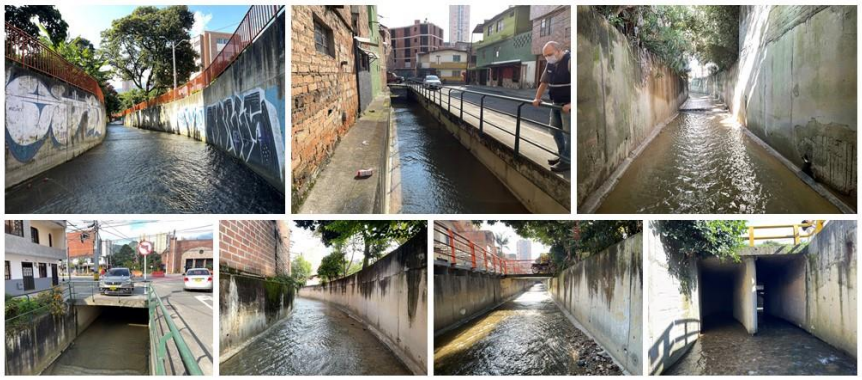
CONTRATO DE CONSULTORIA N° 1089 DE 2021
CONSULTORIA TECNICA PARA LAS OBRAS NECESARIAS EN ATENCION DE LA CALAMIDAD PÚBLICA DECLARADA EN EL DECRETO N. 110 DEL 26 DE MARZO DE 2021

MUNICIPIO DE SABANETA

PUNTO CRITICO SECTOR PLEBISCITO

INFORME HIDROLOGICO Y MODELACION HIDRAULICA PARA LA SOLICITUD DE OCUPACION DE CAUCE DE LAS OBRAS EN LA CONFLUENCIA DE LA QUEBRADA LA SABANETICA Y LA QUEBRADA LA DOCTORA, EN EL SECTOR PLEBISCITO.



Elaborado por:
Cóncavas Ingenieros y Arquitectos

Medellín, Colombia.
Julio de 2021

CUADRO DE CONTROL

Versión Informe	Fecha emisión	Observaciones	Profesional Responsable
1	Julio 16 de 2021		Ing. Carlos Alberto Vasquez V. Mat: 05202-69097 ANT

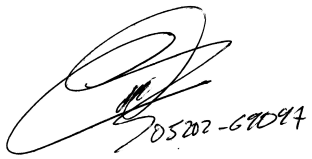


TABLA DE CONTENIDO

CUADRO DE CONTROL 2

LISTA DE ANEXOS 6

INTRODUCCIÓN 7
1. GENERALIDADES. 9
1.1. Localizacion General. 9
1.2. Localización Área de Estudio. 10
1.3. Levantamiento topografico. 12
1.4. Clima. 13
1.5. Geología. 14
1.5.1. Unidades Litológicas 14
1.5.2. Esquistos Cuarzo-sericíticos (Pzes) 14
1.5.3. Esquistos cuarzo-biotíticos y neises migmatíticos 14
1.5.4. Anfibolitas de Medellín (Pea) 15
1.5.5. Depósitos superficiales 15
1.5.6. Depósitos de vertiente sobre anfibolita (Qdv) 15
1.5.7. Depósitos de vertiente sobre esquistos (Qdv) 15
1.5.8. Abanico aluvial de la quebrada La Sabanetica (Qal) 15
1.5.9. Abanico aluvial de la quebrada Grande (Qal) 15
1.5.10. Terrazas aluviales del Río Medellín (Qt) 15
1.5.11. Depósitos aluviales d (Qal) 15
1.5.12. Rasgos estructurales 16
1.5.13. Procesos Geomorfológicos 16
1.6. Caracteristicas morfologicas. 17
1.7. Rasgos estructurales 18
1.8. Estudio existente 19
1.9. Información Disponible 23

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA ZONA. 24
2.1. Descripción de las condiciones encontradas. 24
2.2. Comentarios del registro fotográfico. 52

3. ESTUDIO HIDROLOGICO. 54
3.1. Cálculos de caudales máximos. 55

3.1.1. Método de Snyder. 55
3.1.2. Método Racional. 55
3.1.3. Método de Williams y Hann. 56
3.2. Parámetros Geomorfológicos. 57
3.2.1. Preliminares. 57
3.2.2. Área de la Cuenca (A). 58
3.2.3. Longitud del Cauce Principal (L). 58
3.2.4. Perímetro de la Cuenca (P). 58
3.2.5. Ancho de la Cuenca (W). 58
3.2.6. Coeficiente de Compacidad o de Gravelius (K). 58
3.2.7. Orden del Cauce Principal. 59
3.2.8. Densidad de Drenaje. 59
3.2.9. Longitud recta hasta la divisoria de aguas. 60
3.2.10. Longitud a lo largo del cauce hasta el Centroide de la Cuenca. 60
3.2.11. Pendiente promedio de la cuenca. 60
3.2.12. Resultados. 62
3.3. Tiempo de Concentración. 64
3.3.1. Fórmulas para el Cálculo del Tiempo de Concentración. 64
3.3.2. Resultados. 67
3.4. Magnitud y Distribución Temporal de la Tormenta de Diseño. .. 69
3.5. Distribución temporal de la lluvia 73
3.6. Precipitación Efectiva 77
3.6.1. Capacidad de almacenamiento. 83
3.6.2. Infiltración inicial del suelo. 83
3.7. Coeficiente de escorrentía. 86
3.7.1. Formulas del Coeficiente de escorrentía. 89
3.8. Métodos para la determinación de crecientes de diseño. 91
3.9. Selección del caudal de diseño. 92
3.9.1. Resultados de caudales pico. 92
3.9.2. Selección del caudal para diseño hidráulico. 93

4. MODELACION HIDRÁULICA. 94
4.1. Modelación Hidráulica Condiciones Actuales. 94
4.1.1. Condiciones de Frontera para Modelación Hidráulica. 95
4.1.2. Rugosidad de Manning (n). 97
4.1.3. Coeficientes de expansión y contracción. 98
4.1.4. Condiciones de frontera del modelamiento. 98
4.1.5. Análisis de resultados. 115

- *Comportamiento hidráulico Tramo aguas arriba del sitio de confluencia con la quebrada La Sabanetica.* 115
- *Comportamiento hidráulico del cruce con tabique intermedio.* 116
- *Comportamiento hidráulico de la segunda estructura de cruce sin tabique intermedio.* 117
- *Comportamiento hidráulico del cruce con el puente sobre la avenida las Vegas con la via existente.* 117
- *Comportamiento hidráulico Tramo aguas abajo del sitio de confluencia con la quebrada La Sabanetica.* 118
- *Comportamiento hidráulico primer tramo aguas arriba del sitio de confluencia con la quebrada La Doctora.* 120
- *Conclusiones Etapa de Diagnóstico y obra proyectada.* 129
- *Alternativas de solución.* 131

4.2. Modelación Condiciones con obras proyectadas. 136
4.2.1. Coeficientes de expasión y contracción. 137
4.2.2. Condiciones de frontera del modelamiento. 137
4.2.3. Consideraciones para el diseño. 138
4.2.4. Resultados Arrojados por la Modelación. 141

- *Comportamiento hidráulico Tramo aguas arriba del sitio de confluencia con la quebrada La Sabanetica.* 158

5. BIBLIOGRAFÍA 198

1. ANEXOS
1.1. Anexo 1. Memorias hidrologia.
1.2. Anexo 2. Modelación Hidráulica.
1.3. Anexo 3. Planos.

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Memorias hidrologia.
Anexo 2. Modelación Hidráulica.
Anexo 3. Planos.

INTRODUCCIÓN

En el tramo comprendido entre las calles 76 B sur y calle 75 A sur a lo largo de la carrera 47 C quebrada La Sabanetica en el sector conocido como el Plebiscito aguas arriba de la confluencia con la quebrada La Doctora, entre los años 2008 a 2010, se construyó el canal de la quebrada debido al mal estado en que se encontraban las estructuras existentes, las cuales consistían en muros a gravedad en concreto simple con más de 40 años de construidos. Dichos muros se encontraban socavados y en algunos tramos colapsados. Este nuevo canal se diseñó para un caudal de 24.23 m3/s, según contrato 254 de 2006 interadministrativo No 309 de 2005 entre el Área Metropolitana y el municipio de Sabaneta, dichos estudios fueron realizados por la empresa Ingedelta.

A pesar de que en los años posteriores a la construcción del canal el riesgo por inundación en el tramo de canal reconstruido disminuyo de manera importante, en los últimos dos años en el cruce de la carrera 47C con la calle 75 sur sector el plebiscito, la quebrada se ha desbordado y afectado de forma importante el sector poniendo en alto riesgo a la comunidad y afectando su bienes materiales y obras de infraestructura.

Es importante de a solo unos 100 metros aproximadamente, esta quebrada descarga sus aguas a la quebrada La Doctora, la cual cuando aumenta sus niveles de agua en el punto de confluencia de las dos quebradas, hace que la corriente de agua de la quebrada La Sabanetica aumente también sus niveles hacia aguas arriba, produciéndose en muchos casos el desbordamientos e inundación de la zona.

Por otro lado, el desarrollo urbanístico que ha tenido el municipio en los últimos 20 años se ha salido de todas las proyecciones esperadas. El incremento de edificaciones y obras de infraestructura en especial las vías y andenes en toda la microcuenca, ha generado un cambio importante en los usos del suelo de la microcuenca, aumentando las escorrentías de las aguas lluvias y un incremento importante en los caudales que transporta la quebrada.

Adicional a los puntos anteriores, el cambio climático que se viene presentando en los últimos años a nivel mundial, ha afectado de manera importante los ciclos de lluvias y sus intensidades en todas las regiones de Colombia, siendo la región del Valle de Aburra una de las más impactadas. El incremento de las intensidades de lluvias, el alargamientos de las épocas de lluvias con el fenómeno de la Niña, los cambios de usos del suelo de zonas cubiertas por vegetación por zonas impermeables como las que generan los desarrollos urbanísticos y el control en la corriente de agua que generan las estructuras hidráulicas en la confluencia de la quebrada La Sabanetica con La quebrada La Doctora, confluyen en un mismo espacio tiempo, generando el desbordamiento de las aguas de la quebrada, aumentando el riesgo a los habitantes de la zona y destruyendo sus bienes materiales y obras de infraestructura.

Se pretende con este informe técnico solicitar a la Autoridad Ambiental el Permiso de Ocupación de Cauce para las obras que se deberán construir sobre la quebrada La Sabanetica en el sector Plebiscito, de tal forma que valide su adecuado funcionamiento hidráulico y de estabilidad.

Para los estudios se realizaron visitas de campo y recolección de toda la información, como un levantamiento de la quebrada La Sabanetica y La Doctora en el sector Plebiscito, aguas arriba y abajo del sitio del tramo de estudio, planos IGAC, estudios anteriores y características geomorfológicas e hidráulicas del sector.

El estudio hidrológico partirá de la definición de todos los parámetros geomorfológicos para obtener caudales máximos por las diferentes metodologías de cálculo (Método Racional Chow, Racional en función del CN, Williams y Hann, Snyder AEI, Integral, CUHP 1 y CUHP 2). Con estos resultados de caudales de 2.33, 5, 10, 25, 50 y de 100 años servirán para realizar la modelación hidráulica del tramo de quebrada en estudio.

Para la modelación hidráulica se utilizará un programa muy conocido en el medio denominado el HEC–RAS. Este es un software del centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros de la armada de los Estados Unidos. Con los resultados del programa se definirán los niveles de máxima inundación para un periodo de retorno de 2.33, 5, 10, 25, 50 y 100 años.

Se presenta en las páginas siguientes todos los trabajos realizados y que corresponden básicamente a los siguientes puntos.

- Se realizó un levantamiento del tramo de quebrada afectado.
- Registro fotográfico del sitio de estudio.
- Estudio hidrológico para la determinación de los caudales máximos por las metodologías de Snyder, Racional y William y Hann
- Modelación hidráulica de las condiciones actuales y proyectadas con el programa HEC RAS.
- Diseño hidráulico de las obras proyectadas.
- Diseño estructural de las obras o estructuras hidráulicas proyectadas.

1. GENERALIDADES.

A continuación, se hace una breve descripción de la zona en estudio y las condiciones actuales en relación con su topografía, climatología, temas ambientales y recursos hídricos.

1.1. Localizacion General.

El Municipio de Sabaneta está situado al sur del Valle de Aburrá del Departamento de Antioquia, en la República de Colombia e integra el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

El municipio se encuentra localizado en la posición georeferenciada bajo las siguientes coordenadas: 6°, 9´ y 12", de Latitud Norte y 75°, 34´ y 08" de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich y 1°, 32´, 18" de Longitud Este, de acuerdo con el Meridiano de Bogotá. Su altura sobre el nivel del mar es de 1.570 metros en su parte urbana.
El Municipio está ubicado a 14 Km de Medellín con vías de acceso que lo comunican con esta ciudad como: La Avenida El Poblado, Las Vegas y la Regional. Su transporte más significativo es el Sistema Metro. Así mismo, lo bordea la Troncal Occidental, la cual le permite la comunicación con el sur del departamento y el país.
Es un territorio que posee grandes elevaciones, donde sobresalen alturas que superan los 2.500 msnm. Se destacan los altos de Piedra Blanca en la Romera (2.650 msnm), la Cuchilla de Santa Teresa (2.200 msnm.), Pan de Azúcar, la Siberia y el Ancón. Por su situación geográfica, el territorio pertenece al régimen de clima ecuatorial, con leves cambios de temperatura y períodos de lluvias. La precipitación promedio anual es de 2.277 mm y la humedad relativa es del 68%.



Figura N.° 1. *Ubicación del municipio de Sabaneta dentro del Departamento de Antioquia.*

1.2. Localización Área de Estudio.

El tramo de la quebrada La Sabanetica y quebrada La Doctora en estudio se encuentran ubicada en la zona urbana del municipio de Sabaneta, en sector el Plebiscito, en donde se presenta la confluencia de esta dos quebradas.

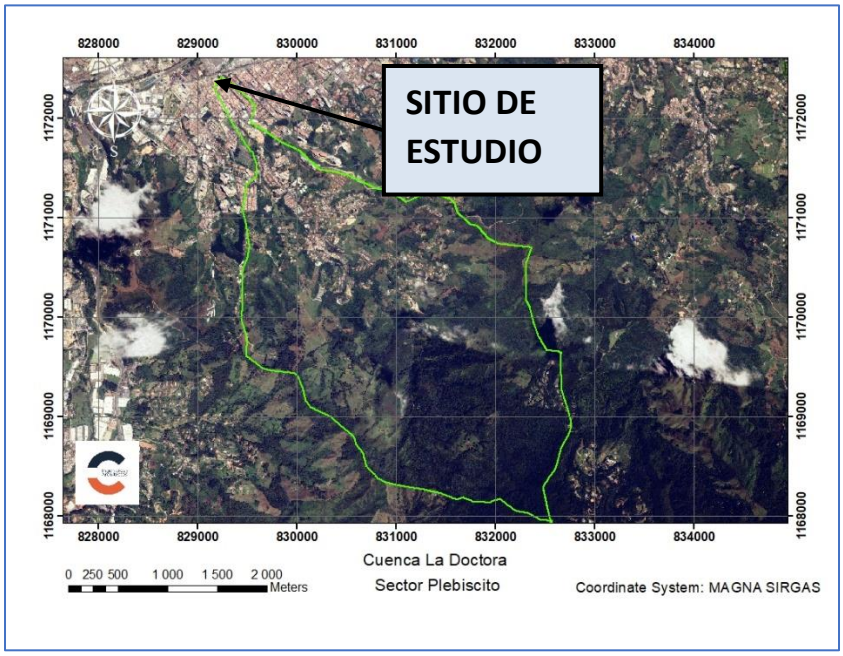


Figura N.° 2. *Localización del proyecto cuenca quebrada La Doctora* ***(Imagen tomada del Google Earth)***

La quebrada La Doctora nace en la vereda La Doctora cerca de la finca La Romera en la cota 2565 msnm y luego de cruzar la zona industrial del municipio desemboca en el río Aburra) sobre la margen derecha en la cota 1579 msnm. La cuenca limita por el norte con el municipio de Itagüí, al sur con el municipio de Caldas, al oriente con el municipio de Envigado y al occidente con el municipio de La Estrella

La cota máxima en la subcuenca es 2620 msnm, la pendiente media de la subcuenca es de 57.97 %. Tiene un área de 11.38 km2 y un perímetro 22.36 Km. La longitud de su cauce principal es de 7.17 Km., su pendiente media es 24.00 %, la distancia al centroide es 3.61 Km. Con densidad de drenaje de 6.46 Km/Km2 y se presenta una variación del patrón de drenaje ya en la parte alta de la subcuenca es de tipo paralelo y llegando a la parte media y baja antes de la descarga en el río Aburra es de tipo dendrítico.

Tiene como afluentes principales las quebradas La Teresita, El Gusano, Buenavista, La Montañita, Cañada, Macana, y La Sabanetica.

La quebrada Sabanetica es el principal afluente de la quebrada en la zona urbana del municipio. A su vez recibe aportes de las cuencas de las quebradas Playas Placer y San Alejo.

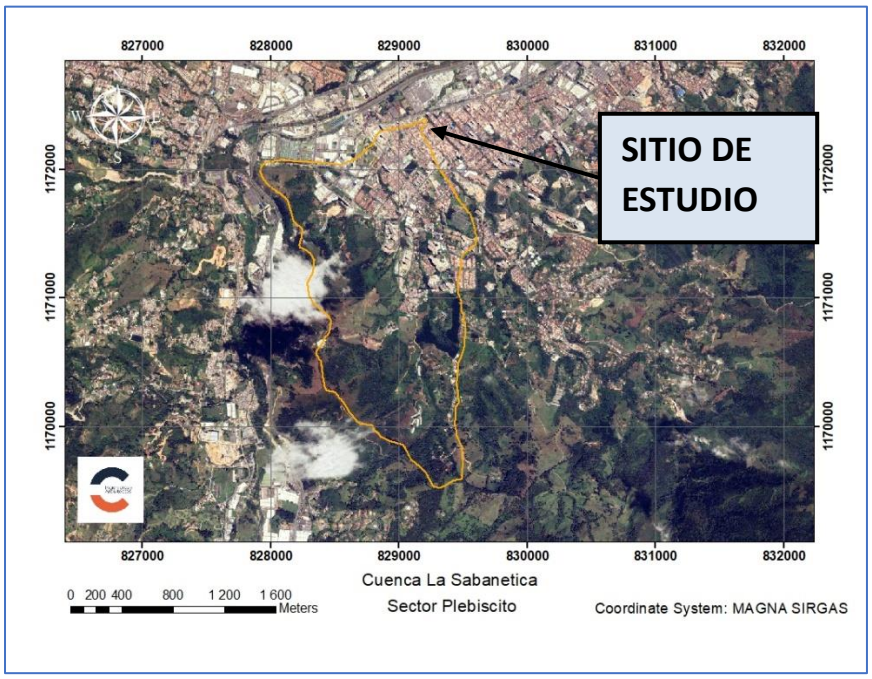


Figura N.° 3. *Localización del proyecto cuenca quebrada La Sabanetica* ***(Imagen tomada del Google Earth)***

La cuenca de la Quebrada La Sabanetica se ubica al occidente del Municipio de Sabaneta, inclusive el límite de esta cuenca sirve de límite con el Municipio de La Estrella, al costado sur-occidental de la cuenca. Buena parte de la cuenca se encuentra en perímetro rural, la parte media de la cuenca se encuentra en terreno de expansión y una parte muy pequeña se ubica en perímetro urbano.

Nace en inmediaciones de la vereda San José, cerca de la unidad básica San José en la cota 1976 msnm y desemboca en la quebrada La Doctora sobre la margen izquierda en la cota 1594 msnm en la Avenida Las Vegas. Limita al oriente con la microcuenca de la quebrada San Alejo, al sur, al occidente con tributarios directos del Río Medellín, y al norte con la cuenca del Río.

1.3. Levantamiento topografico.

Se realizó un levantamiento del proyecto en la zona afectada de las quebradas La Sabanetica y La Doctora en el sector Plebiscito del municipio de Sabaneta, con el objeto de realizar los diseños hidráulicos que permitan definir la construcción de una obra que permita la solución al problema de que se presenta en este sector, de tal manera que no afecten la dinámica de la quebrada.

Estos estudios son necesarios para legalizar las obras y obtener los permisos de ocupación de cauce ante la Entidad Ambiental.

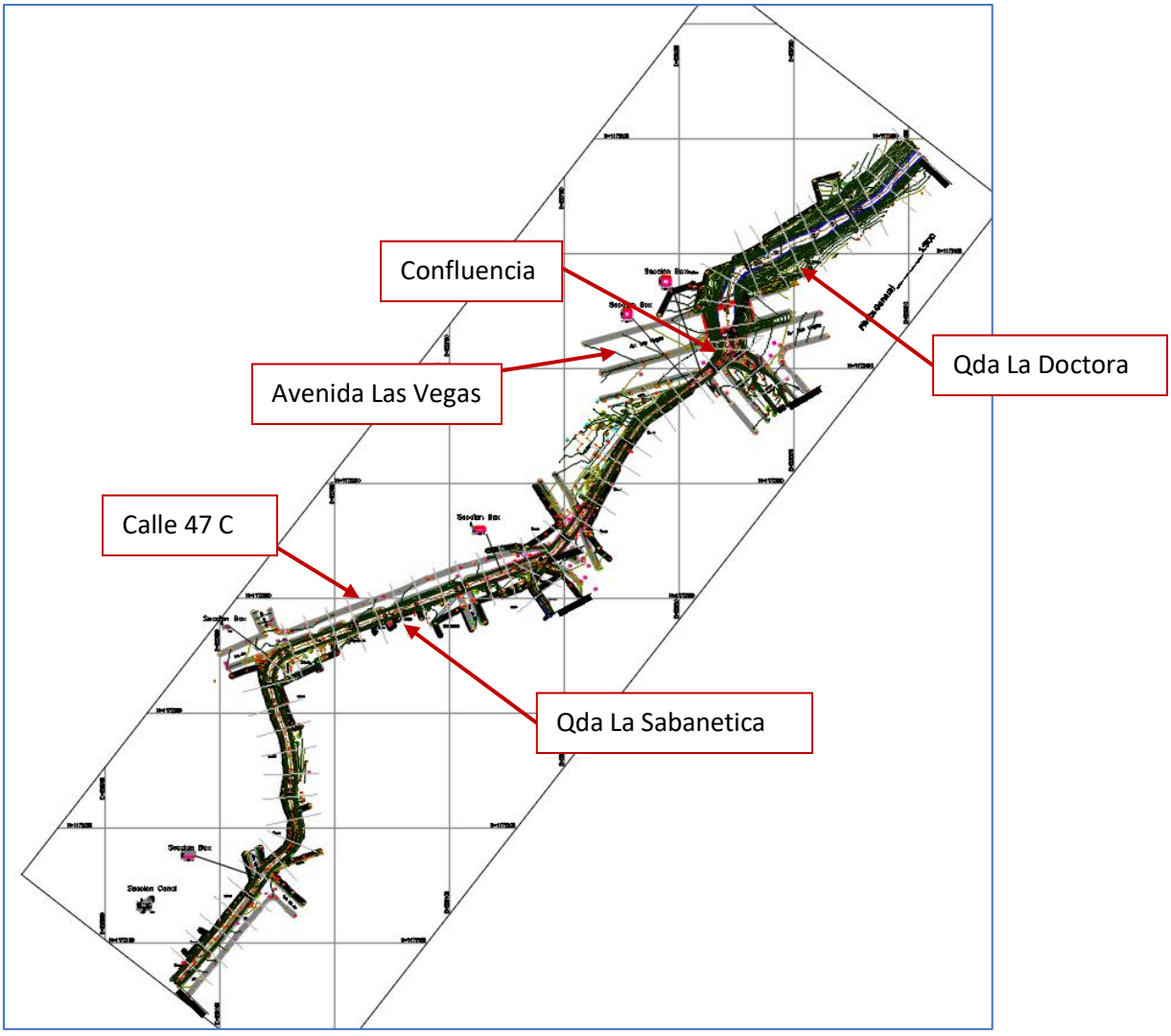


Figura N.° 4. *Esquema de la topografía levantada*

1.4. Clima.

Las cuencas de las quebradas están bajo la influencia del clima ecuatorial típico de montaña. Las precipitaciones promedias mensuales en las estaciones pluviográficas con influencia en la cuenca (Estación Planta de Tratamiento Ayurá y Estación San Antonio de Prado) se pueden apreciar en las tablas siguientes.

Tabla 1: Precipitación promedia mensual. Estación Planta de Tratamiento Ayurá

MES	PRECIPITACIÓN PROMEDIA MENSUAL (mm)
Enero	75.6
Febrero	75.7
Marzo	125.2
Abril	183.1
Mayo	218.2
Junio	145.7
Julio	118.1
Agosto	138.0
Septiembre	196.7
Octubre	227.6
Noviembre	171.0
Diciembre	121.9
Anual	**1796.8**

Tabla 2: Precipitación promedia mensual. Estación San Antonio de Prado

MES	PRECIPITACIÓN PROMEDIA MENSUAL (mm)
Enero	83.4
Febrero	106.7
Marzo	149.2
Abril	227.7
Mayo	246.9
Junio	173.0
Julio	130.0
Agosto	155.0
Septiembre	196.0
Octubre	244.9
Noviembre	206.8
Diciembre	125.6
Anual	**2045.2**

De acuerdo con lo que se observa en las tablas, los regímenes de precipitación son similares, aunque mayores en la estación San Antonio de Prado que los de la Estación Planta de Tratamiento Ayurá. Se denotan períodos secos entre los meses de diciembre, enero y febrero y menos intenso entre los meses de julio y agosto. Los períodos de precipitación están comprendidos entre los meses de abril-mayo y septiembre-octubre, siendo los meses más lluviosos mayo y octubre. En la Estación San Antonio de Prado el segundo período lluvioso se extiende hasta el mes de noviembre. Se puede apreciar como la precipitación en el mes más lluvioso casi triplica la precipitación del mes más seco.

1.5. Geología.

Tomada de Zonificación del Área Metropolitana y caracterización de zonas de amenaza geológica del área rural del Municipio de Sabaneta (Universidad Nacional. 1.994).

1.5.1. Unidades Litológicas

Tomada de Zonificación del Área Urbana y Caracterización de Zonas de Amenaza Geológica del área rural del Municipio de Sabaneta (Universidad. Nacional. 1.994).

En el Municipio de Sabaneta afloran tres unidades litológicas pertenecientes al Complejo Polimetamórfico de La Cordillera Central, y varios depósitos cuaternarios de origen aluvial y coluvial.

1.5.2. Esquistos Cuarzo-sericíticos (Pzes)

Esta unidad está conformada principalmente por esquistos cuarzo sericíticos con grafito, algunas cuarcitas y cuerpos de anfibolitas sin granates y dispuesta en forma alargada con dirección NW, atravesando de extremo a extremo el municipio y abarcando un área de 5.8 Km2 comprendida entre los límites municipales con Envigado e Itagui al SE y la falla La Sabanetica (al Oeste) que marca el contacto entre esta unidad y los cuerpos de diorita y anfibolita que afloran al oeste y suroeste del municipio, en l[imites con Caldas, Itaguí y La Estrella.

1.5.3. Esquistos cuarzo-biotíticos y neises migmatíticos (Penm y Pees)

Esta unidad litológica, definida y diferenciada de la anterior por Maya y Escobar (1985), está delimitada por la falla La Doctora, el cuerpo de las anfibolitas de Medellín y la Cuchilla de El Muñeco. En lo que corresponde al área de estudio, esta unidad abarca una extensión aproximada de 2.8 Km^2. Su composición incluye esquistos biotíticos compuestos por sillimanita y andalucita, así mismo, neises migmatíticos y cuerpos pegmatíticos. Los neisses y la pegmatitas presentan una notable diferencia composicional con respecto a los esquistos, mostrando minerales con mayor temperatura de formación como sillimanita, ausencia de grafito y abundante biotita (Maya y Escobar, 1985).

1.5.4. Anfibolitas de Medellín (Pea)

En la zona de estudio, este cuerpo está limitado al norte y al occidente por depósitos cuaternarios (Qa), al sur por los esquistos biotíticos (Penm) y al oriente por la cuenca de la quebrada Cien Pesos, dentro de la zona de estudio comprende un área de 2.9 Km2. Dadas sus características petrográficas (Maya y Escobar, (1985)), estas rocas han sido correlacionadas con la Anfibolita de Medellín.

1.5.5. Depósitos superficiales

Localmente, los depósitos superficiales de la zona están recubiertos por Cenizas volcánicas, alcanzando espesores promedios de 1.0 m, se caracterizan por presentar coloraciones claras, compuestas por partículas tamaño limo, sobre las cuales se desarrolla un nivel orgánico que alcanza espesores promedios de 0.70 m.

1.5.6. Depósitos de vertiente sobre anfibolita (Qdv)

Localizados al nordeste del municipio, al norte del cuerpo anfibólico y extendiéndose hasta los depósitos aluviales del Río Medellín y la quebrada La Doctora.

1.5.7. Depósitos de vertiente sobre esquistos (Qdv)

Localizados al nordeste del municipio, cubren las partes medias y media baja de las cuencas objeto de estudio, y se extienden hasta empalmarsen con los depósitos aluviales de la quebrada La Sabanetica y La Sabanetica.

1.5.8. Abanico aluvial de la quebrada La Sabanetica (Qal)

El carácter torrencial de la quebrada La Sabanetica dio origen a un abanico aluvial sobre el que se ubica la parte céntrica del área urbana del Municipio de Sabaneta, y que se inicia en cercanías a la Urbanización Las Playas, conformando un depósito extenso caracterizado por presentar pendientes medias a bajas.

1.5.9. Abanico aluvial de la quebrada Grande (Qal)

Este abanico está situado al noroeste de la cabecera municipal, se prolonga en sentido oeste – este desde El Ancón enfrente del lugar donde desemboca la quebrada Grande al Río Medellín.

1.5.10. Terrazas aluviales del Río Medellín (Qt)

La trayectoria del Río Medellín en la zona de estudio ha configurado dos niveles de terrazas ubicadas en la parte noreste del municipio formando francas alargadas en dirección al este.

1.5.11. Depósitos aluviales de las Quebradas La Sabanetica y La Sabaneta (Qal)

Se ubican en el costado oeste del municipio y corresponden a depósitos más recientes que los anteriormente descritos, a los cuales probablemente los cauces que le dieron origen retrabajaron y separaron.

1.5.12. Rasgos estructurales

Dos fallas atraviesan las rocas dentro del área de estudio, la falla Ancón y la falla La Doctora.

La falla de Ancón. recorre la zona con una dirección N 50° W, cartografiada desde la cabecera de la quebrada La Romera hasta el Ancón Sur por Maya y Escobar (1985), y evidenciada dentro de la zona de estudio por cambios fuertes de pendientes y silletas alineadas.

La falla La Doctora. que controla la quebrada del mismo nombre, tiene una dirección N 45° W, paralela a la falla de Ancón tiene un recorrido aproximadamente recto de 2.5 Km desde aguas abajo de la confluencia de dicha quebrada con la quebrada Buenavista; en este tramo los afluentes del lado norte se encuentran notablemente distorsionados.

1.5.13. Procesos Geomorfológicos

A continuación, se describen los procesos geomorfológicos detectados en la zona de estudio.

Procesos erosivos naturales

Los principales procesos erosivos son:

Erosión fluvial, erosión lineal o profundización del cauce, socavación lateral (producida en las orillas de ríos, quebradas y drenajes secundarios por el desgaste lateral de los cauces de agua), erosión por escorrentía, erosión concentrada (surcos y cárcavas), movimientos de masa (reptación y deslizamientos).

