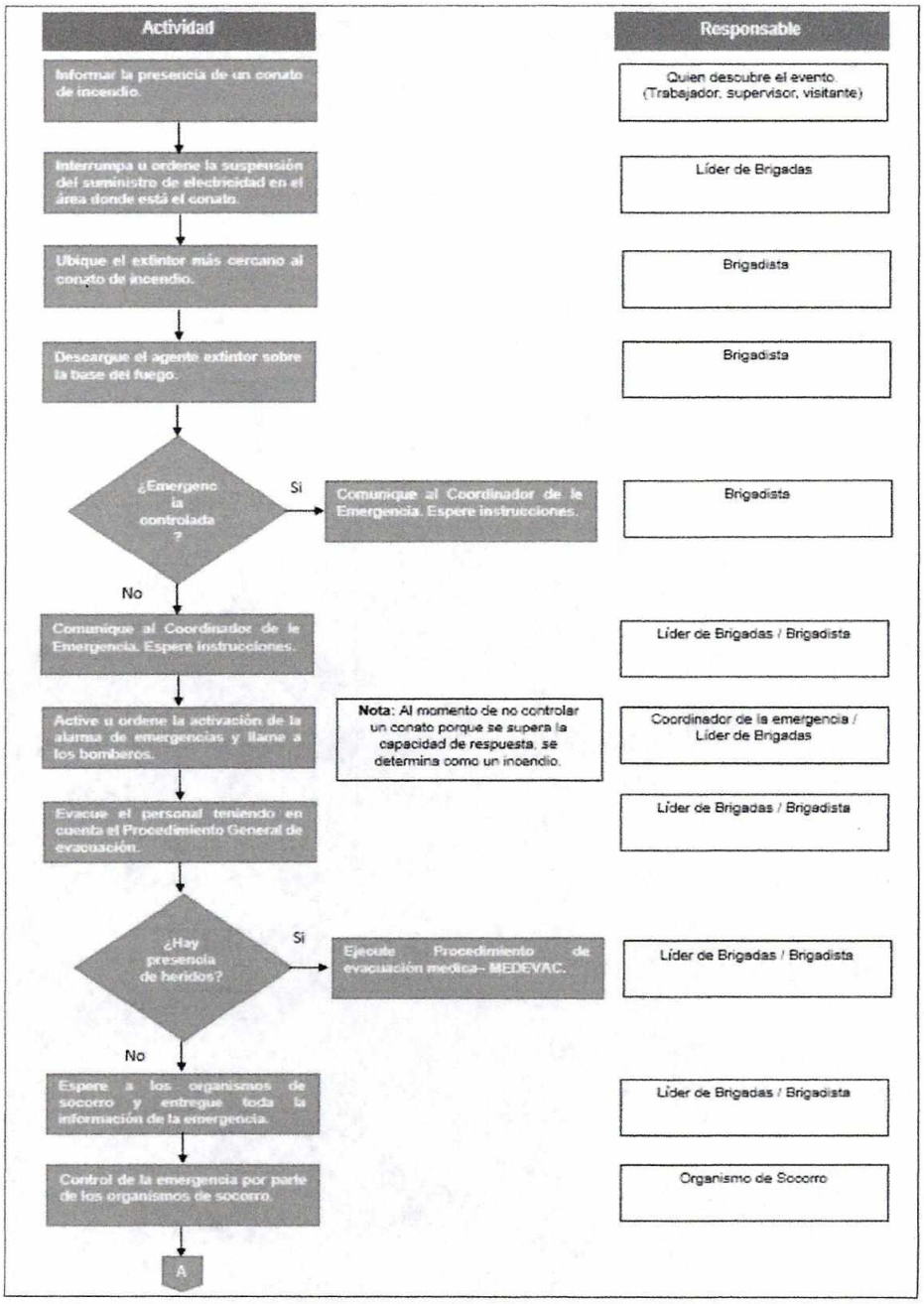
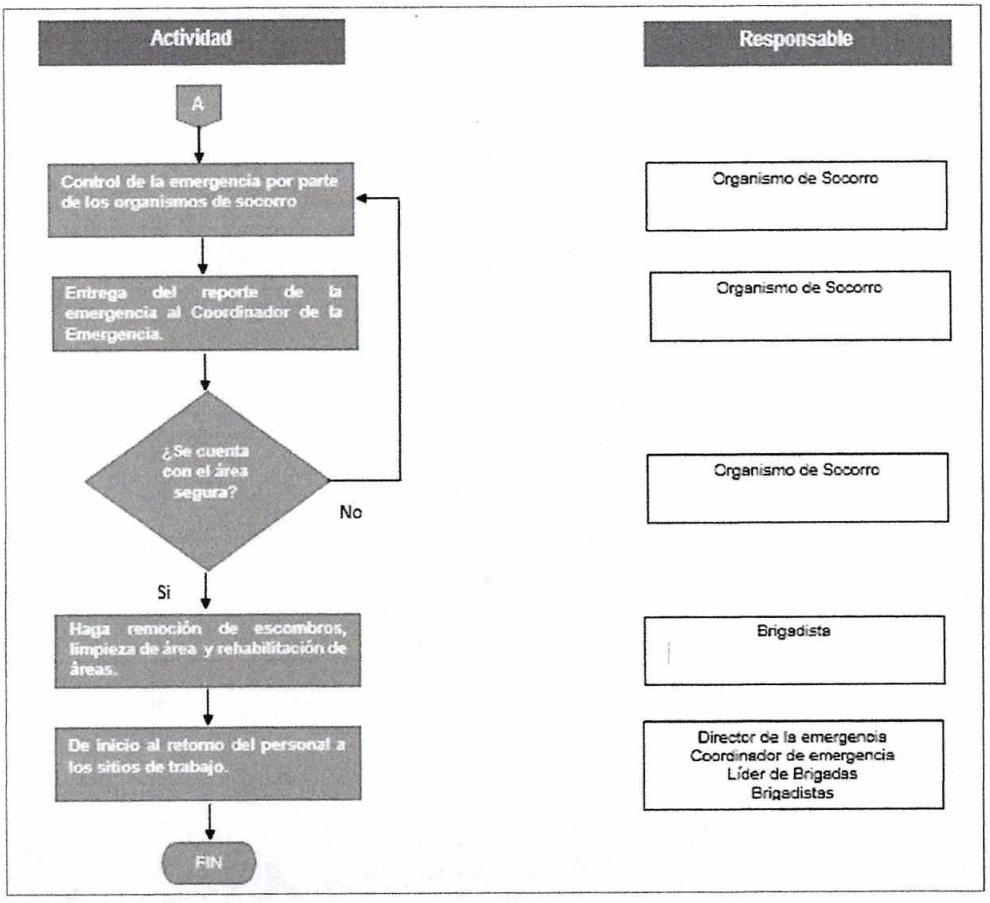


Ilustración 11. Continuación INCENDIO / EXPLOSIÓN



Para la implementación de este procedimiento se debe tener en cuenta lo siguiente:

ANTES

- Verificar que se cuente con las fichas de seguridad de los materiales combustibles e inflamables y que estas estén cerca de los mismos.
- Verificar el almacenamiento de materiales combustibles e inflamables de acuerdo con las fichas de seguridad.
- Conocer la ubicación de los extintores en su sitio de trabajo y aprender su uso correcto, además identificar puertas de salida y sitios de reunión.
- Evitar descarga de líquidos inflamables en alcantarillas porque pueden ocasionar incendios o explosiones por acumulación de gases.
- En ambientes cargados de vapores o gases, evite hacer chispas, encender fósforos o cualquier fuente de ignición.
- Sea cuidadoso en el manejo de los equipos eléctricos; informe sobre las instalaciones eléctricas defectuosas o deterioradas.

- Evite recargar los tomacorrientes con la conexión simultánea de varios equipos eléctricos.
- Evite la acumulación de papeles, basuras y sólidos combustibles en sitios donde se pueda crear y propagar el fuego.
- Antes de salir de su sitio de trabajo cerciórese que nada haya quedado encendido o conectado al fluido eléctrico; y que no haya ningún peligro de incendio.
- Mantenga las salidas, las escalas y las escaleras libres de obstáculos.
- Ubíquese y familiarícese con el control de fluido eléctrico (breakers o cajas de distribución).

DURANTE

- Al escuchar la alerta de emergencia, los brigadistas se comunican con el coordinador de la emergencia, para obtener información sobre el lugar y tipo de emergencia.
- Llame inmediatamente al número telefónico de emergencias 123.
- Si no le es posible usar extintor evacue la zona.
- No trate de apagar el fuego si no conoce el manejo correcto del extintor.
- Procure retirar los objetos que sirvan de combustible al fuego.
- Evite el pánico, no corra ni cause confusión.
- No se quede en los baños, vestieres, cafetines o zonas de descanso.
- Si el lugar está lleno de humo en la parte superior, salga agachado (gateando) cubriendo la nariz y la boca con un pañuelo húmedo.
- Si la ropa se incendia no corra, arrójese al suelo y de vueltas sobre su cuerpo (auto-apagado).
- Si ve a alguien con sus ropas encendidas, arrójele una cobija, manta o tela gruesa sobre el cuerpo.
- No salte de los pisos superiores, espere ayuda.
- Si en su ruta de evacuación se encuentre una puerta, tóquela, si está caliente no la abra, busque otra salida.

DESPUÉS

- Reúnase con sus compañeros en el punto de encuentro.
- No regrese al lugar del incendio hasta que le den la orden los bomberos o personas autorizadas.
- Informe a su coordinador o brigada sobre personas lesionadas o la ausencia de algún compañero.

Atienda las indicaciones de la brigada de emergencias.

Derrames de Combustibles

- Esta amenaza está relacionada con las explosiones y con los incendios.
- Pueden originarse durante el transporte de combustible a los sitios de obra; o durante las actividades de provisión de combustible a la maquinaria.

- La amenaza está relacionada no solo con las explosiones e incendios, sino también con la afectación de suelos y contaminación de cuerpos de agua.
- La primera persona que observe el derrame deberá comunicar al grupo de gestión ambiental.
- Ordenar la suspensión del flujo del producto. Mientras persista el derrame, se eliminarán las fuentes de ignición en el área así:

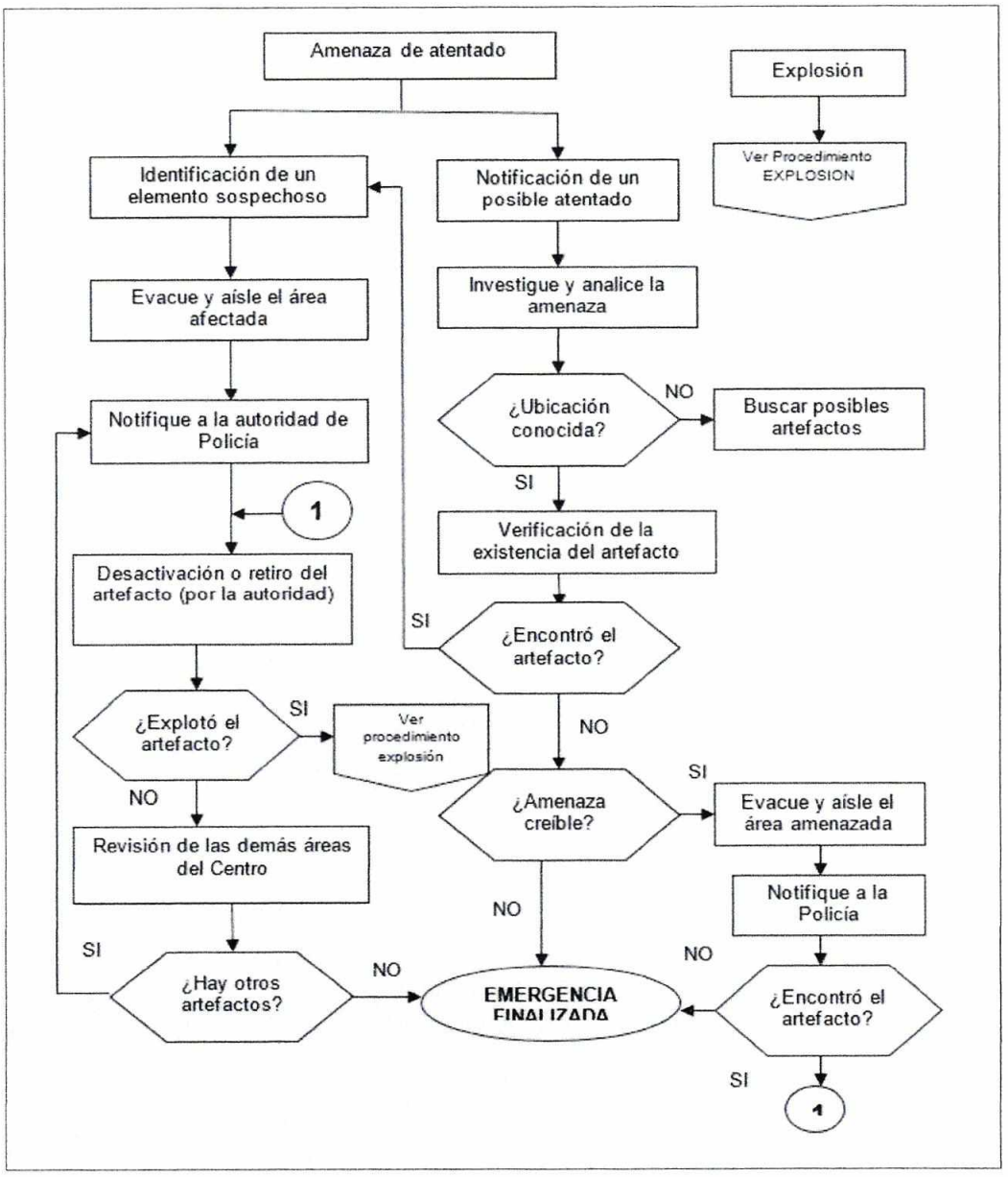
  - No se permitirá fumar en el área.
  - No se permitirá el uso de interruptores eléctricos.
  - No se permitirá la desconexión de las tomas de corriente.
  - Se suspenderá la energía el área.
  - Se determinará hasta donde ha llegado el producto (líquido o vapor), tanto en la superficie como en forma subterránea.
  - Se evacuará el área y se mantendrá el personal no autorizado fuera de área.
  - Se colocarán los extintores de polvo químico seco alrededor del área del derrame.
  - No se aplicará agua sobre el producto derramado.

- El líquido derramado quedará confinado dentro del área en que se presentó el derrame, construyendo diques de arena, tierra o sorbetes sintéticos, para evitar que el producto fluya hacia otras zonas o penetre en las alcantarillas o ductos de servicios públicos.
- En caso de grandes volúmenes de derrames, se recogerá el producto con baldes de aluminio o plástico o material absorbente. Durante las actividades se usará guantes de Nitrilo-látex.
- Si el volumen derramado es pequeño, se sacará el combustible restante con arena, trapos, aserrín o estopa.
- Se alertará a los vecinos sobre el peligro, por la acumulación de gases. Únicamente se reanudará la operación normal en el frente de obra cuando el área esté libre de vapores combustibles.

Atentado Terrorista

En la siguiente imagen se presenta el diagrama de flujo del procedimiento operativo normalizado - PON que se deberá seguir en caso de atentado:

Ilustración 12. Atentado Terrorista



Para la implementación de este procedimiento se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Si ha recibido notificación de la posible existencia de un artefacto explosivo, haga una evaluación preliminar de la información obtenida.
- Si la posible ubicación del explosivo es conocida, verifique con el personal de seguridad la existencia del explosivo.

- Si no se conoce la posible ubicación del artefacto explosivo, analice la credibilidad de la amenaza; si existen elementos que generen incertidumbre, evacue y aísle en forma inmediata la edificación.
- Antes de evacuar, cada empleado o brigadista deberá revisar su área de trabajo para identificar objetos extraños o sospechosos.
- Notifique a las autoridades de Policía para que ellos realicen una búsqueda y control en el área, hasta que se tenga la certeza de que no existe peligro.
- Si se encuentra en las instalaciones un elemento del cual se sospecha que puede ser un artefacto explosivo, evacue y aísle en forma inmediata el área amenazada y notifique a la Policía para que determine la veracidad no de la amenaza.
- Si la amenaza es real, los expertos antiexplosivos de la Policía o el Ejército harán la desactivación del artefacto; en caso contrario lo retirarán del área y/o lo harán explotar en forma controlada.
- En caso de ser real la amenaza, se deberá hacer una revisión de todas las demás áreas del, para establecer si existen otros artefactos explosivos.

Atentado con explosión

- Si ocurre una explosión que se pueda pensar que es intencional (atentado), notifique de inmediato a los grupos de socorro, en especial a los bomberos, la Cruz Roja y Defensa Civil.
- Notifique a la autoridad de Policía.

Disturbios

Cuando se presente alteración del orden público mediante hechos violentos generados por una multitud (normalmente dirigidos por agitadores) con el propósito de conseguir un fin específico, se deberá proceder teniendo en cuenta lo siguiente:

- Cuando por razones no determinadas un grupo de manifestantes se dirige a la obra o se sitúen frente a las mismas, se Informará a las autoridades de policía y ejército en forma inmediata, asegurando las entradas mientras se recibe el apoyo requerido.
- Se deberá tener en cuenta si la situación amerita suspender las actividades en la obra, si es necesario, llevar al personal a una determinada área de reunión o punto de evacuación y considerar la posibilidad de reforzar el personal de vigilancia.
- En caso de evacuación deberá proceder de acuerdo con lo establecido en el Procedimiento General de Evacuación.

Afectación a la Salud e Integridad de los Trabajadores

- Ocurre básicamente debido a la ausencia o falta de implementación del Programa de Higiene de Seguridad Industrial, para lo cual deberá elaborarse y/o implementarse el programa de higiene y seguridad industrial, contemplado dentro del programa de salud ocupacional.

9.2.4. Evaluación de la Contingencia

Una vez controlada la emergencia, el coordinador (Jefe de Seguridad Industrial) elaborará un informe final sobre la misma. Dicho informe deberá ser oficializado por el director del Plan (Director de Obra) y entregado a la interventoría antes de una semana de terminadas las labores de control de la emergencia. La interventoría por su parte remitirá copia de dicho informe a la Alcaldía, y demás entidades interesadas. El informe final de la contingencia deberá contener como mínimo lo siguiente:

- Fecha y hora del suceso y de la notificación inicial a la persona responsable.
- Fecha y hora de finalización de la emergencia.
- Localización exacta de la emergencia.
- Origen de la emergencia.
- Causa de la emergencia.
- Áreas e infraestructura afectadas.
- Comunidades afectadas.
- Plan de acción desarrollado y tiempos de respuesta utilizados en el control de la emergencia, descripción de medidas de prevención, mitigación, corrección, monitoreo y restauración aplicadas.
- Apoyo necesario (solicitado/obtenido).
- Reportes efectuados a otras entidades distritales.
- Estimación de costos de recuperación, descontaminación.
- Formato de documentación inicial de una contingencia.
- Formato de la evaluación de la respuesta a una contingencia.
- Formato de la evaluación ambiental de una contingencia.

9.2.5. Comités integradores del plan de contingencia

Serán organizados una vez iniciada la obra con previa capacitación de los trabajadores sobre el Plan de Contingencia.

9.2.6. Recursos disponibles en caso de emergencias y evacuación médica

En la siguiente tabla, se detallan los recursos con los que se debe contar para la prevención y actuación en situaciones de emergencia y en la tabla No. 10. los recursos ajenos:

Tabla 9. Recursos Propios para la atención de emergencias

No.	Recurso	Cantidad
1	Extintor	1
2	Botiquín	1
3	Camilla rígida	1
4	Timbre o pito de alarma	1
5	Plano de ruta de evacuación	1
6	Punto de encuentro	1
7	Área de aislamiento y cuidado de la salud	1

Tabla 10. Recursos ajenos para la atención de emergencias

Entidad	Dirección	Teléfono	Recurso de Apoyo
Cuerpo de Bomberos	Cra 15 # 25 - 73 Cra 1W # 41 - 40	7957400 - 7957401 - 7842890	Personal técnico especializado en contraincendios, escaleras de rescate, manilas o cuerdas de rescate, mangueras de diferentes diámetros para agua, extintores.
Policía Nacional	Calle 29 cra 6 # 5 - 61	3507291874- 3203050417	Grupos de reacción operativa inmediata especializada, ambulancia, planes de contingencias de acciones. Personal para el control del tránsito vehicular.
Hospital San Jerónimo	Calle 24 Cra 14 Av. Circunvalar	7958135	Personal médico y paramédico para atención de primeros auxilios.
LINEA SALVA VIDA ARL SURA	Carrera 7 N° 43 – 99 Montería	01800511414 Opción 1	Administradora de Riesgos Laborales. Reporte de accidentes de trabajo. Solicitud de traslado.

9.2.7. Canales de comunicación

En las siguientes tablas se establecen los canales de comunicación durante la situación de emergencia y el Directorio interno y externo.

Tabla 11. Canales de comunicación

Mensaje	Canal de comunicación	Responsable
Reporte de situación de emergencia a brigadistas.	Verbal	Persona que detecta
Reporte de situación al Coordinador de emergencia y Director General de emergencias.	Verbal o telefónica	Líder de brigadas
Comunicaciones de decisiones por parte del coordinador de la emergencia y director de la emergencia	Verbal o telefónicamente	Coordinador de la emergencia
Comunicación a todo el personal del estado de emergencia y evacuación.	Alarma de emergencia	Coordinador de emergencias / Líder de brigadas / Brigadista

Mensaje	Canal de comunicación	Responsable
Contacto con la ayuda exterior	Telefónicamente a los teléfonos establecidos en la tabla No. 10	Coordinador de emergencias / Líder de brigadas

Tabla 12. Directorio Externo e interno

DIRECTORIO INTERNO		
Cargo Emergencia	**Nombre**	**Teléfono / Celular**
Director General de emergencias	Se definirá luego del inicio del proyecto	Se definirá luego del inicio del proyecto
Coordinador de Emergencias	Se definirá luego del inicio del proyecto	Se definirá luego del inicio del proyecto
Líder de Brigadas	Se definirá luego del inicio del proyecto	Se definirá luego del inicio del proyecto
DIRECTORIO EXTERNO: El referenciado en la Tabla 2: Recursos ajenos para la atención de emergencias.		

Se deberá realizar la conformación de las brigadas de emergencias utilizando el formato **Conformación de brigadas de emergencias**.

9.2.8. Costos

Los costos inherentes al plan de contingencia serán tenidos en cuenta dentro de la ficha del Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo, ya que ésta ficha lo que busca es prevenir y evitar cualquier accidente, riesgo o enfermedad que se produzca por consecuencia de las diferentes actividades de obra

9.2.9. Responsables de la ejecución

El responsable de la ejecución del programa es el contratista de obra.

9.2.10. Responsable de seguimiento y monitoreo

El responsable del seguimiento y monitoreo de este programa son la interventoría y la Alcaldía.

ANEXOS

ANEXO A. MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE AMENAZAS

Matriz de análisis de riesgo

Nombre del proyecto	CONSTRUCCION DE PARQUE LINEAL UBICADO EN LA CALLE 44 ENTRE LA CARRERA 2DA Y 4TA EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA	Código BPIN	
Responsable del diligenciamiento	INGRID MORALES AVILA - ANDRES BALOCO VEGA	Cargo	GERENTE DE PROYECTOS - CONTRATISTA
E-mail	infra.morales25@gmail.com - infra.andresbaloco@gmail.com	Teléfono de contacto	3013718044 - 3162551887

Identificación de las amenazas

¿Existen antecedentes de amenazas en la zona en la cual se pretende ejecutar el proyecto? ¿Existen antecedentes de ocurrencia de eventos físicos en la zona en la cual se pretende ejecutar el	Si

¿Cuáles?		Indique si el evento asociado a la amenaza se ha presentado en la zona donde se ejecutará el proyecto.	Nombre del documento / Fuente de información	Otro. ¿Cuál?	¿Existen estudios que pronostican la probable ocurrencia de amenazas en la zona donde se pretende desarrollar el proyecto?	Nombre del documento / Fuente de información	Otro. ¿Cuál?	Indique si el evento podría llegar a presentarse en un futuro, de acuerdo a información técnica
mos	No	No	POT		No	POT		No
unami	No	No	POT		No	POT		No
pción volcánica	No	No	POT		No	POT		No
racanes	No	No	POT		No	POT		No
ndavales	No	No	POT		No	POT		No
sión costera	No	No	POT		No	POT		No
mento del nivel del mar	No	No	POT		No	POT		No
as de calor	No	No	POT		No	POT		No
vimientos en masa	No	No	POT		No	POT		No
enidas torrenciales (avalanchas)	No	No	POT		No	POT		No
ndaciones	Si	Si	POT		Si	POT		Si
endios forestales	No	No	POT		No	POT		No
endios estructurales	No	No	POT		No	POT		No
rrames de hidrocarburos	No	No	POT		No	POT		No
ntaminación	No	No	POT		No	POT		No
o.¿Cuál?	No	No	POT		No	POT		No
Indique el nombre de la otra amenaza								
Indique el nombre de la otra amenaza								

xiste probabilidad que durante la vida útil del proyecto pueda presentarse alguna de las amenazas identificadas en las preguntas anteriores? ¿Existe probabilidad que durante la vida útil del proyecto pueda sentarse alguno de los eventos identificados en las preguntas anteriores?	Si
a información existente y disponible sobre ocurrencia de amenazas en la zona donde se pretende desarrollar el proyecto es suficiente para tomar decisiones relacionadas con la formulación del mismo? ¿La rmación existente y disponible sobre ocurrencia de eventos físicos peligrosos en la zona donde se pretende desarrollar el proyecto es suficiente para tomar decisiones relacionadas con la formulación del mismo?	Si

Evaluación de las amenazas

Cuadro 2. Valoración de la amenaza con base en frecuencia e intensidad

Amenaza por tipo de evento		Frecuencia* (a) Siendo 0 ocurrencia en el largo plazo y 4 una ocurrencia en el muy corto plazo					Intensidad** (b) Siendo 0 afectación por amenaza leve y 4 alta					Valoración Amenaza
		0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	(Alta-Media-Baja)
Naturales	Sismos			0					0			0
	Tsunami			0					0			0
	Erupción volcánica			0					0			0
	Huracanes			0					0			0
	Vendavales			0					0			0
	Erosión costera			0					0			0
	Aumento del nivel del mar			0					0			0
	Olas de calor			0					0			0
Socio naturales	Movimientos en masa			0					0			0
	Avenidas torrenciales (avalanchas)			0					0			0
	Inundaciones			1					1			1
	Incendios forestales			0					0			0
Antrópicos	Incendios estructurales			0					0			0
	Derrames de hidrocarburos			0					0			0
	Contaminación			0					0			0
Otras:												

ANEXO B. MATRIZ DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Cuadro 5. Criterios de verificación para el análisis de vulnerabilidad

Vulnerabilidad por exposición (localización)	SI/NO	Escala	Nivel
¿La localización escogida para el proyecto evita su exposición a amenazas?	Si	0	Baja exposición
Vulnerabilidad por resistencia (fragilidad)	SI/NO		
¿El diseño del proyecto tiene en cuenta las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	Si	0	Fragilidad baja
¿La programación del cronograma de actividades del proyecto toma en cuenta las características geográficas, climáticas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	Si	0	
¿La alternativa propuesta para el proyecto considera las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	Si	0	
¿Los diseños y la construcción de la infraestructura tienen en cuenta el potencial impacto de fenómenos naturales y/o climáticos extremos durante la vida útil del proyecto?	Si	0	
¿En una perspectiva de ciclo de vida, los materiales de construcción consideran las características, climáticas, geográficas y físicas futuras de la zona de ejecución del proyecto?	Si	0	
Vulnerabilidad por resiliencia	SI/NO		
¿El proyecto contempla el aseguramiento de la infraestructura ante desastres?	Si	0	Resiliente
¿El proyecto incluye plan de contingencia para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de un desastre? (Aplica para proyectos que se enmarquen en el artículo 42 de la Ley 1523 de 2012)	Si		
Total susceptibilidad		0	

2M

ANEXO C. MATRIZ DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

Cuadro 9. Valoración del nivel de riesgo del proyecto

	Fragilidad	Resiliencia	Total
Total susceptibilidad	0	0	0

	Exposición	Susceptibilidad	Total
Total vulnerabilidad	0	0	0

	Amenaza	Vulnerabilidad	Total
Índice de riesgo	2	0	0

Nivel de riesgo	Valoración de la escala	Interpretación
Bajo	0.00	El proyecto no presenta riesgos significativos en su ejecución.

Medidas de reducción de vulnerabilidad
Incorpore las medidas de reducción de vulnerabilidad
Incorpore las medidas de reducción de vulnerabilidad
Incorpore las medidas de reducción de vulnerabilidad

Revisó: Ingrid Morales Ávila

Elaboró: Andrés Baloco Vega

242

CARTA DE RESPONSABILIDAD DEL PROFESIONAL QUE REALIZÓ EL ESTUDIO DE SEGURIDAD HUMANA, ANEXA COPIA DE CÉDULA Y TARJETA PROFESIONAL.

Montería, Marzo de 2025

Señores
ALCALDÍA MUNICIPAL DE MONTERÍA

Asunto: CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD

Certifico que he realizado el **"PLAN DE PREVENCIÓN DEL RIESGO Y PREPARACIÓN Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS"** del proyecto: **"CONSTRUCCION DE PARQUE LINAL UBICADO EN LA CALLE 44 ENTRE LA CARRERA 2DA Y 4TA EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA"**, a construirse en el Municipio de Montería, Departamento de Córdoba, de acuerdo con los requisitos técnicos vigentes, establecidos en la Normatividad Colombiana, cuyos resultados se encuentran consignados en los informes de diseño, que anexo debidamente firmados.

Para los fines pertinentes, anexo copia de mi Tarjeta o Matrícula Profesional y certificado de vigencia de la misma y copia de la cédula de ciudadanía.

ANDRÉS FERNANDO BALOCO VEGA
Ingeniero Ambiental
Especialista en Gestión Ambiental
M.P. No. 22238-380828 COR
C.C. No. 1.067.925.642

COLOMBIA

REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO **1.067.925.642**

BALOCO VEGA

APELLIDOS

ANDRES FERNANDO

NOMBRES

Andrés F. Baloco

FIRMA





FECHA DE NACIMIENTO **30-NOV-1993**

MONTERIA
(CORDOBA)
LUGAR DE NACIMIENTO

1.72	**O+**	**M**
ESTATURA	G.S. RH	SEXO

14-DIC-2011 MONTERIA
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

INDICE DERECHO

REGISTRADOR NACIONAL
CARLOS ARIEL SÁNCHEZ TORRES

A-1300100-00484682-M-1067925642-20131003 0035263660A 1 41234605

REPÚBLICA DE COLOMBIA

COPNIA

Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Matrícula Profesional No.
22238-380828 COR
Fecha de Expedición: **09/02/2018**

Nombre:
ANDRES FERNANDO
BALOCO VEGA

Identificación:
C.C. 1067925642

Profesión:
INGENIERO AMBIENTAL

Institución:
UNIVERSIDAD DE CORDOBA



Este es un documento público expedido en virtud de la Ley 842 de 2003, que autoriza al titular a ejercer como Ingeniero en el Territorio Nacional.

DIRECTOR GENERAL

En caso de extravío debe ser remitida al COPNIA. Calle 78 No. 9-57 primer piso
Línea Nacional: 01 8000 116590

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2025-3781186

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que ANDRES FERNANDO BALOCO VEGA, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1067925642, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA AMBIENTAL con MATRICULA PROFESIONAL 22238-380828 desde el 09 de Febrero de 2018, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 182.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los veinticinco (25) días del mes de Marzo del año dos mil veinticinco (2025).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

CÁLCULO ESTRUCTURAL.

Alcaldía de
MONTERÍA

MEMORIAS DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE CANAL RECTANGULAR CON TAPA DE SECCIÓN 4.00m X 1.46m. UBICADO ENTRE LAS ABCISAS K0+0.00 YK0+185.42 (TRAMO1) DE LA CALLE 44 ENTRE CRAS 2 Y 4

PROYECTO:

"ESTUDIOS TÉCNICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PARQUE LINEAL EN LA CALLE 44 ENTRE CRAS 2 Y 4. EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA"

PROFESIONAL RESPONSABLE

LUIS BARREIRO PINTO
MP. 22202113812COR
CC. 10776797

Julio de 2024

Alcaldía de
MONTERÍA

ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. 4
1.1 NOMBRE DEL PROYECTO: 4
1.2 LOCALIZACIÓN: 4
1.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL: 4
2. CATEGORÍA OPERACIONAL Y OBTENCIÓN DEL NIVEL DE AMENAZA SÍSMICA: 4
3. CARGAS 4
3.1 CARGAS MUERTAS 5
3.2 CARGAS VIVAS DE DISEÑO. 5
3.2.1 Carga de Peatones 6
3.2.2 Presión del Suelo: EH, ES, LS, y DD 6
3.2.3 Carga de agua (WA) 8
4. COMBINACIONES DE CARGA. 9
5. ANÁLISIS Y DISENO ESTRUCTURAL 11
6. INFORMACIÓN GEOTÉCNICA 11
7. ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES. 12
8. RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS. 12
8.1 CIMENTACIÓN 12
8.2 MUROS 12
8.3 LOSA SUPERIOR 13
9. NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN. 14

Alcaldía de
MONTERÍA

Lista de figuras

Figura 1. Carga Vehicular de diseño 6
Figura 2. Altura equivalente de suelo para sobrecarga viva en Box Culvert de acuerdo con CCP-14 8
Figura 3. Altura equivalente de suelo para sobrecarga viva en Aletas de acuerdo con CCP-14 8
Figura 4. Combinaciones y factores de carga 10

Alcaldía de
MONTERÍA

MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

1.1 NOMBRE DEL PROYECTO:

DISEÑO ESTRUCTURAL DE CANAL RECTANGULAR CON TAPA DE SECCIÓN 4.00m X 1.46m. UBICADO ENTRE LAS ABCISAS K0+0.00 YK0+185.42 (TRAMO1) DE LA CALLE 44 ENTRE CRAS 2 Y 4 EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA.

1.2 LOCALIZACIÓN:

Montería – Córdoba.

1.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL:

El sistema estructural es hiperestático. Se trata de una estructura espacial convencional no arriostrada, capaz de resistir las fuerzas verticales y horizontales causadas empujes laterales de tierra, hidrodinámicos y por sismos.

2. CATEGORÍA OPERACIONAL Y OBTENCIÓN DEL NIVEL DE AMENAZA SÍSMICA:

Este paso consiste en localizar el lugar donde se construirá el puente dentro de los mapas de zonificación sísmica dados en la sección 3.10 de CCP-14 y en determinar el nivel de amenaza sísmica del lugar, de acuerdo con los valores de los parámetros PGA, S_s y S_1 obtenidos en los mapas de zonificación sísmica de la sección 3.10. La zona de desempeño sísmico se clasificará como 1, 2, 3 ó 4, a partir del cálculo de S_{D1} obtenido aplicando la Ec. 3.10.4.2-6 de CCP-14.

De acuerdo con la descripción del proyecto y considerando su importancia con respecto a determinantes como aspectos sociales, de supervivencia, de seguridad, y de defensa. El proyecto se clasificará dentro de:

Categoría Operacional: **Otros Puentes.**

Zona de desempeño sísmico: 4 (Tabla 3.10.6-1)

3. CARGAS

Con las dimensiones de los elementos de la estructura definidas, se evalúan todas las solicitaciones que pueden afectar la estructura de acuerdo con los requisitos las secciones

3 y 4 de la Norma Colombiana de Puentes CCP-14. Estas incluyen: el efecto gravitacional de la masa de los elementos estructurales, o peso propio, las cargas de carpeta de rodadura y barandas, las cargas muertas, las fuerzas de viento, las deformaciones impuestas por efectos reológicos de los materiales estructurales

3.1 CARGAS MUERTAS

Las cargas muertas se calcularon de acuerdo con las cargas por peso propio y sobreimpuestas a las estructuras

- Concreto reforzado: 24.00 KN/m³
- Material de relleno: 21.00 KN/m³ (Ver recomendaciones del estudio geotécnico)

3.2 CARGAS VIVAS DE DISEÑO.

Verificación de la carga viva producida por peso de las personas o el Camión o Tándem que deben aplicarse a la superestructura para lo cual debe determinarse la que produzca las mayores solicitaciones.

De acuerdo con establecido en 3.6.1.2.1, cada carril de diseño en consideración deberá estar ocupado por el camión o tándem de diseño coincidente con la carga de carril. Debe suponerse que las cargas ocupan 3.00m transversalmente dentro del carril de diseño.

Se debe considerar el efecto dinámico producido por la carga viva de acuerdo con lo establecido en la Tabla 3.6.2.1-1 de CCP-2014.

"3.6.1.2.1. General- la carga viva vehicular en las calzadas del puente o en estructuras incidentales, designada como CC-14, debe consistir en una combinación de:

• *Camión o tándem de diseño, y*

• *Carga de carril de diseño.* "

La Figura 1. Ilustra la combinación de cargas del Camión o tándem de deseño más la carga de carril de diseño.

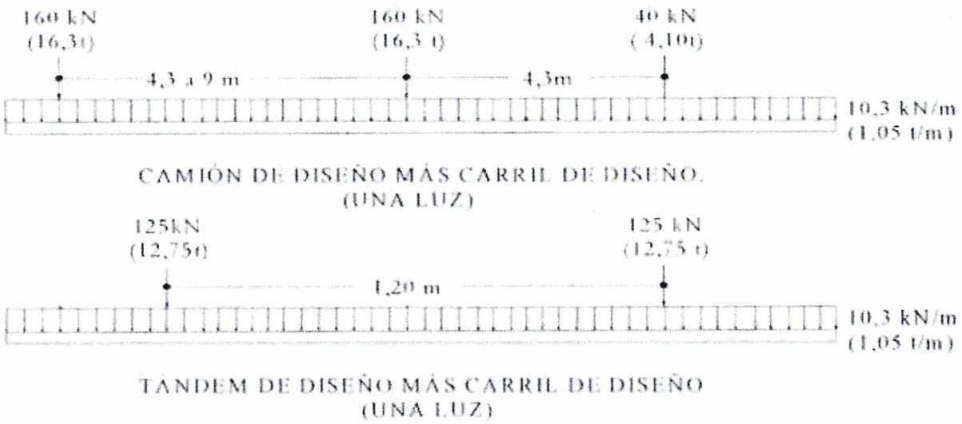


Figura 1. Carga Vehicular de diseño
Fuente: Vallecilla Bahena, Carlos. (Notas de clases)

3.2.1 Carga de Peatones

De manera específica se han tomado lo establecido en LRFD GUIDE SPECIFICATIONS FOR THE DESIGN OF PEDESTRIAN BRIDGES. Que establece una carga viva uniformemente distribuida de 90 lb/ft^2, para este caso se empleó una carga viva de 5.0 KN/m^2 sobre la losa superior de las alcantarillas y cajas de registro paralelas al eje de la vía.

3.2.2 Presión del Suelo: EH, ES, LS, y DD

EH: Presión lateral del suelo

ES: sobrecarga de suelo

LS: sobrecarga viva

DD: fricción negativa

"3.11.1 – General – La presión del suelo se debe considerar en función de:

- *Tipo y peso unitario del suelo*
- *Contenido de humedad*
- *Características de fluencia lenta del suelo*
- *Grado de compactación*
- *Localización del nivel freático*
- *Interacción suelo-estructura,*
- *cantidad de sobrecarga*
- *Efectos sísmicos*
- *Ángulo de la pendiente del relleno, e*
- *Inclinación del muro."*

Alcaldía de
MONTERÍA

Presión del suelo: EH (*Art. 3.11.5.1*)

Se supone linealmente proporcional a la profundidad del suelo:

$$p = k\gamma_s z$$

donde:

p = empuje lateral del suelo (kg/m²)

k = coeficiente de empuje lateral, tomado como k_0, para muros que no se deforman ni se muevan; k_a, para muros que se deforman o mueven lo suficiente para alcanzar la condición mínima activa, o k_p; para muros que se deforman o mueven lo suficiente para alcanzar una condición pasiva.

γ_s= peso unitario del suelo (KN/m³)

z = profundidad del suelo debajo de la superficie (mm)

Se asumirá que la carga del suelo lateral resultante debida al peso del relleno actúa a una altura igual a H/3 desde la base del muro, siendo H la altura total del muro.

Sobrecargas uniformes: *ES* (*Art. 3.11.6.1*)

Se aplica cuando se presentan sobrecargas uniformes en el suelo, situación que no ocurre para la estructura diseñada.

Sobrecarga por carga viva: *LS* (*Art. 3.11.6.4*)

Es el incremento de presiones laterales en el muro cuando se espera carga vehicular sobre la superficie del relleno dentro de una distancia igual a la mitad de la altura del muro desde el respaldo del muro. Se calcula como:

$\Delta_p = k\gamma_s h_{eq} * 10^{-9}$

Donde: h_{eq}

h_{eq}: Altura equivalente del suelo para carga vehicular (mm)

Valor de h_{eq}, empleado para el diseño del Box Culvert, de acuerdo con CCP-14

Alcaldía de
MONTERÍA

Tabla 3.11.6.4-1 — Alturas equivalentes de suelo para carga vehicular sobre estribos perpendiculares al tráfico

Altura del Estribo (mm)	h_{eq} (mm)
1500	1200
3000	900
≥ 6000	600

Figura 2. Altura equivalente de suelo para sobrecarga viva en Box Culvert de acuerdo con CCP-14

Fuente: Norma Colombiana de Puentes CCP 14

Valor de h_{eq}, empleado para el diseño de las aletas, de acuerdo con CCP-14

Tabla 3.11.6.4-2 — Alturas equivalentes de suelo para carga vehicular sobre muros de contención paralelos al tráfico

Altura del Muro de Contención (mm)	h_{eq} (m) Distancia desde el respaldo del muro al borde del tráfico	
	0.0 mm	300 mm o más
1500	1500	600
3000	1000	600
≥ 6000	600	600

Figura 3. Altura equivalente de suelo para sobrecarga viva en Aletas de acuerdo con CCP-14

Fuente: Norma Colombiana de Puentes CCP 14

Presión vertical del suelo de relleno: *EV*

Se calcula como la altura del relleno multiplicada por su peso unitario

$$EV = \gamma_s z$$

Para el diseño del Box Culvert *EV=0*, debido a que sobre el box culvert no hay rellenos proyectados de acuerdo con la información topográfica suministrada a esta consultoría.

3.2.3 Carga de agua (WA)

Actúa de forma perpendicular a la superficie, y se calcula como el producto entre la altura de la columna de agua sobre el punto considerado, la densidad del agua y *g* (aceleración de la gravedad).

Alcaldía de
MONTERÍA

4. COMBINACIONES DE CARGA.

Se emplearon las consideraron los estados límites de Resistencia y Servicio, para cuando el Box se encuentre lleno de agua y el Box vacío.

El caso de fatiga no necesita ser investigado en alcantarillas tipo cajón de concreto reforzado, de acuerdo con el Art.5.5.3. de CCP-14

Para el análisis y diseño de las aletas se consideraron los estados límites de Resistencia, Evento Extremo y Servicio.

Notación de las cargas

DC: Peso propio de los componentes estructurales y accesorios no estructurales

DW: Peso propio de las superficies de rodamiento e instalaciones para servicios públicos

EV: Presión vertical del peso propio del suelo de relleno

LL: Sobrecarga vehicular

IM: Incremento por Carga Dinámica

LS: Sobrecarga viva

EH: Empuje horizontal del suelo

EQ: Efectos sísmicos

WA: Carga de agua

Las combinaciones de carga utilizadas en el diseño se aplican considerando lo establecido por el **CCP 14** en la **SECCIÓN 3.4.1, TABLA 3.4.1-1.**

Alcaldía de
MONTERÍA

Tabla 3.4.1-1- Combinaciones y Factores de Carga

Estado Límite de la Combinación de carga	DC DD DW EH EV ES EL PS CR SH	LL IM CE BR PL LS	WA	WS	WL	FR	TU	TG	SE	Use uno de estos a la vez				
										EQ	BL	IC	CT	CV
Resistencia I (a menos que se indique)	γ_p	1.75	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Resistencia II	γ_p	1.35	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Resistencia III	γ_p	-	1.00	1.400	-	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Resistencia IV	γ_p	-	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	-	-	-	-	-	-	-
Resistencia V	γ_p	1.35	1.00	0.400	1.0	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Evento Extremo I	γ_p	γ_{EQ}	1.00	-	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-
Evento Extremo II	γ_p	0.50	1.00	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00
Servicio I	1.00	1.00	1.00	0.300	1.0	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Servicio II	1.00	1.30	1.00	-	-	1.00	1.00/1.20	-	-	-	-	-	-	-
Servicio III	1.00	0.80	1.00	-	-	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Servicio IV	1.00	-	1.00	0.700	-	1.00	1.00/1.20	-	1.0	-	-	-	-	-
Fatiga I- Sólo LL, IM & CE	-	1.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fatiga I II- Sólo LL, IM & CE	-	0.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Figura 4. Combinaciones y factores de carga
Fuente: Norma Colombiana de Puentes CCP 14

Combinaciones de carga para el diseño del box culvert

- **Resistencia Ia**

  1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(LL+IM)+1.50(EH)+1.75(Ls)

- **Resistencia Ib**

  1.25(DC)+1.50(DW)+1.35(EV)+1.75(LL+IM)+1.0(WA)+0.9(EH)+1.75(Ls)

- **Resistencia Ic**

  0.90(DC)+0.65(DW)+1.00(EV)+0.9(EH)+1.75(Ls)

- **Servicio Ia**

  1.00(DC)+1.00(DW)+1.00(EV)+1.00(LL+IM)+1.00(EH)+1.00(Ls)

- **Servicio Ib**

  1.00(DC)+1.00(DW)+1.00(EV)+1.00(LL+IM)+1.00(WA)+1.00(EH)+1.00(Ls)

- **Servicio Ic**

  1.00(DC)+1.00(DW)+1.00(EV)+1.00(EH)+1.00(Ls)

Alcaldía de
MONTERÍA

Combinaciones de carga para el diseño de las aletas

- **Resistencia Ia**
  1.25(DC)+1.35(EV)+1.75(Ls_{vert})+ 1.75(Ls_{Horiz})+1.50(EH)
- **Resistencia Ib**
  0.90 (DC)+1.00(EV)+1.75(Ls_{vert})+0.90(EH)
- **Evento Extremo Ia**
  1.25(DC)+1.35(EV)+0.50(Ls_{vert})+ 0.50(Ls_{Horiz})+1.50(EH)+1.00(EQ)
- **Evento Extremo Ib**
  0.90(DC)+1.00(EV)+0.90(EH)+1.00(EQ)
- **Servicio**
  1.00(DC)+1.00(EV)+1.00(Ls_{vert})+1.00(Ls_{Horiz})+1.00(EH)

5. ANÁLISIS Y DISENO ESTRUCTURAL.

PROGRAMA DE COMPUTADOR.

Mediante el uso del programa SAP2000 V21, se analiza y confecciona la estructura. Se crea la estructura con lo cual se define la geometría y conformación de la estructura. El programa calcula inicialmente la matriz de rigidez, considerando deformaciones axiales y de corte, y a partir de ella, obtiene las deformaciones, reacciones y elementos mecánicos para el correspondiente diseño.

El diseño se realizó de acuerdo con los requisitos propios del sistema estructural de resistencia sísmica y del material estructural utilizado. Los despieces se realizaron de acuerdo con el grado de capacidad de disipación para los valores más desfavorables obtenidos de las combinaciones más desfavorables señaladas en el numeral 4.

6. INFORMACIÓN GEOTÉCNICA

De acuerdo con lo indicado en el informe geotécnico, elaborado por el Jorge Gallego Silva. con fecha de febrero de 2022. Se clasifica el perfil de suelo Tipo E.

Alcaldía de
MONTERÍA

7. ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES.

Los materiales con los cuales se realiza el presente estudio y deben corresponder a los que se utilizarán en la construcción de la obra son:

1. Concretos:
   - De limpieza: **f'_c = 140 kg/cm² (14 MPa)**
   - Losas y muros: **f'c = 280 kg/cm² (28 MPa)**

2. Refuerzo:
   - Barras corrugado: **f_y = 4200 kg/cm² (420 MPa)**

8. RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS.

8.1 CIMENTACIÓN

- Las labores de excavación, relleno y construcción de los cimientos se deben realizar en forma continua para evitar la recuperación elástica del suelo.
- La limpieza del fondo de las excavaciones es fundamental para evitar asientos instantáneos.
- El terreno debe ser adecuadamente nivelado.
- Se deberán colocar separadores en las barras de refuerzo con las distancias estipuladas en el plano para el recubrimiento de estas. El alambre negro de amarre de las barras deberá tener el nudo fuera de la zona del recubrimiento.
- Se deberá utilizar vibrador para el vaciado con el fin de lograr una mezcla homogénea.

8.2 MUROS

- Al momento de armar la formaleta se deberá dejar completamente vertical y conservando las dimensiones consignadas en planos de diseño y construcción.
- Se deberán colocar separadores en las barras de refuerzo con las distancias estipuladas en el plano para el recubrimiento de estas y entre las diferentes capas. El alambre negro de amarre de las barras deberá tener el nudo fuera de la zona del recubrimiento.

- El vaciado de los muros se puede hacer de forma individual. En caso de no lograr todo el vaciado en un muro en un mismo día, se hará la junta de construcción en la mitad de su altura, en donde el esfuerzo cortante es menor, y se continuará el vaciado al día siguiente. En caso de no ser así se deberá usar aditivo para pegar concreto nuevo con concreto viejo.
- Se deberá vibrar todo el concreto de una manera adecuada con el fin de lograr una mezcla homogénea y evitar hormigueros.

8.3 LOSA SUPERIOR

- La formaleta será nivelada adecuadamente de manera que el espesor de la losa sea constante.
- Se deberán colocar separadores en las barras de refuerzo con las distancias estipuladas en el plano para el recubrimiento de estas. El alambre negro de amarre de las barras deberá tener el nudo fuera de la zona del recubrimiento.
- El vaciado del tablero se hará monolíticamente. En caso de no lograr todo el vaciado en un mismo día, se hará la junta de construcción en el tercio medio del ancho de la celda y en una línea recta transversal en donde el esfuerzo cortante es menor, y se continuará el vaciado al día siguiente. En caso de no ser así se deberá usar aditivo para pegar concreto de diferentes edades.
- Se deberá vibrar todo el concreto de una manera adecuada con el fin de lograr una mezcla homogénea y evitar hormigueros.
- Se deberá esparcir una capa de protector solar tipo anti-sol o similar con el fin de evitar la pérdida de agua y afectar así la relación a/c.
- El desnivel para lograr el bombeo del 1% para el drenaje de la losa superior se dejará al momento de vaciar la misma. No se aconseja hacerlo posteriormente por cuanto no se consigue una suficiente adherencia y no se puede garantizar entonces su duración.
- Los bordillos se pueden vaciar en los dos días siguientes al vaciado del tablero. En caso de no ser así se deberá usar aditivo para pegar concreto nuevo con concreto viejo.

Alcaldía de
MONTERÍA

9. NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

El presente estudio, se realiza de acuerdo con la Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP 14.

Si por alguna circunstancia existe alguna variación en ellos, que impliquen modificaciones al proyecto estructural, se deberá hacer conocer al suscrito para estudiar su incidencia y definir la solución más adecuada.

Se firma este documento a los 10 días del mes de julio de 2024

Atentamente,

LUIS BARREIRO PINTO
Ing. Esp. Análisis y Diseño de Estructuras
M.P. 22202113812 COR
Contratista Secretaría de Infraestructura
Alcaldía de Montería

Alcaldía de
MONTERÍA

INDICE

MEMORIA DE CALCULOS DEL ESTUDIO ESTRUCTURAL

ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

GEOMETRÍA Y CARGAS DE LA ESTRUCTURA
DISEÑO DE MUROS Y LOSA

Alcaldía de
MONTERÍA

ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

Alcaldía de
MONTERÍA

DISEÑO ESTRUCTURAL DE CANAL RECTANGULAR CON TAPA DE SECCIÓN 4.00m X 1.46m. UBICADO ENTRE LAS ABCISAS K0+0.00 YK0+185.42 (TRAMO1) DE LA CALLE 44 ENTRE CRAS 2 Y 4 , EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA

1. DATOS:

Materiales

Concreto	f'_c (MPa)= 28.00
Acero	f_y (MPa)= 420.00
Relleno	$\gamma_{RELLENO}$ (KN/m^3)= 21.00
Camión de Diseño	CC-14

Parámetros de Diseño

Ubicación:

Montería - Córdoba

PGA= 0.15

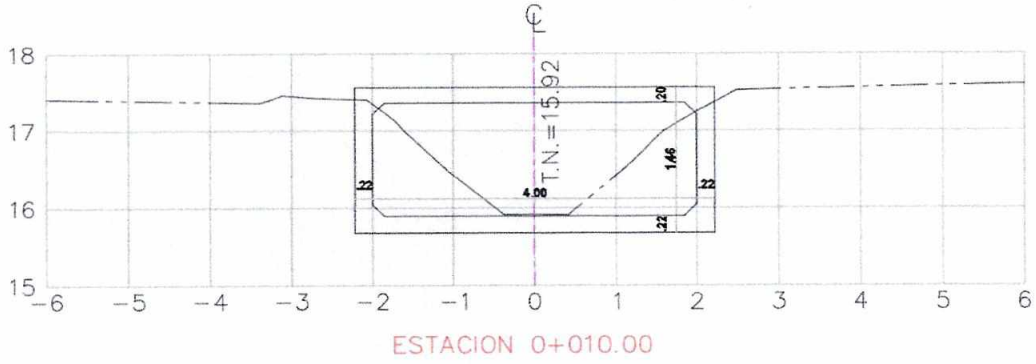
Clasificación operacional: Grupo III (Otros Puentes)

Perfil del suelo E

Ancho total del Box	L_T= 4.44 m
Longitud total del box	B_C= 1.00 m
Altura Total del Box	H_T= 2.12 m
Espesor de losa Superior	t_{LS}= 0.20 m
Espesor de losa Inferior	t_{LI}= 0.22 m
Espesor de muros	t_W= 0.22 m
Altura hidraúlica del Box	H_E= 1.70 m
Ancho hidraúlico del Box	B_E= 4.00 m
Espesor de acabados =	0.10 m

Carga Viva de Diseño (LL)

Carga de peatones 5.00 KN/m2



ESTACION 0+010.00

Cargas en el Box (Para una franja de 1 m de ancho)

2. Cargas Muertas (CD+DW)

Peso propio de la losa superior=	4.80 KN/m2
Peso carpeta de rodadura (DW)=	2.40 KN/m2
Peso de muros=	5.28 KN/m2
Peso propio de la losa inferior=	5.28 KN/m2
Carga Muerta sobre el terreno=	73.36 KN

Alcaldía de
MONTERÍA

3. Presión Vertical de relleno sobre el Box (EV)

$W_E = F_e \gamma_s B_c H$ (Ec. 12.11.2.2.1-1)

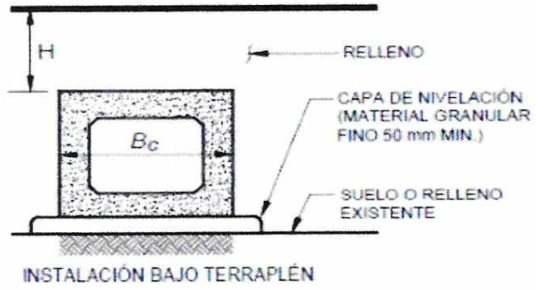


Figura 12.11.2.2.1-1 — Instalaciones bajo terraplén — Secciones tipo cajón de concreto prefabricado

H= 0.00 m
F_e= 1.00 (Ec. 12.11.2.2.1-2)
W_E= 0.00

4. Presión Horizontal del terreno

Cálculo del empuje activo de tierras (EH): (3.11.5)

$\gamma_{RELLENO}$ = 21.00 KN/m3
φ= 30.00 °
K_A= 0.333
EH= 14.84 KN/m

Art. 3.11.3-Presencia de Agua- Si la tierra contenida no se deja drenar, debe añadirse el efecto de la presión hidrostática del agua a la presión del suelo

$$E_{Agua} = \gamma_{agua} * H_w * A$$

E_{Agua}= 0.00 KN/m
EH_{Total}= 14.84 KN/m

Cargas LS (Sobrecarga por carga viva en el terreno) (3.11.6.4)

h_{eq} = 0.60 m (Tabla 3.11.6.4-2)
LS_X = 4.20 KN/m
Z_A = 1.06 m

5. Carga de Agua (WA) (3.7.1)

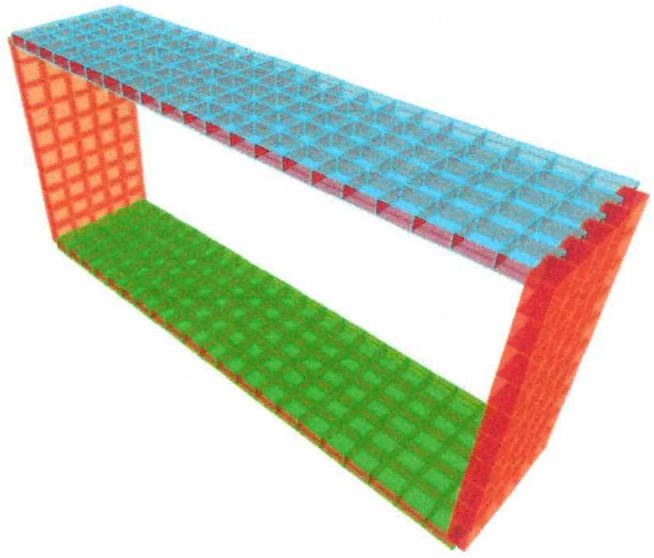
WA= 17.00 KN/m

6. Carga Viva (LL)

LL 10.00 KN/m2

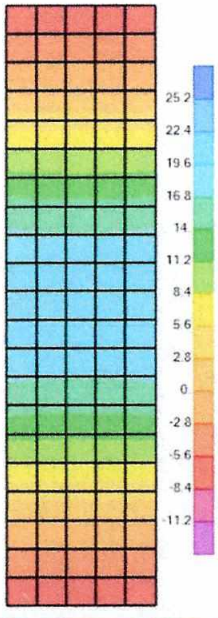
Alcaldía de
MONTERÍA

7. Modelo matemático tridimensional del Box para una franja de 1 metro



8. Diseño de la Losa Superior

Refuerzo Longitudinal Inferior



$M_{DISEÑO}$ = 21.70 KN.m/m
H_{Losa}= 0.20 m
d= 0.15 m
B= 1.00 m
K= 0.96 MPa
m= 17.65
ρ= 0.0026

Verificación por armadura mínima

$M_{cr} = 1.1 f_r S$

f_r= 3.28 MPa
S= 0.00667 m3
M_{cr}= 24.06 KN.m
$1.33M_u$= 28.86 KN.m
K= 1.07 MPa
m= 17.65
ρ_{MIN}= 0.0029
$\rho_{DISEÑO}$= 0.0029
A_S= 4.35 cm2

Usar Barras #4 @ 0.30 m Abajo perpendicular a la longitud de la alcantarilla

Alcaldía de
MONTERÍA

Armadura de retracción y temperatura

$$As_{temp} = \frac{0.18bh}{2(b+h)}$$ (Ec. 5.10.8.2-1)

$A_{s\ temp}$= 1.50 cm2

$A_{s\ temp\ req}$= 2.33 cm2

Usar Barras #3 @ 0.30 m

Control de agrietamiento por medio de la distribución de refuerzo (Art. 5.7.3.4)

$$S \leq \frac{123000 * \gamma_e}{\beta_s * f_{ss}} - 2d_c$$

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.70 * (h - d_c)}$$

$$M_{SI} = \eta[1.0DC + 1.0DW + 1.0(LL + IM)]$$

$$E_C = 0.043 K_1 w_c^{1.5} \sqrt{f'_c}$$ (EC. 5.4.2.4-1)

$$f_{ss} = \frac{nM_{SI}(d - X)}{I_c}$$

d_c = 4.64 cm

β_s = 1.43

γ_e = 1.00 Exposición clase 1

a= 0.77 cm

M_{SI}= 16.13 KN.m/m

K_1= 1.0

w_c= 2300 kg/m3

f'_c= 28.00 MPa

E_c= 25098 MPa

E_s= 200000 MPa (5.4.3.2)

η= 7.97

d= 0.15 m

X= 0.03 m

I_c= 0.00006 m4

jd= 0.144 m

f_{ss} = 257 MPa

S≤ 0.24 m Ajustar

Separación entre las barras de refuerzo

S= 0.24 m

S_{Libre}= 0.23 m

Verificación de la deformación unitaria del acero

$$c = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b \beta_1}$$

$$\varepsilon_s = (d - c) * \left(\frac{\varepsilon_c}{c}\right) > \varepsilon_t = 0.005$$

c= 0.90 cm

ε_c = 0.003

ε_s = 0.047 O.K

Armadura de distribución para losas con armadura principal paralela a la dirección del tráfico (9.7.3.2)

$$AD = \frac{1750}{\sqrt{S}} \leq 50\%$$

S= 4000 mm

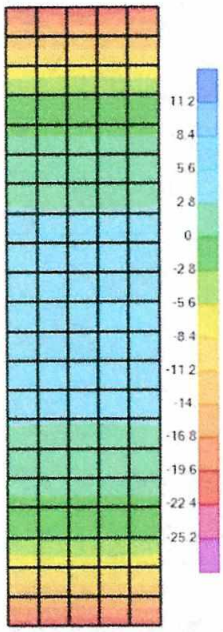
AD= 27.67%

AD= 1.20 cm2

Usar Barras #3 @ 0.59 m **Abajo paralelo a la longitud de la alcantarilla**

Alcaldía de
MONTERÍA

Refuerzo Longitudinal Superior



$M_{DISEÑO}$ = 44.04 KN.m/m
H_{Losa}= 0.25 m
d= 0.200 m
B= 1.00 m
K= 1.10 MPa
m= 17.65
ρ= 0.0030

Verificación por armadura mínima

$M_{cr} = 1.1 f_r S$

f_r= 3.28 MPa
S= 0.01042 m3
M_{cr}= 37.59 KN.m
$1.33M_u$= 58.57 KN.m
K= 0.94 MPa
m= 17.65
ρ_{MIN}= 0.0025
$\rho_{DISEÑO}$= 0.0030
A_S= 5.98 cm2

Usar Barras #4 @ 0.22 m **Arriba perpendicular a la longitud de la alcantarilla**

Armadura de retracción y temperatura

$$As_{temp} = \frac{0.18bh}{2(b+h)}$$ (Ec. 5.10.8.2-1)

$A_{s\ temp}$= 1.80 cm2
$A_{s\ temp\ req}$= 2.33 cm2

Usar Barras #3 @ 0.30 m

Control de agrietamiento por medio de la distribución de refuerzo (Art. 5.7.3.4)

$$S \leq \frac{123000 * \gamma_e}{\beta_s * f_{ss}} - 2d_c$$

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.70 * (h - d_c)}$$

$$M_{SI} = \eta[1.0DC + 1.0DW + 1.0(LL + IM)]$$

$$E_C = 0.043 K_1 w_c^{1.5} \sqrt{f'_c}$$ (EC. 5.4.2.4-1)

$$f_{ss} = \frac{nM_{SI}(d - X)}{I_c}$$

d_c = 4.64 cm
β_s = 1.33
γ_e = 1.00 Exposición clase 1
a= 1.06 cm
M_{SI}= 29.3 KN.m/m
K_1= 1.0
w_c= 2300 kg/m3
f'_c= 28.00 MPa
E_c= 25098 MPa
E_s= 200000 MPa (5.4.3.2)
η= 7.97
d= 0.20 m
X= 0.04 m
I_c= 0.00015 m4
jd= 0.19 m
f_{ss} = 257 MPa
S≤ 0.27 m O.K

Separación entre las barras de refuerzo

S= 0.22 m
S_{Libre}= 0.20 m

Alcaldía de
MONTERÍA

Verificación de la deformación unitaria del acero

$$c = \frac{A_S f_y}{0.85 f'_c b \beta_1} \qquad \varepsilon_s = (d - c) * \left(\frac{\varepsilon_c}{c}\right) > \varepsilon_t = 0.005$$

c= 1.24 cm
ε_c = 0.003
ε_s = 0.033 O.K

Revisión de fuerzas cortantes

V_u= 61.07 KN

El cortante resistente por el concreto es:

$v_r = \emptyset v_n$ (Ec. 5.8.2.1-2)
$\emptyset = 0.90$ (Art. 11.5.8)
$v_n = v_c + v_s + v_p$ (Ec. 5.8.3.3-1)
$v_n = 0.25 f'_c b_v d_v + v_p$ (Ec. 5.8.3.3-2)
$b_v = 1.00$ m
$d_v = 0.150$ m
$0.9 d_e = 0.138$ m
$0.72h = 0.144$ m
$d_v = 0.138$ m
$Con\ v_p = 0\ y\ v_s = 0$
$v_n = 121.47$ KN (Ec. 5.8.3.3-3)
$v_n = 968.00$ KN
$v_r = 109.32$ KN O.K

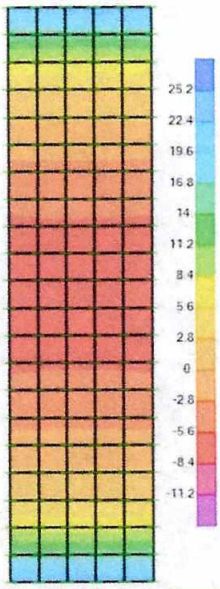
9. Diseño de la Losa Inferior

Refuerzo Longitudinal Inferior

$M_{DISEÑO}$ = 14.62 KN.m/m
H_{Losa}= 0.25 m
d= 0.18 m
B= 1.00 m
K= 0.48 MPa
m= 17.65
ρ= 0.0013

Verificación por armadura mínima

$M_{cr} = 1.1 f_r S$
f_r= 3.28 MPa
S= 0.01042 m3
M_{cr}= 37.59 KN.m
$1.33 M_u$= 19.44 KN.m
K= 0.63 MPa
m= 17.65
ρ_{MIN}= 0.0017
$\rho_{DISEÑO}$= 0.0017
A_S= 2.98 cm2



Usar Barras #4 @ 0.43 m **Abajo perpendicular a la longitud de la alcantarilla**

Alcaldía de
MONTERÍA

Armadura de retracción y temperatura

$$As_{temp} = \frac{0.18bh}{2(b+h)}$$ (Ec. 5.10.8.2-1)

$A_{s\ temp}$= 1.80 cm2

$A_{s\ temp\ req}$= 2.33 cm2

Usar Barras #3 @ 0.30 m

Control de agrietamiento por medio de la distribución de refuerzo (Art. 5.7.3.4)

$$S \leq \frac{123000 * \gamma_e}{\beta_s * f_{ss}} - 2d_c$$

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.70 * (h - d_c)}$$

$$M_{SI} = \eta[1.0DC + 1.0DW + 1.0(LL + IM)]$$

$$E_C = 0.043K_1 w_c^{1.5}\sqrt{f'_c}$$ (EC. 5.4.2.4-1)

$$f_{ss} = \frac{nM_{SI}(d - X)}{I_c}$$

d_c = 8.14 cm

β_s = 1.39

γ_e = 1.00 Exposición clase 1

a= 0.53 cm

M_{SI}= 11.7 KN.m/m

K_1= 1.0

w_c= 2300 kg/m3

f'_c= 28.00 MPa

E_c= 25098 MPa

E_s= 200000 MPa (5.4.3.2)

η= 7.97

d= 0.17 m

X= 0.03 m

I_c= 0.00005 m4

jd= 0.16 m

f_{ss} = 245 MPa

S≤ 0.20 m Ajustar

Separación entre las barras de refuerzo

S= 0.20 m

S_{Libre}= 0.18 m

Verificación de la deformación unitaria del acero

$$c = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b \beta_1}$$

$$\varepsilon_s = (d - c) * \left(\frac{\varepsilon_c}{c}\right) > \varepsilon_t = 0.005$$

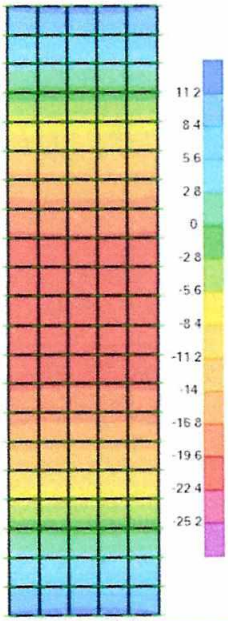
c= 0.62 cm

ε_c = 0.003

ε_s = 0.070 O.K

Alcaldía de
MONTERÍA

Refuerzo Longitudinal Superior



$M_{DISEÑO}$ = 43.95 KN.m/m
H_{Losa}= 0.22 m
d= 0.170 m
B= 1.00 m
K= 1.52 MPa
m= 17.65
ρ= 0.0042

Verificación por armadura mínima

$M_{cr} = 1.1 f_r S$

f_r= 3.28 MPa
S= 0.00807 m3
M_{cr}= 29.11 KN.m
$1.33M_u$= 58.45 KN.m
K= 1.01 MPa
m= 17.65
ρ_{MIN}= 0.0027
$\rho_{DISEÑO}$= 0.0042
A_S= 7.10 cm2

Usar Barras #4 @ 0.18 m **Arriba perpendicular a la longitud de la alcantarilla**

Armadura de retracción y temperatura

$$As_{temp} = \frac{0.18bh}{2(b+h)}$$ (Ec. 5.10.8.2-1)

$A_{s\ temp}$= 1.62 cm2
$A_{s\ temp\ req}$= 2.33 cm2

Usar Barras #3 @ 0.30 m

Control de agrietamiento por medio de la distribución de refuerzo (Art. 5.7.3.4)

$$S \leq \frac{123000 * \gamma_e}{\beta_s * f_{ss}} - 2d_c$$

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.70 * (h - d_c)}$$

$$M_{SI} = \eta[1.0DC + 1.0DW + 1.0(LL + IM)]$$

$$E_C = 0.043 K_1 w_c^{1.5} \sqrt{f'_c}$$ (EC. 5.4.2.4-1)

$$f_{ss} = \frac{nM_{SI}(d - X)}{I_c}$$

d_c = 4.64 cm
β_s = 1.38
γ_e = 1.00 Exposición clase 1
a= 1.25 cm
M_{SI}= 31.5 KN.m/m
K_1= 1.0
w_c= 2300 kg/m3
f'_c= 28.00 MPa
E_c= 25098 MPa
E_s= 200000 MPa (5.4.3.2)
η= 7.97
d= 0.17 m
X= 0.04 m
I_c= 0.00012 m4
jd= 0.161 m
f_{ss} = 276 MPa
S≤ 0.23 m O.K

Separación entre las barras de refuerzo

S= 0.18 m
S_{Libre}= 0.17 m

Alcaldía de
MONTERÍA

Verificación de la deformación unitaria del acero

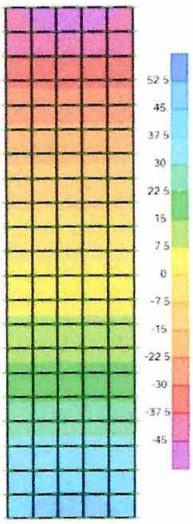
$$c = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b \beta_1} \qquad \varepsilon_s = (d - c) * \left(\frac{\varepsilon_c}{c}\right) > \varepsilon_t = 0.005$$

c= 1.47 cm

$\varepsilon_c = 0.003$

$\varepsilon_s = 0.028$ O.K

Revisión de fuerzas cortantes



V_u= 62.90 KN

El cortante resistente por el concreto es:

$v_r = \emptyset v_n$ (Ec. 5.8.2.1-2)

$\emptyset = 0.90$ (Art. 11.5.8)

$v_n = v_c + v_s + v_p$ (Ec. 5.8.3.3-1)

$v_n = 0.25 f'_c b_v d_v + v_p$ (Ec. 5.8.3.3-2)

$b_v = 1.00$ m

$d_v = 0.166$ m

$0.9 d_e = 0.152$ m

$0.72h = 0.180$ m

$d_v = 0.152$ m

$Con\ v_p = 0\ y\ v_s = 0$

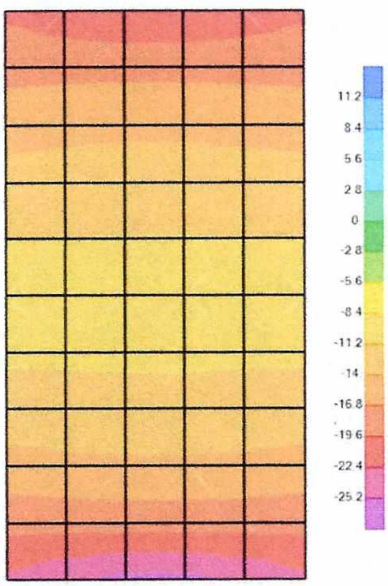
$v_n = 133.33$ KN (Ec. 5.8.3.3-3)

$v_n = 1062.50$ KN

$v_r = 119.99$ KN O.K

10. Diseño de Muros

Refuerzo Vertical



$M_{DISEÑO}$ = 46.34 KN.m/m

H_{muro}= 0.295 m

d= 0.220 m

B= 1.00 m

K= 0.96 MPa

m= 17.65

ρ= 0.0026

Verificación por armadura mínima

$M_{cr} = 1.1 f_r S$

f_r= 3.28 MPa

S= 0.01450 m3

M_{cr}= 52.34 KN.m

$1.33 M_u$= 61.63 KN.m

K= 1.08 MPa

m= 17.65

ρ_{MIN}= 0.0029

$\rho_{DISEÑO}$= 0.0029

A_S= 6.46 cm2

Usar Barras #4 @ 0.20 m Vertical en cada cara del muro

Alcaldía de
MONTERÍA

Armadura de retracción y temperatura

$$As_{temp} = \frac{0.18bh}{2(b+h)}$$ (Ec. 5.10.8.2-1)

$A_{s\ temp}$= 2.05 cm2

$A_{s\ temp\ req}$= 2.33 cm2

Usar Barras #3 @ 0.30 m

Control de agrietamiento por medio de la distribución de refuerzo (Art. 5.7.3.4)

$$S \leq \frac{123000 * \gamma_e}{\beta_s * f_{ss}} - 2d_c$$

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.70 * (h - d_c)}$$

$$M_{SI} = \eta[1.0DC + 1.0DW + 1.0(LL + IM)]$$

$$E_C = 0.043 K_1 w_c^{1.5} \sqrt{f'_c}$$ (EC. 5.4.2.4-1)

$$f_{ss} = \frac{nM_{SI}(d - X)}{I_c}$$

d_c = 8.14 cm

β_s = 1.31

γ_e = 1.00 Exposición clase 1

a= 1.14 cm

M_{SI}= 30.8 KN.m/m

K_1= 1.0

w_c= 2300 kg/m3

f'_c= 28.00 MPa

E_c= 25098 MPa

E_s= 200000 MPa (5.4.3.2)

η= 7.97

d= 0.21 m

X= 0.04 m

I_c= 0.00018 m4

jd= 0.200 m

f_{ss} = 239 MPa

S≤ 0.23 m O.K

Separación entre las barras de refuerzo

S= 0.20 m

S_{Libre}= 0.19 m

Verificación de la deformación unitaria del acero

$$c = \frac{A_S f_y}{0.85 f'_c b \beta_1} \qquad \varepsilon_s = (d - c) * \left(\frac{\varepsilon_c}{c}\right) > \varepsilon_t = 0.005$$

c= 1.34 cm

ε_c = 0.003

ε_s = 0.031 O.K

Revisión de fuerzas cortantes

V_u= 42.90 KN

El cortante resistente por el concreto es:

$v_r = \emptyset v_n$ (Ec. 5.8.2.1-2)

$\emptyset$ = 0.90 (Art. 11.5.8)

$v_n = v_c + v_s + v_p$ (Ec. 5.8.3.3-1)

$v_n = 0.25 f'_c b_v d_v + v_p$ (Ec. 5.8.3.3-2)

b_v = 1.00 m

d_v = 0.208 m

$0.9d_e$ = 0.192 m

$0.72h$ = 0.212 m

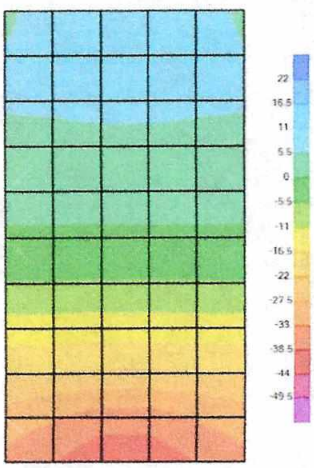
d_v = 0.192 m

$Con\ v_p = 0\ y\ v_s = 0$

v_n = 168.90 KN (Ec. 5.8.3.3-3)

v_n = 1346.00 KN

v_r = 152.01 KN O.K



Alcaldía de
MONTERÍA

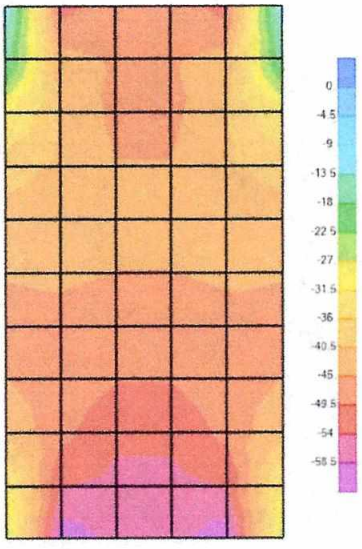
Revisión por carga axial (Art 5.7.4)

$Pu =$ 120.98 KN

$P_u \leq 0.10 * \emptyset * A_g * f_c'$ $\emptyset = 0.70$ (Art. 5.5.4.2.1)

$Pu \leq$ 578.20 KN O.K

Cuando la carga axial mayorada es menor que el 10% de la capacidad en compresión nominal de la sección, el diseño por flexión se puede realizar despreciando los efectos de carga axial.



Alcaldía de
MONTERÍA

MEMORIA DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOSA PARA ZONAS DURAS ESPACIOS RECREATIVOS

PROYECTO:

"CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE UBICADO EN LA CALLE 44 ENTRE CARRERA 2DA Y CARRERA 4TA EN EL BARRIO SECTOR INDUSTRIAL EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA "

PROFESIONAL RESPONSABLE

LUIS BARREIRO PINTO

MP. 22202113812COR

CC. 10776797

Julio de 2024

Alcaldía de
MONTERÍA

ÍNDICE

MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO 3
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. 3
1.1 NOMBRE DEL PROYECTO: 4
1.2 LOCALIZACIÓN: 5
2. CARGAS 5
2.1 SITEMA DE UNIDADES 5
2.2 CARGAS MUERTAS Y VIVAS DE DISEÑO. 5
3. COMBINACIONES DE CARGA. 5
3.1 COMBINACIONES PARA REVISIÓN DE PRESIONES DE CONTACTO 5
3.2 COMBINACIONES PARA EL DISEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES. 6
4. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL. 6
5. ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES. 7
5.1 RESISTENCIA DE LOS MATERIALES 7
5.2 MÓDULOS DE ELASTICIDAD DE LOS MATERIALES 7
6. NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN. 8

Alcaldía de
MONTERÍA

MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto hace referencia a la construcción de losas macizas para la instalación maquinas biosaludables como bicicletas PMR, entre otros, para brindar un espacio recreativo a niños, adolescentes y adultos donde puedan hacer ejercicio y tener un espacio multifuncional. En la figura 1 se presenta vista en planta de la localización de estas zonas duras en el parque y en la figura 2 vista en planta de esta.

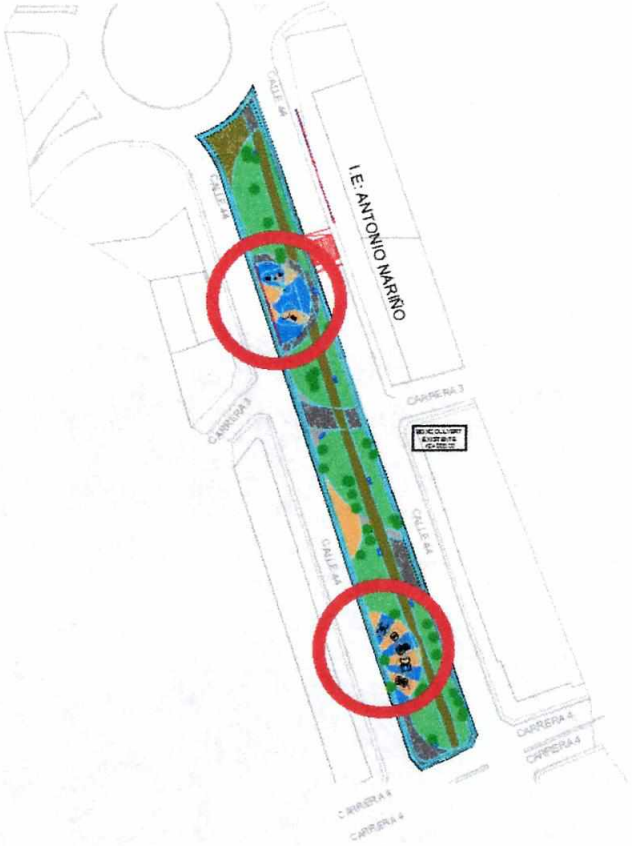
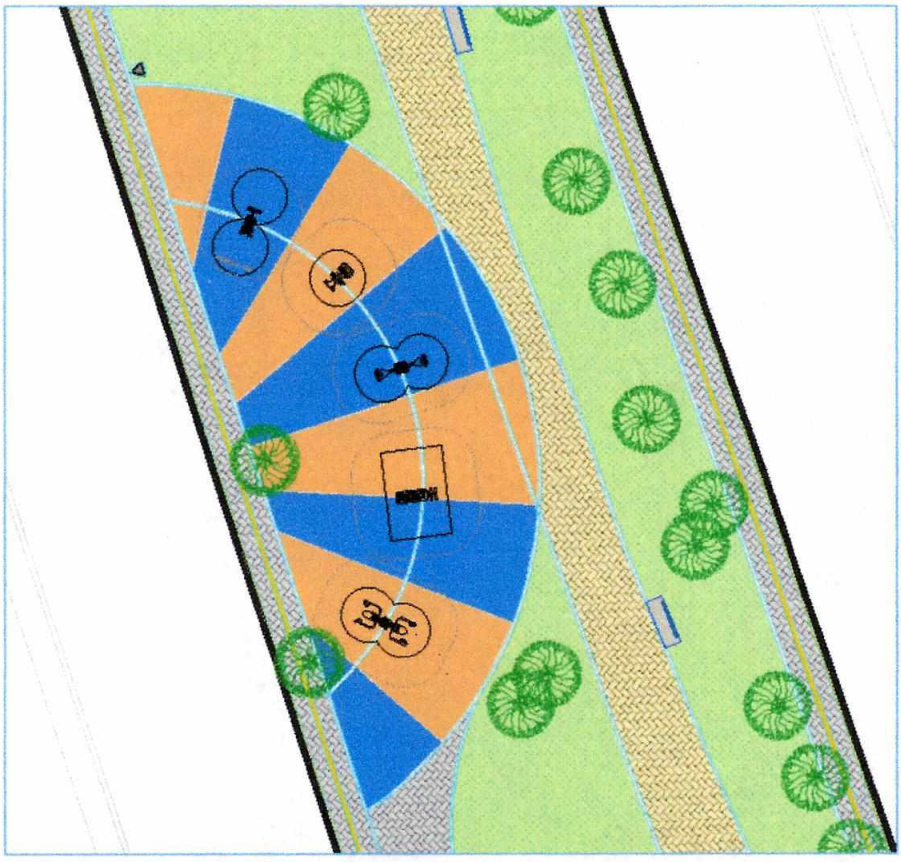


Figura 1. Localización zonas duras, en el parque proyectado
Fuente: Planos arquitectonicos suministrados a la presente consultoria



Zonas duras recreativas
Fuente: Planos arquitectonicos suministrados a la presente consultoria

Para el diseño estructural, se analizarán las cargas de peso propio y sobreimpuestas de servicio, se verificarán las presiones de contacto en el suelo de soporte de la losa.

El diseño de la losa se realizará para cargas de servicio mayoradas. Por ser una estructura colocada sobre el suelo y que no requiere verificación de su comportamiento sísmico

1.1 NOMBRE DEL PROYECTO:

CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE UBICADO EN LA CALLE 44 ENTRE CARRERA 2DA Y CARRERA 4TA EN EL BARRIO SECTOR INDUSTRIAL EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA.

1.2 LOCALIZACIÓN:

Montería – Córdoba

2. CARGAS

2.1 SITEMA DE UNIDADES

En el presente estudio, para el avalúo de cargas y definiciones de cargas, propiedades de los materiales y geometría de elementos estructurales en el software de análisis y diseño, se emplean las unidades del Sistema Internacional de Unidades (SI). De acuerdo con lo que establece NSR 10 en A.1.7.1.

2.2 CARGAS MUERTAS Y VIVAS DE DISEÑO.

Las cargas muertas se calcularon de acuerdo con el peso propio de todos los elementos considerados a partir de la masa de los materiales según la densidad utilizando para ello los valores mínimos establecidos en el Título B y las cargas muertas mínimas del Reglamento NSR-10.

De acuerdo con el uso que tendrá la estructura proyectada, se utilizó una carga de **7.50 KN/m^2.** (Tabla B.4.2.1-1 de NSR 10)

3. COMBINACIONES DE CARGA.

Se indican las combinaciones de carga empleadas para la revisión de presiones de contacto en la superficie inferior d la losa y diseño de elementos estructurales como lo establece NSR 10 en B.2.4.

3.1 COMBINACIONES PARA REVISIÓN DE PRESIONES DE CONTACTO

Las combinaciones de carga con las cuales se obtiene la envolvente de los mayores efectos sobre el suelo de soporte son las siguientes:

1. 1.0DL
2. 1.0DL + 1.0LL

DL: Carga Muerta

LL: Carga Viva

3.2 COMBINACIONES PARA EL DISEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

Las combinaciones de carga con las cuales se obtiene la envolvente de los mayores efectos en los miembros estructurales son las siguientes:

1. 1.4DL
2. 1.2DL + 1.6LL

4. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL.

PROGRAMA DE COMPUTADOR.

Mediante el uso del programa ***Sap2000 v.21***, se analiza y confecciona la estructura tridimensionalmente. Se obtuvo del análisis del modelo las cargas que transmite la losa al suelo y se verifica que las cargas de servicio no excedan la capacidad de carga establecida en las recomendaciones geotécnicas.

Se tomó a criterio de diseño una losa de espesor e=0.10m, considerando los recubrimientos mínimos de concreto para protección del acero de refuerzo de acuerdo con lo establecido en C.7.7.1 del Reglamento NSR-10, la cual tiene en consideración lo recomendado por el ingeniero geotecnista.

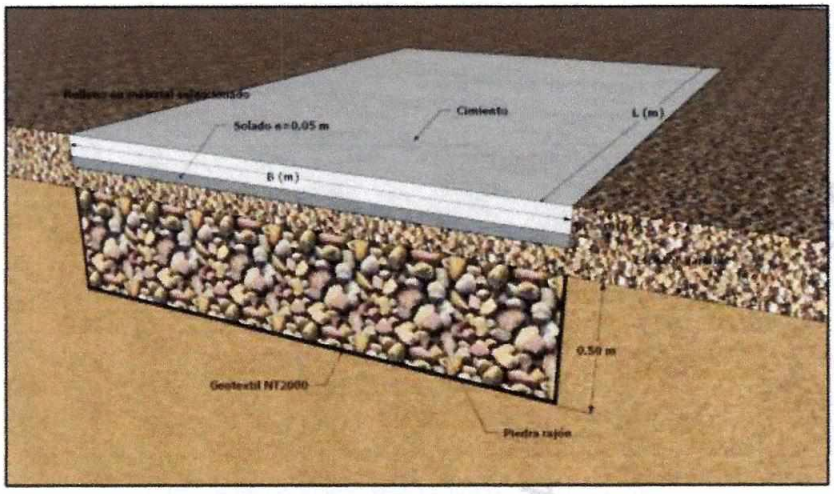


Figura 1. Esquema de la cimentación propuesta.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Figura 2. Esquema de estructura propuesta por geotecnista y mejoramiento
Tomado del informe geotécnico suministrado a esta consultoria

5. ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES.

Los materiales con los cuales se realiza el presente estudio y deben corresponder a los que se utilizarán en la construcción de la obra son:

5.1 RESISTENCIA DE LOS MATERIALES

1. Concretos:
   - De limpieza: **f'c = 140 kg/cm² (14 MPa)**
   - Losas: **f'c = 210 kg/cm² (21 MPa)**
2. Refuerzo:
   - Malla Electrosoldada: **fy = 4900 kg/cm² (490 MPa)**

5.2 MÓDULOS DE ELASTICIDAD DE LOS MATERIALES

- Módulo de elasticidad del concreto

  $E_c = 4700 * \sqrt{f'_c}$; f'_c en MPa

- Módulo de elasticidad del acero de refuerzo
  $E_s = 200000\ MPa.$

6. NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

El presente estudio, se realiza de acuerdo con las Normas contenidas en el Decreto 926 del 19 de marzo de 2010, o REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO-RESISTENTE "NSR-10". Si por alguna circunstancia existe alguna variación en ellos, que impliquen modificaciones al proyecto estructural, se deberá hacer conocer al suscrito para estudiar su incidencia y definir la solución más adecuada.

Se firma el presente documento a los 29 días del mes de julio de 2024

Atentamente,

LUIS BARREIRO PINTO
Contratista Secretaría de Infraestructura
Alcaldía de Montería
MSc. Ing. Esp. Análisis y Diseño de Estructuras
M.P. 22202113812 COR

Alcaldía de
MONTERÍA

MEMORIA DE CÁLCULOS DEL ESTUDIO ESTRUCTURAL

ÍNDICE

MEMORIA DE CÁLCULOS DEL ESTUDIO ESTRUCTURAL

1.- EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE CARGAS

2.- ANÁLISIS, DISEÑO Y REVISIÓN PRESIONES DE CONTACTO LOSA E=10 cm

1. EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE CARGAS.

Alcaldía de
MONTERÍA

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOSA MACIZAS PARA ZONAS RECREATIVAS	FECHA:	Julio de 2024
LOCALIZACIÓN:	MONTERÍA - CÓRDOBA	CÁLCULO:	Luis Barreiro Pinto
PROPIETARIO(S):	MUNICIPIO DE MONTERÍA	CÓDIGO:	

1. ANALISIS DE CARGAS

1.1.1 CARGA MUERTA

Losa en concreto e=0.10 m	2.40	KN/m^2
Acabados y pinturas	0.05	KN/m^2
TOTAL C.M.	**2.45**	**KN/m^2**

1.2.2 CARGA VIVA (Tabla B.4.2.1-2 de NSR-10)

Escenarios	7.50	**KN/m^2**
TOTAL C.V.	**7.50**	**KN/m^2**

2.- ANÁLISIS, DISEÑO Y REVISIÓN PRESIONES DE CONTACTO LOSA E=10 cm

Alcaldía de
MONTERÍA

1. Model geometry

This section provides model geometry information, including items such as joint coordinates, joint restraints, and element connectivity.

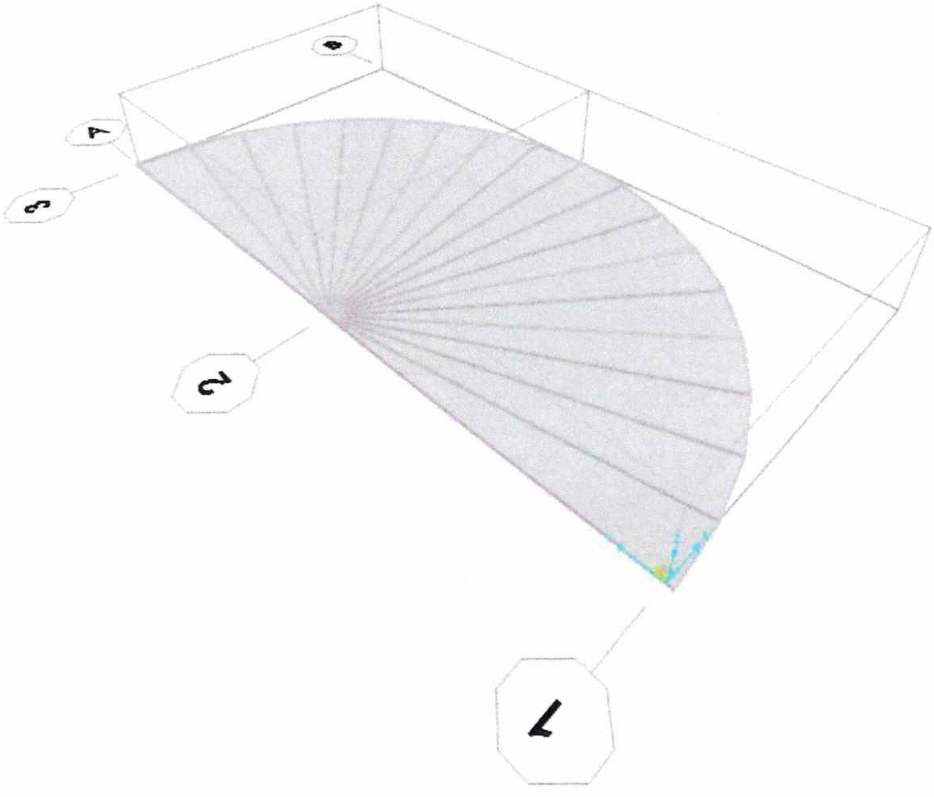


Figure 1: Finite element model

1.1. Joint coordinates

Table 1: Joint Coordinates

Table 1: Joint Coordinates

Joint	CoordSys	CoordType	GlobalX	GlobalY	GlobalZ
			m	m	m
39	GLOBAL	Cartesian	0.	11.7	0.
40	GLOBAL	Cartesian	11.9	11.7	0.
41	GLOBAL	Cartesian	11.71921	13.76641	0.
42	GLOBAL	Cartesian	11.18234	15.77004	0.
43	GLOBAL	Cartesian	10.3057	17.65	0.
44	GLOBAL	Cartesian	9.11593	19.34917	0.
45	GLOBAL	Cartesian	7.64917	20.81593	0.

Alcaldía de
MONTERÍA

Table 1: Joint Coordinates

Joint	CoordSys	CoordType	GlobalX	GlobalY	GlobalZ
			m	m	m
46	GLOBAL	Cartesian	5.95	22.0057	0.
47	GLOBAL	Cartesian	4.07004	22.88234	0.
48	GLOBAL	Cartesian	2.06641	23.41921	0.
49	GLOBAL	Cartesian	7.286E-16	23.6	0.
67	GLOBAL	Cartesian	-2.186E-15	-0.2	0.
68	GLOBAL	Cartesian	2.06641	-0.01921	0.
69	GLOBAL	Cartesian	4.07004	0.51766	0.
70	GLOBAL	Cartesian	5.95	1.3943	0.
71	GLOBAL	Cartesian	7.64917	2.58407	0.
72	GLOBAL	Cartesian	9.11593	4.05083	0.
73	GLOBAL	Cartesian	10.3057	5.75	0.
74	GLOBAL	Cartesian	11.18234	7.62996	0.
75	GLOBAL	Cartesian	11.71921	9.63359	0.

1.2. Element connectivity

Table 2: Connectivity - Area

Table 2: Connectivity - Area

Area	Joint1	Joint2	Joint3	Joint4
28	40	41	39	
29	41	42	39	
30	42	43	39	
31	43	44	39	
32	44	45	39	
33	45	46	39	
34	46	47	39	
35	47	48	39	
36	48	49	39	
55	67	68	39	
56	68	69	39	
57	69	70	39	
58	70	71	39	
59	71	72	39	
60	72	73	39	
61	73	74	39	
62	74	75	39	
63	75	40	39	

Table 3: Area Section Assignments

Table 3: Area Section Assignments

Area	Section	MatProp
28	LOSA	Default
29	LOSA	Default
30	LOSA	Default
31	LOSA	Default

Table 3: Area Section Assignments

Area	Section	MatProp
32	LOSA	Default
33	LOSA	Default
34	LOSA	Default
35	LOSA	Default
36	LOSA	Default
55	LOSA	Default
56	LOSA	Default
57	LOSA	Default
58	LOSA	Default
59	LOSA	Default
60	LOSA	Default
61	LOSA	Default
62	LOSA	Default
63	LOSA	Default

2. Material properties

This section provides material property information for materials used in the model.

Table 4: Material Properties 02 - Basic Mechanical Properties

Table 4: Material Properties 02 - Basic Mechanical Properties

Material	UnitWeight	UnitMass	E1	G12	U12	A1
	KN/m3	KN-s2/m4	KN/m2	KN/m2		1/C
3000Psi	2.3563E+01	2.4028E+00	21525562.37	8968984.32	0.2	9.9000E-06
A992Fy50	7.6973E+01	7.8490E+00	199947978.8	76903068.77	0.3	1.1700E-05

Table 5: Material Properties 03a - Steel Data

Table 5: Material Properties 03a - Steel Data

Material	Fy	Fu	FinalSlope
	KN/m2	KN/m2	
A992Fy50	344737.89	448159.26	-0.1

Table 6: Material Properties 03b - Concrete Data

Table 6: Material Properties 03b - Concrete Data

Material	Fc	eFc	FinalSlope
	KN/m2	KN/m2	
3000Psi	20684.27	20684.27	-0.1

Alcaldía de
MONTERÍA

3. Section properties

This section provides section property information for objects used in the model.

3.1. Areas

Table 7: Area Section Properties, Part 1 of 3

Table 7: Area Section Properties, Part 1 of 3

Section	Material	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness	BendThick	F11Mod
					m	m	
LOSA	3000Psi	Shell	Shell-Thin	Yes	0.1	0.1	1.

Table 7: Area Section Properties, Part 2 of 3

Table 7: Area Section Properties, Part 2 of 3

Section	F22Mod	F12Mod	M11Mod	M22Mod	M12Mod	V13Mod	V23Mod
LOSA	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.

Table 7: Area Section Properties, Part 3 of 3

Table 7: Area Section Properties, Part 3 of 3

Section	MMod	WMod
LOSA	1.	1.

4. Load patterns

This section provides loading information as applied to the model.

4.1. Definitions

Table 8: Load Pattern Definitions

Table 8: Load Pattern Definitions

LoadPat	DesignType	SelfWtMult	AutoLoad
DEAD	Dead	1.	
LIVE	Live	0.	

5. Load cases

This section provides load case information.

5.1. Definitions

Table 9: Load Case Definitions, Part 1 of 2

Table 9: Load Case Definitions, Part 1 of 2

Case	Type	InitialCond	ModalCase	BaseCase	MassSource	DesActOpt
DEAD	LinStatic	Zero				Prog Det
LIVE	LinStatic	Zero				Prog Det

Table 9: Load Case Definitions, Part 2 of 2

Table 9: Load Case Definitions, Part 2 of 2

Case	DesignAct
DEAD	Non-Composite
LIVE	Short-Term Composite

5.2. Static case load assignments

Table 10: Case - Static 1 - Load Assignments

Table 10: Case - Static 1 - Load Assignments

Case	LoadType	LoadName	LoadSF
DEAD	Load pattern	DEAD	1.
LIVE	Load pattern	LIVE	1.

5.3. Response spectrum case load assignments

Table 11: Function - Response Spectrum - User

Table 11: Function - Response Spectrum - User

Name	Period	Accel	FuncDamp
	Sec		
UNIFRS	0.	1.	0.05
UNIFRS	1.	1.	

Alcaldía de
MONTERÍA

6. Load combinations

This section provides load combination information.

Table 12: Combination Definitions

Table 12: Combination Definitions

ComboName	ComboType	CaseName	ScaleFactor
COMB1	Linear Add	DEAD	1.4
COMB2	Linear Add	DEAD	1.2
COMB2		LIVE	1.6
env	Envelope	COMB1	1.
env		COMB2	1.
Serv	Linear Add	DEAD	1.
Serv		LIVE	1.

Alcaldía de
MONTERÍA

7. Structure results

This section provides structure results, including items such as structural periods and base reactions.

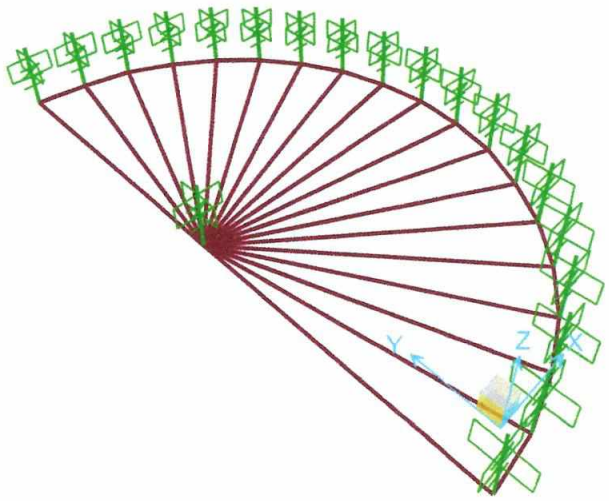


Figure 2: Deformed shape

7.1. Mass summary

Table 13: Assembled Joint Masses, Part 1 of 2

Table 13: Assembled Joint Masses, Part 1 of 2

Joint	MassSource	U1 KN-s2/m	U2 KN-s2/m	U3 KN-s2/m	R1 KN-m-s2	R2 KN-m-s2	R3 KN-m-s2	CenterX m
39	MSSSRC	17.73	17.73	17.73	0.	0.	0.	0.
40	MSSSRC	1.97	1.97	1.97	0.	0.	0.	11.9
41	MSSSRC	1.97	1.97	1.97	0.	0.	0.	11.71921
42	MSSSRC	1.97	1.97	1.97	0.	0.	0.	11.18234
43	MSSSRC	1.97	1.97	1.97	0.	0.	0.	10.3057
44	MSSSRC	1.97	1.97	1.97	0.	0.	0.	9.11593
45	MSSSRC	1.97	1.97	1.97	0.	0.	0.	7.64917
46	MSSSRC	1.97	1.97	1.97	0.	0.	0.	5.95
47	MSSSRC	1.97	1.97	1.97	0.	0.	0.	4.07004
48	MSSSRC	1.97	1.97	1.97	0.	0.	0.	2.06641
49	MSSSRC	0.98	0.98	0.98	0.	0.	0.	7.286E-16
67	MSSSRC	0.98	0.98	0.98	0.	0.	0.	-2.186E-15
68	MSSSRC	1.97	1.97	1.97	0.	0.	0.	2.06641
69	MSSSRC	1.97	1.97	1.97	0.	0.	0.	4.07004
70	MSSSRC	1.97	1.97	1.97	0.	0.	0.	5.95
71	MSSSRC	1.97	1.97	1.97	0.	0.	0.	7.64917
72	MSSSRC	1.97	1.97	1.97	0.	0.	0.	9.11593
73	MSSSRC	1.97	1.97	1.97	0.	0.	0.	10.3057
74	MSSSRC	1.97	1.97	1.97	0.	0.	0.	11.18234
75	MSSSRC	1.97	1.97	1.97	0.	0.	0.	11.71921
40~Link	MSSSRC	0.	0.	0.	0.	0.	0.	11.9

Alcaldía de
MONTERÍA

Table 13: Assembled Joint Masses, Part 1 of 2

Joint	MassSource	U1	U2	U3	R1	R2	R3	CenterX
		KN-s2/m	KN-s2/m	KN-s2/m	KN-m-s2	KN-m-s2	KN-m-s2	m
41~Link	MSSSRC	0.	0.	0.	0.	0.	0.	11.71921
39~Link	MSSSRC	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
42~Link	MSSSRC	0.	0.	0.	0.	0.	0.	11.18234
43~Link	MSSSRC	0.	0.	0.	0.	0.	0.	10.3057
44~Link	MSSSRC	0.	0.	0.	0.	0.	0.	9.11593
45~Link	MSSSRC	0.	0.	0.	0.	0.	0.	7.64917
46~Link	MSSSRC	0.	0.	0.	0.	0.	0.	5.95
47~Link	MSSSRC	0.	0.	0.	0.	0.	0.	4.07004
48~Link	MSSSRC	0.	0.	0.	0.	0.	0.	2.06641
49~Link	MSSSRC	0.	0.	0.	0.	0.	0.	7.286E-16
67~Link	MSSSRC	0.	0.	0.	0.	0.	0.	-2.186E-15
68~Link	MSSSRC	0.	0.	0.	0.	0.	0.	2.06641
69~Link	MSSSRC	0.	0.	0.	0.	0.	0.	4.07004
70~Link	MSSSRC	0.	0.	0.	0.	0.	0.	5.95
71~Link	MSSSRC	0.	0.	0.	0.	0.	0.	7.64917
72~Link	MSSSRC	0.	0.	0.	0.	0.	0.	9.11593
73~Link	MSSSRC	0.	0.	0.	0.	0.	0.	10.3057
74~Link	MSSSRC	0.	0.	0.	0.	0.	0.	11.18234
75~Link	MSSSRC	0.	0.	0.	0.	0.	0.	11.71921
SumAccelUX	MSSSRC	53.18	0.	0.	0.	0.	0.	5.03769
SumAccelUY	MSSSRC	0.	53.18	0.	0.	0.	0.	5.03769
SumAccelUZ	MSSSRC	0.	0.	53.18	0.	0.	0.	5.03769

Table 13: Assembled Joint Masses, Part 2 of 2

Table 13: Assembled Joint Masses, Part 2 of 2

Joint	MassSource	CenterY	CenterZ
		m	m
39	MSSSRC	11.7	0.
40	MSSSRC	11.7	0.
41	MSSSRC	13.76641	0.
42	MSSSRC	15.77004	0.
43	MSSSRC	17.65	0.
44	MSSSRC	19.34917	0.
45	MSSSRC	20.81593	0.
46	MSSSRC	22.0057	0.
47	MSSSRC	22.88234	0.
48	MSSSRC	23.41921	0.
49	MSSSRC	23.6	0.
67	MSSSRC	-0.2	0.
68	MSSSRC	-0.01921	0.
69	MSSSRC	0.51766	0.
70	MSSSRC	1.3943	0.
71	MSSSRC	2.58407	0.
72	MSSSRC	4.05083	0.
73	MSSSRC	5.75	0.
74	MSSSRC	7.62996	0.
75	MSSSRC	9.63359	0.
40~Link	MSSSRC	11.7	0.
41~Link	MSSSRC	13.76641	0.
39~Link	MSSSRC	11.7	0.
42~Link	MSSSRC	15.77004	0.
43~Link	MSSSRC	17.65	0.
44~Link	MSSSRC	19.34917	0.

Table 13: Assembled Joint Masses, Part 2 of 2

Joint	MassSource	CenterY	CenterZ
		m	m
45~Link	MSSSRC	20.81593	0.
46~Link	MSSSRC	22.0057	0.
47~Link	MSSSRC	22.88234	0.
48~Link	MSSSRC	23.41921	0.
49~Link	MSSSRC	23.6	0.
67~Link	MSSSRC	-0.2	0.
68~Link	MSSSRC	-0.01921	0.
69~Link	MSSSRC	0.51766	0.
70~Link	MSSSRC	1.3943	0.
71~Link	MSSSRC	2.58407	0.
72~Link	MSSSRC	4.05083	0.
73~Link	MSSSRC	5.75	0.
74~Link	MSSSRC	7.62996	0.
75~Link	MSSSRC	9.63359	0.
SumAccelUX	MSSSRC	11.7	0.
SumAccelUY	MSSSRC	11.7	0.
SumAccelUZ	MSSSRC	11.7	0.

7.2. Base reactions

8. Joint results

This section provides joint results, including items such as displacements and reactions.

9. Area results

This section provides area results, including items such as forces and stresses.

10. Material take-off

This section provides a material take-off.

Table 14: Material List 2 - By Section Property

Table 14: Material List 2 - By Section Property

Section	ObjectType	NumPieces	TotalLength	TotalWeight
			m	KN
LOSA	Area			521.482

Alcaldía de
MONTERÍA

DISEÑO LOSA MACIZA PARA ZONAS RECREATIVAS

DISEÑO LOSA e= 10 cm

MATERIALES	
f'_c=	21.00 MPa
fy=	420.00 MPa

DIMENSIONES	
h=	0.10 m
b=	1.00 m

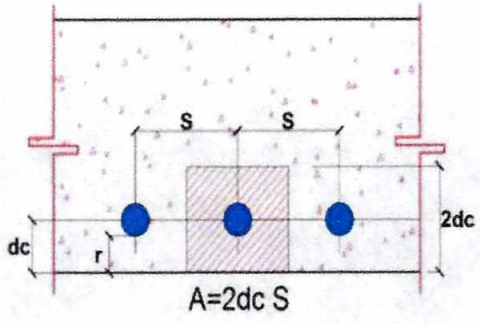
DISEÑO A FLEXIÓN

	M_u	r	d	ρ	A_s	$A_{s\ min}$	$A_{s\ Asum}$
MX	3.22 kN.m	0.050 m	0.05 m	0.00356	1.78 cm2/m	1.8 cm2/m	1.80 cm2/m
MY	3.22 kN.m	0.050 m	0.05 m	0.00356	1.78 cm2/m	1.8 cm2/m	1.80 cm2/m

CONTROL DE FISURAS

M_{SERV}		Z	d_c	f_s (Mpa)	S_{max}
MX	3.22 kN.m	20580 kN/m	0.050 m	198859.93	0.22 m
MY	3.22 kN.m	20580 kN/m	0.050 m	198859.93	0.22 m

$$S_{max} = \frac{Z^3}{2\,dc^2\,fs^3} \qquad fs = \frac{Ms}{0.9\,d\,As}$$



ACERO DE REFUERZO

	M_u	$A_{s\ requerido}$	Malla	Area malla	Revisión
MX	3.22 kN.m	1.80 cm2/m	D-188	1.88 cm2	OK
MY	3.22 kN.m	1.80 cm2/m	D-188	1.88 cm2	OK

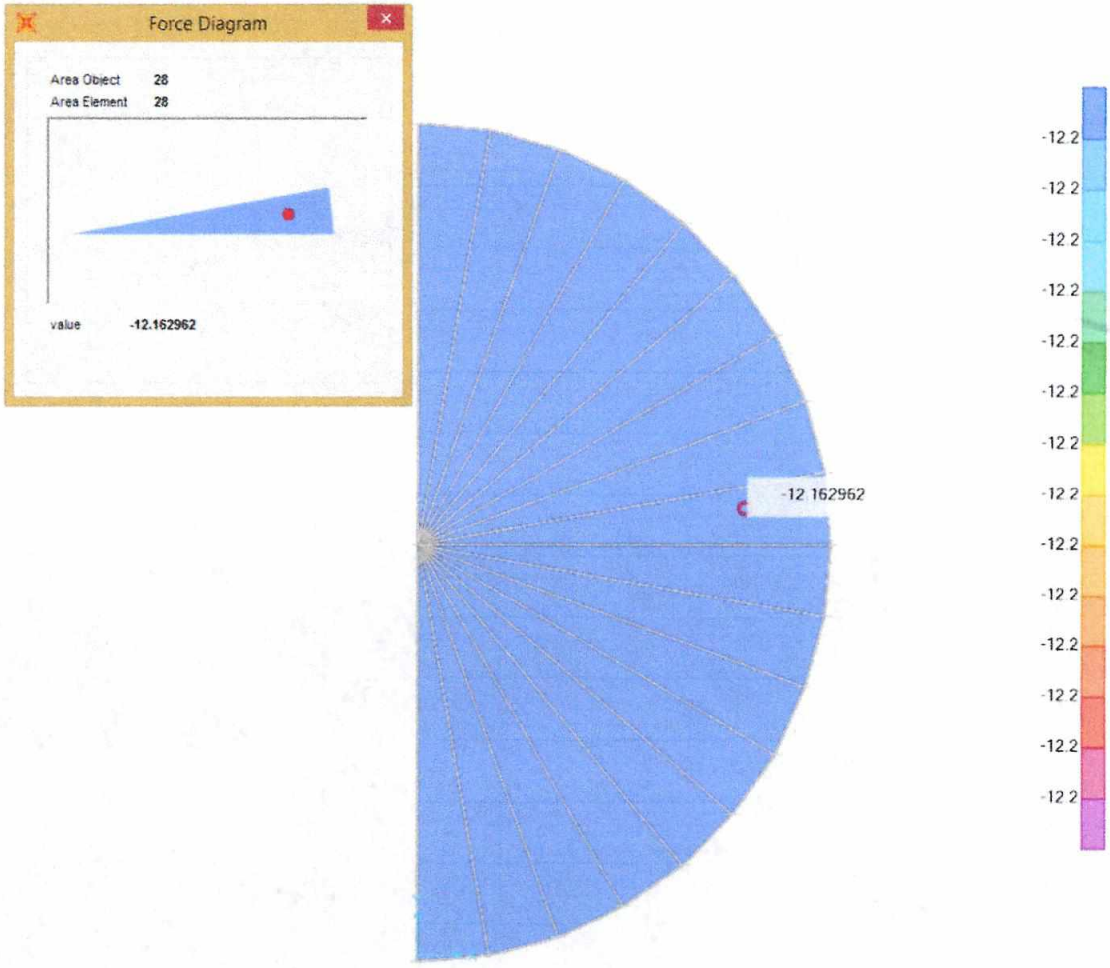
REVISIÓN A CORTANTE

V_u= 10.00 kN (cargas mayoradas)
V_c= 38.95 kN
ΦV_c= 29.21 kN
$V_u < \Phi V_c$ **O.K**

Alcaldía de
MONTERÍA

REVISIÓN PRESIONES DE CONTACTO

Se revisa por la combinación servicio carga muerta + carga viva, las presiones de contacto que ejerce la losa sobre el terreno, las cuales deberán ser inferiores a la capacidad de carga adm del suelo dado los el informe geotécnico.



Presión máxima de contacto sobre la base

Alcaldía de
MONTERÍA

6.1.2. Capacidad de carga.

a) Capacidad de carga a nivel de desplante.

La capacidad de carga última ha sido obtenida mediante la fórmula general de Meyerhof y empleando los factores de capacidad de carga de Hasen. Para obtener la magnitud de la capacidad de carga admisible (qa) se han utilizado factores de seguridad mayor o iguales a 3.00. Los valores obtenidos se presentan a continuación:

Estructura	Df (m)	B (m)	L (m)	qa (KN/m2)	Carga P (KN)
Juegos infantiles	0,10	2,30	4,70	112,84	1219,85
	0,10	2,30	3,40	116,58	911,65
	0,10	2,45	3,90	115,50	1103,56
	0,10	3,10	3,90	118,42	1431,71
	0,10	4,45	6,20	116,44	3212,52

Dirección: Calle 27 No. 6 – 12 Monteria
Teléfono – Celular: 7816379- 3008101960
E-Mail: consultoriasgeotecniayambiente@gmail.com
Web: http://www.consulgeoambsas.260mb.org/

Capacidad portante del suelo
Tomado del informe geotécnico suministrado a la presente consultoría

Podemos observar que la capacidad portante admisible del suelo es de 112.84 KN/m² y presión máxima producida por la estructura sobre la base es de 12.16 KN/m², la losa diseñada no genera falla sobre el suelo donde se cimienta, **OK.**

CARTA DE RESPONSABILIDAD DEL PROFESIONAL QUE REALIZÓ EL DISEÑO ESTRUCTURAL, ANEXA COPIA DE CÉDULA Y TARJETA PROFESIONAL.

Montería, Julio de 2024

Señores
Alcaldía Municipal de Montería

Asunto: CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD

Certifico que he realizado las memorias de cálculo y diseño estructural de losa para zonas duras en espacios recreativos y planos estructurales del proyecto: **"CONSTRUCCION DE PARQUE LINEAL UBICADO EN LA CALLE 44 ENTRE LA CARRERA 2DA Y 4TA EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA"**, a construirse en el Municipio Montería, Departamento de Córdoba, de acuerdo con los requisitos técnicos vigentes, establecidos en la Normatividad Colombiana, cuyos resultados se encuentran consignados tanto en los informes de diseño como en los planos, que anexo debidamente firmados.

Para los fines pertinentes, anexo copia de mi Tarjeta o Matrícula Profesional y certificado de vigencia de la misma y copia de la cédula de ciudadanía.

LUIS BARREIRO PINTO
MSc. Ingeniero Civil
Especialista en análisis y diseño de estructuras
M.P. No. 22202113812 COR
C.C. No. 10.776.797 de Montería

REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO 10776797

BARREIRO PINTO
APELLIDOS

LUIS CARLOS
NOMBRES

Luis Barreiro
FIRMA





INDICE DERECHO

FECHA DE NACIMIENTO 29-NOV-1982
MONTERIA
(CORDOBA)
LUGAR DE NACIMIENTO

1.72 ESTATURA | A+ G.S. RH | M SEXO

10-JUL-2001 MONTERIA
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

REGISTRADOR NACIONAL
IVAN DUQUE ESCOBAR

P-1300100-38097201-M-0010776797-20011223 0430701357A 02 109795674

REPUBLICA DE COLOMBIA

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA

COPNIA



MATRICULA PROFESIONAL No.

22202113812COR

INGENIERO CIVIL

DE FECHA 16/12/2004

LUIS CARLOS

BARREIRO PINTO

C.C. 10776797

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

BOLIVARIANA SECC MONTERIA

PRESIDENTE DEL CONSEJO

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2024-3199550

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que LUIS CARLOS BARREIRO PINTO, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 10776797, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 22202-113812 desde el 16 de Diciembre de 2004, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 468.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los cinco (05) días del mes de Diciembre del año dos mil veinticuatro (2024).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

PLANOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL COMPLETOS Y DETALLADOS.

DISEÑO HIDRÁULICO (INCLUYE CÁLCULOS Y PLANOS).

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARALA OPTIMIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL URBANO EN LOS SECTORES QUE COMPRENDEN LA CALLE 44 ENTRE CRAS 2 Y 7, CALLE 41 ENTRE CRAS 14B Y 14C, DIAGONAL 11 ENTRE TRANSVERSALES 1 Y 1 SUR EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA



LEIDY LUZ GARCÍA MARTÍNEZ
Ing. Sanitaria y Ambiental
Magister y actual doctoranda en recursos hídricos y saneamiento
TP: 22236119772 COR

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 2

2 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 3

3 INFORMACIÓN GENERAL 4

3.1 GENERALIDADES DEL MUNICIPIO 7
3.2 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA 8
3.3 GEOESTRUCTURA Y AMBIENTE MORFOMÉTRICO 11
3.4 CLIMA 12
3.5 VEGETACIÓN 15

4 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y ANÁLISIS RED DE DRENAJE 16

4.1 ANTECEDENTES 16
4.1.1 Estudios Hidráulicos e Hidrológicos 17
4.1.2 Plan Maestro de Alcantarillado de Montería 17
4.2 INFORMACIÓN EXISTENTE 18
4.2.1 Áreas de drenaje 18

5 ANÁLISIS HIDROLÓGICO 20

5.1 PRECIPITACIÓN 20
5.1.1 Validación estadística 20
5.1.2 Precipitaciones mensuales multianuales 23
5.2 EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL 26
5.3 BALANCE HÍDRICO 27
5.4 CAUDAL DE DISEÑO 35

6 MODELACIÓN HIDRÁULICA - ANÁLISIS HEC-RAS 41

6.1 MODELACIÓN CONDICIONES ACTUALES 42
6.1.1 Consideraciones para el análisis 42
6.2 DISEÑO HIDRÁULICO 47
6.2.1 Alternativa 1 48
6.2.2 Alternativa 2 51
6.2.3 Estructuras Hidráulicas 55
- Desagües 55

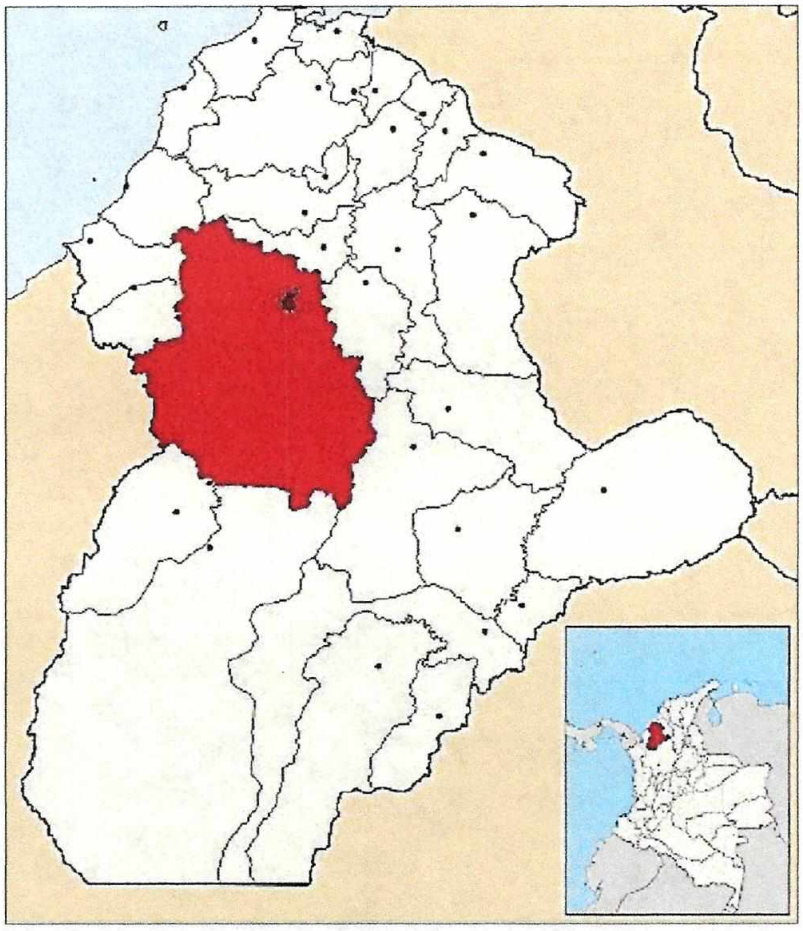
7 CONCLUSIONES 58

BIBLIOGRAFÍA 59

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL CANAL CALLE 44 EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA - CÓRDOBA.

1 INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la solicitud presentada por la ALCALDÍA DE MONTERÍA, se realizó el estudio hidrológico e hidráulico del canal que tiene su recorrido a lo largo de la calle 44 en el Municipio de Montería Córdoba.



Mapa 1. Localización del municipio de Montería en el departamento de Córdoba.

2 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El canal en estudio inicia como una cuneta entre la transversal 1D y la carrera 2º con calle 44 en el barrio Sucre, la cual, al pasar la glorieta de la carrera 2º toma forma de canal, y se extiende hasta la carrera 14, donde hace una desviación hasta la calle 41.

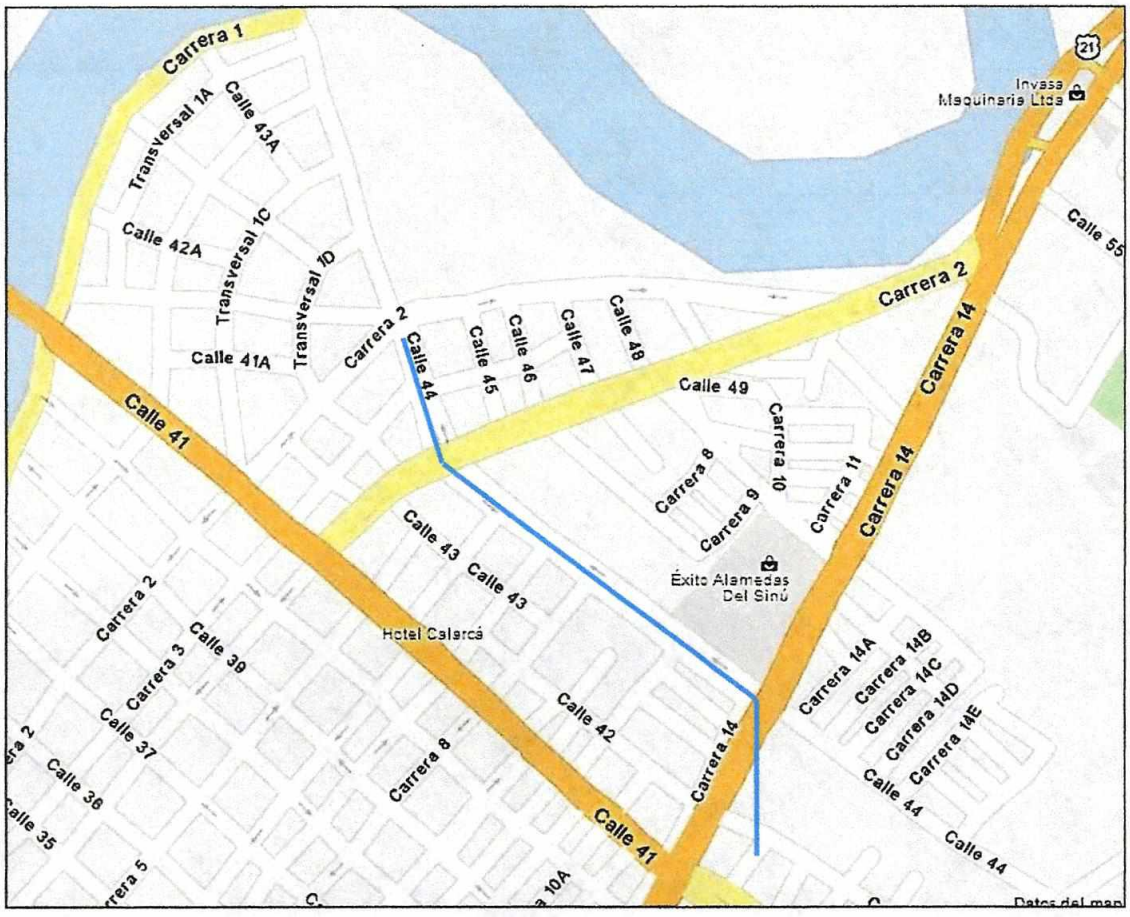


Figura 1. Localización canal calle 44

3 INFORMACIÓN GENERAL

Al canal drenan sus aguas las cunetas provenientes de barrio sucre; que inicia su recorrido entre la transversal 1D y la carrera 2º, y el agua acumulada en la carrera 2º, que transportan el flujo de agua a través de la glorieta de la carrera 2º con calle 44 por medio de un box culvert. Ver Fotografía 1y Fotografía 2.

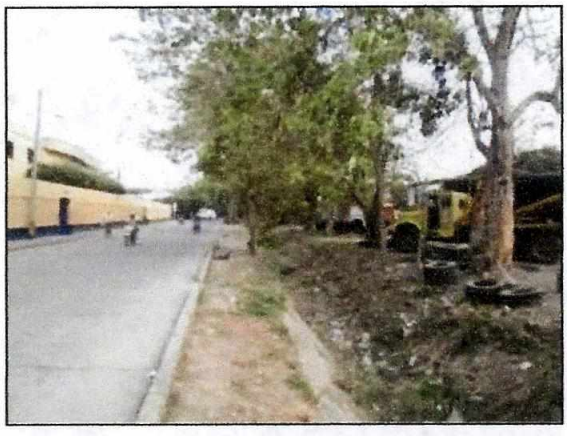


Fotografía 1. Acceso de agua proveniente de la cuneta existente entre la transversal 1D y la carrera 2º.



Fotografía 2. Salida del Box Culvert que atraviesa la glorieta carrera 2º.

El canal surge nuevamente en la carrera 2º con una mayor sección hidráulica, extendiéndose a lo largo de la calle 44, hasta la carrera 14.



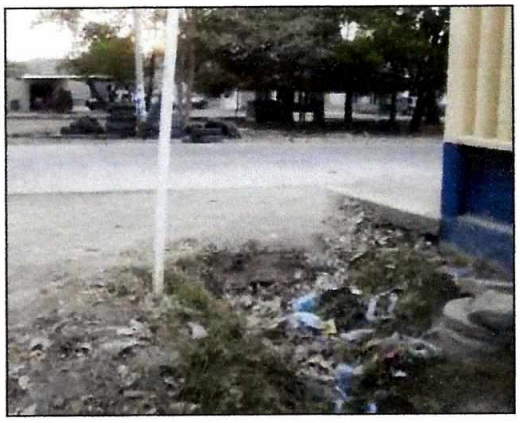
Fotografía 3. Inicio Canal calle 44.



Fotografía 4. Puente peatonal que atraviesa el canal calle 44.



Fotografía 5. Accesos de agua provenientes de la calle 44.



Fotografía 6. Cuneta que conecta con el canal por medio de alcantarilla carrera 3º.

A lo largo del canal se encuentran accesos que permiten que la calle 44 y las carreras afluentes drenen su aguas en él, muchos de estos se encuentran en mal estado o tapados por acumulación de residuos sólidos.



Fotografía 7. Tubería residencial y comercial que vierte sus aguas al interior del canal calle 44.

Para el paso del flujo vehicular, se observó la presencia de box culvert y puentes que comunican el canal de un lado de la calle a otro.



Fotografía 8. Box Culvert carrera 4º canal calle 44.



Fotografía 9.Puente carrera 7º canal calle 44.



Fotografía 10. Puente carrera 8º canal calle 44.



Fotografía 11.Puente frente a centro comercial Alamedas, canal calle 44.

3.1 Generalidades del Municipio.

El Municipio de Montería está situado en la zona centro del departamento de Córdoba, correspondiente a las tierras planas y ligeramente onduladas, de los Valles de los ríos San Jorge y Sinú, entre las coordenadas 08° 45´27" de latitud Norte y 75° 53´24" de longitud Oeste, cubre un área total de 3141 km^2.



Mapa 2. Localización del municipio de Montería en el departamento de Córdoba.

Limita al Norte con el municipio de Cereté, Puerto Escondido y San Pelayo; al este con San Carlos y Planeta Rica; al sur con Tierralta y Valencia; al oeste con el departamento de Antioquia y los municipios de Canalete y San Carlos. Ver Mapa 3. La topografía de Montería es básicamente plana, con algunas elevaciones de menor importancia. La parte occidental de la ciudad está surcada por la serraníade Las Palomas.



Mapa 3. Subregiones del departamento de Córdoba.

3.2 Geología y Geomorfología.

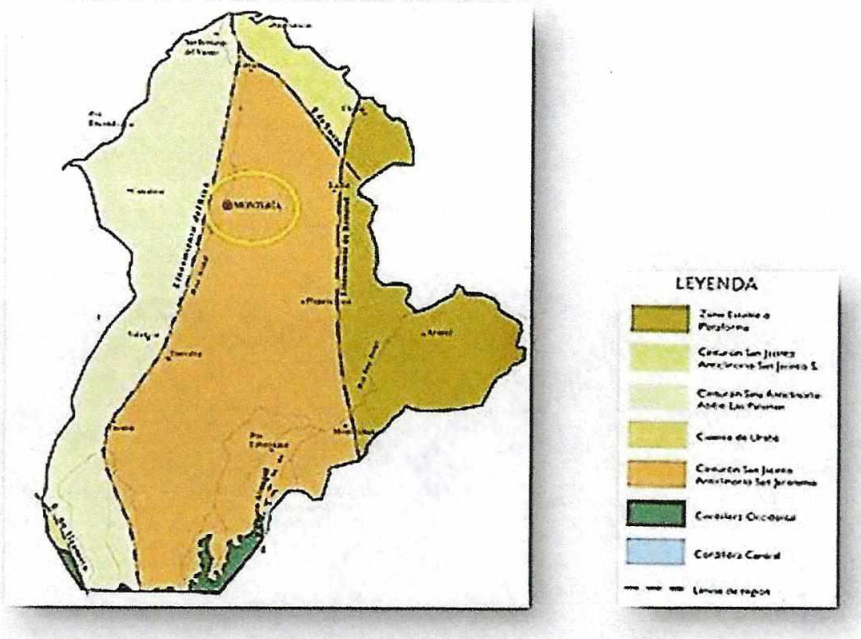
El Municipio de Montería hace parte de la unidad estratigráfica del Cinturón de San Jacinto y las unidades litoestratigráficas del anticlinorio de San Jerónimo conformado por rocas ígneas y rocas sedimentarias ver Mapa 4.

En la carretera Montería – Planeta Rica se encuentran bien expuestas las siguientes formaciones:

Formación la Tampa: Secuencia de lodolitas silíceas y calizas compactas de color gris, en esta región la unidad se compone de areniscas de grano muy fino y estratificación laminar fina, con abundante mica flogotípica a lo largo de los planos de estratificación. Las areniscas son friables en los niveles expuestos a la meteorización pero en los estratos frescos son compactas y resistentes y la matriz es calcárea. Edad: Eoceno medio.

Formación Ciénaga de Oro: Se trata de una formación arenosa a conglomerática con intercalaciones de estratos arenosos, calcáreos, shales carbonosos y carbón de2500 m de espesor aproximado que afloran en la carretera Montería - Planeta Ricay al sur, en el área del alto San Jorge. Hacia la base predominan los conglomerados e intercalaciones de shales carbonosas, areniscas y carbón, con cambios faciales, que hacen que hacia el norte del departamento de córdoba, su base la constituyan calizas arrecifales. Hacia el techo, se encuentran capas de calizas con abundantes fósiles. Edad: Eoceno superior-Oligoceno (base) y Mioceno inferior (techo).

Formación el Carmen: Secuencia de lodolitas grises oscuras con abundante microfauna, ocasionales intercalaciones de capas finas de areniscas y limolitas que afloran en todo el Municipio. Hacia el techo de la formación es común encontrar shales calcáreos abigarrados, con algo de yeso, ocasionales concreciones calcáreas y macrofósiles. La microfauna encontrada indica el Mioceno inferior y condiciones marinas entre 200 y 600 m de profundidad.



Mapa 4. Regiones geotectónicas del departamento de Córdoba.

La zona está constituida por materiales sueltos formados por depósitos aluviales compuestos por aluviones y sedimentos del rio Sinú. Los ríos Sinú y San Jorge se

caracterizan por formar valles aluviales amplios, constituidos por depósitos que permiten desarrollar actividades agropecuarias extensivas e intensivas de gran importancia económica, el deposito aluvial del municipio de Montería aflora desdeel corregimiento de Santa Isabel, hasta la población del Vidrial al norte de Montería, donde se forman las zonas las zonas planas de gran extensión que incluye las ciudades de Montería y Cerete. Se encuentran terrazas aluviales al sur del Municipio, constituido por depósitos aluviales antiguos del rio Sinú y algunos desus afluentes.

Los depósitos aluviales son suelos anisotrópicos en su distribución, con propiedades geotécnicas altamente variables, estrechamente relacionadas con la granulometría. Su continuidad es irregular, pudiendo tener altos contenidos en materia orgánica en determinados medios. La permeabilidad depende de la granulometría. Generalmente presentan un nivel freático alto. Ver Figura 2.

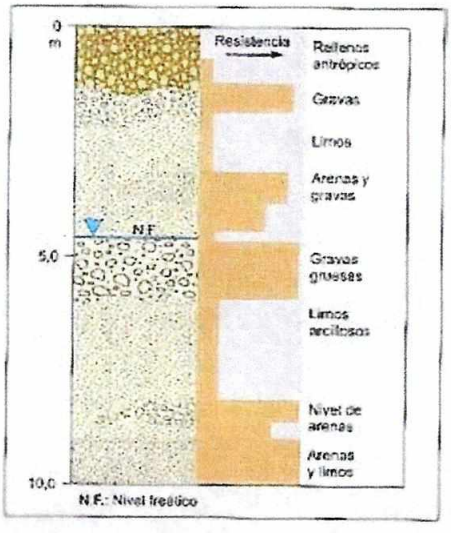
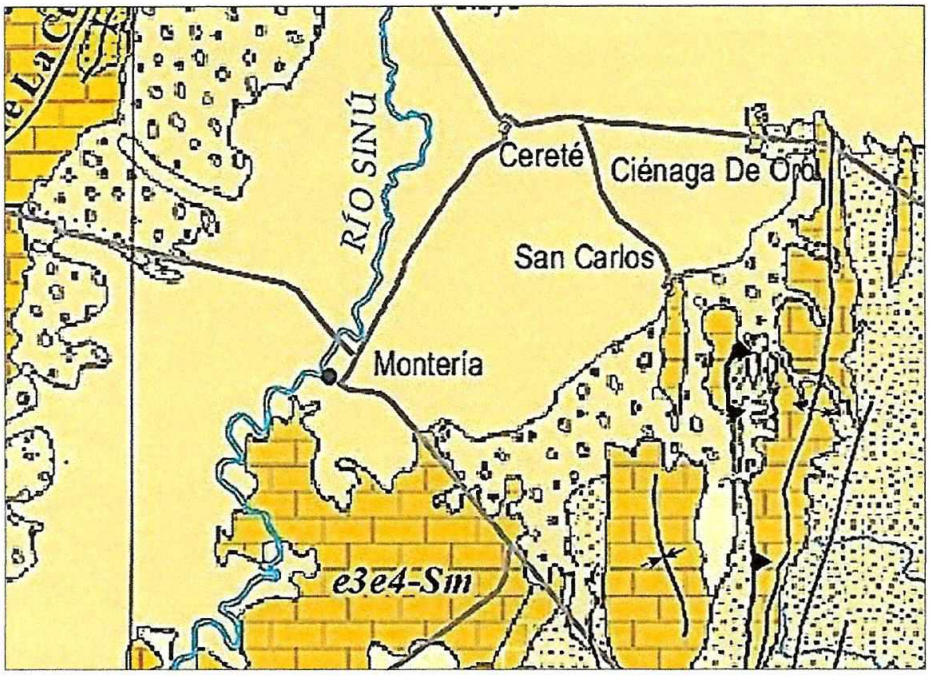


Figura 2. Perfil tipo de depósitos aluviales.