Procesos erosivos antrópicos

Erosión acelerada localizada por sobrepastoreo, reptación, aumento de la escorrentía por la deforestación, eliminación de desechos aguas residuales y basuras y por el impacto de obras civiles y urbanización. Dichos problemas originan o aceleran procesos como terráceo por el sobrepastoreo,

1.6. Caracteristicas morfologicas.

En la parte baja o llanura aluvial de la quebrada La Doctora y La Sabanetica, predominan las pendientes suaves (por debajo del 3%) y en menor proporción pendientes del 3% al 7%, al sur del casco urbano se incrementan los rangos de pendiente entre el 7% y el 12%.

En la parte media y alta se presentan cañones cuyas laderas poseen pendientes más fuertes. El rango del 25% al 50%.

La cuenca de la quebrada La Sabanetica en su parte alta o de nacimiento es en forma de “V”, cerrado. Allí las pendientes son mayores del 45%; la topografía de las vertientes es ondulada, constituida por saprolitos de esquistos de color amarillo pardo con algunos puntos de oxidación, producto de la biótica.

La microcuenca de la Doctora está enmarcada por la cuchilla que divide la quebrada La Sabaneta en su margen izquierda y la cuchilla donde se encuentra el tanque de EPM, la cual está constituida por un saprolito que se encuentra recubierto por depósitos de vertientes en la parte superior. Cerca de la parte baja de la cuenca, el cañón se va ampliando y la quebrada forma una terraza aluvial cuyo perfil muestra la torrencialidad de la Quebrada.

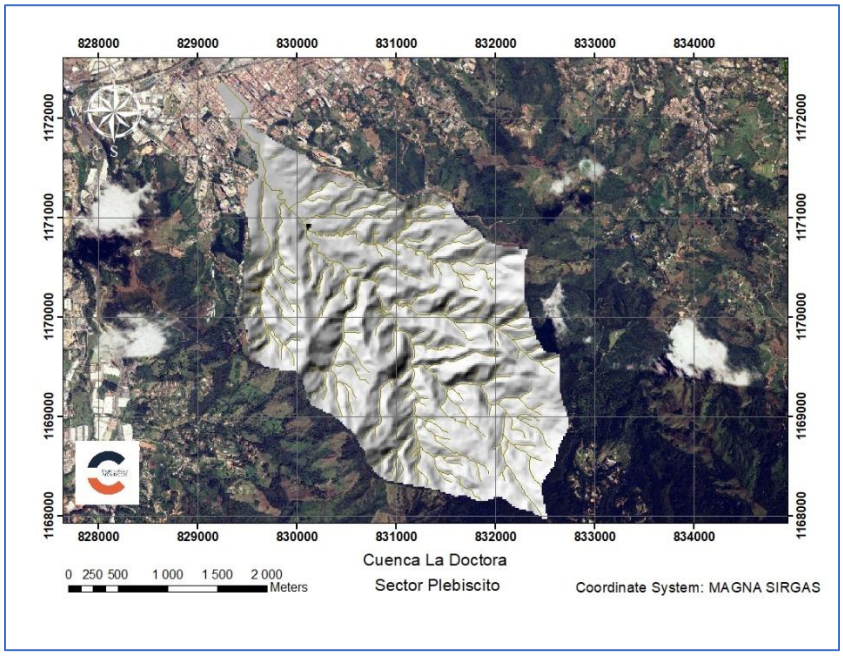


Figura N.° 5. *Cuenca Hidrográfica de la quebrada La Doctora.*

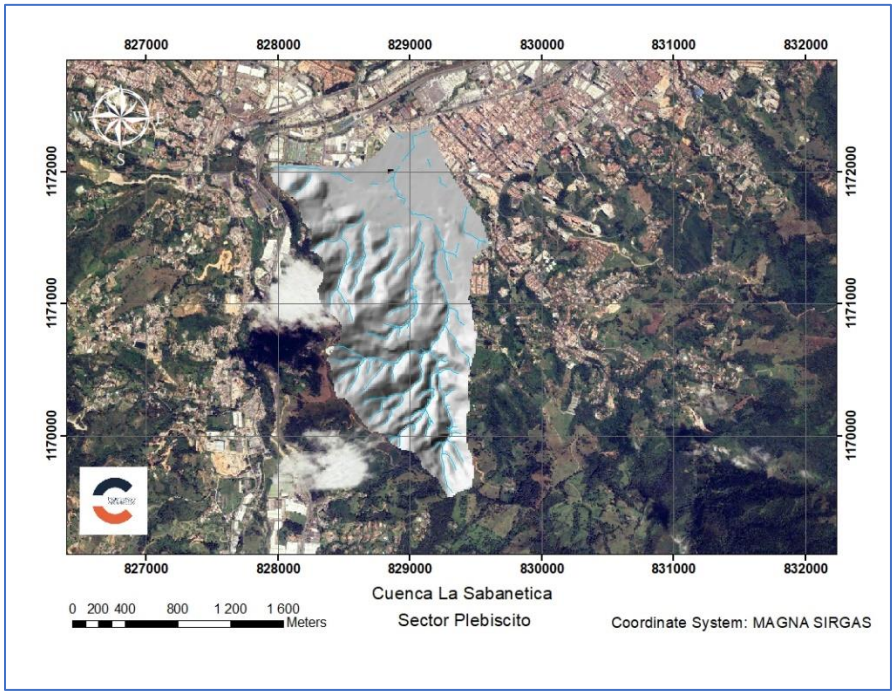


Figura N.° 6. *Cuenca Hidrográfica de la quebrada La Sabanetica.*

1.7. Rasgos estructurales

Dos fallas atraviesan las rocas dentro del área de estudio, la falla Ancón y la falla La Doctora. La falla de Ancón recorre la zona con una dirección N50°W, cartografiada desde la cabecera de la quebrada La Romera hasta el Ancón Sur y evidenciada dentro de la zona de estudio por cambios fuertes de pendientes y silletas alineadas. La falla La Doctora que controla la quebrada del mismo nombre, tiene una dirección N45°W, paralela a la falla de Ancón tiene un recorrido aproximadamente rector de 2.5 Km desde aguas abajo de la confluencia de dicha quebrada con la quebrada Buenavista, en este tramo los afluentes del lado norte se encuentran notablemente distorsionados.

1.8. Estudio existente

- En el año 2006 mediante convenio Interadministrativo N.309 de 2005 del municipio de Sabaneta con el Área Metropolitana, se realizaron los estudios hidrológicos de la quebrada La Sabanetica dentro del contrato N.254 de 2006 entre la empresa Ingedelta y el municipio de Sabaneta cuyo objeto fue "Estudios hidrológicos e hidráulicos de cinco quebradas en diferentes sitios de las mismas y diseño de las obras de protección para la estabilización de taludes en la zona urbana del municipio de Sabaneta", dentro de los estudios se determinó un caudal de 24.23 m3/s asociado la crecente con periodo de retorno de 100 años.
  De los estudios se extracta la siguiente información:

  Cuenca de la quebrada La Doctora hasta la confluencia con la quebrada Sabanetica

  Se estimaron los parámetros geomorfológicos para la quebrada La Doctora hasta la confluencia con la quebrada Sabanetica hasta la confluencia con la quebrada La Sabanetica

Parámetro	Valor
Área de la Cuenca [km^2]	8.21
Longitud del Canal Principal [km]	6.615
Cota Máxima de la Cuenca [m]	2617.2
Cota en la Salida de la Cuenca [m]	1585
Distancia al Centroide [km]	3.95
Perímetro [km]	18.45
Pendiente Media [%]	65.41
Pendiente Promedio del Canal Principal [%]	23.2
Longitud de la Cuenca [km^2]	5.53
Coordenada Este [m]	829228
Coordenada Norte [m]	1172386.9

  Tiempo de concentración para la cuenca de la quebrada La Doctora hasta la confluencia con la quebrada Sabanetica.

Cuenca	Tc (min)
La Doctora – confluencia con quebrada Sabanetica	45

  Se utilizaron los parámetros de la curva IDF para la estación Ayurá para el cálculo de las intensidades.

Intensidad (mm/h)						
Cuenca	2,33	5	10	25	50	100
La Doctora – confluencia con la Quebrada Sabanetica	42.0	54.6	64.9	77.9	87.6	97.1

El número de curva promedio la cuenca

Cuenca	Número de Curva (CN)
La Doctora – confluencia con la quebrada Sabanetica	71

Estimación de caudales:

Caudales máximos (m^3/s)							
Método	Área (km^2)	Periodo de retorno (años)					
		2,33	5	10	25	50	100
William y Hann	8.21	10.47	14.21	22.01	33.43	45.26	58.09
Snyder		9.33	13.83	20.84	31.05	41.19	52.13
S.C.S		8.57	13.30	20.46	30.81	40.95	51.84

Caudales máximos (m^3/s)							
Método	Área (km^2)	Periodo de retorno (años)					
		2,33	5	10	25	50	100
Racional	8.21	38.12	49.74	59.26	71.24	80.10	88.88

Teniendo en cuenta lo anterior y las consideraciones del diseño hidrológico (adoptando un criterio conservador), se propondrá continuar con los resultados obtenidos mediante el método de Snyder para el análisis hidráulico

Caudales máximos de diseño para diferentes periodos de retorno en la cuenca de la quebrada La Doctora hasta la confluencia con la quebrada Sabanetica.

Caudales máximos de diseño (m^3/s)							
Método	Área (km^2)	Periodo de retorno (años)					
		2,33	5	10	25	50	100
Snyder	8.21	9.33	13.83	20.84	31.05	41.19	52.13

Cuenca de la quebrada La Sabanetica hasta la confluencia con la quebrada Doctora.

Se estimaron los parámetros geomorfológicos de la quebrada La Sabanetica hasta la confluencia con la quebrada La Doctora.

Parámetro	Valor
Área de la Cuenca [km^2]	2.03
Longitud del Canal Principal [km]	3.23
Cota Máxima de la Cuenca [m]	1975
Cota en la Salida de la Cuenca [m]	1593.9
Distancia al Centroide [km]	1.48
Perímetro [km]	8.74
Pendiente Media [%]	52.9
Pendiente Promedio del Canal Principal [%]	18.8
Longitud de la Cuenca [km^2]	2.69
Coordenada Este [m]	828873
Coordenada Norte [m]	1171947.6

Tiempo de concentración para la cuenca de la quebrada La Sabanetica hasta la confluencia con la quebrada Doctora.

Cuenca	Tc (min)
Sabanetica-confluencia con la quebrada la Doctora	30

Se utilizaron los parámetros de la curva IDF para la estación Ayurá para el cálculo de las intensidades.

Intensidad (mm/h)						
Cuenca	**2,33**	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**
Sabanetica – confluencia quebrada La Doctora	57.6	76.7	92.3	111.9	126.5	140.9

El número de curva promedio la cuenca

Cuenca	Número de curva (CN)
Sabanetica confluencia con la quebrada la Doctora	79.3

Estimación de caudales:

Caudales máximos (m^3/s)							
Método	**Área (km^2)**	**Periodo de retorno (años)**					
		2,33	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**
William y Hans	2.03	3.03	5.94	9.09	14.38	18.70	23.26
Snyder		3.24	6.26	9.52	14.76	19.22	23.93
S.C.S		3.22	6.36	9.73	15.12	19.50	24.23

Caudales máximos (m^3/s)							
Método	**Área (km^2)**	**Periodo de retorno (años)**					
		2,33	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**
Racional	2.03	15.27	20.32	24.45	29.66	33.52	37.34

Teniendo en cuenta lo anterior y las consideraciones del diseño hidrológico (adoptando un criterio conservador), se propondrá continuar con los resultados obtenidos mediante el método de SCS para el análisis hidráulico
Caudales máximos de diseño para diferentes periodos de retorno en la cuenca de la quebrada La Sabanetica hasta la confluencia con la quebrada Doctora.

Caudales máximos de diseño (m^3/s)							
Método	**Área (km^2)**	**Periodo de retorno (años)**					
		2,33	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**
S.C.S	2.03	3.22	6.36	9.73	15.12	19.50	24.23

Como caudal máximo de diseño para el periodo de retorno de 100 años en la cuenca de la quebrada La Sabanetica y La Doctora hasta la confluencia de las dos, según el estudio realizado por la Empresa INGEDELTA para el municipio de Sabaneta Contrato N. 254 de 2006 convenio interadministrativo N.309 de 2005 con el AREA METROPOLITANA y cuyo objeto fue "Estudios hidrológicos e hidráulicos de cinco quebradas en diferentes sitios de las mismas y diseño de las obras de protección para la estabilización de taludes en la zona urbana del municipio de Sabaneta", se escogió el del método S.C.S de 24.23 m^3/s para la quebrada La Sabanetica y se escogió el del método Snyder de 52.13 m^3/s para la quebrada La Doctora.

1.9. Información Disponible

La información cartográfica existente en el IGAC y en Planeación Municipal es desactualizada, respecto a las construcciones existentes en la actualidad. Los planos consultados y trabajados para el estudio corresponden a las planchas 299, 300, 309, 310, 311, 313, 314, 314A, 316 y 317 en escala 1:2000 y 146ivc2w y 146ivc2x en escala 1:5000.

Igualmente se realizó visitas para recopilar toda la información necesaria para realizar los estudios pertinentes.

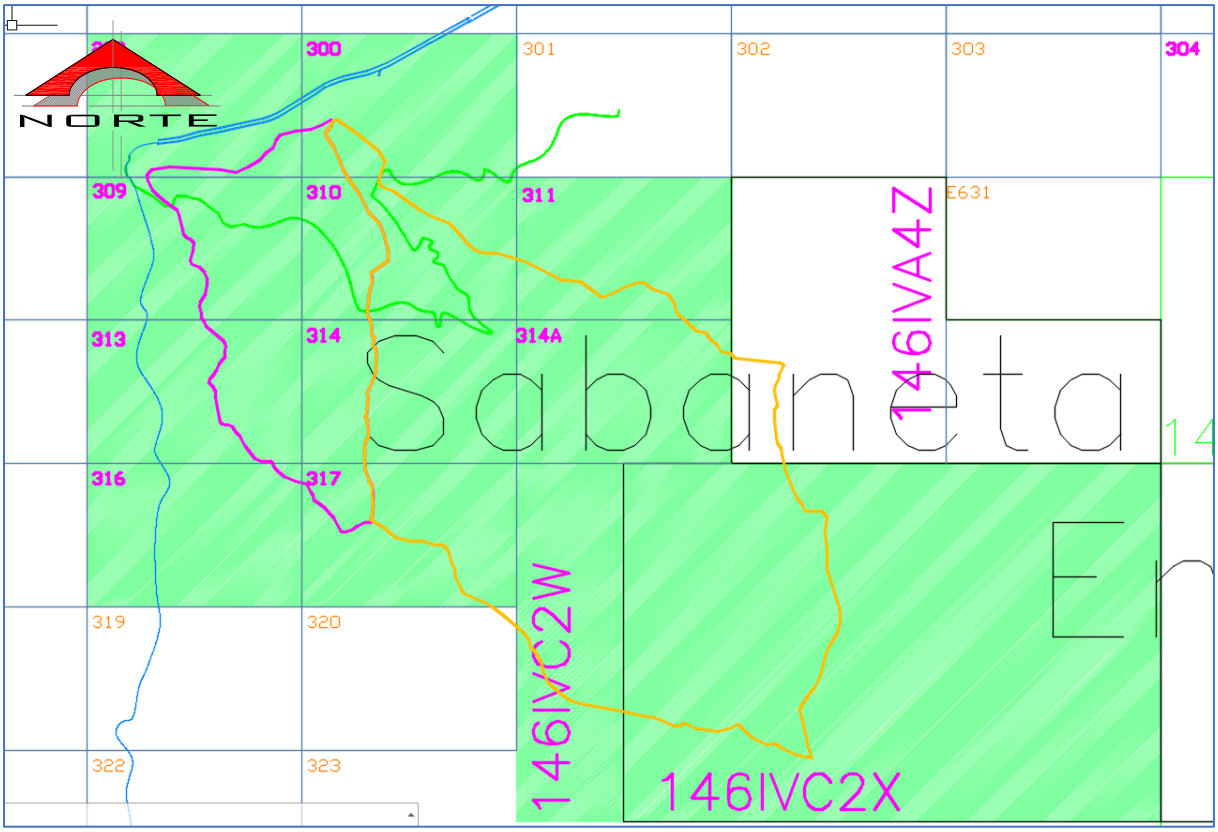


Figura N.° 7. *Planchas de la base de datos SIGMA utilizadas en la zona.*

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA ZONA.

2.1. Descripción de las condiciones encontradas en el sitio quebrada La Sabanetica y la Doctora, Sector Plebiscito.

En las páginas siguientes se presenta un registro fotográfico donde se observan las condiciones actuales del cauce de la quebrada la quebrada La Sabanetica en el sector comprendido entre la calle 76 B sur y la calle 75 A sur a lo largo de la carrera 47 C hasta la confluencia con la quebrada La Doctora en el municipio de Sabaneta.

A continuación, se mostrará la localización del sitio a intervenir, así como un registro fotográfico con las condiciones del sitio.



Fotografía N° 1. Vista general del canal construido entre los años 2008 y 2010, se puede observar que es un canal rectangular en concreto.



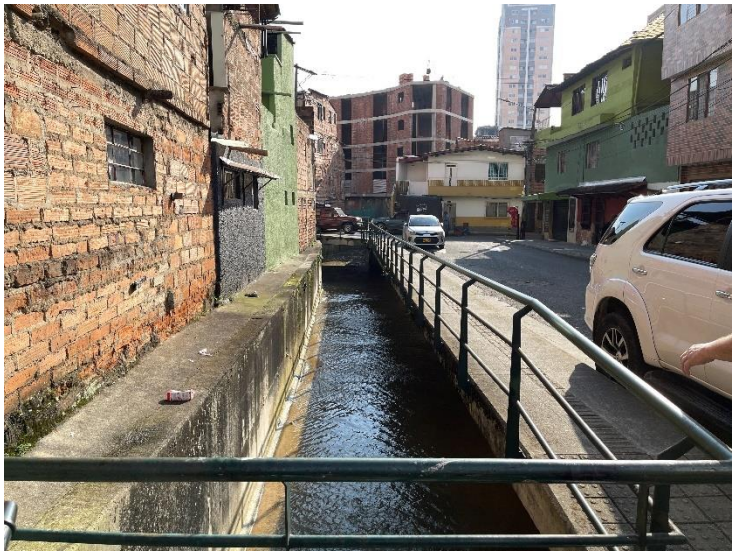
Fotografía N° 2. Detalle del canal en la carrera 47 B. El incremento de edificaciones y obras de infraestructura en especial las vías y andenes en toda la microcuenca, ha generado un cambio importante en los usos del suelo de la microcuenca.



Fotografía N° 3. Se aprecia el detalle del tramo de la quebrada La Sabanetica aledaña la vía donde podemos observar que el anden esta sobre parte del canal, debido al poco espacio disponible, debido a la presencia de las edificaciones sobre la margen derecha.



Fotografía N° 4. Nótese como los muros de las edificaciones hacen parte integral del canal rectangular y sobre el se han construido losas que permiten el paso a vehículos y peatones.



Fotografía N° 5. En esta fotografía se observa como hubo necesidad de construir un muro de protección en las edificaciones que hace que el espacio para la sección del canal sea menor.



Fotografía N° 6. Detalle general de la quebrada cerca ala calle 76 D sur, antes de entrar a un losa de cruce sobre la calle 76 D sur.



Fotografía N° 7. Detalle de la obra de cruce, una losa sobre el canal para permitir el cruce en la calle 76 D sur.



Fotografía N° 8. Detalle general salida obra de cruce en la calle 76 D sur, nótese que sale sobre una curva ocasionando una sobrelevación sobre las edificaciones localizadas sobre la margen izquierda. Sobre la margen derecha existe la vía o carrera 47 B.



Fotografía N° 9. Se aprecia el estado fisco de la estructura de cruce, una losa apoyada sobre los muros del canal construido. Este tramo ha presentado buena capacidad hidráulica y no se han presentado desbordamientos e inundaciones en la zona.



Fotografía Nº 10. Una vez la quebrada cruz sobre la calle 76 D sur, gira hacia la carrera 77 C donde pasa por un tramo conformado por edificaciones sobre ambas márgenes de la quebrada.



Fotografía Nº 11. Se observa sobre ambas márgenes de la quebrada existe un alto grado de desarrollo urbanístico que ha generado en la quebrada cambios importantes ene l uso de suelo.



Fotografía N° 12. Nótese como en este tramo el canal es bastante amplio, permitiendo el paso del flujo en caso de presentarse una creciente.



Fotografía N° 13. A pesar de que este tramo de la quebrada está confinado por la edificaciones este presenta capacidad hidráulica para evacuar una creciente. Se observa como se han cambiado los usos de suelos, pasando de zonas cubiertas con vegetación a zonas impermeables por el desarrollo urbanístico.



Fotografía N° 14. Nótese el buen estado de este canal.



Fotografía N° 15. Siguiendo el recorrido este canal sale a la carrera 47 C, donde se han presentado inundaciones y afectaciones a las edificaciones localizadas sobre la margen derecha.



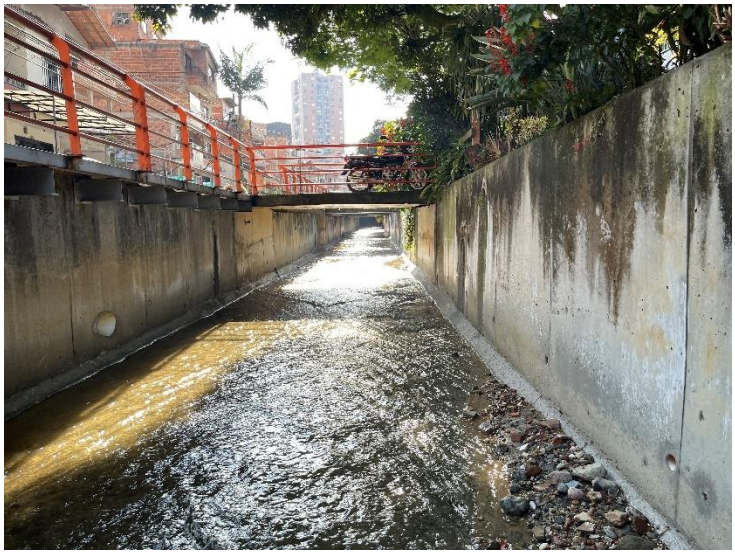
Fotografía N° 16. Detalle de la salida del canal de la quebrada la Sabanetica al tramo que presenta problemas de inundaciones sobre la carrea 47 C y calle 76 B sur.



Fotografía N° 17. A lo largo del canal se observaron descargas de las redes de aguas lluvias.



Fotografía N° 18. Siguiendo el recorrido se observa el Inicio del canal sobre carrera 47 C con. la calle 76 B sur. Este canal de la quebrada se ha desbordado y afectado de forma importante el sector poniendo en alto riesgo a la comunidad y afectando su bienes materiales y obras de infraestructura.



Fotografía N° 19. Nótese como los accesos construidos para la edificaciones obligaron a mermar la sección hidráulica del canal construido entre los años 2008 y 2010.



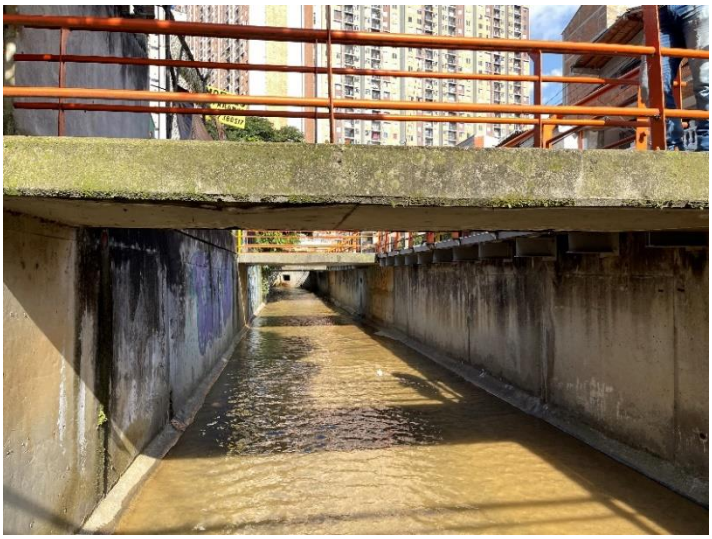
Fotografía Nº 20. Detalle de la estructura construida como acceso, nótese como está construida por debajo de la sección de la quebrada.



Fotografía Nº 21.Detalle del estado físico de una de las estructura s de cruce.



Fotografía N° 22. A lo largo de este tramo en el sector Plebiscito, se construyeron varios acceso a las edificaciones localizadas sobre la margen derecha.



Fotografía N° 23. Detalle del cruce en la quebrada la Sabanetica en la carrera 47 C sur, nótese como la losa está dentro de la sección hidráulica de la quebrada. A pesar de que en los años posteriores a la construcción del canal el riesgo por inundación en el tramo de canal reconstruido disminuyo de manera importante, en los últimos dos años la quebrada se ha desbordado y afectado de forma importante el sector poniendo en alto riesgo a la comunidad y afectando su bienes materiales y obras de infraestructura.



Fotografía N° 24. Detalle del anden aledaño a la vía que se construyo en este tramo, el cual cubre parte del canal construido. Al fondo se observa el box culvert construido para dar el cruce sobre la calle 75 A sur.



Fotografía N° 25. Detalle de la cobertura sobre la calle 75 A sur. Esta estructura presenta incapacidad como el canal debido a que a solo unos 100 metros aproximadamente, esta quebrada descarga sus aguas a la quebrada La Doctora, la cual cuando aumenta sus niveles de agua en el punto de confluencia de las dos quebradas, hace que la corriente de agua de la quebrada La Sabanetica aumente también sus niveles hacia aguas arriba, produciéndose en muchos casos el desbordamientos e inundación de la zona



Fotografía N° 26. Detalle del sistema de alerta temprano instalado en el tramo del plebiscito



Fotografía N° 27. Detalle de la estructura de cruce sobre la calle 75 A sur de la estructura de cruce.



Fotografía N° 28. Detalle del interior de la cobertura



Fotografía N° 29. A esta cobertura desemboca la quebrada San Alejo mediante un box culvert.



Fotografía N° 30. Detalle de la cobertura de la quebrada San Alejo



Fotografía N° 31. Detalle del canal de la quebrada San Alejo aguas arriba del sitio de la confluencia. Nótese que maneja flujo base escaso.



Fotografía Nº 32. Detalle del canal de la quebrada Sana Alejo aguas arriba del canal en concreto antes de la confluencia, nótese como el cauce lo conforman los muros de las edificaciones



Fotografía Nº 33. Detalle de la quebrada San Alejo, nótese como la quebrada proviene de la parte baja de una edificación existente, por la cual cruza.



Fotografía N° 34. Detalle de la estructura de cruce de la quebrada La Sabanetica en la calle 75 A sur.



Fotografía N° 35. Detalle de una descarga de aguas lluvias dentro de la Estructura de cruce



Fotografía N° 36. Detalle de la salida de la estructura de cruce en la calle 75 A sur, nótese que sale a un canal rectangular en concreto de menor dimensión al localizado aguas arriba en el sector Plebiscito.



Fotografía N° 37. Una vez la quebrada cruza la calle 75 c sur sale a un canal en concreto de menor sección hidráulica al de aguas arriba, este canal produce sobrelevación de la quebrada que hacen que el canal de aguas arriba suba también nivel.



Fotografía N° 38. Este canal se observa en buen estado físico, a pesar de tener menor dimensión que el canal hacia aguas arriba.



Fotografía N° 39. Hacia aguas abajo de este canal se observa el sitio de cruce de la quebrada La Sabanetica sobre la avenida las Vegas y su confluencia con la quebrada La Doctora, la cual cuando aumenta sus niveles de agua en el punto de confluencia de las dos quebradas, hace que la corriente de agua de la quebrada La Sabanetica aumente también sus niveles hacia aguas arriba, produciéndose en muchos casos el desbordamientos e inundación de la zona



Fotografía N° 40. Detalle de la estructura de entrad de la quebrada La Sabanetica en la confluencia con la quebrada La Doctora.



Fotografía N° 41. Esta estructura posee un tabique intermedio que disminuye en parte la capacidad de la estructura.



Fotografía N° 42. Detalle del tabique intermedio, nótese como se acumula basura en este. la depositación del material cuando se produce la incapacidad de la estructura de cruce.



Fotografía N° 43. Una vez la estructura de cruce de la quebrada la sabanetica pasa el tabique la estructura es más amplia en la salida a la quebrada La Doctora.



Fotografía N° 44. Detalle del sitio donde se unen las dios estructura de las quebradas La Sabanetica y la Doctora. El control en la corriente de agua que generan las estructuras hidráulicas en la confluencia de la quebrada La Sabanetica con La quebrada La Doctora, las cuales confluyen en un mismo espacio tiempo, generan el desbordamiento de las aguas de la quebrada La Sabanetica hacia aguas arriba, aumentando el riesgo a los habitantes de la zona y destruyendo sus bienes materiales y obras de infraestructura



Fotografía N° 45. Detalle de la salida a la quebrada La Doctora, nótese que sale aun canal natural, y una obra de cruce en la quebrada La Doctora sobre la Avenida Las Vegas.



Fotografía N° 46. Detalle de la estructura de cruce de la quebrada La Doctora antes de la confluencia con la quebrada La Sabanetica, donde ambas quebradas confluyen en el mismo espacio y tiempo. Nótese que al igual que la quebrada La Sabanetica, La Doctora posee una estructura con tabique intermedio.

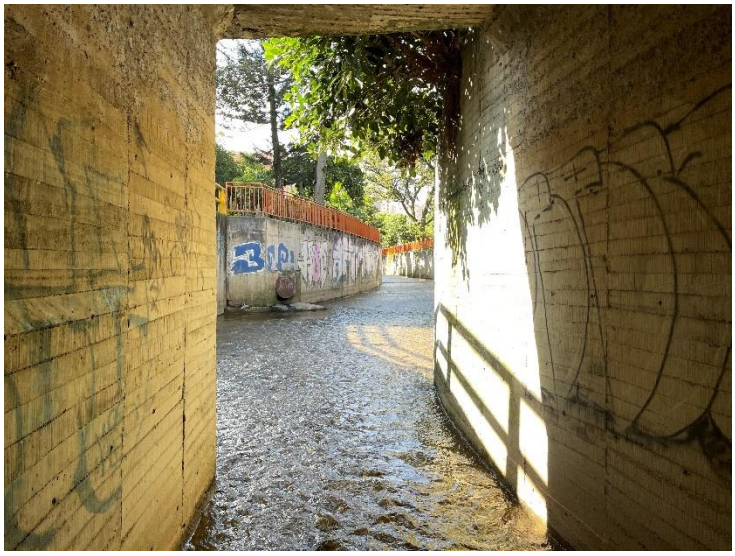


Fotografía N° 47. Detalle de la estructura de cruce en la Doctora y del tabique intermedio., antes de la confluencia con la quebrada La Sabanetica.



Doctora hacia aguas arriba desde la confluencia

Fotografía N° 48. Vista del interior de la estructura de la cobertura en la quebrada La Doctora hacia aguas abajo, se puede observar la salida donde se presenta la confluencia con la quebrada La Sabanetica.



Fotografía N° 49. Vista de uno de los tabiques de la estructura de la quebrada la Doctora, con vista hacia aguas arriba de la quebrada La Doctora, nótese que bien de un canal en concreto.



Fotografía N° 50. Canal de la quebrada La Doctora hacia aguas arriba del sitio de la confluencia, la quebrada posee un canal en concreto. Nótese el estrechamiento del canal antes de entrar a la cobertura en el sitio de confluencia con la quebrada la sabanetica



Fotografía N° 51. Nótese como antes de la cobertura el canal se estrecha, ocasionando una sobreelevación del nivel del agua de la quebrada, que hace que la corriente de agua de la quebrada La Sabanetica aumente también sus niveles hacia aguas arriba.



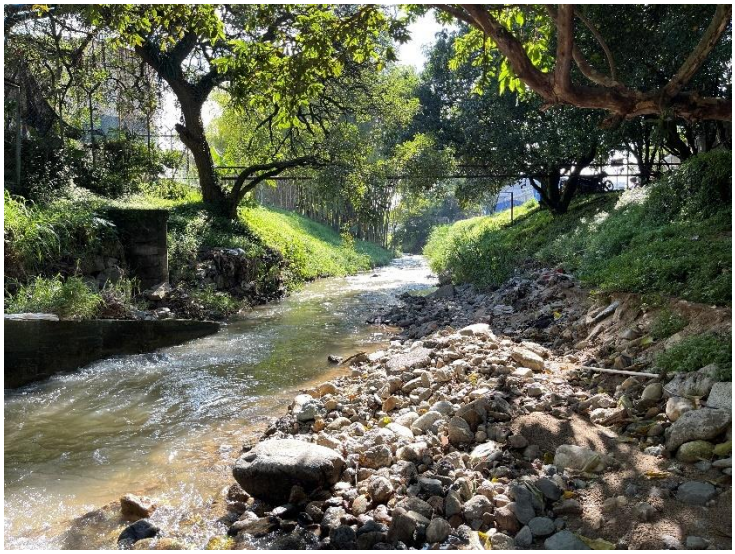
Fotografía N° 52. Estructura de cruce en la Avenida Las Vegas con un puente., esta estructura posee capacidad suficiente para evacuar el caudal de diseño.



Fotografía N° 53. Detalle canal de la quebrada La Doctora, nótese lo amplio del canal y los buenos retiros.



Fotografía N° 54. Salida de la quebrada La Doctora aguas abajo del cruce mediante el puente sobre la avenida Las Vegas, la quebrada sale a un canal bastante amplio.



Fotografía N° 55. Canal natural de la quebrada La Doctora hacia aguas abajo del sitio de confluencia y el sitio de cruce en la Avenida Las Vegas

2.2. Comentarios del registro fotográfico.

- Como se pudo observar en las fotografías anteriores, el cauce de la quebrada La Sabanetica en la zona de estudio presenta unos problemas en el tramo entre las calles 76 B sur y la calle 75 A sur, donde se encuentran unas edificaciones sobre la margen derecha debido, a que a solo unos 100 metros aproximadamente, esta quebrada descarga sus aguas a la quebrada La Doctora, la cual cuando aumenta sus niveles de agua en el punto de confluencia de las dos quebradas, hace que la corriente de agua de la quebrada La Sabanetica aumente también sus niveles hacia aguas arriba, produciéndose en muchos casos el desbordamientos e inundación de la zona.

- El desarrollo urbanístico que ha tenido el municipio en los últimos 20 años se ha salido de todas las proyecciones esperadas. El incremento de edificaciones y obras de infraestructura en especial las vías y andenes en toda la microcuenca, ha generado un cambio importante en los usos del suelo de la microcuenca, aumentando las escorrentías de las aguas lluvias y un incremento importante en los caudales que transporta la quebrada.

- El cambio climático que se viene presentando en los últimos años a nivel mundial, ha afectado de manera importante los ciclos de lluvias y sus intensidades en todas las regiones de Colombia, siendo la región del Valle de Aburra una de las más impactadas. El incremento de las intensidades de lluvias, el alargamientos de las épocas de lluvias con el fenómeno de la Niña, los cambios de usos del suelo de zonas cubiertas por vegetación por zonas impermeables como las que generan los desarrollos urbanísticos y el control en la corriente de agua que generan las estructuras hidráulicas en la confluencia de la quebrada La Sabanetica con La quebrada La Doctora, confluyen en un mismo espacio tiempo, generando el desbordamiento de las aguas de la quebrada, aumentando el riesgo a los habitantes de la zona y destruyendo sus bienes materiales y obras de infraestructura.

- De acuerdo con lo observado en las fotografías, para la solución definitiva se requiere aumentar la sección del canal actual en el sector El Plebiscito hasta la confluencia con la quebrada La Doctora y mejorar su alineamiento en los últimos 75 m, con el objeto de hacer su descarga a la quebrada La Doctora 35 m aguas abajo de las estructuras hidráulicas existentes que le dan continuidad a la avenida las Vegas sobre ambas quebradas y evitar que las dos quebradas sigan confluyendo en el mismo lugar y tiempo, evitando que se sigan presentando las sobreelevación hacia el canal de la quebrada La Sabanetica.

- Este estudio es realizado básicamente para solicitar la ocupación de cauce las obras proyectadas sobre el canal de la quebrada La Sabanetica ubicado en el sector

Plebiscito del municipio de Sabaneta. Se presenta a continuación el estudio hidrológico e hidráulico que permitirá determinar la cota de máxima inundación de la quebrada y la ubicación de las obras.

3. ESTUDIO HIDROLOGICO.

Este estudio es fundamental para obtener la creciente de diseño de una corriente superficial, teniendo en cuenta las características físicas o morfológicas de una hoya hidrográfica, la precipitación de la zona, la infiltración y el uso de algunos métodos hidrológicos que sirven para determinar la escorrentía superficial o la creciente de diseño que transita por un cauce de una quebrada o río, teniendo en cuenta paralelamente la intensidad, frecuencia y duración de la lluvia.

El diseño hidrológico para el control de aguas está relacionado con la mitigación de los efectos adversos causados por caudales altos o crecientes. Se considera que una creciente es cualquier caudal alto que desborde los terraplenes ya sean artificiales o naturales a lo largo de la corriente. Las magnitudes de las crecientes están descritas por sus caudales, sus elevaciones y sus volúmenes, cada uno de estos factores son importantes en el diseño hidrológico de diferentes tipos de estructuras para el control de flujo. En este caso el diseño corresponde a una evaluación de un tramo de cauce de la quebrada a La Sabanetica y de la quebrada La Doctora en el sector Plebiscito en el municipio de Sabaneta, cuyo principal objetivo es proyectar unas obras hidráulicas de mayor capacidad en la quebrada Sabanetica, de tal forma que valide su adecuado funcionamiento hidráulico y de estabilidad.

Para el cálculo de diseño en este tipo de obras es usual considerar periodos de retorno entre 50 a 100 años, obteniéndose caudales altos que requieren estructuras con secciones hidráulicas considerables que impliquen mayores costos de construcción, pero que minimicen las pérdidas humanas y materiales sustancialmente. Otro criterio para considerar es el criterio de riesgo, que consiste en el riesgo que se desea asumir en el caso de que la obra llegase a fallar dentro de su tiempo de vida útil de la obra, el cual se considera en este caso debido a la importancia de este tipo de obras de 50 años.

Luego la probabilidad de ocurrencia K dentro de n años la vida útil de la obra o riesgo permisible para un periodo de retorno de T esta dado por:

- K= 1-(1-1/T) n para n=50 años y T= 100 años

- K= 0.395 =39.5%

Esto significa que la posibilidad de excedencia de que el caudal determinado sea superado durante la vida útil de la estructura (50 años) es del 39.5%. Probabilidades menores originan obras más costosas que usualmente son difíciles de construir.

Se describe a continuación, algunas metodologías usadas en el presente estudio para la determinación de la creciente de diseño.

3.1. Cálculos de caudales máximos.

Se describe a continuación, algunas metodologías usadas en el presente estudio para la determinación de la creciente de diseño.

3.1.1. Método de Snyder.

Este método fue desarrollado en los Estados Unidos en cuencas localizadas en la región montañosa de los Apalaches y con áreas de drenaje entre 10 y 10000 millas cuadradas. Fue utilizado en el "Estudio Hidrológico del Valle de Aburrá" calibrando algunos de sus coeficientes básicos (Cp y Ct), con base en crecientes registradas en el Río Pantanillo y la Quebrada Las Palmas. Sin embargo, las ecuaciones fundamentales en las que se basa el método son el resultado de generalizaciones hidrológicas en otras latitudes.
Una componente muy importante para la determinación del caudal pico, es la determinación de la retención superficial del suelo, la cual afecta el cálculo del volumen de escorrentía directa resultante de la tormenta, y por lo tanto afecta el valor del caudal pico resultante.

3.1.2. Método Racional.

En este método los efectos de la lluvia y del tamaño de la cuenca son considerados en la expresión explícitamente y otros procesos son considerados implícitamente en el tiempo de concentración y el coeficiente de escorrentía. El almacenamiento temporal y las variaciones espacio-temporales de la lluvia no son tenidos en cuenta, concluyéndose debido a esto que el método debe dar buenos resultados sólo en cuencas pequeñas no mayores de 2.5 Km^2, aunque en algunos textos se habla de áreas menores o iguales a 50 Km^2. La intensidad es obtenida de las curvas I-F-D para una lluvia con una duración igual al tiempo de concentración Tc.

De acuerdo con el libro de hidrología de Antioquia, debido a que el almacenamiento temporal y las variaciones espacio-temporales de la lluvia no son tenidos en cuenta en los cálculos, se concluye que el método debe dar resultados solo en cuencas pequeñas no mayores de 50 km^2, es así como en este libro se han calculado por esta metodología en varias regiones de Antioquia. *Ver páginas 73 a 79 del libro de hidrología de Antioquia.*

De acuerdo con el Manual de Drenaje para carreteras del Instituto Nacional de Vías, este método Racional se debe aplicar cuando se analicen obras de drenaje cuyas áreas de drenaje sean menores o iguales a 2.5 km^2.

Así mismo, en el Manual de Drenaje para Carreteras, se describe el método racional y se aclara que existen discrepancias entre los diferentes autores sobre el rango de aplicabilidad del método en relación con el área de drenaje de las Hoyas hidrográficas; es así como valores entre 0.65 y 12.5 km^2 han sido citados en la literatura técnica.

Mc Pherson señaló las limitaciones más importantes que tiene esta metodología:

- El método proporciona solamente un caudal pico, no el hidrograma de creciente.
- El método racional asume que la escorrentía es directamente proporcional a la precipitación (sí duplica la precipitación, la escorrentía se duplica también). En la realidad esto no es cierto, pues la escorrentía depende también de muchos otros factores tales como precipitaciones antecedentes, condiciones de humedad del suelo, etc.
- El método asume que el período de retorno de la precipitación y el de la escorrentía son los mismos, lo que no es cierto. La precipitación es filtrada por la cuenca para producir escorrentía y ese filtro no es lineal. La transformación de precipitación en escorrentía se ve afectada por las características de la cuenca, el estado de la cuenca al momento de la lluvia y otros factores. Por ejemplo, precipitaciones con períodos de retorno pequeños pueden producir caudales con períodos de retorno mayores, debido a las condiciones de humedad de la cuenca en el momento en que ocurra la tormenta.
- El coeficiente de escorrentía depende en gran medida de las condiciones de humedad antecedente de la cuenca, que a su vez dependen de las tormentas que hayan ocurrido antes.

3.1.3. Método de Williams y Hann.

El modelo de Williams y Hann es un método de simulación de fenómenos hidrológicos que tiene como objetivo reproducir lo más fielmente posible los procesos físicos que ocurren en una cuenca mediante expresiones matemáticas que representan las relaciones existentes entre estos fenómenos y las respuestas de la cuenca.

Este modelo proporciona la hidrógrafa unitaria instantánea, lo que implica que la duración de la lluvia asociada con ella es muy corta, por lo que se recomienda asumir lluvias de duración pequeñas, comparadas con el tiempo al pico. Para construir la hidrógrafa unitaria se requiere conocer los dos parámetros de la cuenca: tp y k, que son incluidos en las ecuaciones que dan la forma de la hidrógrafa. El parámetro tp representa el tiempo al pico desde el inicio de la lluvia y k es la constante de recesión de la cuenca. En este método, los tiempos al pico son pequeños en magnitud, como es de esperarse en cuencas montañosas, por ser de tiempos de concentración cortos.
Las ecuaciones de k y tp son de la forma que intuitivamente deben tener:

- Aumentan con el área.
- Disminuyen con la pendiente.
- Aumentan con la relación largo-ancho.

3.2. Parámetros Geomorfológicos.

3.2.1. Preliminares.

Los parámetros Geomorfológicos de la quebrada La Sabanetica y la Doctora en el sector Plebiscito son considerados hasta el punto de control. La información fue extraída de los planos del IGAC (299, 300, 309, 310, 311, 313, 314, 314A, 316 y 317 en escala 1:2000 y 146ivc2w y 146ivc2x en escala 1:5000) imágenes satelitales, después de haber definido la línea divisoria de aguas. (Ver figura y plano anexo).

La delimitación de una cuenca Hidrográfica se realiza a partir de restituciones cartográficas y fotogramétricas, y para ello se deben seguir las reglas básicas que se mencionan a continuación:

- La divisoria de aguas pasa por los puntos más altos de las cordilleras, cruzando los valles que estas delimitan.
- Su delimitación comienza en el punto de concentración y se continúa a cada lado de este punto con líneas siempre perpendiculares a las curvas de nivel.
- La divisoria de aguas nunca debe interceptar los cauces naturales.
- Imagine una gota de agua cayendo sobre el mapa, sí la gota llegara al punto de concentración, esta área debe pertenecer a la cuenca.

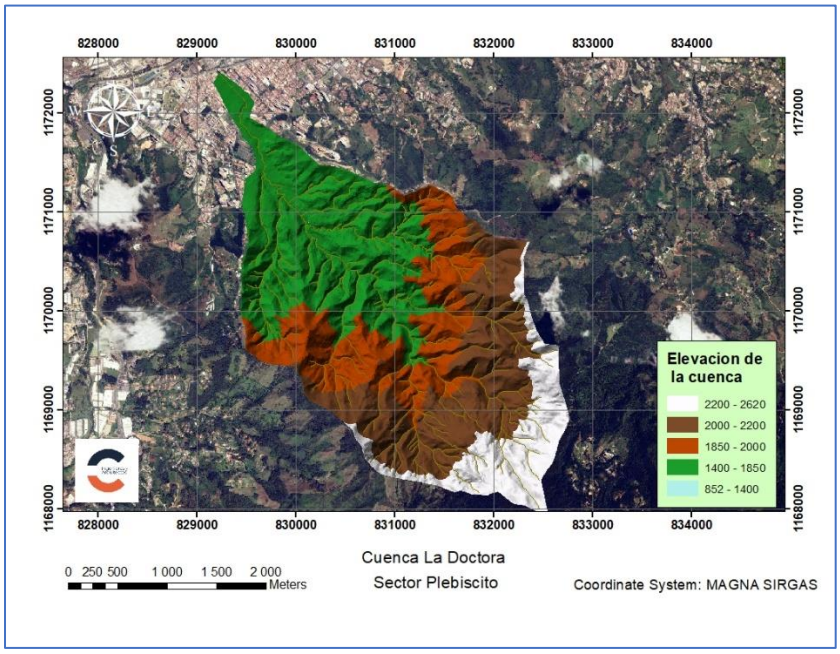


Figura N.° 8. Calculo área de la cuenca La Doctora hasta el punto de control

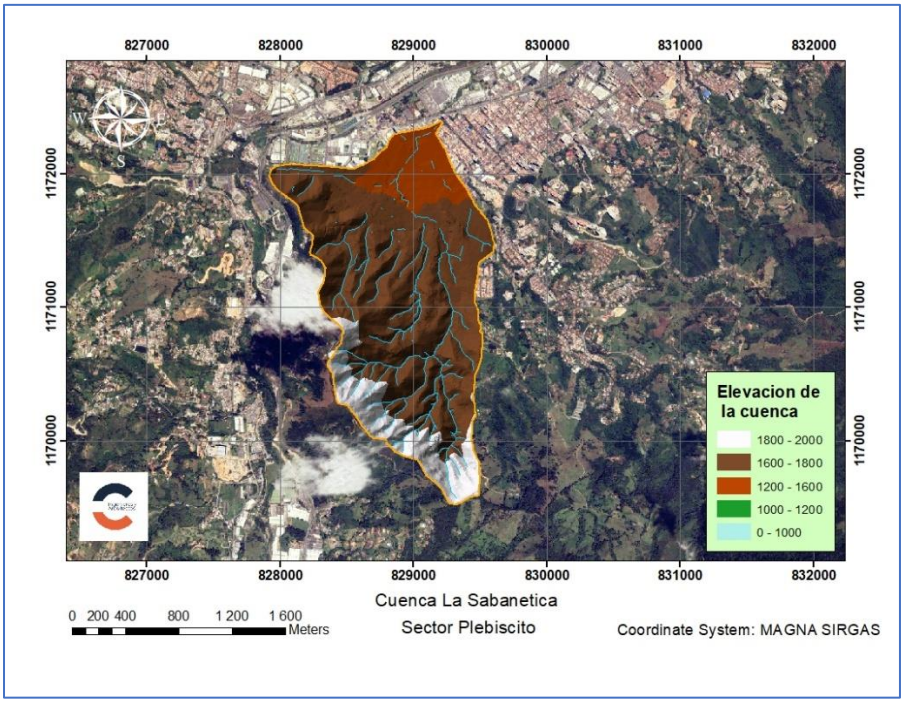


Figura N.° 9. Calculo área de la cuenca La Sabaneta hasta el punto de control

3.2.2. Área de la Cuenca (A).

Superficie total de drenaje definida por la divisoria de aguas. De gran importancia porque existe una relación directamente proporcional entre este parámetro y la magnitud del caudal de respuesta de la cuenca.

3.2.3. Longitud del Cauce Principal (L).

Distancia horizontal entre el nacimiento del cauce principal y un punto sobre el cauce en la salida de la cuenca.

3.2.4. Perímetro de la Cuenca (P).

Longitud total de la línea de divisoria de guas que define la cuenca.

3.2.5. Ancho de la Cuenca (W).

Definida como la relación entre el área de la cuenca y su longitud.

Donde: W: Ancho de la cuenca
A: Área de la cuenca (Km^2)
L: Longitud del cauce principal (Km)

3.2.6. Coeficiente de Compacidad o de Gravelius (K).

Definido como la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo de igual área a la de la cuenca.

$$K = 0.282 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

donde: P: Perímetro de la Cuenca (Km)
A: Área de la cuenca (Km2)

Luego se tiene:
El coeficiente de Gravelius define la forma de la cuenca. Estas formas, están estandarizadas según convenio COL 88/010 de la forma como se relacionan en la Tabla 1.

Tabla 3: *Rangos para el Índice de Compacidad o de Gravelius.*

RANGO		FORMA
De	A	
	< 1	Redonda
1	1.24	Oval-redonda
1.25	1.50	Oval-oblonga
1.50	1.75	Rectangular-oblonga
> 1.76		Alargada

Según esta definición, la cuenca de la Doctora es Oval- Oblonga, ya que el valor del coeficiente de compacidad es 1.36 para el área en estudio.

Según esta definición, la cuenca de la Sabanetica es Oval- Oblonga, ya que el valor del coeficiente de compacidad es 1.37 para el área en estudio.

3.2.7. Orden del Cauce Principal.

Para la determinación de este parámetro se siguió la definición de Horton de orden de cauce, que dice que los canales de primer orden son aquellos que no poseen tributarios. Cuando se unen canales de igual orden, forman un canal de orden inmediatamente superior. Según esta definición el orden de la cuenca de la quebrada La Doctora hasta el punto de control es 5. Según esta definición el orden de la cuenca de la quebrada La Sabanetica hasta el punto de control es 4

3.2.8. Densidad de Drenaje.

Definida como la relación entre la longitud total de los cauces de la cuenca y la superficie total de drenaje. Se puede expresar como:

$$D_{\Omega} = \frac{\sum L_i}{A}$$

Donde:
DΩ: Densidad de drenaje (Km/Km2)
Li: Longitud de los cauces de cada orden (Km)
A: Área de la cuenca (Km2)

Valores bajos de DΩ generalmente están asociados con regiones de alta resistencia a la erosión, muy permeables y de bajo relieve. Valores altos fundamentalmente son

encontrados en regiones de suelos impermeables con poca vegetación y de relieve montañoso.

3.2.9. Longitud recta desde el punto de control hasta la divisoria de aguas.

Esta longitud es la medida en línea recta desde el punto de control hasta la divisoria de aguas de la cuenca.

3.2.10. Longitud a lo largo del cauce desde el punto de control hasta el Centroide de la Cuenca.

Esta longitud es la medida desde el punto de control hasta el centroide de masa (proyección plana) de la cuenca, tomada a lo largo del cauce principal.

3.2.11. Pendiente promedio de la cuenca.

Para el cálculo de la pendiente promedio de la cuenca se obtiene a partir de las pendientes de la cuenca en estudio, según mapa realizado con el programa ARCGIS, donde se pudo se observar diferentes rangos de valores.

La pendiente promedia es de 54.18 % para la quebrada La Doctora hasta el punto de control.

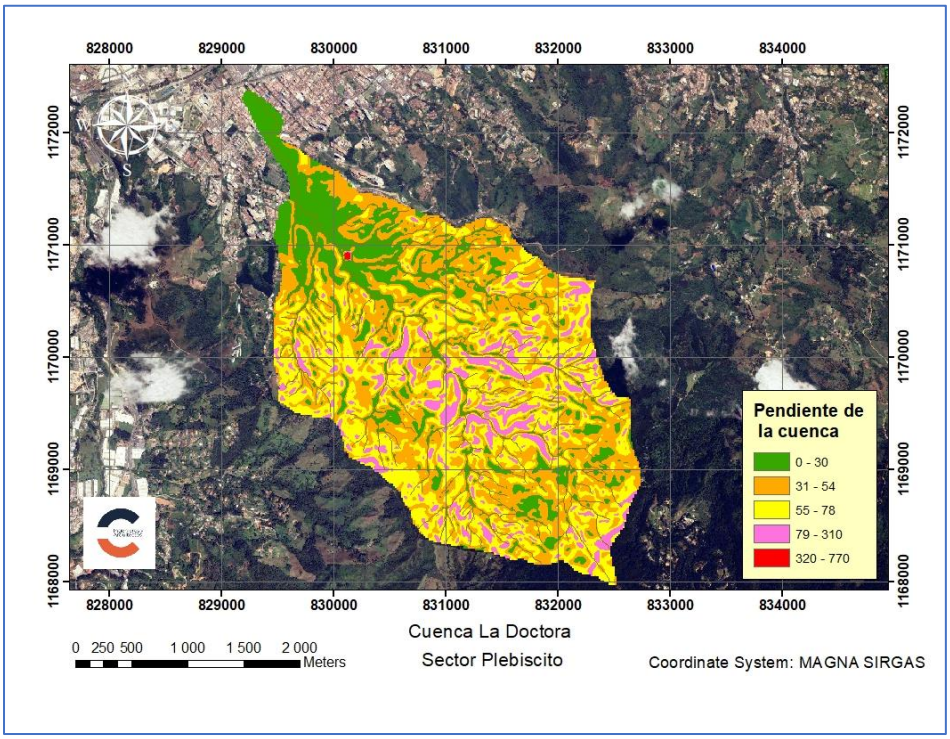


Figura N.° 10. Calculo pendiente de la cuenca hasta el punto de control

La pendiente promedia es de 52.90 % para la quebrada La Doctora hasta el punto de control.

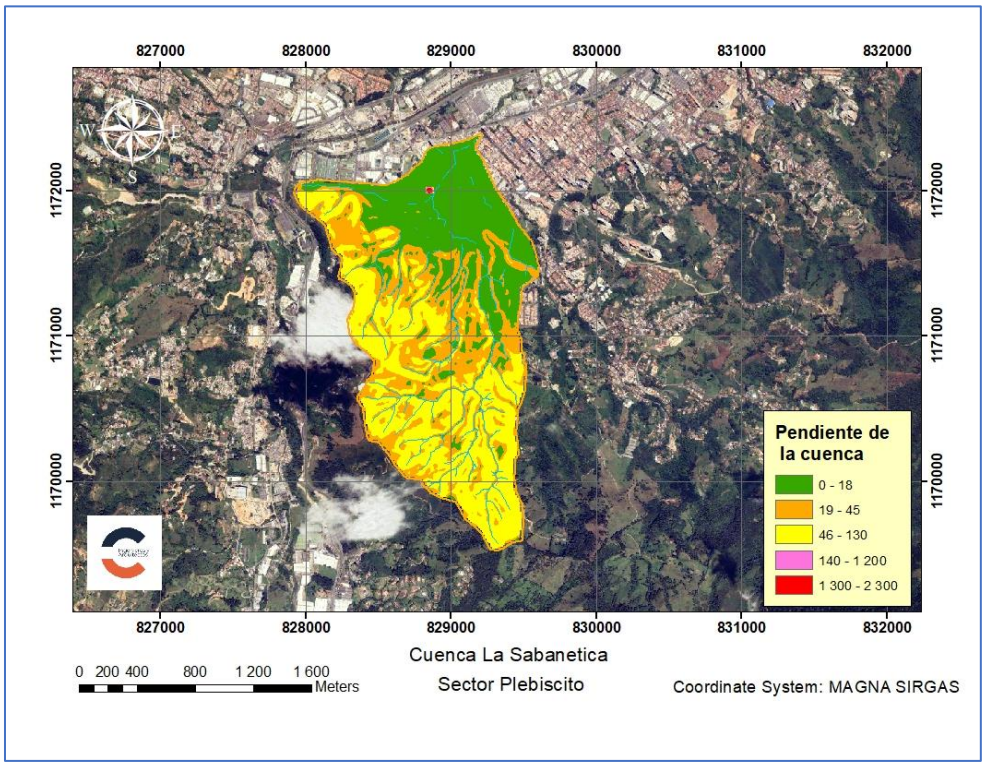


Figura N.° 11. Calculo pendiente de la cuenca hasta el punto de control

3.2.12. Resultados.

En la Tabla 4, se puede apreciar un resumen general de todos los parámetros geomorfométricos de la cuenca hasta el punto de control.

Tabla 4: *Parámetros morfométricos de la cuenca La Doctora hasta el punto de control.*

DESCRIPCIÓN	VALOR	UNID.
Área	8.229528	km²
	3.17744	mi²
Perímetro de la cuenca	13.8710	km
	8.619	mi
Ancho de la Cuenca	1.228	km
	0.777	mi
Longitud de la Cuenca	6.7000	km
	4.163	mi
Longitud del Cauce Principal (L)	6.5770	km
	4.0868	mi
Longitud al Centroíde	3.5480	km
	2.2046	mi
Longitud recta desde punto de control a sitio más alejado de la cuenca	5.5610	km
	3.455	mi
Longitud total de los cauces	42.4830	km
	26.398	mi
Cota nacimiento Cauce	2565.00	msnm
	8415.35	pies
Cota inferior Cauce o punto de control	1583.00	msnm
	5193.57	pies
Cota Superior Cuenca	2620.00	msnm
	8595.80	pies
Cota Inferior Cuenca	1583.00	msnm
	5193.57	pies
Gradiente promedio del Cauce	982.00	m
	3221.78	pies
Gradiente promedio de la Cuenca	1037.00	m
	3402.23	pies
Pendiente promedia del Cauce Principal	14.93%	-
Pendiente media de la Cuenca	54.18%	
Coeficiente de Compacidad o de Gravelius (K)	1.3640	-
Orden del Cauce Principal	5	
Densidad de Drenaje	5.1623	km/km²

Tabla 5: *Parámetros morfométricos de la cuenca La Sabanetica hasta el punto de control.*

DESCRIPCIÓN	VALOR	UNID.
Área	2.705083	km²
	1.04444	mi²
Perímetro de la cuenca	7.9930	km
	4.967	mi
Ancho de la Cuenca	0.751	km
	0.489	mi
Longitud de la Cuenca	3.6026	km
	2.239	mi
Longitud del Cauce Principal (L)	3.4366	km
	2.1354	mi
Longitud al Centroíde	2.1410	km
	1.3304	mi
Longitud recta desde punto de control a sitio más alejado de la cuenca	2.8790	km
	1.789	mi
Longitud total de los cauces	16.7286	km
	10.395	mi
Cota nacimiento Cauce	1920.00	msnm
	6299.21	pies
Cota inferior Cauce o punto de control	1583.00	msnm
	5193.57	pies
Cota Superior Cuenca	1975.00	msnm
	6479.66	pies
Cota Inferior Cuenca	1583.00	msnm
	5193.57	pies
Gradiente promedio del Cauce	337.00	m
	1105.64	pies
Gradiente promedio de la Cuenca	392.00	m
	1286.09	pies
Pendiente promedia del Cauce Principal	9.81%	-
Pendiente media de la Cuenca	52.90%	
Coeficiente de Compacidad o de Gravelius (K)	1.3709	-
Orden del Cauce Principal	4	
Densidad de Drenaje	6.1841	km/km²

Las características físicas de una cuenca son elementos de gran importancia en el comportamiento y la respuesta hidrológica de la misma, de ahí que la determinación de ellas sea de gran utilidad práctica. Generalmente los caudales crecen en proporción al área de la cuenca hasta cierto rango; sin embargo, existen otros factores que condicionan la respuesta hidrológica y que pueden hacer variar esa condición. La pendiente del cauce y de la cuenca son parámetros muy importantes que influyen directamente en la velocidad del flujo y esta a su vez en la capacidad de arrastre de sedimento y erodabilidad de las márgenes.

En general, la forma de la cuenca tiene una clara incidencia en la ocurrencia de avenidas y en el régimen hidráulico del cauce; cuencas de forma redonda ofrecen mayor riesgo de inundación, en tanto que en cuencas alargadas el agua fluye gradualmente hacia el cauce principal, disminuyendo los riesgos de inundación.

3.3. Tiempo de Concentración.

Es el tiempo para el cual toda la cuenca empieza a contribuir. Desde el punto de vista físico se entiende el tiempo de concentración como el que tarda una gota de agua en llegar de las partes más alejadas de la cuenca al sitio de interés. Es clara entonces la dependencia de este parámetro con variables morfométricas, tales como el área, pendiente de la cuenca, longitud del cauce principal, etc. Por esto no se han considerado métodos para su cálculo que no involucren dentro de los parámetros para su estimación ninguno de éstos.

El tiempo de concentración (tc) es uno de los parámetros más importantes en los modelos Precipitación – Escorrentía, pues la duración de la tormenta de diseño se define con base en él. La duración crítica de la lluvia debe asumirse igual al tiempo de concentración, pues para duraciones menores que tc, no toda el área de la cuenca contribuye y para duraciones más grandes que tc no hay incremento en el área contribuyente y en cambio la intensidad de la lluvia de una frecuencia dada disminuye. Se asume que para duraciones menores que el tiempo de concentración, el efecto de la reducción en el área contribuyente es mayor que el del incremento en la intensidad de la lluvia.

3.3.1. Fórmulas para el Cálculo del Tiempo de Concentración.

- ***Williams (1922).***

$$T_C = \frac{L\,A^{0.4}}{D\,S^{0.2}}$$

Donde: TC: Tiempo de concentración (hr)
S: Diferencia en cotas sobre la longitud del cauce (%)

L: Distancia en línea recta desde el punto de control hasta el punto más alto de la cuenca (mi)
D: Diámetro de una cuenca circular cuya área sea igual al área de drenaje de la cuenca (mi)
A: Área de drenaje de la cuenca (mi2)

- ***Kirpich (1940).***

$$T_C = \frac{13*10^{-5}\ L^{0.77}}{S^{0.5}}$$

$$T_C = \frac{21.67*10^{-5}\ L^{0.77}}{S^{0.5}}$$

La primera relación fue obtenida para las cuencas de Pennsylvania y la segunda para las cuencas de Tennessee (Estados Unidos).