Los depósitos son de origen cuaternario y están constituidos por capas horizontales poco consolidadas de limos de consistencia blanda a media y arenas limosas sueltas con restos de materia orgánica de origen vegetal. Los depósitos cuaternarios presentan una amplia continuidad regional. En general se distribuyeen las partes más bajas a lo largo del eje de cauce del río en el clima cálido semihúmedo constituyendo geoformas de llanura aluvial.



Q-al	Depósitos aluviales y llanuras aluviales.

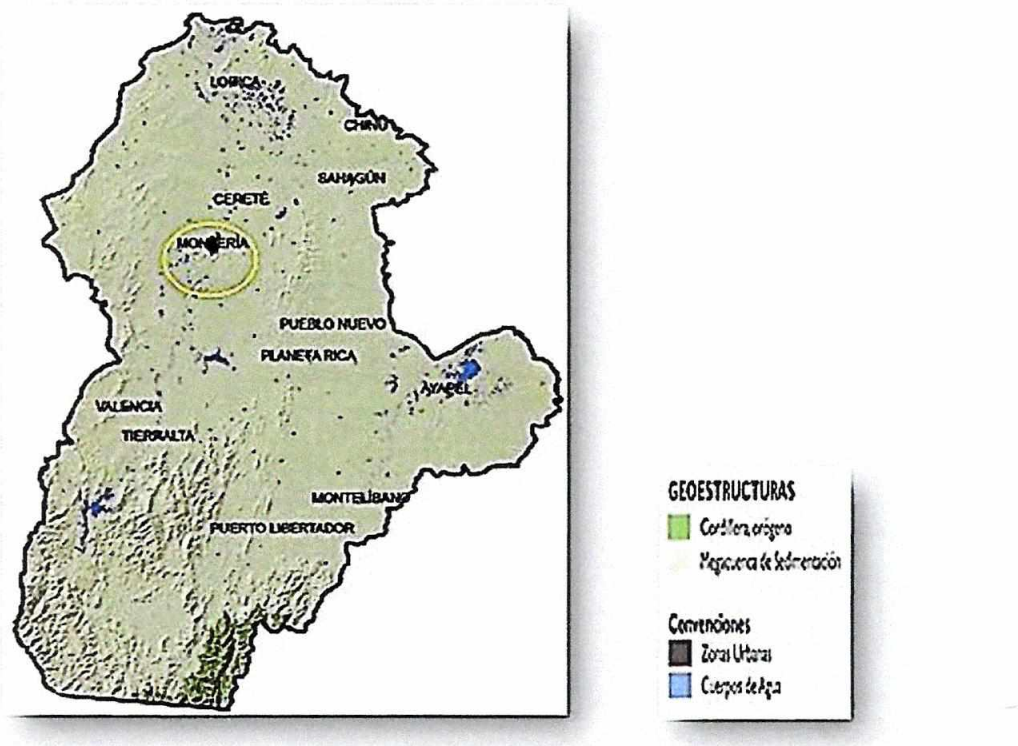
Mapa 5. Geología del municipio de Montería.

En estas condiciones se han formado suelos en un ambiente de drenaje natural moderado a imperfecto, caracterizados por ser de texturas arcillosas y limo arenosas, ligeramente ácidos y de fertilidad natural alta.

3.3 Geoestructura y Ambiente Morfométrico

El municipio de Montería se localiza en la Geoestructura correspondiente a la megacuenca de sedimentación ubicada al norte y occidente de la cordillera y se extiende hasta el mar caribe, cubriendo 23.788,87 km^2, lo que equivale al 95.4% del territorio del departamento de Córdoba. Geográficamente a esta pertenecen las serranías de Abibe, San Jerónimo, y Ayapel.

La megacuenca está conformada por rocas sedimentarias continentales y marinas del Cretáceo – Neógeno y por extensos de ositos del cuaternario, de origen aluvial, fluvio-lacustre, fluvio marino y marino, principalmente, lo que crea un ambiente morfogenético de depositación. Ver Mapa 6.



Mapa 6. Geoestructura del departamento de Córdoba.

3.4 Clima

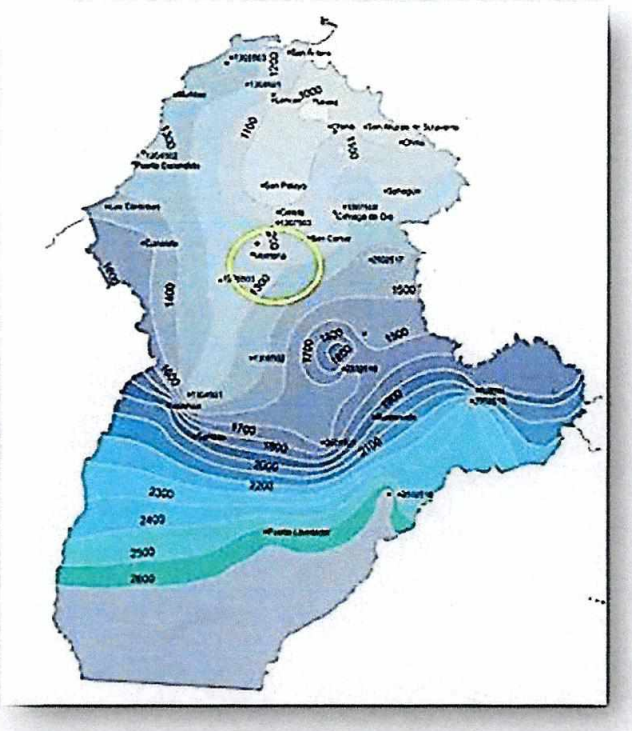
El clima es uno de los factores formadores de suelos, debido en gran medida a que define las cantidades y distribuciones de los diversos organismos, animales y vegetales, así como sus relaciones.

El municipio de Montería dada su fisiografía y su posición en la llanura del Caribe colombiano, se localiza con respecto a los vientos provenientes del Mar en una posición de sotavento ocasionando climas predominantemente secos la mayor parte del año, con una alta humedad relativa por la presencia del río Sinú y sus sistemas de ciénagas y humedales, presenta lluvias con vientos (vendavales) en épocas húmedas y unos microrelieves en las serranías de las Palomas y de San Carlos que se comportan como barloventos aumentando la nubosidad y la generación de lluvias.

El municipio de Montería posee una altura promedio de 18 msnm, con una precipitación media anual de 1200 mm.

La distribución de las lluvias de la zona se encuentra supeditada al paso anual del CIT (Centro de Convergencia Intertropical), el paso de este centro neurálgico ocasiona un tiempo ciclónico es decir, nubado, lluvioso y fresco; antes de este paso existe el tiempo anticiclónico, es decir soleado, seco y con variación de las temperaturas diurnas.

Por lo anterior el municipio de Montería presenta dos temporadas de lluvia: La primera es lluviosa en parte de Abril y Mayo, y la segunda, también lluviosa entre los meses de Septiembre y Noviembre; una temporada de menor intensidad de lluvias entre los meses de Junio y Agosto, y por ultimo una temporada seca entre los meses de Diciembre a Marzo. Ver Mapa 7.

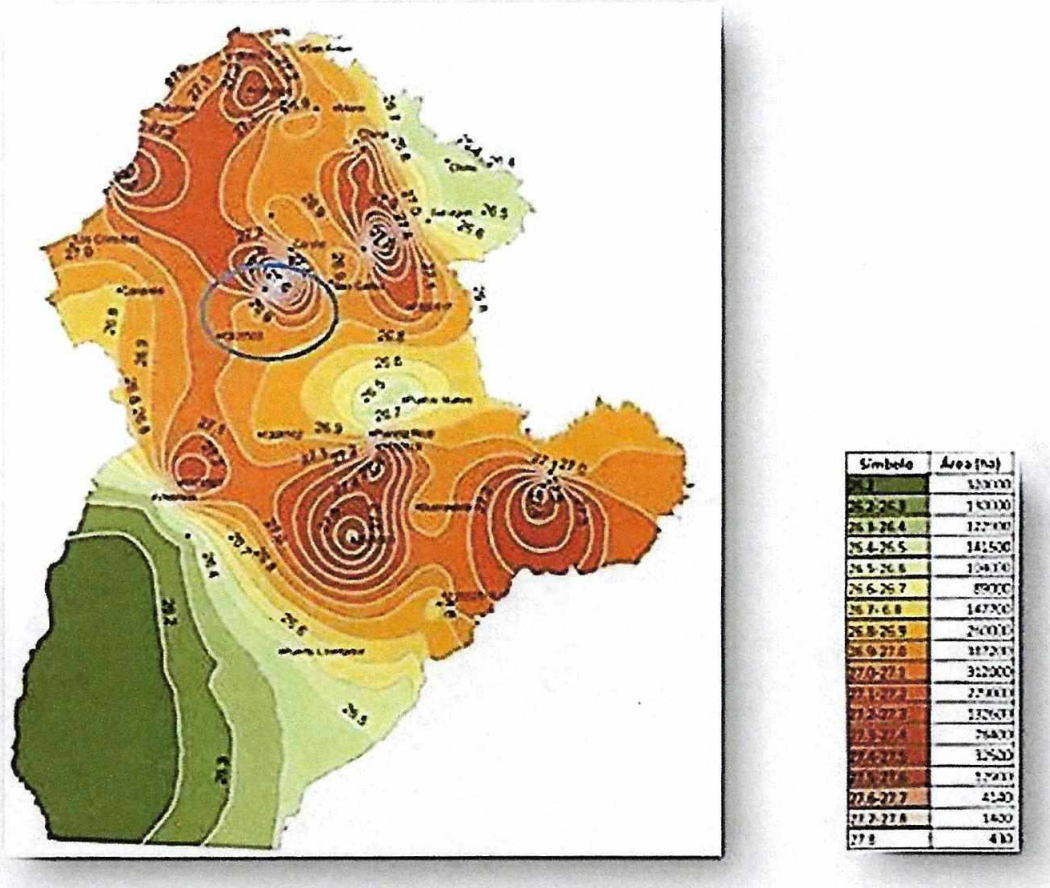


Símbolo	Área (ha)
<0	131400
0 - 100	530000
100 - 200	253000
200 - 300	200000
300 - 400	150000
400 - 500	166000
500 - 600	72300
600 - 700	70700
700 - 800	80000
800 - 900	110000
900 - 1000	95000
1000 - 1100	82000
1100 - 1200	230000
> 1200	343000

Mapa 7. Precipitación del departamento de Córdoba.

El promedio anual de la temperatura es de 26,9 °C, con un ligero aumento en los meses de Marzo, Abril y Mayo. La Variación no es muy significativa, pues el 98.2%

del territorio se encuentra en el piso térmico cálido. Por ello, puede considerarse que el promedio anual de 26,9 °C es representativo para el municipio de Montería.Ver Mapa 8.

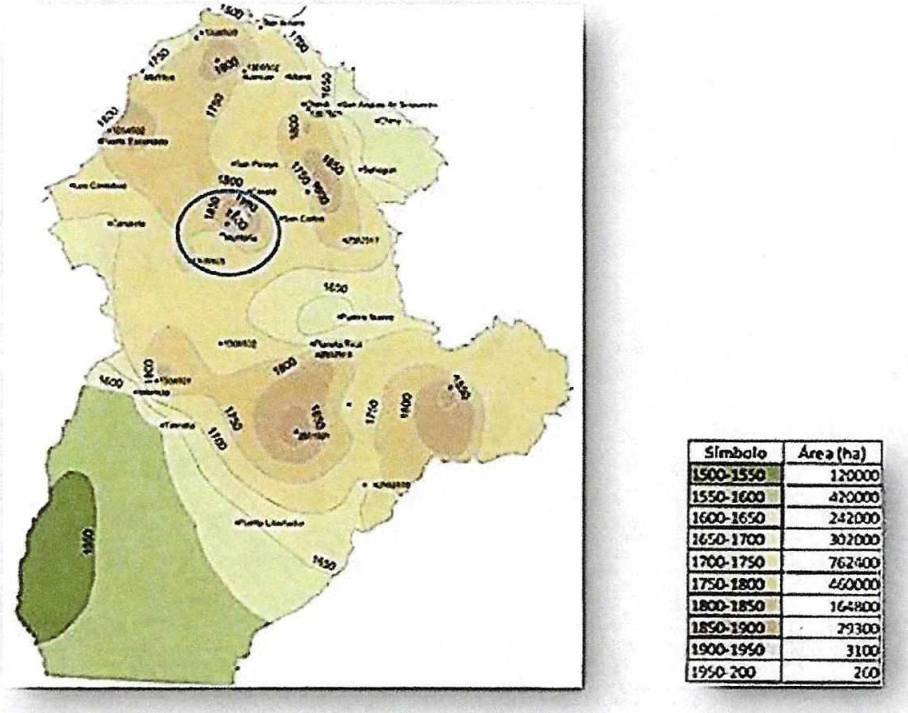


Mapa 8. Temperatura del departamento de Córdoba.

El brillo solar anual varía entre 1.400 y 1.800 horas de luz.

La humedad ambiente (84%), se relaciona con el brillo solar y con los intensos procesos de evapotranspiración.

La evapotranspiración potencial (E.T.P.), presenta un área definida como de núcleo central regional del valle del Sinú que va desde Montería hasta el norte con un valor ubicado en el rango de 1700 - 1750 mm anuales decreciendo hacia las zonas extremas de la cuenca hasta los 1.650 mm/año. Ver Mapa 9.



Símbolo	Área (ha)
1500-1550	120000
1550-1600	420000
1600-1650	242000
1650-1700	302000
1700-1750	762400
1750-1800	460000
1800-1850	164800
1850-1900	29300
1900-1950	3100
1950-200	200

Mapa 9. Evapotranspiración del departamento de Córdoba.

De acuerdo a la clasificación climática de Thornthwaite, el municipio presenta una franja alineada a lado y lado del plano de inundación del río en el clima cálido - Seco; en el resto del área de Montería sigue siendo cálido pero con un régimen de humedad semi-húmedo.

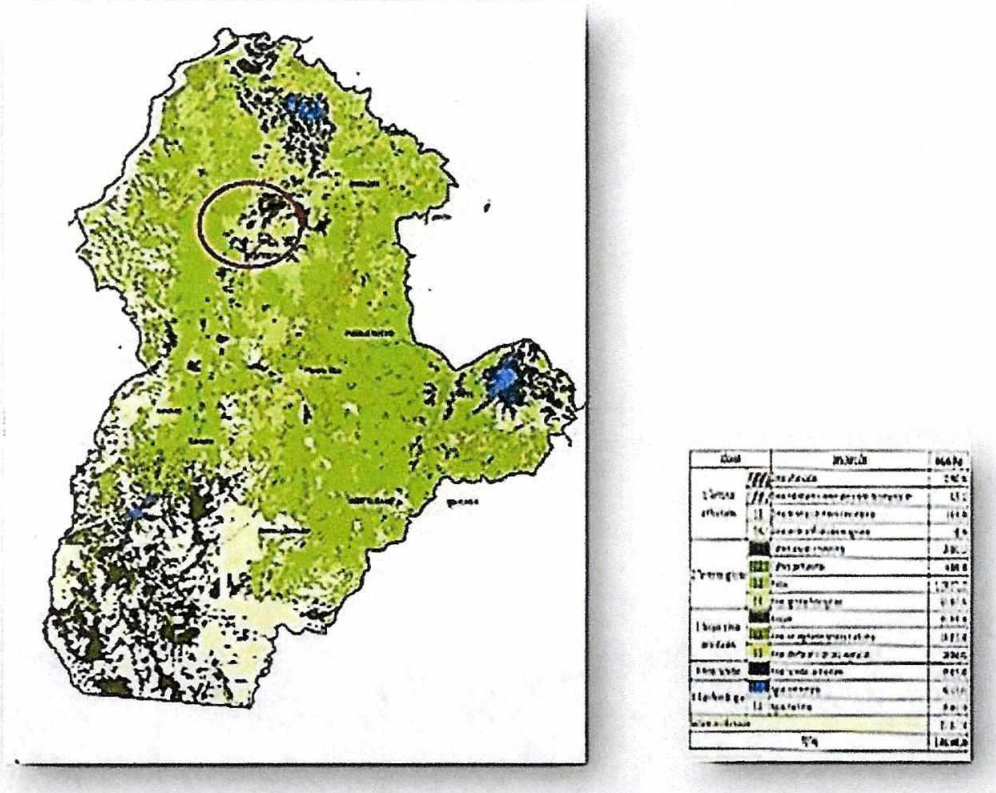
Estación	msnm	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	ETP (mm)	Déficit (mm)	Exceso (mm)	Piso Térmico	Clase Clima	Símbolo
Montería	18	1200	26,9	1711,4	558,0	46,6	Cálido	Seco	c-S

Tabla 1. Datos climáticos de la Estación Meteorológica Montería.

3.5 Vegetación.

El municipio de Montería tiene área de su territorio dentro de la parte media y baja del río Sinú, la vegetación original ha sido completamente degradada sólo a pequeños bosques o zonas de bosque de galería, por la transformación y/o adecuación de las tierras de los ecosistemas para extensas áreas de praderas para el desarrollo de sistemas pecuarios semi - intensivos y extensivos y la agricultura comercial y de subsistencia. A los alrededores del municipio se encuentra áreas

agrícolas heterogéneas, áreas que presentan heterogeneidad en la cobertura, por condiciones locales de clima o de suelos que hacen difícil la separación de unidades cartográficas homogéneas, y pastos de territorios agrícolas que son tierras ocupadas principalmente para la producción de alimentos, fibras y otras materias primas industriales, ya sea que se encuentren con cultivos, con pastos,en rotación y en descanso o barbecho. Ver Mapa 10



Mapa 10. Cobertura Vegetal del departamento de Córdoba.

4 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y ANÁLISIS RED DE DRENAJE

4.1 ANTECEDENTES

Este informe ha sido elaborado a partir de la información disponible de la topografía de la zona, considerando los aspectos del Reglamento del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000, el Plan Maestro de Alcantarillado Pluvial de la ciudad de Montería y antecedentes de inundaciones.

4.1.1 Estudios Hidráulicos e Hidrológicos

Se cuenta con el informe de los Estudios del Plan Maestro de Alcantarillado Pluvial del municipio de Montería realizado por el Consorcio IEH Grucon – C.I.C Montería 2004 realizado para FONADE, la CVS y la Gobernación de Córdoba en marzo del 2004. En dicho informe se presentan los estudios relacionados directamente con el sistema de drenaje pluvial de Montería en su capacidad y operación.

4.1.2 Plan Maestro de Alcantarillado de Montería

Como resultado de la investigación realizada en el Plan Maestro, merece atención especial que antes del Plan Maestro, no existe un documento que analizara el comportamiento hidráulico del sistema de canales, por lo que se hace necesario hacer modelaciones hidráulicas para determinar la capacidad de los mismos.

Las características generales consignadas en el Plan maestro de Montería son las siguientes:

"La ciudad de Montería está ubicada sobre las planicies del valle del río Sinú, caracterizadas por una topografía muy plana con pendientes máximas del 2 por mil, y predominantes del 1 al 0.1 por mil del río hacia afuera.

Como consecuencia de lo anterior, sobre ambos costados del río Sinú, el sistema de drenaje se desarrolla en caños, arroyos y ciénagas dispuestos en sentido sur norte y que se extienden por decenas de kilómetros hasta confluir finalmente en las ciénagas localizadas a la altura de la población de Lorica, conformando un sistema a través del cual se produce la evacuación y amortiguamiento de los distintos eventos pluviales. Estos sistemas han sido intervenidos a través deltiempo para favorecer el desarrollo agropecuario de la zona, mediante la construcción de canales de drenaje, siguiendo la tendencia general del terreno yen sectores aprovechando los cauces de los arroyos y caños mencionados y en otros desecando y rellenando ciénagas y zonas bajas, esto último especialmente en vecindades e inmediaciones de las áreas urbanas, estructuras que hoy, particularmente sobre la margen derecha del río Sinú, constituyen las receptoras de los drenajes de la ciudad de Montería y que poco a poco están siendointegradas al entorno urbano sin las consideraciones técnicas pertinentes.

4.2 Información existente

De acuerdo a la información recolectada del "Diseño para la adecuación hidráulica y amoblamiento urbano canales aguas lluvias avenida circunvalar y calle 41 con circunvalar y Plan Maestro de alcantarillado de Montería" realizado por el consorcio

IEH GRUCON – C.I.C en el año 2004, el canal que inicia en la carrera 2º con calle 44 hasta la carrera 14, y luego de este punto hasta la calle 41, hace parte de la subcuenca "Colector Norte", que a su vez pertenece a la cuenca del "Canal principal drenaje de INAT". En dicho documento se determina que las secciones del canal en estudio son insuficientes, y se proponen dos soluciones para mejorarla eficiencia hidráulica del mismo.

En el Plan Pluvial de Alcantarillado hacen referencia a la convergencia entre el canal calle 44 y la avenida circunvalar, de acuerdo al documento, se recomienda la construcción de una estructura hidráulica que comunique las aguas provenientes del canal calle 44 que inicia en la Cra 2, y el canal Los Ángeles, este último llevara las aguas hasta el canal principal drenaje de INAT, este diseño se hizo bajo la premisa de que el tramo de canal entre la calle 44 y calle 41, está siendo sobrecargado con el agua de escorrentía proveniente del canal de la calle 44, y resultaba más económica esta solución, que la adecuación de la sección hidráulica del canal calle 41 y el tramo entre calle 44 y calle 41. Para el presente estudio se evaluó la alternativa en la cual las aguas de escorrentía provenientes del canalcalle 44, se desvíen sobre el canal de la carrera 14 hasta la calle 41, y de este punto hasta el canal colector norte que finalmente depositara sus aguas en el colector principal drenaje INAT, Por lo tanto es necesario ajustar los cálculos de áreas de drenaje y caudales de acuerdo a esta consideración.

4.2.1 Áreas de drenaje

Una cuenca hidrográfica es el área de aguas superficiales o subterráneas que vierten a una red natural con una o varias corrientes, superficiales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor, que a su vez pueden desembocar en un rio principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar, en este caso específico, las áreas de drenaje, por ser urbanas, escurren sus aguas a canales que transportan el agua hasta corrientes naturales



Figura 3. Área de drenaje canal calle 44.

Las áreas de drenaje se pueden observar en el Plano 1 que contiene el plano de áreas de drenaje de Montería, desarrollado en el del plan maestro de alcantarillado.

5 ANÁLISIS HIDROLÓGICO

5.1 Precipitación

5.1.1 Validación estadística

La información obtenida y aplicada en los cálculos desarrollados en el proyecto, proviene de 3 estaciones ubicadas en el municipio de Montería Estación Bocas de la ceiba, estación Buenos Aires, y estación Loma verde, los cuales son presentados en la Tabla 2 .

Para el estudio se utilizó el método de doble masa, empleándose el siguiente procedimiento:

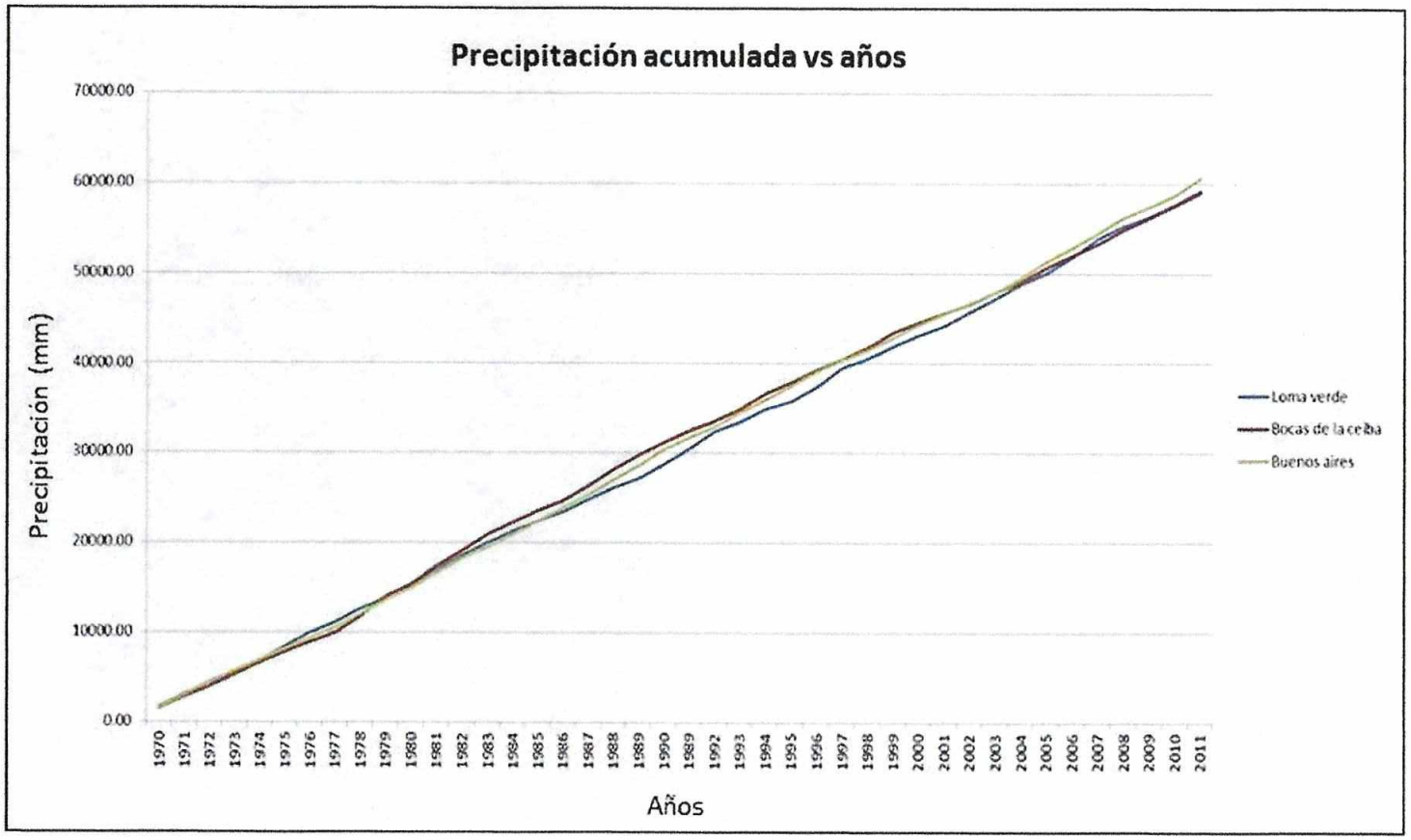
- Se seleccionó el período común de información del grupo de estaciones utilizadas en el estudio.
- Se determinó la precipitación anual para cada estación; para los datos faltantes a nivel mensual, se procedió a reemplazar temporalmente por los promedios mensuales de la serie, hasta máximo 6 datos faltantes.
- Los valores anuales fueron acumulados en orden cronológico, a partir del año más antiguo en común de las 3 estaciones (1970), hasta el másreciente (2011).
- Se graficó cada uno de los valores de las precipitaciones acumuladas de cada estación con el promedio acumulado de ellas, para determinar la estación patrón en cada grupo.
- Si los puntos ploteados presentan una sola tendencia, es decir si se puede trazar por ellos una recta sin quiebres, significa que la estadística es consistente.
- Si los puntos presentan quiebres o mucha dispersión, la estadística no es consistente y se procede a su corrección o eliminación del análisis.

La información obtenida de las estaciones es organizada en la Tabla 2, que muestra las precipitaciones anuales y precipitaciones anuales acumuladas cronológicamente en milímetros.

	Precipitaciones anuales (mm)					
Año	Bocas de la ceiba	Acumuldado	Buenos aires	Acumuldado	Loma verde	Acumuldado
1970	1477.00	1477.00	1586.00	1586.00	1665.00	1665.00
1971	1260.70	2737.70	1292.10	2878.10	1356.00	3021.00
1972	1123.00	3860.70	1546.00	4424.10	1362.00	4383.00
1973	1403.00	5263.70	1209.00	5633.10	1003.00	5386.00
1974	1334.00	6597.70	1274.00	6907.10	1401.00	6787.00
1975	1096.00	7693.70	1213.00	8120.10	1659.00	8446.00
1976	1168.00	8861.70	1252.00	9372.10	1537.00	9983.00
1977	1056.00	9917.70	1209.00	10581.10	1124.00	11107.00
1978	1768.00	11685.70	1446.00	12027.10	1448.00	12555.00
1979	2217.00	13902.70	1500.00	13527.10	1159.60	13714.60
1980	1363.00	15265.70	1369.00	14896.10	1508.00	15222.60
1981	2059.50	17325.20	1625.00	16521.10	1659.00	16881.60
1982	1712.00	19037.20	1629.00	18150.10	1700.00	18581.60
1983	1858.50	20895.70	1292.30	19442.40	1289.20	19870.80
1984	1303.00	22198.70	1434.00	20876.40	1367.60	21238.40
1985	1247.00	23445.70	1428.40	22304.80	1122.00	22360.40
1986	1174.50	24620.20	1510.50	23815.30	1000.90	23361.30
1987	1648.30	26268.50	1378.00	25193.30	1327.00	24688.30
1988	1803.80	28072.30	1722.00	26915.30	1411.40	26099.70
1989	1654.00	29726.30	1714.00	28629.30	1037.00	27136.70
1990	1350.20	31076.50	1676.00	30305.30	1589.80	28726.50
1989	1335.00	32411.50	1345.00	31650.30	1693.00	30419.50
1992	1138.00	33549.50	1203.00	32853.30	1929.00	32348.50
1993	1358.00	34907.50	1610.00	34463.30	1120.00	33468.50
1994	1702.00	36609.50	1449.40	35912.70	1397.00	34865.50
1995	1243.00	37852.50	1607.00	37519.70	887.00	35752.50
1996	1467.00	39319.50	1610.00	39129.70	1620.00	37372.50
1997	1106.00	40425.50	1252.00	40381.70	2128.00	39500.50
1998	1417.00	41842.50	1102.00	41483.70	1080.00	40580.50
1999	1635.30	43477.80	1424.90	42908.60	1371.10	41951.60
2000	1178.00	44655.80	1453.00	44361.60	1244.00	43195.60
2001	1066.00	45721.80	1177.00	45538.60	1078.00	44273.60
2002	952.00	46673.80	1252.00	46790.60	1476.00	45749.60
2003	1311.00	47984.80	1201.00	47991.60	1530.00	47279.60
2004	1203.59	49188.39	1574.10	49565.70	1583.60	48863.20
2005	1495.00	50683.39	1834.20	51399.90	1266.00	50129.20
2006	1351.00	52034.39	1520.00	52919.90	1735.00	51864.20
2007	1346.00	53380.39	1600.00	54519.90	2108.00	53972.20
2008	1571.00	54951.39	1742.00	56261.90	1320.00	55292.20
2009	1216.00	56167.39	1207.00	57468.90	1082.00	56374.20
2010	1592.00	57759.39	1384.00	58852.90	1293.00	57667.20
2011	1452.00	59211.39	1774.00	60626.90	1310.82	58978.01

Tabla 2. Precipitaciones anuales y precipitaciones anuales acumuladas de las Estaciones Meteorológicas Bocas de la Ceiba, Buenos Aires y Loma verde.

Los valores consignados en la Tabla 2 se grafican a continuación:



Gráfica 1. Precipitaciones anuales y precipitaciones anuales acumuladas de las Estaciones Meteorológicas Bocas de la Ceiba, Buenos Aires y Loma Verde.

24

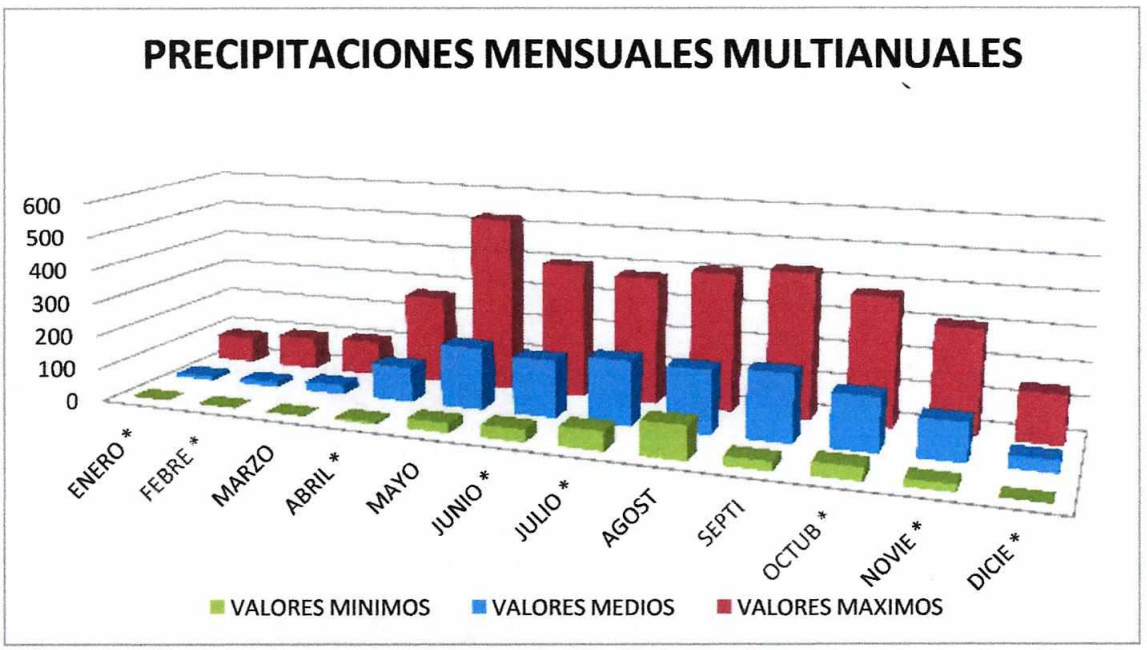
Se aprecia la homogeneidad y similitud de las pendientes de las tres líneas de precipitaciones anuales acumuladas Vs años, por lo tanto es posible decir que la estadística es consistente.

5.1.2 Precipitaciones mensuales multianuales

La precipitación es cualquier producto de la condensación del vapor de agua atmosférico que se deposita en la superficie de la Tierra. Ocurre cuando laatmósfera (que es una gran solución gaseosa) se satura con el vapor de agua, y elagua se condensa y cae de la solución (es decir, precipita). El aire se satura a través de dos procesos: por enfriamiento y añadiendo humedad.

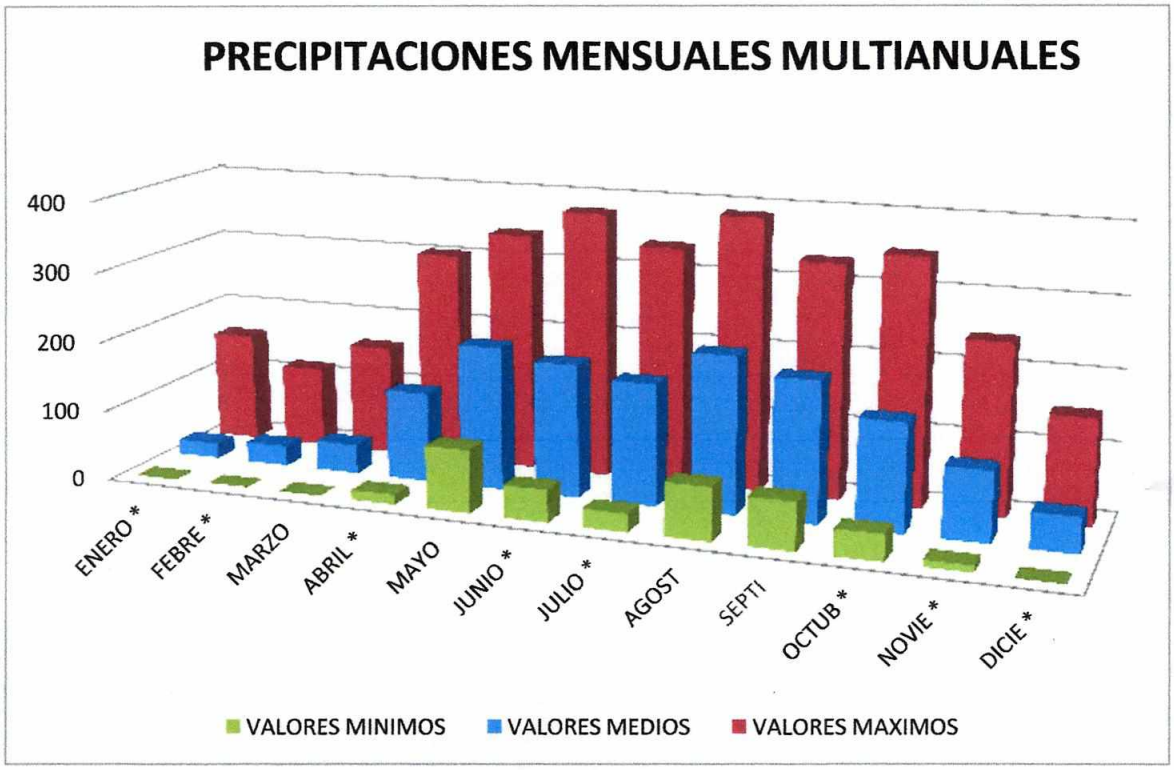
En el municipio de Montería los valores de precipitación no presentan grandes cambios, lo que contribuye a mantener un factor climático casi homogéneo, con precipitaciones mayores a 1000 mm, a excepción de las cercanías de Guateque, El Sabanal y San Anterito, como se aprecia en el Mapa 7 .

Los valores de precipitación se aprecian en el anexo 1.



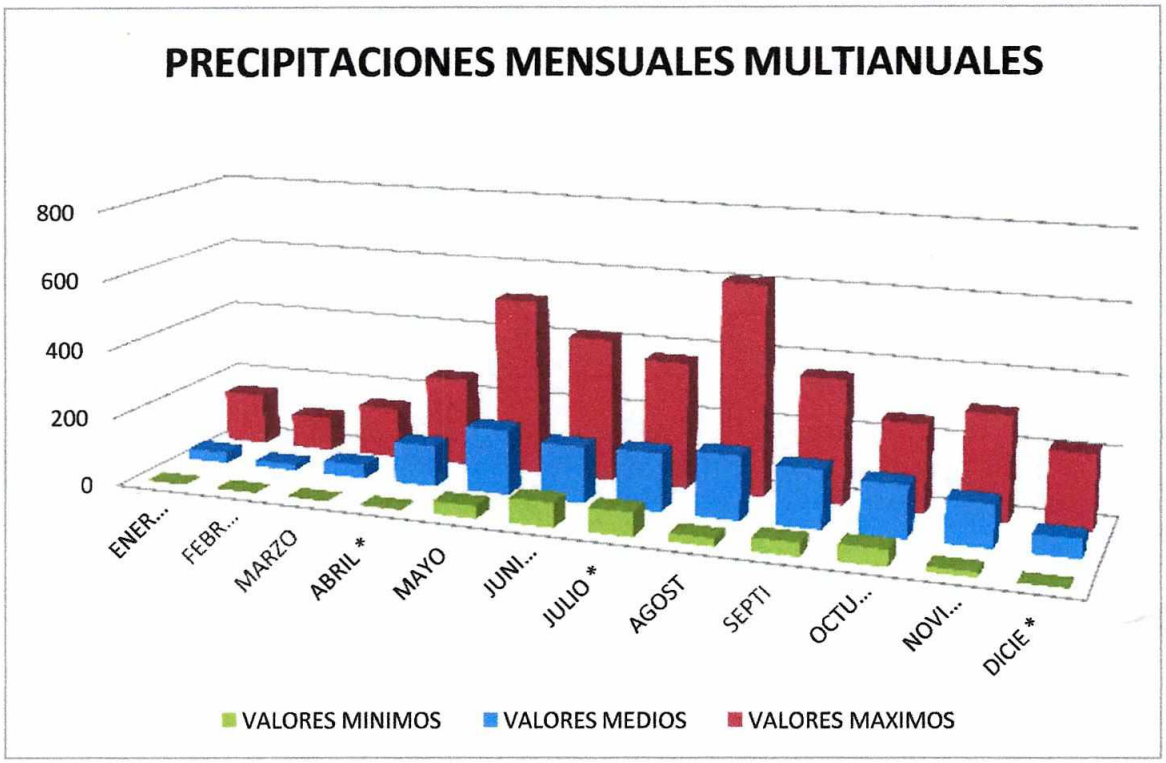
Gráfica 2. Valores precipitaciones multianuales estación Bocas de la Ceiba.

El valor promedio de precipitación mensual multianual de la estación Bocas de la ceiba es 117.48 mm, el valor máximo de precipitación es 527 mm y corresponde almes de Mayo de 1981.



Gráfica 3. Valores precipitaciones multianuales estación Buenos aires.

El valor promedio de precipitación mensual multianual de la estación de Buenos Aires es 125.83 mm, el valor máximo de precipitación es 387 mm y corresponde al mes de Agosto de 1988.



Gráfica 4. Valores precipitaciones multianuales estación Loma Verde.

El valor promedio de precipitación mensual multianual de la estación de Loma Verde es 118.42 mm, el valor máximo de precipitación es 610 mm y correspondeal mes de Junio del año 1992.

Variabilidad temporal: las variaciones de la precipitación mensual están marcadas por climatología general de la región, dada a la ubicación de estacuenca, el régimen se encuentra regulado un poco más por el clima caribeño, el cual tiene más influencia en la zona media y baja de la cuenca del río Sinú. Lazona anualmente está controlada por el movimiento cíclico de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y la dominancia de dos chorros superficiales contrarios, el chorro de San Andrés y el chorro del Chocó (Poveda, 1998).

En resumen, la interacción entre estos dos chorros, el paso de la zona de convergencia intertropical y la orografía en la cuenca, son los principales mecanismos que controlan la climatología de la cuenca del Río Sinú y por ende de la zona de estudio. Sin embargo, las variaciones interanuales y las anomalías climáticas podrían estar alteradas por el ENSO (El Niño, Oscilación del Sur) y la Oscilación del Atlántico Norte (NAO). El ciclo anual de la precipitación, presenta un

régimen casi unimodal, con valores mínimos de enero a febrero, y valores máximos entre los meses mayo, agosto y septiembre.

5.2 Evapotranspiración potencial

Se define la evapotranspiración como la máxima cantidad de agua que puede evaporarse desde un suelo completamente cubierto de vegetación, que se desarrolla en óptimas condiciones, y en el supuesto caso de no existir limitaciones en la disponibilidad de agua. Según esta definición, la magnitud de la ETP está regulada solamente por las condiciones meteorológicas o climáticas, según el caso, del momento o período para el cual se realiza la estimación.

Factores que influyen en la evapotranspiración:

La evapotranspiración depende del poder evaporante de la atmosfera, que a su vez depende de los siguientes factores:

- Radiación solar
- Temperatura
- Humedad: a menor humedad, más evaporación.
- Presión atmosférica: a menor presión, mas evaporación
- Viento
- El poder evaporante de la atmosfera.
- El grado de humedad del suelo.
- El grado de humedad del suelo.
- Tipo de cobertura
- Variaciones estacionales
- Variaciones interanuales

Calculo de evapotranspiración potencial:

El cálculo de la evapotranspiración potencial por el método de Thornthwaite, se calcula de la siguiente forma:

- Se calcula un índice de calor mensual:

$$i = \left(\frac{T}{5}\right)^{1.514}$$

Dónde:
T : temperatura media mensual

- Se calcula índice de calor anual:

$$I = \sum i$$

- Se calcula ETP* mensual sin corregir:

$$ETP* = 16\left(\frac{10T}{I}\right)^{a}$$

Dónde:

a : $675x\ 10^{-9} \cdot I^3 - 771x10^{-7} \cdot I^2 + 1792 \times 10^{-5} \cdot I + 0.49239$

- Corrección depende del mes, latitud y número máximo de horas de sol

$$ETP = ETP* \cdot \frac{N}{12} \cdot \frac{d}{12}$$

Dónde:
N: número máximo de horas de sol
D: número de días del mes.

Meses	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Evapotranspiración	131.1	129.8	142.8	131.2	123.0	122.4	130.5	127.8	113.5	112.7	104.5	122.4

Tabla 3. Evapotranspiración series mensuales.

5.3 Balance hídrico.

La cantidad de agua en un lugar en particular se puede calcular en términos generales por medio de concepto de balance hídrico, de acuerdo con el cual el volumen de agua en cualquier punto de un sistema hidrológico se considera simplemente en términos de la diferencia entre el caudal entrante (aferente) y el caudal saliente (eferente) del sistema y el cambio resultante en la cantidad de agua almacenada. En otras palabras, el caudal entrante menos el caudal saliente equivale al cambio en almacenamiento.
De los valores obtenidos de las 3 estaciones resultan las tablas 2, 3, 4, los cuales se derivan de la aplicación de la siguiente ecuación:

$$Prec + deficit = ETP + excesos$$

BALANCE HÍDRICO ESTACIÓN BOCAS DE LA CEIBA													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
P	12.98	16.80	29.06	106.52	185.44	170.71	191.98	187.72	199.52	157.92	113.61	37.54	1409.80
ET	131.10	129.80	142.80	131.20	123.00	122.40	130.50	127.80	113.50	112.70	104.50	122.40	1491.70
P-ET	-118.12	-113.00	-113.74	-24.68	62.44	48.31	61.48	59.92	86.02	45.22	9.11	-84.86	
R	0.00	0.00	0.00	0.00	62.44	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	15.14	
VR	-15.14	0.00	0.00	0.00	62.44	37.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-84.86	
ETR	28.12	16.80	29.06	106.52	123.00	122.40	130.50	127.80	113.50	112.70	104.50	122.40	
F	102.98	113.00	113.74	24.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	354.40
EX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.75	61.48	59.92	86.02	45.22	9.11	0.00	272.49
D	6.65	3.33	1.66	0.83	0.42	5.58	33.53	46.72	43.01	44.11	26.61	13.31	

COMPROBACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO	
Prec. + Déficit = ETP + Excesos	
1764.19	1764.19

Tabla 4. Balance Hídrico Estación Meteorológica Bocas de la Ceiba.

294

BALANCE HÍDRICO ESTACIÓN BUENOS AIRES													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
P	21.83	29.18	42.17	127.49	203.46	188.88	172.81	221.75	198.61	153.08	100.04	50.71	1510.01
ET	131.10	129.80	142.80	131.20	123.00	122.40	130.50	127.80	113.50	112.70	104.50	122.40	1491.70
P-ET	-109.27	-100.62	-100.63	-3.71	80.46	66.48	42.31	93.95	85.11	40.38	-4.46	-71.69	
R	0.00	0.00	0.00	0.00	80.46	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	95.54	23.84	
VR	-23.84	0.00	0.00	0.00	80.46	19.54	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.46	-71.69	
ETR	45.67	29.18	42.17	127.49	123.00	122.40	130.50	127.80	113.50	112.70	104.50	122.40	
F	85.43	100.62	100.63	3.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	290.38
EX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46.94	42.31	93.95	85.11	40.38	0.00	0.00	308.69
D	5.18	2.59	1.30	0.65	0.32	23.63	32.97	63.46	42.55	41.47	20.73	10.37	

COMPROBACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO	
Prec. + Déficit = ETP + Excesos	
1800.39	1800.39

Tabla 5. Balance Hídrico Estación Meteorológica Buenos Aires.

298

BALANCE HÍDRICO ESTACIÓN LOMA VERDE													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
P	32.80	19.34	40.61	120.88	188.84	164.17	168.45	184.72	169.11	151.37	124.52	56.21	1421.02
ET	131.10	129.80	142.80	131.20	123.00	122.40	130.50	127.80	113.50	112.70	104.50	122.40	1491.70
P-ET	-98.30	-110.46	-102.19	-10.32	65.84	41.77	37.95	56.92	55.61	38.67	20.02	-66.19	
R	0.00	0.00	0.00	0.00	65.84	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	33.81	
VR	-33.81	0.00	0.00	0.00	65.84	34.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-66.19	
ETR	66.61	19.34	40.61	120.88	123.00	122.40	130.50	127.80	113.50	112.70	104.50	122.40	
F	64.49	110.46	102.19	10.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	287.45
EX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.61	37.95	56.92	55.61	38.67	20.02	0.00	216.78
D	6.66	3.33	1.66	0.83	0.42	4.01	20.98	38.95	27.80	33.24	26.63	13.31	

COMPROBACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO	
Prec. + Déficit = ETP + Excesos	
1708.48	1708.48

Tabla 6. Balance Hídrico Estación Meteorológica Loma Verde.

290

Los valores de la precipitación para cada estación son promedios mensuales históricos de cada mes. Para la información obtenida de la estación de bocas de la Ceiba, los datos comprenden desde Enero de 1970 hasta Diciembre de 2011, la proveniente de la estación Buenos Aires desde enero de 1966 hasta septiembre de 2011, y la estación Loma Verde comprende de Enero de 1966 hasta Diciembre del año 2011.

Se toman los módulos pluviométricos anuales de las estaciones, se entiende por "módulo pluviométrico anual de una estación" al promedio aritmético de las precipitaciones anuales registradas en una estación. Se toman los datos comprendidos entre los años 1970 y 2011.

Estación	Bocas de la ceiba	Buenos aires	Loma verde	Promedio
Módulo pluviométrico (mm)	1409.80	1443.50	1404.24	1419.18

Tabla 7. Módulos Pluviométricos Anuales.

Determinado con la siguiente formula:

$$Valor\ promedio = \frac{\sum P}{n}$$

Donde P son los módulos pluviométricos, y n el número de módulos que se tomaran para hacer el promedio

El valor promedio de los módulos pluviométricos es 1419.18 mm

Si el modulo pluviométrico de una estación no difiere más del 10% de cualquier otra estación, en este caso se toma como dato como el promedio de las otras estaciones, en caso contrario es necesario hacer correcciones.

Los casos presentados son los siguientes:

	Bocas de la ceiba	Buenos aires	Loma verde
Variaciòn con respecto al promedio	0.66%	1.71%	1.05%

Tabla 8. Variación de los módulos pluviométrico con respecto al promedio.

Se observa que las estaciones mantienen una diferencia porcentual menor al 10% por lo que es posible tomar el valor promedio de las precipitaciones como dato para la estación resultante.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestran los cálculos de los promedios de precipitación y evapotranspiración potencial de las tres estaciones.

Precipitación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Boca de la Ceiba	12.98	16.80	29.06	106.52	185.44	170.71	191.98	187.72	199.52	157.92	113.61	37.54
Buenos Aires	21.83	29.18	42.17	127.49	203.46	188.88	172.81	221.75	198.61	153.08	100.04	50.71
Loma Verde	32.80	19.34	40.61	120.88	188.84	164.17	168.45	184.72	169.11	151.37	124.52	56.21
Promedio	22.54	21.77	37.28	118.30	192.58	174.59	177.75	198.06	189.08	154.13	112.72	48.15

Tabla 9. Promedio de precipitación de las 3 Estaciones.

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Evapotranspiración	131.10	129.80	142.80	131.20	123.00	122.40	130.50	127.80	113.50	112.70	104.50	122.40

Tabla 10. Valores de evapotranspiración potencial.

El balance hídrico ponderado aparece en la Tabla 11

BALANCE HÍDRICO ESTACIÓN PROMEDIO													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
P	22.54	21.77	37.28	118.30	192.58	174.59	177.75	198.06	189.08	154.13	112.72	48.15	1446.94
ET	131.10	129.80	142.80	131.20	123.00	122.40	130.50	127.80	113.50	112.70	104.50	122.40	1491.70
P-ET	-108.56	-108.03	-105.52	-12.90	69.58	52.19	47.25	70.26	75.58	41.43	8.22	-74.25	
R	0.00	0.00	0.00	0.00	69.58	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	25.75	
VR	-25.75	0.00	0.00	0.00	69.58	30.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-74.25	
ETR	48.29	21.77	37.28	118.30	123.00	122.40	130.50	127.80	113.50	112.70	104.50	122.40	
F	82.81	108.03	105.52	12.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	309.26
EX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.77	47.25	70.26	75.58	41.43	8.22	0.00	264.50
D	5.98	2.99	1.49	0.75	0.37	11.07	29.16	49.71	37.79	39.61	23.91	11.96	

COMPROBACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO	
Prec. + Déficit = ETP + Excesos	
1756.20	1756.20

Tabla 11. Balance hídrico climático ponderado.

302

5.4 Caudal de Diseño

Existen muchos métodos para determinar el caudal que transcurre por una cuenca hidrográfica, los cuales depende de distintos factores como la precipitación, tiempo de concentración, tipo de suelo, topografía etc. En el estudio realizado por el consorcio IEH GRUCON llamado "Diseño para la adecuación y amoblamiento urbano canales aguas lluvias avenida circunvalar y calle 41 con circunvalar, y plan maestro de alcantarillado pluvial de Montería", se utilizó el método racional para determinar los caudales de escorrentía de aguas lluvias, entre los cuales seencuentra los referentes al canal calle 44. En el presente estudio, se realizaron los cálculos teniendo en cuenta las áreas de drenaje y tiempos de concentración consignados en el Plan Maestro de alcantarillado Pluvial, con los cuales se partió para el cálculo de los caudales.

El Método Racional es uno de los más utilizados para la estimación del caudal máximo asociado a determinada lluvia de diseño. Se utiliza normalmente en el diseño de obras de drenaje urbano y rural. Y tiene la ventaja de no requerir de datos hidrométricos para la determinación de caudales máximos.

De acuerdo con el RAS-2000, para las extensiones en área que son servidas por el sistema de los canales, es adecuado utilizar el método racional para obtener los caudales de diseño. Este método permite establecer los caudales a partir de la extensión y las características del uso del suelo en el área de drenaje y laintensidad del evento lluvioso de una frecuencia determinada, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Q = \frac{C.I.A}{3.6}$$

Dónde:

Q: Caudal en (m^3/s).

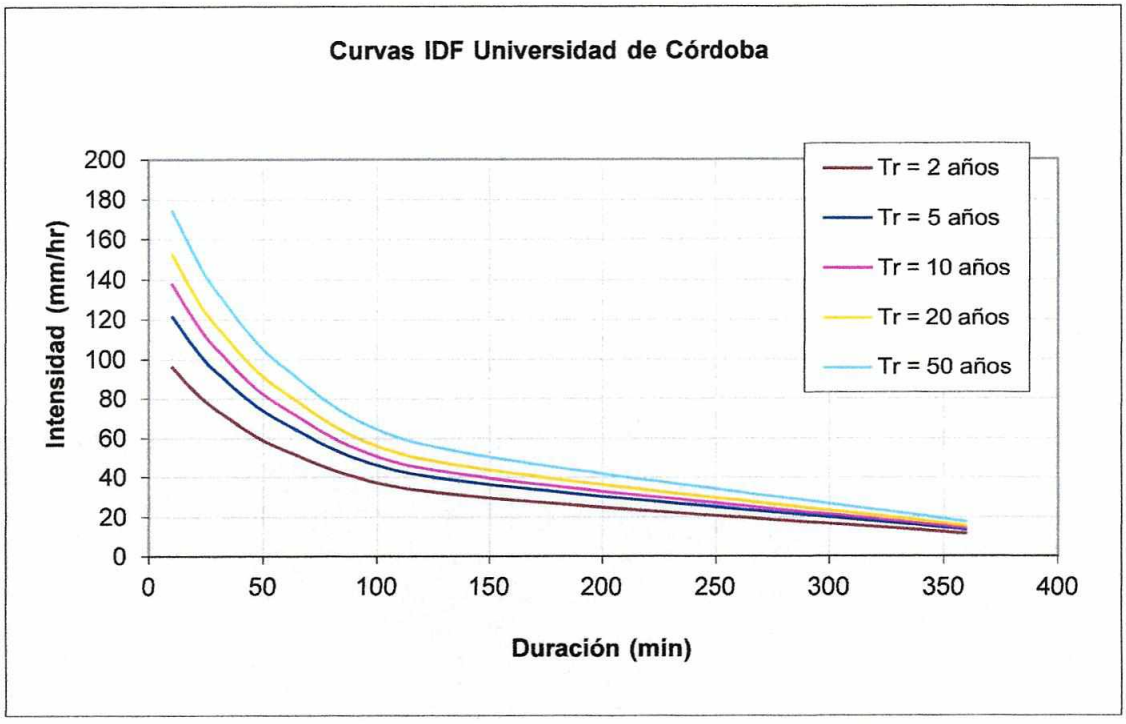
C: Coeficiente de escorrentía, adimensional.

I: Intensidad de precipitación (mm/hr).

A: área de drenaje (Km^2).

Los valores de Áreas de drenaje (ver Figura 3), y tiempos de concentración necesarios para el cálculo de intensidades, se extrajeron del "Plan maestro de alcantarillado pluvial del municipio de Montería".

De acuerdo a la norma RAS2000, para sistemas de alcantarillado pluvial, con áreas de drenaje mayores a 10 ha y menores a 1000 ha y complejidad alta, se recomienda utilizar intensidades para periodos de retorno de 10 años. Para el cálculo del tiempo de concentración se utilizó las curvas intensidad – duración – frecuencia, de la estación universidad de Córdoba.



Gráfica 5. Curvas IDF estación universidad de Córdoba.

Canal Calle 44_1

Sección modelo	Tramo Caudal	Área (km^2)	C(Ponderado)	L(m)	S(m/m)	T entrada Kerby (min)	T entrada (min)	T viaje desde pozo anterior(min)	Tc(min)	Intensidad tr2 (mm/hr)	Intensidad tr5 (mm/hr)	Intensidad tr10 (mm/hr)	Intensidad tr20 (mm/hr)	CA (km^2)	CA acumulado	Caudal acumulado (m^3/s) tr2	Caudal acumulado (m^3/s) tr5	Caudal acumulado (m^3/s) tr10	Caudal acumulado (m^3/s) tr20
175	inicial	0.15	0.54	551.29	0.00	33.96	21.98		21.98	81.73	103.09	116.34	128.99	0.08	0.08	1.84	2.32	2.62	2.90
171	final	0.02	0.37	328.86	0.01	23.38	16.69	0.76	22.74	80.93	102.07	115.16	127.68	0.01	0.09	1.99	2.51	2.83	3.14

Tabla 12. Caudales canal calle 44 tramo 1.

Carrera 2a

Sección modelo	Tramo Caudal	Área (km^2)	C(Ponderado)	L(m)	S(m/m)	T entrada Kerby (min)	T entrada (min)	T viaje desde pozo anterior(min)	Tc(min)	Intensidad tr2 (mm/hr)	Intensidad tr5 (mm/hr)	Intensidad tr10 (mm/hr)	Intensidad tr20 (mm/hr)	CA (km^2)	CA acumulado	Caudal acumulado (m^3/s) tr2	Caudal acumulado (m^3/s) tr5	Caudal acumulado (m^3/s) tr10	Caudal acumulado (m^3/s) tr20
180	inicial	0.04	0.70	411.05	0.00	32.75	21.37		21.37	82.39	103.92	117.31	130.06	0.03	0.03	0.63	0.80	0.90	1.00
176	final	0.07	0.69	658.24	0.00	36.61	23.31	1.71	23.31	80.33	101.31	114.28	126.71	0.05	0.07	1.66	2.10	2.37	2.62

Tabla 13. Caudales carrera 2º

305

Canal Calle 44_2

Sección modelo	Tramo Caudal	Área (km^2)	C(Ponderado)	L(m)	S(m/m)	T entrada Kerby (min)	T entrada (min)	T viaje desde pozo anterior(min)	Tc(min)	Intensidad tr2 (mm/hr)	Intensidad tr5 (mm/hr)	Intensidad tr10 (mm/hr)	Intensidad tr20 (mm/hr)	CA (km^2)	CA acumulado	Caudal acumulado (m^3/s) tr2	Caudal acumulado (m^3/s) tr5	Caudal acumulado (m^3/s) tr10	Caudal acumulado (m^3/s) tr20
	final calle 44_1								22.74						0.09	1.99	2.51	2.83	3.14
	final carrera 2								23.31						0.07	1.66	2.10	2.37	2.62
170	inicial								23.31	80.33	101.31	114.28	126.71		0.16	3.64	4.59	5.17	5.74
163	Tramo 1	0.19	0.52	597.34	0.00	34.96	22.48	2.84	26.15	77.47	97.67	110.06	122.04	0.10	0.26	5.62	7.09	7.98	8.85
160	Tramo 2	0.06	0.62	312.36	0.00	26.51	18.25	1.65	27.80	75.89	95.66	107.72	119.45	0.04	0.30	6.26	7.89	8.88	9.85
157	Tramo 3	0.06	0.57	356.87	0.00	29.03	19.52	1.67	29.47	74.34	93.70	105.44	116.93	0.04	0.33	6.86	8.64	9.73	10.79
153	final	0.02	0.62	197.13	0.01	17.95	13.98	0.97	30.43	73.48	92.59	104.16	115.51	0.01	0.34	7.02	8.84	9.95	11.03

Tabla 14. Caudal canal calle 44 tramo 2.

Canal Circunvalar Central

Sección modelo	Tramo Caudal	Area (km^2)	C(Ponderado)	L(m)	S(m/m)	T entrada Kerby (min)	T entrada (min)	T viaje desde pozo anterior(min)	Tc(min)	Intensidad tr2(mm/hr)	Intensidad tr5(mm/hr)	Intensidad tr10 (mm/hr)	Intensidad tr20 (mm/hr)	CA (km^2)	CA acumulado	Caudal acumulado (m^3/s) tr2	Caudal acumulado (m^3/s) tr5	Caudal acumulado (m^3/s) tr10	Caudal acumulado (m^3/s) tr20
1099	inicial	0.02	0.42	336.54	0.00	25.67	17.84		17.84	86.39	108.99	123.21	136.58	0.01	0.01	0.17	0.21	0.24	0.27
1095	Tramo 1	0.03	0.61	325.25	0.00	25.61	17.80	4.09	21.93	81.79	103.16	116.43	129.08	0.02	0.03	0.64	0.81	0.91	1.01
1091	Tramo 2	0.13	0.57	838.84	0.01	38.60	24.30	1.85	24.30	79.31	100.02	112.77	125.04	0.08	0.10	2.29	2.89	3.26	3.61
1088	final	0.01	0.61	215.53	0.01	17.00	13.50	2.81	27.11	76.54	96.49	108.68	120.51	0.01	0.11	2.38	3.00	3.38	3.75

Tabla 15. Caudal Canal circunvalar central.

306

Canal Circunvalar_2																			
Sección modelo	Tramo Caudal	Área (km^2)	C(Ponderado)	L(m)	S(m/m)	T entrada Kerby (min)	T entrada (min)	T viaje desde pozo anterior(min)	Tc(min)	Intensidad tr2 (mm/hr)	Intensidad tr5 (mm/hr)	Intensidad tr10 (mm/hr)	Intensidad tr20 (mm/hr)	CA (km^2)	CA acumulado	Caudal acumulado (m^3/s) tr2	Caudal acumulado (m^3/s) tr5	Caudal acumulado (m^3/s) tr10	Caudal acumulado (m^3/s) tr20
	final calle 44_2								30.43						0.34	7.02	8.84	9.95	11.03
150	circunvalar central								27.11						0.11	2.38	3.00	3.38	3.75
143	inicial	0.0141	0.69	351.00	0.01	24.17	17.08		30.43	73.48	92.59	104.16	115.51	0.01	0.47	9.50	11.98	13.47	14.94
137	Tramo 1	0.0141	0.69	351.00	0.01	24.17	17.08	1.14	31.57	72.47	91.32	102.68	113.87	0.01	0.48	9.57	12.06	13.56	15.04
131	Tramo 2	0.0141	0.69	351.00	0.01	24.17	17.08	0.89	32.46	71.71	90.34	101.55	112.61	0.01	0.48	9.66	12.17	13.68	15.18
	final							8.13	40.59	65.31	82.18	92.10	102.13		0.48	8.80	11.07	12.41	13.76

Tabla 16. Caudal canal circunvalar 2.

284

6 MODELACIÓN HIDRÁULICA - ANÁLISIS HEC-RAS

Según se consigna en Universidad del Cauca – CRC- INGEOMINAS, (2005), existen numerosos programas para modelar las condiciones hidráulicas y morfológicas en ríos; dichos programas varían en el grado de sofisticación y fiabilidad. La ciencia de la modelación numérica está progresando rápidamente haciendo que nuevos programas remplacen a los ya obsoletos. Los programas para modelación pueden clasificarse dependiendo de qué calculan, cuántas dimensiones son usadas y particularidades de los métodos numéricos empleados, lo que hace que muchos de ellos sean para aplicaciones muy específicas.

Para la simulación se utilizará el modelo matemático HEC-RAS (Hydrologic Engeenering Center's River Analysis System), el cual es un paquete integrado de programas de análisis hidráulico desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, que efectúa los cálculos de perfiles de la superficie de agua para flujos gradualmente variados y permanentes.

Para el manejo del modelo matemático es necesario ingresar al programa los datos de geometría y los datos de flujo del sistema. Para los datos geométricos del sistema se introducirán al programa los datos de las secciones transversales(secciones hidráulicas), tomadas en campo y debidamente procesadas, para cada uno de los sitios de cruce en las zonas de estudio.

El primer paso para la conformación del modelo hidráulico, se constituye en establecer la geometría de la corriente superficial. Los datos geométricos fundamentales son las diversas secciones transversales a lo largo del canal considerado; dichas secciones se introducen mediante cotas de varios puntos a lo largo de la sección y mediante la cota de dos secciones contiguas, separadas por una distancia conocida; el modelo calcula la pendiente de ese tramo.

Para todas las secciones se definirán los coeficientes de rugosidad de Manning, las orillas del canal y las distancias entre las secciones tanto por el eje del canal principal como por las orillas.

La metodología descrita, se desarrolló a través del software de modelación de canales HEC-RAS, el cual proporciona datos específicos del comportamiento de caudal dentro de un canal. Los datos de entrada necesarios para la modelación

hidráulica corresponden a caudal, geometría, valores de Manning, y valores de contracción y expansión determinados por el programa.

El programa toma como abscisa inicial, la abscisa con mayor valor numérico, por lo tanto la modelación se inicia con la abscisa de mayor valor y finaliza con la abscisa K0+000

La ecuación de Manning es el resultado del proceso de un ajuste de curvas, y por tanto es completamente empírica en su naturaleza. Debido a su simplicidad de forma y a los resultados satisfactorios que arroja para aplicaciones prácticas, la fórmula Manning se ha hecho la más usada de todas las fórmulas de flujo uniformepara cálculos de escurrimiento en canal abierto.

6.1 Modelación condiciones actuales

6.1.1 Consideraciones para el análisis.

- **Número de Manning.**

El canal calle 44 actualmente está recubierto en concreto a lo largo de toda su sección, teniendo en cuenta esta característica, se escogió un valor de coeficiente de Manning de 0.013 para la parte recubierta en concreto, y para los bordes los cuales poseen secciones casi uniformes, se estableció un Manning de 0.03.

- **Periodo de retorno.**

El periodo de retorno se seleccionó de acuerdo al nivel de complejidad del proyecto, el cual, clasifica como alto debido a que éste se encuentra ubicado en el área urbana del municipio de Montería.

Nivel de complejidad del sistema	Grado de protección igual o mayor al:
Bajo	Mínimo
Medio	Mínimo
Medio alto	Aceptable
Alto	Recomendado

Tabla 17. Grado de protección en función del nivel de complejidad del proyecto. Fuente RAS2000 tabla 4.3.

De acuerdo a la Tabla 17 el grado de protección necesario para el diseño del proyecto, clasifica como recomendable.

Características del área de drenaje	Mínimo (años)	Aceptable (años)	Recomendado (años)
Tramos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores de 2 ha	2	2	3
Tramos iniciales en zonas comerciales o industriales, con áreas tributarias menores de 2 ha	2	3	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias entre 2 y 10 ha	2	3	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias mayores de 10 ha	5	5	10
Canales abiertos en zonas planas y que drenan áreas mayores de 1000 ha *	10	25	25
Canales abiertos en zonas montañosas (alta velocidad) o a media ladera, que drenan áreas mayores a 1000 ha	25	25	50

Tabla 18. Periodo de retorno en función del grado de protección y características de área de drenaje. Fuente RAS2000 tabla 4.2.

Teniendo en cuenta que se necesita un grado de protección recomendable, y de acuerdo a las áreas de drenaje del canal calle 44, se escogió un periodo de retorno de 10 años.

A continuación se muestran las abscisas en las que la sección no es suficiente para transportar el caudal de diseño para cada periodo de retorno.

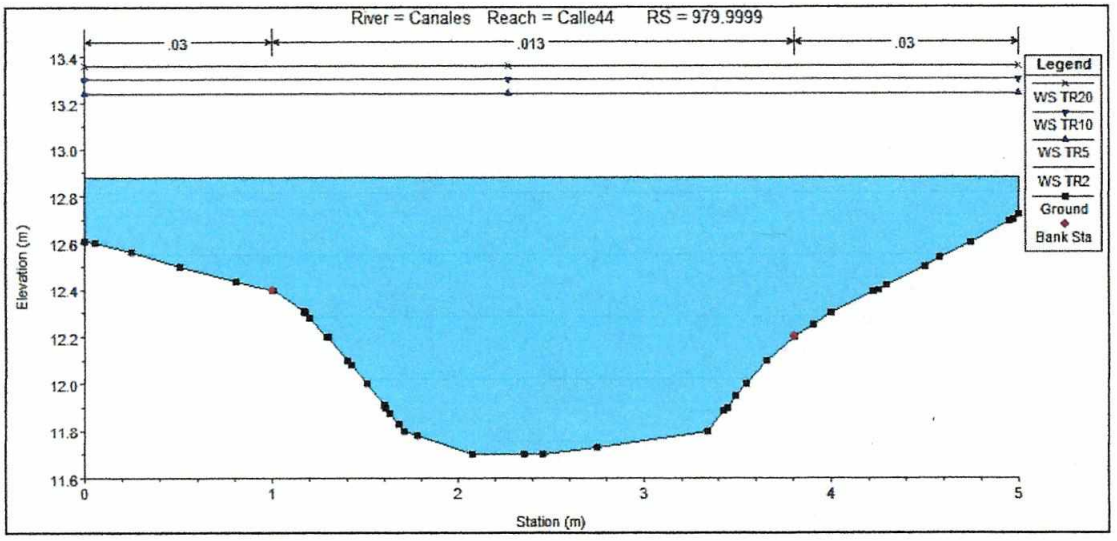


Figura 4. Abscisa K0+980 condiciones actuales.

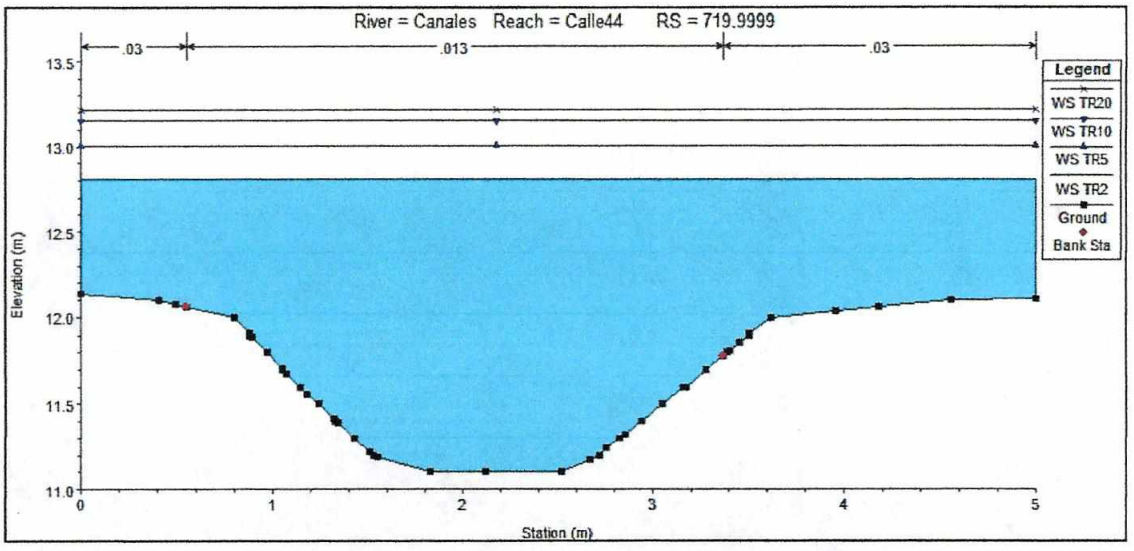


Figura 5. Abscisa K0+720 condiciones actuales.

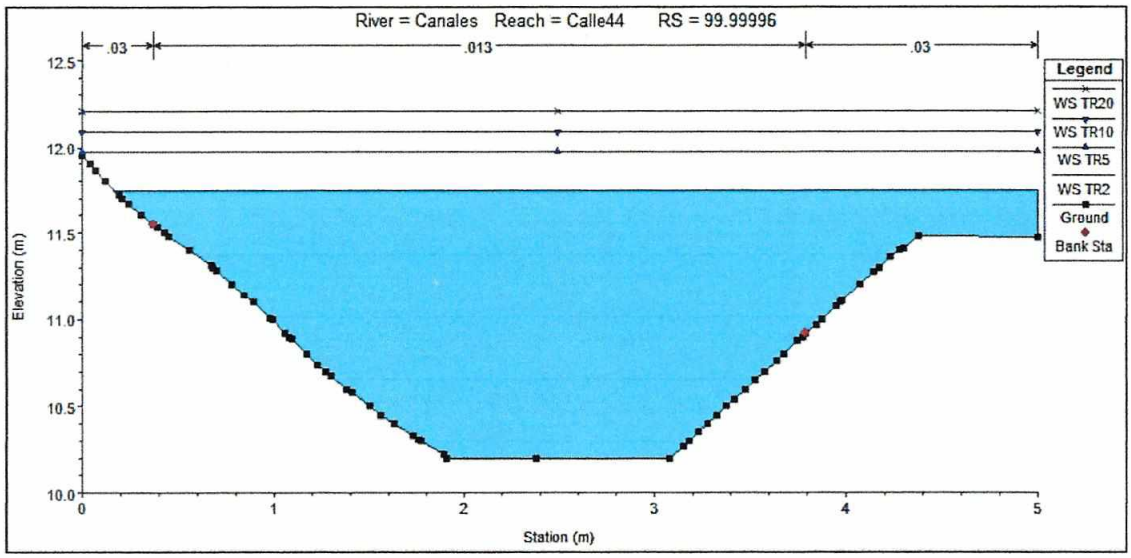


Figura 6. Abscisa K0+100 condiciones actuales.

Los perfiles van organizados desde la abscisa K1+020 aguas arriba, hasta la abscisa K0+000 aguas abajo, la leyenda en la margen derecha de la gráfica muestra EL nivel de aguas, WS para distintos periodos de retorno señalados en la leyenda como TR, de 2, 5, 10 y 20 años.

Las secciones del canal se pueden apreciar en el Anexo 1, en el Anexo 2 se observan las características hidráulicas del canal en condiciones actuales

A continuación se presenta el perfil longitudinal del canal en condiciones actuales.

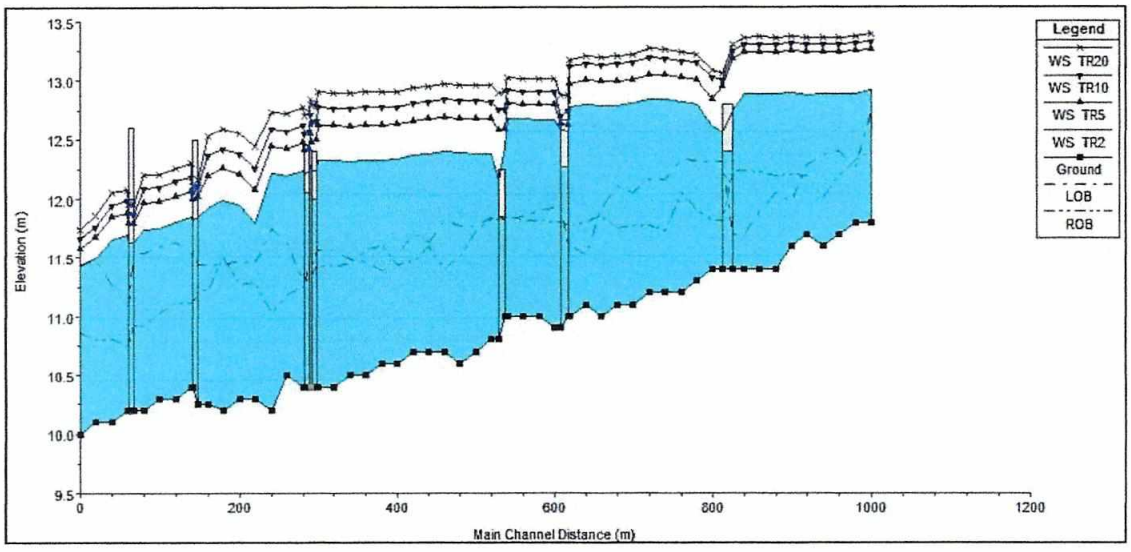


Figura 7. Perfil Longitudinal del canal calle 44 modelado en HECRAS.

En la **figura 7** se muestra como losniveles de agua sobrepasan la altura de los bordes del canal. Representado por laslíneas punteadas de color verde y magenta.

Las estructuras existentes no poseen la capacidad hidráulica suficiente para transportar el flujo de agua, generando taponamientos hidrostáticos, y en consecuencia la elevación del tirante en las secciones aguas arriba, causando desbordamientos e inundando las áreas adyacentes al canal.

- **Régimen del flujo.**

El mecanismo principal que sostiene flujo en un canal abierto es la fuerza de gravitación. Por ejemplo, la diferencia de altura entre dos embalses hará que el agua fluya a través de un canal que los conecta. El parámetro que representa este efecto gravitacional es el Número de Froude.

La fórmula para determinar el número de Froude es la siguiente:

$$Fr^2 = \frac{V^2}{gxL}$$

Dónde:

L=parámetro de longitud [m]

v = parámetro de velocidad [m/s]

g = aceleración de la gravedad [m/s^2]

El flujo se clasifica como:

- Fr<1, Flujo subcrítico o tranquilo, tiene una velocidad relativa baja y la profundidad es relativamente grande, prevalece la energía potencial corresponde a un régimen de llanura.
- Fr=1, Flujo crítico, es un estado teórico en corrientes naturales y representa el punto de transición entre los regímenes subcrítico y supercrítico.
- Fr>1, Flujo supercrítico o rápido, tiene una velocidad relativamente alta y poca profundidad prevalece la energía cinética. Propios de cauces de gran pendiente o ríos de montaña.

En el Anexo 2 se muestran además de distintos parámetros, el valor del número de Froude para cada sección calculada. El valor mínimo para el caudal de diseño es de 0.22, el resultado máximo de este parámetro tiene un valor de 0.95.

Analizando la información de dicho anexo, se puede afirmar que en general, se presenta un flujo de régimen subcrítico a través de todo el canal.

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que la sección del canalexistente es insuficiente y la pendiente es irregular a lo largo ciertos tramos, por loque es necesario conformar una sección hidráulica adecuada capaz de transportar el caudal de diseño adoptado.

6.2 Diseño Hidráulico

Para obtener la sección hidráulica de mayor eficiencia se realiza la modelación en el software HECRAS, para lo cual se plantean dos alternativas de diseo, la primera constituida por un canal con sección trapezoidal revestido en concreto, la segunda alternativa propone un canal rectangular revestido en concreto.

6.2.1 Alternativa 1

La Primer alternativa contempla un canal trapezoidal que posee las siguientes características:

- El canal estará revestido en concreto y será de tipo trapezoidal, con taludes 1.00H:1.00V.
- Borde Libre: El borde libre en un canal es la distancia vertical desde la parte superior del canal hasta la superficie del agua en la condición de diseño. Dicha distancia debe ser lo suficientemente grande para prevenir que ondas o fluctuaciones en la superficie del agua rebosen por encima de las paredes del canal. Es común que el borde libre varíe entre el 5% y el 30% de la profundidad del flujo, en este caso en particular se empleará un borde libre mínimo de 0.30 m debido a la magnitud del caudal, y las bajas pendientes que se presentan en el terreno.
- El valor de Manning para la sección del canal se escogió de 0.013, valor recomendado para estructuras en concreto.

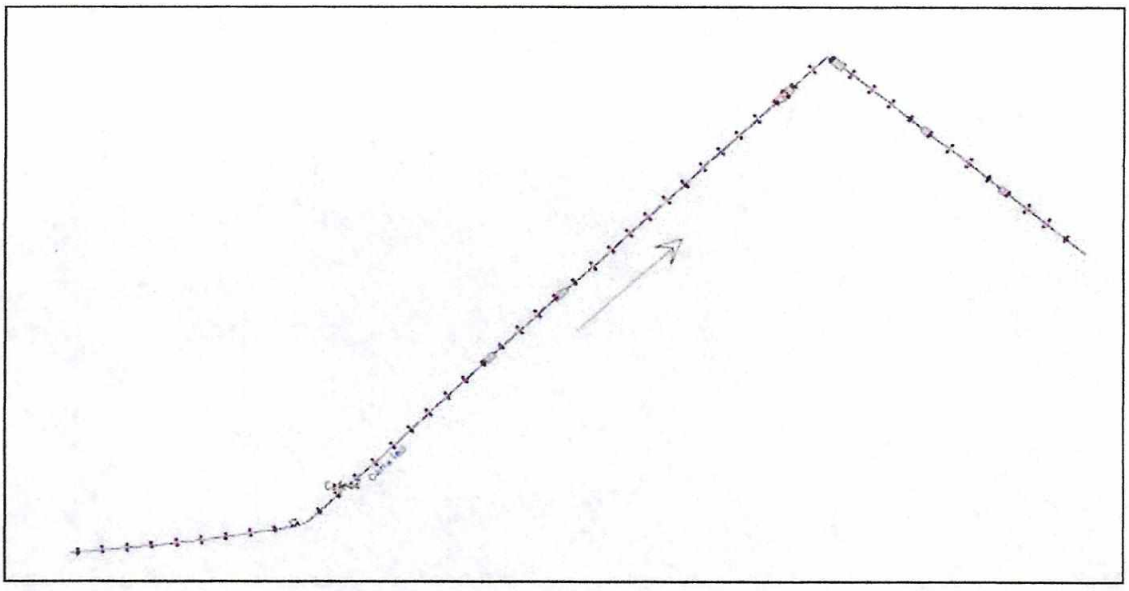


Figura 8. Vista en planta de modelo hidráulico HECRAS canal calle 44

A continuación se muestran algunas secciones diseñadas para el canal:

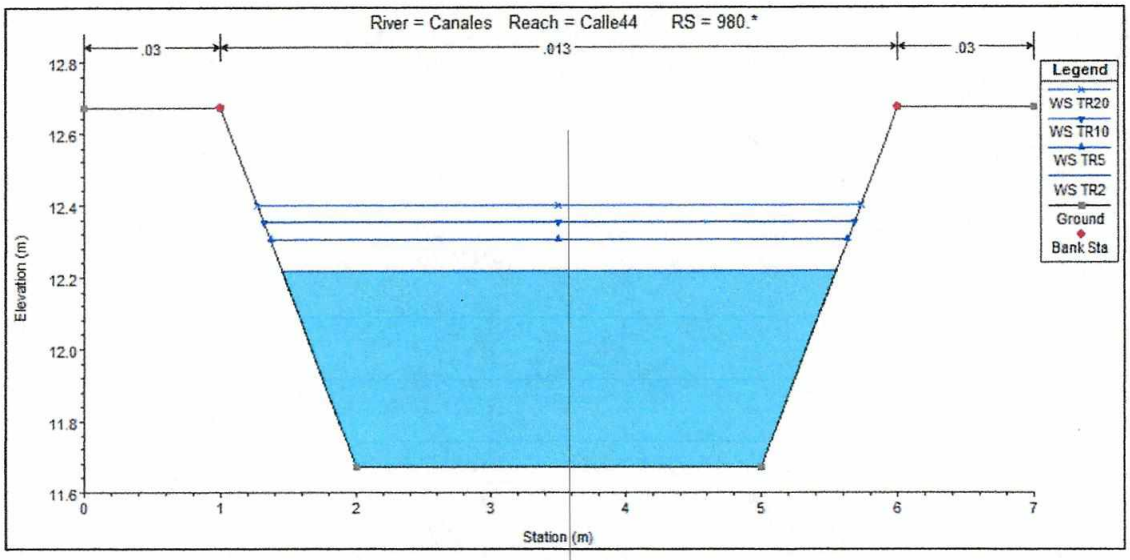


Figura 9. Abscisa K0+980 canal proyectado alternativa 1.

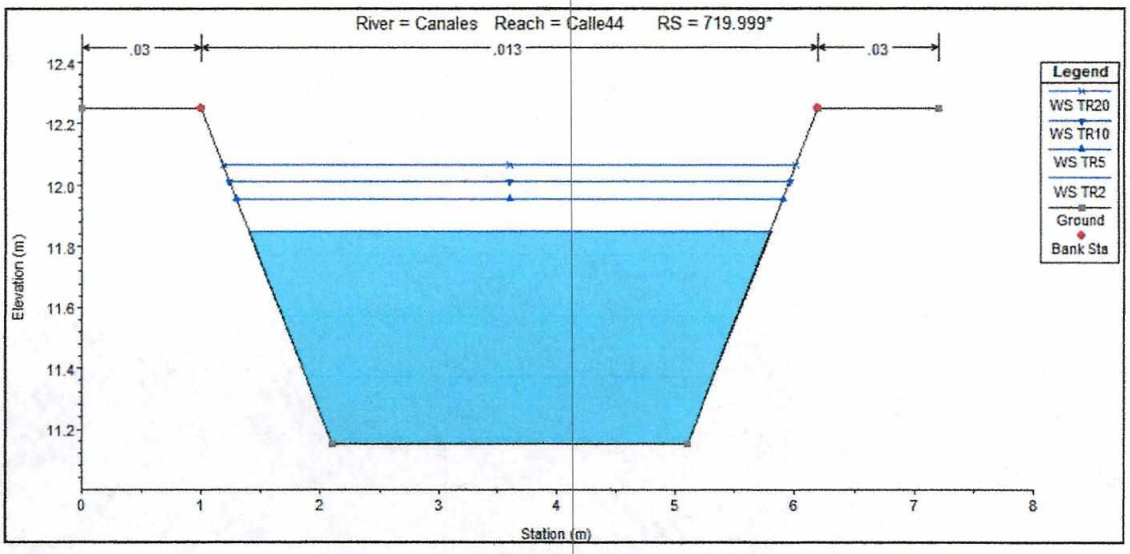


Figura 10. Abscisa K0+720 canal proyectado alternativa 1.

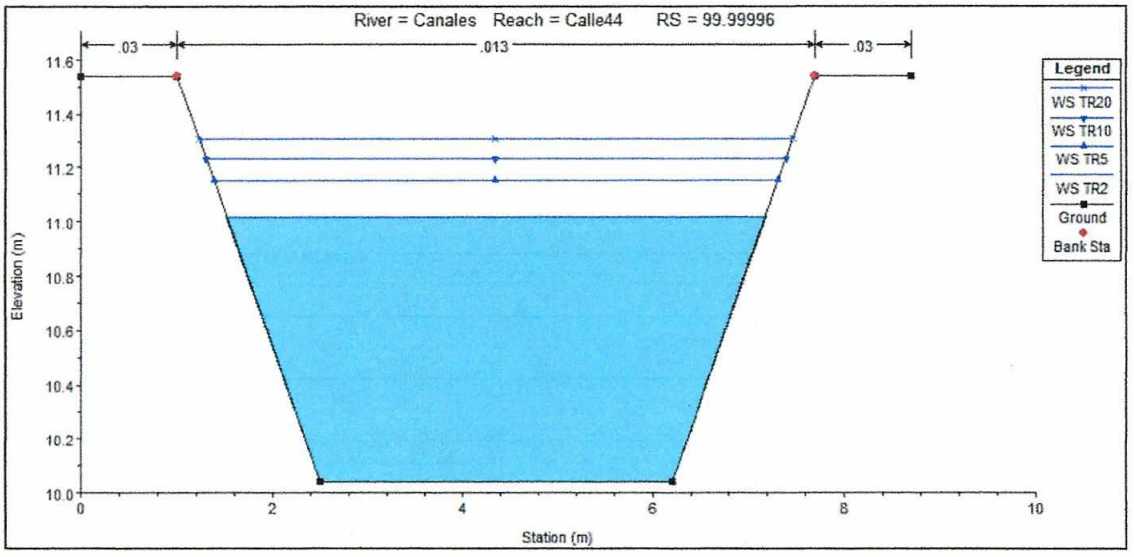


Figura 11. Abscisa K0+100 canal proyectado alternativa 1.

Las secciones transversales del canal diseñado se muestran en el Anexo 3 y en el Anexo 4 presenta las características hidráulicas como cotas de fondo, velocidades de flujo y número de Froude para cada estación.

De acuerdo a los resultados obtenidos las dimensiones del canal para cada tramo se muestran a continuación:

	TRAMO					
TRAMO	DE	HASTA	SOLERA b (m)	ALTURA DEL TERRAPLÉN (m)	TALUD	PENDIENTE (m/m)
1	K1+020	K0+860	3.00	1.00	1.00 H: 1.00v	0.002
2	K0+860	K0+820	3.00	1.00-1.10	1.00 H: 1.00v	0.002
3	K0+820	K0+640	3.00	1.10	1.00 H: 1.00v	0.002
4	K0+640	K0+620	3.00-3.50	1.10	1.00 H: 1.00v	0.002
5	K0+620	K0+560	3.50	1.10	1.00 H: 1.00v	0.002
6	K0+560	K0+540	3.50	1.10-1.30	1.00 H: 1.00v	0.002
7	K0+540	K0+440	3.50	1.30	1.00 H: 1.00v	0.002
8	K0+440	K0+420	3.50-3.70	1.30-1.50	1.00 H: 1.00v	0.002
9	K0+420	K0+260	3.70	1.50	1.00 H: 1.00v	0.002
10	K0+260	K0+000	3.70	1.50	1.00 H: 1.00v	0.0012

Tabla 19. Dimensiones del canal calle 44 alternativa 1.

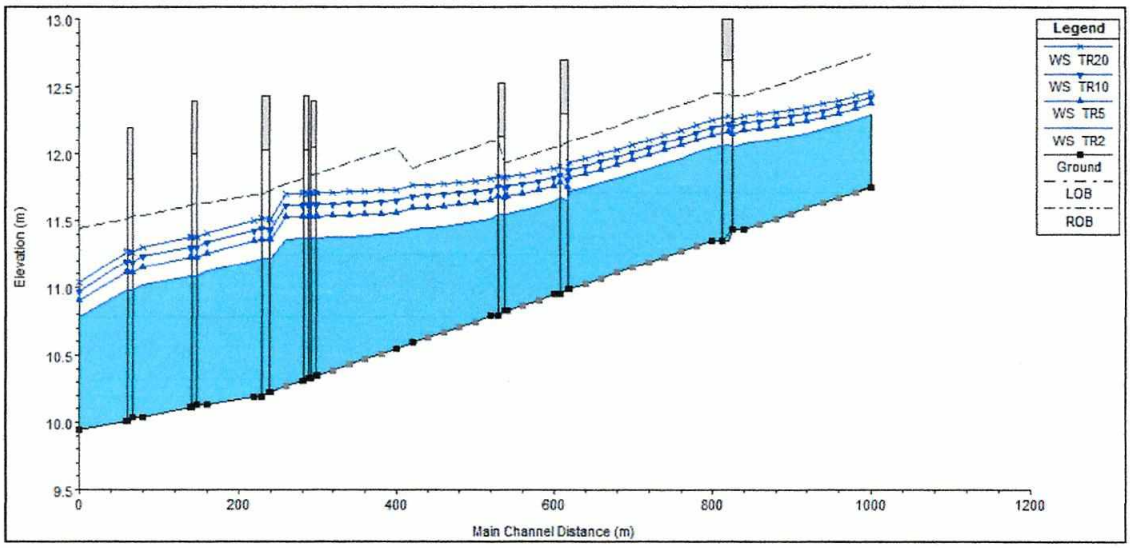


Figura 12. Perfil longitudinal canal calle 44 alternativa 1.

Se observa como los niveles de agua para el periodo de diseño no supera los bordes del canal representados por las líneas punteadas de color verde y magenta, manteniendo un factor de seguridad con borde libre mínimo de 0.30m.

Los números de Froude máximos obtenidos en la modelación hidráulica en el software HECRAS, oscilan entre 0.45 y 0.97, lo cual indica que el flujo se mantiene en régimen subcrítico.

6.2.2 Alternativa 2

La segunda alternativa contempla la construcción de un canal rectangular el cual, al igual que en la anterior alternativa, considera los criterios de borde libre de 0.30m y número de Manning de 0.013.

A continuación se muestran algunas de las estaciones diseñadas en esta alternativa:

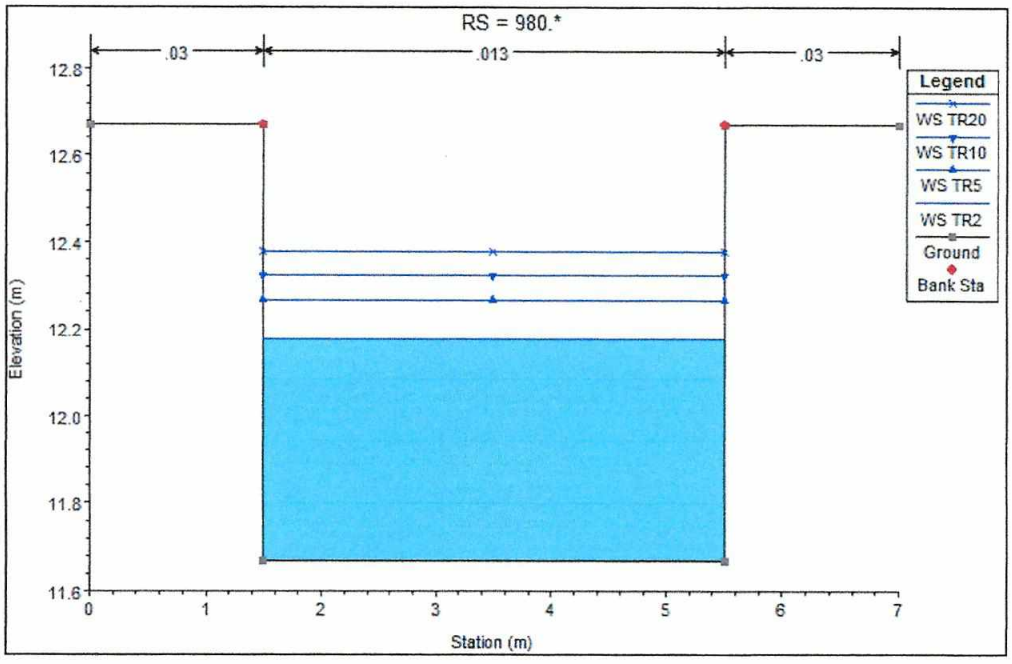


Figura 13. Abscisa K0+980 canal proyectado alternativa 2.

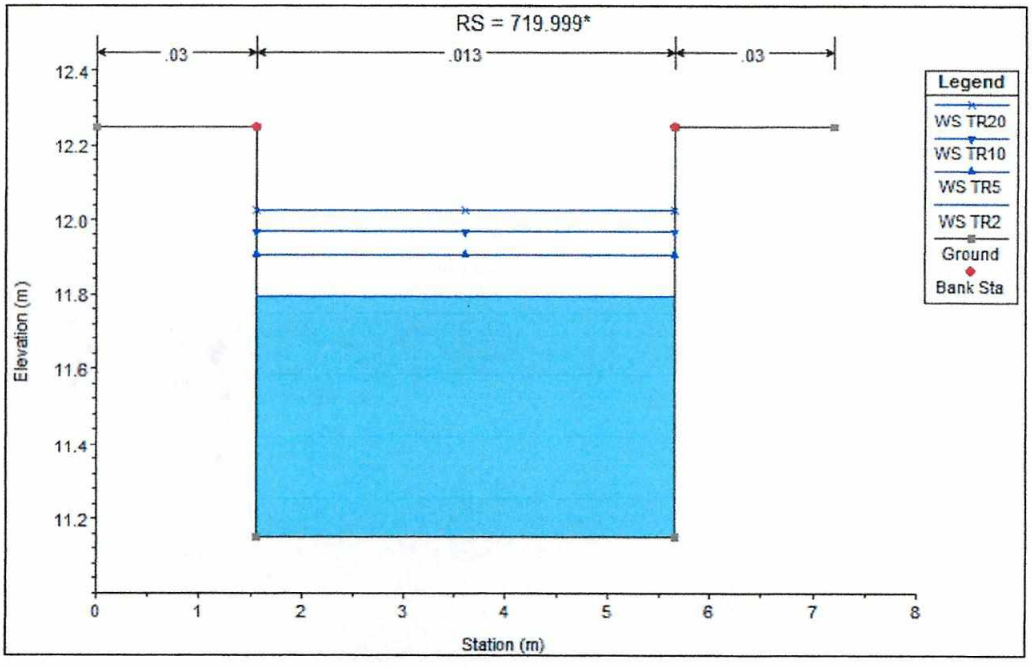


Figura 14. Abscisa K0+720 canal proyectado alternativa 2.

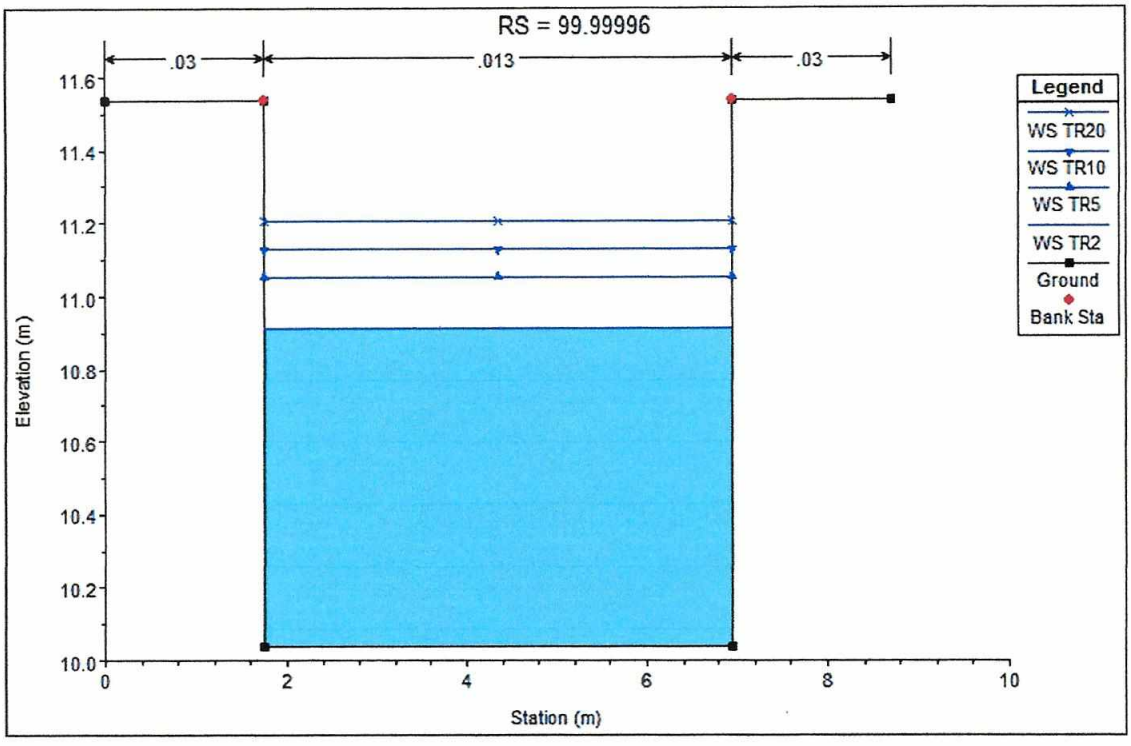


Figura 15. Abscisa K0+100 canal proyectado alternativa 2.

Las secciones transversales del canal diseñado se muestran en el Anexo 5 y en el Anexo 6 presenta las características hidráulicas como cotas de fondo, velocidades de flujo y número de Froude para cada estación.

De acuerdo a los resultados obtenidos las dimensiones del canal para cada tramo se muestran a continuación:

TRAMO	TRAMO		SOLERA b (m)	ALTURA DEL TERRAPLÉN (m)	TALUD	PENDIENTE (m/m)
	DE	HASTA				
1	K1+020	K0+860	4.00	1.00	0.00H : 1.00V	0.002
2	K0+860	K0+820	4.00 - 4.10	1.00-1.10	0.00H : 1.00V	0.002
3	K0+820	K0+640	4.10	1.10	0.00H : 1.00V	0.002
4	K0+640	K0+620	4.10 - 4.60	1.10	0.00H : 1.00V	0.002
5	K0+620	K0+560	4.60	1.10	0.00H : 1.00V	0.002
6	K0+560	K0+540	4.60 - 4.80	1.10-1.30	0.00H : 1.00V	0.002
7	K0+540	K0+440	4.80	1.30	0.00H : 1.00V	0.002
8	K0+440	K0+420	4.80 - 5.20	1.30-1.50	0.00H : 1.00V	0.002
9	K0+420	K0+260	5.20	1.50	0.00H : 1.00V	0.002
10	K0+260	K0+000	5.20	1.50	0.00H : 1.00V	0.0012

Tabla 20. Dimensiones del canal calle 44 alternativa 2.

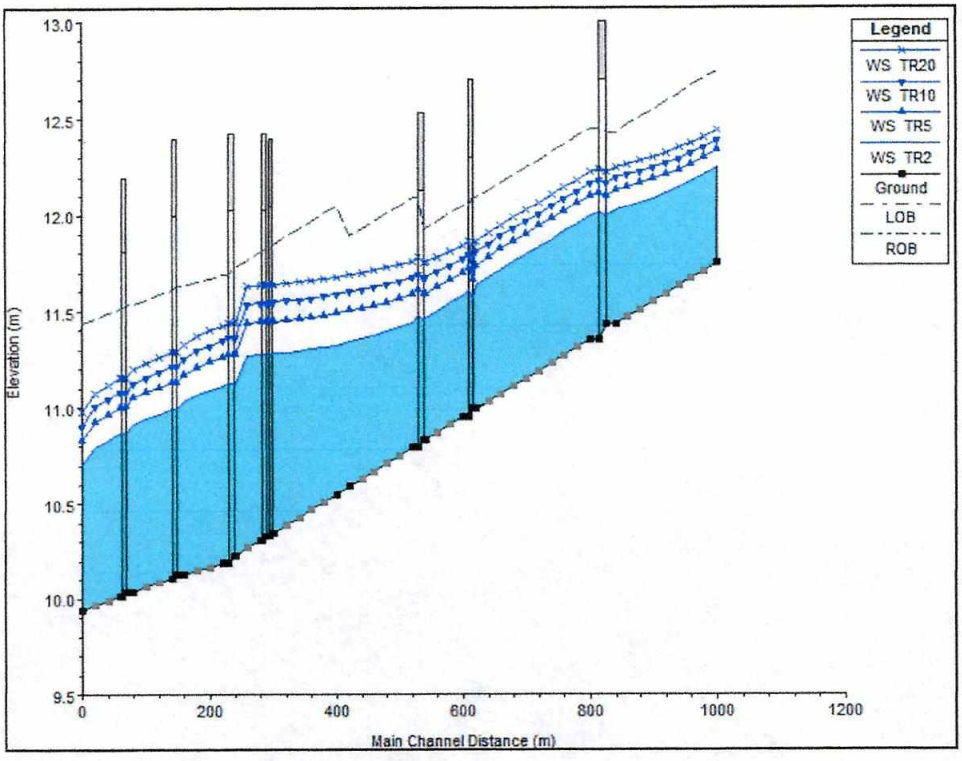


Figura 16. Perfil longitudinal canal calle 44 alternativa 2.

Se observa como los niveles de agua para el periodo de diseño seleccionado no rebosa por encima de los bordes del canal, manteniendo las alturas mínimas de borde libre.

Los valores de números de Manning oscilan entre 0.43 y 0.88 para el periodo de retorno de diseño, lo cual indica que el flujo se mantiene en subcrítico a lo largo de todo el canal

6.2.3 Estructuras Hidráulicas

- **Puentes**

Debido a la ampliación del canal calle 44, es necesario replantear las dimensiones de las estructuras hidráulicas existentes que tienen como función dar paso a a través de canal, tanto en la alternativa 1 como la 2, estas estructuras tendrán las siguientes dimensiones.

ABSCISA	ESTRUCTURA	LUZ (m)	COTA VIGA INFERIOR	ANCHO (m)
K0+846	PUENTE	5.30	12.70	13.00
K0+637	PUENTE	5.80	12.30	9.00
K0+558	PUENTE	6.20	12.13	9.00
K0+318	PUENTE	6.80	12.05	5.60
K0+308	PUENTE	6.80	12.03	5.60
K0+259	PUENTE	6.80	12.03	10.00
K0+168	PUENTE	6.80	12.00	6.70
K0+088	PUENTE	6.80	11.81	7.40

Tabla 21. Dimensiones estructuras hidráulicas que atraviesan el canal calle 44.

- **Desagües**

Para que el sistema de canales tenga un óptimo funcionamiento, es imprescindible un buen drenaje hacia éste. Por lo tanto, se recomienda la disposición de desagües conformados por cunetas, a una separación máxima de 50 metros, y en las intercepciones entre las carreras perpendiculares al eje del canal y la calle 44.

Los desagües ubicados en el tramo del canal de la calle 44, tendrán dimensiones de 0.40 m de base, y 0.30 m de altura y pendiente de 1.00%, en dirección al canal. Por otra parte, sobre la carrera 14 se implementó un sistema de cunetas con rejillas, que recolectan el agua de escorrentía y la depositan al canal. A éste segundo grupo, se le asignaron las siguientes dimensiones: 0.45 m de base, altura mínima de 0.30 m, pendiente de 1.00% hacia la dirección del canal.Adicionalmente, las cunetas deben estar apoyadas en un filtro de 0.10 m de espesor conformado por material granular y geotextil.

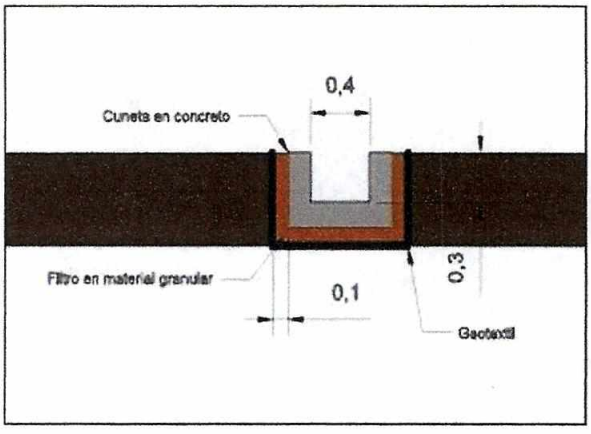
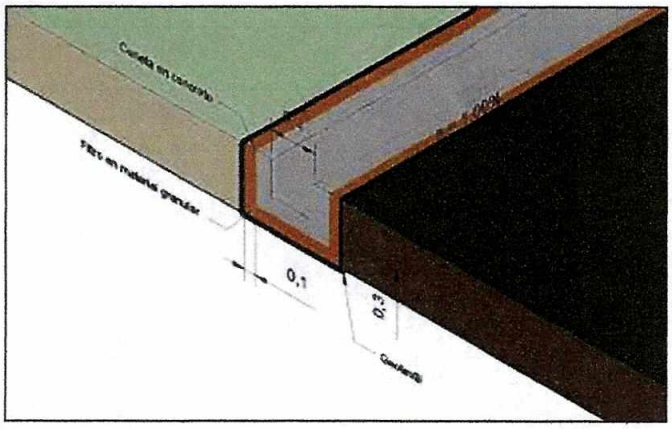


Figura 17. Sección transversal cuneta calle 44.



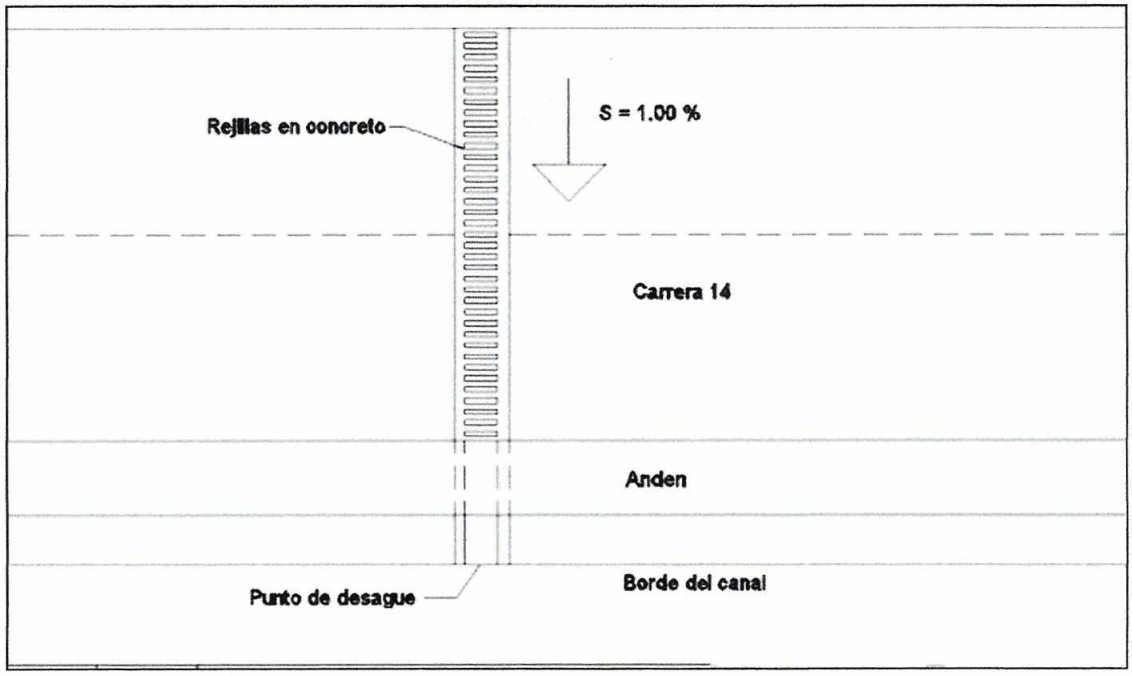


Figura 19. Vistan en planta cuneta y rejilla en concreto sobre la carrera 14.

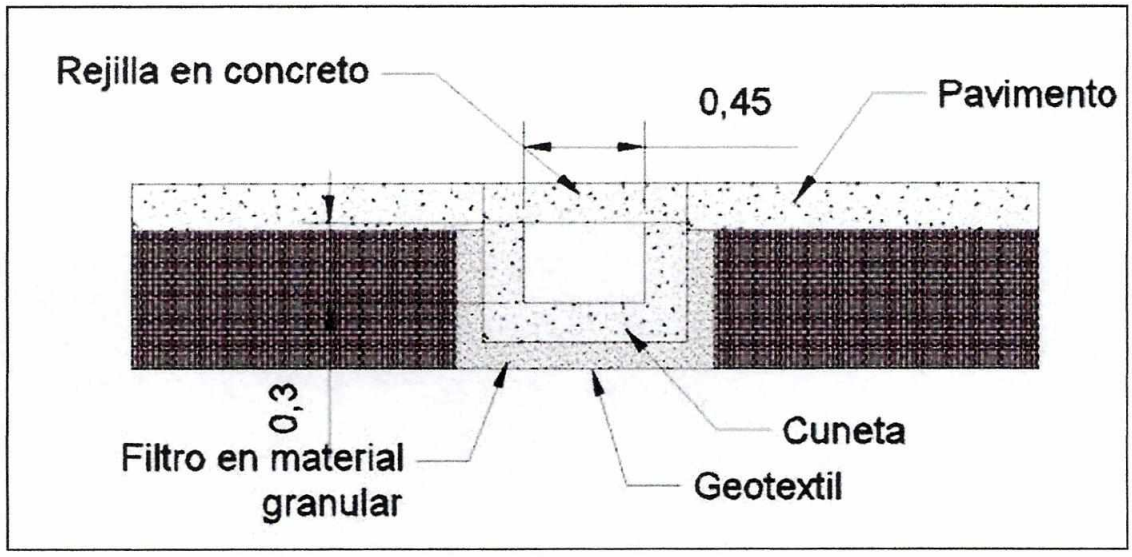


Figura 20. Sección transversal cuneta sobre la carrera 14.

7 CONCLUSIONES

De acuerdo con las modelaciones realizadas, se concluye que:

- La sección hidráulica existente es ineficiente para el caudal de diseño proyectado a distintos períodos de retorno.
- Las contrapendientes se relacionan directamente con el desbordamiento del canal.
- Las estructuras existentes que dan paso a través del canal, (Puentes y BoxCulverts), no poseen la sección hidráulica suficiente para dar paso al caudal líquido, por lo tanto fue necesario replantear su sección.
- Las dimensiones del nuevo canal, se escogieron teniendo en cuenta la modelación hidráulica realizada en el software HECRAS.
- El régimen de flujo tanto en condiciones actuales, como en el diseño planteado, se mantiene en subcrítico.
- Se debe realizar un mantenimiento continuo de la sección del canal conformado, con el fin de evitar distorsiones en él régimen del flujo por causa de acumulaciones de residuos sólidos. Adicionalmente es necesario realizar mantenimiento a las estructuras encargadas de transportar el flujo de agua hasta el canal, tal como cunetas y tuberías de alcantarillado pluvial, en especial la ubicada luego del puente de la carrera 4, la cual de acuerdoal testimonio de los habitantes de la zona, no se encuentra en funcionamiento.

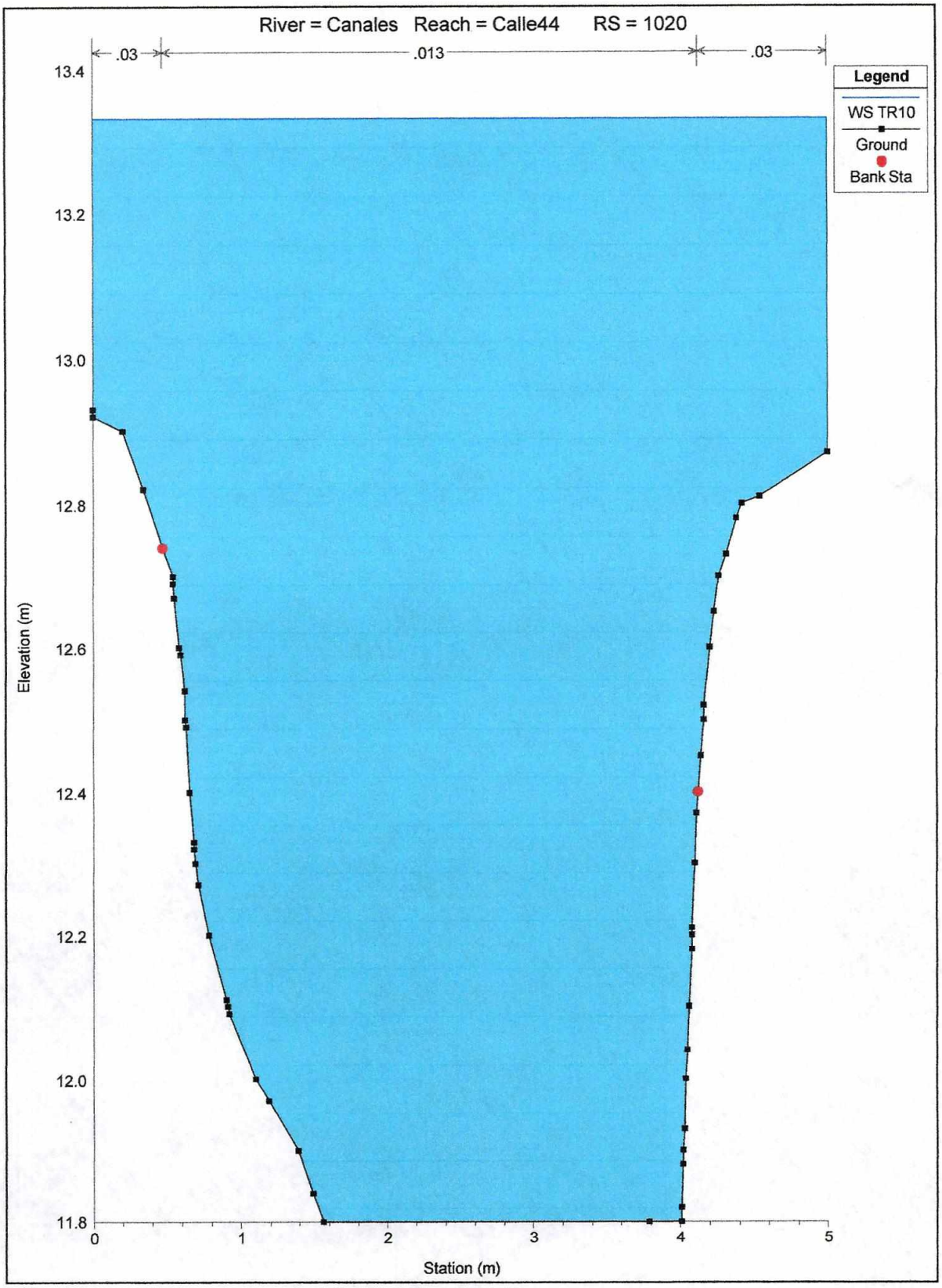
LEIDY LUZ GARCÍA MARTÍNEZ
Ing. Sanitaria y Ambiental
Magister y actual doctoranda en recursos hídricos y saneamiento
TP: 22236119772 COR

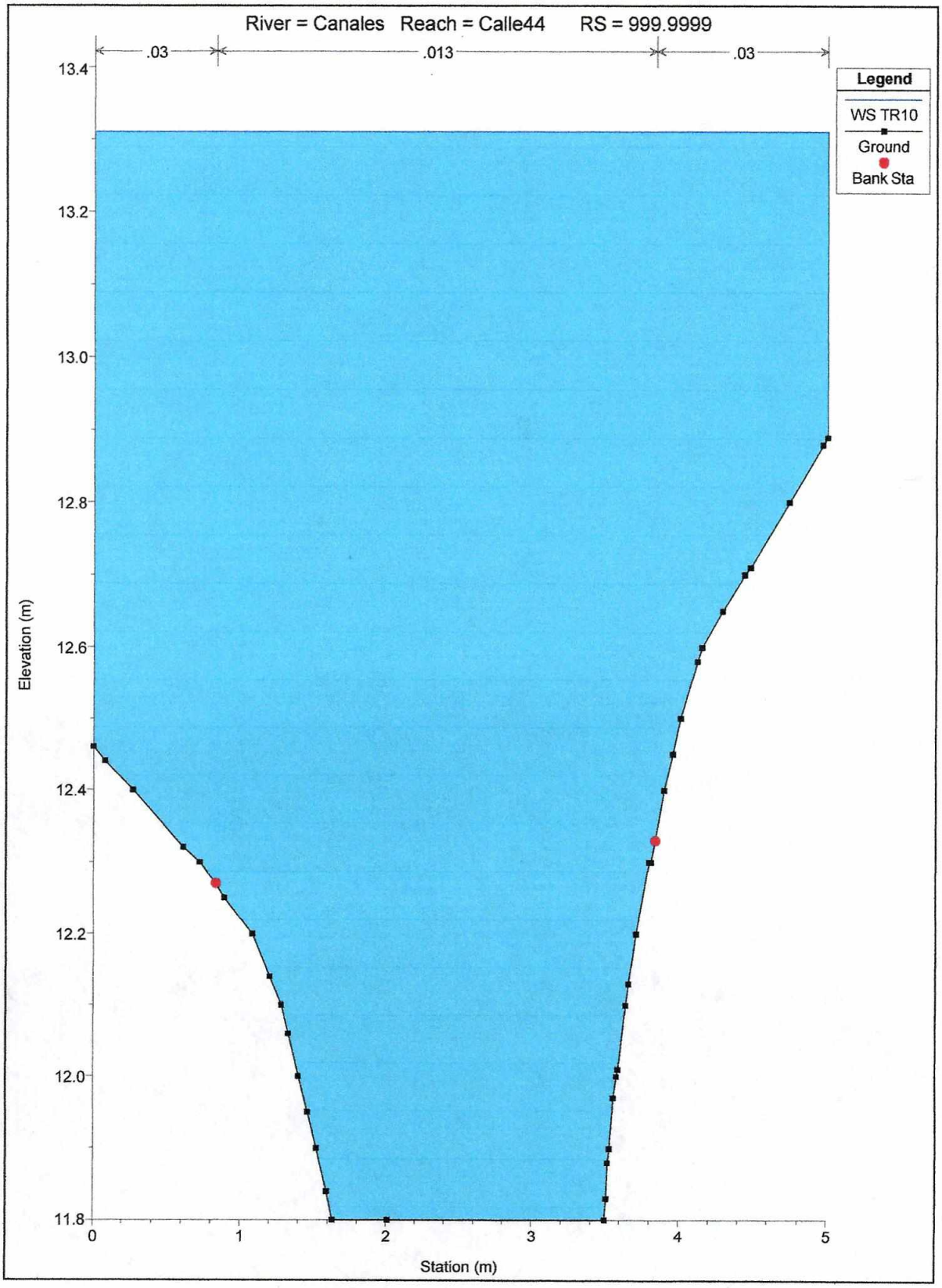
BIBLIOGRAFÍA

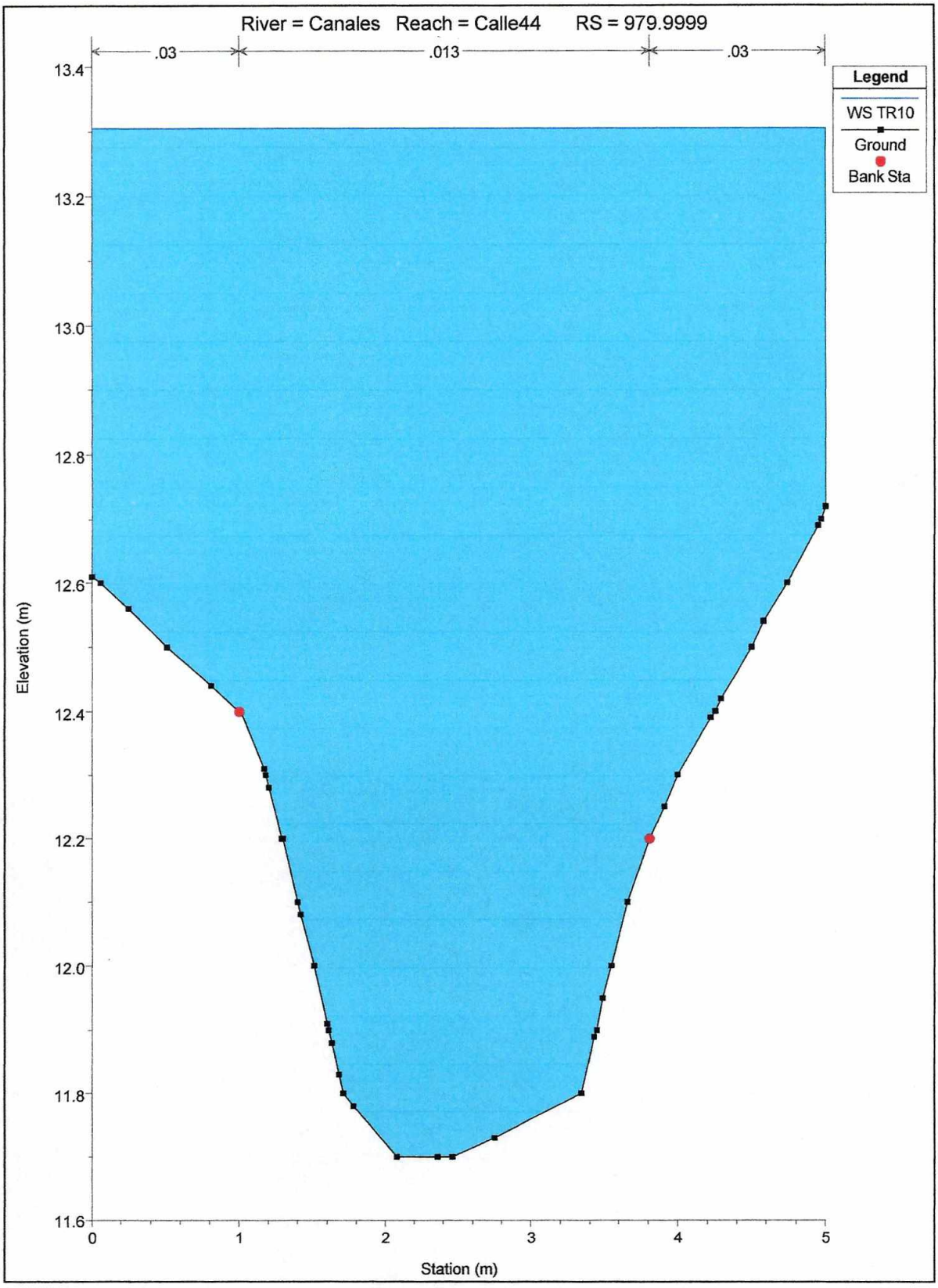
- Hidrología Aplicada de Ven Te Chow. Ed. Mc Graw Hill. 1.994
- Hidrología en la Ingeniería de German Monsalve Sáenz. 2° edición. Escuela Colombiana de Ingeniería.1,999. Métodos de pronóstico de crecientes basados en datos de lluvia (Método Directo).
- Hidrología para Ingenieros de Linsley.
- Hidráulica de Canales Abiertos de Ven Te Chow.1,998

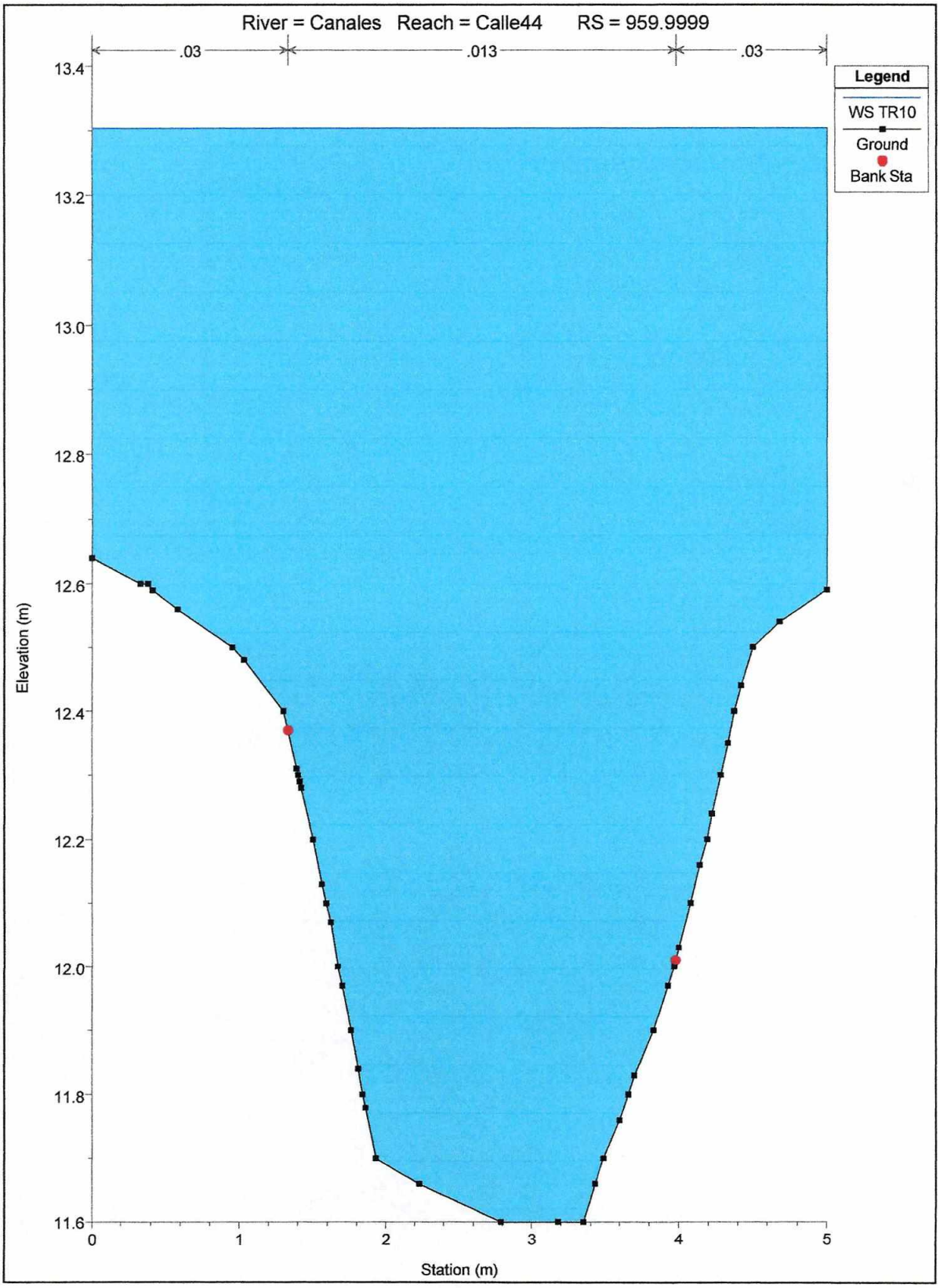
ANEXO 1

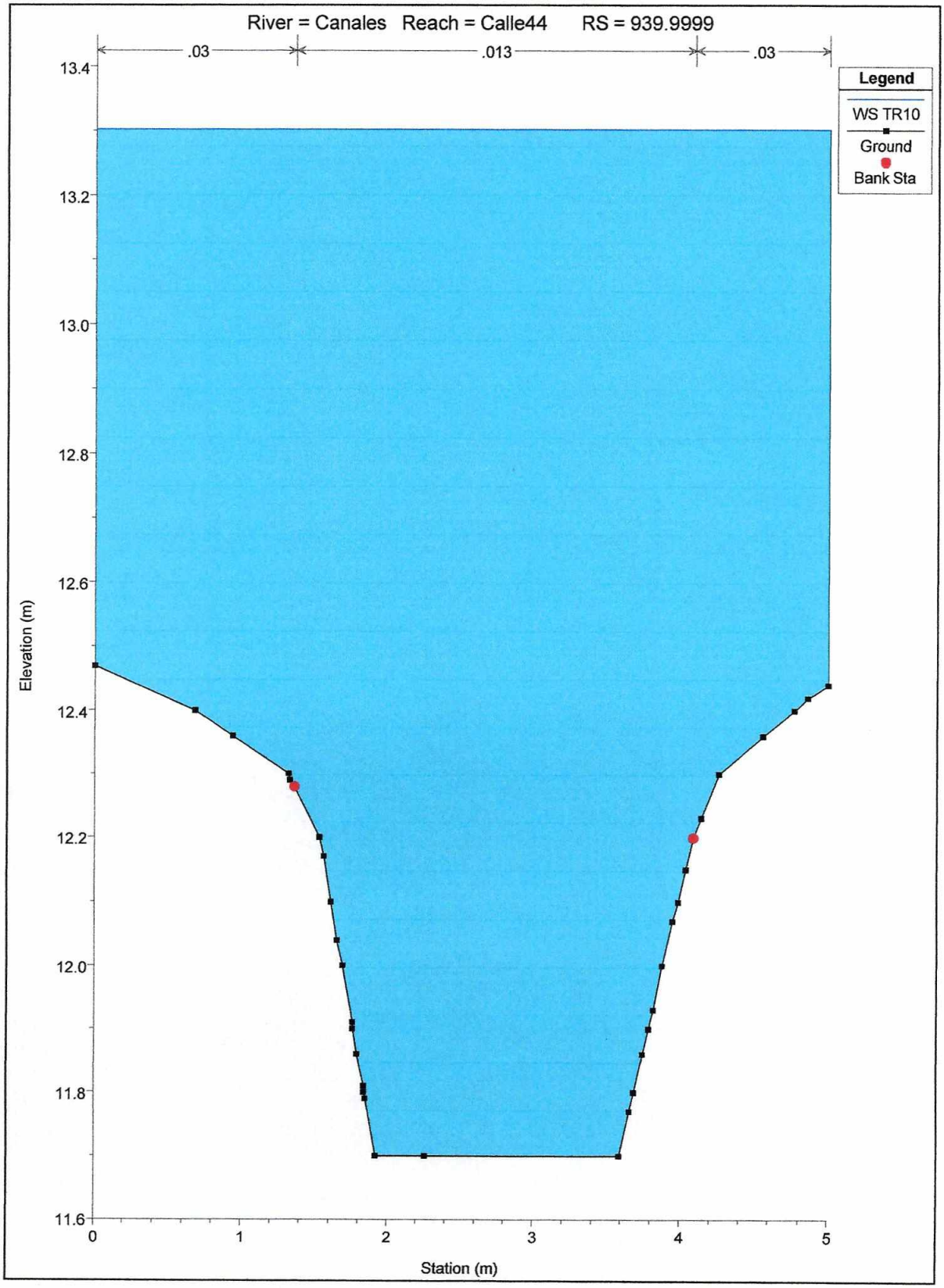
ESTACIONES CONDICIONES ACTUALES

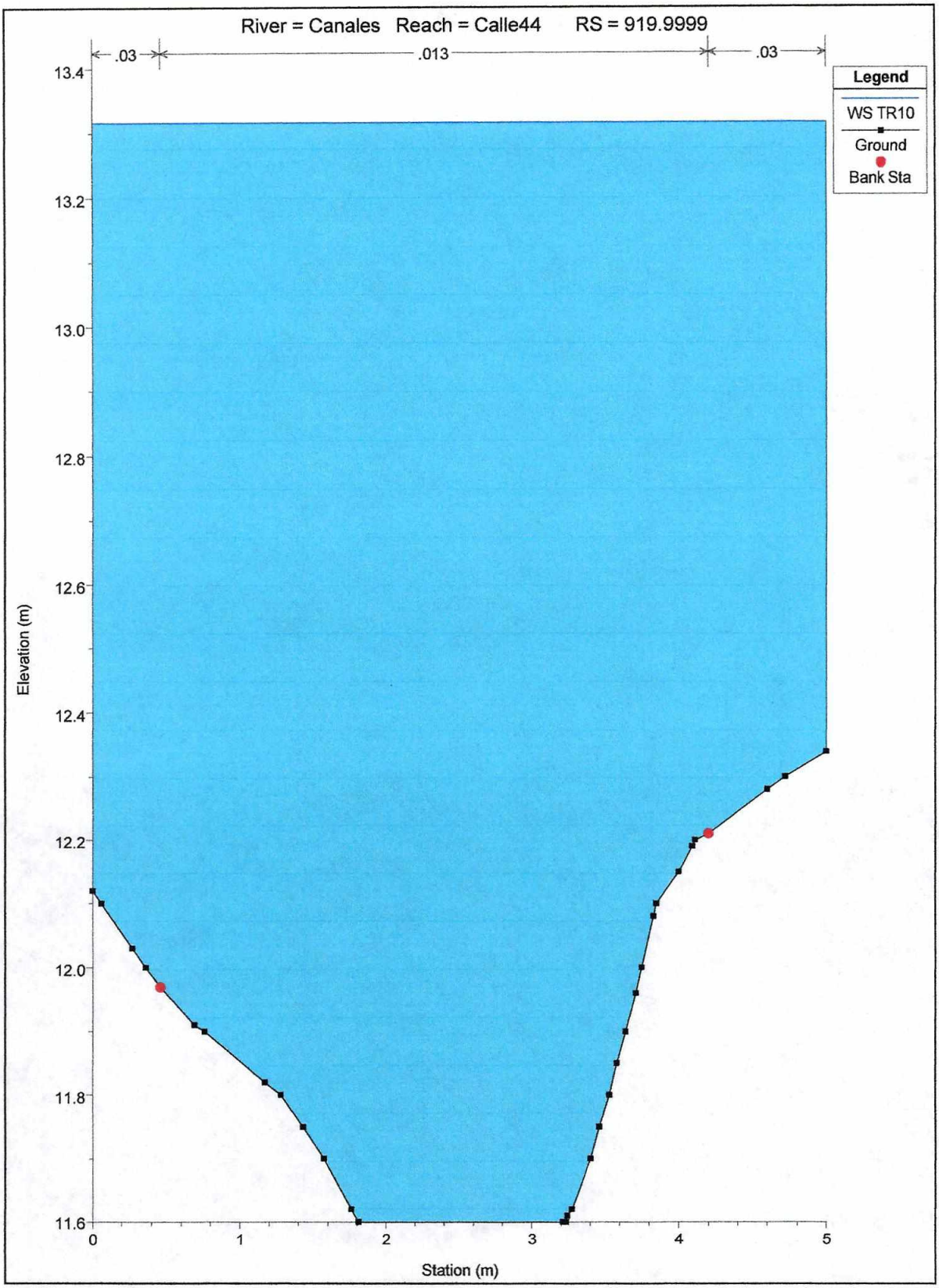

River = Canales Reach = Calle44 RS = 1020
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.4
13.2
13.0
12.8
12.6
12.4
12.2
12.0
11.8
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