Donde TC: Tiempo de concentración (hr)
L: Distancia en línea recta desde el punto de control hasta el punto más alejado de la cuenca (mi)
S: Diferencia en cotas sobre la longitud del cauce (%)

- ***Kirpich (1940, 7 Cuencas).***

$$T_C = 0.066\left(\frac{L}{S^{0.5}}\right)^{0.77}$$

Donde: Tc: Tiempo de concentración (horas).
L: Longitud del cauce principal en Km.
S: Pendiente promedia del cauce principal en %.

- ***Giandiotti (2).***

$$T_C = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{\sqrt{H}}$$

Donde: Tc: Tiempo de concentración (hr)
A: Área de la cuenca (Km2)
L: Longitud del cauce principal (Km)
H: Diferencia de cotas (m)

- ***Linsley.***

$$T_C = C_t \left[\frac{L \bar{L}}{\sqrt{S}} \right]^{0.35}$$

Donde:
- Tc: Tiempo de concentración (hr).
- Ct: Factor de zona (1,2 área montañosa; 0,72 zona en pie de ladera; 0,35 zona en valle).
- L: Longitud de la cuenca (mi)
- $\bar{L}$: Longitud del punto de control al centro de gravedad de la cuenca (mi)
- S: Diferencia en cotas dividida por la longitud (%)

- ***Snyder.***

$$T_C = C_t \left(L \bar{L} \right)^{0.3}$$

Donde:
- Tc: Tiempo de concentración (hr).
- Ct: Factor de zona (1,2 área montañosa; 0,72 zona en pie de ladera; 0,35 zona en valle). Se usa 0.72
- L: Longitud de la cuenca (mi)
- $\bar{L}$: Longitud del punto de control al centro de gravedad de la cuenca (mi)
- S: Diferencia en cotas dividida por la longitud (%)

- ***Temez (1978).***

$$T_C = 0.3 \left[\frac{L}{S^{0.25}} \right]^{0.75}$$

Donde:
- Tc: Tiempo de concentración (hr)
- L: Longitud del cauce principal (km)
- S: Diferencia de cotas sobre la longitud (%)

Es importante anotar, que si bien el utilizar tiempos de concentración bajos generan intensidades mayores y por ende también caudales altos sí se considera toda el área contribuyendo, esto puede conllevar a obras sobredimensionadas y muy costosas, que en algunos casos hacen que los proyectos sean inviables.

Para la selección del tiempo de concentración "adecuado", lo que realmente es muy difícil de determinar, debe el evaluador o revisor tener en cuenta que porcentaje de Área se puso a contribuir y que factores de mayoración del caudal fueron considerados. Factores de mayoración que involucran o tienen en cuenta el aumento de caudal por arrastre de sólidos, empalizadas, etc. Adicionalmente, cuando se determina la

intensidad de la lluvia con el tc considerado, se está aceptando que durante el tiempo de concentración la intensidad es constante, situación que no es cierta, debido a que ésta es variable y menor antes y/o después de alcanzar la intensidad de lluvia calculada para el periodo de retorno considerado.
Adicionalmente, en la mayoría de las ecuaciones que se utilizan para evaluar el Tiempo de Concentración, no se considera el tipo de vegetación o cobertura vegetal de la cuenca, factor que tiene que ver con la respuesta hidrológica de la cuenca. Una cuenca con buena cobertura vegetal tendrá una menor respuesta hidrológica; es decir, se tendrán crecientes menores que una cuenca con escasa cobertura vegetal, ya que el proceso de interceptación de la lluvia depende del tipo y tamaño de la cobertura vegetal (baja, media y alta). Por otro lado, y como factor de seguridad para determinar la sección hidráulica adecuada, el diseñador podrá considerar simultáneamente a los parámetros anteriores un borde libre suficiente que podrá depender entre otros factores del tipo de flujo que se presenta durante la avenida o creciente.

3.3.2. Resultados.

En la tabla siguiente se presentan los tiempos de concentración obtenidos por cada uno de estos métodos para la cuenca en el sitio de los estudios.

Quebrada La Doctora

Tabla 6: *Valores del tiempo de Concentración por diferentes métodos.*

MÉTODO	Tc (hr)	Tc (min)
Kirpich (1940)	0.3578	21.47
Temez (1978)	0.7422	44.53
Williams (1922)	1.5886	95.32
Kirpich (1990)	0.5937	35.62
Giandiotti (1990)	0.8512	51.07
Linsley	1.6244	97.46
Snyder	2.3335	140.01

Para la estimación del tiempo de concentración se considera el promedio de los tiempos obtenidos por las metodologías de Linsley, y Snyder obteniéndose

Número de Datos: 3
Media Aritmética: $\bar{x}$ = 63.64 minutos
Desviación Estándar: G = 6.29 minutos
Intervalo de Confianza: 57.34 minutos $\leq \bar{x} \leq$ 69.94 minutos

El tiempo de concentración seleccionado 63.64 min, el cual se encuentra dentro del intervalo de confianza.

Quebrada La Sabanetica

Tabla 7: *Valores del tiempo de Concentración por diferentes métodos.*

MÉTODO	Tc (hr)	Tc (min)
Kirpich (1940)	0.2190	13.14
Temez (1978)	0.4935	29.61
Williams (1922)	0.9999	59.99
Kirpich (1990)	0.4329	25.98
Giandiotti (1990)	0.7989	47.94
Linsley	1.1791	70.75
Snyder	1.6648	99.89

Para la estimación del tiempo de concentración se considera el promedio de los tiempos obtenidos por las metodologías de Linsley, y Snyder obteniéndose

Número de Datos: 3
Media Aritmética: $\bar{x}$ = 45.85 minutos
Desviación Estándar: G = 2.57 minutos
Intervalo de Confianza: 43.28 minutos $\leq \bar{x} \leq$ 48.42 minutos

El tiempo de concentración seleccionado **45.85 min**, el cual se encuentra dentro del intervalo de confianza.

3.4. Magnitud y Distribución Temporal de la Tormenta de Diseño.

Elaborando los Polígonos de Thiessen para la cuenca de la quebrada La Sabanetica y al tomar las estaciones pluviográficas, se puede concluir que el 76.57 % del área en estudio está abarcada por La Estación Pluviográfica de San Antonio de Prado y el 23.43 % del área en estudio está abarcada por La Estación Pluviográfica de Planta de Tratamiento La Ayurá. Y para la cuenca de la quebrada La Doctora y al tomar las estaciones pluviográficas, se puede concluir que el 1.07 % del área en estudio está abarcada por La Estación Pluviográfica de San Antonio de Prado y el 98.93 % del área en estudio está abarcada por La Estación Pluviográfica de Planta de Tratamiento La Ayurá (Ver plano anexo).

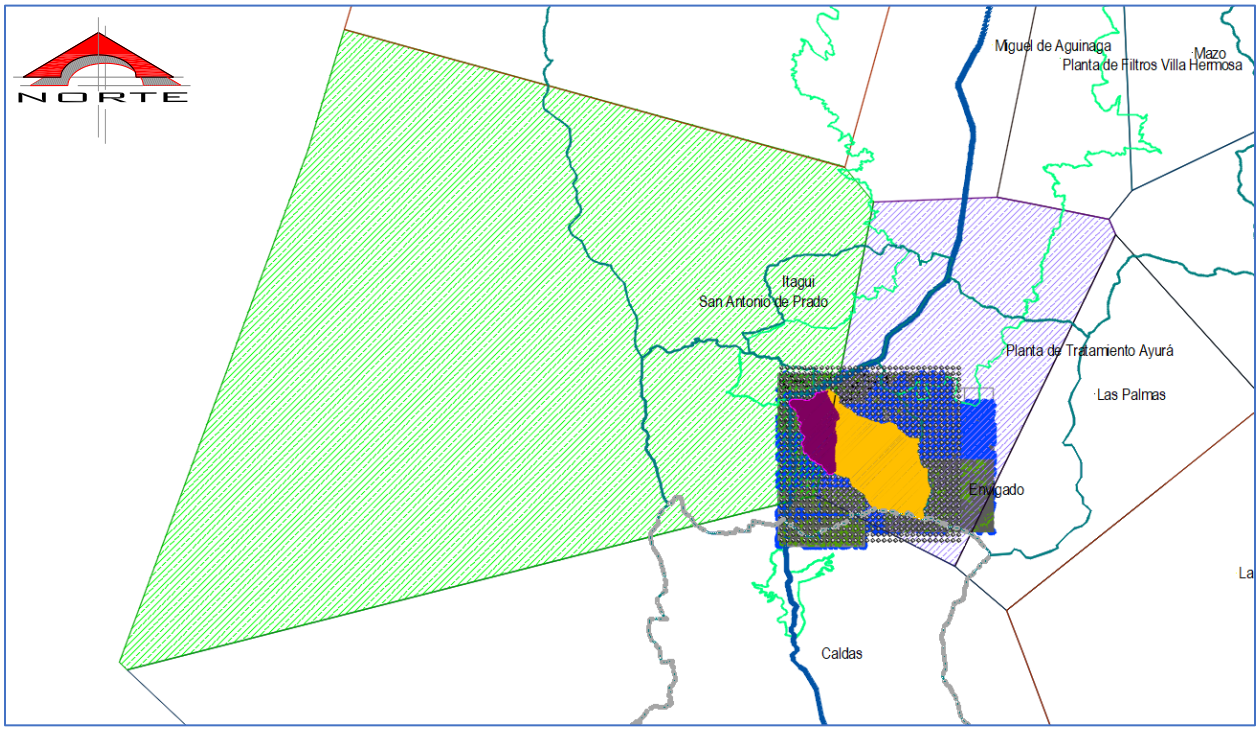


Figura N.° 12. Estación Pluviográfica Seleccionada.

Para la duración de la lluvia de diseño y un período de retorno del evento dado, es posible asociar un valor para la intensidad de precipitación en cada una de las estaciones, esto se hace mediante las curvas de intensidad, frecuencia, duración (IDF) desarrolladas para cada estación. Los períodos de retorno responden al nivel de riesgo en que se está dispuesto a incurrir en función de la probabilidad de ocurrencia de un evento que puede generar pérdida de vidas humanas, daños materiales, entre otros aspectos.

Los períodos de retorno considerados para el análisis fueron de 2.33, 5, 10, 25, 50 y 100 años, esto con el fin no sólo de tener los caudales pico, sino también de evaluar los posibles fenómenos que pueden ocurrir en el cauce principal para los caudales menores.

Los parámetros de las intensidades obtenidas para esta estación se pueden apreciar en la Tabla 4.

Tabla 8: Parámetros de las curvas de Intensidad – Frecuencia – Duración para diferentes Períodos de Retorno, Estación Planta de Tratamiento La Ayurá[1].

PERÍODO DE RETORNO (años)	C	h	m
2.33	4238.2	23	-1.0826
5	6992	22	-1.1422
10	9852.6	22	-1.1821
25	13745	22	-1.2175
50	16776	22	-1.237
100	19876	22	-1.2526

Tabla 9: Parámetros de las curvas de Intensidad – Frecuencia – Duración para diferentes Períodos de Retorno, Estación San Antonio de Prado.

PERÍODO DE RETORNO (años)	C	h	m
2.33	6885	29	-1.1363
5	2978.7	14	-0.9537
10	2614.1	10	-0.9068
25	2445.7	7	-0.8683
50	2549.9	6	-0.8591
100	2585.6	5	-0.8458

Estos parámetros obedecen a la ecuación:

$$\mathrm{i} = \mathrm{C} \times \left(\mathrm{h} + \mathrm{Tc} \right)^{\mathrm{m}}$$

$i = intensidad\ en\ mm/hr$

$Tc = Duración\ de\ la\ precipitación\ en\ minutos$

$c, h\ y\ m = Parámetros\ obtenidos\ de\ las\ curvas\ IDF$

[1] Curvas actualizadas según "Estudio de las precipitaciones máximas en el Valle de Aburrá", desarrollado por Héctor Pizarro, Santiago Wilches y Catalina Jaramillo y publicado por EPM en el año 2014.".

Como se puede apreciar, las intensidades (i) dependen de los parámetros antes mencionados y del Tiempo de Concentración. Para el estudio presente la duración de la lluvia se considera igual a este tiempo. Estas duraciones de la lluvia seleccionada, así como las intensidades obtenidas se pueden apreciar en la Tabla 5.

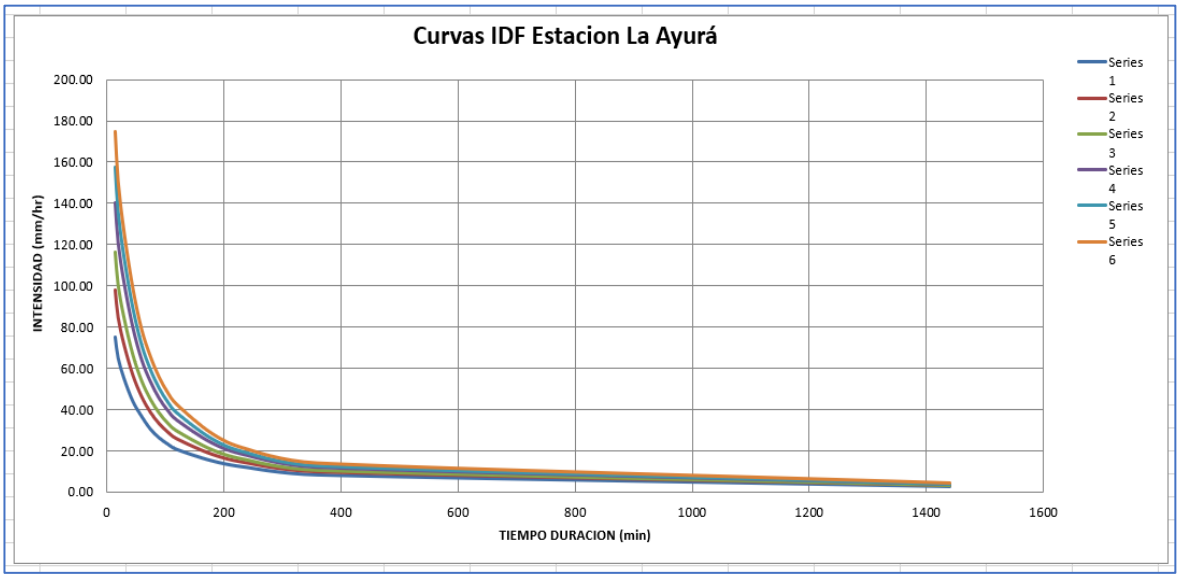


Figura N.° 13. Curvas Intensidad Duración Frecuencia estación Planta de Tratamiento La Ayurá (código 27010936).

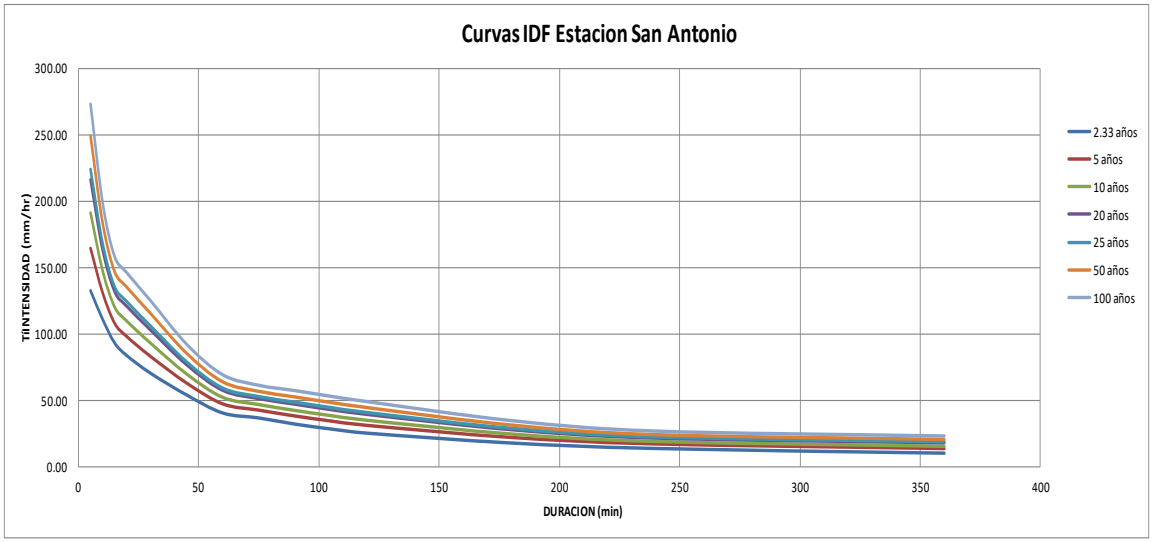


Figura N.° 14. Curvas Intensidad Duración Frecuencia estación San Antonio (código 2708038).

Quebrada La Doctora

Tabla 10: Intensidades según la duración seleccionada y para diferentes períodos de retorno para la ponderación de las estaciones seleccionadas (Ver memorias en anexo).

Intensidades de la Estación (mm/hr)	
Duraciones TR (años)	Tc (minutos)
	63.64
2.33	33.55
5	42.46
10	49.51
25	58.57
50	65.33
100	71.90

Quebrada La Sabanetica

Tabla 11: Intensidades según la duración seleccionada y para diferentes períodos de retorno para la ponderación de las estaciones seleccionadas (Ver memorias en anexo).

Intensidades de la Estación (mm/hr)	
Duraciones TR (años)	Tc (minutos)
	45.85
2.33	49.13
5	58.79
10	66.63
25	76.55
50	84.21
100	91.36

3.5. Distribución temporal de la lluvia

La distribución espacial de la lluvia y la distribución de la lluvia en el tiempo afectan significativamente el hidrograma de respuesta de la cuenca, tanto en la forma de éste como en los valores picos de caudal resultante.

Existen varios procedimientos para la distribución de la lluvia en el tiempo, uno de ellos desarrollado por F.A. Huff para cuencas pequeñas en la USA (referencia (Huff F.A TIME Distribución Characteristics of rainfall rates: Water Res Vol 1 1970): Huff clasifica las lluvias en cuatro grupos o cuartiles de intensidades decreciente).

Después de clasificar las lluvias, se estudia la distribución porcentual del volumen (profundidad) de la lluvia a lo largo del tiempo (duración) y se generalizan sus resultados mediante curvas que representan el porcentaje acumulado de profundidad de la lluvia en función del porcentaje acumulado de tiempo. Para el diseño se acostumbra a tomar los dos primeros cuartiles, utilizar la curva del 50% (mediana) y escoger la distribución que produzca el máximo valor.

En el “estudio de precipitaciones máximas en el Valle de Aburrá”, publicado por EPM en el año 2014, se construyeron las curvas de distribución temporal con información recopilada a nivel local, siguiendo la metodología propuesta por Huff (1967). Las curvas de distribución temporal son presentadas de la misma manera que las presentó Huff, es decir, en las abscisas se presenta el % de tiempo con respecto al total de duración de la tormenta y en las ordenadas él % de la precipitación con respecto al total de la precipitación al final de la duración.

Dentro del “estudio de precipitaciones máximas en el Valle de Aburra” esta curva de distribución temporal para el cuartil 2 con duración inferior a 60 minutos, se observa en la siguiente tabla que la región comprendida entre 10% y 90% de probabilidad es relativamente estrecha, lo que garantiza que con esta gráfica se tiene muy buena representación del comportamiento de la distribución de las precipitaciones máximas en el Valle de Aburrá y el Oriente cercano, por tanto pueden ser utilizadas para la construcción de los hietogramas para la distribución de las precipitaciones.

Tabla 12. Porcentaje del total de las tormentas que predominan en cada cuartil para las duraciones inferiores a 60 minutos (tomada del "estudio de precipitaciones máximas en el Valle de Aburrá").

Duración (min)	Cuartil 1	Cuartil 2	Cuartil 3	Cuartil 4
20	19%	40%	33%	8%
30	17%	45%	32%	6%
45	32%	44%	19%	5%
60	28%	47%	17%	8%

En el presente estudio se utilizará un primer grupo con duraciones inferiores a 60 minutos para tormentas cortas, donde predomina el segundo Cuartil.

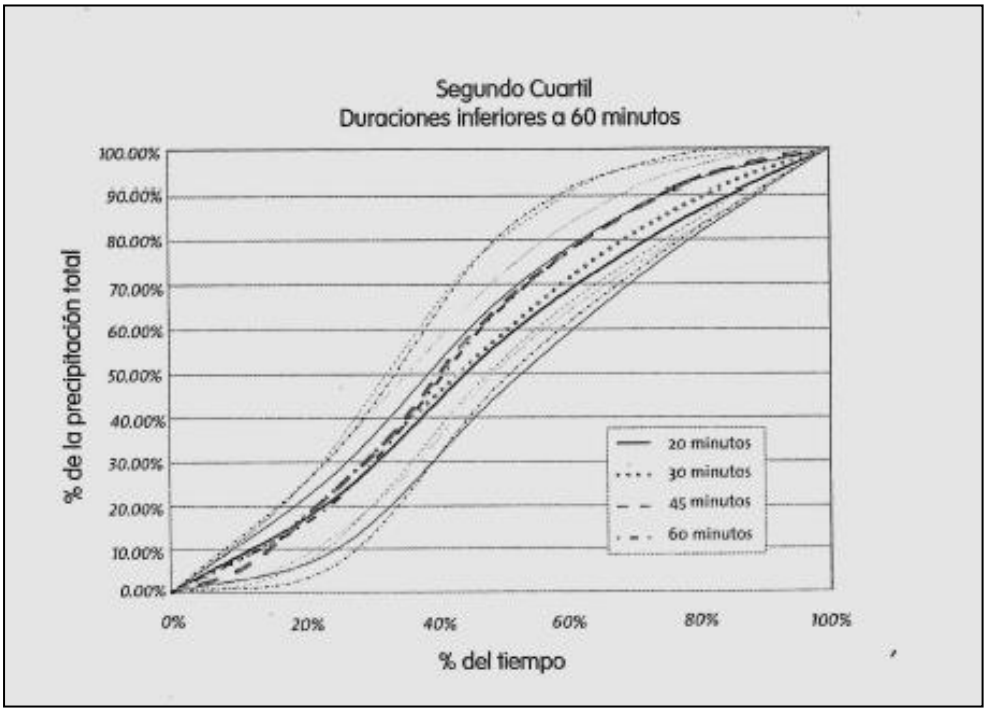


Figura N.° 15. Curvas de distribución de lluvias segundo cuartil duración inferior a 60 minutos (tomada del "estudio de precipitaciones máximas en el Valle de Aburra").

Para la elaboración del hietograma o sea la distribución de la profundidad de la lluvia en función del tiempo, se parte de la curva de intensidad- frecuencia y duración más cercana, para nuestro caso.

Se construye el hietograma para cada una de las lluvias, distribuyendo su profundidad total en el tiempo mediante los porcentajes de distribución que se obtienen de las Curvas de distribución de lluvias segundo cuartil duración inferior a 60 minutos. Ver la siguiente tabla (tabla Extraída del "estudio de precipitaciones máximas en el Valle de Aburrá, desarrollado por Héctor Pizarro, Santiago Wilches y Catalina Jaramillo y publicado por EPM en el año 2014.")

Tabla 13. Porcentaje de lluvia con respecto al tiempo quebrada La Doctora.

Lluvia de 52.61 min = (13.15 min / 52.61 min)*100% =	25%
% Tiempo	% Lluvia
25%	25
50%	60
75%	80
100%	100
Lluvia de 63.64 min = (13.15 min / 63.64 min)*100% =	21%
% Tiempo	% Lluvia
21%	18
41%	46
62%	70
83%	85
100%	100
Lluvia de 65.76 min = (13.15 min / 65.76 min)*100% =	20%
% Tiempo	% Lluvia
20%	18
40%	46
60%	68
80%	83
100%	100
Lluvia de 78.92 min = (13.15 min / 37.86 min)*100% =	17%
% Tiempo	% Lluvia
17%	14
33%	33
50%	60
67%	75
83%	85
100%	100

Para más detalle se puede consultar el anexo de memorias hidrológicas.

Tabla 14. Porcentaje de lluvia con respecto al tiempo quebrada La Sabanetica.

Lluvia de 39.09 min = (9.77 min / 39.09 min)*100% =		25%
% Tiempo	% Lluvia	
25%	23	
50%	58	
75%	81	
100%	100	
Lluvia de 45.8 min = (9.77 min / 45.8 min)*100% =		21%
% Tiempo	% Lluvia	
21%	18	
43%	46	
64%	72	
85%	90	
100%	100	
Lluvia de 48.86 min = (9.77 min / 48.86 min)*100% =		20%
% Tiempo	% Lluvia	
20%	18	
40%	43	
60%	68	
80%	87	
100%	100	
Lluvia de 58.64 min = (9.77 min / 40.66 min)*100% =		17%
% Tiempo	% Lluvia	
17%	15	
33%	34	
50%	60	
67%	76	
83%	88	
100%	100	

3.6. Precipitación Efectiva.

La precipitación efectiva es la parte de la precipitación que produce escorrentía superficial directa. Existen varios métodos para determinar la parte de la precipitación total que se descuenta debido a la infiltración, evapotranspiración, etc. En este caso se empleará la metodología del SCS (Servicio de Conservación del Suelo o Soil Conservation Service).
La capacidad de infiltración del suelo depende de varios factores, tales como:

- Uso del suelo
- Tratamiento superficial a que ha sido sometido el suelo.
- Condición hidrológica del suelo: pobre sí los suelos están erosionados, buena sí los suelos están protegidos con cobertura vegetal.

Grupo hidrológico del suelo:

A	: Muy permeable
B	: Permeable
C	: Impermeable
D	: Muy impermeable

Humedad antecedente: relacionada con la cantidad de lluvia caída en la cuenca durante los 5 días precedentes. Se definen 3 grupos:

AMC I	: Para suelos secos.
AMC II	: Para suelos intermedios.
AMC III	: Para suelos húmedos.

La precipitación efectiva se calcula por medio de las siguientes expresiones:

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} \qquad S = \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

Ia = 0.2 x S

Donde:

Pe:	Precipitación efectiva (pulgadas)
P:	Precipitación media sobre la cuenca (pulgadas)
S:	Capacidad de almacenamiento del suelo (pulgadas)
I_a:	Infiltración inicial del suelo (pulgadas)

CN: Número de curva que depende de todos los factores mencionados y se obtiene de valores tabulados como los que se presentan en la Tabla 15, 16 y 17; a estos valores obtenidos se les realiza un correctivo de acuerdo con la humedad antecedente del suelo según la Tabla18.

Las tablas fueron tomadas del libro del Manual de Drenajes para Carreteras y cuyos valores fueron adaptadas por la SCS, Soil Conservation Service de estados Unidos.

Tabla 15: *Valores CN.*

Tabla 2.14. - Número de curva de escorrentía para áreas urbanas para una condición de humedad antecedente promedio AMCII e Ia=0.2S

TIPO DE COBERTURA Y CONDICIÓN HIDROLÓGICA	% PROMEDIO ÁREAS IMPERMEABLES[1]	NUMERO DE CURVAS PARA GRUPOS DE SUELOS HIDROLÓGICOS			
		A	B	C	D
Áreas urbanas totalmente desarrolladas (vegetación ya establecida):					
Espacios abiertos (prados, parques, campos de golf, cementerios, etc.)[2]					
Condición pobre (menos del 50% cubierto de pasto)		68	79	86	89
Condición regular (del 50% al 75% cubierto de pasto)		49	69	79	84
Condición buena (más del 75% cubierto de pasto)		39	61	74	80
Áreas Impermeables:					
Parqueaderos pavimentados, techos, autopistas, etc. (excluyendo derecho de vía)		98	98	98	98
Calles y caminos:					
Pavimentados		98	98	98	98
Pavimentados; zanjas abiertas (incluyendo derecho de vía)		83	89	92	93
Grava (incluyendo derecho de vía)		76	85	89	91
Tierra (incluyendo derecho de vía)		72	82	87	89
Áreas desiertas urbanas:					
Paisajes desérticos naturales (solamente áreas permeables)[3]		63	77	85	88
Paisajes desérticos artificiales (barreras impermeables de maleza, arbustos de desierto con 1 a 2 pulg de diámetro; Cubierta de arena o grava y orillas de áreas húmedas)		96	96	96	96
Áreas urbanas:					
Comercial y de negocios	85	89	92	94	95
Industrial	72	81	88	91	93
Áreas residenciales por promedio del tamaño del lote:					
1/8 de acre o menos (506 m^2 o menos)	65	77	85	90	92
1/4 acre (1012 m^2)	38	61	75	83	87
1/3 acre (1350 m^2)	30	57	72	81	86
1/2 acre (2025 m^2)	25	54	70	80	85
1 acre (4050 m^2)	20	51	68	79	84
2 acre (8100 m^2)	12	46	65	77	82
Áreas urbanas desarrolladas:					
Áreas permeables conformadas (solamente áreas permeables, sin vegetación)		77	86	91	94

Referencia: Monsalve S. Germán, "Hidrología en la Ingeniería", Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, Bogotá D.C., Colombia, Segunda Edición, 1999.

[1]El porcentaje promedio de área impermeable muestreada fue empleado para desarrollar el conjunto de valores de CN. Otras suposiciones son las siguientes: áreas impermeables están directamente conectadas con el sistema de drenaje, áreas impermeables tienen un CN=98; y áreas permeables son consideradas equivalentes a espacios abiertos con una condición hidrológica buena.

[2]CNs mostrados son equivalentes a aquéllos de pastos. Se pueden calcular valores de CN compuestos para otras combinaciones de tipo de cobertura de espacios abiertos.

[3]Los valores de CN de áreas permeables se suponen equivalentes a arbustos de desierto con un condición hidrológica pobre.

Tabla 16: *Valores CN.*

Tabla 2.15.- Número de curva de escorrentía para tierras agrícolas cultivadas para una condición de humedad antecedente promedio AMCII e Ia=0.2S

COBERTURA		CONDICIÓN HIDROLÓGICA	GRUPO DE SUELOS			
USO DE LA TIERRA	TRATAMIENTO O PRÁCTICA		A	B	C	D
			NÚMERO DE CURVA			
Rastrojo	Hileras Rectas	---	77	86	91	94
Cultivos en hileras	Hileras Rectas	Mala	72	81	88	91
		Buena	67	78	85	89
	Curvas de nivel	Mala	70	79	84	88
		Buena	65	75	82	86
	Curvas de nivel y terrazas	Mala	66	74	80	82
		Buena	62	71	78	81
Cultivos en hileras estrechas	Hileras rectas	Mala	65	76	84	88
		Buena	63	75	83	87
	Curvas de nivel	Mala	63	74	82	85
		Buena	61	73	81	84
	Curvas de nivel y terrazas	Mala	61	72	79	82
		Buena	59	70	78	81
Leguminosas en[1] hileras estrechas o forraje en rotación	Hileras rectas	Mala	66	77	85	89
		Buena	58	72	81	85
	Curvas de nivel	Mala	64	75	83	85
		Buena	55	69	78	83
	Curvas de nivel y terrazas	Mala	63	73	80	83
		Buena	51	67	76	80

Referencia: Monsalve S. Germán, "Hidrología en la Ingeniería", Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, Bogotá D.C., Colombia, Segunda Edición, 1999.

[1] Siembra tupida o al voleo.