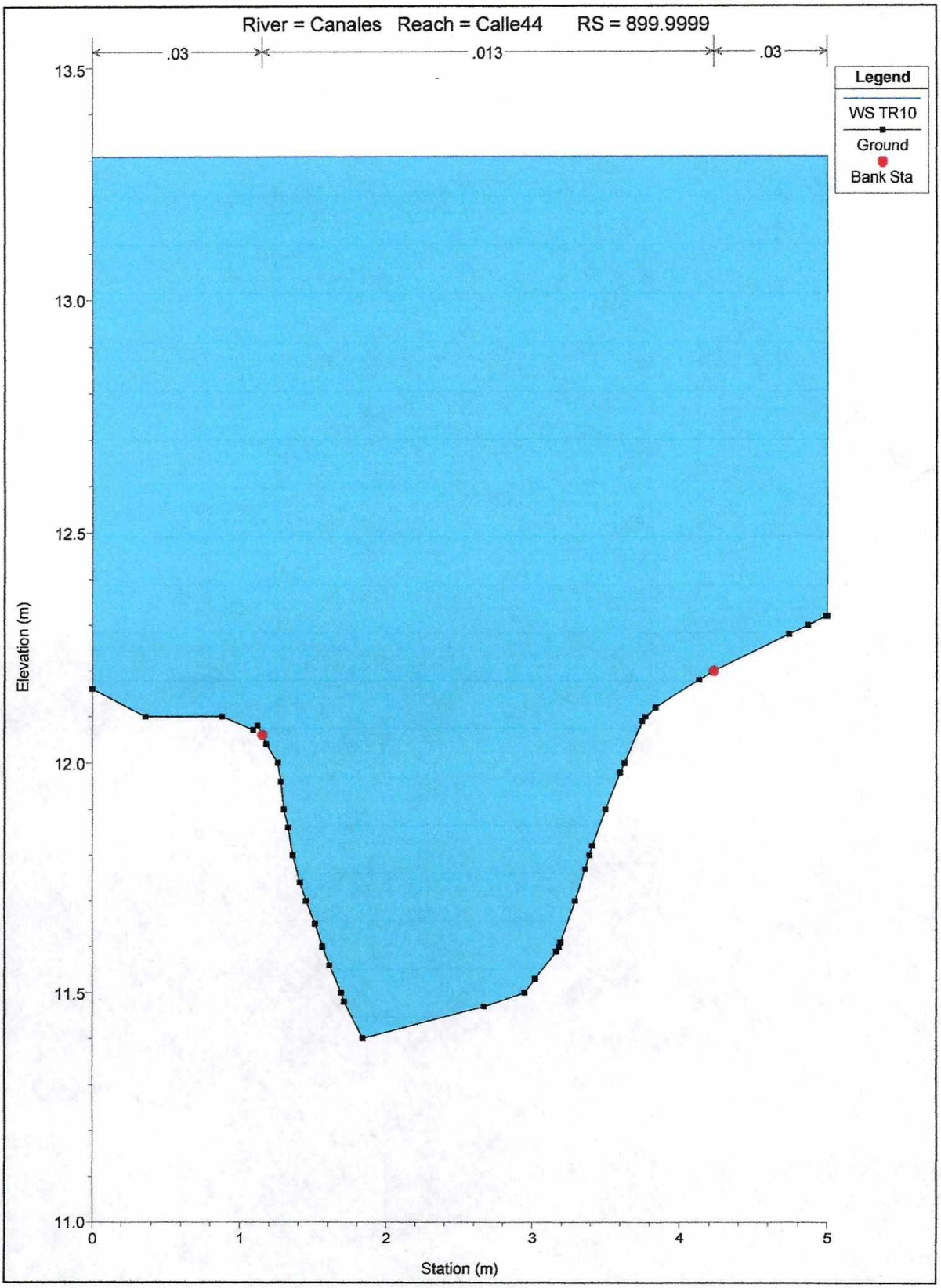

River = Canales Reach = Calle44 RS = 999.9999
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
13.4
13.2
13.0
12.8
12.6
12.4
12.2
12.0
11.8
0
1
2
3
4
5
Station (m)

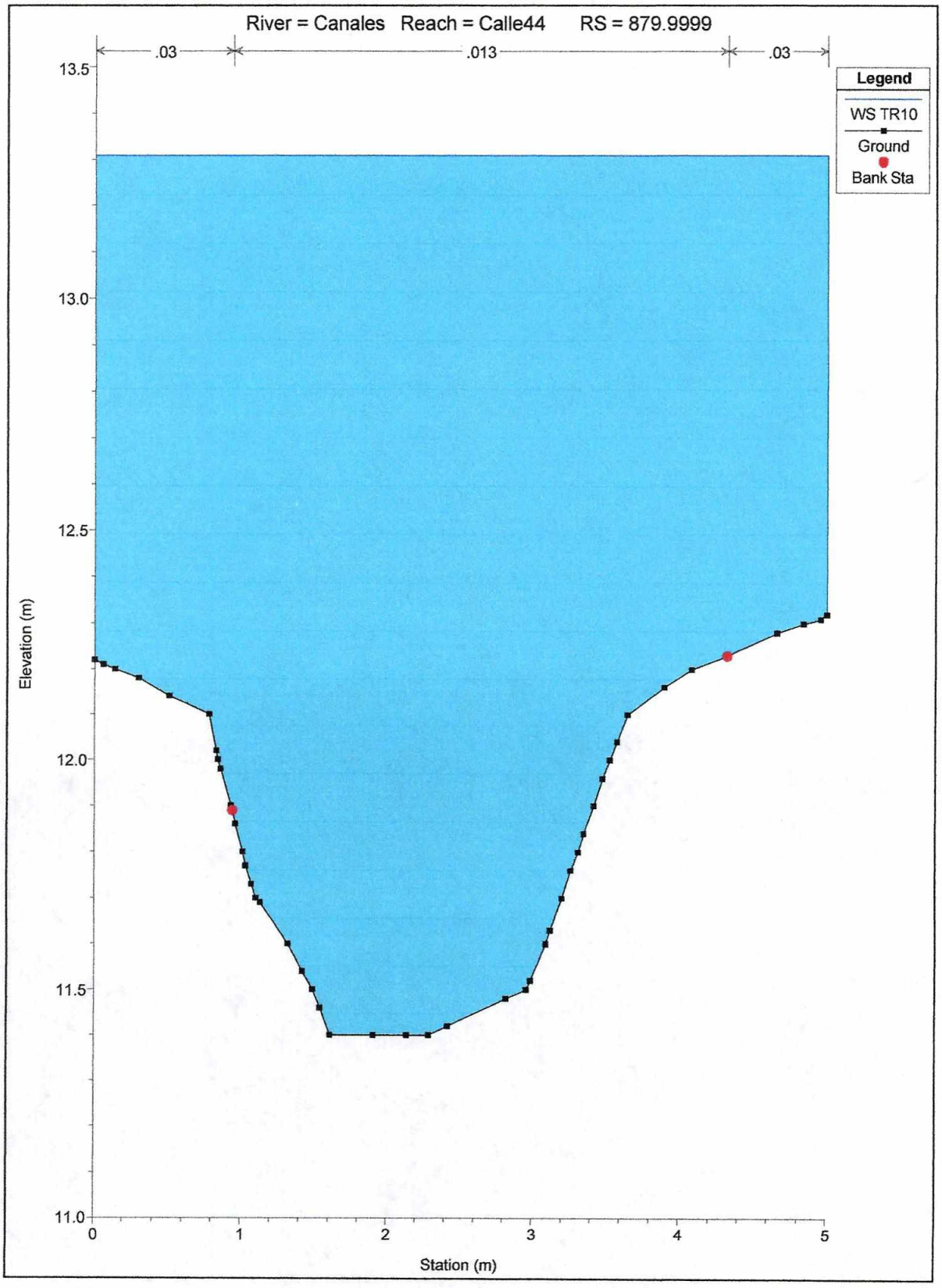

River = Canales Reach = Calle44 RS = 979.9999
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
13.4
13.2
13.0
12.8
12.6
12.4
12.2
12.0
11.8
11.6
0
1
2
3
4
5
Station (m)

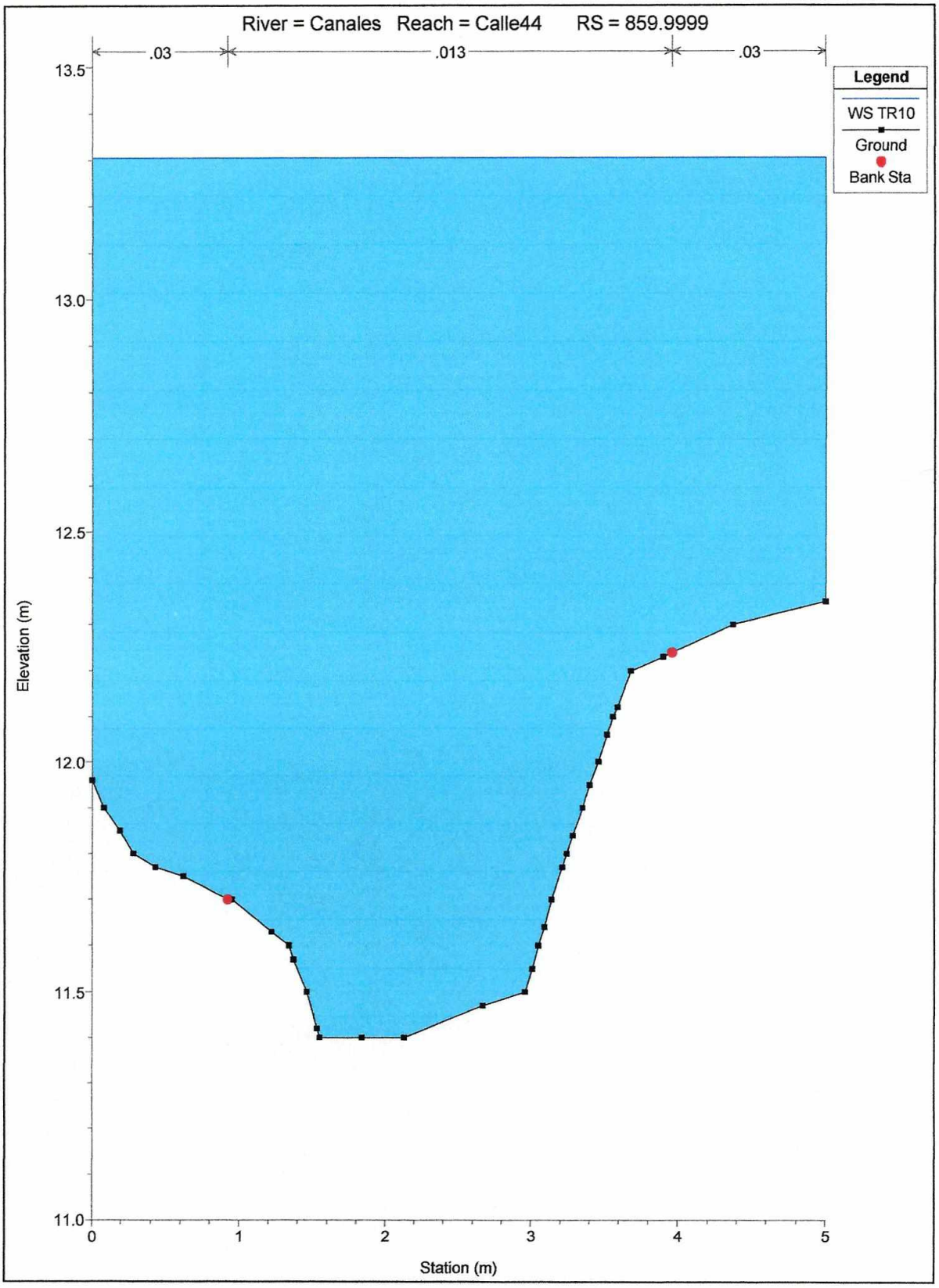

River = Canales Reach = Calle44 RS = 959.9999
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
13.4
13.2
13.0
12.8
12.6
12.4
12.2
12.0
11.8
11.6
0
1
2
3
4
5
Station (m)

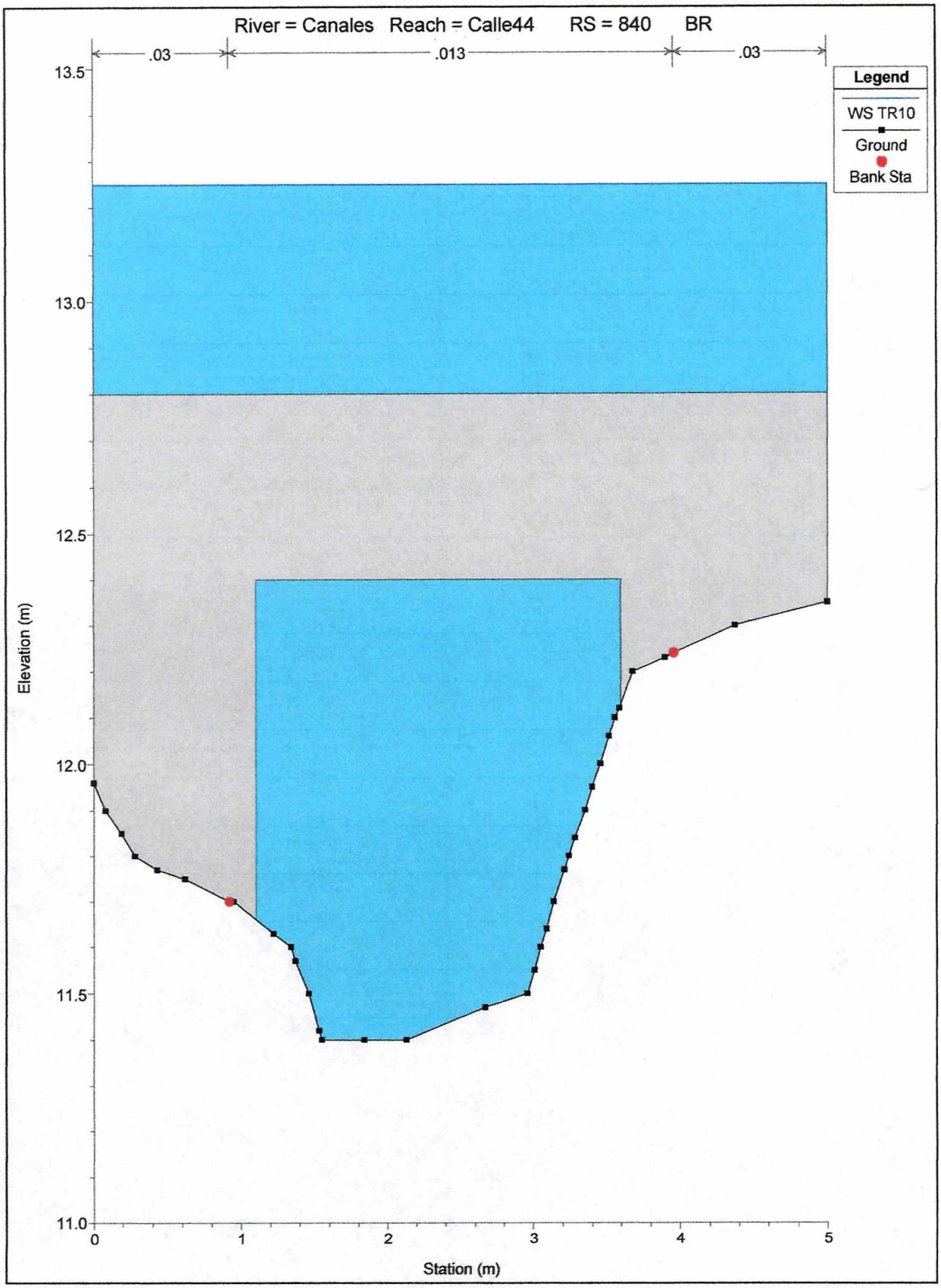

River = Canales Reach = Calle44 RS = 939.9999
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
13.4
13.2
13.0
12.8
12.6
12.4
12.2
12.0
11.8
11.6
0
1
2
3
4
5
Station (m)

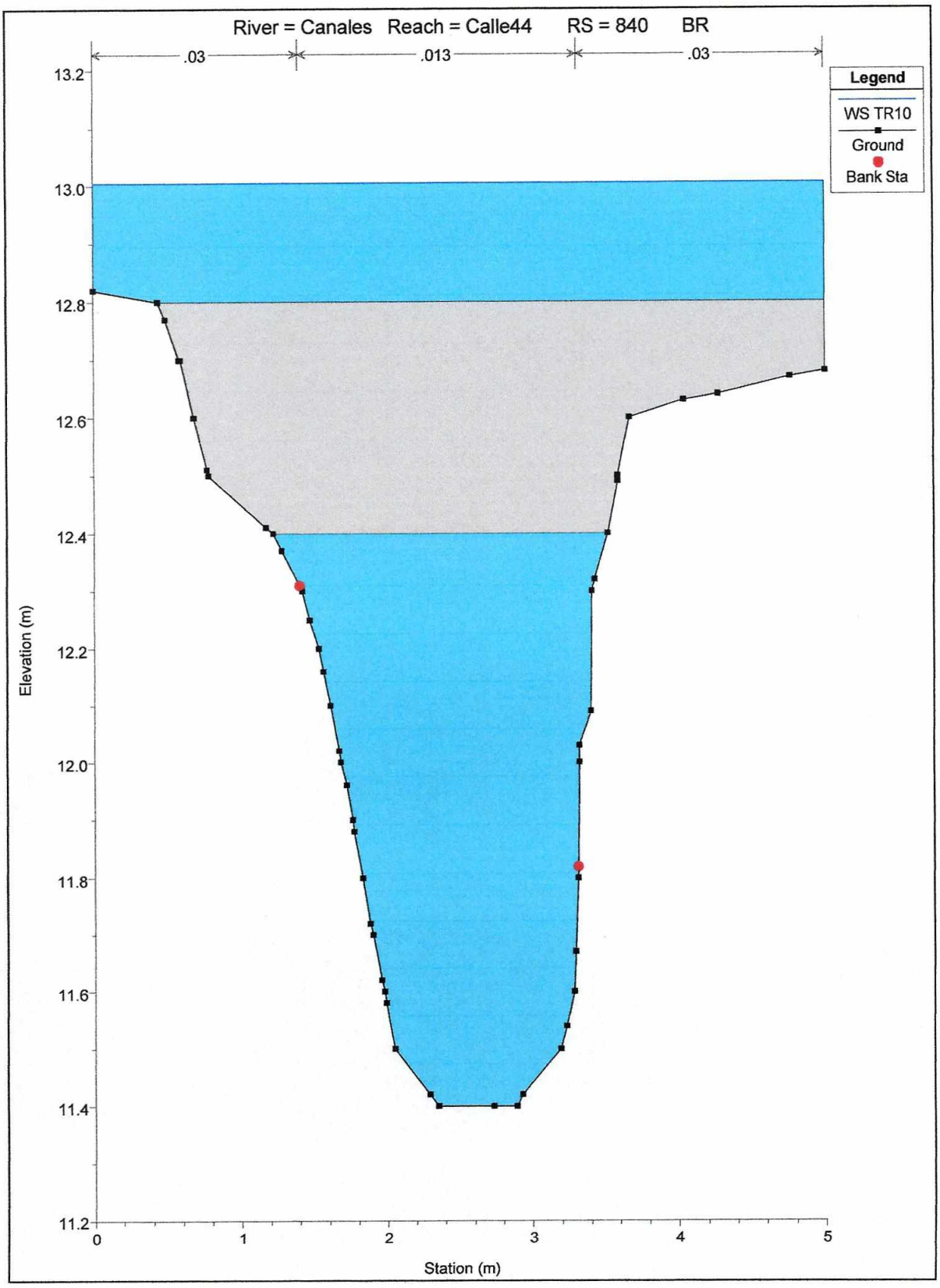

River = Canales Reach = Calle44 RS = 919.9999
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
13.4
13.2
13.0
12.8
12.6
12.4
12.2
12.0
11.8
11.6
0
1
2
3
4
5
Station (m)

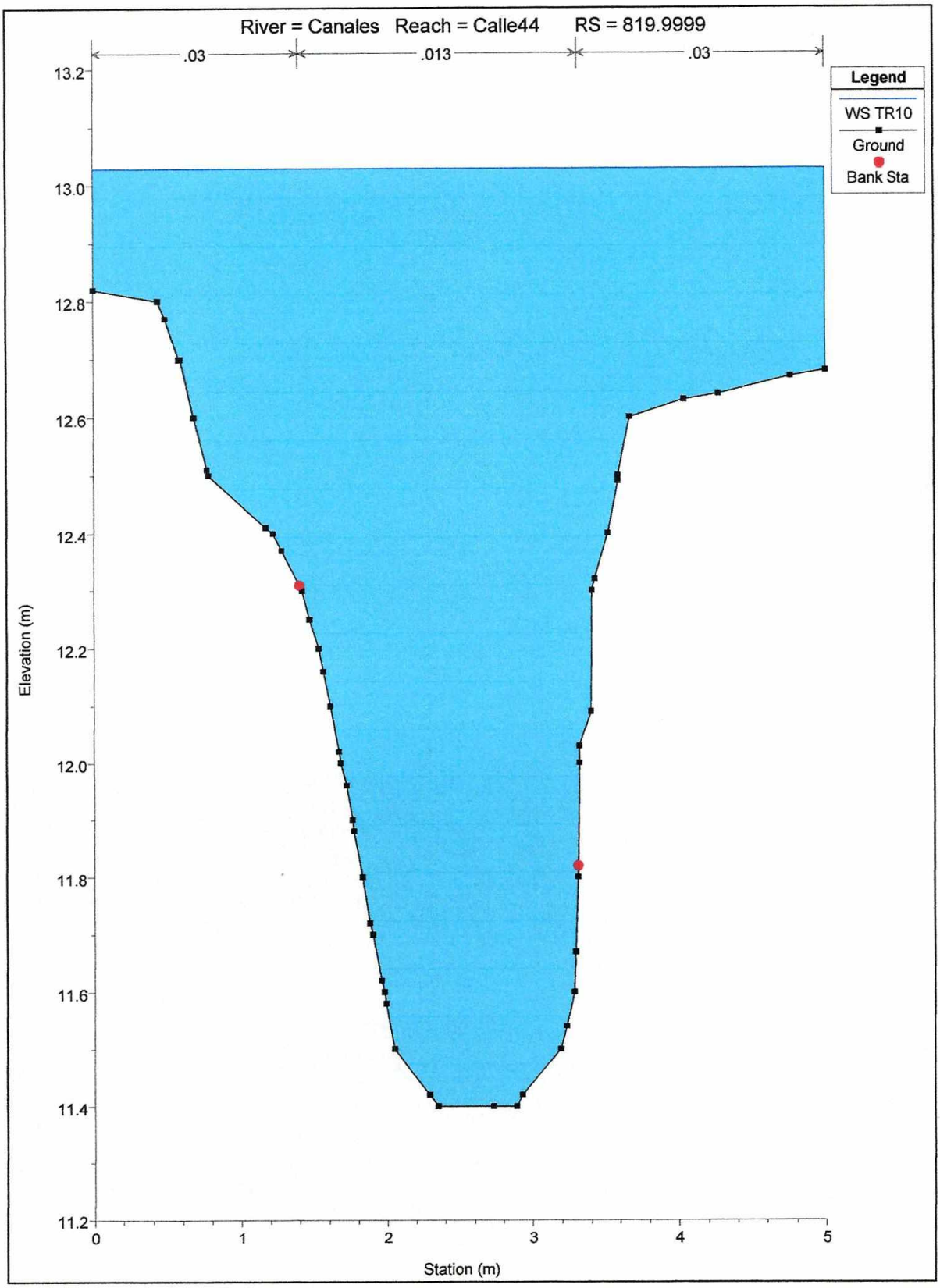

River = Canales Reach = Calle44 RS = 899.9999
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.5
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

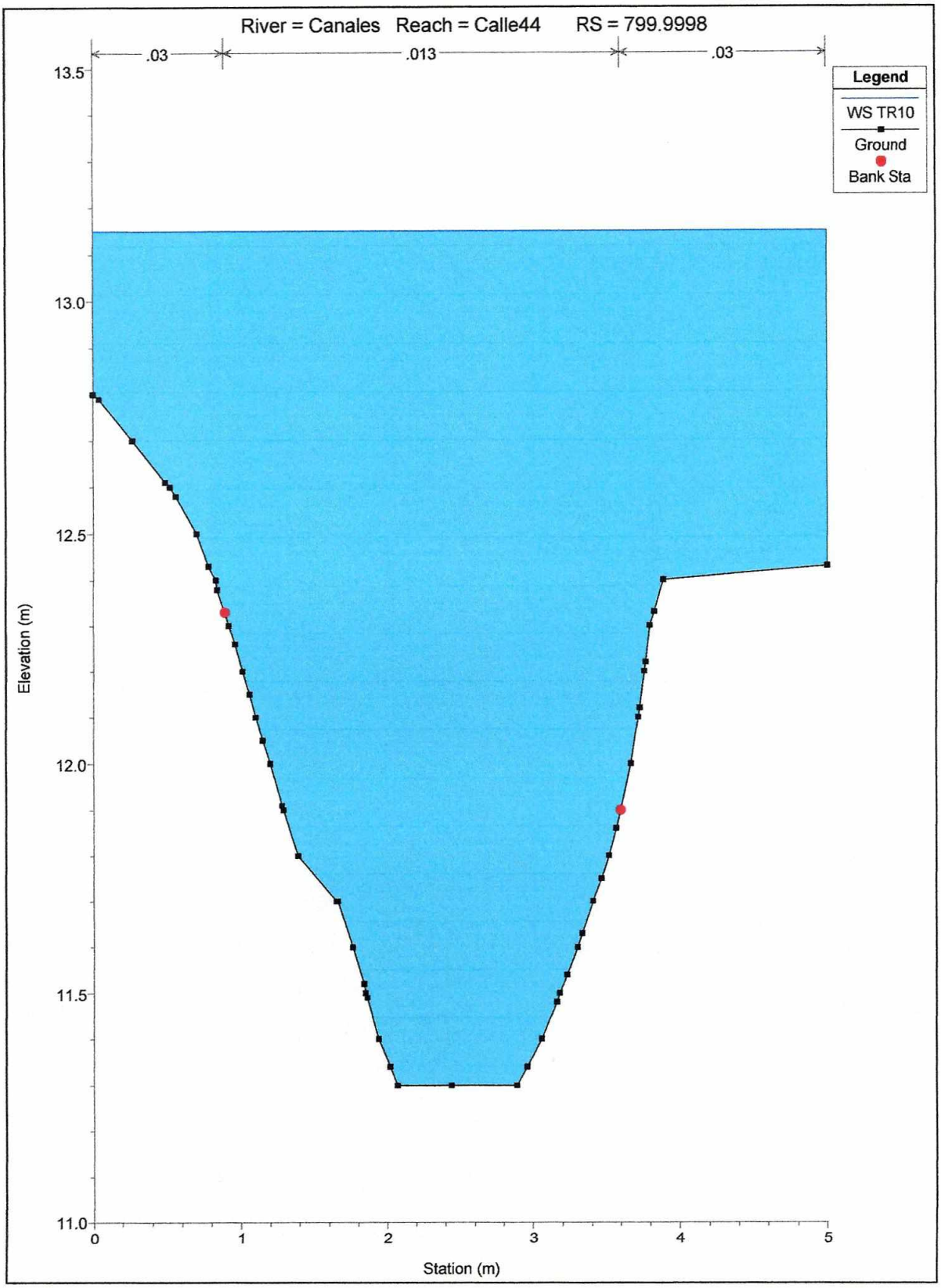

River = Canales Reach = Calle44 RS = 879.9999
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.5
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

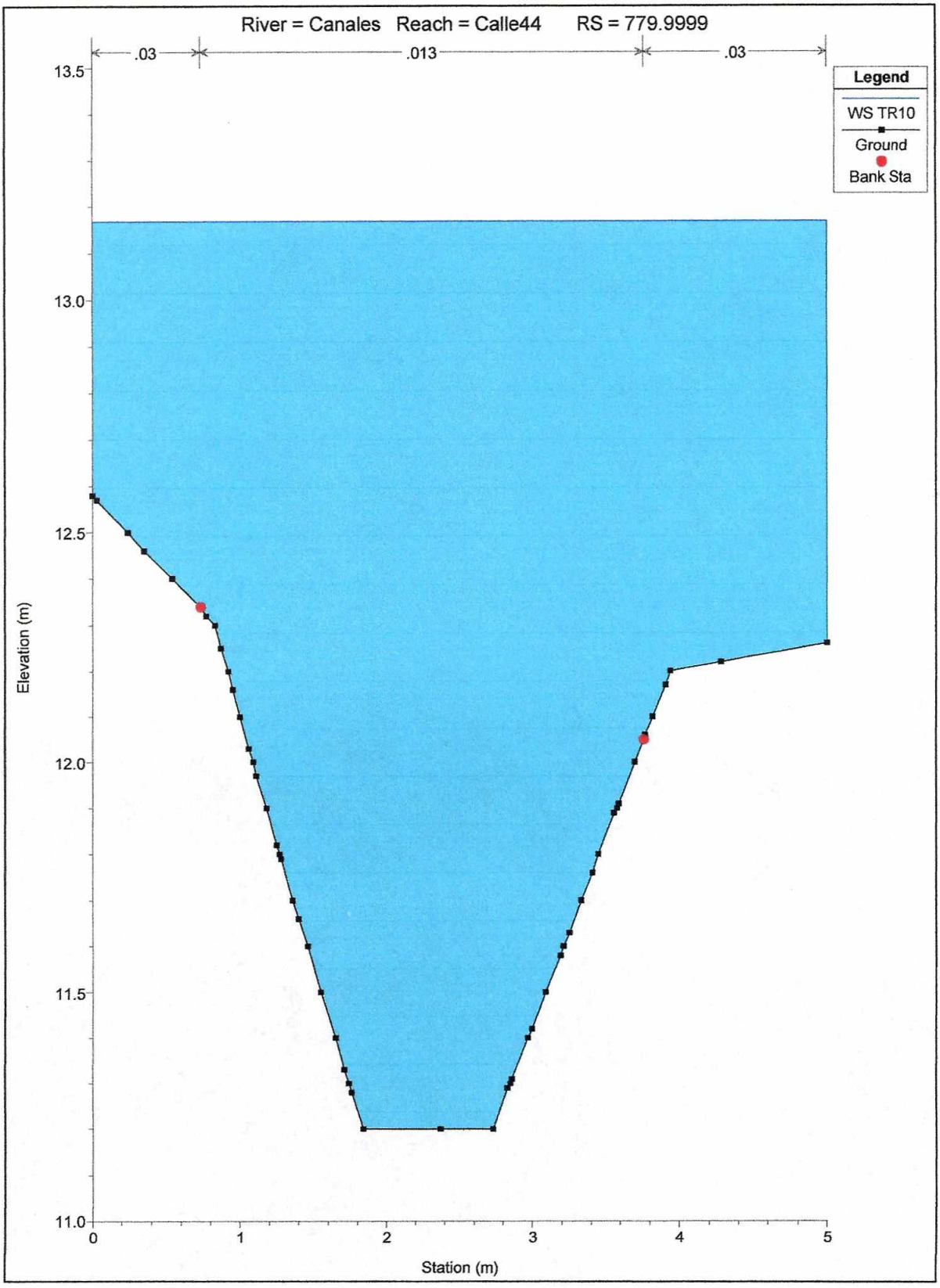

River = Canales Reach = Calle44 RS = 859.9999
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.5
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

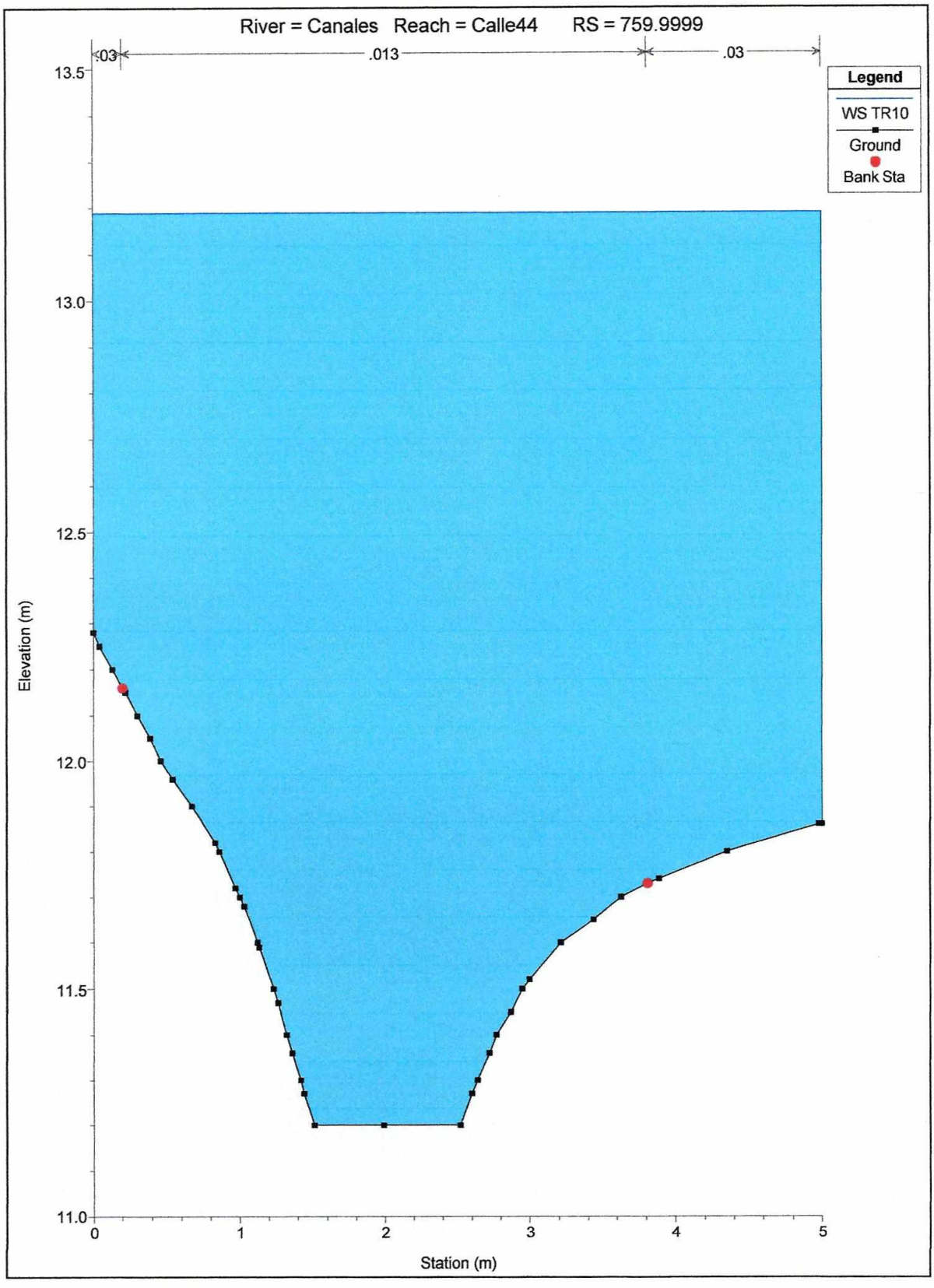

River = Canales Reach = Calle44 RS = 840 BR
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.5
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

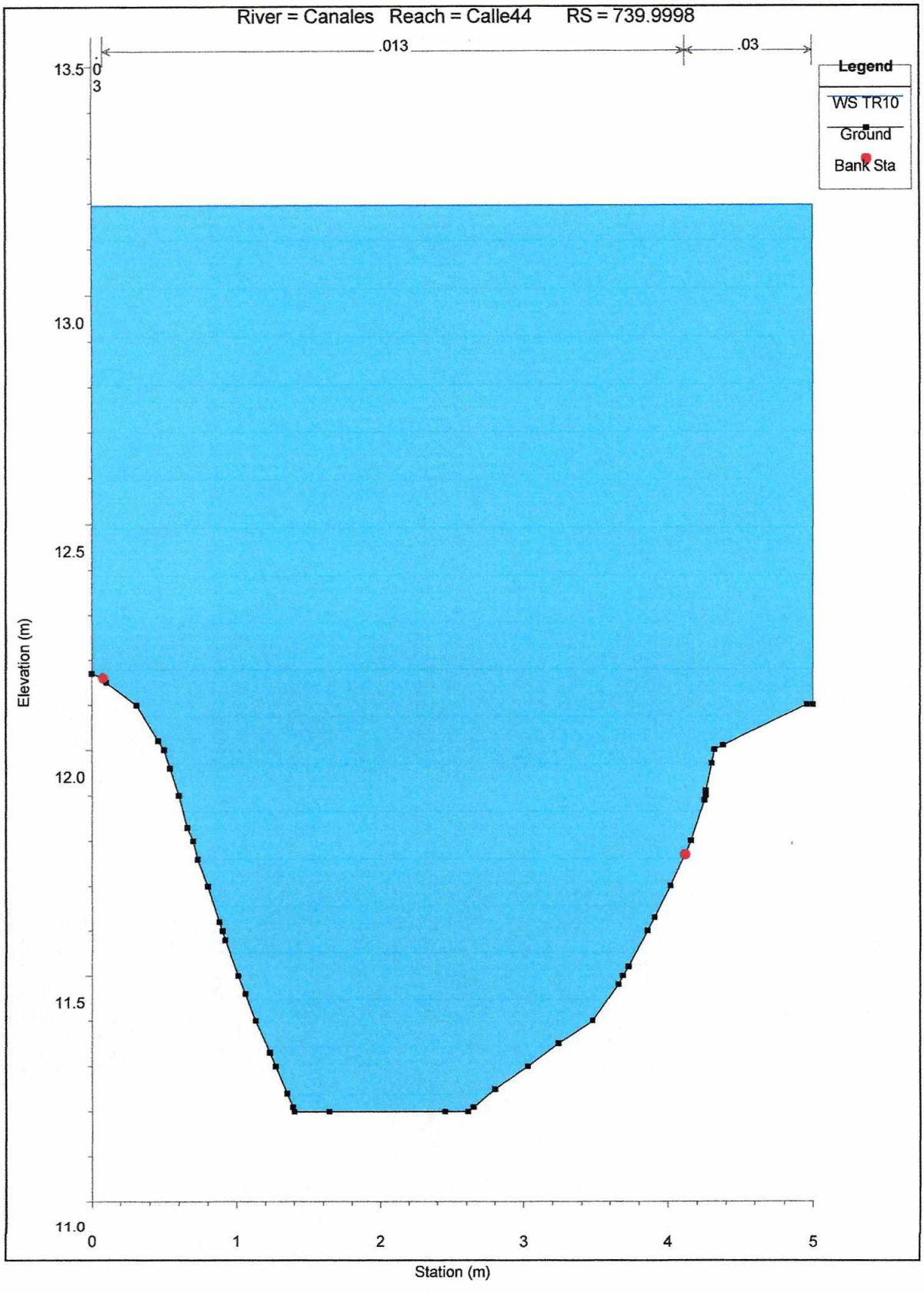

River = Canales Reach = Calle44 RS = 840 BR
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
13.2
13.0
12.8
12.6
12.4
12.2
12.0
11.8
11.6
11.4
11.2
0
1
2
3
4
5
Station (m)

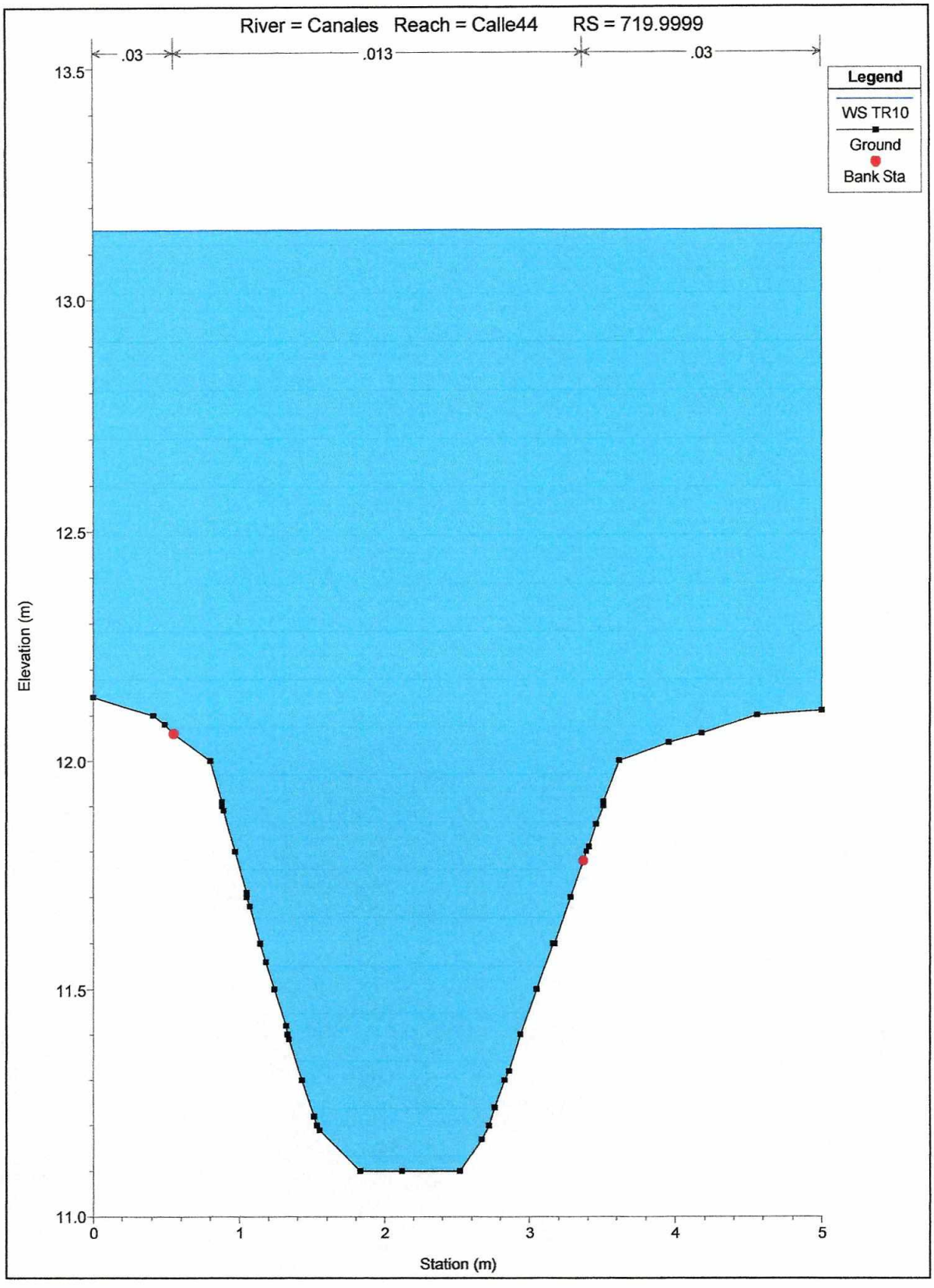

River = Canales Reach = Calle44 RS = 819.9999
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
13.2
13.0
12.8
12.6
12.4
12.2
12.0
11.8
11.6
11.4
11.2
0
1
2
3
4
5
Station (m)

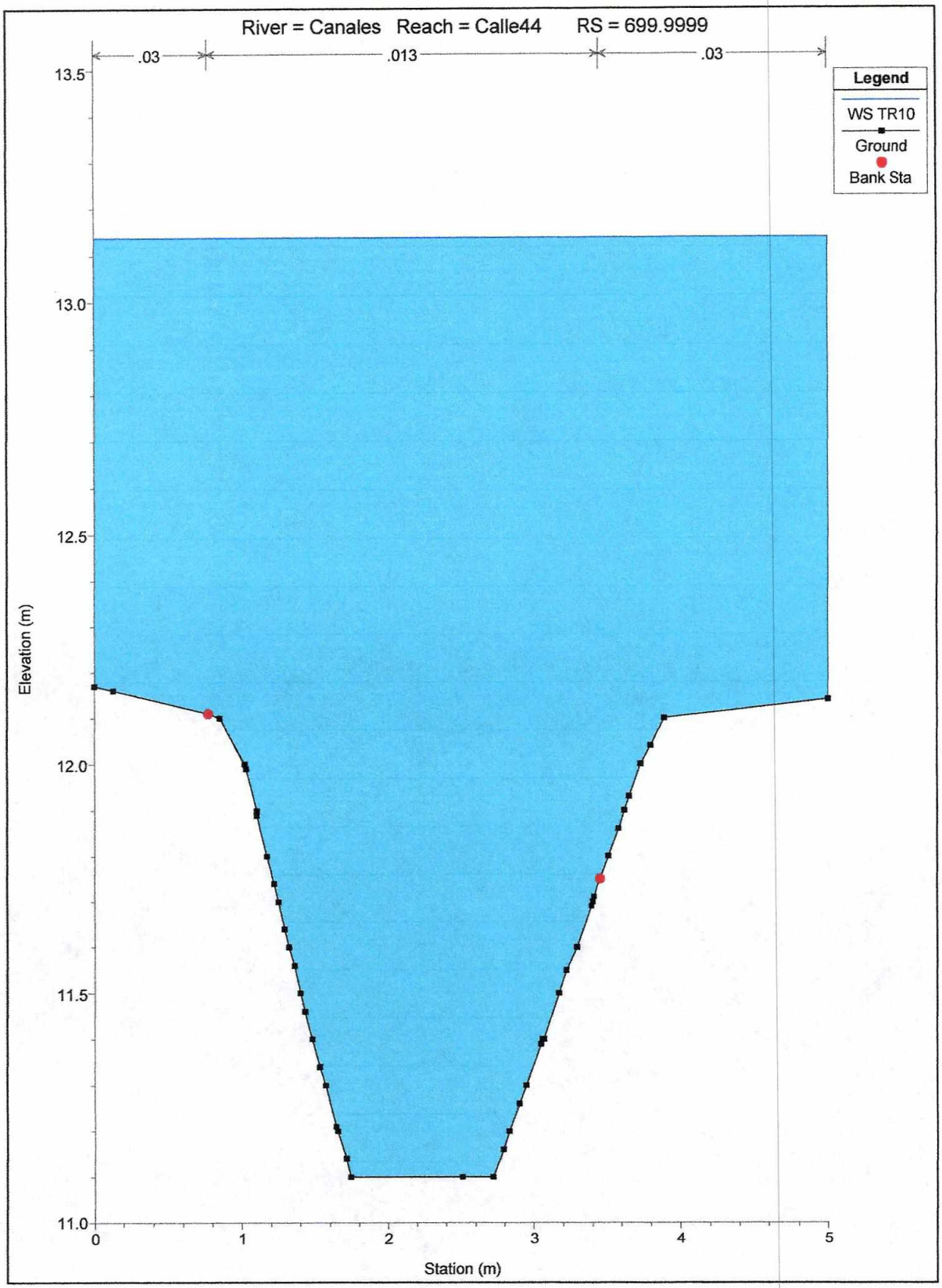

River = Canales Reach = Calle44 RS = 799.9998
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.5
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

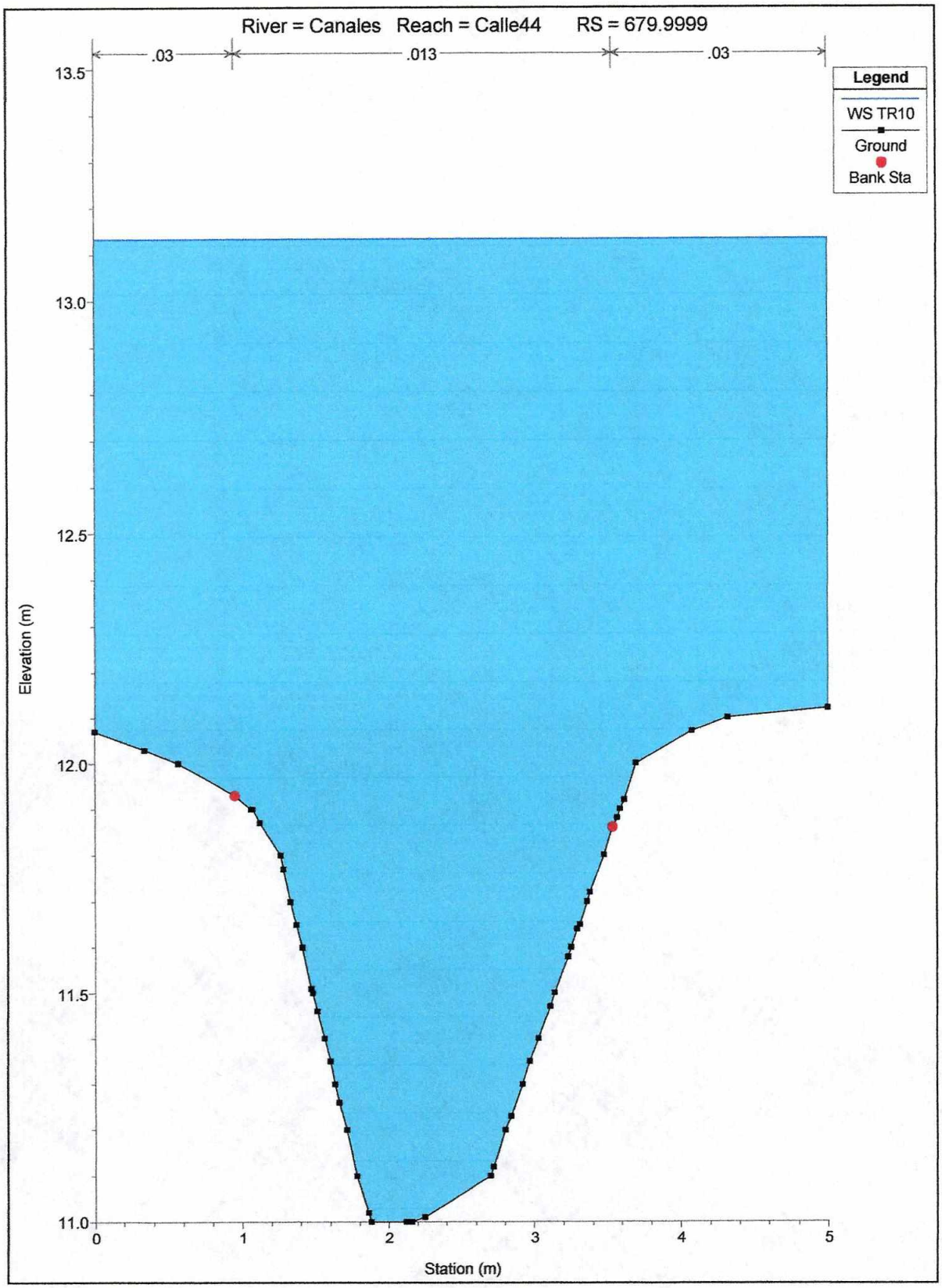

River = Canales Reach = Calle44 RS = 779.9999
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.5
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

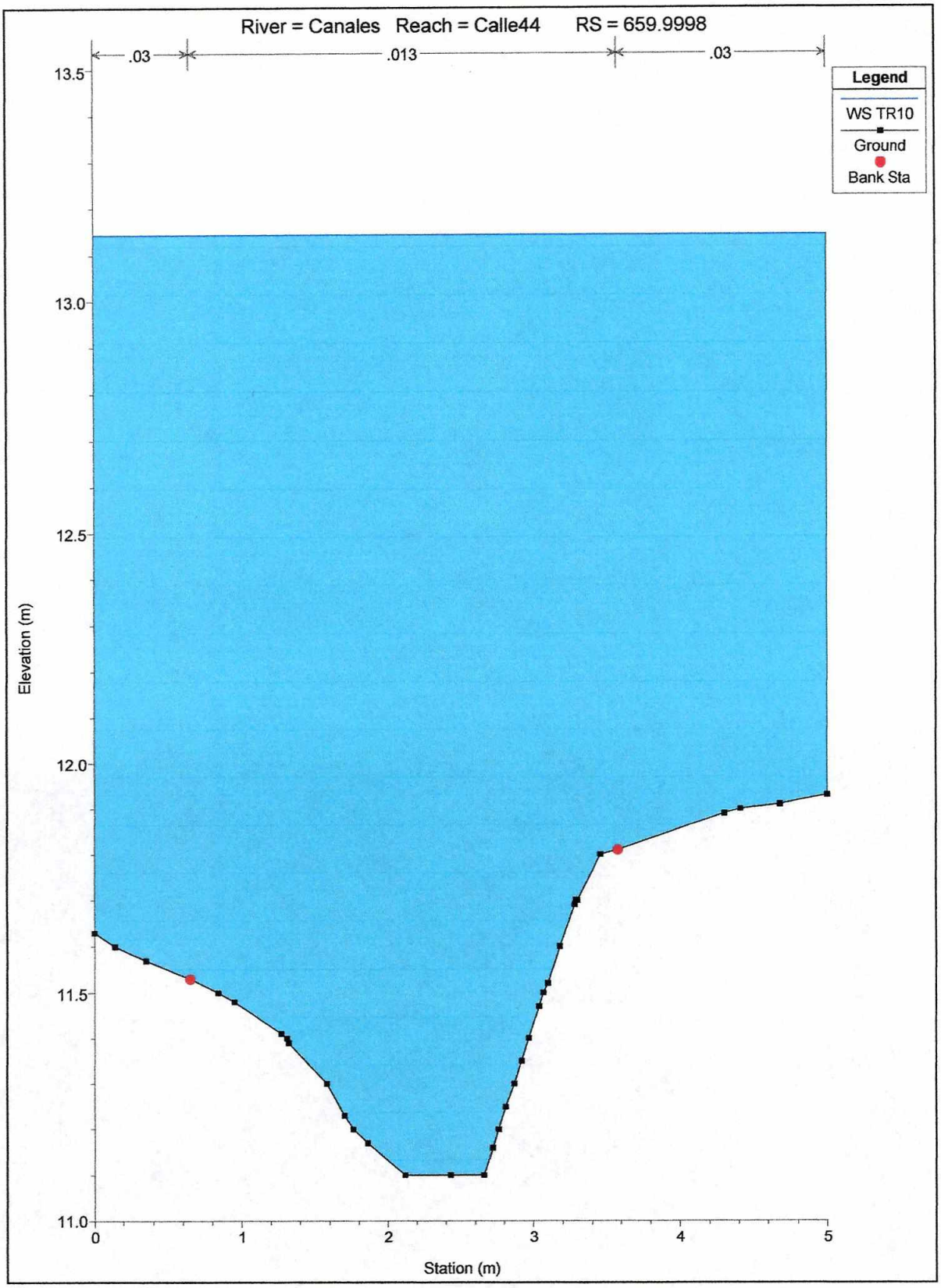

River = Canales Reach = Calle44 RS = 759.9999
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.5
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

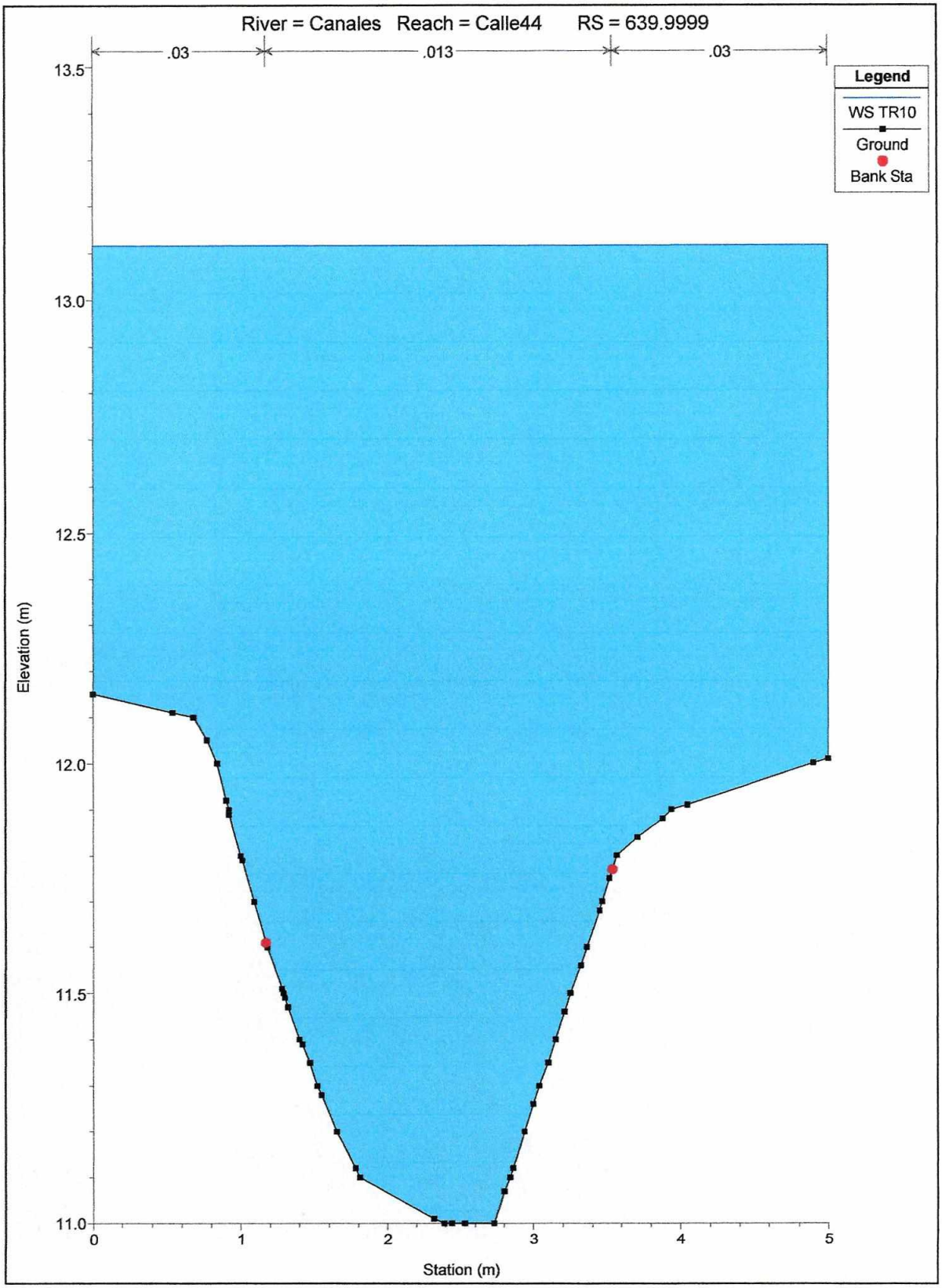

River = Canales Reach = Calle44 RS = 739.9998
.013
.03
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.5
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

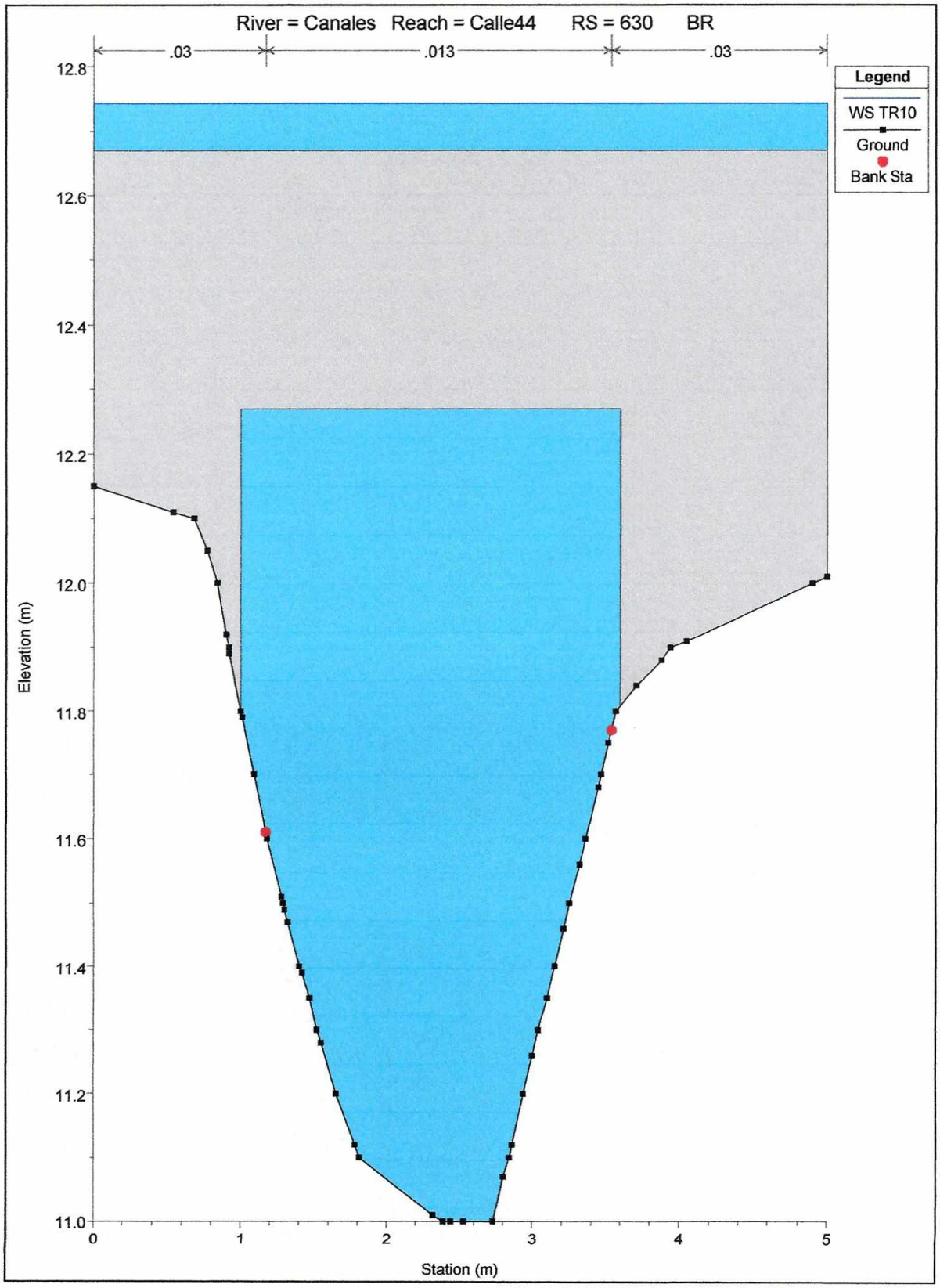

River = Canales Reach = Calle44 RS = 719.9999
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.5
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

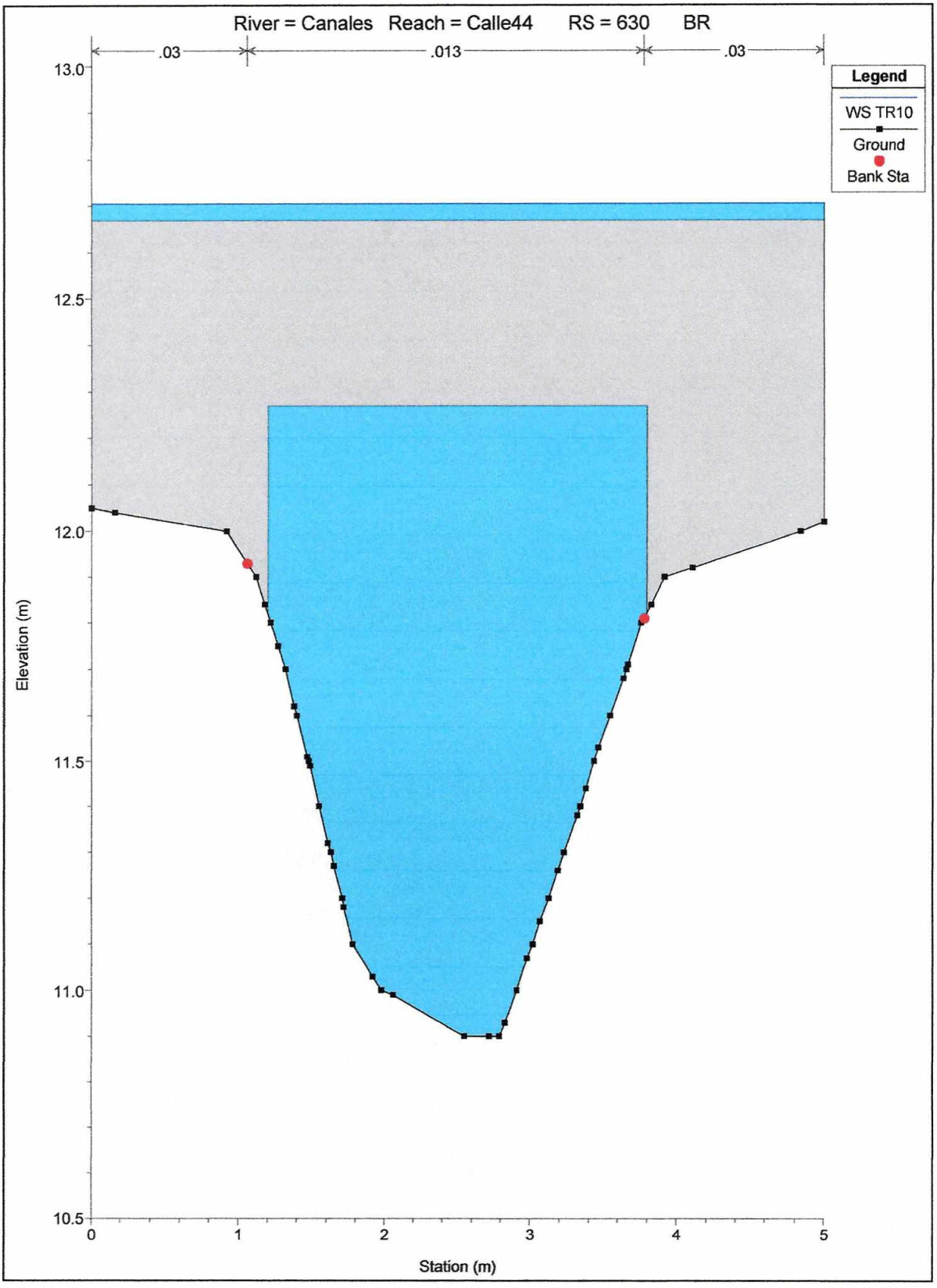

River = Canales Reach = Calle44 RS = 699.9999
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.5
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

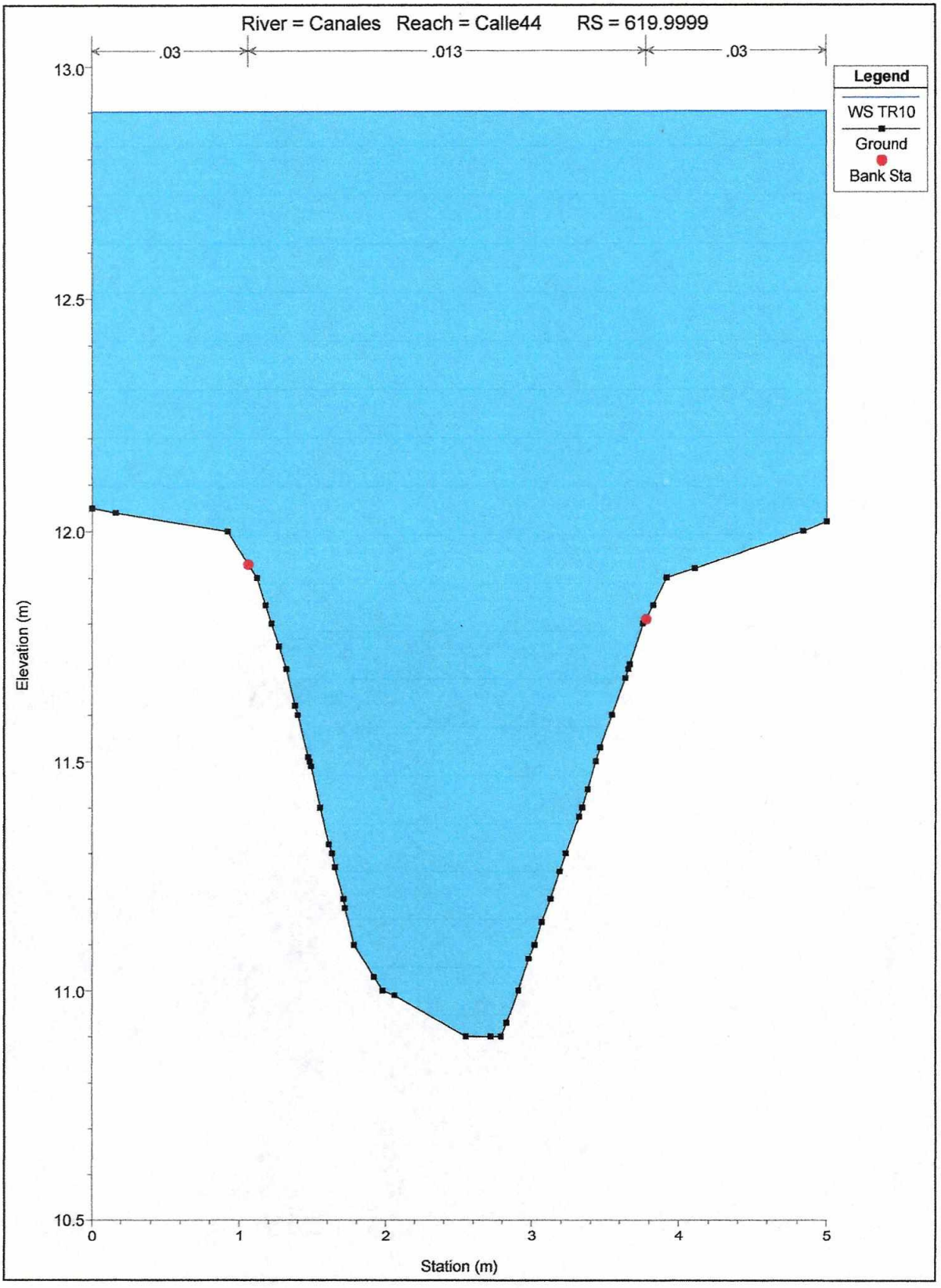

River = Canales Reach = Calle44 RS = 679.9999
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.5
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

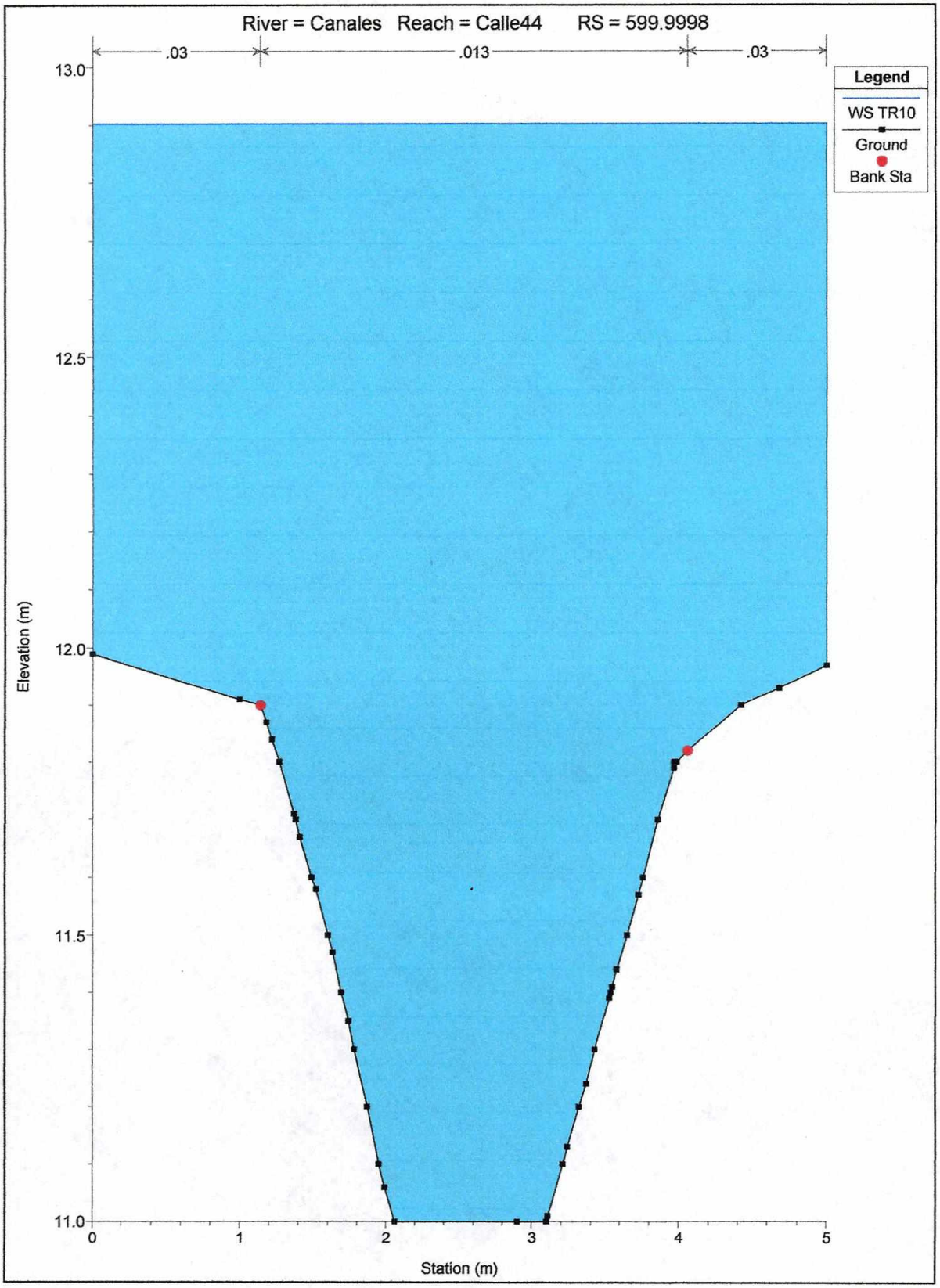

River = Canales Reach = Calle44 RS = 659.9998
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.5
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

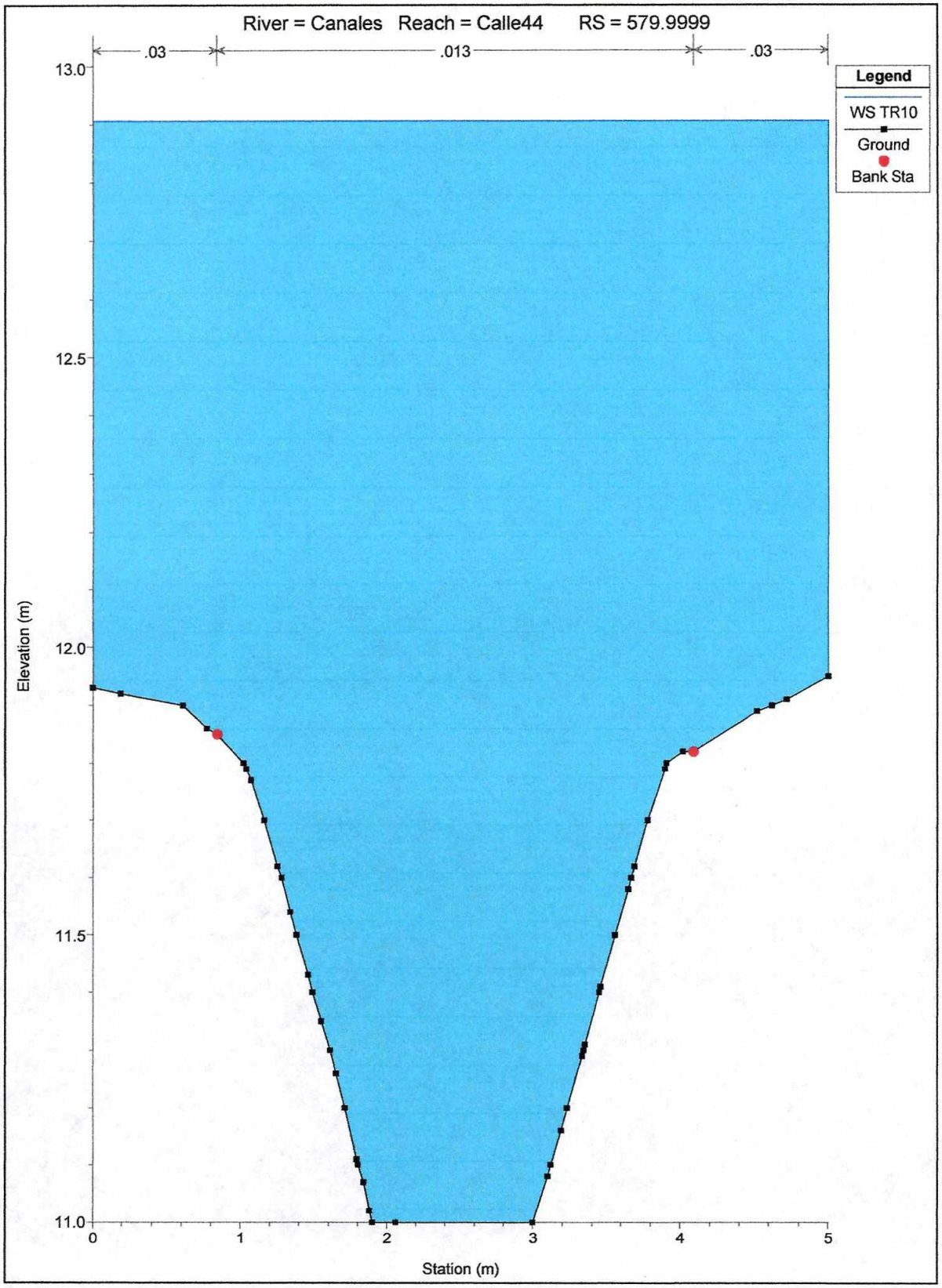

River = Canales Reach = Calle44 RS = 639.9999
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.5
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

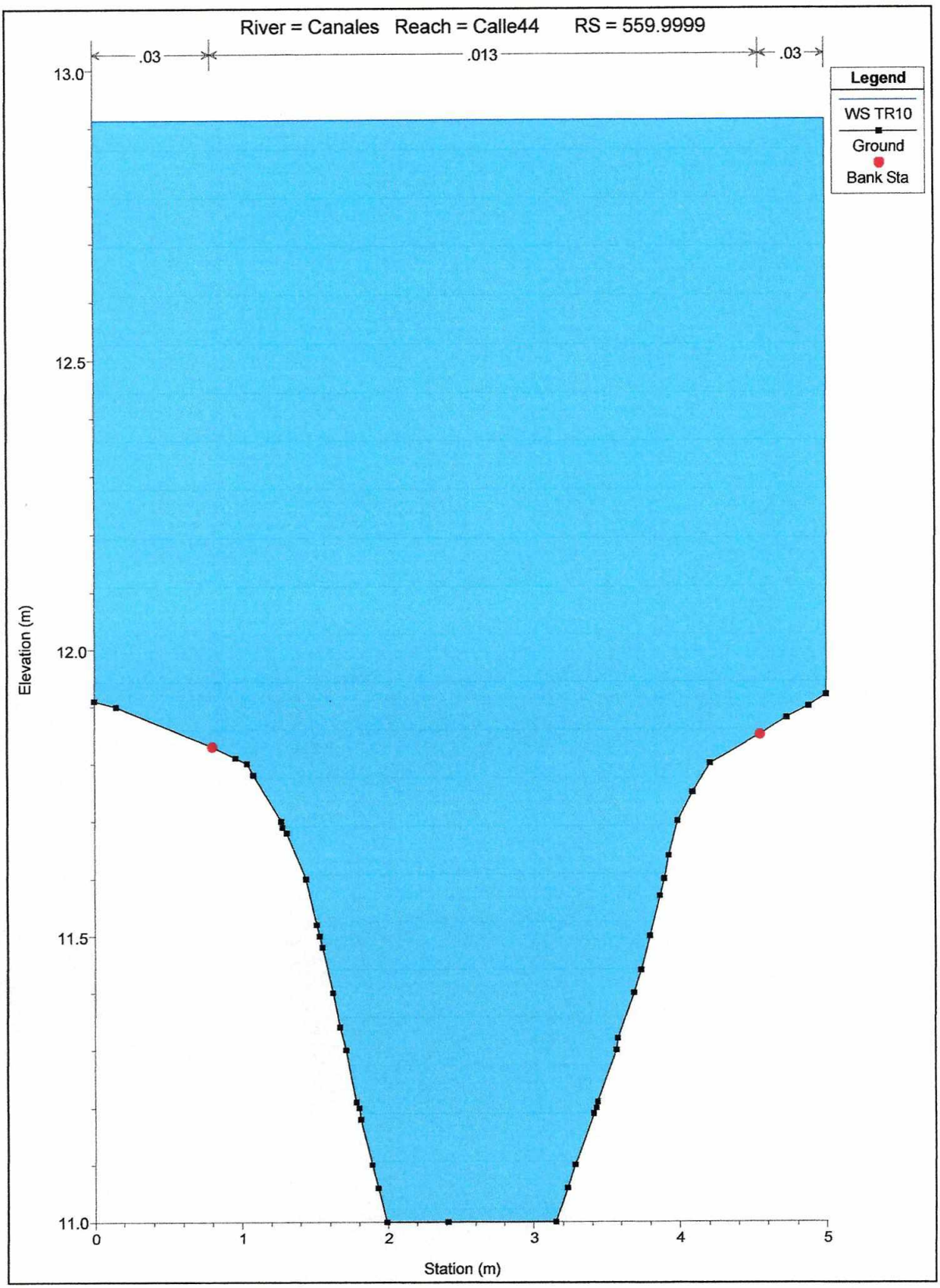

River = Canales Reach = Calle44 RS = 630 BR
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
12.8
12.6
12.4
12.2
12.0
11.8
11.6
11.4
11.2
11.0
0
1
2
3
4
5

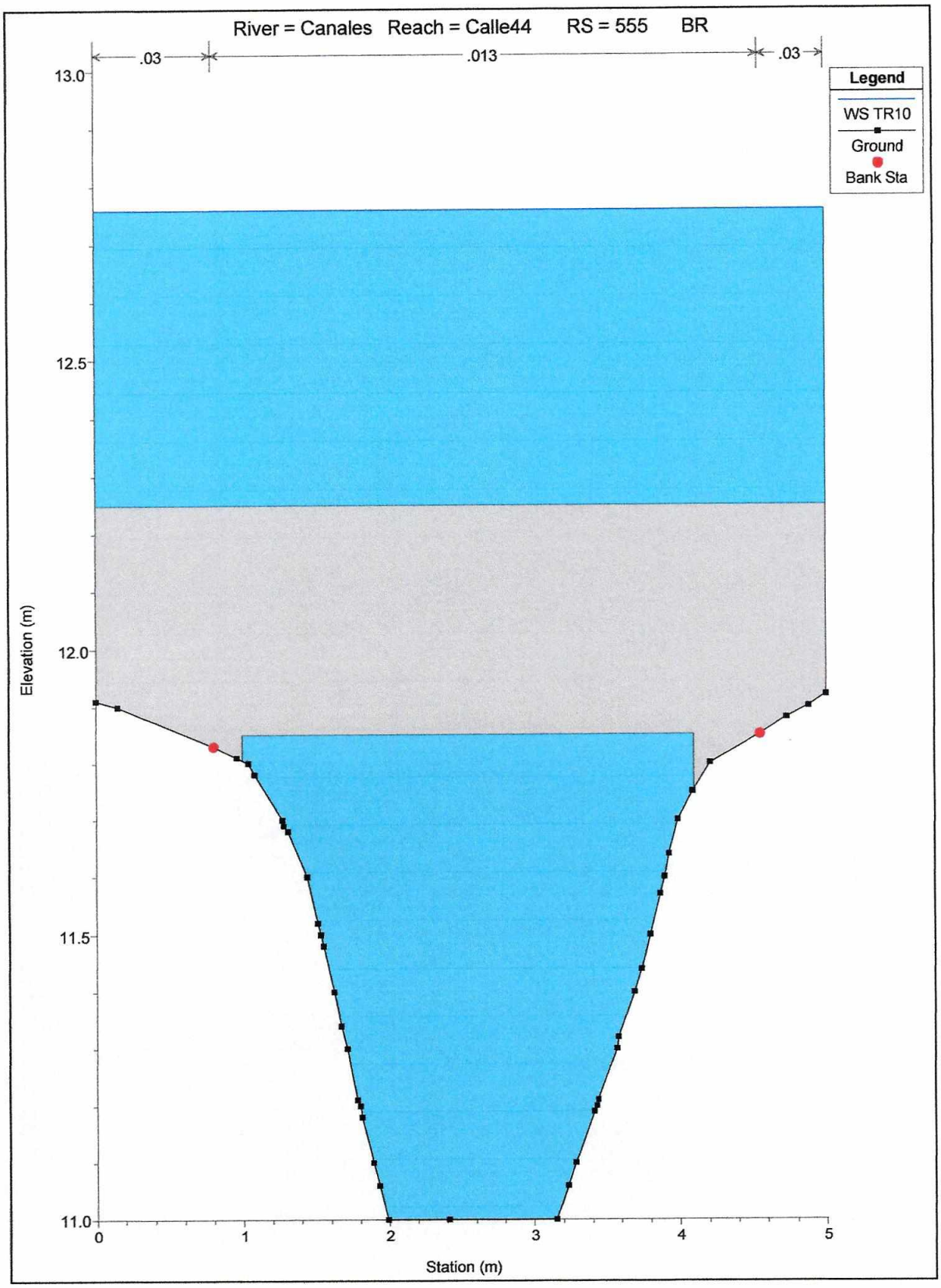

River = Canales Reach = Calle44 RS = 630 BR
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

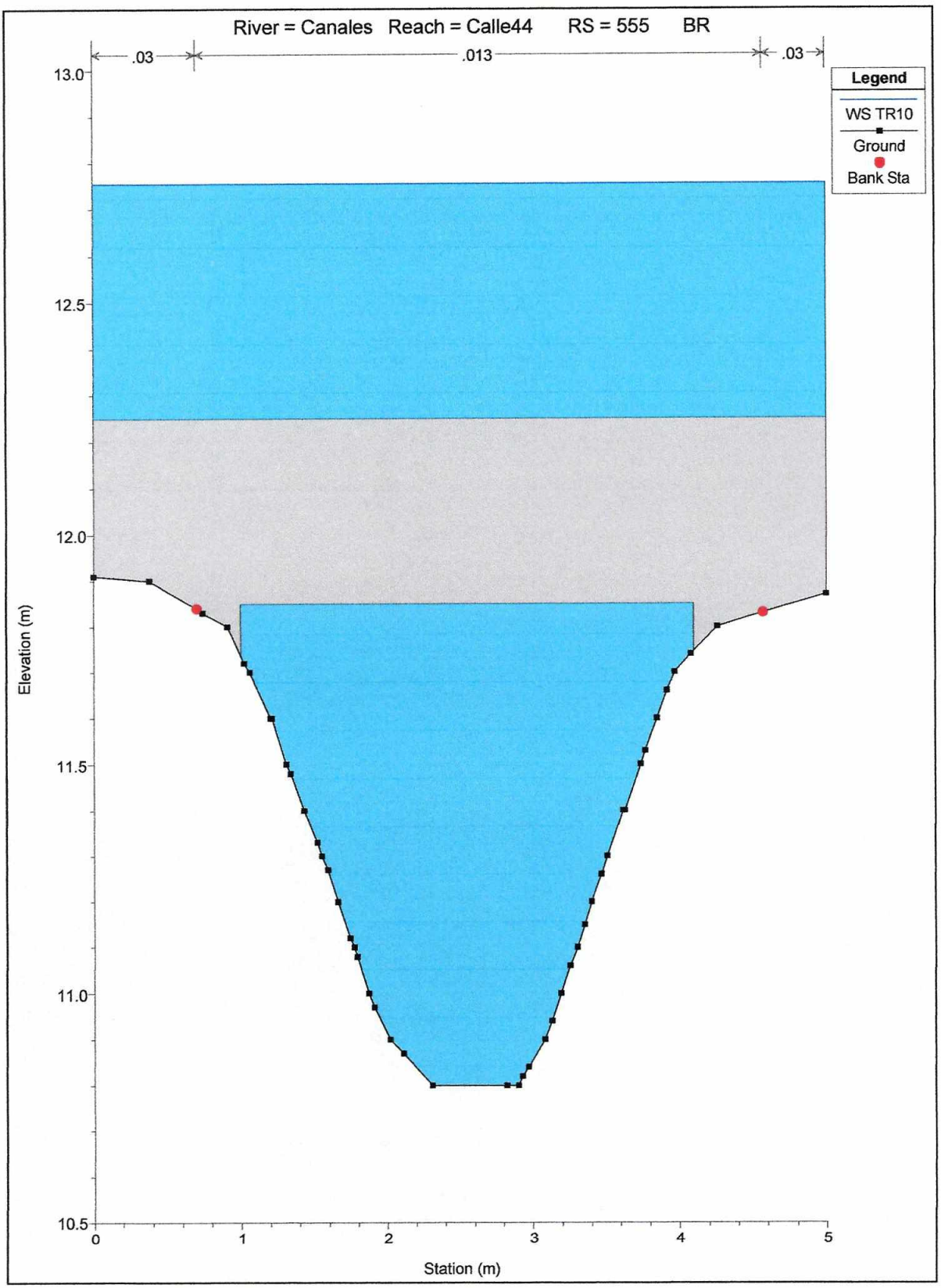

River = Canales Reach = Calle44 RS = 619.9999
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

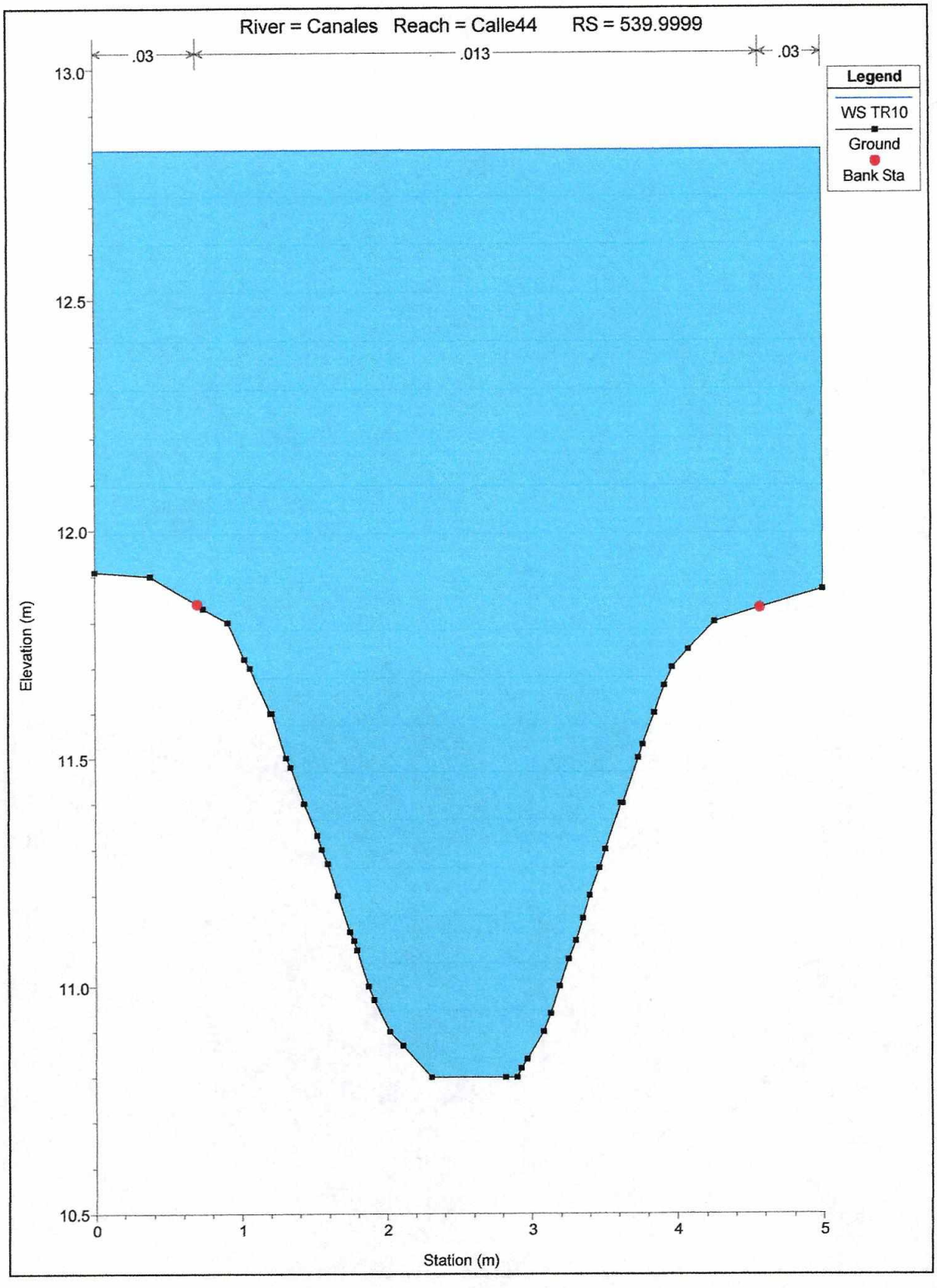

River = Canales Reach = Calle44 RS = 599.9998
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

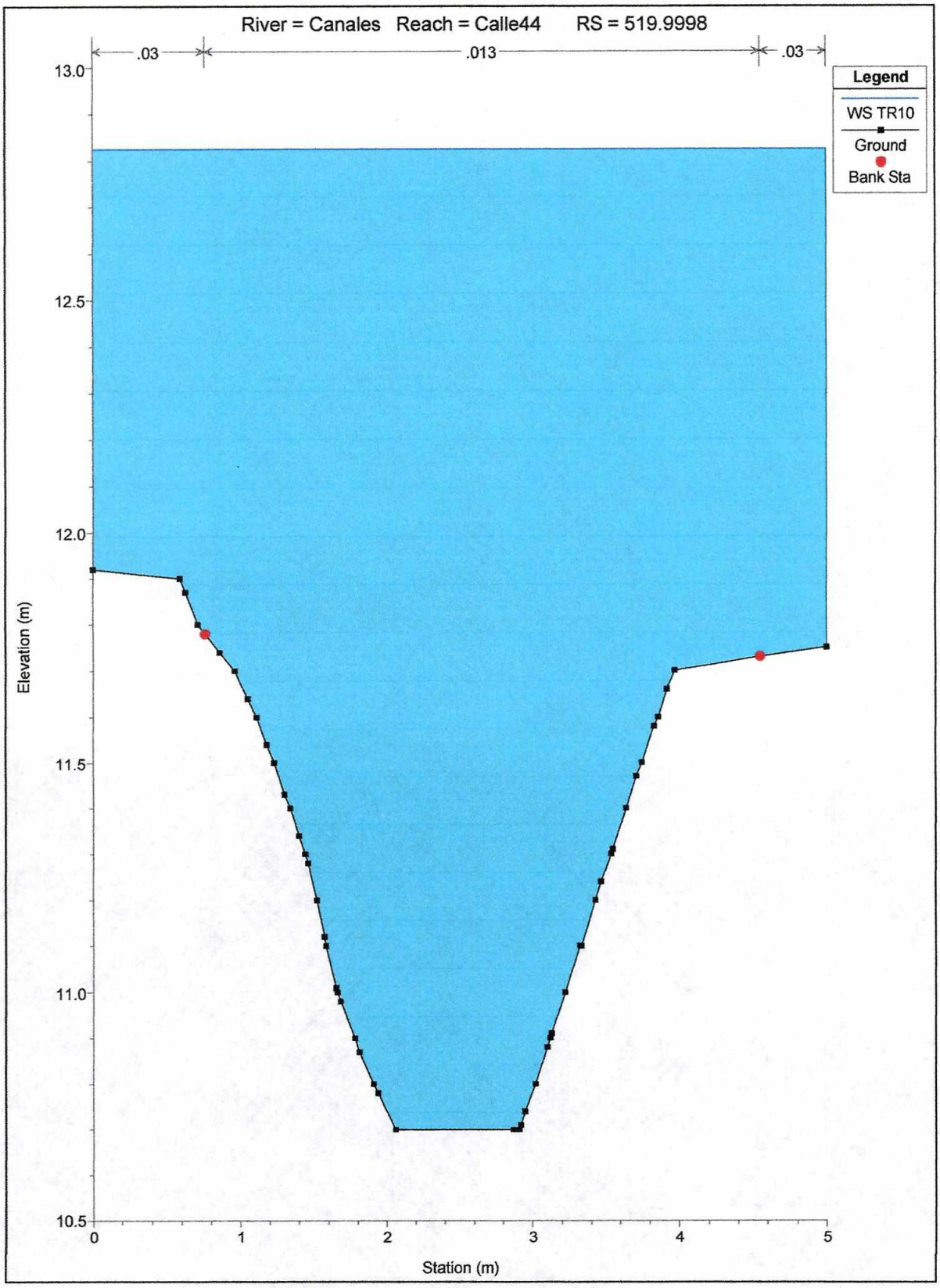

River = Canales Reach = Calle44 RS = 579.9999
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

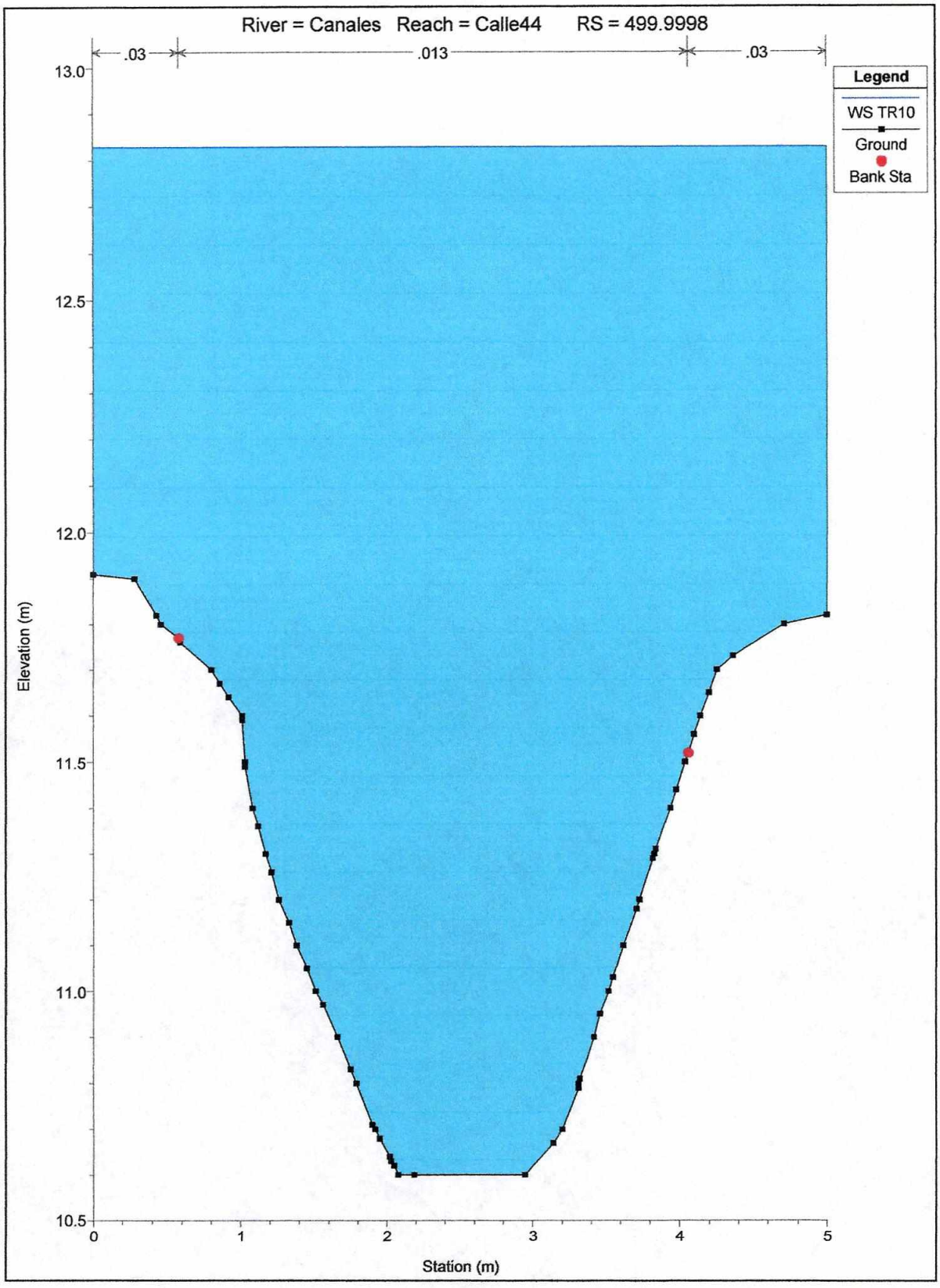

River = Canales Reach = Calle44 RS = 559.9999
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

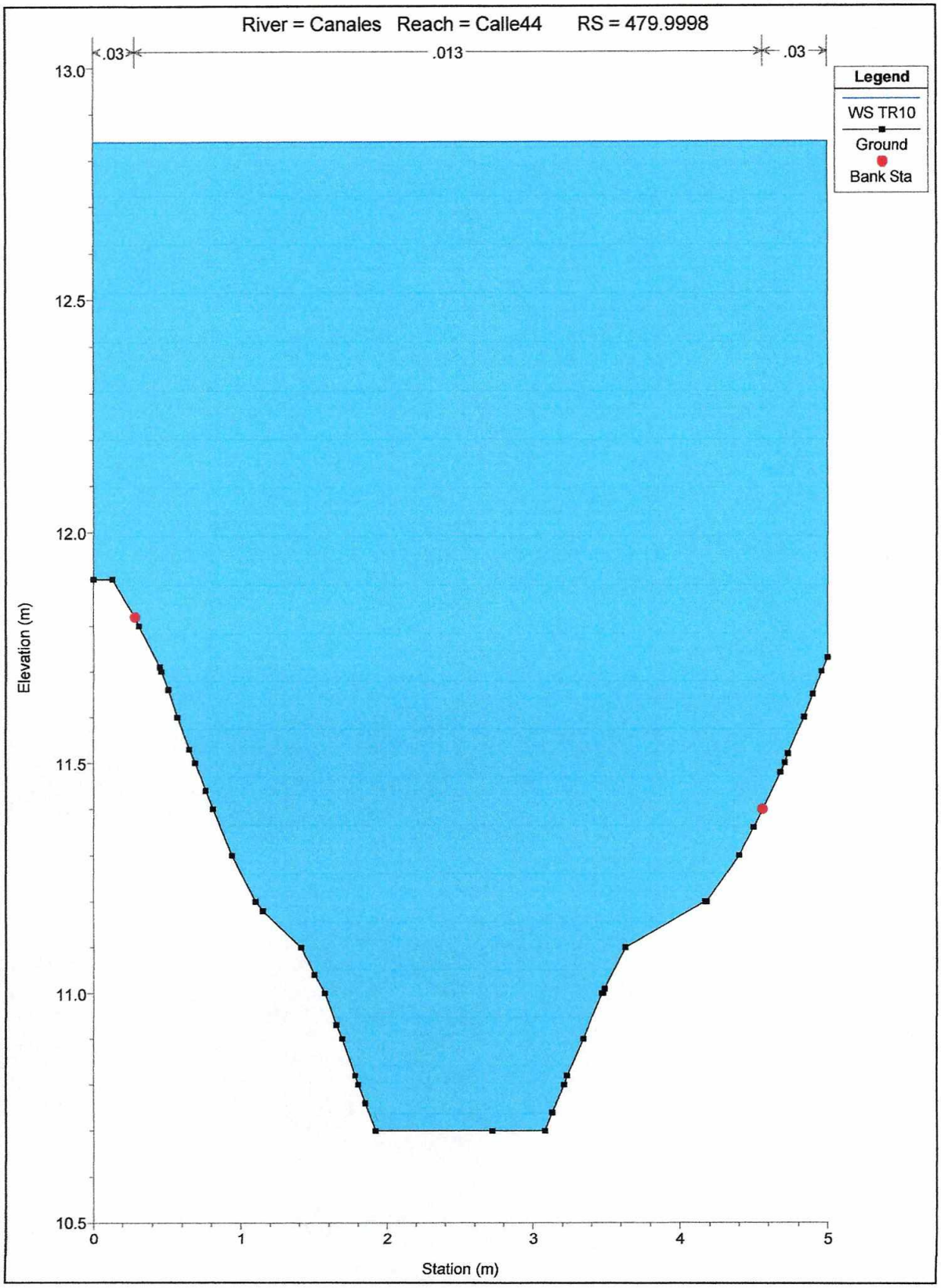

River = Canales Reach = Calle44 RS = 555 BR
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

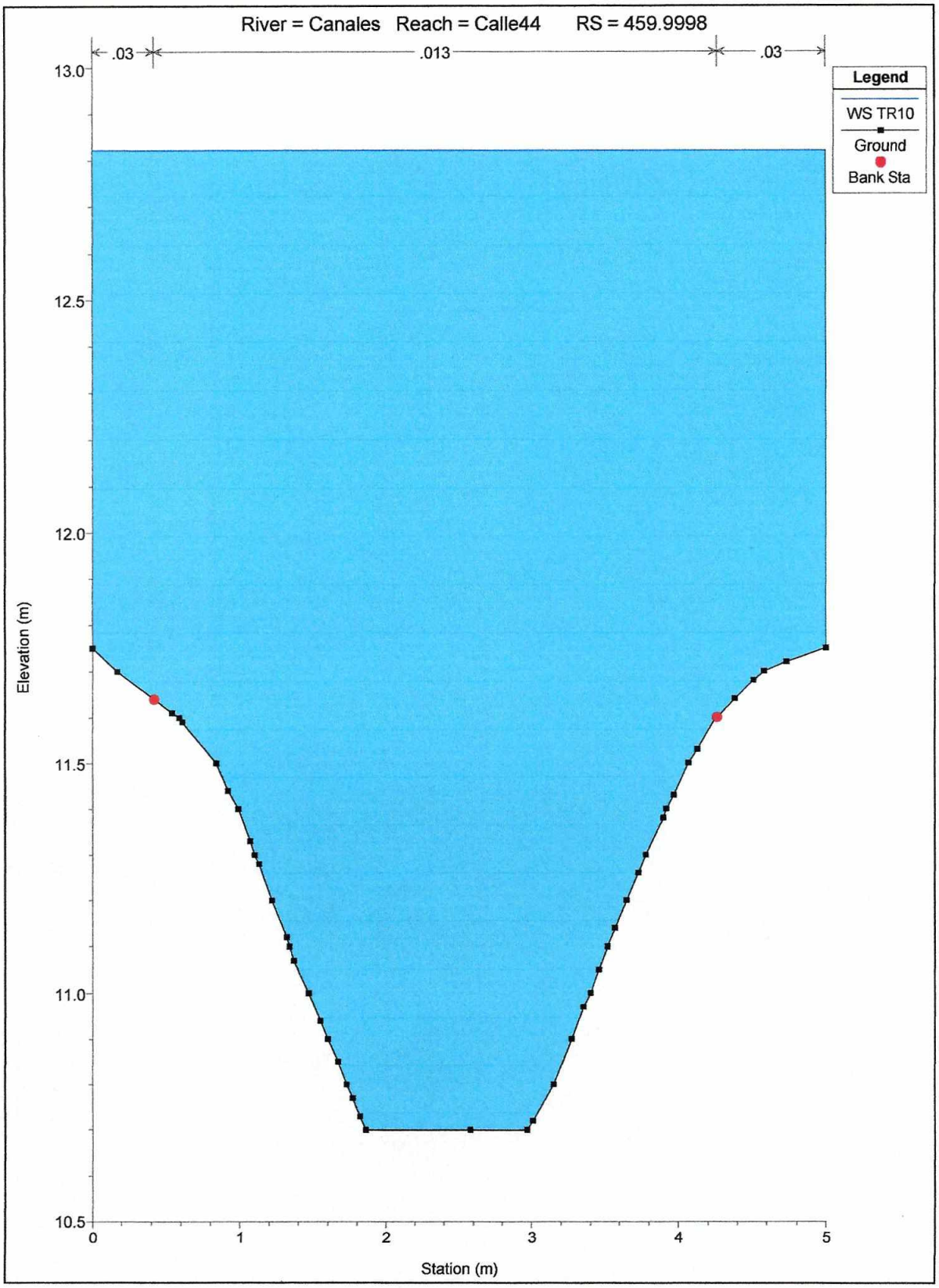

River = Canales Reach = Calle44 RS = 555 BR
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

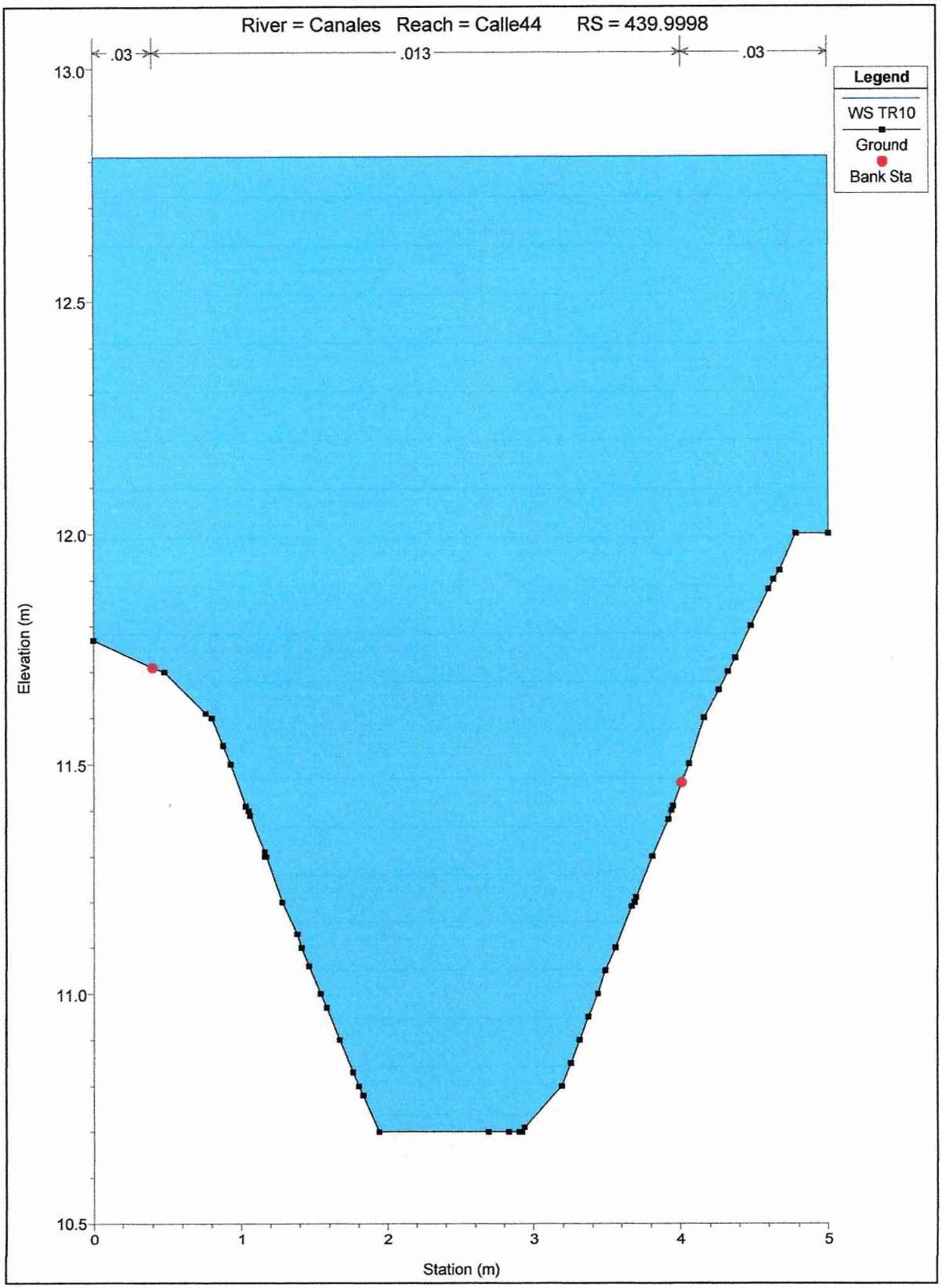

River = Canales Reach = Calle44 RS = 539.9999
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

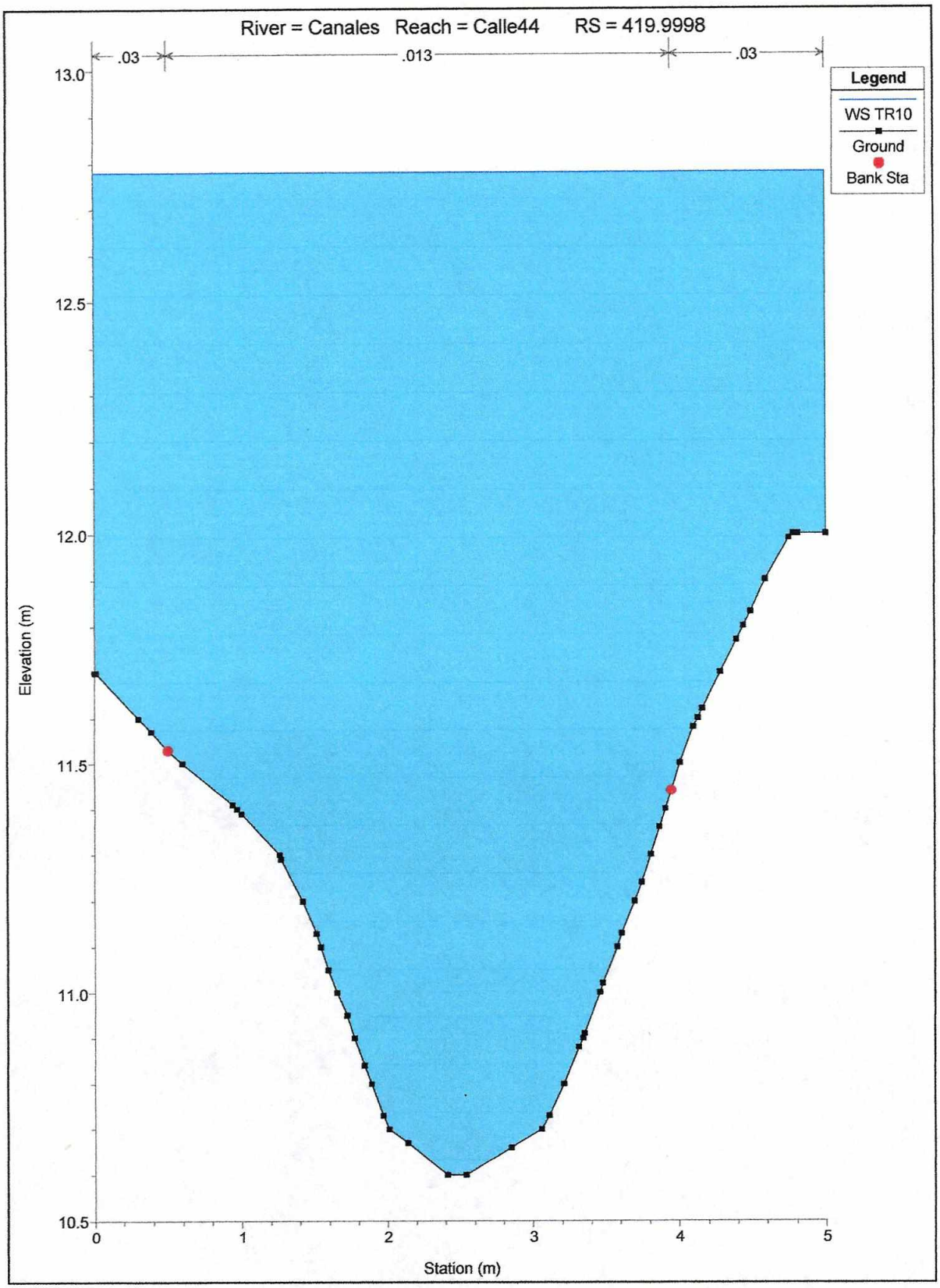

River = Canales Reach = Calle44 RS = 519.9998
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

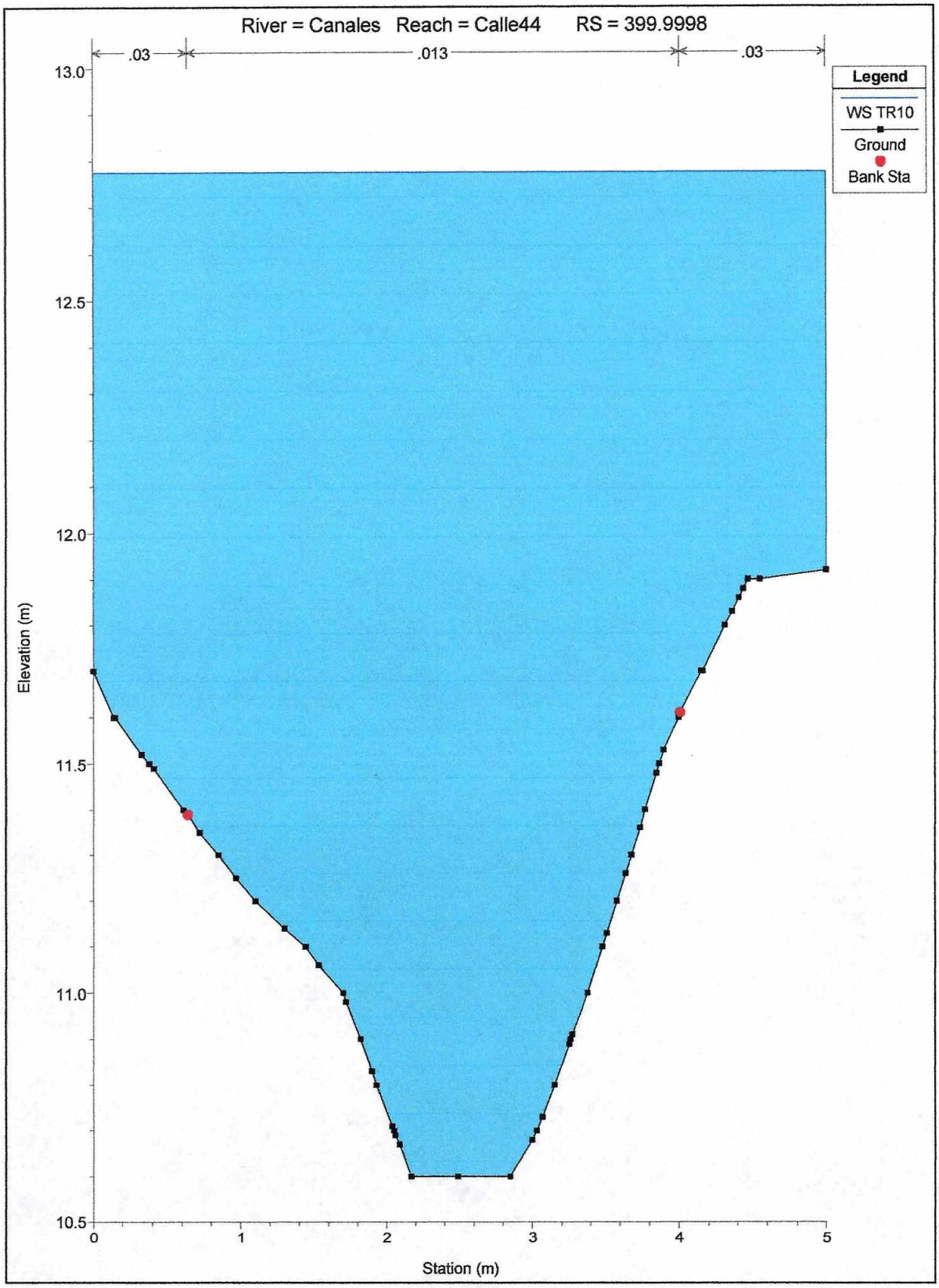

River = Canales Reach = Calle44 RS = 499.9998
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

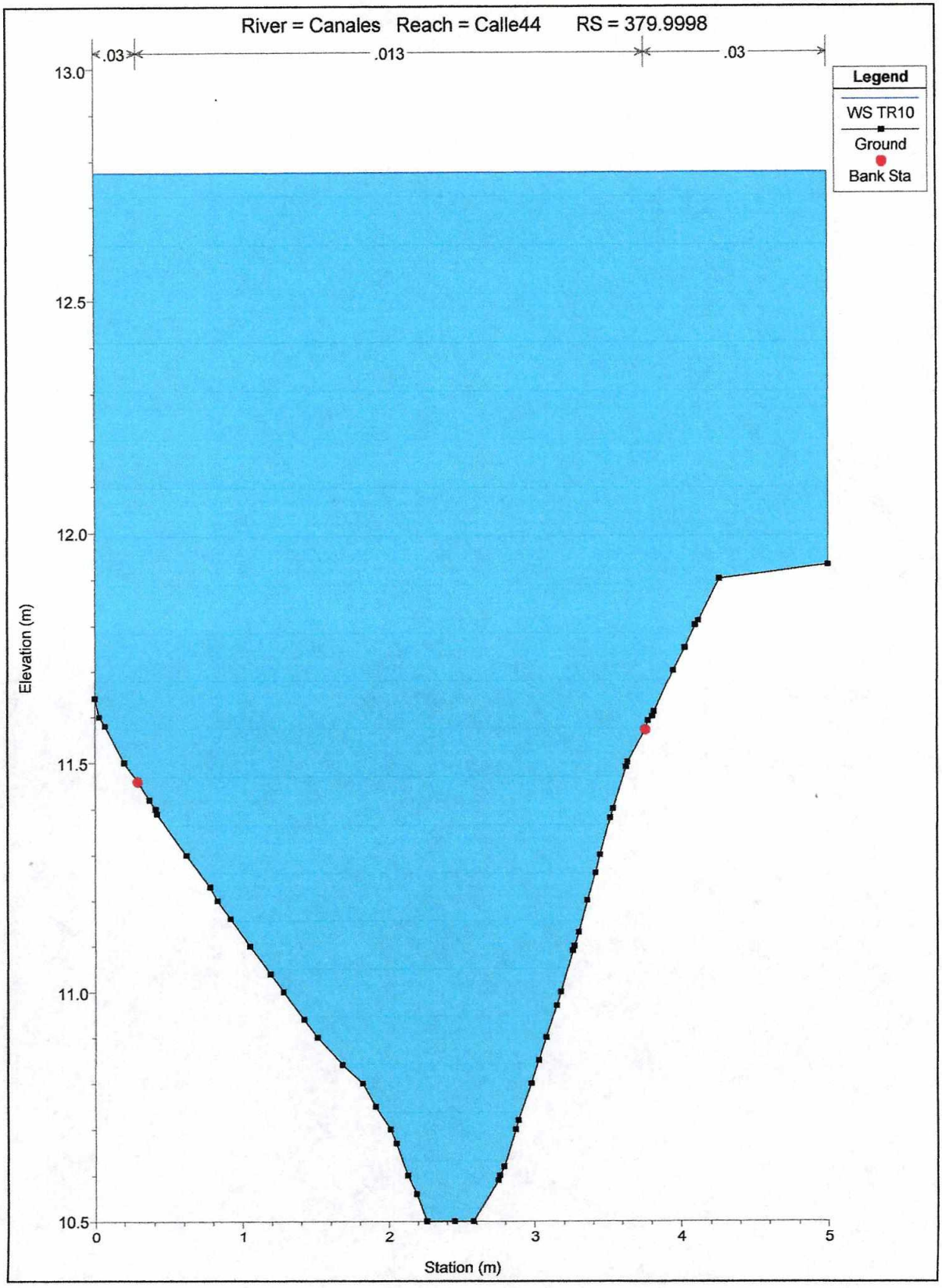

River = Canales Reach = Calle44 RS = 479.9998
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

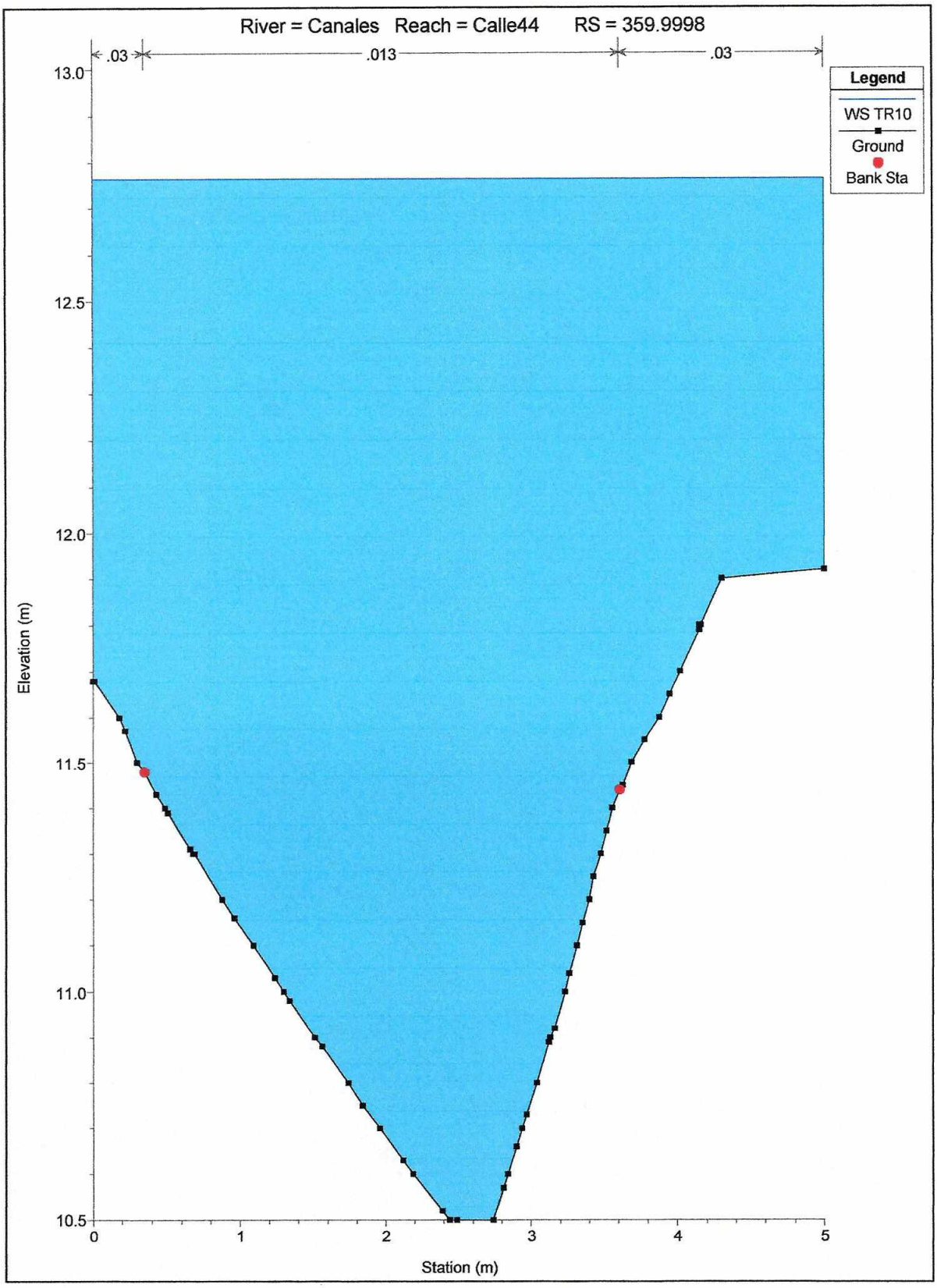

River = Canales Reach = Calle44 RS = 459.9998
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

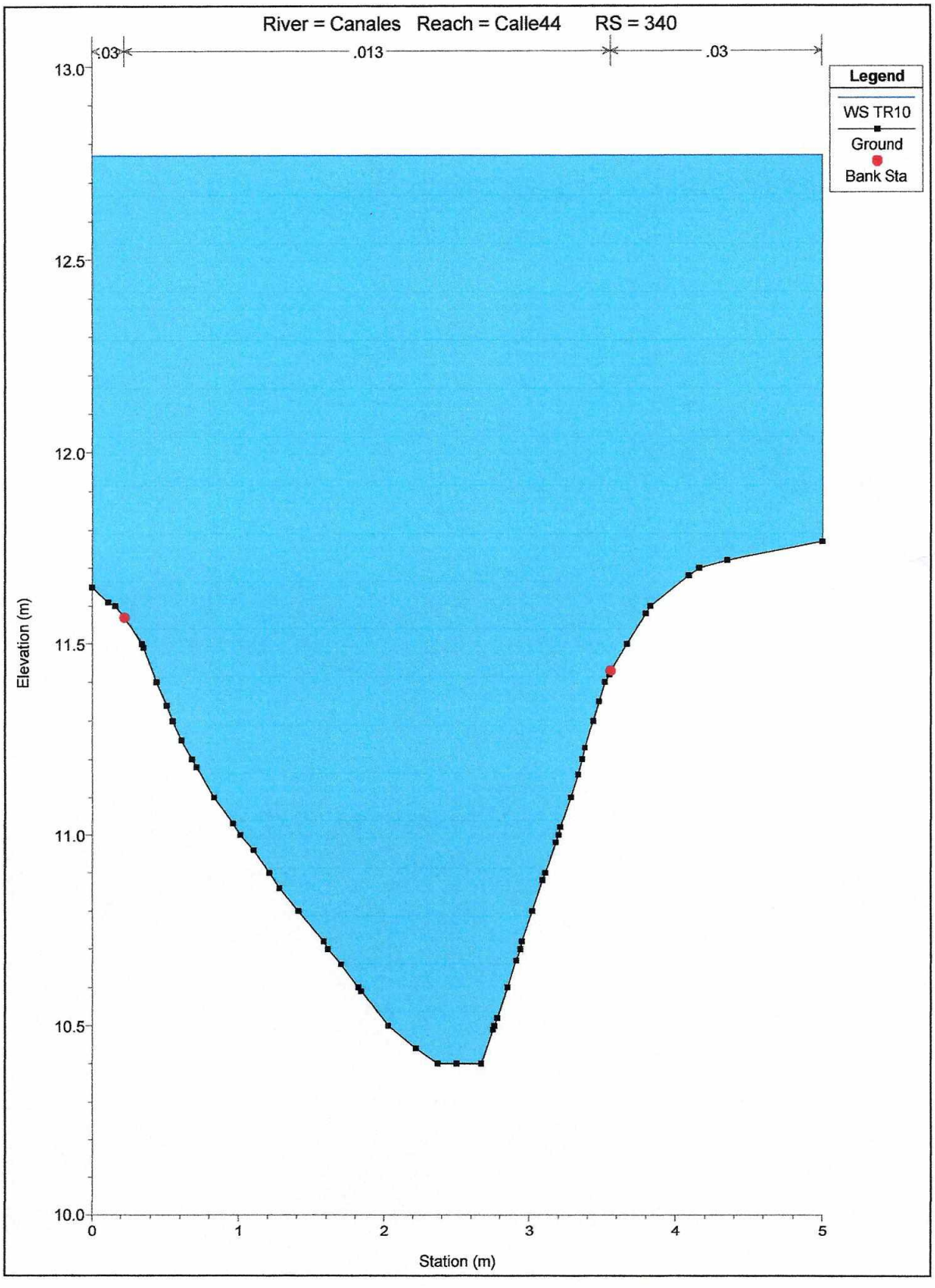

River = Canales Reach = Calle44 RS = 439.9998
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

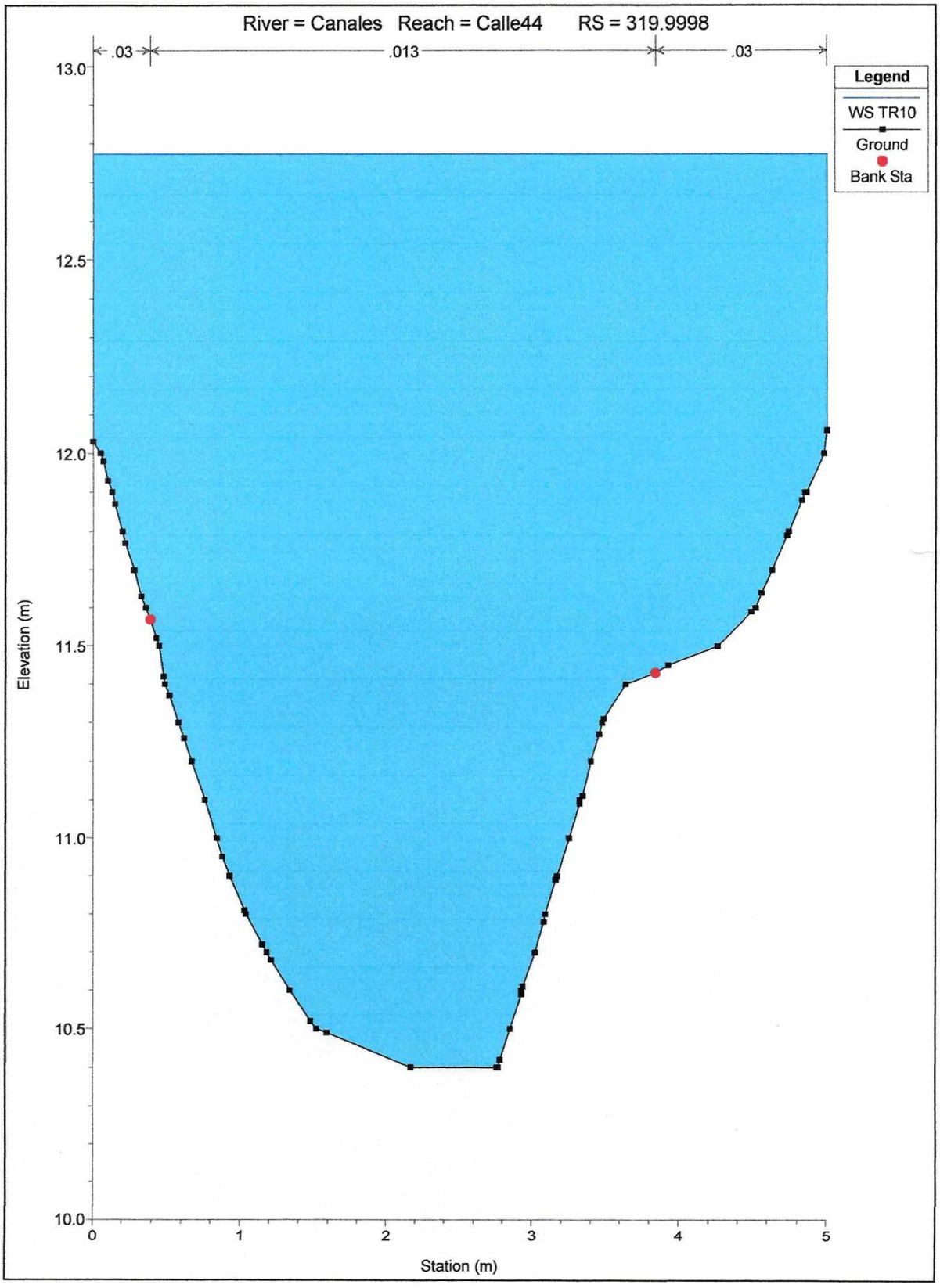

River = Canales Reach = Calle44 RS = 419.9998
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