Tabla 17: *Valores CN.*

Tabla 2.16. - Número de curva de escorrentía de otras tierras agrícolas para una condición de humedad antecedente promedio AMCII e Ia=0.2S

DESCRIPCIÓN Y TIPO DE COBERTURA	CONDICIÓN HIDROLÓGICA	NÚMERO DE CURVA PARA GRUPOS DE SUELOS HIDROLÓGICOS			
		A	B	C	D
Pastos, forraje para pastoreo[1]	Mala	68	79	86	89
	Regular	49	69	79	84
	Buena	39	61	74	80
Prados continuos, protegidos de pastoreo, y generalmente segados para heno	---	30	58	71	78
Maleza mezclada con pasto de semilla con la maleza como principal elemento[2]	Mala	48	67	77	83
	Regular	35	56	70	77
	Buena	30[3]	48	65	73
Combinación de bosques y pastos (huertas o granjas con árboles)[4]	Mala	57	73	82	86
	Regular	43	65	76	82
	Buena	32	58	72	79
Bosques[5]	Mala	45	66	77	83
	Regular	36	60	73	79
	Buena	30	55	70	77
Predios de granjas, construcciones, veredas, caminos y lotes circundantes	---	59	74	82	86

Referencia: Monsalve S. Germán, "Hidrología en la Ingeniería", Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, Bogotá D.C., Colombia, Segunda Edición, 1999.

[1]Mala: Menos de 50% del suelo cubierto con pastoreo intensivo sin maleza
Regular: 50 a 75% del suelo cubierto y un pastoreo no muy intensivo.
Buena: más del 75% del suelo cubierto y un pastoreo ocasional a ligero.

[2]Mala: Menos del 50% del suelo cubierto.
Regular: 50 a 75% del suelo cubierto.
Buena: más del 75% del suelo cubierto.

[3]Número de curva actual menor a 30. Emplear CN=30 para cálculos de escorrentía.

[4]Los valores de CN mostrados se calcularon para áreas con 50% bosques y 50% cubiertas con pastos. Se pueden calcular otras combinaciones de CN para bosques y pastos.

[5]Mala: Humus vegetal, pequeños árboles y maleza destruida por pastoreo intensivo, y quemas regulares.
Regular: Bosques con pastoreo pero no quemados, suelo cubierto por humus vegetal.
Buena: Bosques protegidos del pastoreo, y el suelo cubierto adecuadamente por humus vegetal.

Tabla 18: *Corrección del número índice CN para condiciones de humedad AMC I y AMC II.*

CN para AMC II	CN para AMC I	CN para AMC III		CN para AMC II	CN para AMC I	CN para AMC III
100	100	100		63	43	80
99	97	100		62	42	79
98	94	99		61	41	78
97	94	99		60	40	78
96	89	99		59	39	77
95	87	98		58	38	76
94	85	98		57	37	75
93	83	98		56	36	75
92	81	97		55	35	74
91	80	97		54	34	73
90	78	96		53	33	72
89	76	96		52	32	71
88	75	95		51	31	70
87	73	95		50	31	70
86	72	94		49	30	69
85	70	94		48	29	68
84	68	93		47	28	67
83	67	93		46	27	66
82	66	92		45	26	65
81	64	92		44	25	64
80	63	91		43	25	63
79	62	91		42	24	62
78	60	90		41	23	61
77	59	89		40	22	60
76	58	89		39	21	59
75	57	88		38	21	58
74	55	88		37	20	57
73	54	87		36	19	56
72	53	86		35	18	55
71	52	86		34	18	54
70	51	85		33	17	53
69	50	84		32	16	52
68	48	84		31	16	51
67	47	83		30	15	50
66	46	82		25	12	43
65	45	82		20	9	37
64	44	81		15	6	30

El CN se determinó con las anteriores tablas, clasificando el uso del suelo de acuerdo con las visitas realizadas al sitio, a registros fotográficos, a las figuras satelitales y del Google Earth, y áreas predominantes de la cuenca analizada.

Para el caso de la cuenca La Sabanetica se clasificaron los usos del suelo de la siguiente forma:

Área predominante residencial	**36.16%**
Bosques naturales fragmentado y plantados	**28.69%**
Cultivos	**5.89%**
Pastizales, pastos con malezas	**21.04%**
Viviendas campestres o parcelación	**8.22%**

Con esto se tiene:

Área predominante residencial	**CN: 79**
Bosques naturales fragmentados y plantados	**CN: 55**
Cultivos	**CN: 75**
Pastizales, pastos con malezas	**CN: 61**
Viviendas campestres	**CN: 74**

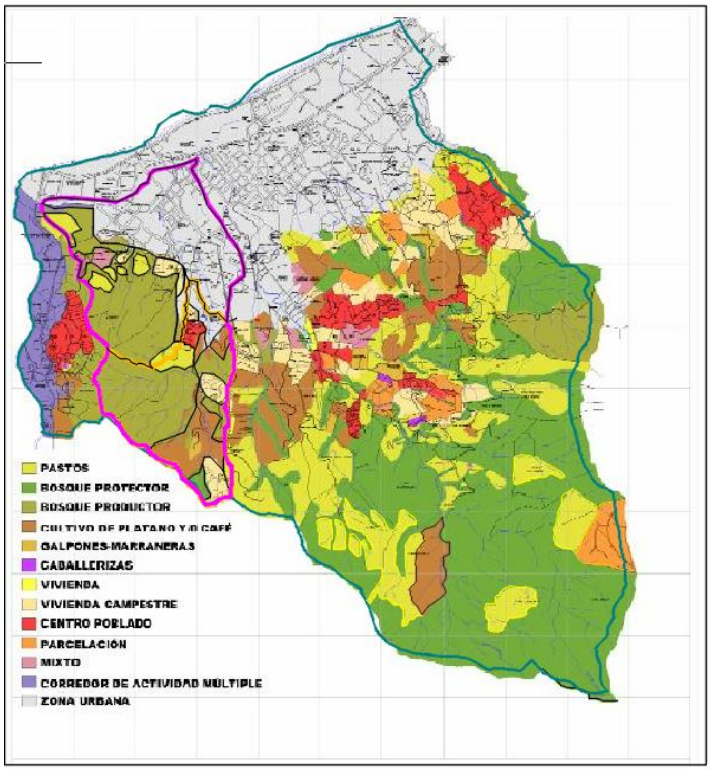


Figura N.° 16. Mapa de Usos del Suelo de la Zona de Estudio

Luego, ponderando de acuerdo con el porcentaje de área que se tiene:

CN= (0.3616x 79) + (0.2869x 55) + (0.0589x 75) + (0.2104 x 61) + (0.0822x 74) = **67.68**

Con lo que se obtiene un CN ponderado de 68 para la condición de humedad antecedente II, que al realizar la corrección por el estado de humedad antecedente III, de acuerdo con la ***Tabla 18***, se obtiene un CN de 84.

3.6.1. Capacidad de almacenamiento.

$$S = \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

S = 2.195 pulg. = 55.75 mm

3.6.2. Infiltración inicial del suelo.

$$I_a = 0.2 \times S$$

Ia = 0.2 x 2.195 pulg. = 0.5439 pulg.
= 11.15 mm.

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

Con lo que la precipitación efectiva queda:

Donde: Pe(i): Precipitación efectiva acumulada hasta el período i (mm).
P(i): Precipitación total acumulada hasta el período i (mm).

Sí para algún período, Ia es mayor que P(i), entonces en ese período Pe(i) = 0
La precipitación total se obtiene como: $P(i) = Pe(i) - Pe(i-1)$

Para el caso de la cuenca La Doctora se clasificaron los usos del suelo de la siguiente forma:

Área predominante residencial	**10.93%**
Bosques naturales fragmentado y plantados	**50.71%**
Cultivos	**8.28%**
Pastizales, pastos con malezas	**22.72%**
Viviendas campestres o parcelación	**7.36%**

Con esto se tiene:

Área predominante residencial	**CN: 79**
Bosques naturales fragmentados y plantados	**CN: 55**
Cultivos	**CN: 75**
Pastizales, pastos con malezas	**CN: 61**
Viviendas campestres	**CN: 74**

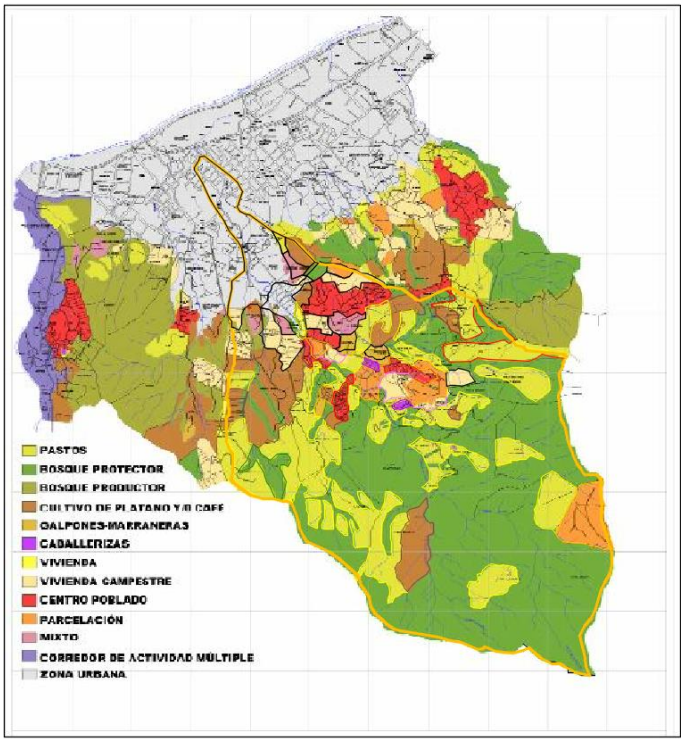


Figura N.° 17. Mapa de Usos del Suelo de la Zona de Estudio

Luego, ponderando de acuerdo con el porcentaje de área que se tiene:
CN= (0.0979x 79) + (0.1833x 55) + (0.1450x 75) + (0.4184 x 61) + (0.1554x 74) = 62.04

Con lo que se obtiene un CN ponderado de 62 para la condición de humedad antecedente II, que al realizar la corrección por el estado de humedad antecedente III, de acuerdo con la Tabla 14, se obtiene un CN de 79.

1.1.1. Capacidad de almacenamiento.
S = 2.195 pulg. = 55.75 mm

1.1.2. Infiltración inicial del suelo.
Ia = 0.2 x 2.195 pulg. = 0.5439 pulg.
= 11.15 mm.
Con lo que la precipitación efectiva queda:

Donde: Pe(i): Precipitación efectiva acumulada hasta el período i (mm).
P(i): Precipitación total acumulada hasta el período i (mm).

Sí para algún período, Ia es mayor que P(i), entonces en ese período Pe(i) = 0
La precipitación total se obtiene como: $P(i) = Pe(i) - Pe(i-1)$

3.7. Coeficiente de escorrentía.

Del agua de lluvia que cae sobre la superficie de un terreno, una parte se evapora, otra discurre por la superficie (escorrentía) y otra penetra en el terreno (infiltración). Se define como coeficiente de escorrentía C, de una superficie S, al cociente del caudal que discurre por dicha superficie, en relación con el caudal total precipitado. El coeficiente de escorrentía varía a lo largo del tiempo y es función de las características del terreno (naturaleza, vegetación, permeabilidad, inclinación, humedad inicial del suelo) y de la zona (temperatura, intensidad y duración de la precipitación, humedad relativa, velocidad del viento, horas de soleamiento, dimensiones de la cuenca vertiente).

Para períodos de retorno elevados, el valor obtenido del coeficiente de escorrentía se suele incrementar en un 10% o en un 20%, según se trate respectivamente de períodos de retorno iguales a 25 ó 50 años. Este incremento nunca provocará que el coeficiente de escorrentía supere el valor de la unidad.

Se puede considerar el área total o dividir la misma en diferentes subcuencas con diferentes características. En cualquier caso, cuando se trata de una zona uniforme (sea el área total o la de una subcuenca) será necesario determinar un valor del coeficiente de escorrentía medio para la misma. Dado que puede estar formado por terrenos de diferente tipo, diferentes densidades de edificación, etc. Se calcula el coeficiente de escorrentía medio, realizando una media ponderada de los diferentes coeficientes de escorrentía de cada una de las subzonas en las que se puede dividir el área considerada. De esta forma se llega a la expresión del coeficiente de escorrentía medio C para una zona formada por diferentes subáreas Ai con diferentes coeficientes de escorrentía Ci.

Tabla 19: *Coeficientes de escorrentía – Método Racional*

BLA 15.1.1
eficientes de escorrentía para ser usados en el método racional

acterística de la superficie	Periodo de retorno (años) 2	5	10	25	50	100	500
as desarrolladas							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto/techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición promedio (cubierta de pasto del 50 al 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
as no desarrolladas							
Área de cultivos							
Plano, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente, superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques							
Plano, 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

: Los valores de la tabla son los estándares utilizados en la ciudad de Austin, Texas. Utilizada autorización.

Se asume que el área de la cuenca está distribuida con los coeficientes de escorrentía de acuerdo con la tabla de Ven te Chow15.1.1, que se anexa de la siguiente manera:

Tabla 20: *Coeficientes de escorrentía ponderados.*
Quebrada La Doctora

Periodo de retorno		2.33	5	10	25	50	100
Características de la superficie	% A						
Bosques con pendiente superior a 7%	50.71%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52
Pastizales	22.72%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51
Cultivos	8.28%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54
Viviendas campestres	7.4%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53
Área predominante Residencial	10.93%	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95
C Ponderado		0.39	0.43	0.45	0.49	0.52	0.56

Tabla 21: *Coeficientes de escorrentía ponderados.*
Quebrada La Sabanetica

Periodo de retorno		2.33	5	10	25	50	100
Características de la superficie	% A						
Bosques con pendiente superior a 7%	50.71%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52
Pastizales	22.72%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51
Cultivos	8.28%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54
Viviendas campestres	7.4%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53
Área predominante Residencial	10.93%	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95
C Ponderado		0.39	0.43	0.45	0.49	0.52	0.56

Sí bien con la metodología anterior se pueden definir unos coeficientes de escorrentía, una forma de obtener éste basado en el valor obtenido del número de Curva CN es teniendo en cuenta que el coeficiente de escorrentía C es igual a:

$C = \frac{(P-Ia)^2}{P^2-4P.Ia}$, donde

$$Ia = 0.20\ x\ S$$
$$S = (\frac{1000}{CN} - 10)$$

donde: P= tiempo x intensidad ∴ P en mm

Esto se obtiene de:
La fórmula racional que tiene la siguiente expresión:

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

C: Coeficiente de escorrentía.
i: Intensidad mm/h.
A: Área de la cuenca (km2).

La fórmula racional fue desarrollada para pequeñas áreas de drenaje, pero en los últimos años se ha venido empleando en cuencas de mediano tamaño. Se plantea que esto es posible sí se pueden obtener unos adecuados coeficientes de escorrentía.

3.7.1. Formulas del Coeficiente de escorrentía.

La escorrentía superficial provocada por un aguacero (Es) puede compararse con la precipitación caída (P). Al cociente entre ambos se le denomina coeficiente de escorrentía (C).

$$C = \frac{Es}{P}$$

El coeficiente de escorrentía depende de numerosos factores: del tipo de precipitación (lluvia, granizo o nieve), de su cantidad, de su intensidad, de la distribución en el tiempo, de la humedad inicial del suelo, del tipo de terreno (granulometría, textura, estructura, materia orgánica, pendiente, microrelieve, rugosidad), del tipo de vegetación existente, etc. El coeficiente de escorrentía se encuentra entre 0 y 1.

Las tablas habituales para estimar el coeficiente de escorrentía hacen depender su valor únicamente del tipo de terreno y de su cobertura. En algunos casos también lo hacen depender de la pendiente y del periodo de retorno, pero casi todas se olvidan de la humedad antecedente del suelo. Una forma de tener en cuenta este factor es estableciendo una relación entre el número de curva y el coeficiente de escorrentía: Por definición el coeficiente de escorrentía es:

$$C = \frac{E_S}{P} \therefore \quad \mathrm{E}_S = Escorrentia \qquad \mathrm{P} = \text{Precipitacion}$$

La escorrentía superficial (Es) que genera cualquier aguacero (P), se puede cuantificar mediante el método del número de curva. Admitiendo la relación habitual Ia = 0.2 x S (Infiltración inicial). Se tiene que:

$$E_S = \frac{(P - I_a)^2}{P + 4 \cdot I_a} \rightarrow C = \frac{E_S}{P} = \frac{(P - I_a)^2}{P^2 + 4 \cdot P \cdot I_a}$$

Así determinando un valor adecuado para el número de curva, podemos obtener valores del coeficiente de escorrentía para cada periodo de retorno y para la precipitación correspondiente al tiempo de concentración.

De donde:

Quebrada La Doctora.

Tabla 22. Valores Capacidad de Almacenamiento e Infiltración inicial del suelo.

CN =	**79**	
Capacidad de Almacenamiento		
S =	2.658	pulg
	67.519	mm
Infiltración Inicial del Suelo		
Ia =	0.532	pulg
	13.504	mm

Realizando los cálculos para los distintos periodos de retorno se tiene.

Tabla 23. *Valores de C para diferentes periodos de retorno considerados*

Tr	tiempo	I(mm/h)	P(mm)	C
2.33	63.64	33.55	35.59	0.15
5	63.64	42.46	45.03	0.22
10	63.64	49.51	52.52	0.27
25	63.64	58.57	62.12	0.33
50	63.64	65.33	69.29	0.36
100	63.64	71.90	76.26	0.40

Quebrada La Sabanetica.

Tabla 24. Valores Capacidad de Almacenamiento e Infiltración inicial del suelo.

CN =	**84**	
Capacidad de Almacenamiento		
S =	1.905	pulg
	48.381	mm
Infiltración Inicial del Suelo		
Ia =	0.381	pulg
	9.676	mm

Realizando los cálculos para los distintos periodos de retorno se tiene.

Tabla 25. *Valores de C para diferentes periodos de retorno considerados*

Tr	tiempo	I(mm/h)	P(mm)	C
2.33	45.85	49.13	37.54	0.27
5	45.85	58.79	44.92	0.33
10	45.85	66.63	50.92	0.37
25	45.85	76.55	58.50	0.42
50	45.85	84.21	64.35	0.45
100	45.85	91.36	69.82	0.48

Es de anotar que la aplicación del método Racional se hará de forma directa, debido a que el coeficiente obtenido viene de un número de curva ponderado.

3.8. Métodos para la determinación de crecientes de diseño.

Los métodos utilizados para determinar las crecientes de diseño fueron los siguientes:

- MÉTODO DE SNYDER – CALIBRACIÓN INTEGRAL
- MÉTODO DE SNYDER – CALIBRACIÓN AEI
- MÉTODO DE SNYDER – CALIBRACIÓN CUHP1
- MÉTODO DE SNYDER – CALIBRACIÓN CUHP2
- METODO RACIONAL C EN FUNCTION DE CN
- METODO RACIONAL AUSTIN TEXAS
- WILLIAM Y HANN

Ver los resultados obtenidos para cada uno de los métodos utilizados en los anexos la final del informe.

3.9. Selección del caudal de diseño.

3.9.1. Resultados de caudales pico.

En la siguiente Tabla se presenta un resumen de los caudales pico obtenidos por las diferentes metodologías empleadas.

Quebrada La Doctora.

Tabla 26: *Caudales picos obtenidos por diferentes metodologías.*

MÉTODO	*CAUDAL (m^3/s)*						
	Tr(años)	**2.33**	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**
Snyder - integral		1.848	3.41	4.85	6.91	8.57	10.27
Snyder AEI		5.85	10.78	15.35	21.86	27.11	32.48
Snyder CUHP 1		5.47	10.09	14.37	20.46	25.38	30.40
Snyder CUHP 2		1.13	2.15	3.14	4.50	5.62	6.76
Racional en función de CN		11.74	21.64	30.8	43.87	54.41	65.17
Racional Austin Texas		30.22	38.90	47.96	61.84	73.29	86.80
Williams y Han		14.66	24.92	34.78	48.74	59.74	70.79
Se eligió hacer el promedio de los métodos Racional en función de CN y Williams y Hann							
Caudal de Diseño		**13.20**	**23.28**	**32.79**	**46.31**	**57.08**	**67.98**

Quebrada La Sabanetica

Tabla 27: *Caudales picos obtenidos por diferentes metodologías.*

MÉTODO	*CAUDAL (m^3/s)*						
	Tr(años)	**2.33**	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**
Snyder - integral		1.603	2.34	2.99	3.86	4.57	5.25
Snyder AEI		5.06	7.38	9.43	12.18	14.41	16.56
Snyder CUHP 1		7.17	10.46	13.36	17.27	20.42	23.47
Snyder CUHP 2		4.75	6.92	8.85	11.43	13.52	15.54
Racional en función de CN		10.02	14.608	18.66	24.114	28.521	32.774
Racional Austin Texas		18.06	21.77	26.06	32.27	37.46	43.38
Williams y Han		10.91	15.7	19.8	25.24	29.56	33.69
Se eligió hacer el promedio de los métodos Racional en función de CN y Williams y Hann							
Caudal de Diseño		**10.47**	**15.15**	**19.23**	**24.68**	**29.04**	**33.23**

3.9.2. Selección del caudal para diseño hidráulico.

De acuerdo con las observaciones hechas en el numeral anterior, podemos decir que:

- Los caudales más pequeños para cada período de retorno son los obtenidos con las diferentes calibraciones que se han realizado para el método de Snyder en los diferentes estudios. A pesar de haberse realizado un análisis de sensibilidad con diferentes valores de Cp y Ct calibrados por diferentes entidades regionales o extranjeras, se encontró que los estimativos del caudal pico son sensibles a la variación de estos parámetros.
- Los caudales obtenidos para cada período de retorno por los métodos Racional Austin Texas, Racional en función de C y Williams y Hann para la cuenca son los más altos.
- En el estudio hidrológico realizados dentro del contrato N.254 de 2006 entre la empresa Ingedelta y el municipio de Sabaneta convenio interadministrativo N.309 de 2005 con el Área Metropolitana del Valle de Aburra cuyo objeto fue "Estudios hidrológicos e hidráulicos de cinco quebradas en diferentes sitios de las mismas y diseño de las obras de protección para la estabilización de taludes en la zona urbana del municipio de Sabaneta, presentado al AREA METROPOLITANA, el estudio se determinó un caudal de diseño de 24.23 m^3/s para la quebrada la Sabanetica correspondiente a un periodo de retorno de 100 años y a un área de 2.03 Km^2, caudal determinado hasta la confluencia con la quebrada La Doctora. Y se determinó un caudal de diseño de 52.13 m^3/s para la quebrada la Doctora correspondiente a un periodo de retorno de 100 años y a un área de 8.21 Km^2, caudal determinado hasta la confluencia con la quebrada La Doctora
- El caudal determinado por ambos estudios es menor al calculado en este estudio, esto puede obedecer que el estudio es del año 2006 y 2017 las características morfológicas de la quebrada han variado., el nivel de construcción de edificaciones ha aumentado considerablemente.
- Una vez analizada la información consultada y los cálculos realizados por los distintos métodos, se determinó que para la modelación hidráulica en el Sector de Plebiscito de la quebrada La Sabanetica y La Doctora, se tomara los caudales estimados dentro de este informe

Quebrada La Doctora

Periodo de retorno	2.33	5	10	25	50	100
Caudal de Diseño	10.47	15.15	19.23	24.68	29.04	33.23

Quebrada La Sabanetica

Periodo de retorno	2.33	5	10	25	50	100
Caudal de Diseño	13.20	23.28	32.79	46.31	57.08	67.98

Estos valores presentan unos caudales más conservadores, lo que servirá para la proyección de obras más seguras.

4. MODELACION HIDRÁULICA.

4.1. Modelación Hidráulica Condiciones Actuales.

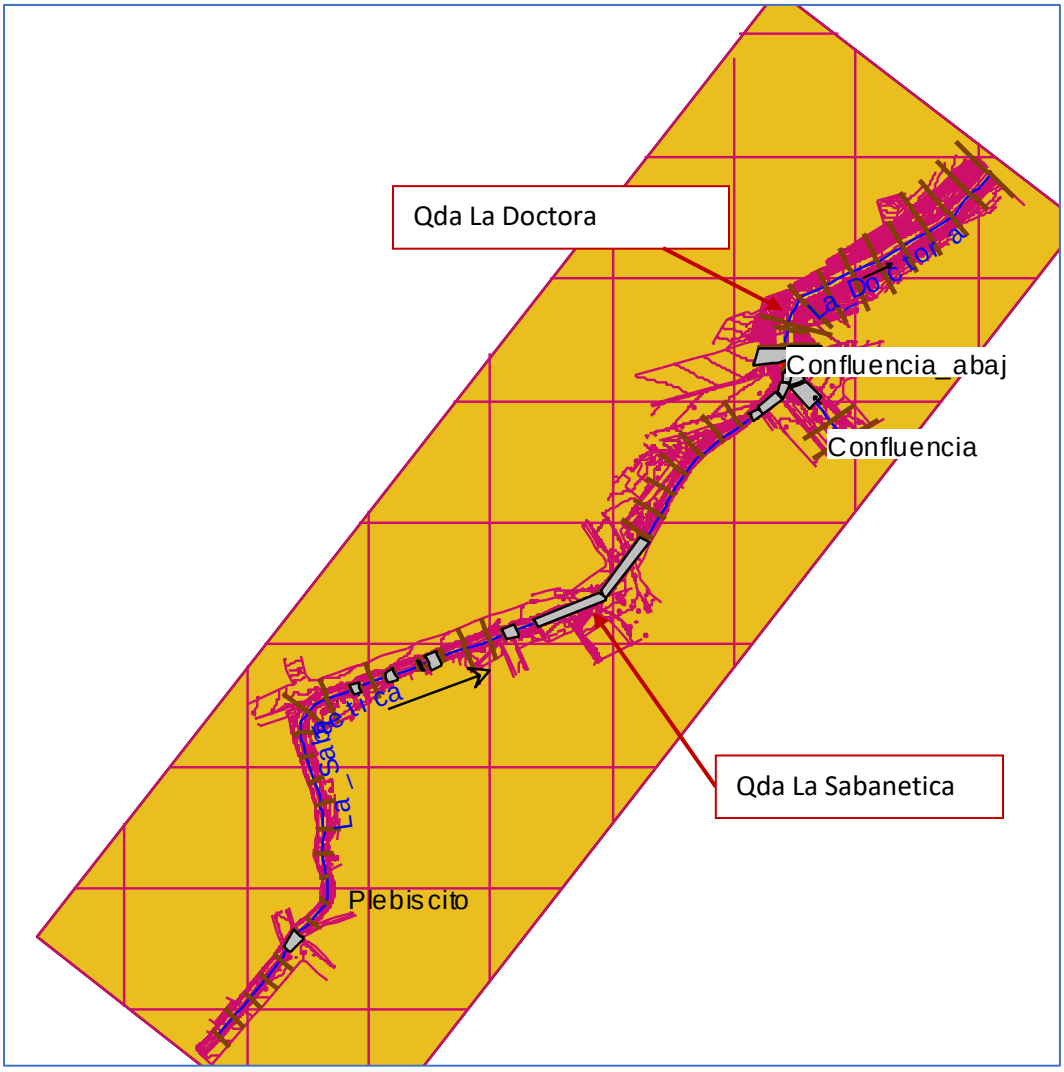


Figura N.° 18. *Planta del tramo de estudio de las quebradas la Sabanetica y La Doctora sector Plebiscito* ***(Imagen extraída de la Modelación hidráulica mediante el software HEC-RAS)***

Este estudio es realizado básicamente para solicitar el inicio de los trámites de ocupación de cauce de unas obras en la quebrada La Sabanetica y la quebrada La Doctora sector Plebiscito del municipio de Sabaneta.

Se realizará una modelación para el tramo de la quebrada considerando unas crecientes con un periodo de retorno de 2.33, 5, 10, 25 50, de 100 años y 100 años mayorado. Con la modelación se pretende determinar los niveles máximos del agua en el canal natural y en la estructura existente, verificando el comportamiento hidráulico de la quebrada.

Se modelará el cauce con la topografía real (actual) del cauce aguas arriba y abajo del sitio de estudio sobre las quebradas. Para la modelación hidráulica se empleará el programa HEC RAS, programa sencillo y de fácil manejo que permite visualizar el comportamiento del flujo para el evento y condiciones de flujo considerado.

4.1.1. Condiciones de Frontera para Modelación Hidráulica.

Los cálculos hidráulicos se realizarán con el programa conocido en el medio denominado el HEC–RAS, éste es un software del centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos, que urge como evolución del conocido y ampliamente utilizado HEC 2, con varias mejoras con respecto a éste, entre las que se destaca la interfase gráfica de usuario que facilita las labores del proceso y postproceso.

El modelo numérico incluido en este programa permite realizar análisis del flujo permanente unidimensional gradualmente variado en lámina libre. El procedimiento de cómputo básico está basado en la solución de la ecuación de energía unidimensional, las pérdidas de energía son valoradas por la fricción, la contracción y la expansión. La ecuación de velocidad es usada en situaciones donde los perfiles de agua superficiales varían rápidamente.

Los caudales para la modelación del tramo serán los que se presentan en la tabla siguiente:

Quebrada La Doctora

Tabla 28: *Caudales seleccionados para la Modelación – Condiciones Actuales.*

Periodo de Retorno (años)	***Caudal (m³/s)***
2.33	13.2
5	23.28
10	32.79
25	46.31
50	57.08
100 años	67.98
100 años mayorado por 1.4	95.17

Quebrada La Sabanetica

Tabla 29: *Caudales seleccionados para la Modelación – Condiciones Actuales.*

Periodo de Retorno (años)	***Caudal (m³/s)***
2.33	10.47
5	15.15
10	19.23
25	24.68
50	29.04
100 años	33.23
100 años mayorado por 1.4	46.52

4.1.2. Rugosidad de Manning (n).

Para determinar el coeficiente de Manning, es usado el método de Comparación con cauces similares a los que ya se les definió el coeficiente de Manning. En la literatura o algunos textos como el de "Hidrología de Antioquia" del Departamento de Antioquia y el de "Hidráulica de Canales Abiertos" de Ven Te Chow, se encuentran los valores de coeficientes de Manning. Sin embargo, de acuerdo con esta metodología de comparación para el tramo del cauce que se tiene correspondiente a corrientes montañosas con cantos rodados y con rocas en el fondo, se puede considerar un coeficiente de Manning entre 0.030 y 0.050 (ver tabla 5.6 del Libro de Ven Te Chow).

Tabla 30:** Valores del Coeficiente de Rugosidad **(tomado de la tabla 5.6 del Libro de Hidráulica de Canales Abiertos de Ven Te Chow).

RROLLO DEL FLUJO UNIFORME Y DE SUS ECUACIONES 111

Tabla 5-6. Valores del coeficiente de rugosidad *n* (*continuación*)
(las cifras en **negrillas** son los valores generalmente recomendados para el diseño)

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
b. Corrientes montañosas, sin vegetación en el canal, bancas usualmente empinadas, árboles y matorrales a lo largo de las bancas sumergidas en niveles altos			
1. Fondo: gravas, cantos rodados y algunas rocas	0.030	0.040	0.050
2. Fondo: cantos rodados con rocas grandes	0.040	0.050	0.070
-2. Planicies de inundación			
a. Pastizales, sin matorrales			
1. Pasto corto	0.025	0.030	0.035
2. Pasto alto	0.030	0.035	0.050
b. Áreas cultivadas			
1. Sin cultivo	0.020	0.030	0.040
2. Cultivos en línea maduros	0.025	0.035	0.045
3. Campos de cultivo maduros	0.030	0.040	0.050
c. Matorrales			
1. Matorrales dispersos, mucha maleza	0.035	0.050	0.070
2. Pocos matorrales y árboles, en invierno	0.035	0.050	0.060
3. Pocos matorrales y árboles, en verano	0.040	0.060	0.080
4. Matorrales medios a densos, en invierno	0.045	0.070	0.110
5. Matorrales medios a densos, en verano	0.070	0.100	0.160
d. Árboles			
1. Sauces densos, rectos y en verano	0.110	0.150	0.200
2. Terreno limpio, con troncos sin retoños	0.030	0.040	0.050
3. Igual que el anterior, pero con una gran cantidad de retoños	0.050	0.060	0.080
4. Gran cantidad de árboles, algunos troncos caídos, con poco crecimiento de matorrales, nivel del agua por debajo de las ramas	0.080	0.100	0.120
5. Igual al anterior, pero con nivel de creciente por encima de las ramas	0.100	0.120	0.160
-3. Corrientes mayores (ancho superficial en nivel de creciente > 100 pies). El valor de *n* es menor que el correspondiente a corrientes menores con descripción similar, debido a que las bancas ofrecen resistencia menos efectiva.			
a. Sección regular, sin cantos rodados ni matorrales	0.025	.....	0.060
b. Sección irregular y rugosa	0.035	.....	0.100

Una vez analizada la información de ambos textos, el de "Hidrología de Antioquia" del Departamento de Antioquia y el de "Hidráulica de Canales Abiertos" de Ven Te Chow, se encuentran que el *Manning a utilizar para el fondo de la quebrada la Doctora será de 0.044* para las *llanuras de inundación constituida con pastos será de 0.03 y 0.013 para estructuras en concreto y para la quebrada la Sabanetica será para el canal de 0.013 para el canal en concreto, 0.028 para taludes en general,* valores tomados del libro de "Hidráulica de Canales Abiertos" de Ven Te Chow.

4.1.3. Coeficientes de expansión y contracción.

Para efectos del presente estudio se considera coeficientes de expansión y contracción de 0.10 y 0.30 respectivamente para el canal natural, coeficientes sugeridos por el programa.

4.1.4. Condiciones de frontera del modelamiento.

El modelamiento se realizó considerando las siguientes condiciones:

- Se considerará la condición de borde correspondiente a la profundidad normal en el tramo analizado, realizando simulación con régimen Mixto.
- Coeficientes de expansión y contracción 0.10 y 0.30, respectivamente en el canal natural.
- Perfiles de flujo estimados para la condición existente. El análisis se contó con 88 secciones aguas arriba y aguas abajo del sitio de confluencia de las dos quebradas, lo cual represento las condiciones topográficas en una longitud de la quebrada analizada.

Ver los resultados de la modelación en las páginas siguientes.

Quebrada La Doctora

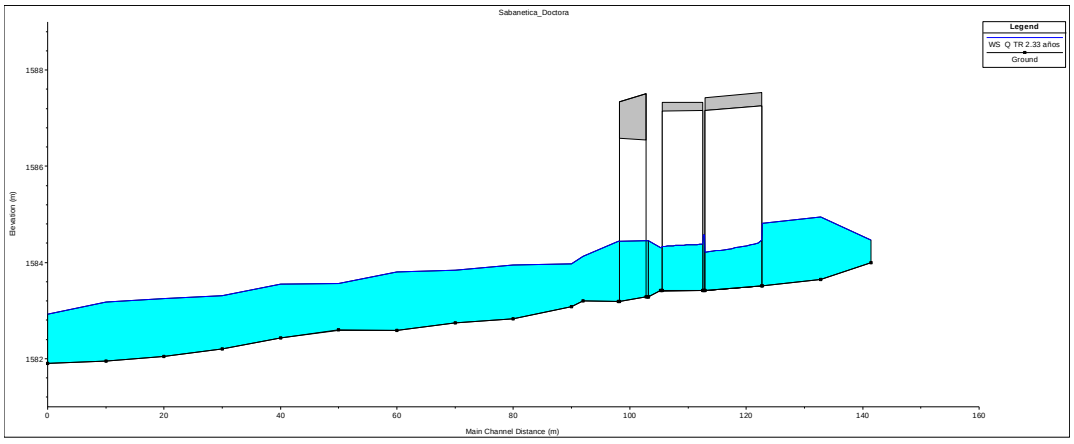


Figura N.° 19. *Perfil Condiciones actuales, Tr 2.33 años.*

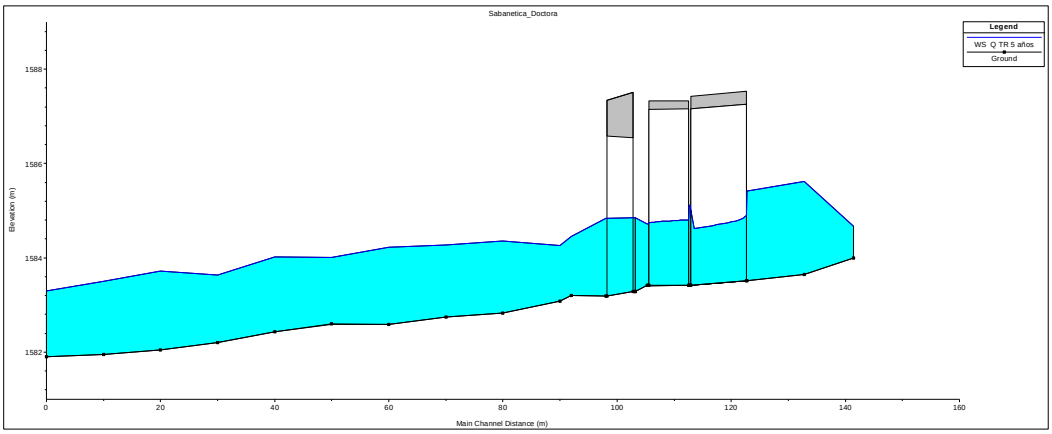


Figura N.° 20. *Perfil Condiciones actuales, Tr 5 años.*

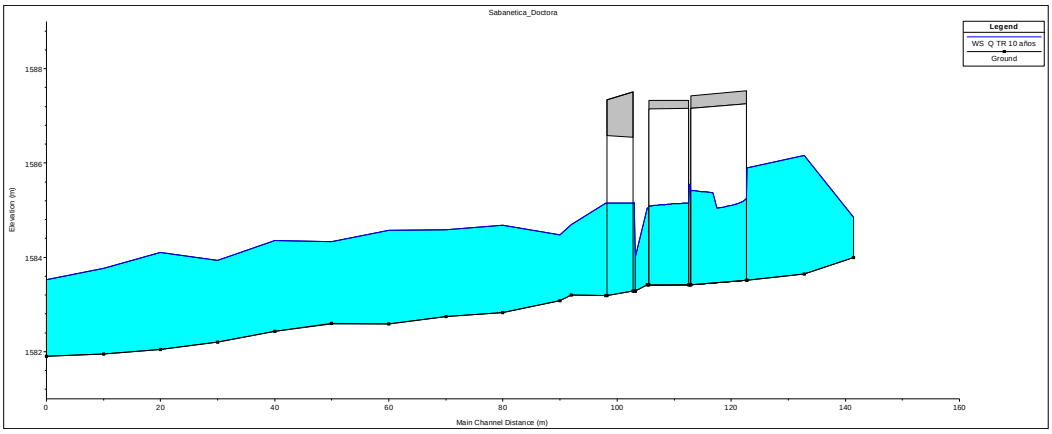


Figura N.° 21. *Perfil Condiciones actuales, 10 años.*

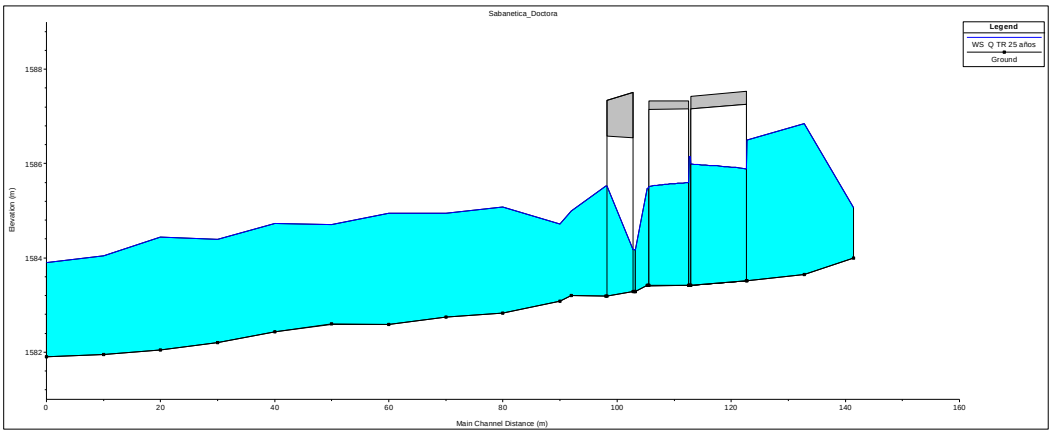


Figura N.° 22. *Perfil Condiciones actuales, Tr 25 años.*

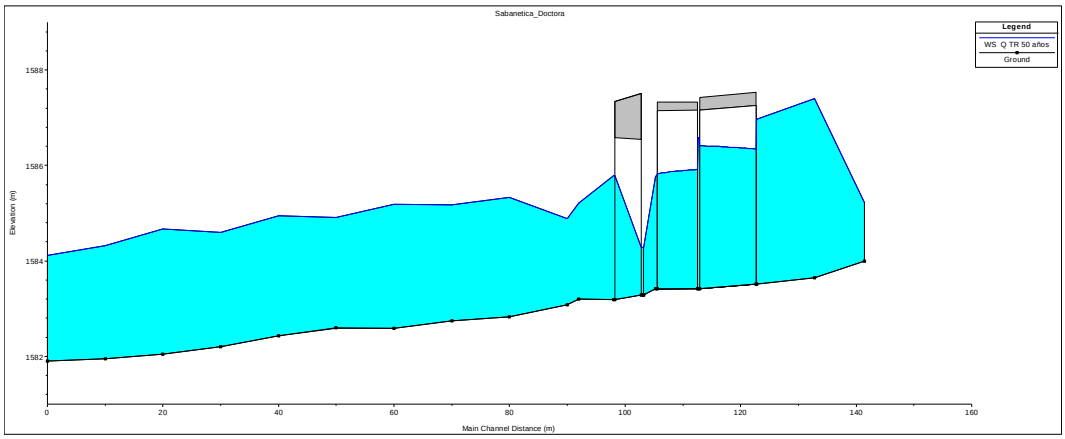


Figura N.° 23. *Perfil Condiciones actuales, Tr 50 años.*

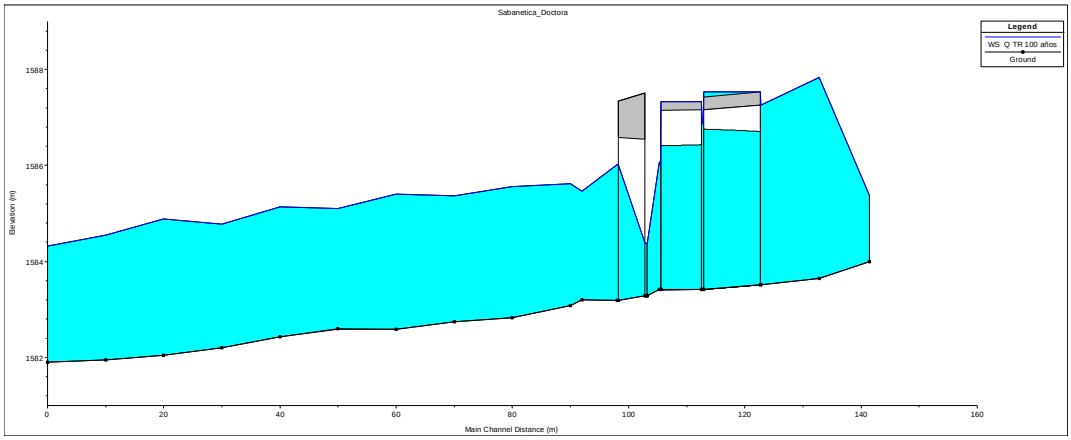


Figura N.° 24. *Perfil Condiciones actuales, Tr 100 años.*

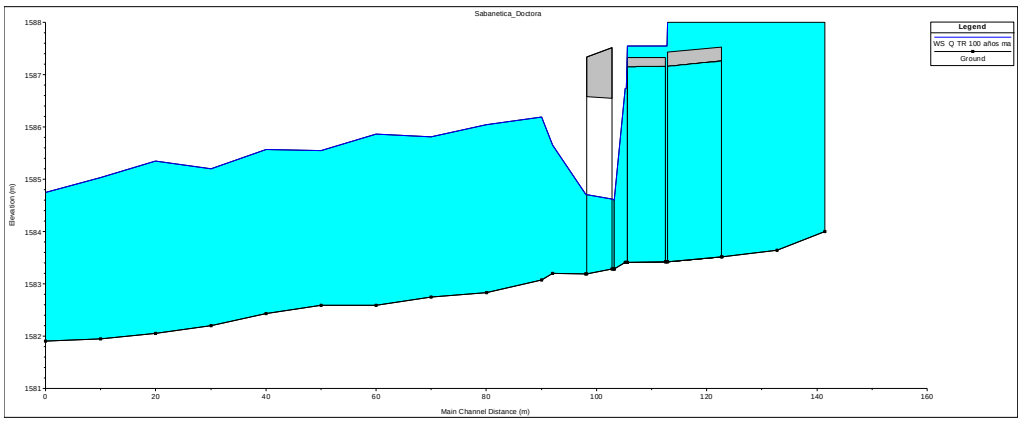


Figura N.° 25. *Perfil Condiciones actuales, Tr 100 años mayorado.*

Quebrada La Sabanetica

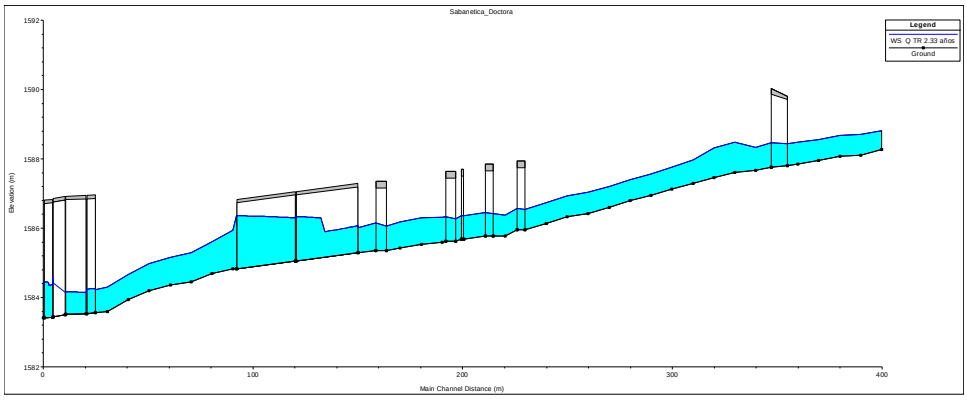


Figura N.° 26. *Perfil Condiciones actuales, Tr 2.33 años.*

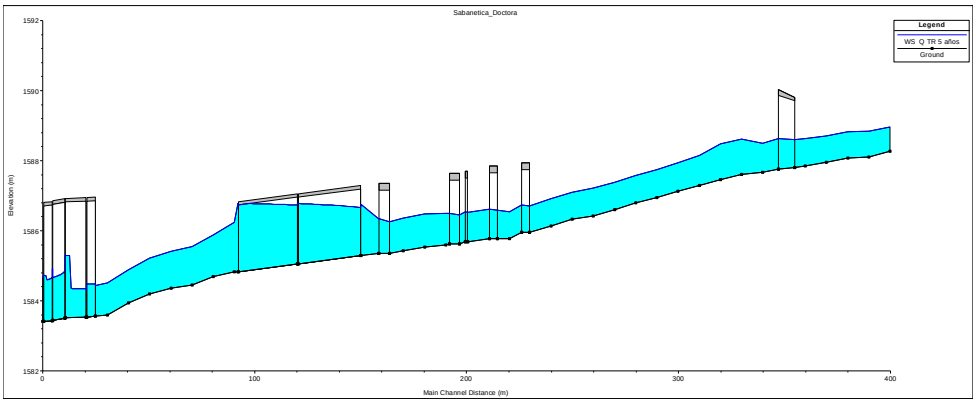


Figura N.° 27. *Perfil Condiciones actuales, Tr 5 años.*

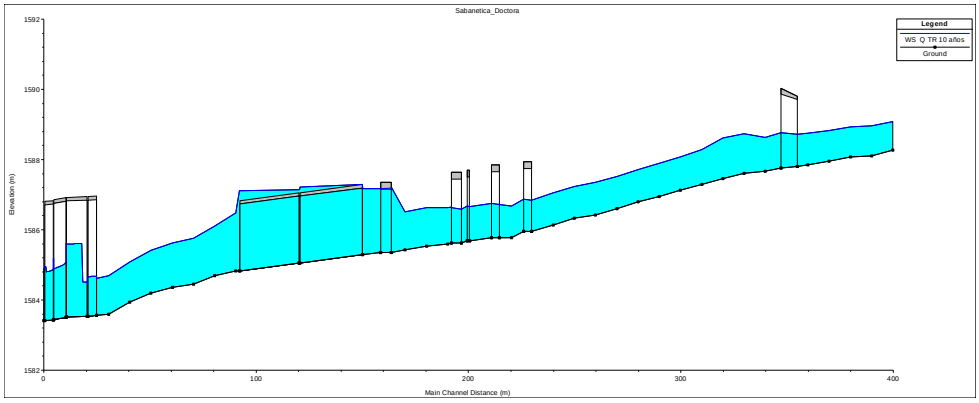


Figura N.° 28. *Perfil Condiciones actuales, 10 años.*

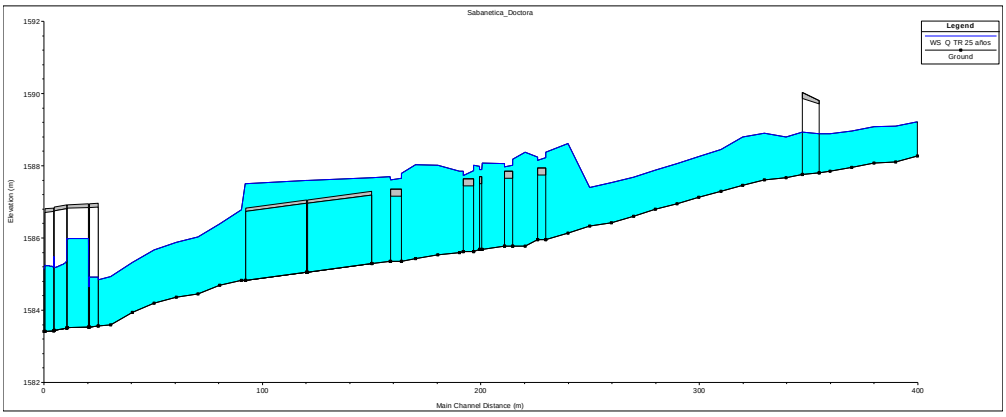


Figura N.° 29. *Perfil Condiciones actuales, Tr 25 años.*

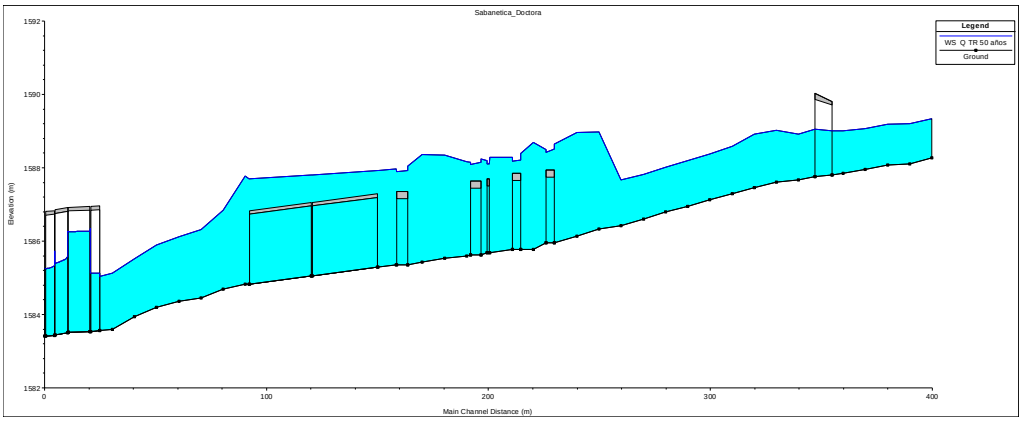


Figura N.° 30. *Perfil Condiciones actuales, Tr 50 años.*

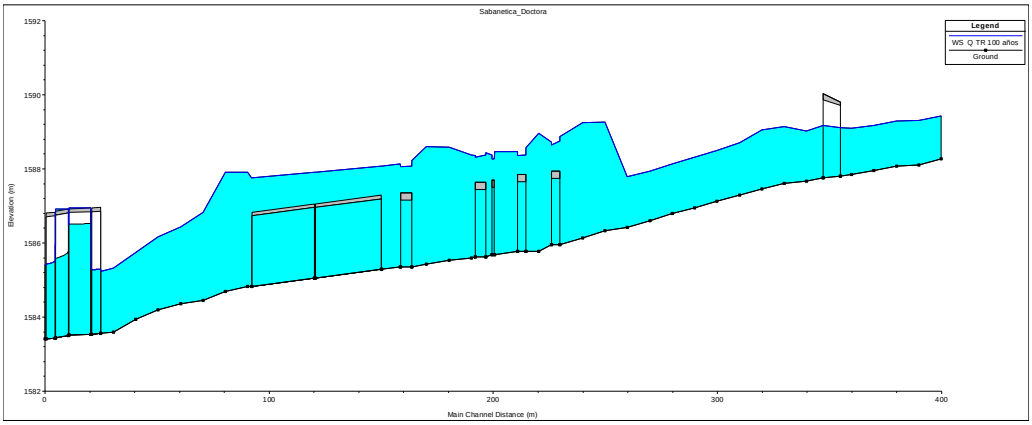


Figura N.° 31. *Perfil Condiciones actuales, Tr 100 años.*

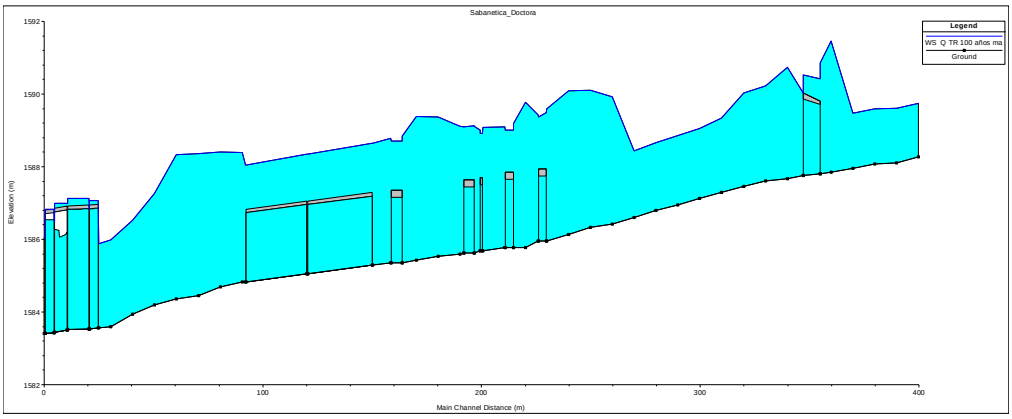


Figura N.° 32. *Perfil Condiciones actuales, Tr 100 años mayorado.*

Tabla 31. *Resultados Condiciones Actuales.*

River	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)	
La_Sabanetica	Plebiscito	41	Q TR 2.33 años	10.4700	1588.27	1588.82	1589.22	1590.25	0.020016	5.31	1.97	3.79	2.35
La_Sabanetica	Plebiscito	41	Q TR 5 años	15.1500	1588.27	1588.96	1589.47	1590.80	0.020019	6.01	2.52	3.81	2.36
La_Sabanetica	Plebiscito	41	Q TR 10 años	19.2300	1588.27	1589.08	1589.68	1591.22	0.020016	6.49	2.96	3.82	2.35
La_Sabanetica	Plebiscito	41	Q TR 25 años	24.6800	1588.27	1589.22	1589.92	1591.73	0.020013	7.02	3.52	3.84	2.34
La_Sabanetica	Plebiscito	41	Q TR 50 años	29.0400	1588.27	1589.33	1590.11	1592.10	0.020008	7.37	3.94	3.85	2.32
La_Sabanetica	Plebiscito	41	Q TR 100 años	33.2300	1588.27	1589.44	1590.27	1592.43	0.020003	7.67	4.33	3.86	2.31
La_Sabanetica	Plebiscito	41	Q TR 100 años ma	46.5200	1588.27	1589.74	1591.08	1593.37	0.020015	8.44	5.51	3.89	2.26
La_Sabanetica	Plebiscito	40	Q TR 2.33 años	10.4700	1588.11	1588.70	1589.08	1590.04	0.017669	5.12	2.05	3.84	2.24
La_Sabanetica	Plebiscito	40	Q TR 5 años	15.1500	1588.11	1588.84	1589.33	1590.58	0.018082	5.83	2.60	3.87	2.27
La_Sabanetica	Plebiscito	40	Q TR 10 años	19.2300	1588.11	1588.96	1589.53	1591.00	0.018387	6.34	3.04	3.89	2.29
La_Sabanetica	Plebiscito	40	Q TR 25 años	24.6800	1588.11	1589.10	1589.78	1591.51	0.018616	6.88	3.59	3.91	2.29
La_Sabanetica	Plebiscito	40	Q TR 50 años	29.0400	1588.11	1589.21	1589.96	1591.88	0.018745	7.24	4.01	3.93	2.29
La_Sabanetica	Plebiscito	40	Q TR 100 años	33.2300	1588.11	1589.31	1590.13	1592.21	0.018811	7.54	4.40	3.95	2.28
La_Sabanetica	Plebiscito	40	Q TR 100 años ma	46.5200	1588.11	1589.60	1590.85	1593.15	0.019074	8.34	5.58	4.00	2.26
La_Sabanetica	Plebiscito	39	Q TR 2.33 años	10.4700	1588.07	1588.68	1589.02	1589.82	0.014136	4.73	2.21	3.85	1.99
La_Sabanetica	Plebiscito	39	Q TR 5 años	15.1500	1588.07	1588.83	1589.27	1590.35	0.015203	5.47	2.77	3.88	2.07
La_Sabanetica	Plebiscito	39	Q TR 10 años	19.2300	1588.07	1588.94	1589.47	1590.77	0.015864	5.99	3.21	3.89	2.11
La_Sabanetica	Plebiscito	39	Q TR 25 años	24.6800	1588.07	1589.08	1589.71	1591.27	0.016424	6.55	3.77	3.92	2.13
La_Sabanetica	Plebiscito	39	Q TR 50 años	29.0400	1588.07	1589.19	1589.90	1591.63	0.016746	6.92	4.19	3.94	2.14
La_Sabanetica	Plebiscito	39	Q TR 100 años	33.2300	1588.07	1589.29	1590.06	1591.96	0.016962	7.24	4.59	3.96	2.14
La_Sabanetica	Plebiscito	39	Q TR 100 años ma	46.5200	1588.07	1589.59	1590.78	1592.89	0.017532	8.05	5.78	4.01	2.14
La_Sabanetica	Plebiscito	38	Q TR 2.33 años	10.4700	1587.95	1588.56	1588.89	1589.68	0.013783	4.68	2.23	3.88	1.97
La_Sabanetica	Plebiscito	38	Q TR 5 años	15.1500	1587.95	1588.70	1589.14	1590.19	0.014646	5.40	2.81	3.90	2.03
La_Sabanetica	Plebiscito	38	Q TR 10 años	19.2300	1587.95	1588.82	1589.34	1590.59	0.015174	5.90	3.26	3.92	2.07
La_Sabanetica	Plebiscito	38	Q TR 25 años	24.6800	1587.95	1588.96	1589.58	1591.09	0.015766	6.46	3.82	3.95	2.09
La_Sabanetica	Plebiscito	38	Q TR 50 años	29.0400	1587.95	1589.07	1589.76	1591.45	0.016109	6.83	4.25	3.97	2.11
La_Sabanetica	Plebiscito	38	Q TR 100 años	33.2300	1587.95	1589.17	1589.93	1591.77	0.016344	7.14	4.65	3.98	2.11
La_Sabanetica	Plebiscito	38	Q TR 100 años ma	46.5200	1587.95	1589.47	1590.61	1592.70	0.016954	7.96	5.85	4.03	2.11
La_Sabanetica	Plebiscito	37	Q TR 2.33 años	10.4700	1587.85	1588.48	1588.79	1589.52	0.012704	4.52	2.31	3.87	1.87
La_Sabanetica	Plebiscito	37	Q TR 5 años	15.1500	1587.85	1588.63	1589.04	1590.02	0.013547	5.22	2.90	3.90	1.93
La_Sabanetica	Plebiscito	37	Q TR 10 años	19.2300	1587.85	1588.75	1589.24	1590.41	0.014148	5.72	3.36	3.93	1.97
La_Sabanetica	Plebiscito	37	Q TR 25 años	24.6800	1587.85	1588.89	1589.48	1590.90	0.014805	6.27	3.93	3.96	2.01
La_Sabanetica	Plebiscito	37	Q TR 50 años	29.0400	1587.85	1589.00	1589.66	1591.25	0.015198	6.65	4.37	3.98	2.03
La_Sabanetica	Plebiscito	37	Q TR 100 años	33.2300	1587.85	1589.10	1589.83	1591.57	0.015487	6.96	4.77	4.00	2.03
La_Sabanetica	Plebiscito	37	Q TR 100 años ma	46.5200	1587.85	1591.46	1590.51	1591.76	0.000677	2.61	23.01	9.87	0.45
La_Sabanetica	Plebiscito	36.5	Q TR 2.33 años	10.4700	1587.81	1588.43	1588.73	1589.46	0.012429	4.48	2.34	3.75	1.81
La_Sabanetica	Plebiscito	36.5	Q TR 5 años	15.1500	1587.81	1588.60	1588.99	1589.94	0.013061	5.14	2.95	3.75	1.85
La_Sabanetica	Plebiscito	36.5	Q TR 10 años	19.2300	1587.81	1588.72	1589.19	1590.33	0.013614	5.62	3.42	3.75	1.88
La_Sabanetica	Plebiscito	36.5	Q TR 25 años	24.6800	1587.81	1588.88	1589.44	1590.80	0.014110	6.14	4.02	3.75	1.89
La_Sabanetica	Plebiscito	36.5	Q TR 50 años	29.0400	1587.81	1589.00	1589.63	1591.15	0.014454	6.49	4.47	3.75	1.90
La_Sabanetica	Plebiscito	36.5	Q TR 100 años	33.2300	1587.81	1589.12	1589.83	1591.46	0.014699	6.79	4.90	3.75	1.90
La_Sabanetica	Plebiscito	36.5	Q TR 100 años ma	46.5200	1587.81	1590.86	1590.32	1591.70	0.002135	4.06	11.65	3.95	0.74
La_Sabanetica	Plebiscito	36.3		Bridge									
La_Sabanetica	Plebiscito	36	Q TR 2.33 años	10.4700	1587.76	1588.46	1588.71	1589.33	0.009267	4.12	2.54	3.66	1.58
La_Sabanetica	Plebiscito	36	Q TR 5 años	15.1500	1587.76	1588.63	1588.97	1589.80	0.010178	4.79	3.17	3.67	1.64
La_Sabanetica	Plebiscito	36	Q TR 10 años	19.2300	1587.76	1588.76	1589.18	1590.18	0.010927	5.27	3.65	3.69	1.69
La_Sabanetica	Plebiscito	36	Q TR 25 años	24.6800	1587.76	1588.93	1589.45	1590.64	0.011645	5.80	4.25	3.70	1.73
La_Sabanetica	Plebiscito	36	Q TR 50 años	29.0400	1587.76	1589.05	1589.64	1590.98	0.012067	6.16	4.72	3.71	1.74
La_Sabanetica	Plebiscito	36	Q TR 100 años	33.2300	1587.76	1589.17	1589.81	1591.29	0.012406	6.45	5.15	3.71	1.75
La_Sabanetica	Plebiscito	36	Q TR 100 años ma	46.5200	1587.76	1590.03	1590.37	1591.56	0.006164	5.49	8.56	5.00	1.20