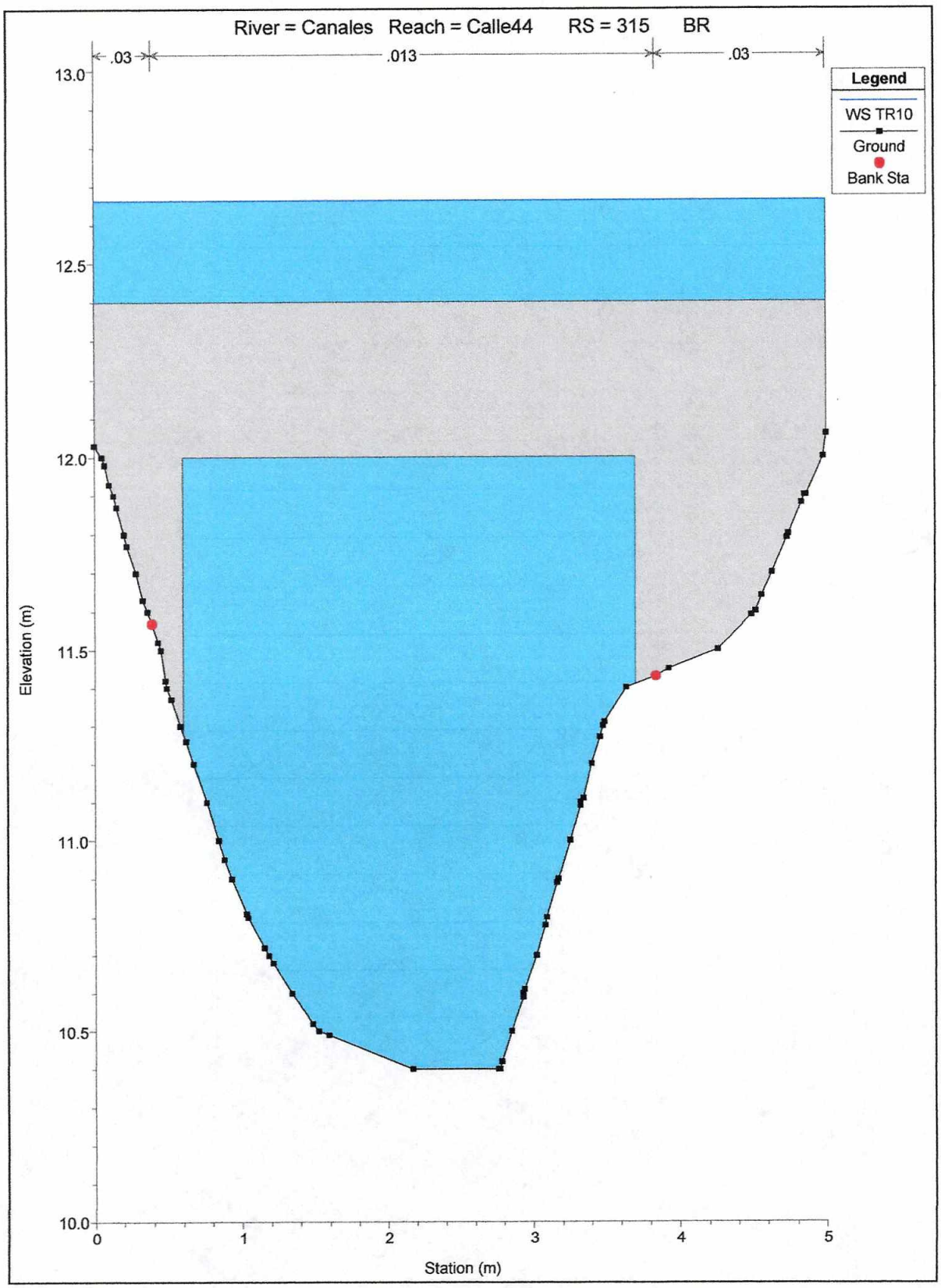

River = Canales Reach = Calle44 RS = 399.9998
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

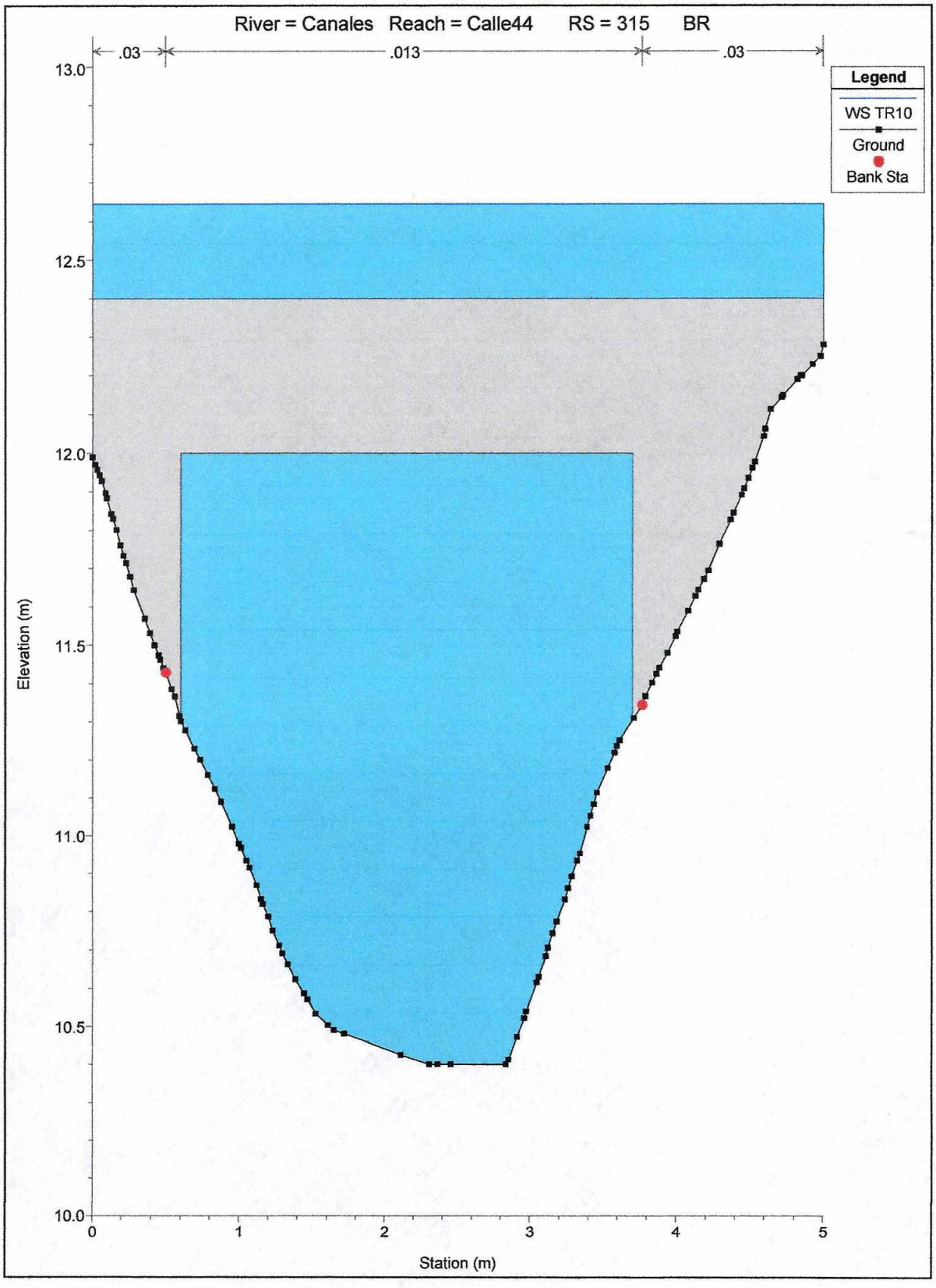

River = Canales Reach = Calle44 RS = 379.9998
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

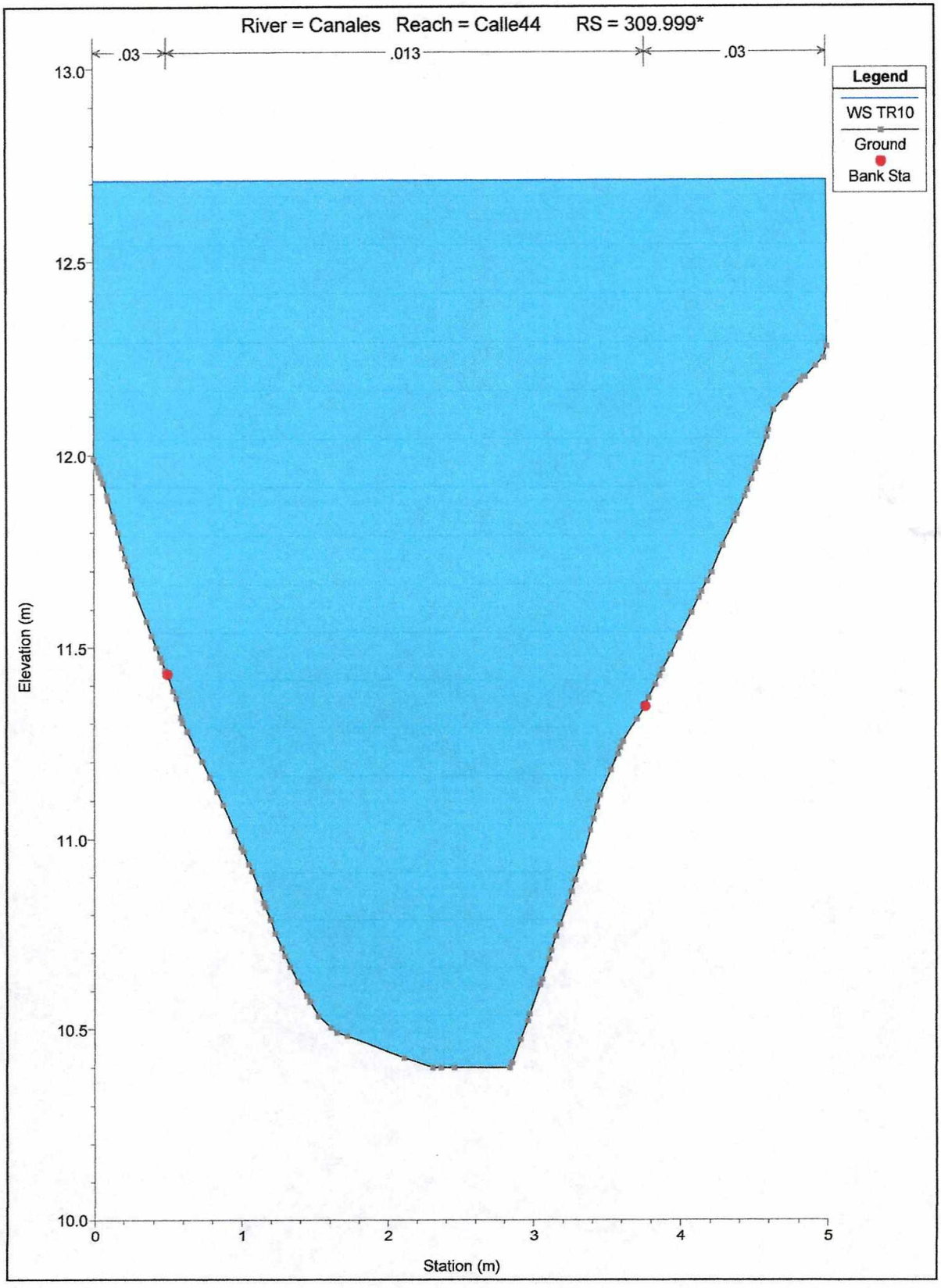

River = Canales Reach = Calle44 RS = 359.9998
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

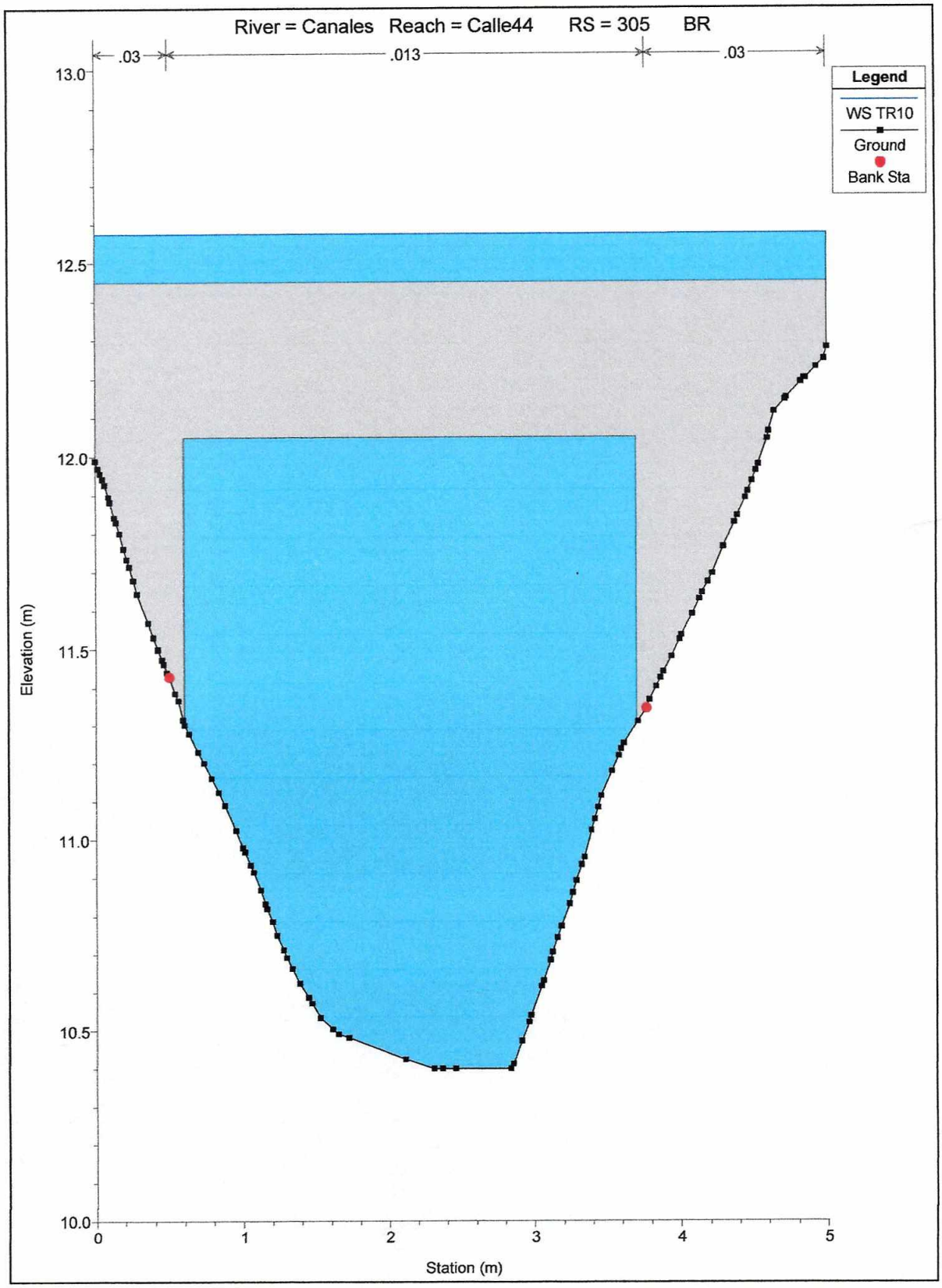

River = Canales Reach = Calle44 RS = 340
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
10.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

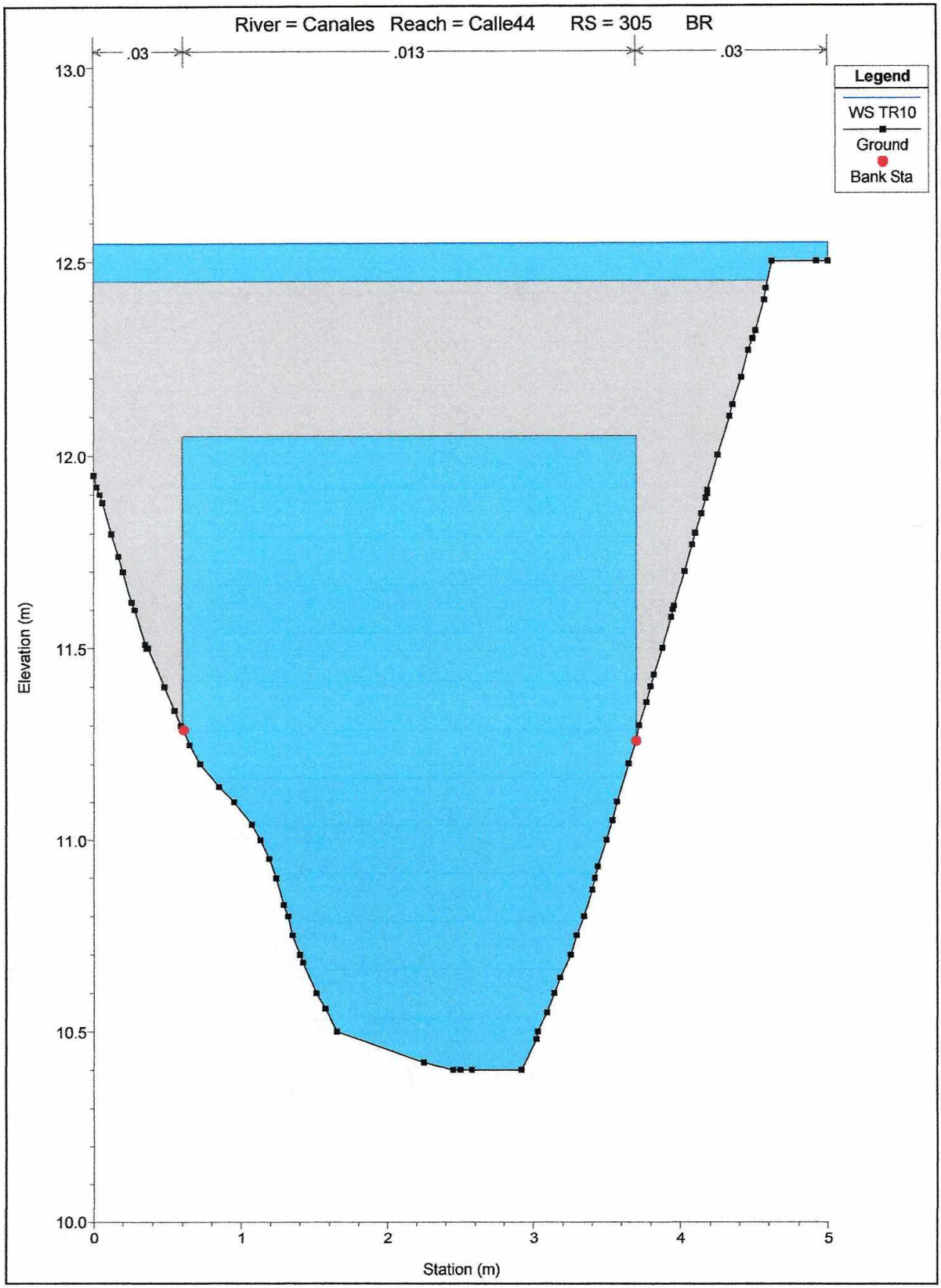

River = Canales Reach = Calle44 RS = 319.9998
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
10.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

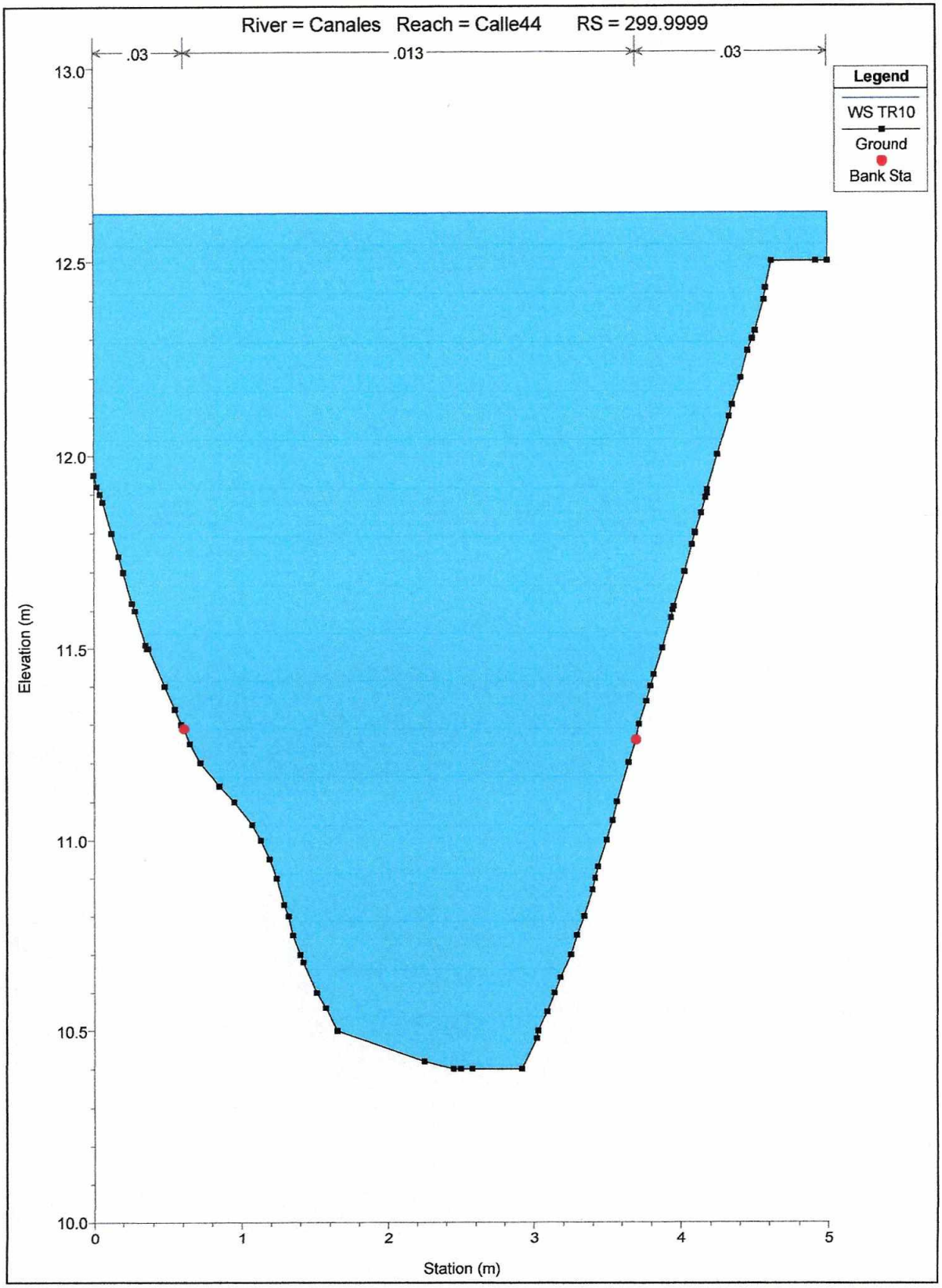

River = Canales Reach = Calle44 RS = 315 BR
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
10.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

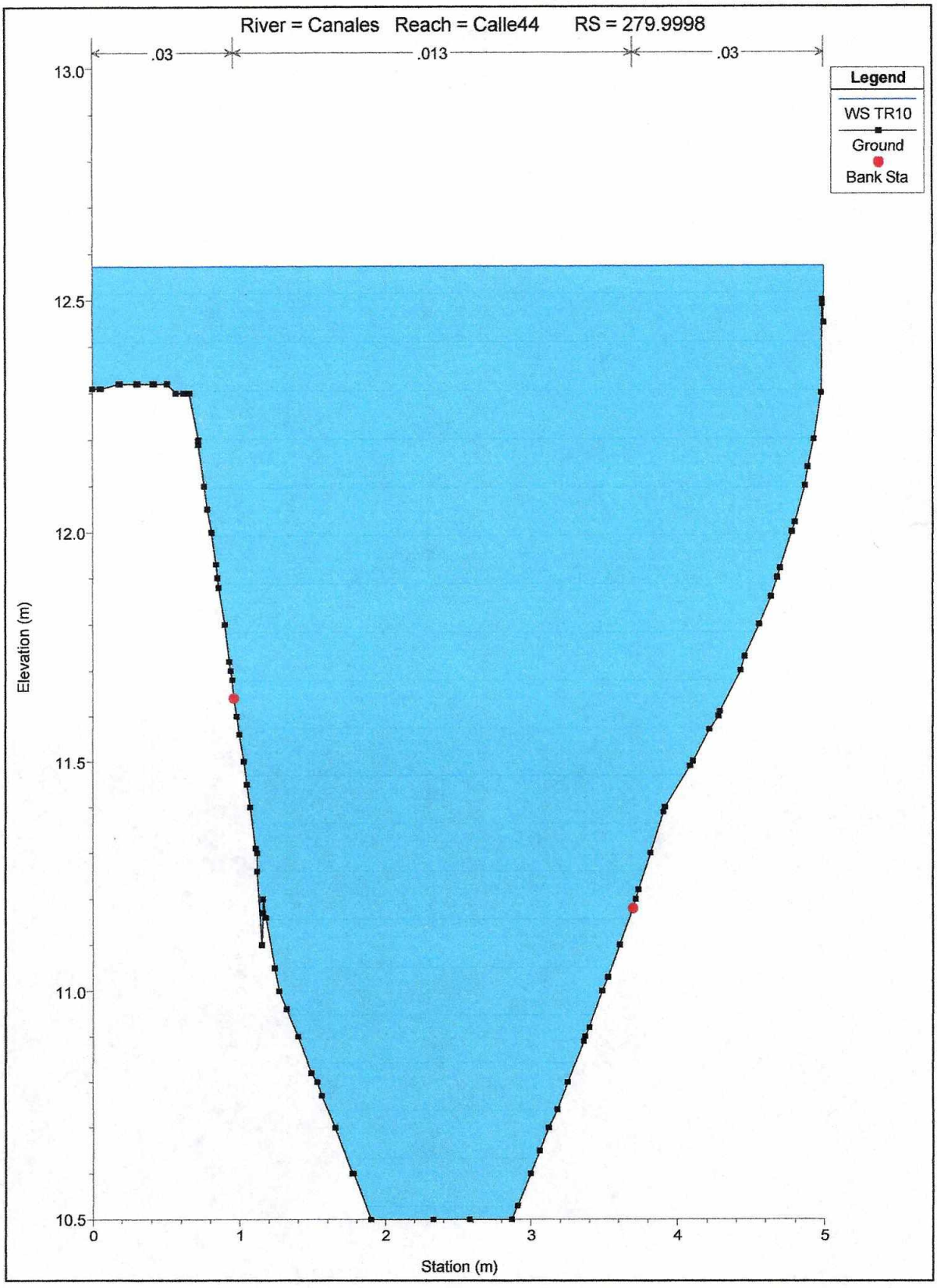

River = Canales Reach = Calle44 RS = 315 BR
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
10.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

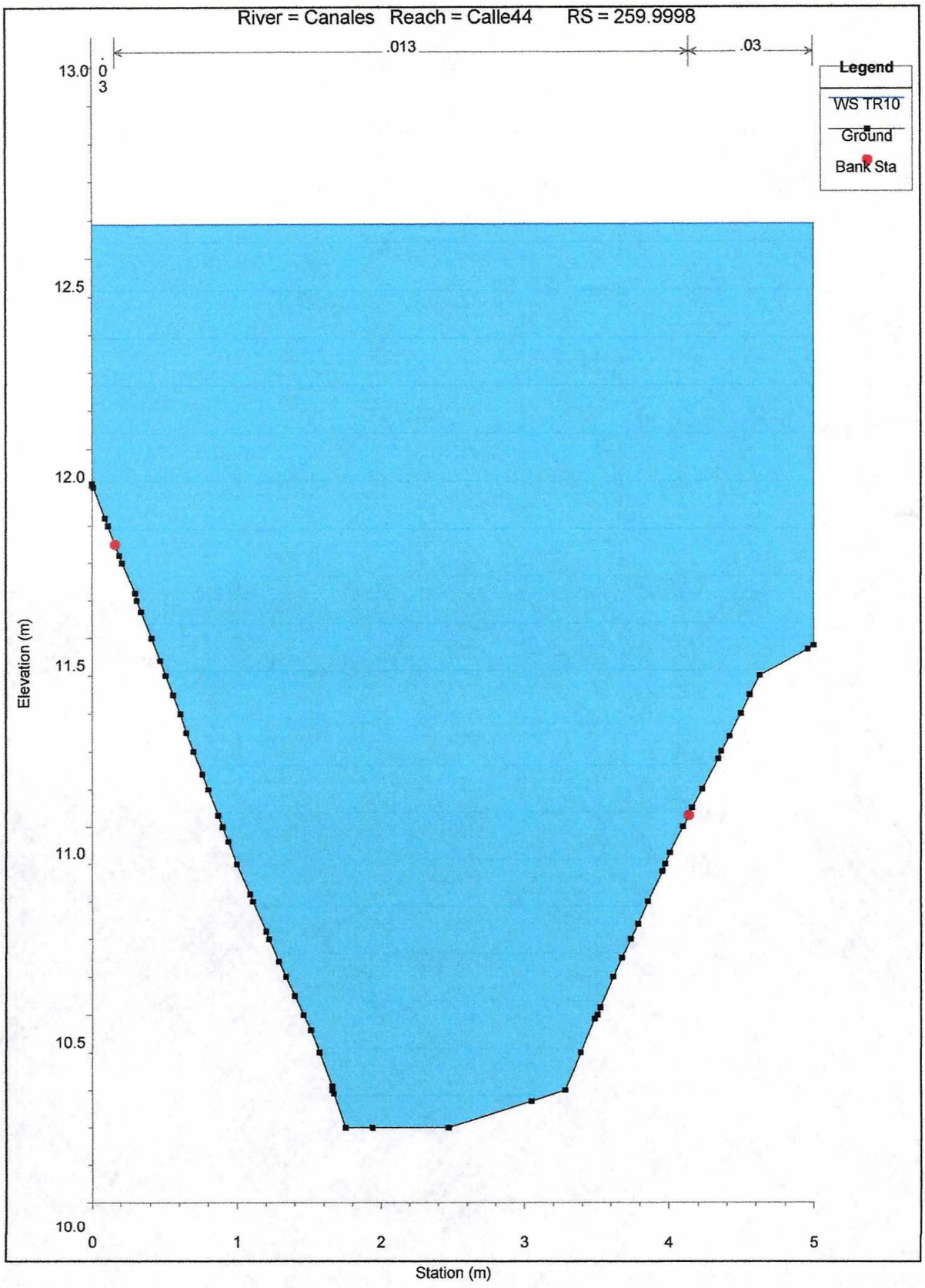

River = Canales Reach = Calle44 RS = 309.999*
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
10.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

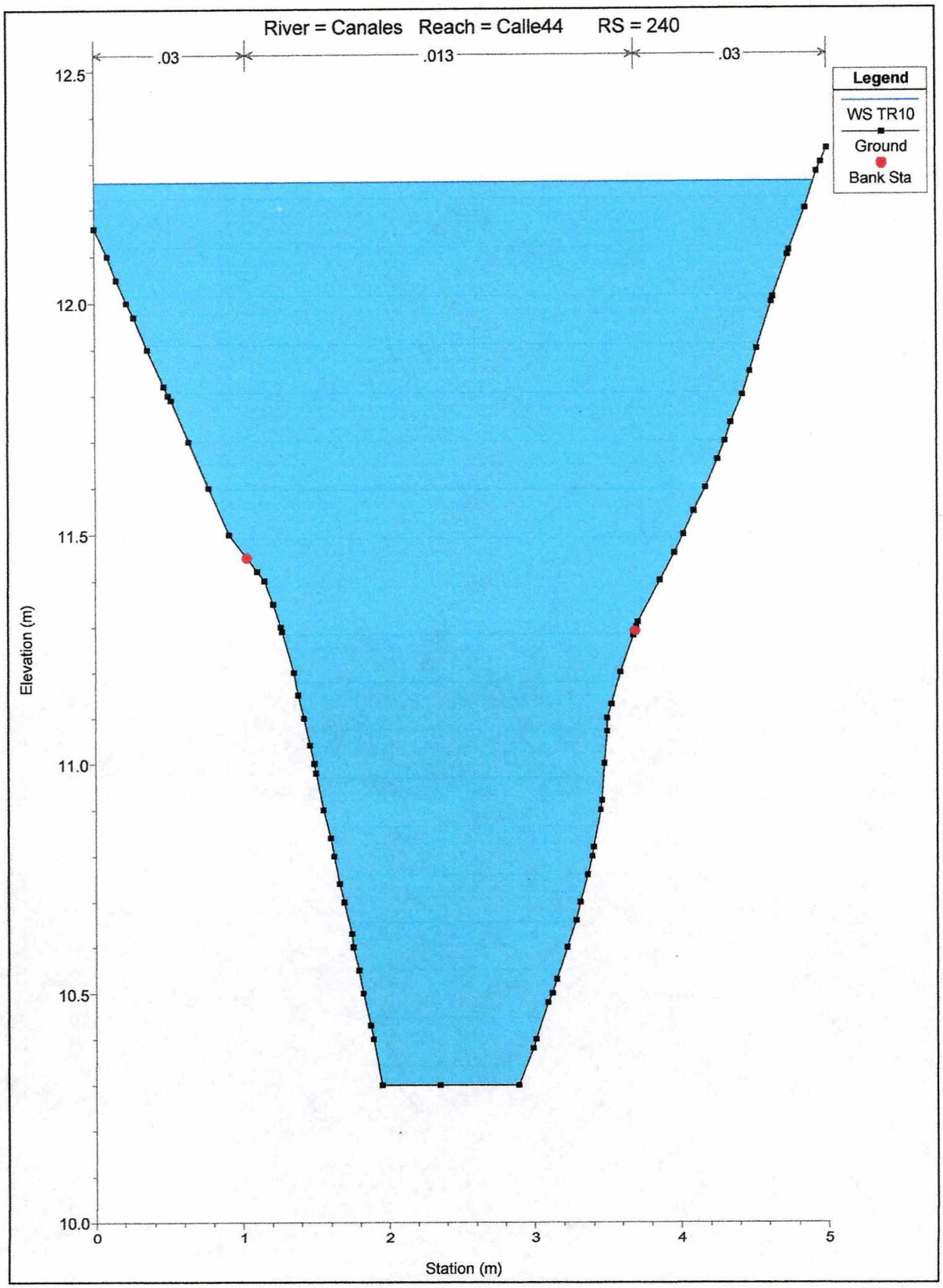

River = Canales Reach = Calle44 RS = 305 BR
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
10.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

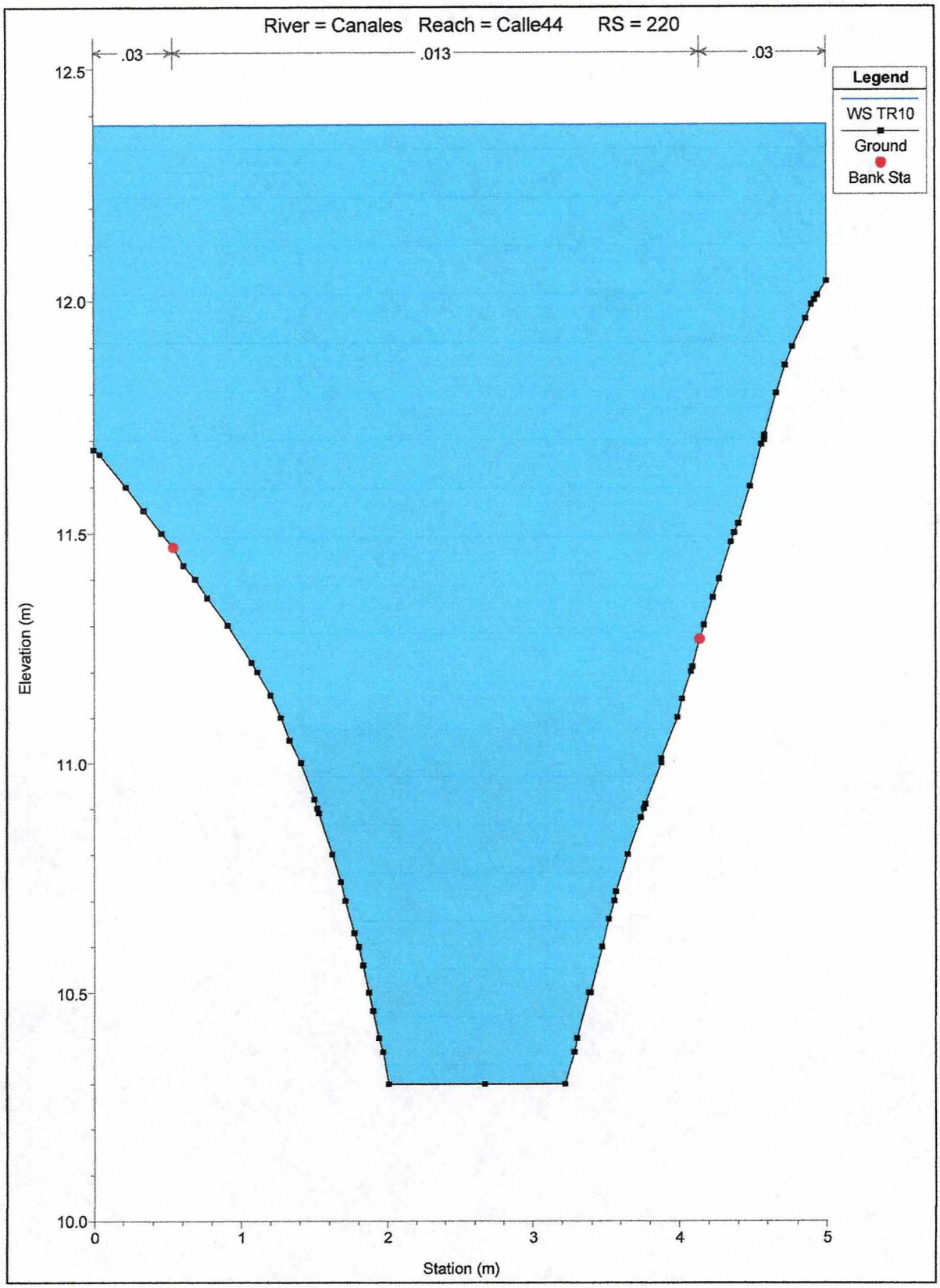

River = Canales Reach = Calle44 RS = 305 BR
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
10.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

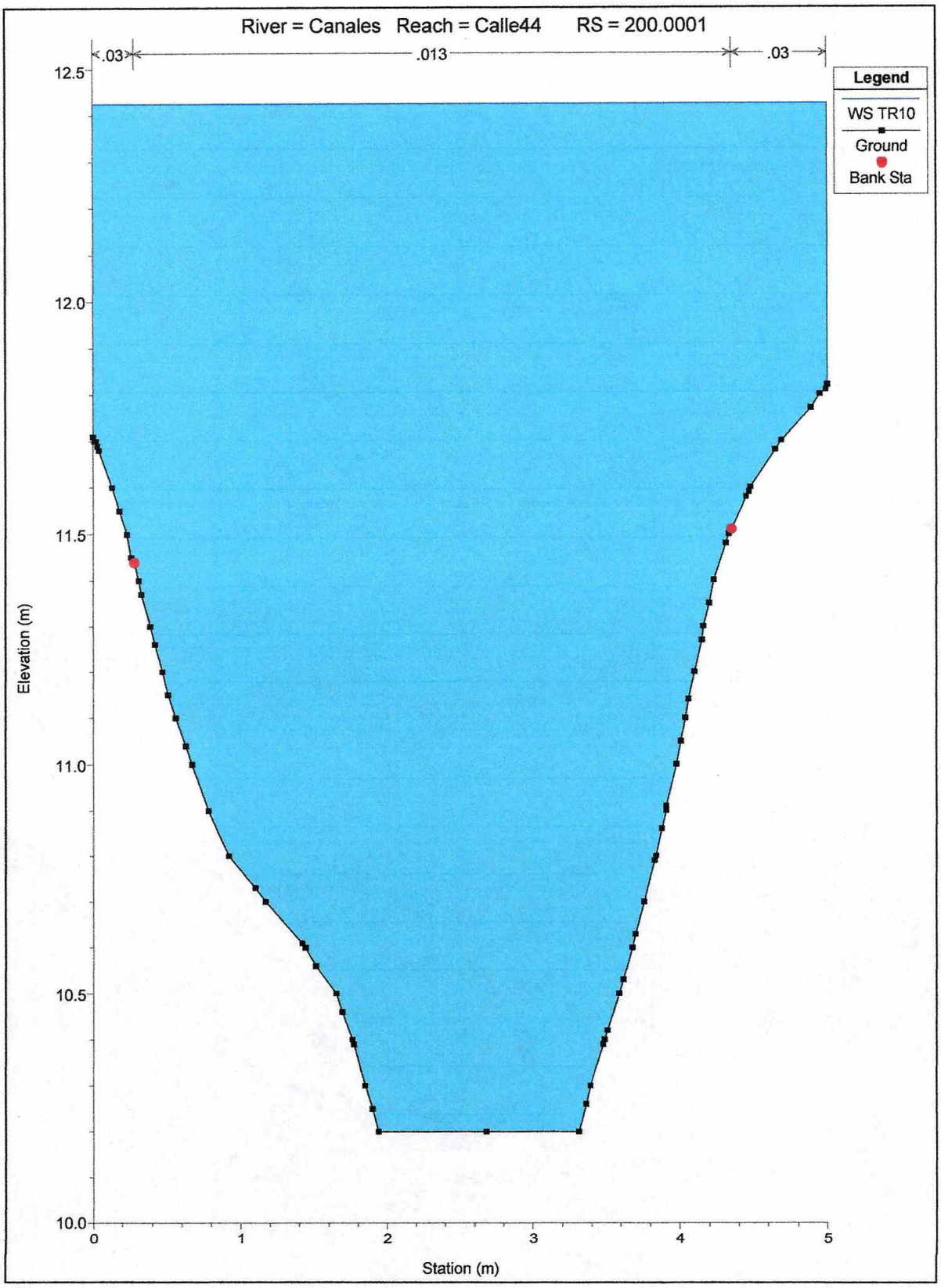

River = Canales Reach = Calle44 RS = 299.9999
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
10.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

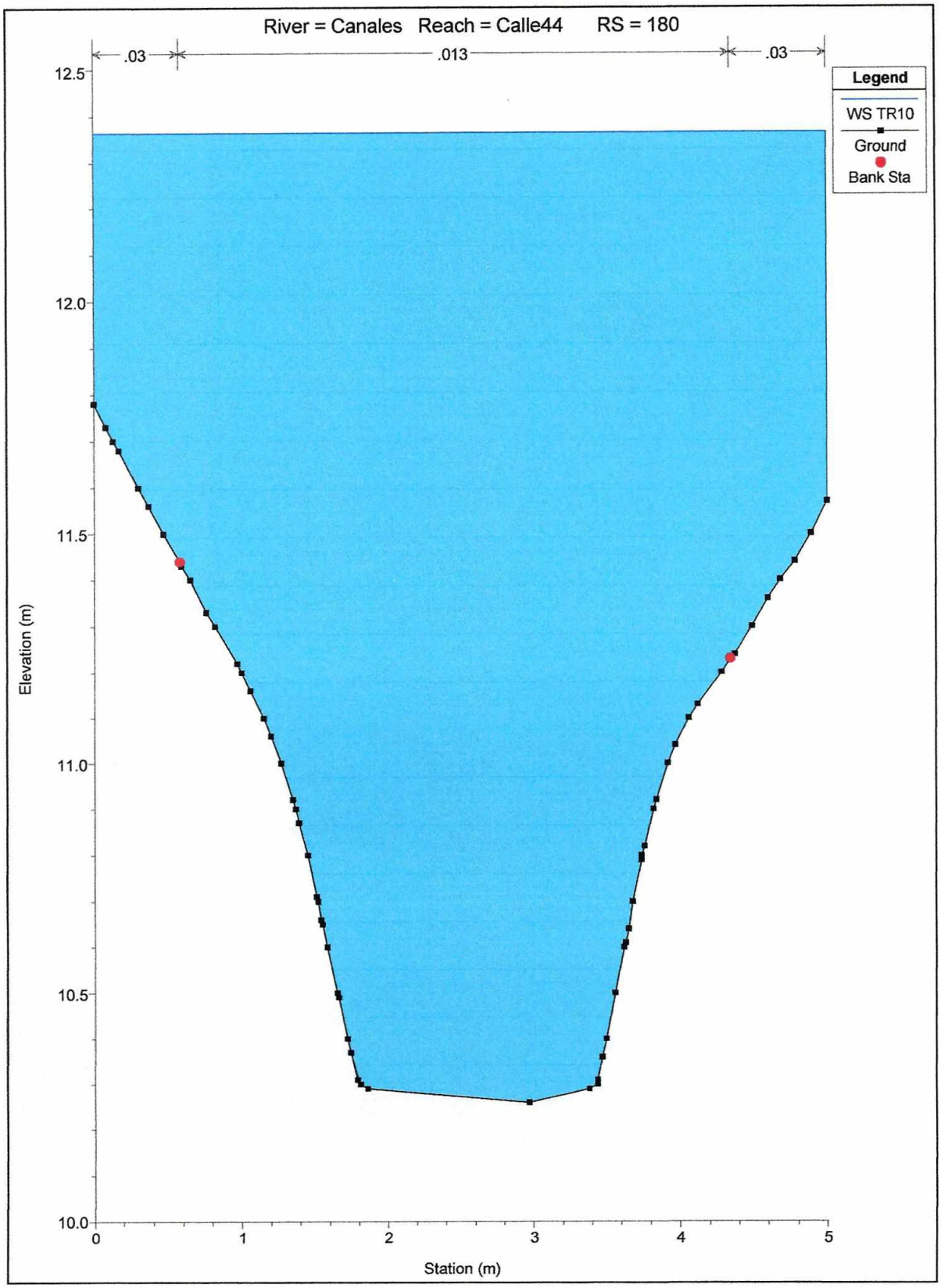

River = Canales Reach = Calle44 RS = 279.9998
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

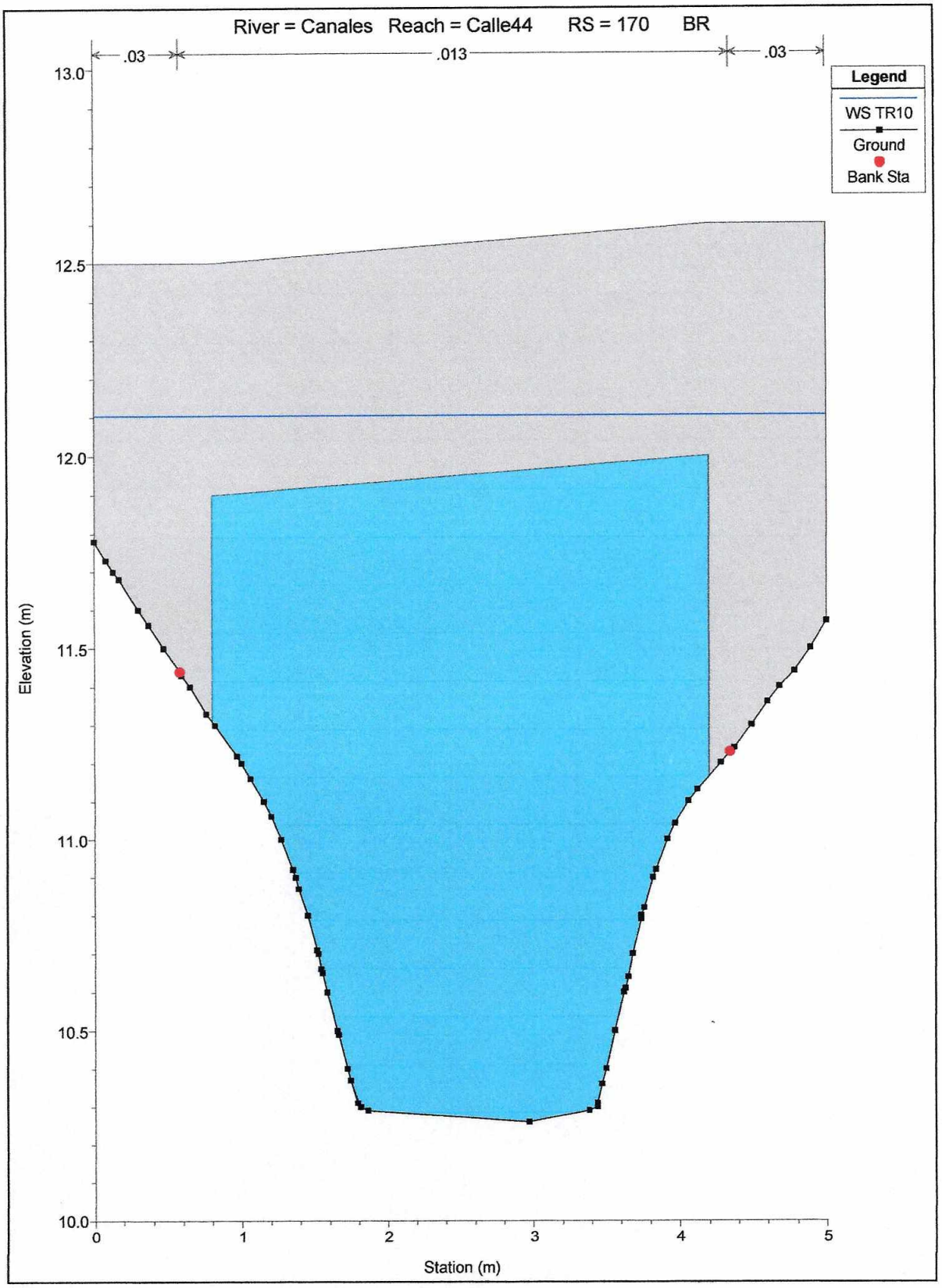

River = Canales Reach = Calle44 RS = 259.9998
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
10.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

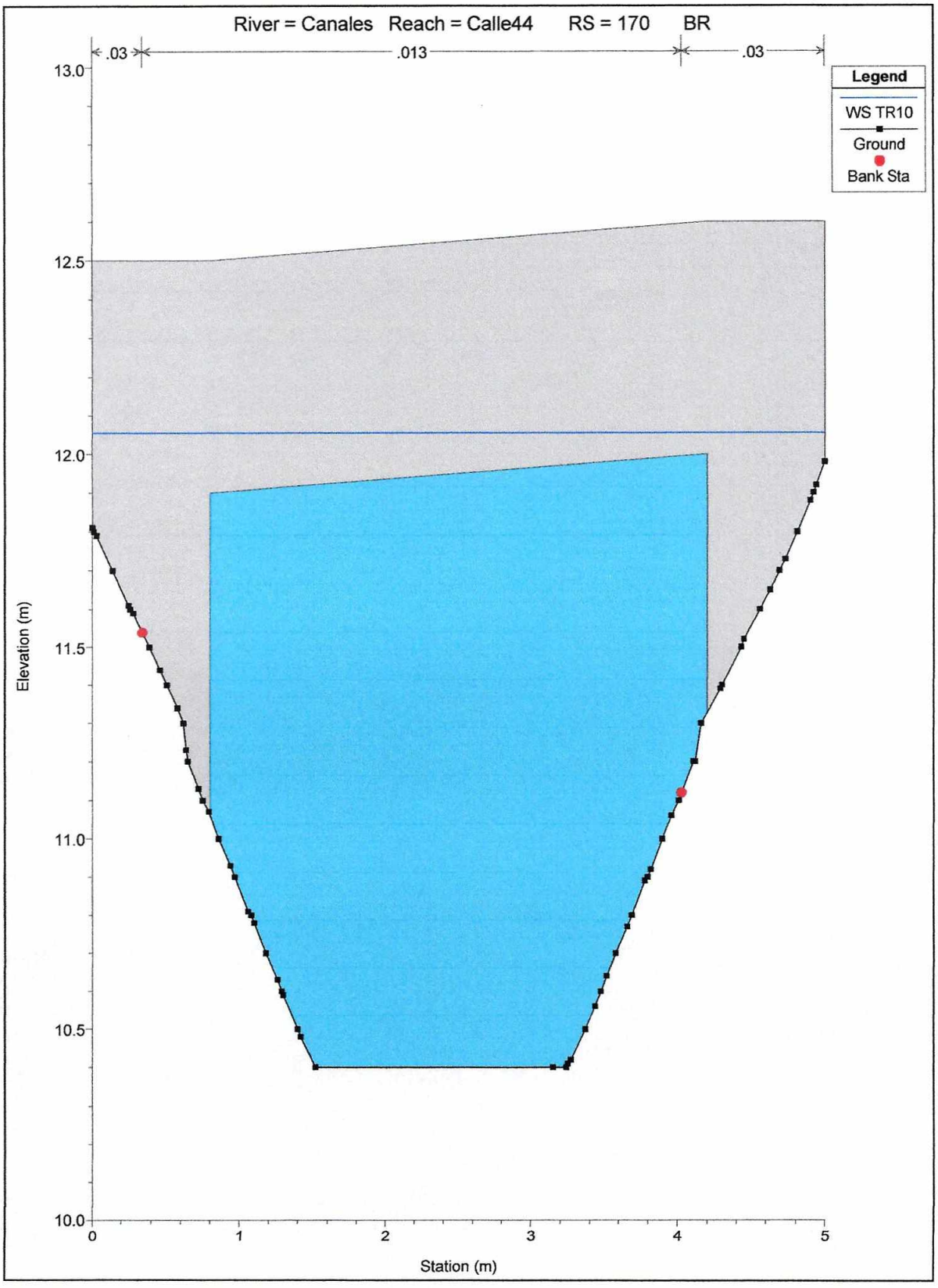

River = Canales Reach = Calle44 RS = 240
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
10.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

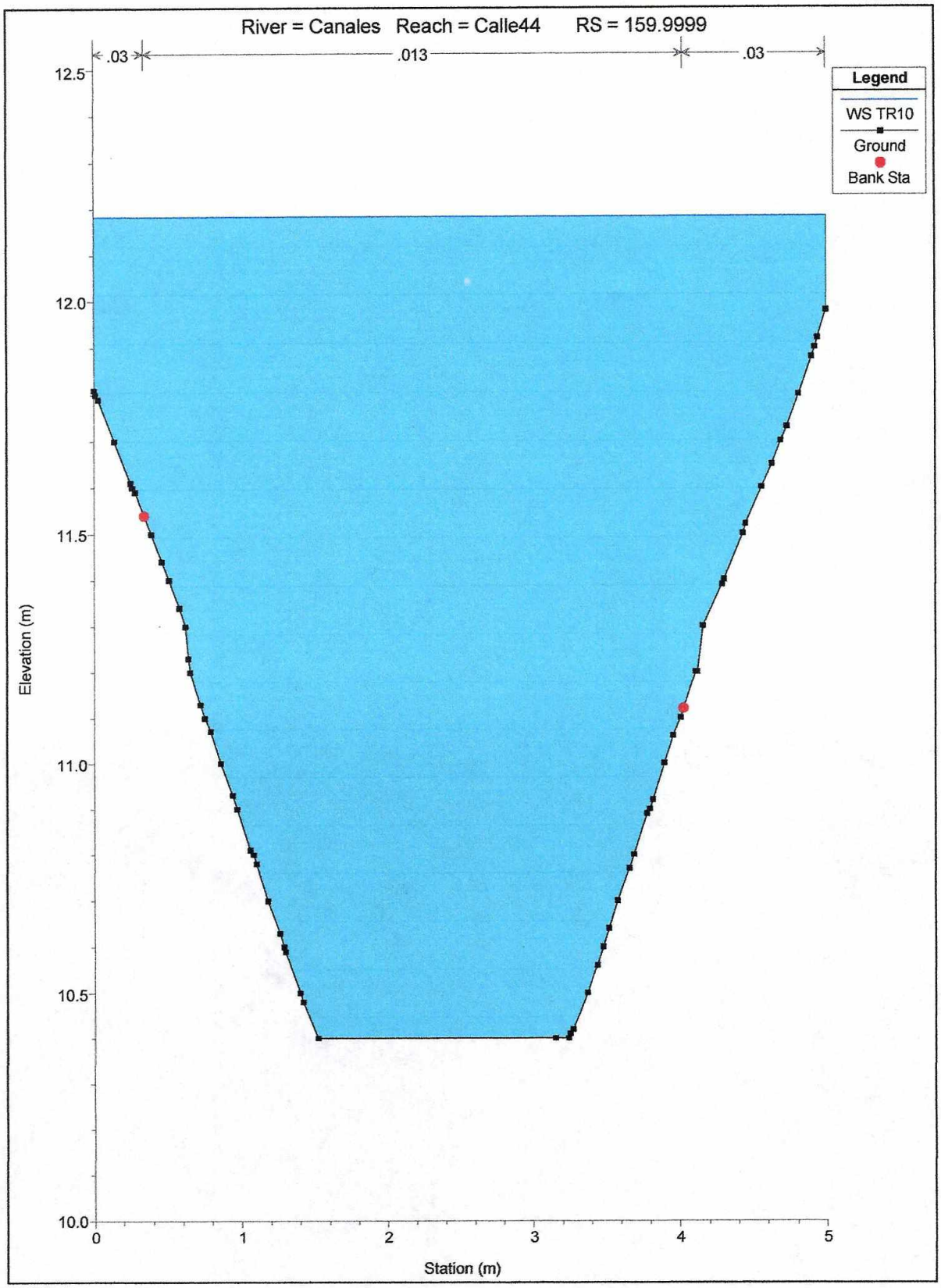

River = Canales Reach = Calle44 RS = 220
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
10.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

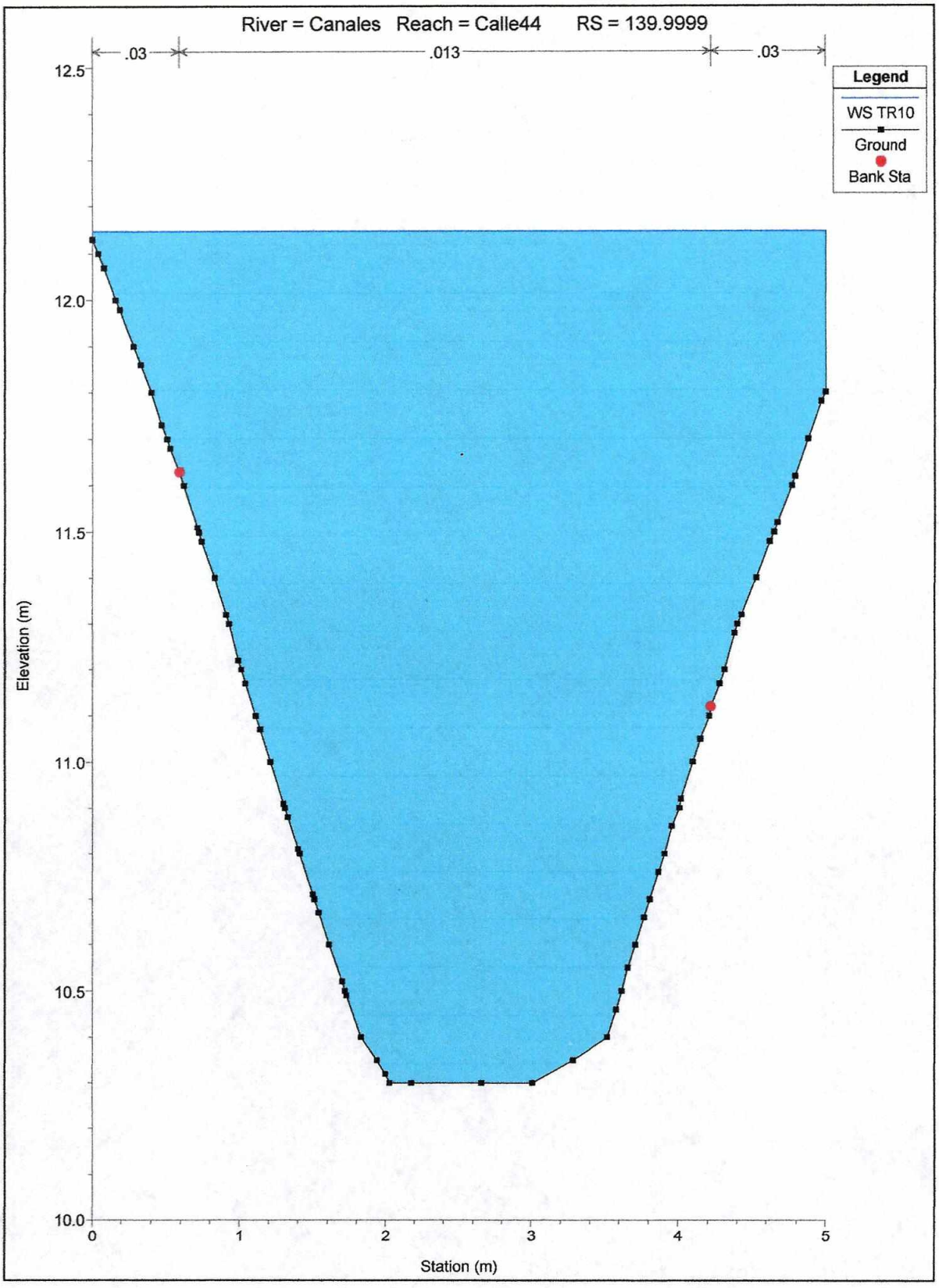

River = Canales Reach = Calle44 RS = 200.0001
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
10.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

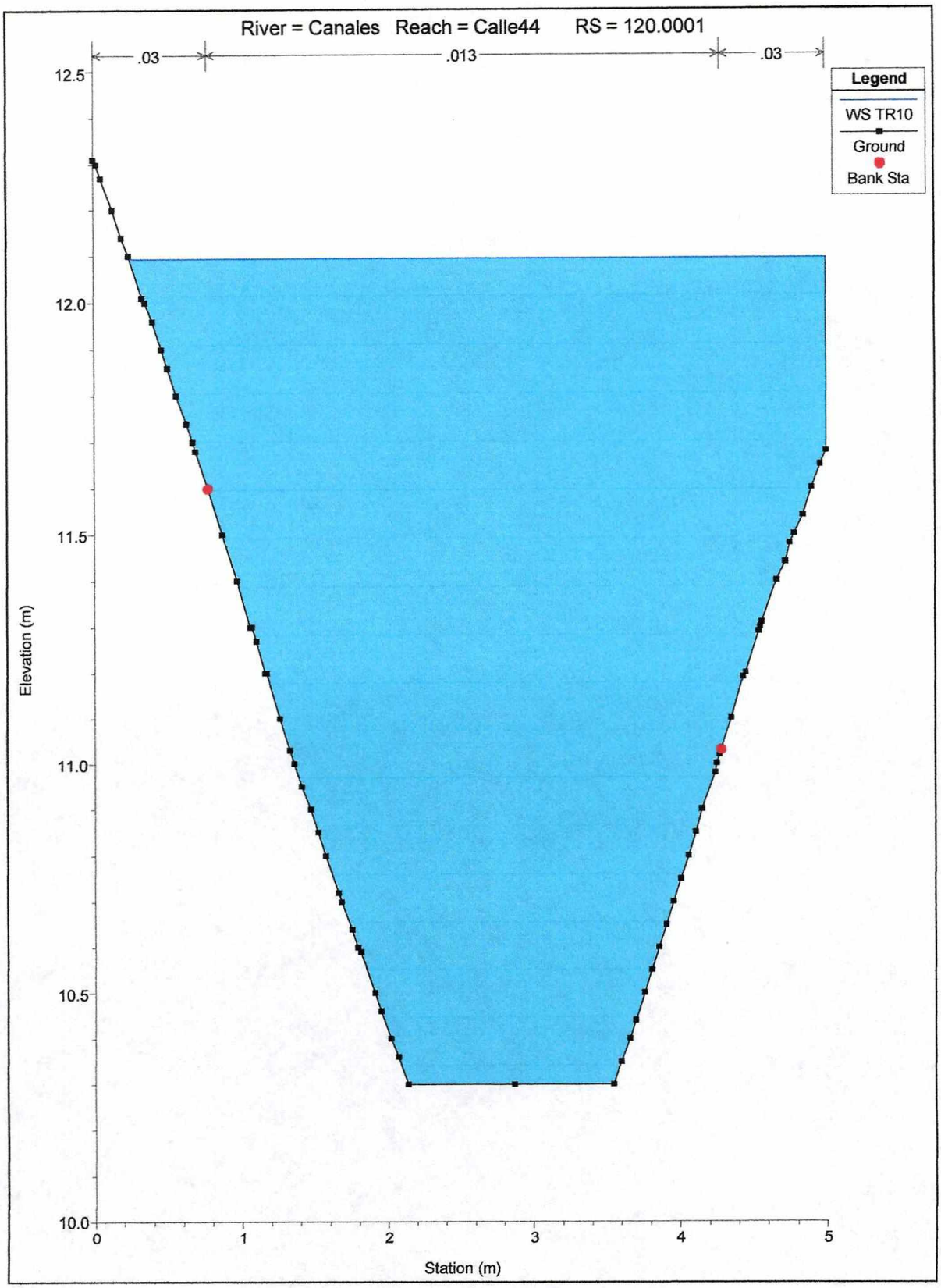

River = Canales Reach = Calle44 RS = 180
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
10.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

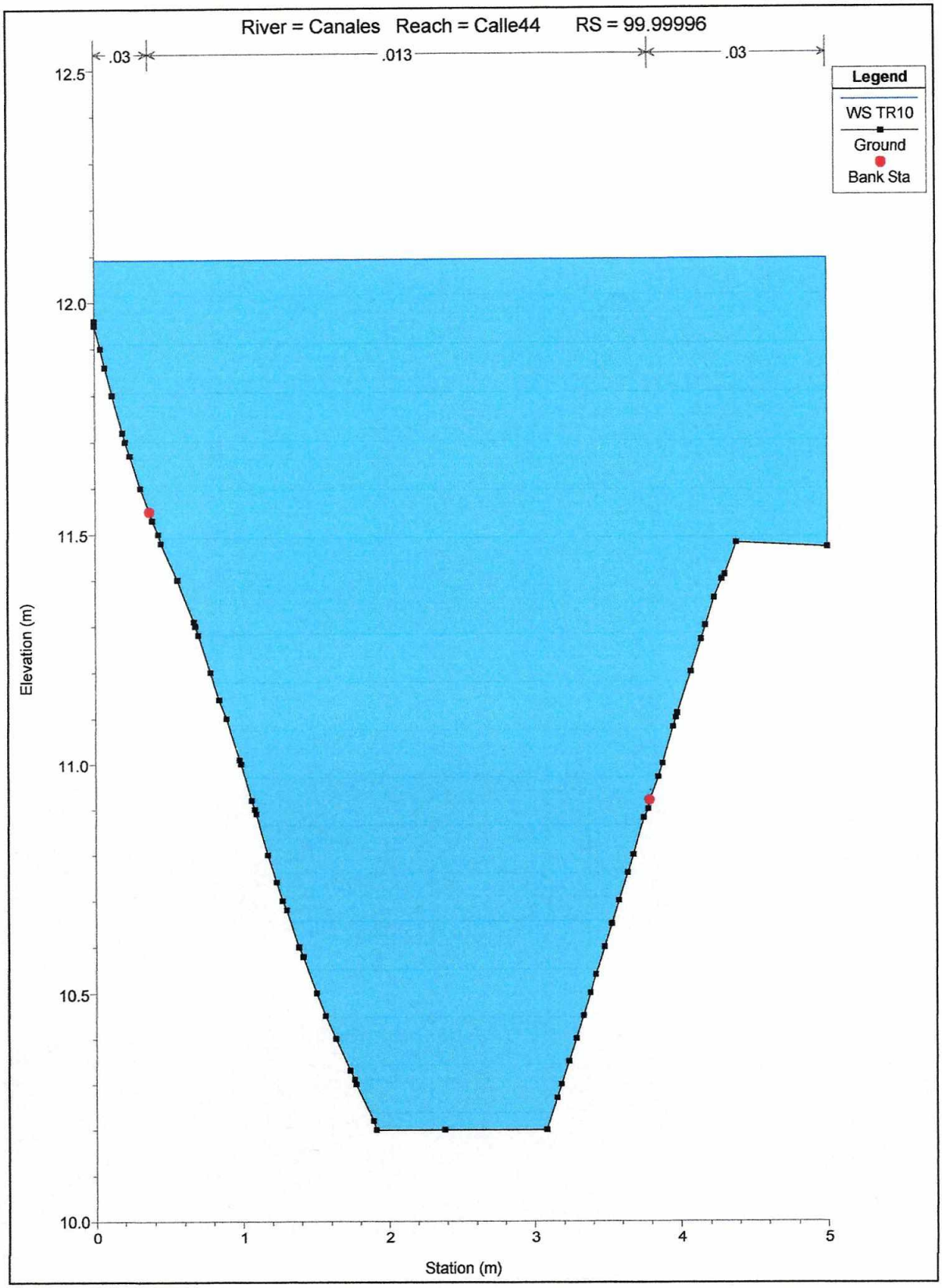

River = Canales Reach = Calle44 RS = 170 BR
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
10.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