Tabla 32.*Continuación Resultados Condiciones Actuales.*

River	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)	
La_Sabanetica	Plebiscito	35	Q TR 2.33 años	10.4700	1587.67	1588.33	1588.60	1589.25	0.010233	4.24	2.47	3.79	1.68
La_Sabanetica	Plebiscito	35	Q TR 5 años	15.1500	1587.67	1588.50	1588.86	1589.72	0.010928	4.88	3.10	3.79	1.72
La_Sabanetica	Plebiscito	35	Q TR 10 años	19.2300	1587.67	1588.63	1589.06	1590.09	0.011551	5.36	3.59	3.79	1.76
La_Sabanetica	Plebiscito	35	Q TR 25 años	24.6800	1587.67	1588.79	1589.31	1590.55	0.012157	5.88	4.20	3.80	1.79
La_Sabanetica	Plebiscito	35	Q TR 50 años	29.0400	1587.67	1588.91	1589.49	1590.89	0.012521	6.23	4.66	3.80	1.80
La_Sabanetica	Plebiscito	35	Q TR 100 años	33.2300	1587.67	1589.03	1589.67	1591.20	0.012817	6.53	5.09	3.80	1.80
La_Sabanetica	Plebiscito	35	Q TR 100 años ma	46.5200	1587.67	1590.74	1590.35	1591.45	0.001971	3.80	13.85	6.86	0.70
La_Sabanetica	Plebiscito	34	Q TR 2.33 años	10.4700	1587.61	1588.48	1588.59	1589.09	0.005459	3.44	3.05	3.77	1.22
La_Sabanetica	Plebiscito	34	Q TR 5 años	15.1500	1587.61	1588.62	1588.85	1589.54	0.007290	4.26	3.56	3.77	1.40
La_Sabanetica	Plebiscito	34	Q TR 10 años	19.2300	1587.61	1588.74	1589.06	1589.91	0.008308	4.79	4.01	3.77	1.48
La_Sabanetica	Plebiscito	34	Q TR 25 años	24.6800	1587.61	1588.90	1589.30	1590.36	0.009242	5.35	4.61	3.77	1.54
La_Sabanetica	Plebiscito	34	Q TR 50 años	29.0400	1587.61	1589.02	1589.49	1590.69	0.009783	5.71	5.08	3.78	1.57
La_Sabanetica	Plebiscito	34	Q TR 100 años	33.2300	1587.61	1589.14	1589.66	1590.99	0.010243	6.03	5.51	3.78	1.59
La_Sabanetica	Plebiscito	34	Q TR 100 años ma	46.5200	1587.61	1590.22	1590.22	1591.38	0.003918	4.78	10.10	4.80	0.96
La_Sabanetica	Plebiscito	33	Q TR 2.33 años	10.4700	1587.46	1588.31	1588.48	1589.01	0.006646	3.71	2.82	3.67	1.35
La_Sabanetica	Plebiscito	33	Q TR 5 años	15.1500	1587.46	1588.48	1588.74	1589.46	0.007705	4.38	3.46	3.68	1.44
La_Sabanetica	Plebiscito	33	Q TR 10 años	19.2300	1587.46	1588.62	1588.95	1589.82	0.008422	4.85	3.96	3.68	1.49
La_Sabanetica	Plebiscito	33	Q TR 25 años	24.6800	1587.46	1588.79	1589.20	1590.26	0.009158	5.37	4.60	3.69	1.54
La_Sabanetica	Plebiscito	33	Q TR 50 años	29.0400	1587.46	1588.92	1589.39	1590.59	0.009626	5.72	5.08	3.69	1.56
La_Sabanetica	Plebiscito	33	Q TR 100 años	33.2300	1587.46	1589.05	1589.57	1590.89	0.009994	6.01	5.53	3.70	1.57
La_Sabanetica	Plebiscito	33	Q TR 100 años ma	46.5200	1587.46	1590.03	1590.11	1591.32	0.004490	5.05	9.44	4.37	1.03
La_Sabanetica	Plebiscito	32	Q TR 2.33 años	10.4700	1587.29	1587.97	1588.24	1588.91	0.010369	4.29	2.44	3.78	1.71
La_Sabanetica	Plebiscito	32	Q TR 5 años	15.1500	1587.29	1588.15	1588.50	1589.35	0.010520	4.86	3.12	3.79	1.71
La_Sabanetica	Plebiscito	32	Q TR 10 años	19.2300	1587.29	1588.29	1588.70	1589.70	0.010788	5.27	3.65	3.79	1.72
La_Sabanetica	Plebiscito	32	Q TR 25 años	24.6800	1587.29	1588.46	1588.95	1590.14	0.011164	5.75	4.30	3.80	1.72
La_Sabanetica	Plebiscito	32	Q TR 50 años	29.0400	1587.29	1588.59	1589.14	1590.47	0.011450	6.07	4.78	3.80	1.73
La_Sabanetica	Plebiscito	32	Q TR 100 años	33.2300	1587.29	1588.71	1589.50	1590.76	0.011655	6.34	5.24	3.80	1.73
La_Sabanetica	Plebiscito	32	Q TR 100 años ma	46.5200	1587.29	1589.34	1589.96	1591.20	0.008224	6.05	7.84	6.53	1.39
La_Sabanetica	Plebiscito	31	Q TR 2.33 años	10.4700	1587.12	1587.76	1588.06	1588.79	0.012161	4.49	2.33	3.81	1.83
La_Sabanetica	Plebiscito	31	Q TR 5 años	15.1500	1587.12	1587.94	1588.32	1589.23	0.011935	5.03	3.01	3.82	1.81
La_Sabanetica	Plebiscito	31	Q TR 10 años	19.2300	1587.12	1588.08	1588.52	1589.58	0.012016	5.43	3.54	3.83	1.80
La_Sabanetica	Plebiscito	31	Q TR 25 años	24.6800	1587.12	1588.25	1588.76	1590.01	0.012184	5.88	4.19	3.84	1.80
La_Sabanetica	Plebiscito	31	Q TR 50 años	29.0400	1587.12	1588.38	1589.00	1590.34	0.012390	6.21	4.68	3.85	1.80
La_Sabanetica	Plebiscito	31	Q TR 100 años	33.2300	1587.12	1588.49	1589.36	1590.63	0.012531	6.47	5.13	3.86	1.79
La_Sabanetica	Plebiscito	31	Q TR 100 años ma	46.5200	1587.12	1589.05	1589.78	1591.09	0.009330	6.34	7.53	5.55	1.48
La_Sabanetica	Plebiscito	30	Q TR 2.33 años	10.4700	1586.95	1587.57	1587.89	1588.66	0.013071	4.62	2.27	3.76	1.90
La_Sabanetica	Plebiscito	30	Q TR 5 años	15.1500	1586.95	1587.75	1588.15	1589.10	0.012606	5.15	2.94	3.78	1.86
La_Sabanetica	Plebiscito	30	Q TR 10 años	19.2300	1586.95	1587.89	1588.35	1589.45	0.012570	5.54	3.47	3.78	1.85
La_Sabanetica	Plebiscito	30	Q TR 25 años	24.6800	1586.95	1588.06	1588.60	1589.88	0.012613	5.98	4.13	3.79	1.83
La_Sabanetica	Plebiscito	30	Q TR 50 años	29.0400	1586.95	1588.19	1588.93	1590.21	0.012745	6.29	4.62	3.80	1.82
La_Sabanetica	Plebiscito	30	Q TR 100 años	33.2300	1586.95	1588.31	1589.17	1590.50	0.012835	6.55	5.08	3.81	1.81
La_Sabanetica	Plebiscito	30	Q TR 100 años ma	46.5200	1586.95	1588.85	1589.59	1590.99	0.009857	6.48	7.39	6.22	1.52
La_Sabanetica	Plebiscito	29	Q TR 2.33 años	10.4700	1586.80	1587.40	1587.73	1588.52	0.013724	4.69	2.23	3.78	1.95
La_Sabanetica	Plebiscito	29	Q TR 5 años	15.1500	1586.80	1587.58	1587.98	1588.97	0.013216	5.22	2.90	3.79	1.91
La_Sabanetica	Plebiscito	29	Q TR 10 años	19.2300	1586.80	1587.71	1588.19	1589.32	0.013111	5.61	3.43	3.79	1.89
La_Sabanetica	Plebiscito	29	Q TR 25 años	24.6800	1586.80	1587.89	1588.43	1589.75	0.013081	6.05	4.08	3.80	1.86
La_Sabanetica	Plebiscito	29	Q TR 50 años	29.0400	1586.80	1588.02	1588.69	1590.07	0.013161	6.35	4.57	3.81	1.85
La_Sabanetica	Plebiscito	29	Q TR 100 años	33.2300	1586.80	1588.13	1588.90	1590.36	0.013215	6.61	5.03	3.82	1.84
La_Sabanetica	Plebiscito	29	Q TR 100 años ma	46.5200	1586.80	1588.66	1589.37	1590.88	0.010385	6.61	7.18	5.63	1.56

Tabla 33.*Continuación Resultados Condiciones Actuales.*

River	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)	
La_Sabanetica	Plebiscito	28	Q TR 2.33 años	10.4700	1586.60	1587.20	1587.55	1588.37	0.014421	4.79	2.19	3.77	2.01
La_Sabanetica	Plebiscito	28	Q TR 5 años	15.1500	1586.60	1587.38	1587.80	1588.82	0.013827	5.33	2.84	3.78	1.96
La_Sabanetica	Plebiscito	28	Q TR 10 años	19.2300	1586.60	1587.52	1588.00	1589.18	0.013610	5.71	3.37	3.79	1.93
La_Sabanetica	Plebiscito	28	Q TR 25 años	24.6800	1586.60	1587.69	1588.25	1589.61	0.013515	6.14	4.02	3.80	1.91
La_Sabanetica	Plebiscito	28	Q TR 50 años	29.0400	1586.60	1587.82	1588.45	1589.93	0.013544	6.44	4.51	3.80	1.89
La_Sabanetica	Plebiscito	28	Q TR 100 años	33.2300	1586.60	1587.94	1588.70	1590.22	0.013560	6.70	4.96	3.81	1.87
La_Sabanetica	Plebiscito	28	Q TR 100 años ma	46.5200	1586.60	1588.44	1589.20	1590.76	0.010861	6.75	6.92	4.55	1.60
La_Sabanetica	Plebiscito	27	Q TR 2.33 años	10.4700	1586.42	1587.04	1587.39	1588.23	0.014665	4.83	2.17	3.70	2.01
La_Sabanetica	Plebiscito	27	Q TR 5 años	15.1500	1586.42	1587.22	1587.64	1588.68	0.014065	5.37	2.82	3.71	1.96
La_Sabanetica	Plebiscito	27	Q TR 10 años	19.2300	1586.42	1587.36	1587.85	1589.04	0.013763	5.74	3.35	3.71	1.93
La_Sabanetica	Plebiscito	27	Q TR 25 años	24.6800	1586.42	1587.53	1588.10	1589.47	0.013653	6.17	4.00	3.71	1.90
La_Sabanetica	Plebiscito	27	Q TR 50 años	29.0400	1586.42	1587.67	1588.29	1589.79	0.013657	6.46	4.49	3.72	1.88
La_Sabanetica	Plebiscito	27	Q TR 100 años	33.2300	1586.42	1587.79	1588.72	1590.08	0.013654	6.71	4.95	3.72	1.86
La_Sabanetica	Plebiscito	27	Q TR 100 años ma	46.5200	1586.42	1589.92	1589.13	1590.25	0.001088	2.80	21.71	9.79	0.48
La_Sabanetica	Plebiscito	26	Q TR 2.33 años	10.4700	1586.34	1586.93	1587.26	1588.06	0.014071	4.71	2.22	3.81	1.97
La_Sabanetica	Plebiscito	26	Q TR 5 años	15.1500	1586.34	1587.10	1587.52	1588.53	0.013983	5.31	2.85	3.81	1.96
La_Sabanetica	Plebiscito	26	Q TR 10 años	19.2300	1586.34	1587.23	1587.72	1588.89	0.013788	5.70	3.37	3.82	1.93
La_Sabanetica	Plebiscito	26	Q TR 25 años	24.6800	1586.34	1587.40	1588.29	1589.33	0.013862	6.16	4.01	3.82	1.92
La_Sabanetica	Plebiscito	26	Q TR 50 años	29.0400	1586.34	1588.98	1588.42	1589.07	0.000528	1.67	27.22	22.23	0.33
La_Sabanetica	Plebiscito	26	Q TR 100 años	33.2300	1586.34	1589.27	1588.50	1589.34	0.000406	1.51	33.71	22.51	0.29
La_Sabanetica	Plebiscito	26	Q TR 100 años ma	46.5200	1586.34	1590.11		1590.16	0.000218	1.32	52.59	22.51	0.22
La_Sabanetica	Plebiscito	25	Q TR 2.33 años	10.4700	1586.14	1586.74	1587.09	1587.92	0.014556	4.79	2.18	3.78	2.01
La_Sabanetica	Plebiscito	25	Q TR 5 años	15.1500	1586.14	1586.91	1587.34	1588.39	0.014342	5.39	2.81	3.78	1.99
La_Sabanetica	Plebiscito	25	Q TR 10 años	19.2300	1586.14	1587.05	1587.54	1588.74	0.014097	5.77	3.33	3.79	1.96
La_Sabanetica	Plebiscito	25	Q TR 25 años	24.6800	1586.14	1588.62	1588.14	1588.76	0.000631	1.91	19.48	19.78	0.41
La_Sabanetica	Plebiscito	25	Q TR 50 años	29.0400	1586.14	1588.96		1589.07	0.000415	1.70	26.27	19.78	0.34
La_Sabanetica	Plebiscito	25	Q TR 100 años	33.2300	1586.14	1589.25		1589.34	0.000322	1.61	31.93	19.78	0.30
La_Sabanetica	Plebiscito	25	Q TR 100 años ma	46.5200	1586.14	1590.09		1590.16	0.000195	1.49	48.52	19.78	0.25
La_Sabanetica	Plebiscito	24	Q TR 2.33 años	10.4700	1585.96	1586.54	1586.89	1587.76	0.015487	4.90	2.14	3.78	2.08
La_Sabanetica	Plebiscito	24	Q TR 5 años	15.1500	1585.96	1586.70	1587.15	1588.24	0.015110	5.48	2.76	3.79	2.05
La_Sabanetica	Plebiscito	24	Q TR 10 años	19.2300	1585.96	1586.84	1587.35	1588.59	0.014797	5.87	3.28	3.80	2.02
La_Sabanetica	Plebiscito	24	Q TR 25 años	24.6800	1585.96	1588.38	1587.60	1588.73	0.001249	2.62	9.46	4.47	0.57
La_Sabanetica	Plebiscito	24	Q TR 50 años	29.0400	1585.96	1588.65	1587.78	1589.03	0.001181	2.75	10.64	4.47	0.56
La_Sabanetica	Plebiscito	24	Q TR 100 años	33.2300	1585.96	1588.88	1588.03	1589.30	0.001144	2.88	11.67	4.47	0.56
La_Sabanetica	Plebiscito	24	Q TR 100 años ma	46.5200	1585.96	1589.60	1588.50	1590.11	0.001011	3.17	14.89	4.47	0.55
La_Sabanetica	Plebiscito	23.8		Bridge									
La_Sabanetica	Plebiscito	23.5	Q TR 2.33 años	10.4700	1585.96	1586.57	1586.89	1587.67	0.013303	4.65	2.25	3.78	1.93
La_Sabanetica	Plebiscito	23.5	Q TR 5 años	15.1500	1585.96	1586.73	1587.15	1588.15	0.013454	5.27	2.87	3.79	1.93
La_Sabanetica	Plebiscito	23.5	Q TR 10 años	19.2300	1585.96	1586.87	1587.35	1588.51	0.013361	5.67	3.39	3.80	1.91
La_Sabanetica	Plebiscito	23.5	Q TR 25 años	24.6800	1585.96	1588.24		1588.65	0.001517	2.85	8.79	4.35	0.61
La_Sabanetica	Plebiscito	23.5	Q TR 50 años	29.0400	1585.96	1588.50		1588.96	0.001445	2.99	9.94	4.35	0.60
La_Sabanetica	Plebiscito	23.5	Q TR 100 años	33.2300	1585.96	1588.73		1589.23	0.001419	3.14	10.91	4.35	0.61
La_Sabanetica	Plebiscito	23.5	Q TR 100 años ma	46.5200	1585.96	1589.43		1590.05	0.001286	3.48	13.98	4.35	0.60
La_Sabanetica	Plebiscito	23	Q TR 2.33 años	10.4700	1585.78	1586.38	1586.72	1587.58	0.015036	4.87	2.15	3.78	2.06
La_Sabanetica	Plebiscito	23	Q TR 5 años	15.1500	1585.78	1586.54	1586.98	1588.06	0.014742	5.46	2.78	3.79	2.03
La_Sabanetica	Plebiscito	23	Q TR 10 años	19.2300	1585.78	1586.68	1587.18	1588.42	0.014451	5.84	3.29	3.79	2.00
La_Sabanetica	Plebiscito	23	Q TR 25 años	24.6800	1585.78	1588.37		1588.59	0.000812	2.17	15.15	15.10	0.44
La_Sabanetica	Plebiscito	23	Q TR 50 años	29.0400	1585.78	1588.70		1588.87	0.000608	2.04	20.05	15.24	0.39
La_Sabanetica	Plebiscito	23	Q TR 100 años	33.2300	1585.78	1588.96		1589.12	0.000506	1.98	24.14	15.24	0.36
La_Sabanetica	Plebiscito	23	Q TR 100 años ma	46.5200	1585.78	1589.77		1589.90	0.000335	1.88	36.42	15.24	0.31

Tabla 34.*Continuación Resultados Condiciones Actuales.*

River	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)	
La_Sabanetica	Plebiscito	22	Q TR 2.33 años	10.4700	1585.78	1586.45	1586.72	1587.38	0.010481	4.27	2.45	3.79	1.70
La_Sabanetica	Plebiscito	22	Q TR 5 años	15.1500	1585.78	1586.62	1586.98	1587.85	0.011182	4.92	3.08	3.79	1.74
La_Sabanetica	Plebiscito	22	Q TR 10 años	19.2300	1585.78	1586.76	1587.18	1588.21	0.011430	5.34	3.60	3.79	1.75
La_Sabanetica	Plebiscito	22	Q TR 25 años	24.6800	1585.78	1588.06		1588.48	0.001721	2.86	8.66	4.23	0.63
La_Sabanetica	Plebiscito	22	Q TR 50 años	29.0400	1585.78	1588.28		1588.75	0.001769	3.04	9.60	4.38	0.65
La_Sabanetica	Plebiscito	22	Q TR 100 años	33.2300	1585.78	1588.46		1588.99	0.001784	3.22	10.41	4.38	0.66
La_Sabanetica	Plebiscito	22	Q TR 100 años ma	46.5200	1585.78	1589.10		1589.75	0.001609	3.57	13.21	4.38	0.65
La_Sabanetica	Plebiscito	21.5	Q TR 2.33 años	10.4700	1585.69	1586.36	1586.62	1587.28	0.010183	4.25	2.46	3.79	1.68
La_Sabanetica	Plebiscito	21.5	Q TR 5 años	15.1500	1585.69	1586.53	1586.88	1587.74	0.010695	4.87	3.11	3.79	1.72
La_Sabanetica	Plebiscito	21.5	Q TR 10 años	19.2300	1585.69	1586.67	1587.08	1588.09	0.010887	5.27	3.65	3.80	1.72
La_Sabanetica	Plebiscito	21.5	Q TR 25 años	24.6800	1585.69	1588.07	1587.33	1588.45	0.001321	2.73	9.23	4.37	0.57
La_Sabanetica	Plebiscito	21.5	Q TR 50 años	29.0400	1585.69	1588.29	1587.52	1588.73	0.001361	2.94	10.17	4.37	0.58
La_Sabanetica	Plebiscito	21.5	Q TR 100 años	33.2300	1585.69	1588.47	1587.71	1588.97	0.001420	3.14	10.95	4.37	0.60
La_Sabanetica	Plebiscito	21.5	Q TR 100 años ma	46.5200	1585.69	1589.09	1588.21	1589.74	0.001403	3.57	13.67	4.37	0.62
La_Sabanetica	Plebiscito	21.3		Bridge									
La_Sabanetica	Plebiscito	21	Q TR 2.33 años	10.4700	1585.69	1586.36	1586.62	1587.26	0.009810	4.20	2.49	3.79	1.65
La_Sabanetica	Plebiscito	21	Q TR 5 años	15.1500	1585.69	1586.54	1586.88	1587.72	0.010395	4.82	3.14	3.79	1.69
La_Sabanetica	Plebiscito	21	Q TR 10 años	19.2300	1585.69	1586.68	1587.08	1588.07	0.010621	5.23	3.68	3.80	1.70
La_Sabanetica	Plebiscito	21	Q TR 25 años	24.6800	1585.69	1587.99		1588.39	0.001521	2.82	8.85	4.37	0.61
La_Sabanetica	Plebiscito	21	Q TR 50 años	29.0400	1585.69	1588.20		1588.66	0.001538	3.02	9.78	4.37	0.62
La_Sabanetica	Plebiscito	21	Q TR 100 años	33.2300	1585.69	1588.37		1588.90	0.001597	3.22	10.52	4.37	0.64
La_Sabanetica	Plebiscito	21	Q TR 100 años ma	46.5200	1585.69	1589.01		1589.67	0.001477	3.60	13.33	4.37	0.64
La_Sabanetica	Plebiscito	20.8	Q TR 2.33 años	10.4700	1585.62	1586.28	1586.55	1587.23	0.010792	4.33	2.42	3.79	1.73
La_Sabanetica	Plebiscito	20.8	Q TR 5 años	15.1500	1585.62	1586.45	1586.81	1587.68	0.011096	4.92	3.08	3.79	1.74
La_Sabanetica	Plebiscito	20.8	Q TR 10 años	19.2300	1585.62	1586.59	1587.01	1588.03	0.011234	5.32	3.61	3.80	1.74
La_Sabanetica	Plebiscito	20.8	Q TR 25 años	24.6800	1585.62	1588.02	1587.26	1588.37	0.001255	2.66	10.06	6.31	0.55
La_Sabanetica	Plebiscito	20.8	Q TR 50 años	29.0400	1585.62	1588.25	1587.45	1588.64	0.001239	2.81	11.50	6.31	0.56
La_Sabanetica	Plebiscito	20.8	Q TR 100 años	33.2300	1585.62	1588.43	1587.68	1588.86	0.001260	2.97	12.68	6.31	0.57
La_Sabanetica	Plebiscito	20.8	Q TR 100 años ma	46.5200	1585.62	1589.12	1588.22	1589.62	0.001125	3.25	16.99	6.31	0.56
La_Sabanetica	Plebiscito	20.5		Bridge									
La_Sabanetica	Plebiscito	20.3	Q TR 2.33 años	10.4700	1585.62	1586.32	1586.55	1587.15	0.008679	4.02	2.60	3.79	1.55
La_Sabanetica	Plebiscito	20.3	Q TR 5 años	15.1500	1585.62	1586.50	1586.81	1587.60	0.009379	4.65	3.26	3.79	1.60
La_Sabanetica	Plebiscito	20.3	Q TR 10 años	19.2300	1585.62	1586.64	1587.01	1587.95	0.009725	5.06	3.80	3.80	1.62
La_Sabanetica	Plebiscito	20.3	Q TR 25 años	24.6800	1585.62	1587.85		1588.27	0.001656	2.90	8.98	6.31	0.63
La_Sabanetica	Plebiscito	20.3	Q TR 50 años	29.0400	1585.62	1588.15		1588.58	0.001428	2.94	10.88	6.31	0.60
La_Sabanetica	Plebiscito	20.3	Q TR 100 años	33.2300	1585.62	1588.36		1588.82	0.001387	3.06	12.22	6.31	0.59
La_Sabanetica	Plebiscito	20.3	Q TR 100 años ma	46.5200	1585.62	1589.09		1589.60	0.001150	3.27	16.83	6.31	0.56
La_Sabanetica	Plebiscito	20	Q TR 2.33 años	10.4700	1585.60	1586.32	1586.54	1587.14	0.008550	4.01	2.61	3.79	1.54
La_Sabanetica	Plebiscito	20	Q TR 5 años	15.1500	1585.60	1586.49	1586.80	1587.58	0.009198	4.62	3.28	3.79	1.59
La_Sabanetica	Plebiscito	20	Q TR 10 años	19.2300	1585.60	1586.63	1587.00	1587.93	0.009553	5.04	3.82	3.80	1.60
La_Sabanetica	Plebiscito	20	Q TR 25 años	24.6800	1585.60	1587.86		1588.26	0.001673	2.85	9.07	6.31	0.64
La_Sabanetica	Plebiscito	20	Q TR 50 años	29.0400	1585.60	1588.16		1588.57	0.001395	2.86	11.00	6.31	0.60
La_Sabanetica	Plebiscito	20	Q TR 100 años	33.2300	1585.60	1588.38		1588.81	0.001332	2.96	12.35	6.31	0.60
La_Sabanetica	Plebiscito	20	Q TR 100 años ma	46.5200	1585.60	1589.11		1589.59	0.001067	3.15	16.98	6.31	0.56
La_Sabanetica	Plebiscito	19	Q TR 2.33 años	10.4700	1585.54	1586.31	1586.49	1587.03	0.007108	3.77	2.78	3.78	1.41
La_Sabanetica	Plebiscito	19	Q TR 5 años	15.1500	1585.54	1586.49	1586.75	1587.46	0.007838	4.38	3.46	3.78	1.46
La_Sabanetica	Plebiscito	19	Q TR 10 años	19.2300	1585.54	1586.63	1586.95	1587.80	0.008259	4.79	4.01	3.79	1.49
La_Sabanetica	Plebiscito	19	Q TR 25 años	24.6800	1585.54	1588.02		1588.18	0.000701	2.02	18.14	17.90	0.43
La_Sabanetica	Plebiscito	19	Q TR 50 años	29.0400	1585.54	1588.35		1588.48	0.000482	1.83	24.14	17.90	0.36
La_Sabanetica	Plebiscito	19	Q TR 100 años	33.2300	1585.54	1588.59		1588.71	0.000409	1.79	28.46	17.90	0.34

Tabla 35.*Continuación Resultados Condiciones Actuales.*

River	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)	
La_Sabanetica	Plebiscito	18	Q TR 2.33 años	10.4700	1585.43	1586.18	1586.39	1586.95	0.007861	3.89	2.69	3.77	1.47
La_Sabanetica	Plebiscito	18	Q TR 5 años	15.1500	1585.43	1586.37	1586.64	1587.38	0.008345	4.46	3.39	3.77	1.50
La_Sabanetica	Plebiscito	18	Q TR 10 años	19.2300	1585.43	1586.52	1586.85	1587.71	0.008599	4.85	3.97	3.78	1.51
La_Sabanetica	Plebiscito	18	Q TR 25 años	24.6800	1585.43	1588.03		1588.17	0.000574	1.86	19.63	17.85	0.39
La_Sabanetica	Plebiscito	18	Q TR 50 años	29.0400	1585.43	1588.36		1588.47	0.000411	1.72	25.50	17.85	0.34
La_Sabanetica	Plebiscito	18	Q TR 100 años	33.2300	1585.43	1588.60		1588.70	0.000356	1.69	29.78	17.85	0.32
La_Sabanetica	Plebiscito	18	Q TR 100 años ma	46.5200	1585.43	1589.38		1589.46	0.000240	1.63	43.69	17.85	0.27
La_Sabanetica	Plebiscito	17.5	Q TR 2.33 años	10.4700	1585.36	1586.07	1586.30	1586.89	0.008744	4.03	2.60	3.76	1.55
La_Sabanetica	Plebiscito	17.5	Q TR 5 años	15.1500	1585.36	1586.26	1586.57	1587.32	0.008929	4.56	3.32	3.77	1.55
La_Sabanetica	Plebiscito	17.5	Q TR 10 años	19.2300	1585.36	1587.21	1586.77	1587.59	0.001771	2.72	7.07	4.04	0.66
La_Sabanetica	Plebiscito	17.5	Q TR 25 años	24.6800	1585.36	1587.80	1587.01	1588.14	0.001149	2.60	9.73	4.68	0.55
La_Sabanetica	Plebiscito	17.5	Q TR 50 años	29.0400	1585.36	1588.05	1587.20	1588.43	0.001122	2.76	10.92	4.68	0.55
La_Sabanetica	Plebiscito	17.5	Q TR 100 años	33.2300	1585.36	1588.22	1587.40	1588.66	0.001187	2.96	11.71	4.68	0.57
La_Sabanetica	Plebiscito	17.5	Q TR 100 años ma	46.5200	1585.36	1588.84	1587.86	1589.41	0.001171	3.37	14.63	4.68	0.59
La_Sabanetica	Plebiscito	17.3		Bridge									
La_Sabanetica	Plebiscito	17	Q TR 2.33 años	10.4700	1585.36	1586.16	1586.30	1586.81	0.006127	3.57	2.93	3.76	1.29
La_Sabanetica	Plebiscito	17	Q TR 5 años	15.1500	1585.36	1586.34	1586.56	1587.23	0.006926	4.18	3.63	3.78	1.36
La_Sabanetica	Plebiscito	17	Q TR 10 años	19.2300	1585.36	1587.17		1587.57	0.001886	2.78	6.91	4.03	0.68
La_Sabanetica	Plebiscito	17	Q TR 25 años	24.6800	1585.36	1587.69		1588.06	0.001361	2.69	9.26	4.68	0.60
La_Sabanetica	Plebiscito	17	Q TR 50 años	29.0400	1585.36	1587.97		1588.37	0.001242	2.80	10.55	4.68	0.58
La_Sabanetica	Plebiscito	17	Q TR 100 años	33.2300	1585.36	1588.13		1588.59	0.001298	2.99	11.32	4.68	0.60
La_Sabanetica	Plebiscito	17	Q TR 100 años ma	46.5200	1585.36	1588.78		1589.34	0.001191	3.33	14.32	4.68	0.60
La_Sabanetica	Plebiscito	16	Q TR 2.33 años	10.4700	1585.29	1586.02	1586.21	1586.74	0.007435	3.76	2.78	3.80	1.40
La_Sabanetica	Plebiscito	16	Q TR 5 años	15.1500	1585.29	1586.76	1586.46	1587.13	0.002127	2.71	5.58	3.80	0.71
La_Sabanetica	Plebiscito	16	Q TR 10 años	19.2300	1585.29	1587.18	1586.66	1587.54	0.001735	2.68	7.18	3.80	0.62
La_Sabanetica	Plebiscito	16	Q TR 25 años	24.6800	1585.29	1587.68	1586.91	1588.05	0.001317	2.72	9.15	4.00	0.56
La_Sabanetica	Plebiscito	16	Q TR 50 años	29.0400	1585.29	1587.93	1587.10	1588.35	0.001301	2.89	10.17	4.00	0.57
La_Sabanetica	Plebiscito	16	Q TR 100 años	33.2300	1585.29	1588.07	1587.27	1588.57	0.001430	3.14	10.73	4.00	0.60
La_Sabanetica	Plebiscito	16	Q TR 100 años ma	46.5200	1585.29	1588.64	1587.79	1589.32	0.001498	3.64	13.03	4.00	0.63
La_Sabanetica	Plebiscito	14.2		Culvert									
La_Sabanetica	Plebiscito	13	Q TR 2.33 años	10.4700	1585.06	1586.34		1586.58	0.001493	2.15	4.86	3.80	0.61
La_Sabanetica	Plebiscito	13	Q TR 5 años	15.1500	1585.06	1586.78		1587.05	0.001394	2.32	6.52	3.80	0.57
La_Sabanetica	Plebiscito	13	Q TR 10 años	19.2300	1585.06	1587.15		1587.45	0.001244	2.42	7.97	4.00	0.53
La_Sabanetica	Plebiscito	13	Q TR 25 años	24.6800	1585.06	1587.59		1587.92	0.001084	2.57	9.72	4.00	0.52
La_Sabanetica	Plebiscito	13	Q TR 50 años	29.0400	1585.06	1587.81		1588.20	0.001135	2.78	10.60	4.00	0.53
La_Sabanetica	Plebiscito	13	Q TR 100 años	33.2300	1585.06	1587.91		1588.39	0.001314	3.06	11.02	4.00	0.58
La_Sabanetica	Plebiscito	13	Q TR 100 años ma	46.5200	1585.06	1588.35		1589.05	0.001606	3.72	12.75	4.00	0.66
La_Sabanetica	Plebiscito	12	Q TR 2.33 años	10.4700	1585.06	1586.34	1585.98	1586.58	0.001494	2.15	4.86	3.80	0.61
La_Sabanetica	Plebiscito	12	Q TR 5 años	15.1500	1585.06	1586.78	1586.23	1587.05	0.001395	2.32	6.52	3.80	0.57
La_Sabanetica	Plebiscito	12	Q TR 10 años	19.2300	1585.06	1587.15	1586.43	1587.45	0.001245	2.42	7.97	4.00	0.53
La_Sabanetica	Plebiscito	12	Q TR 25 años	24.6800	1585.06	1587.59	1586.68	1587.92	0.001084	2.57	9.72	4.00	0.52
La_Sabanetica	Plebiscito	12	Q TR 50 años	29.0400	1585.06	1587.81	1586.87	1588.20	0.001136	2.78	10.60	4.00	0.53
La_Sabanetica	Plebiscito	12	Q TR 100 años	33.2300	1585.06	1587.91	1587.04	1588.39	0.001315	3.06	11.02	4.00	0.58
La_Sabanetica	Plebiscito	12	Q TR 100 años ma	46.5200	1585.06	1588.34	1587.56	1589.05	0.001607	3.72	12.75	4.00	0.66
La_Sabanetica	Plebiscito	11.5		Culvert									