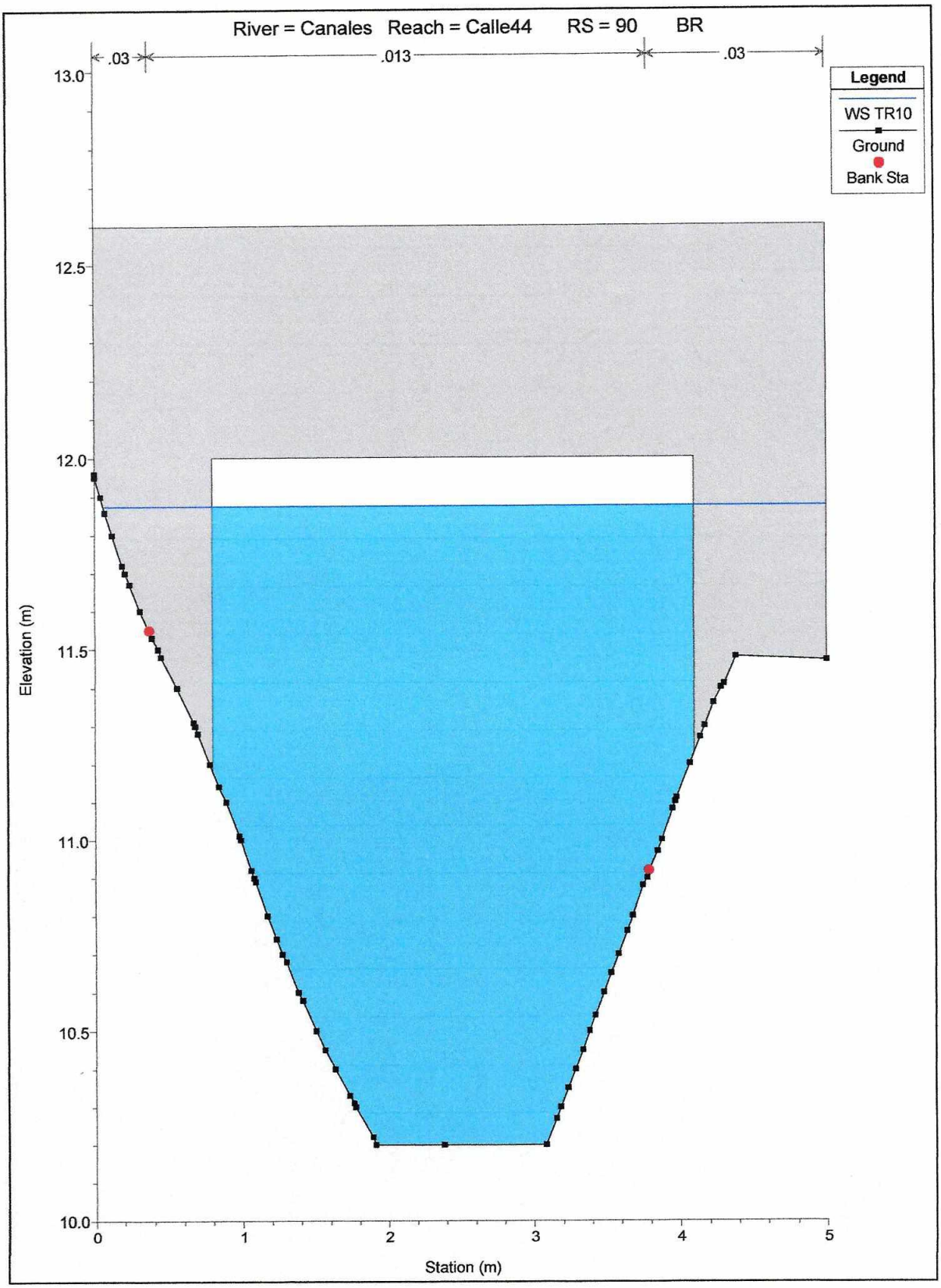

River = Canales Reach = Calle44 RS = 170 BR
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
10.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

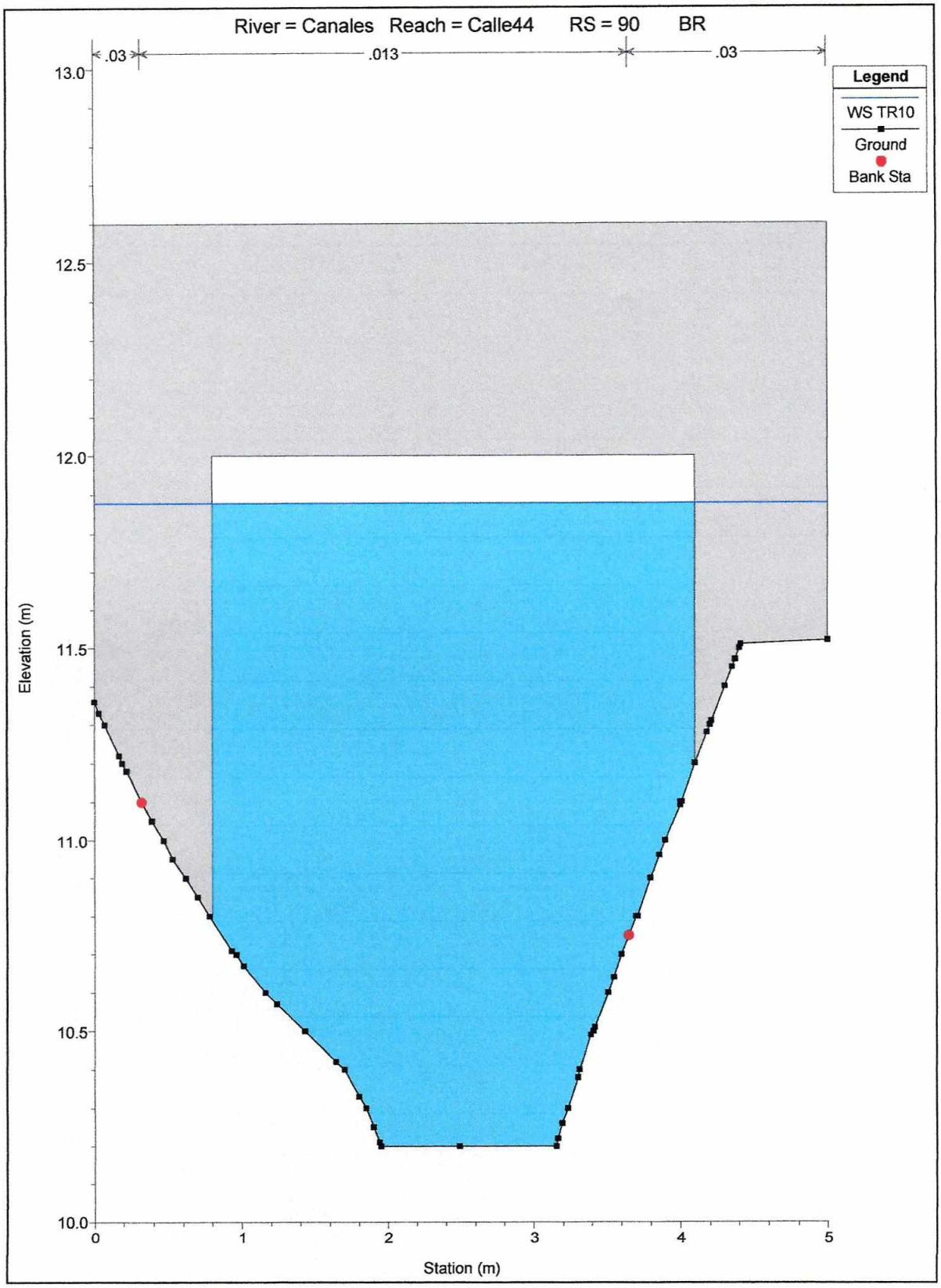

River = Canales Reach = Calle44 RS = 159.9999
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
10.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

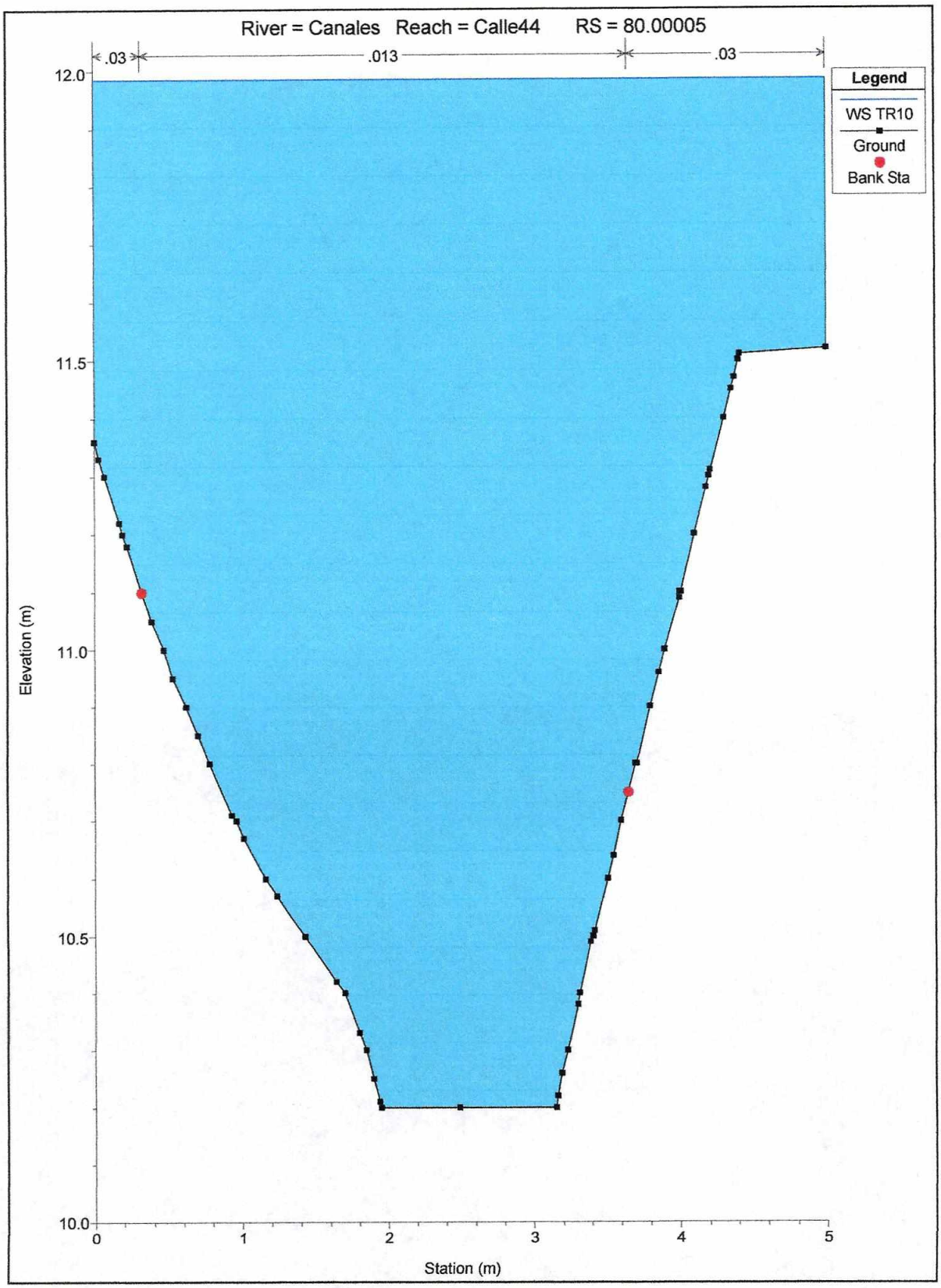

River = Canales Reach = Calle44 RS = 139.9999
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
10.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

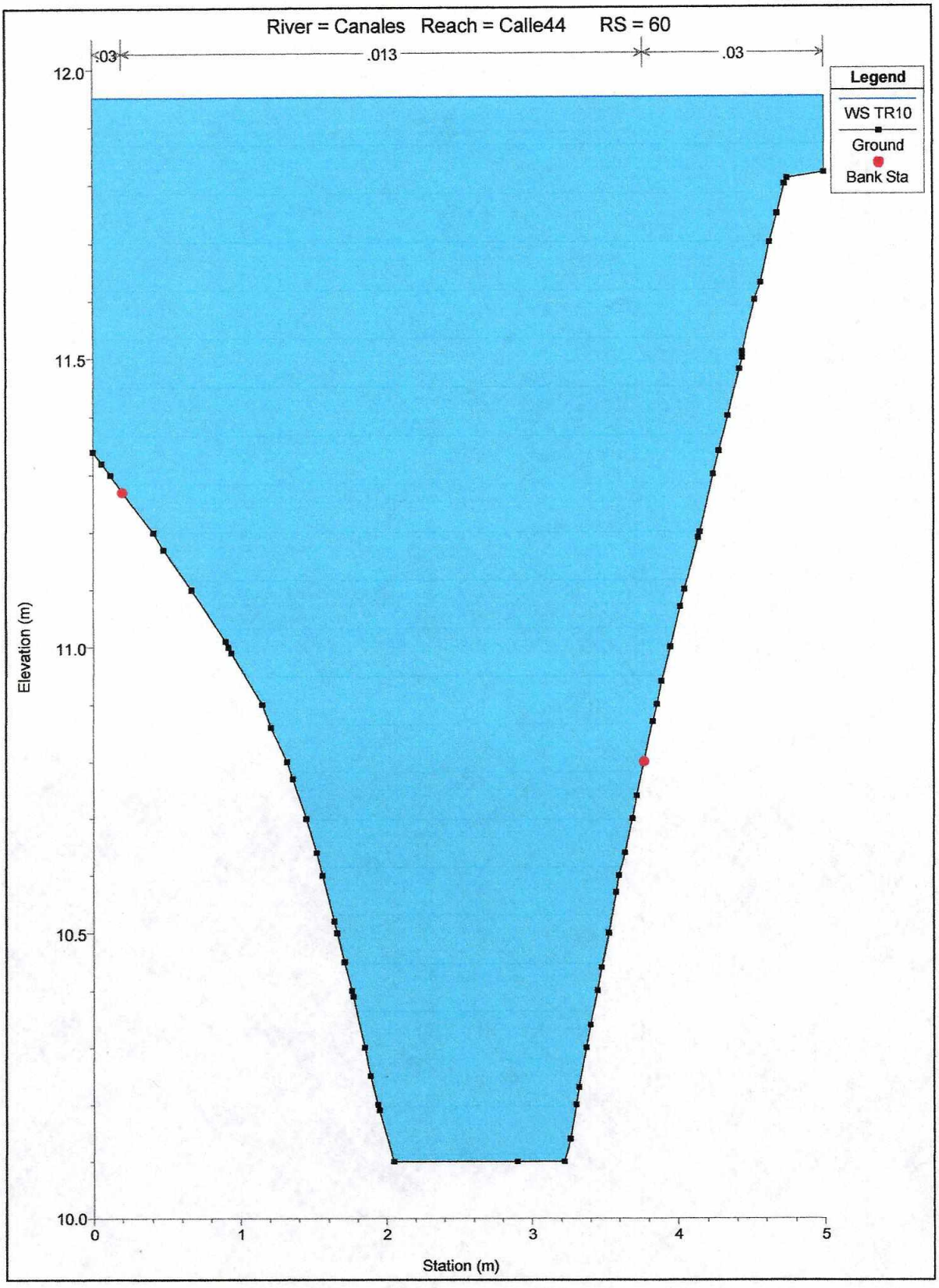

River = Canales Reach = Calle44 RS = 120.0001
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
10.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

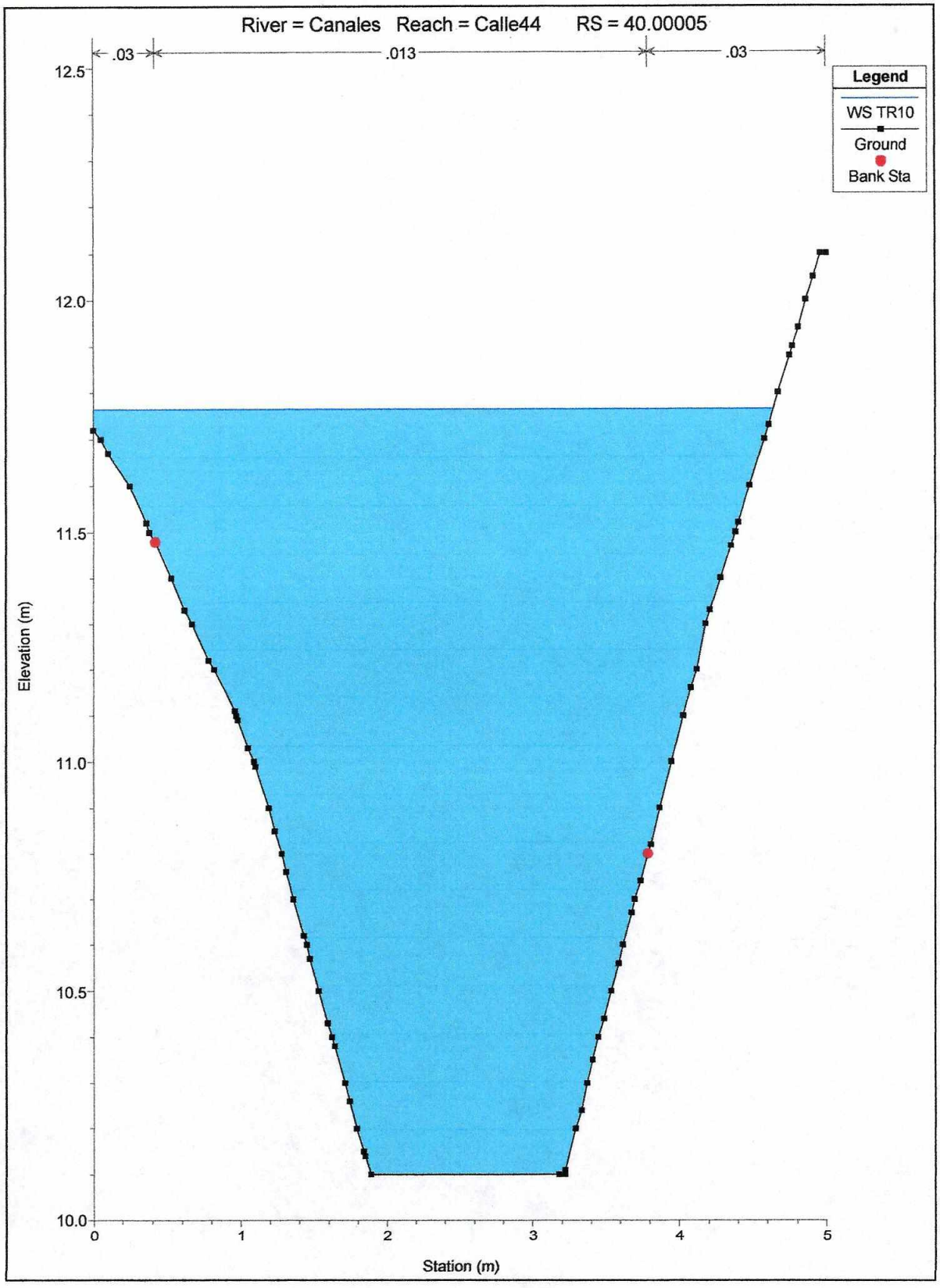

River = Canales Reach = Calle44 RS = 99.99996
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
10.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

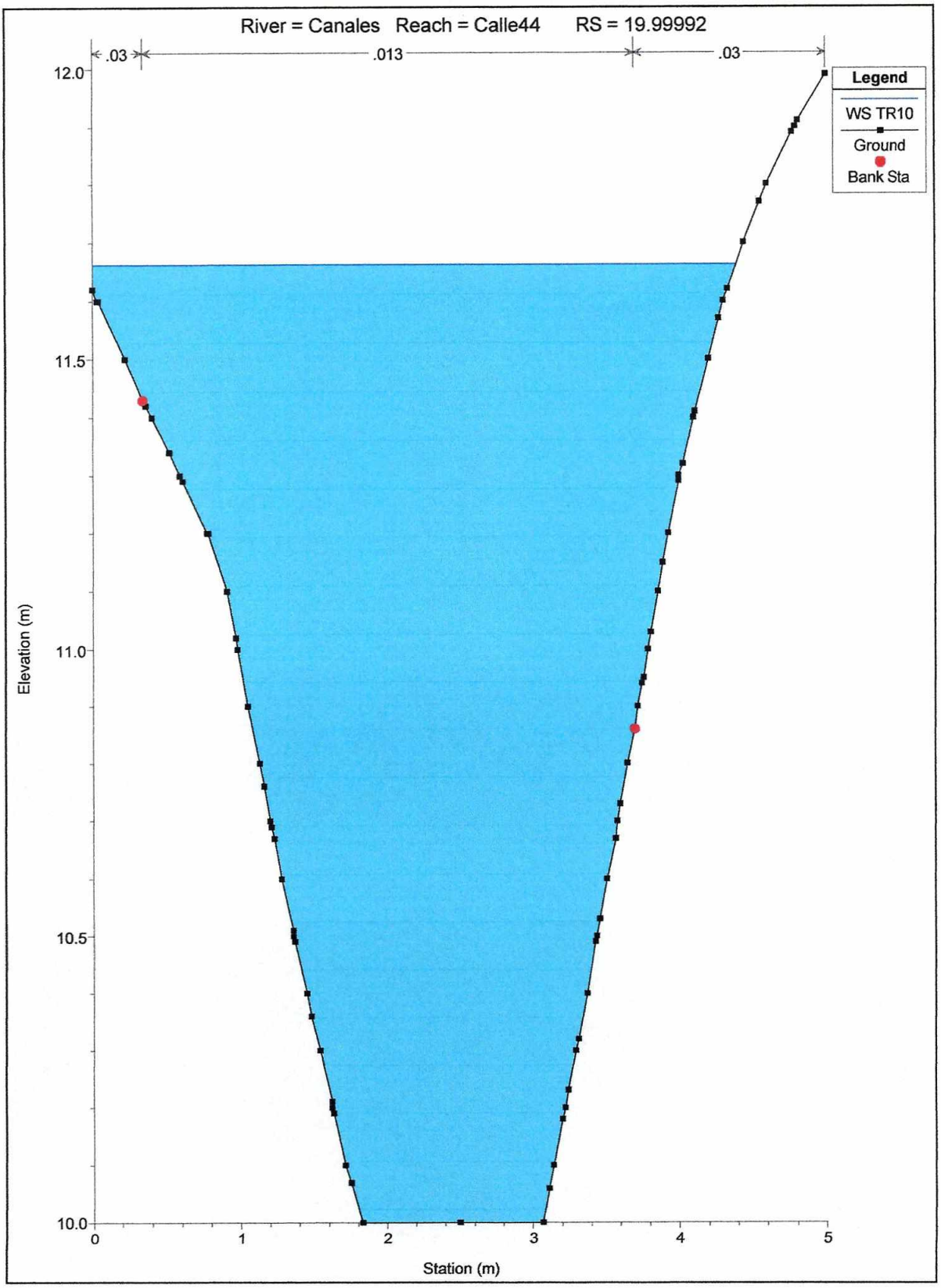

River = Canales Reach = Calle44 RS = 90 BR
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
10.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)


River = Canales Reach = Calle44 RS = 90 BR
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
13.0
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
10.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)


River = Canales Reach = Calle44 RS = 80.00005
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
12.0
11.5
11.0
10.5
10.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)


River = Canales Reach = Calle44 RS = 60
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
12.0
11.5
11.0
10.5
10.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)


River = Canales Reach = Calle44 RS = 40.00005
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
12.5
12.0
11.5
11.0
10.5
10.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)


River = Canales Reach = Calle44 RS = 19.99992
.03
.013
.03
Legend
WS TR10
Ground
Bank Sta
12.0
11.5
11.0
10.5
10.0
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
Station (m)

ANEXO 2.

CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS CONDICIONES ACTUALES

HEC-RAS Plan:

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)	
Calle44	1020	TR2	3.64	11.80	12.92		12.96	0.000220	0.98	3.83	4.96	0.31
Calle44	1020	TR5	4.59	11.80	13.26		13.31	0.000126	0.91	5.57	5.00	0.25
Calle44	1020	TR10	5.17	11.80	13.33		13.38	0.000136	0.97	5.90	5.00	0.26
Calle44	1020	TR20	5.74	11.80	13.39		13.44	0.000145	1.03	6.20	5.00	0.27
Calle44	999.9999	TR2	3.64	11.80	12.89		12.96	0.000293	1.18	3.62	5.00	0.38
Calle44	999.9999	TR5	4.59	11.80	13.25		13.30	0.000156	1.06	5.42	5.00	0.29
Calle44	999.9999	TR10	5.17	11.80	13.31		13.37	0.000168	1.14	5.73	5.00	0.31
Calle44	999.9999	TR20	5.74	11.80	13.37		13.44	0.000181	1.21	6.02	5.00	0.32
Calle44	979.9999	TR2	3.64	11.70	12.88		12.95	0.000299	1.21	3.67	5.00	0.39
Calle44	979.9999	TR5	4.59	11.70	13.24		13.30	0.000159	1.09	5.49	5.00	0.30
Calle44	979.9999	TR10	5.17	11.70	13.31		13.37	0.000173	1.17	5.80	5.00	0.31
Calle44	979.9999	TR20	5.74	11.70	13.36		13.43	0.000186	1.24	6.08	5.00	0.33
Calle44	959.9999	TR2	3.64	11.60	12.88		12.94	0.000239	1.16	3.90	5.00	0.35
Calle44	959.9999	TR5	4.59	11.60	13.24		13.29	0.000139	1.06	5.71	5.00	0.28
Calle44	959.9999	TR10	5.17	11.60	13.30		13.37	0.000153	1.15	6.02	5.00	0.29
Calle44	959.9999	TR20	5.74	11.60	13.36		13.43	0.000166	1.22	6.30	5.00	0.31
Calle44	939.9999	TR2	3.64	11.70	12.88		12.94	0.000256	1.15	4.04	5.00	0.36
Calle44	939.9999	TR5	4.59	11.70	13.24		13.29	0.000144	1.05	5.86	5.00	0.28
Calle44	939.9999	TR10	5.17	11.70	13.30		13.36	0.000158	1.13	6.17	5.00	0.30
Calle44	939.9999	TR20	5.74	11.70	13.36		13.43	0.000171	1.21	6.45	5.00	0.31
Calle44	919.9999	TR2	3.64	11.60	12.89		12.93	0.000108	0.83	5.10	5.00	0.25
Calle44	919.9999	TR5	4.59	11.60	13.25		13.28	0.000068	0.79	6.90	5.00	0.21
Calle44	919.9999	TR10	5.17	11.60	13.32		13.35	0.000075	0.85	7.22	5.00	0.22
Calle44	919.9999	TR20	5.74	11.60	13.37		13.42	0.000081	0.91	7.51	5.00	0.23
Calle44	899.9999	TR2	3.64	11.40	12.89		12.92	0.000136	0.91	5.04	5.00	0.27
Calle44	899.9999	TR5	4.59	11.40	13.25		13.28	0.000088	0.87	6.84	5.00	0.22
Calle44	899.9999	TR10	5.17	11.40	13.31		13.35	0.000098	0.94	7.16	5.00	0.24
Calle44	899.9999	TR20	5.74	11.40	13.37		13.41	0.000107	1.01	7.44	5.00	0.25
Calle44	879.9999	TR2	3.64	11.40	12.89		12.92	0.000112	0.85	5.17	5.00	0.25
Calle44	879.9999	TR5	4.59	11.40	13.25		13.28	0.000073	0.82	6.97	5.00	0.21
Calle44	879.9999	TR10	5.17	11.40	13.31		13.35	0.000081	0.88	7.29	5.00	0.22
Calle44	879.9999	TR20	5.74	11.40	13.37		13.41	0.000089	0.95	7.57	5.00	0.23
Calle44	859.9999	TR2	3.64	11.40	12.88	12.12	12.92	0.000113	0.87	5.38	5.00	0.25
Calle44	859.9999	TR5	4.59	11.40	13.24	12.22	13.28	0.000076	0.85	7.18	5.00	0.21
Calle44	859.9999	TR10	5.17	11.40	13.31	12.27	13.35	0.000085	0.92	7.50	5.00	0.23
Calle44	859.9999	TR20	5.74	11.40	13.36	12.31	13.41	0.000094	0.99	7.78	5.00	0.24
Calle44	840		Bridge									
Calle44	819.9999	TR2	5.62	11.40	12.62	12.59	13.03	0.002038	2.87	2.17	3.26	0.91
Calle44	819.9999	TR5	7.09	11.40	12.84	12.76	13.24	0.001580	2.87	3.12	5.00	0.83
Calle44	819.9999	TR10	7.98	11.40	13.03	12.90	13.37	0.001136	2.68	4.07	5.00	0.72
Calle44	819.9999	TR20	8.85	11.40	13.09	12.97	13.46	0.001197	2.83	4.36	5.00	0.74
Calle44	799.9998	TR2	5.62	11.30	12.80		12.93	0.000461	1.63	4.08	5.00	0.47
Calle44	799.9998	TR5	7.09	11.30	13.00		13.15	0.000419	1.73	5.10	5.00	0.46
Calle44	799.9998	TR10	7.98	11.30	13.15		13.30	0.000374	1.74	5.83	5.00	0.44
Calle44	799.9998	TR20	8.85	11.30	13.22		13.38	0.000396	1.84	6.17	5.00	0.46
Calle44	779.9999	TR2	5.62	11.20	12.82		12.91	0.000331	1.39	4.82	5.00	0.40
Calle44	779.9999	TR5	7.09	11.20	13.02		13.13	0.000310	1.49	5.84	5.00	0.39
Calle44	779.9999	TR10	7.98	11.20	13.17		13.28	0.000262	1.52	6.58	5.00	0.38
Calle44	779.9999	TR20	8.85	11.20	13.24		13.36	0.000299	1.61	6.93	5.00	0.40
Calle44	759.9999	TR2	5.62	11.20	12.84		12.90	0.000167	1.10	6.11	5.00	0.31
Calle44	759.9999	TR5	7.09	11.20	13.04		13.11	0.000164	1.20	7.14	5.00	0.31
Calle44	759.9999	TR10	7.98	11.20	13.19		13.26	0.000153	1.24	7.87	5.00	0.31
Calle44	759.9999	TR20	8.85	11.20	13.26		13.35	0.000164	1.31	8.23	5.00	0.32
Calle44	739.9998	TR2	5.62	11.20	12.84		12.89	0.000121	0.98	6.39	5.00	0.26
Calle44	739.9998	TR5	7.09	11.20	13.05		13.11	0.000120	1.07	7.42	5.00	0.27
Calle44	739.9998	TR10	7.98	11.20	13.20		13.26	0.000113	1.10	8.16	5.00	0.27
Calle44	739.9998	TR20	8.85	11.20	13.27		13.34	0.000121	1.17	8.52	5.00	0.28
Calle44	719.9999	TR2	5.62	11.10	12.80		12.88	0.000239	1.30	5.57	5.00	0.35
Calle44	719.9999	TR5	7.09	11.10	13.01		13.10	0.000237	1.42	6.58	5.00	0.36
Calle44	719.9999	TR10	7.98	11.10	13.15		13.25	0.000223	1.45	7.31	5.00	0.35
Calle44	719.9999	TR20	8.85	11.10	13.22		13.33	0.000240	1.55	7.65	5.00	0.37

HEC-RAS Plan: (Continued)

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)	
Calle44	699.9999	TR2	5.62	11.10	12.79		12.88	0.000275	1.36	5.37	5.00	0.37
Calle44	699.9999	TR5	7.09	11.10	12.99		13.09	0.000272	1.48	6.37	5.00	0.37
Calle44	699.9999	TR10	7.98	11.10	13.14		13.24	0.000255	1.52	7.10	5.00	0.37
Calle44	699.9999	TR20	8.85	11.10	13.20		13.32	0.000276	1.62	7.43	5.00	0.38
Calle44	679.9999	TR2	5.62	11.00	12.79		12.87	0.000273	1.36	5.48	5.00	0.36
Calle44	679.9999	TR5	7.09	11.00	12.99		13.09	0.000272	1.49	6.49	5.00	0.37
Calle44	679.9999	TR10	7.98	11.00	13.13		13.24	0.000256	1.53	7.22	5.00	0.37
Calle44	679.9999	TR20	8.85	11.00	13.20		13.32	0.000278	1.63	7.54	5.00	0.38
Calle44	659.9998	TR2	5.62	11.10	12.80		12.86	0.000170	1.19	6.33	5.00	0.32
Calle44	659.9998	TR5	7.09	11.10	13.00		13.08	0.000174	1.31	7.34	5.00	0.33
Calle44	659.9998	TR10	7.98	11.10	13.15		13.23	0.000166	1.36	8.07	5.00	0.32
Calle44	659.9998	TR20	8.85	11.10	13.21		13.31	0.000180	1.45	8.40	5.00	0.34
Calle44	639.9999	TR2	5.62	11.00	12.77	12.09	12.86	0.000226	1.36	5.76	5.00	0.35
Calle44	639.9999	TR5	7.09	11.00	12.97	12.24	13.07	0.000234	1.50	6.75	5.00	0.36
Calle44	639.9999	TR10	7.98	11.00	13.12	12.31	13.22	0.000224	1.54	7.48	5.00	0.36
Calle44	639.9999	TR20	8.85	11.00	13.18	12.37	13.30	0.000246	1.65	7.80	5.00	0.38
Calle44	630		Bridge									
Calle44	619.9999	TR2	6.26	10.90	12.67		12.78	0.000327	1.48	5.43	5.00	0.40
Calle44	619.9999	TR5	7.89	10.90	12.80		12.93	0.000387	1.71	6.05	5.00	0.44
Calle44	619.9999	TR10	8.88	10.90	12.90		13.05	0.000389	1.79	6.58	5.00	0.45
Calle44	619.9999	TR20	9.85	10.90	13.01		13.17	0.000381	1.85	7.13	5.00	0.45
Calle44	599.9998	TR2	6.26	11.00	12.67		12.77	0.000296	1.42	5.58	5.00	0.39
Calle44	599.9998	TR5	7.89	11.00	12.80		12.92	0.000349	1.64	6.20	5.00	0.43
Calle44	599.9998	TR10	8.88	11.00	12.90		13.04	0.000350	1.72	6.73	5.00	0.43
Calle44	599.9998	TR20	9.85	11.00	13.01		13.16	0.000343	1.78	7.29	5.00	0.43
Calle44	579.9999	TR2	6.26	11.00	12.68		12.76	0.000251	1.33	5.77	5.00	0.36
Calle44	579.9999	TR5	7.89	11.00	12.80		12.91	0.000295	1.53	6.40	5.00	0.40
Calle44	579.9999	TR10	8.88	11.00	12.91		13.03	0.000295	1.60	6.93	5.00	0.41
Calle44	579.9999	TR20	9.85	11.00	13.02		13.15	0.000289	1.66	7.49	5.00	0.41
Calle44	559.9999	TR2	6.26	11.00	12.68	12.03	12.75	0.000211	1.22	5.94	5.00	0.34
Calle44	559.9999	TR5	7.89	11.00	12.81	12.13	12.90	0.000246	1.40	6.58	5.00	0.37
Calle44	559.9999	TR10	8.88	11.00	12.91	12.19	13.02	0.000245	1.46	7.12	5.00	0.37
Calle44	559.9999	TR20	9.85	11.00	13.03	12.25	13.14	0.000239	1.51	7.68	5.00	0.37
Calle44	555		Bridge									
Calle44	539.9999	TR2	6.26	10.80	12.38		12.48	0.000395	1.45	4.78	5.00	0.44
Calle44	539.9999	TR5	7.89	10.80	12.68		12.78	0.000277	1.42	6.27	5.00	0.39
Calle44	539.9999	TR10	8.88	10.80	12.83		12.93	0.000250	1.45	7.01	5.00	0.37
Calle44	539.9999	TR20	9.85	10.80	12.96		13.07	0.000233	1.48	7.67	5.00	0.37
Calle44	519.9998	TR2	6.26	10.70	12.38		12.47	0.000320	1.35	5.16	5.00	0.40
Calle44	519.9998	TR5	7.89	10.70	12.68		12.77	0.000239	1.36	6.64	5.00	0.36
Calle44	519.9998	TR10	8.88	10.70	12.83		12.92	0.000220	1.39	7.38	5.00	0.35
Calle44	519.9998	TR20	9.85	10.70	12.96		13.06	0.000208	1.42	8.04	5.00	0.34
Calle44	499.9998	TR2	6.26	10.60	12.39		12.46	0.000218	1.24	5.79	5.00	0.33
Calle44	499.9998	TR5	7.89	10.60	12.68		12.76	0.000181	1.28	7.27	5.00	0.31
Calle44	499.9998	TR10	8.88	10.60	12.83		12.91	0.000173	1.32	8.00	5.00	0.31
Calle44	499.9998	TR20	9.85	10.60	12.96		13.05	0.000168	1.36	8.66	5.00	0.31
Calle44	479.9998	TR2	6.26	10.70	12.40		12.45	0.000153	1.07	6.28	5.00	0.29
Calle44	479.9998	TR5	7.89	10.70	12.69		12.75	0.000125	1.10	7.76	5.00	0.27
Calle44	479.9998	TR10	8.88	10.70	12.84		12.91	0.000119	1.14	8.50	5.00	0.27
Calle44	479.9998	TR20	9.85	10.70	12.97		13.04	0.000115	1.18	9.16	5.00	0.27
Calle44	459.9998	TR2	6.26	10.70	12.38		12.45	0.000203	1.20	5.87	5.00	0.33
Calle44	459.9998	TR5	7.89	10.70	12.68		12.75	0.000163	1.23	7.35	5.00	0.31
Calle44	459.9998	TR10	8.88	10.70	12.82		12.90	0.000154	1.27	8.09	5.00	0.30
Calle44	459.9998	TR20	9.85	10.70	12.95		13.04	0.000149	1.31	8.75	5.00	0.30
Calle44	439.9998	TR2	6.26	10.70	12.36		12.44	0.000233	1.28	5.56	5.00	0.35
Calle44	439.9998	TR5	7.89	10.70	12.66		12.75	0.000184	1.30	7.06	5.00	0.33
Calle44	439.9998	TR10	8.88	10.70	12.81		12.90	0.000174	1.34	7.79	5.00	0.32
Calle44	439.9998	TR20	9.85	10.70	12.94		13.03	0.000168	1.38	8.45	5.00	0.32
Calle44	419.9998	TR2	6.86	10.60	12.34		12.44	0.000285	1.43	5.54	5.00	0.40
Calle44	419.9998	TR5	8.64	10.60	12.64		12.74	0.000227	1.46	7.03	5.00	0.36
Calle44	419.9998	TR10	9.73	10.60	12.78		12.89	0.000215	1.51	7.76	5.00	0.36

HEC-RAS Plan: (Continued)

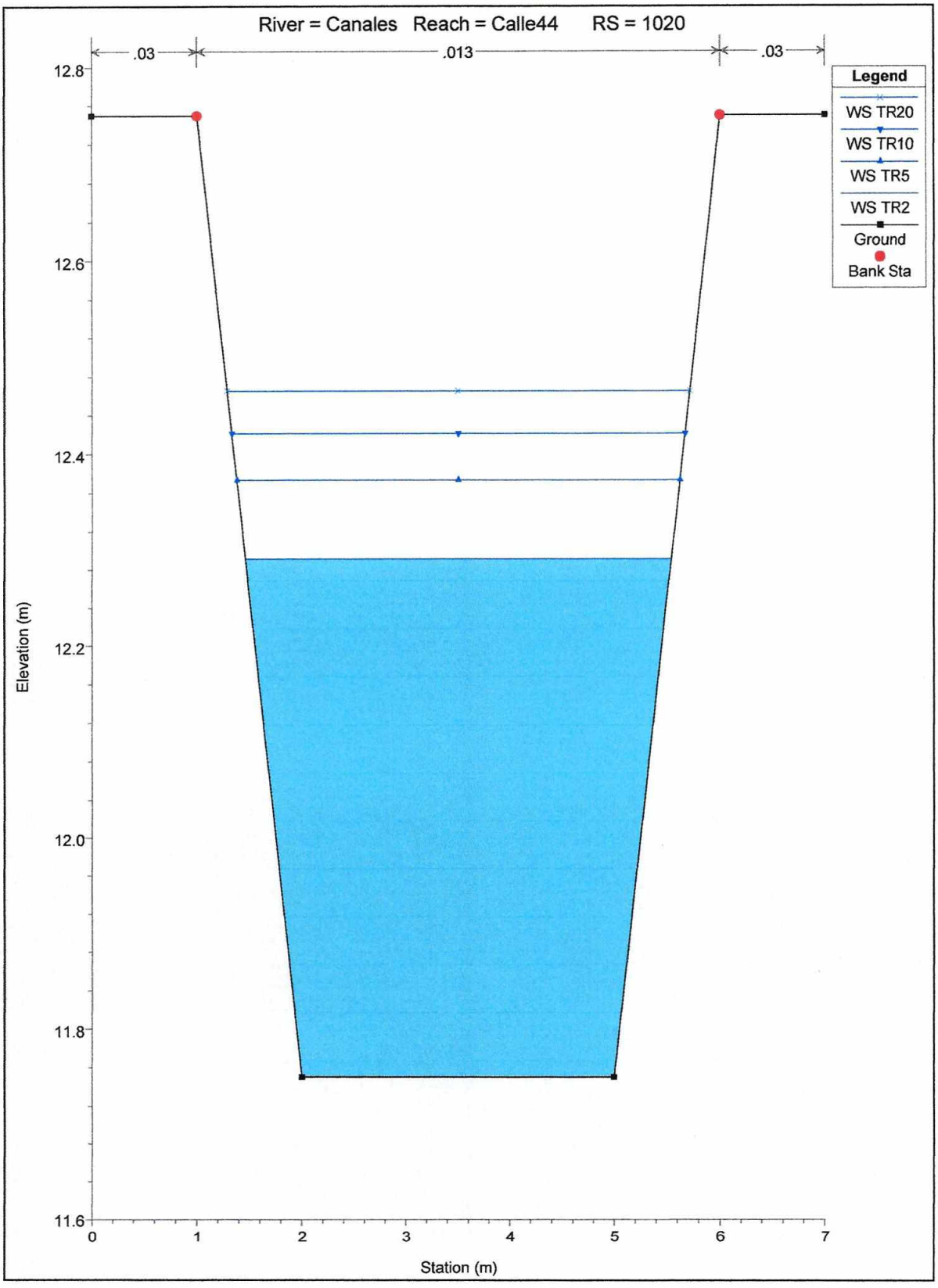
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Calle44	419.9998	TR20	10.79	10.60	12.91		13.03	0.000209	1.55	8.41	5.00	0.36
Calle44	399.9998	TR2	6.86	10.60	12.33		12.43	0.000291	1.44	5.57	5.00	0.39
Calle44	399.9998	TR5	8.64	10.60	12.63		12.74	0.000233	1.47	7.07	5.00	0.36
Calle44	399.9998	TR10	9.73	10.60	12.78		12.89	0.000221	1.52	7.80	5.00	0.36
Calle44	399.9998	TR20	10.79	10.60	12.91		13.02	0.000215	1.57	8.45	5.00	0.36
Calle44	379.9998	TR2	6.86	10.50	12.33		12.42	0.000277	1.40	5.57	5.00	0.38
Calle44	379.9998	TR5	8.64	10.50	12.63		12.73	0.000222	1.43	7.07	5.00	0.35
Calle44	379.9998	TR10	9.73	10.50	12.78		12.88	0.000211	1.48	7.81	5.00	0.35
Calle44	379.9998	TR20	10.79	10.50	12.91		13.02	0.000204	1.52	8.46	5.00	0.35
Calle44	359.9998	TR2	6.86	10.50	12.32		12.42	0.000288	1.45	5.54	5.00	0.39
Calle44	359.9998	TR5	8.64	10.50	12.62		12.72	0.000231	1.48	7.05	5.00	0.36
Calle44	359.9998	TR10	9.73	10.50	12.76		12.88	0.000221	1.53	7.78	5.00	0.36
Calle44	359.9998	TR20	10.79	10.50	12.89		13.01	0.000215	1.58	8.43	5.00	0.36
Calle44	340	TR2	6.86	10.40	12.32		12.41	0.000240	1.34	5.99	5.00	0.35
Calle44	340	TR5	8.64	10.40	12.62		12.72	0.000200	1.38	7.51	5.00	0.33
Calle44	340	TR10	9.73	10.40	12.77		12.87	0.000193	1.43	8.24	5.00	0.33
Calle44	340	TR20	10.79	10.40	12.90		13.01	0.000189	1.48	8.89	5.00	0.33
Calle44	319.9998	TR2	6.86	10.40	12.33	11.52	12.40	0.000198	1.23	6.34	5.00	0.32
Calle44	319.9998	TR5	8.64	10.40	12.63	11.65	12.71	0.000171	1.29	7.86	5.00	0.30
Calle44	319.9998	TR10	9.73	10.40	12.77	11.72	12.86	0.000167	1.34	8.59	5.00	0.30
Calle44	319.9998	TR20	10.79	10.40	12.91	11.79	13.00	0.000166	1.39	9.24	5.00	0.31
Calle44	315		Bridge									
Calle44	309.999*	TR2	6.86	10.40	12.28	11.50	12.37	0.000218	1.32	5.88	5.00	0.34
Calle44	309.999*	TR5	8.64	10.40	12.55	11.63	12.65	0.000196	1.40	7.25	5.00	0.33
Calle44	309.999*	TR10	9.73	10.40	12.71	11.71	12.81	0.000186	1.44	8.03	5.00	0.33
Calle44	309.999*	TR20	10.79	10.40	12.85	11.78	12.95	0.000182	1.49	8.72	5.00	0.33
Calle44	305		Bridge									
Calle44	299.9999	TR2	7.02	10.40	12.24		12.34	0.000249	1.42	5.56	4.44	0.38
Calle44	299.9999	TR5	8.84	10.40	12.48		12.60	0.000243	1.55	6.63	4.61	0.37
Calle44	299.9999	TR10	9.95	10.40	12.63		12.75	0.000235	1.60	7.35	5.00	0.37
Calle44	299.9999	TR20	11.03	10.40	12.77		12.90	0.000224	1.64	8.08	5.00	0.36
Calle44	279.9998	TR2	7.02	10.50	12.19		12.33	0.000460	1.71	4.68	4.20	0.45
Calle44	279.9998	TR5	8.84	10.50	12.43		12.59	0.000429	1.82	5.77	4.99	0.45
Calle44	279.9998	TR10	9.95	10.50	12.57		12.74	0.000404	1.87	6.50	5.00	0.44
Calle44	279.9998	TR20	11.03	10.50	12.72		12.89	0.000376	1.90	7.25	5.00	0.43
Calle44	259.9998	TR2	9.40	10.20	12.21		12.32	0.000249	1.44	7.18	5.00	0.37
Calle44	259.9998	TR5	11.85	10.20	12.45		12.57	0.000250	1.58	8.35	5.00	0.37
Calle44	259.9998	TR10	13.33	10.20	12.59		12.73	0.000245	1.65	9.07	5.00	0.37
Calle44	259.9998	TR20	14.78	10.20	12.74		12.88	0.000237	1.70	9.80	5.00	0.37
Calle44	240	TR2	9.40	10.30	11.79	11.77	12.27	0.002142	3.08	3.29	3.89	0.92
Calle44	240	TR5	11.85	10.30	12.07	11.94	12.53	0.001561	3.04	4.48	4.57	0.82
Calle44	240	TR10	13.33	10.30	12.26	12.05	12.69	0.001257	2.97	5.38	4.91	0.75
Calle44	240	TR20	14.78	10.30	12.44		12.85	0.001044	2.91	6.29	5.00	0.70
Calle44	220	TR2	9.40	10.30	11.94		12.17	0.000770	2.11	4.82	4.84	0.61
Calle44	220	TR5	11.85	10.30	12.21		12.44	0.000621	2.16	6.14	5.00	0.57
Calle44	220	TR10	13.33	10.30	12.38		12.61	0.000542	2.17	6.99	5.00	0.54
Calle44	220	TR20	14.78	10.30	12.55		12.78	0.000480	2.18	7.83	5.00	0.51
Calle44	200.0001	TR2	9.40	10.20	11.99		12.13	0.000397	1.64	6.02	5.00	0.44
Calle44	200.0001	TR5	11.85	10.20	12.26		12.41	0.000352	1.73	7.33	5.00	0.43
Calle44	200.0001	TR10	13.33	10.20	12.43		12.58	0.000322	1.76	8.18	5.00	0.42
Calle44	200.0001	TR20	14.78	10.20	12.59		12.75	0.000296	1.79	9.00	5.00	0.40
Calle44	180	TR2	9.50	10.26	11.92	11.52	12.11	0.000626	1.95	5.31	5.00	0.55
Calle44	180	TR5	11.98	10.26	12.19	11.68	12.39	0.000517	2.01	6.65	5.00	0.52
Calle44	180	TR10	13.47	10.26	12.36	11.76	12.57	0.000456	2.03	7.51	5.00	0.50
Calle44	180	TR20	14.94	10.26	12.53	11.83	12.74	0.000409	2.05	8.35	5.00	0.48
Calle44	170		Bridge									
Calle44	159.9999	TR2	9.50	10.40	11.85		12.08	0.000772	2.13	4.76	4.86	0.62
Calle44	159.9999	TR5	11.98	10.40	12.06		12.32	0.000694	2.25	5.83	5.00	0.60
Calle44	159.9999	TR10	13.47	10.40	12.18		12.45	0.000664	2.32	6.43	5.00	0.60
Calle44	159.9999	TR20	14.94	10.40	12.30		12.58	0.000638	2.39	7.00	5.00	0.59

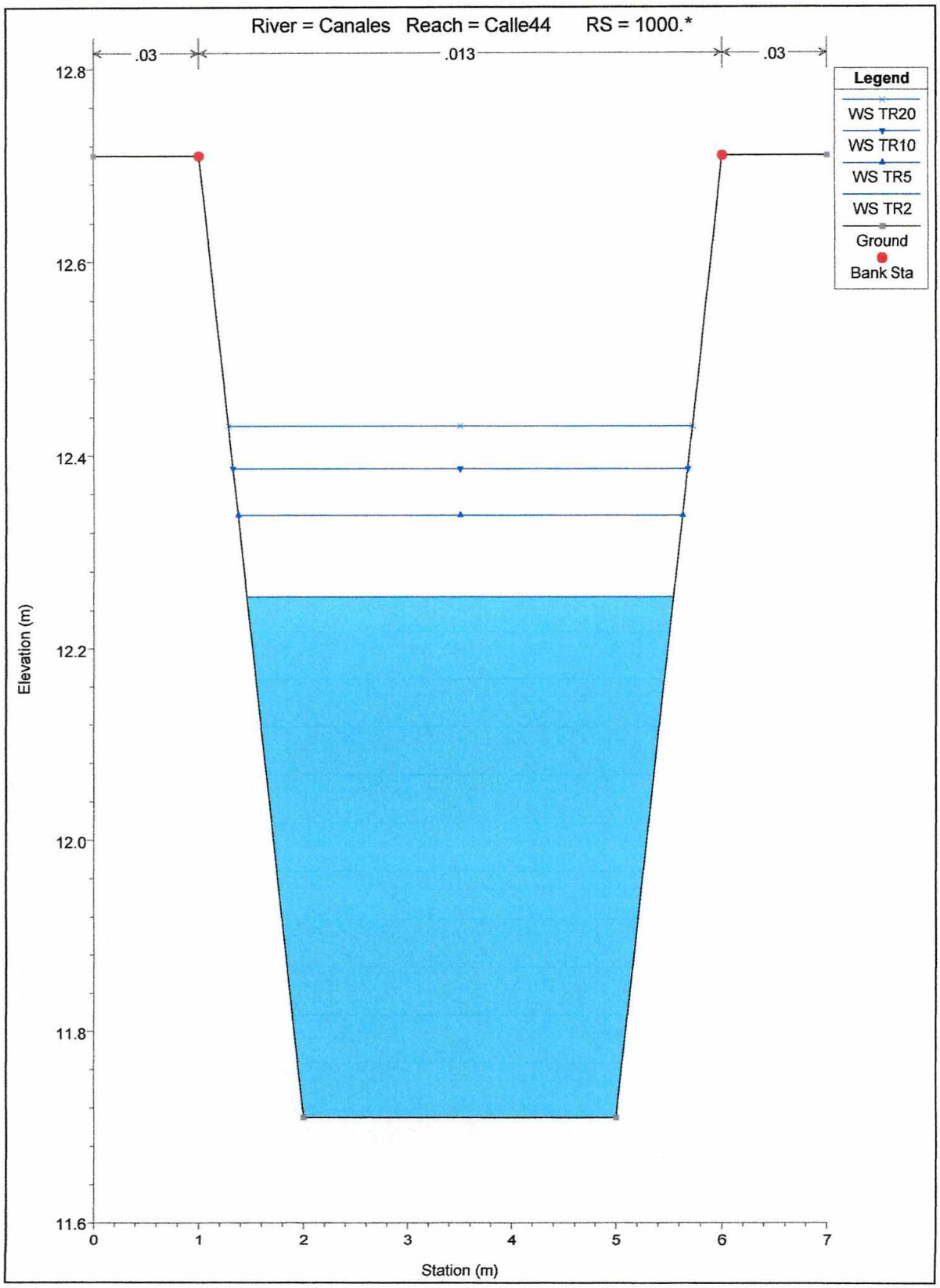
HEC-RAS Plan: (Continued)

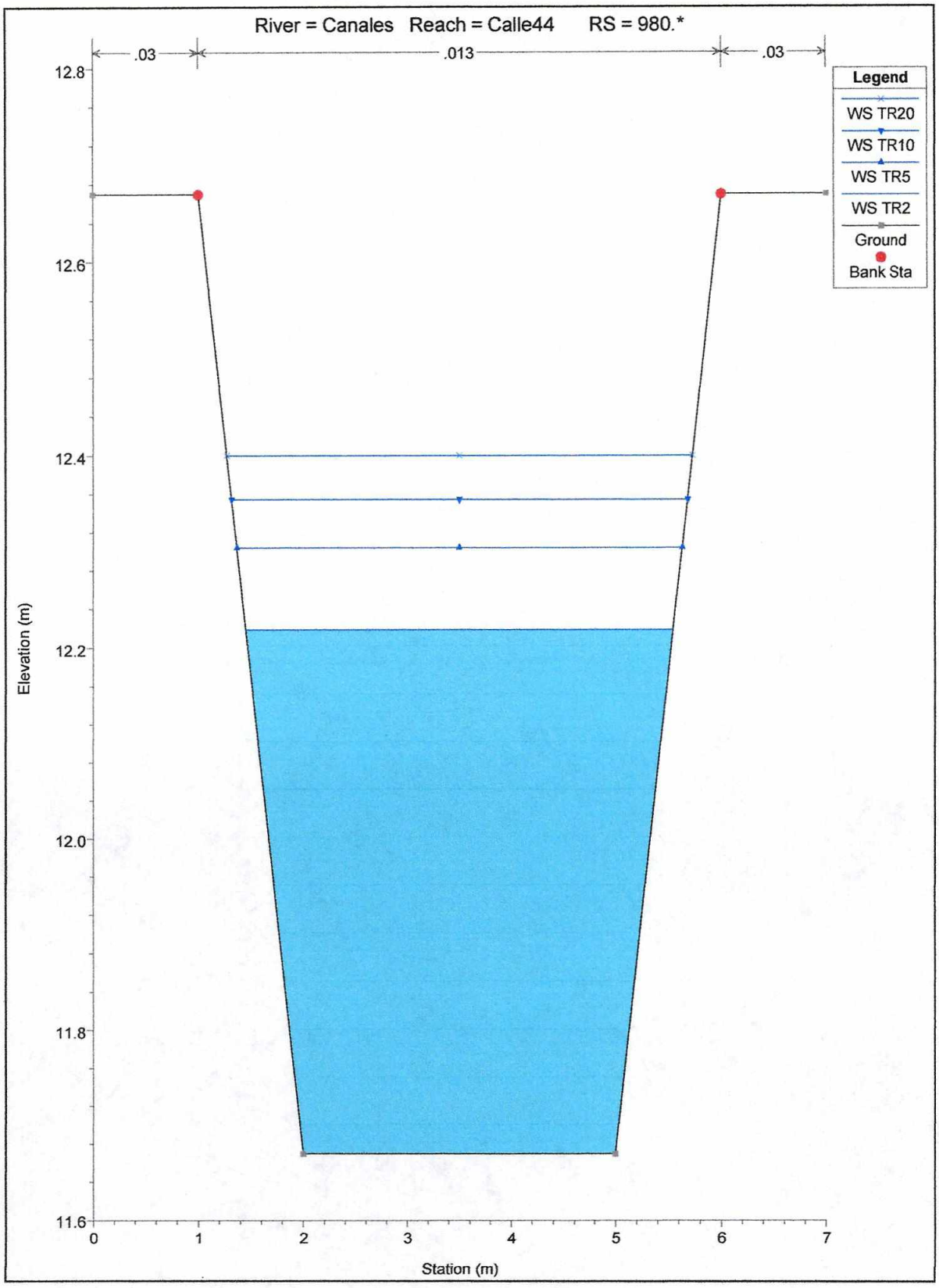
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Calle44	139.9999	TR2	9.50	10.30	11.81		12.06	0.000885	2.21	4.54	4.61	0.65
Calle44	139.9999	TR5	11.98	10.30	12.03		12.30	0.000787	2.33	5.56	4.87	0.63
Calle44	139.9999	TR10	13.47	10.30	12.15		12.44	0.000749	2.41	6.16	5.00	0.63
Calle44	139.9999	TR20	14.94	10.30	12.26		12.57	0.000716	2.47	6.74	5.00	0.62
Calle44	120.0001	TR2	9.50	10.30	11.76		12.03	0.001039	2.35	4.29	4.39	0.70
Calle44	120.0001	TR5	11.98	10.30	11.98		12.28	0.000908	2.47	5.27	4.62	0.68
Calle44	120.0001	TR10	13.47	10.30	12.10		12.42	0.000862	2.54	5.83	4.76	0.67
Calle44	120.0001	TR20	14.94	10.30	12.21		12.55	0.000822	2.61	6.38	4.88	0.66
Calle44	99.99996	TR2	9.50	10.20	11.75	11.48	12.01	0.000958	2.30	4.54	4.83	0.68
Calle44	99.99996	TR5	11.98	10.20	11.97	11.65	12.26	0.000834	2.41	5.64	5.00	0.65
Calle44	99.99996	TR10	13.47	10.20	12.09	11.74	12.39	0.000792	2.48	6.25	5.00	0.64
Calle44	99.99996	TR20	14.94	10.20	12.21	11.82	12.53	0.000757	2.55	6.83	5.00	0.64
Calle44	90		Bridge									
Calle44	80.00005	TR2	9.57	10.20	11.70		11.95	0.000772	2.25	4.83	5.00	0.64
Calle44	80.00005	TR5	12.06	10.20	11.89		12.18	0.000754	2.44	5.76	5.00	0.65
Calle44	80.00005	TR10	13.56	10.20	11.99		12.30	0.000756	2.56	6.25	5.00	0.66
Calle44	80.00005	TR20	15.04	10.20	12.08		12.42	0.000754	2.66	6.73	5.00	0.67
Calle44	60	TR2	9.57	10.10	11.66		11.93	0.000990	2.32	4.46	4.60	0.70
Calle44	60	TR5	12.06	10.10	11.85		12.16	0.000937	2.50	5.34	5.00	0.70
Calle44	60	TR10	13.56	10.10	11.95		12.29	0.000911	2.60	5.86	5.00	0.69
Calle44	60	TR20	15.04	10.10	12.05		12.41	0.000885	2.68	6.37	5.00	0.69
Calle44	40.00005	TR2	9.57	10.10	11.50	11.42	11.89	0.001798	2.80	3.59	4.00	0.89
Calle44	40.00005	TR5	12.06	10.10	11.68	11.58	12.12	0.001635	2.97	4.34	4.47	0.87
Calle44	40.00005	TR10	13.56	10.10	11.76	11.68	12.25	0.001626	3.11	4.73	4.64	0.88
Calle44	40.00005	TR20	15.04	10.10	11.86	11.77	12.37	0.001546	3.18	5.20	4.73	0.87
Calle44	19.99992	TR2	9.66	10.00	11.44	11.37	11.85	0.002002	2.87	3.47	3.80	0.92
Calle44	19.99992	TR5	12.17	10.00	11.58	11.54	12.08	0.002001	3.14	4.06	4.21	0.94
Calle44	19.99992	TR10	13.69	10.00	11.66	11.64	12.21	0.002000	3.29	4.41	4.39	0.95
Calle44	19.99992	TR20	15.18	10.00	11.74	11.72	12.33	0.002003	3.42	4.74	4.50	0.96

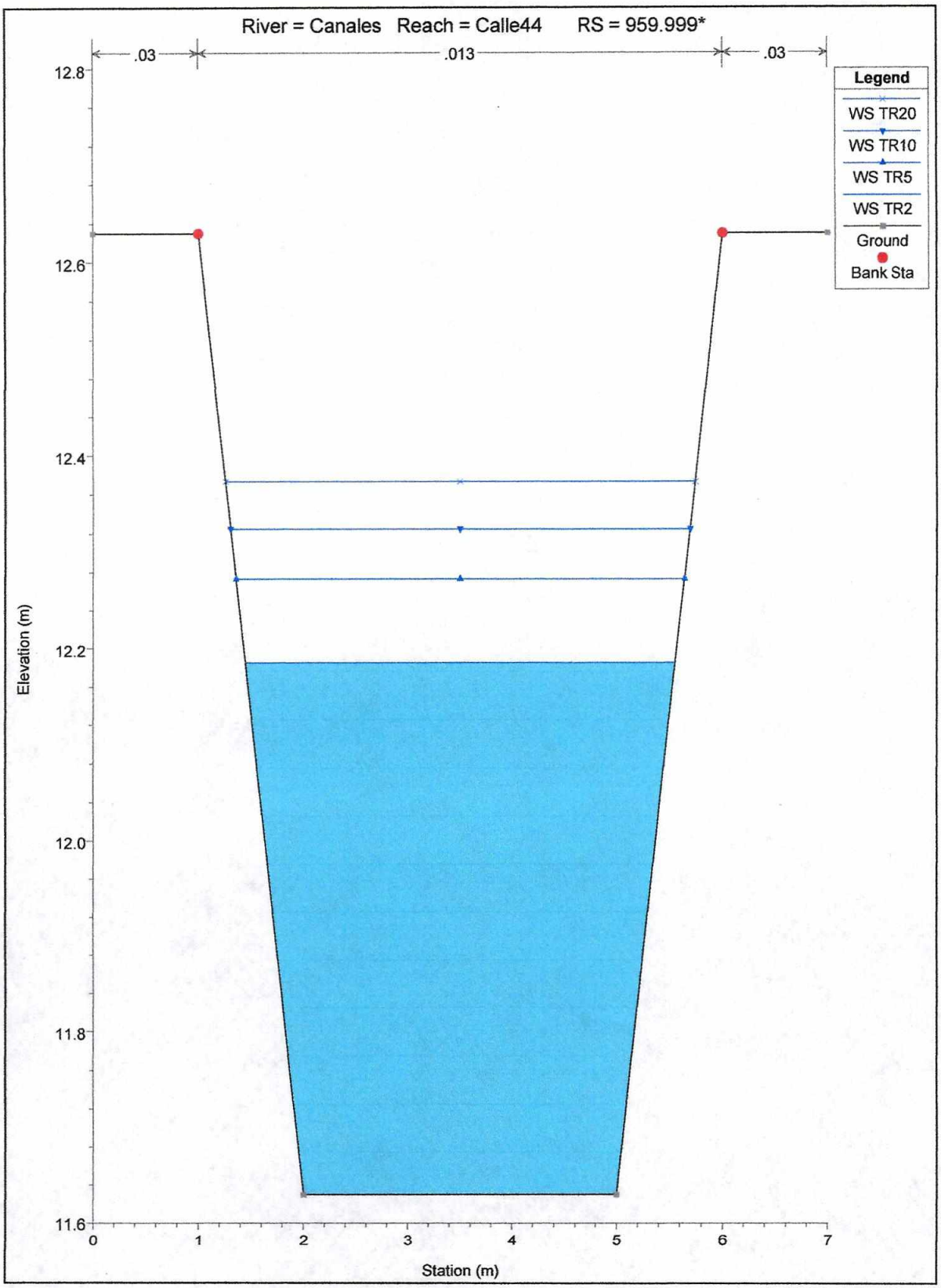
ANEXO 3.

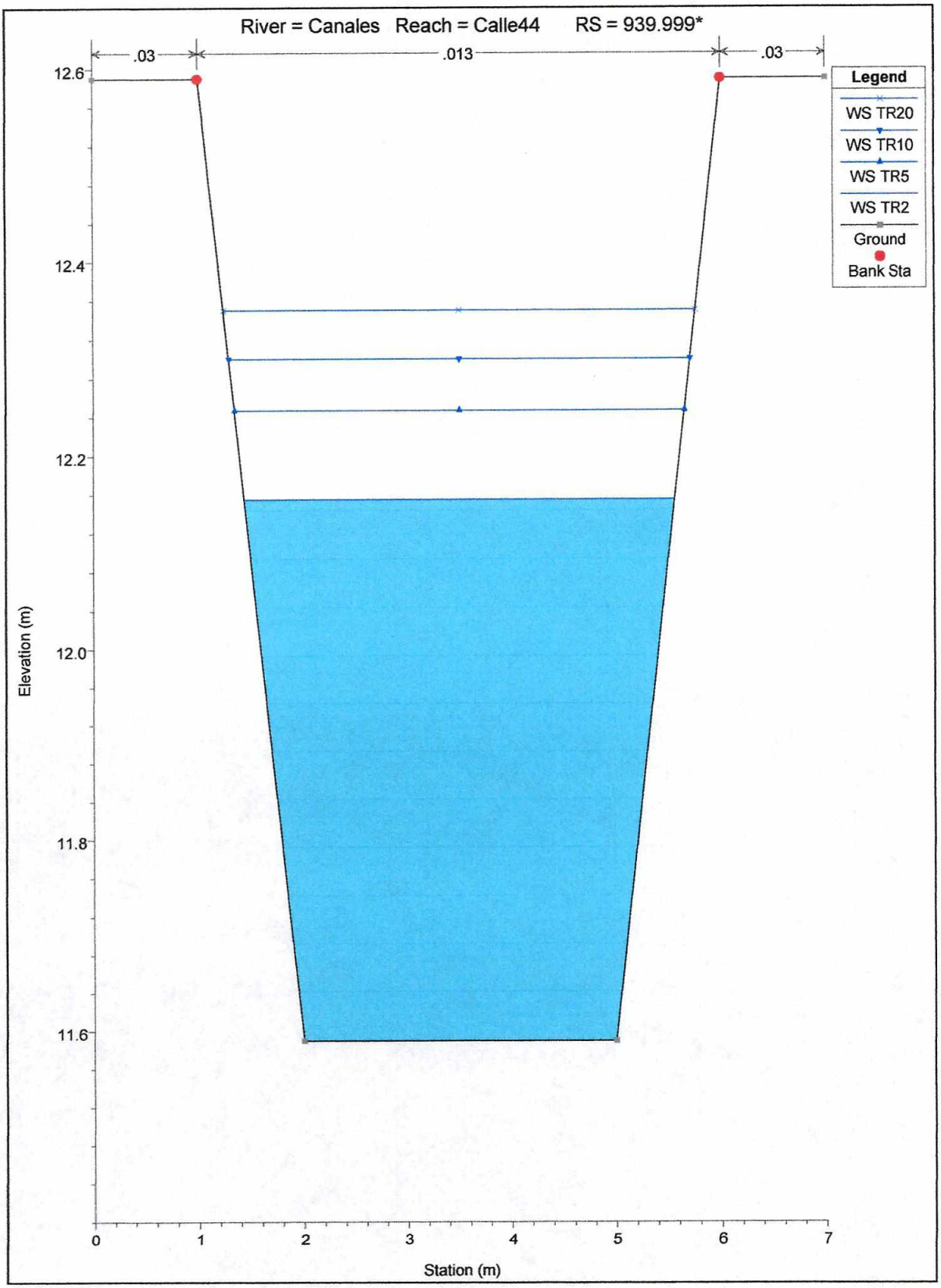
ESTACIONES DISEÑO ALTERNATIVA 1


River = Canales Reach = Calle44 RS = 1020
.03
.013
.03
Legend
WS TR20
WS TR10
WS TR5
WS TR2
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
12.8
12.6
12.4
12.2
12.0
11.8
11.6
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)


River = Canales Reach = Calle44 RS = 1000.*
.03
.013
.03
Legend
WS TR20
WS TR10
WS TR5
WS TR2
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
12.8
12.6
12.4
12.2
12.0
11.8
11.6
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)


River = Canales Reach = Calle44 RS = 980.*
.03
.013
.03
Legend
WS TR20
WS TR10
WS TR5
WS TR2
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
12.8
12.6
12.4
12.2
12.0
11.8
11.6
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)


River = Canales Reach = Calle44 RS = 959.999*
.03
.013
.03
Legend
WS TR20
WS TR10
WS TR5
WS TR2
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
12.8
12.6
12.4
12.2
12.0
11.8
11.6
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)


River = Canales Reach = Calle44 RS = 939.999*
.03
.013
.03
Legend
WS TR20
WS TR10
WS TR5
WS TR2
Ground
Bank Sta
12.6
12.4
12.2
12.0
11.8
11.6
Elevation (m)
0
1
2
3
4
5
6
7
Station (m)