Tabla 36.*Continuación Resultados Condiciones Actuales.*

River	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)	
La_Sabanetica	Plebiscito	11	Q TR 2.33 años	10.4700	1584.83	1586.36		1586.53	0.000907	1.80	5.82	3.80	0.46
La_Sabanetica	Plebiscito	11	Q TR 5 años	15.1500	1584.83	1586.78		1586.99	0.000974	2.05	7.41	3.90	0.47
La_Sabanetica	Plebiscito	11	Q TR 10 años	19.2300	1584.83	1587.11		1587.36	0.000934	2.22	8.72	4.00	0.47
La_Sabanetica	Plebiscito	11	Q TR 25 años	24.6800	1584.83	1587.51		1587.81	0.000894	2.42	10.32	4.00	0.47
La_Sabanetica	Plebiscito	11	Q TR 50 años	29.0400	1584.83	1587.70		1588.06	0.000983	2.66	11.09	4.00	0.50
La_Sabanetica	Plebiscito	11	Q TR 100 años	33.2300	1584.83	1587.77		1588.22	0.001192	2.97	11.36	4.00	0.55
La_Sabanetica	Plebiscito	11	Q TR 100 años ma	46.5200	1584.83	1588.05		1588.78	0.001724	3.80	12.48	4.00	0.68
La_Sabanetica	Plebiscito	10	Q TR 2.33 años	10.4700	1584.82	1585.93	1585.93	1586.48	0.004351	3.29	3.19	2.94	1.01
La_Sabanetica	Plebiscito	10	Q TR 5 años	15.1500	1584.82	1586.24	1586.24	1586.94	0.004631	3.70	4.09	2.96	1.01
La_Sabanetica	Plebiscito	10	Q TR 10 años	19.2300	1584.82	1586.48	1586.48	1587.30	0.004872	4.00	4.81	2.98	1.01
La_Sabanetica	Plebiscito	10	Q TR 25 años	24.6800	1584.82	1586.78	1586.78	1587.74	0.005196	4.34	5.68	2.99	1.00
La_Sabanetica	Plebiscito	10	Q TR 50 años	29.0400	1584.82	1587.78	1587.49	1588.02	0.001201	2.46	17.07	15.53	0.48
La_Sabanetica	Plebiscito	10	Q TR 100 años	33.2300	1584.82	1587.90		1588.15	0.001222	2.56	18.98	15.53	0.48
La_Sabanetica	Plebiscito	10	Q TR 100 años ma	46.5200	1584.82	1588.40		1588.63	0.000998	2.57	26.64	15.53	0.45
La_Sabanetica	Plebiscito	9	Q TR 2.33 años	10.4700	1584.69	1585.60	1585.79	1586.40	0.007413	3.96	2.64	2.96	1.34
La_Sabanetica	Plebiscito	9	Q TR 5 años	15.1500	1584.69	1585.88	1586.10	1586.86	0.007298	4.37	3.47	2.97	1.29
La_Sabanetica	Plebiscito	9	Q TR 10 años	19.2300	1584.69	1586.11	1586.34	1587.21	0.007326	4.66	4.13	2.97	1.26
La_Sabanetica	Plebiscito	9	Q TR 25 años	24.6800	1584.69	1586.39	1586.63	1587.65	0.007421	4.97	4.97	2.98	1.23
La_Sabanetica	Plebiscito	9	Q TR 50 años	29.0400	1584.69	1586.85	1586.85	1587.92	0.005478	4.58	6.34	2.99	1.00
La_Sabanetica	Plebiscito	9	Q TR 100 años	33.2300	1584.69	1587.92	1587.49	1588.13	0.001014	2.38	20.16	15.00	0.44
La_Sabanetica	Plebiscito	9	Q TR 100 años ma	46.5200	1584.69	1588.40		1588.61	0.000890	2.46	27.39	15.00	0.42
La_Sabanetica	Plebiscito	8	Q TR 2.33 años	10.4700	1584.45	1585.29	1585.57	1586.30	0.010133	4.45	2.35	2.92	1.58
La_Sabanetica	Plebiscito	8	Q TR 5 años	15.1500	1584.45	1585.55	1585.88	1586.75	0.009589	4.85	3.12	2.93	1.50
La_Sabanetica	Plebiscito	8	Q TR 10 años	19.2300	1584.45	1585.77	1586.12	1587.10	0.009378	5.12	3.75	2.93	1.45
La_Sabanetica	Plebiscito	8	Q TR 25 años	24.6800	1584.45	1586.04	1586.41	1587.54	0.009261	5.42	4.55	2.94	1.39
La_Sabanetica	Plebiscito	8	Q TR 50 años	29.0400	1584.45	1586.31	1586.64	1587.81	0.008343	5.41	5.37	2.95	1.28
La_Sabanetica	Plebiscito	8	Q TR 100 años	33.2300	1584.45	1586.83	1586.83	1588.02	0.005812	4.83	6.88	2.96	1.01
La_Sabanetica	Plebiscito	8	Q TR 100 años ma	46.5200	1584.45	1588.36		1588.60	0.001093	2.53	24.77	13.74	0.43
La_Sabanetica	Plebiscito	7	Q TR 2.33 años	10.4700	1584.37	1585.17	1585.46	1586.19	0.010490	4.49	2.33	2.98	1.62
La_Sabanetica	Plebiscito	7	Q TR 5 años	15.1500	1584.37	1585.42	1585.76	1586.65	0.010035	4.92	3.08	2.99	1.55
La_Sabanetica	Plebiscito	7	Q TR 10 años	19.2300	1584.37	1585.62	1586.00	1587.00	0.009849	5.21	3.69	3.00	1.50
La_Sabanetica	Plebiscito	7	Q TR 25 años	24.6800	1584.37	1585.88	1586.29	1587.43	0.009746	5.53	4.46	3.01	1.45
La_Sabanetica	Plebiscito	7	Q TR 50 años	29.0400	1584.37	1586.12	1586.51	1587.71	0.009033	5.58	5.20	3.02	1.36
La_Sabanetica	Plebiscito	7	Q TR 100 años	33.2300	1584.37	1586.44	1586.70	1587.92	0.007654	5.40	6.16	3.03	1.21
La_Sabanetica	Plebiscito	7	Q TR 100 años ma	46.5200	1584.37	1588.34	1587.72	1588.59	0.000838	2.56	25.33	13.85	0.43
La_Sabanetica	Plebiscito	6	Q TR 2.33 años	10.4700	1584.20	1584.97	1585.29	1586.07	0.011606	4.64	2.25	2.96	1.70
La_Sabanetica	Plebiscito	6	Q TR 5 años	15.1500	1584.20	1585.22	1585.60	1586.53	0.011046	5.08	2.98	2.97	1.62
La_Sabanetica	Plebiscito	6	Q TR 10 años	19.2300	1584.20	1585.42	1585.83	1586.89	0.010806	5.38	3.57	2.99	1.57
La_Sabanetica	Plebiscito	6	Q TR 25 años	24.6800	1584.20	1585.67	1586.13	1587.32	0.010587	5.69	4.33	3.00	1.51
La_Sabanetica	Plebiscito	6	Q TR 50 años	29.0400	1584.20	1585.90	1586.35	1587.60	0.009943	5.78	5.02	3.01	1.43
La_Sabanetica	Plebiscito	6	Q TR 100 años	33.2300	1584.20	1586.17	1586.55	1587.82	0.008834	5.70	5.83	3.03	1.31
La_Sabanetica	Plebiscito	6	Q TR 100 años ma	46.5200	1584.20	1587.26	1587.26	1588.48	0.004507	4.90	9.87	4.87	0.95
La_Sabanetica	Plebiscito	5	Q TR 2.33 años	10.4700	1583.94	1584.66	1585.04	1585.93	0.014206	4.98	2.10	3.01	1.90
La_Sabanetica	Plebiscito	5	Q TR 5 años	15.1500	1583.94	1584.89	1585.33	1586.40	0.013293	5.44	2.79	3.01	1.80
La_Sabanetica	Plebiscito	5	Q TR 10 años	19.2300	1583.94	1585.08	1585.57	1586.75	0.012827	5.74	3.35	3.01	1.74
La_Sabanetica	Plebiscito	5	Q TR 25 años	24.6800	1583.94	1585.32	1585.86	1587.19	0.012446	6.06	4.07	3.02	1.66
La_Sabanetica	Plebiscito	5	Q TR 50 años	29.0400	1583.94	1585.53	1586.07	1587.47	0.011776	6.18	4.70	3.02	1.58
La_Sabanetica	Plebiscito	5	Q TR 100 años	33.2300	1583.94	1585.75	1586.27	1587.69	0.010849	6.18	5.38	3.03	1.48
La_Sabanetica	Plebiscito	5	Q TR 100 años ma	46.5200	1583.94	1586.52	1586.94	1588.35	0.008385	6.00	7.78	3.61	1.25

Tabla 37.*Continuación Resultados Condiciones Actuales.*

River	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)	
La_Sabanetica	Plebiscito	4	Q TR 2.33 años	10.4700	1583.60	1584.30	1584.72	1585.75	0.017164	5.34	1.96	2.99	2.11
La_Sabanetica	Plebiscito	4	Q TR 5 años	15.1500	1583.60	1584.52	1585.02	1586.23	0.015787	5.80	2.61	2.99	1.98
La_Sabanetica	Plebiscito	4	Q TR 10 años	19.2300	1583.60	1584.70	1585.26	1586.59	0.015059	6.10	3.15	3.00	1.90
La_Sabanetica	Plebiscito	4	Q TR 25 años	24.6800	1583.60	1584.93	1585.55	1587.03	0.014460	6.42	3.84	3.00	1.81
La_Sabanetica	Plebiscito	4	Q TR 50 años	29.0400	1583.60	1585.12	1585.76	1587.32	0.013741	6.57	4.42	3.01	1.73
La_Sabanetica	Plebiscito	4	Q TR 100 años	33.2300	1583.60	1585.32	1585.97	1587.55	0.012849	6.61	5.03	3.01	1.63
La_Sabanetica	Plebiscito	4	Q TR 100 años ma	46.5200	1583.60	1585.98	1586.60	1588.22	0.010729	6.63	7.02	3.03	1.39
La_Sabanetica	Plebiscito	3.8	Q TR 2.33 años	10.4700	1583.56	1584.22	1584.63	1585.65	0.017866	5.29	1.98	3.00	2.08
La_Sabanetica	Plebiscito	3.8	Q TR 5 años	15.1500	1583.56	1584.43	1584.93	1586.14	0.016628	5.78	2.62	3.00	1.98
La_Sabanetica	Plebiscito	3.8	Q TR 10 años	19.2300	1583.56	1584.61	1585.17	1586.51	0.015919	6.10	3.15	3.00	1.90
La_Sabanetica	Plebiscito	3.8	Q TR 25 años	24.6800	1583.56	1584.84	1585.46	1586.95	0.015237	6.43	3.84	3.00	1.81
La_Sabanetica	Plebiscito	3.8	Q TR 50 años	29.0400	1583.56	1585.03	1585.67	1587.24	0.014486	6.58	4.41	3.00	1.73
La_Sabanetica	Plebiscito	3.8	Q TR 100 años	33.2300	1583.56	1585.23	1585.87	1587.47	0.013561	6.64	5.01	3.00	1.64
La_Sabanetica	Plebiscito	3.8	Q TR 100 años ma	46.5200	1583.56	1585.88	1586.45	1588.15	0.011361	6.68	6.96	3.00	1.40
La_Sabanetica	Plebiscito	3.5		Culvert									
La_Sabanetica	Plebiscito	3.3	Q TR 2.33 años	10.4700	1583.54	1584.25	1584.61	1585.49	0.014504	4.93	2.12	3.00	1.87
La_Sabanetica	Plebiscito	3.3	Q TR 5 años	15.1500	1583.54	1584.47	1584.91	1585.96	0.013718	5.40	2.80	3.00	1.78
La_Sabanetica	Plebiscito	3.3	Q TR 10 años	19.2300	1583.54	1584.67	1585.15	1586.31	0.013066	5.68	3.38	3.00	1.71
La_Sabanetica	Plebiscito	3.3	Q TR 25 años	24.6800	1583.54	1584.91	1585.44	1586.74	0.012595	5.99	4.12	3.00	1.63
La_Sabanetica	Plebiscito	3.3	Q TR 50 años	29.0400	1583.54	1585.12	1585.66	1587.03	0.011888	6.11	4.75	3.00	1.55
La_Sabanetica	Plebiscito	3.3	Q TR 100 años	33.2300	1583.54	1585.35	1585.85	1587.25	0.010905	6.11	5.44	3.00	1.45
La_Sabanetica	Plebiscito	3.3	Q TR 100 años ma	46.5200	1583.54	1586.83		1587.96	0.004808	4.72	9.87	3.00	0.83
La_Sabanetica	Plebiscito	3	Q TR 2.33 años	10.4700	1583.54	1584.12	1584.51	1585.47	0.018024	5.15	2.03	3.50	2.16
La_Sabanetica	Plebiscito	3	Q TR 5 años	15.1500	1583.54	1584.30	1584.78	1585.95	0.016887	5.68	2.67	3.50	2.08
La_Sabanetica	Plebiscito	3	Q TR 10 años	19.2300	1583.54	1584.46	1584.99	1586.29	0.015968	6.00	3.20	3.50	2.00
La_Sabanetica	Plebiscito	3	Q TR 25 años	24.6800	1583.54	1584.65	1585.25	1586.72	0.015375	6.38	3.87	3.50	1.94
La_Sabanetica	Plebiscito	3	Q TR 50 años	29.0400	1583.54	1586.34	1585.45	1586.79	0.001790	2.96	9.80	3.50	0.57
La_Sabanetica	Plebiscito	3	Q TR 100 años	33.2300	1583.54	1586.58	1585.63	1587.08	0.001901	3.12	10.66	3.50	0.57
La_Sabanetica	Plebiscito	3	Q TR 100 años ma	46.5200	1583.54	1587.13	1586.15	1587.83	0.002298	3.70	12.62	3.70	0.62
La_Sabanetica	Plebiscito	2.8		Culvert									
La_Sabanetica	Plebiscito	2.5	Q TR 2.33 años	10.4700	1583.52	1584.16	1584.48	1585.26	0.013272	4.65	2.25	3.50	1.85
La_Sabanetica	Plebiscito	2.5	Q TR 5 años	15.1500	1583.52	1585.29		1585.60	0.001589	2.44	6.20	3.50	0.59
La_Sabanetica	Plebiscito	2.5	Q TR 10 años	19.2300	1583.52	1585.60		1585.96	0.001680	2.64	7.28	3.50	0.58
La_Sabanetica	Plebiscito	2.5	Q TR 25 años	24.6800	1583.52	1585.98		1586.40	0.001797	2.87	8.60	3.50	0.58
La_Sabanetica	Plebiscito	2.5	Q TR 50 años	29.0400	1583.52	1586.26		1586.73	0.001888	3.03	9.59	3.50	0.58
La_Sabanetica	Plebiscito	2.5	Q TR 100 años	33.2300	1583.52	1586.50		1587.02	0.002005	3.19	10.43	3.50	0.59
La_Sabanetica	Plebiscito	2.5	Q TR 100 años ma	46.5200	1583.52	1586.99		1587.73	0.002592	3.83	12.15	3.70	0.66
La_Sabanetica	Plebiscito	2	Q TR 2.33 años	10.4700	1583.51	1584.15	1584.48	1585.26	0.013429	4.67	2.24	3.50	1.86
La_Sabanetica	Plebiscito	2	Q TR 5 años	15.1500	1583.51	1585.30	1584.75	1585.59	0.001560	2.43	6.25	3.50	0.58
La_Sabanetica	Plebiscito	2	Q TR 10 años	19.2300	1583.51	1585.60	1584.96	1585.95	0.001654	2.63	7.32	3.50	0.58
La_Sabanetica	Plebiscito	2	Q TR 25 años	24.6800	1583.51	1585.98	1585.22	1586.40	0.001774	2.85	8.65	3.50	0.58
La_Sabanetica	Plebiscito	2	Q TR 50 años	29.0400	1583.51	1586.26	1585.42	1586.73	0.001866	3.01	9.64	3.50	0.58
La_Sabanetica	Plebiscito	2	Q TR 100 años	33.2300	1583.51	1586.50	1585.60	1587.02	0.001984	3.17	10.47	3.50	0.59
La_Sabanetica	Plebiscito	2	Q TR 100 años ma	46.5200	1583.51	1586.99	1586.12	1587.73	0.002559	3.82	12.20	3.70	0.65
La_Sabanetica	Plebiscito	1.9		Culvert									

Tabla 38.*Continuación Resultados Condiciones Actuales.*

River	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)	
La_Sabanetica	Plebiscito	1.8	Q TR 2.33 años	10.4700	1583.45	1584.42	1584.42	1584.90	0.004042	3.09	3.39	3.50	1.00
La_Sabanetica	Plebiscito	1.8	Q TR 5 años	15.1500	1583.45	1584.91		1585.36	0.002669	2.96	5.12	3.50	0.78
La_Sabanetica	Plebiscito	1.8	Q TR 10 años	19.2300	1583.45	1585.17		1585.69	0.002773	3.19	6.02	3.50	0.78
La_Sabanetica	Plebiscito	1.8	Q TR 25 años	24.6800	1583.45	1585.48		1586.09	0.002948	3.47	7.11	3.50	0.78
La_Sabanetica	Plebiscito	1.8	Q TR 50 años	29.0400	1583.45	1585.72		1586.40	0.003039	3.65	7.96	3.50	0.77
La_Sabanetica	Plebiscito	1.8	Q TR 100 años	33.2300	1583.45	1585.94		1586.68	0.003150	3.81	8.72	3.50	0.77
La_Sabanetica	Plebiscito	1.8	Q TR 100 años ma	46.5200	1583.45	1586.48		1587.46	0.003776	4.39	10.60	3.50	0.81
La_Sabanetica	Plebiscito	1.5	Q TR 2.33 años	10.4700	1583.43	1584.60	1584.39	1584.93	0.002366	2.56	4.09	3.50	0.76
La_Sabanetica	Plebiscito	1.5	Q TR 5 años	15.1500	1583.43	1584.93	1584.67	1585.35	0.002512	2.89	5.23	3.50	0.76
La_Sabanetica	Plebiscito	1.5	Q TR 10 años	19.2300	1583.43	1585.18	1584.88	1585.68	0.002637	3.13	6.14	3.50	0.76
La_Sabanetica	Plebiscito	1.5	Q TR 25 años	24.6800	1583.43	1585.49	1585.14	1586.09	0.002827	3.42	7.22	3.50	0.76
La_Sabanetica	Plebiscito	1.5	Q TR 50 años	29.0400	1583.43	1585.74	1585.34	1586.40	0.002930	3.60	8.07	3.50	0.76
La_Sabanetica	Plebiscito	1.5	Q TR 100 años	33.2300	1583.43	1585.95	1585.52	1586.67	0.003048	3.76	8.83	3.50	0.76
La_Sabanetica	Plebiscito	1.5	Q TR 100 años ma	46.5200	1583.43	1586.49	1586.04	1587.45	0.003671	4.34	10.72	3.50	0.79
La_Sabanetica	Plebiscito	1.3		Culvert									
La_Sabanetica	Plebiscito	1.2	Q TR 2.33 años	10.4700	1583.41	1584.47	1584.38	1584.87	0.003160	2.84	3.69	3.50	0.88
La_Sabanetica	Plebiscito	1.2	Q TR 5 años	15.1500	1583.41	1584.74	1584.65	1585.28	0.003459	3.25	4.66	3.50	0.90
La_Sabanetica	Plebiscito	1.2	Q TR 10 años	19.2300	1583.41	1584.96	1584.86	1585.60	0.003691	3.55	5.41	3.50	0.91
La_Sabanetica	Plebiscito	1.2	Q TR 25 años	24.6800	1583.41	1585.25	1585.12	1586.00	0.003807	3.83	6.45	3.50	0.90
La_Sabanetica	Plebiscito	1.2	Q TR 50 años	29.0400	1583.41	1585.24	1585.32	1586.29	0.005343	4.53	6.41	3.50	1.07
La_Sabanetica	Plebiscito	1.2	Q TR 100 años	33.2300	1583.41	1585.42	1585.50	1586.56	0.005480	4.72	7.04	3.50	1.06
La_Sabanetica	Plebiscito	1.2	Q TR 100 años ma	46.5200	1583.41	1586.23	1586.02	1587.36	0.004519	4.72	9.86	3.50	0.90
La_Sabanetica	Plebiscito	1	Q TR 2.33 años	10.4700	1583.41	1584.38	1584.38	1584.86	0.004071	3.10	3.38	3.50	1.01
La_Sabanetica	Plebiscito	1	Q TR 5 años	15.1500	1583.41	1584.65	1584.65	1585.27	0.004241	3.50	4.33	3.50	1.01
La_Sabanetica	Plebiscito	1	Q TR 10 años	19.2300	1583.41	1584.86	1584.86	1585.59	0.004392	3.79	5.08	3.50	1.00
La_Sabanetica	Plebiscito	1	Q TR 25 años	24.6800	1583.41	1585.12	1585.12	1585.99	0.004627	4.12	5.99	3.50	1.00
La_Sabanetica	Plebiscito	1	Q TR 50 años	29.0400	1583.41	1585.27	1585.32	1586.28	0.005143	4.46	6.51	3.50	1.04
La_Sabanetica	Plebiscito	1	Q TR 100 años	33.2300	1583.41	1585.42	1585.50	1586.56	0.005480	4.72	7.04	3.50	1.06
La_Sabanetica	Plebiscito	1	Q TR 100 años ma	46.5200	1583.41	1586.02	1586.02	1587.34	0.005472	5.09	9.14	3.50	1.00
La_Doctora	Confluencia	63	Q TR 2.33 años	13.2000	1584.00	1584.41	1584.84	1586.14	0.029998	5.83	2.26	5.50	2.90
La_Doctora	Confluencia	63	Q TR 5 años	23.2800	1584.00	1584.59	1585.22	1587.20	0.030025	7.16	3.25	5.51	2.97
La_Doctora	Confluencia	63	Q TR 10 años	32.7900	1584.00	1584.74	1585.53	1588.05	0.030010	8.06	4.07	5.51	3.00
La_Doctora	Confluencia	63	Q TR 25 años	46.3100	1584.00	1584.93	1585.94	1589.12	0.030014	9.07	5.11	5.52	3.01
La_Doctora	Confluencia	63	Q TR 50 años	57.0800	1584.00	1585.07	1586.27	1589.87	0.030037	9.71	5.88	5.52	3.01
La_Doctora	Confluencia	63	Q TR 100 años	67.9800	1584.00	1585.20	1586.61	1590.58	0.030053	10.27	6.62	5.53	3.00
La_Doctora	Confluencia	63	Q TR 100 años ma	95.1700	1584.00	1588.82	1587.32	1589.00	0.000317	2.12	71.30	28.91	0.31
La_Doctora	Confluencia	62	Q TR 2.33 años	13.2000	1583.64	1583.98	1584.36	1585.82	0.045821	6.01	2.20	7.53	3.55
La_Doctora	Confluencia	62	Q TR 5 años	23.2800	1583.64	1584.10	1584.67	1586.87	0.044320	7.37	3.16	7.53	3.63
La_Doctora	Confluencia	62	Q TR 10 años	32.7900	1583.64	1586.16	1584.93	1586.32	0.000401	1.75	18.69	7.57	0.36
La_Doctora	Confluencia	62	Q TR 25 años	46.3100	1583.64	1586.84	1585.25	1587.03	0.000398	1.92	25.12	14.57	0.35
La_Doctora	Confluencia	62	Q TR 50 años	57.0800	1583.64	1587.40	1585.48	1587.57	0.000328	1.86	33.69	17.51	0.31
La_Doctora	Confluencia	62	Q TR 100 años	67.9800	1583.64	1587.83	1585.70	1587.99	0.000292	1.86	42.79	23.59	0.30
La_Doctora	Confluencia	62	Q TR 100 años ma	95.1700	1583.64	1588.84		1588.99	0.000215	1.85	66.54	23.59	0.27
La_Doctora	Confluencia	61	Q TR 2.33 años	13.2000	1583.52	1584.03	1584.41	1585.39	0.018860	5.17	2.55	5.00	2.31
La_Doctora	Confluencia	61	Q TR 5 años	23.2800	1583.52	1584.24	1584.82	1586.40	0.020882	6.51	3.57	5.00	2.46
La_Doctora	Confluencia	61	Q TR 10 años	32.7900	1583.52	1585.90	1585.15	1586.29	0.001124	2.75	11.91	5.01	0.57
La_Doctora	Confluencia	61	Q TR 25 años	46.3100	1583.52	1586.50	1585.58	1586.99	0.001159	3.11	14.91	5.01	0.57
La_Doctora	Confluencia	61	Q TR 50 años	57.0800	1583.52	1586.96	1585.88	1587.52	0.001160	3.31	17.24	5.02	0.57
La_Doctora	Confluencia	61	Q TR 100 años	67.9800	1583.52	1587.26	1586.17	1587.93	0.001301	3.64	18.72	5.02	0.60
La_Doctora	Confluencia	61	Q TR 100 años ma	95.1700	1583.52	1588.02	1586.84	1588.91	0.001404	4.20	23.37	6.37	0.64

Tabla 39.*Continuación Resultados Condiciones Actuales.*

River	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)	
La_Doctora	Confluencia	59.5		Culvert									
La_Doctora	Confluencia	59.2	Q TR 2.33 años	13.2000	1583.42	1584.31	1584.31	1584.76	0.003478	2.97	4.45	5.00	1.00
La_Doctora	Confluencia	59.2	Q TR 5 años	23.2800	1583.42	1584.72	1584.72	1585.37	0.003561	3.58	6.50	5.00	1.00
La_Doctora	Confluencia	59.2	Q TR 10 años	32.7900	1583.42	1585.55		1586.03	0.001775	3.08	10.64	5.00	0.67
La_Doctora	Confluencia	59.2	Q TR 25 años	46.3100	1583.42	1586.14		1586.73	0.001827	3.40	13.62	5.00	0.66
La_Doctora	Confluencia	59.2	Q TR 50 años	57.0800	1583.42	1586.59		1587.25	0.001875	3.61	15.82	5.00	0.65
La_Doctora	Confluencia	59.2	Q TR 100 años	67.9800	1583.42	1586.87		1587.66	0.002124	3.94	17.27	5.00	0.68
La_Doctora	Confluencia	59.2	Q TR 100 años ma	95.1700	1583.42	1587.55		1588.62	0.002529	4.59	21.02	6.37	0.74
La_Doctora	Confluencia	59	Q TR 2.33 años	13.2000	1583.42	1584.57	1584.31	1584.84	0.001620	2.29	5.76	5.00	0.68
La_Doctora	Confluencia	59	Q TR 5 años	23.2800	1583.42	1585.11	1584.72	1585.50	0.001694	2.76	8.44	5.00	0.68
La_Doctora	Confluencia	59	Q TR 10 años	32.7900	1583.42	1585.55	1585.05	1586.03	0.001776	3.08	10.64	5.00	0.67
La_Doctora	Confluencia	59	Q TR 25 años	46.3100	1583.42	1586.14	1585.48	1586.73	0.001828	3.40	13.61	5.00	0.66
La_Doctora	Confluencia	59	Q TR 50 años	57.0800	1583.42	1586.58	1585.78	1587.25	0.001877	3.61	15.82	5.00	0.65
La_Doctora	Confluencia	59	Q TR 100 años	67.9800	1583.42	1586.87	1586.07	1587.66	0.002126	3.94	17.26	5.00	0.68
La_Doctora	Confluencia	59	Q TR 100 años ma	95.1700	1583.42	1587.55	1586.74	1588.62	0.002531	4.59	21.01	6.37	0.74
La_Doctora	Confluencia	58.5		Culvert									
La_Doctora	Confluencia	58.2	Q TR 2.33 años	13.2000	1583.41	1584.31	1584.30	1584.75	0.003421	2.95	4.47	5.00	1.00
La_Doctora	Confluencia	58.2	Q TR 5 años	23.2800	1583.41	1584.72	1584.71	1585.37	0.003508	3.56	6.53	5.00	1.00
La_Doctora	Confluencia	58.2	Q TR 10 años	32.7900	1583.41	1585.05	1585.05	1585.87	0.003671	4.01	8.18	5.00	1.00
La_Doctora	Confluencia	58.2	Q TR 25 años	46.3100	1583.41	1585.48	1585.47	1586.50	0.003840	4.48	10.33	5.00	1.00
La_Doctora	Confluencia	58.2	Q TR 50 años	57.0800	1583.41	1585.78	1585.78	1586.97	0.004036	4.82	11.83	5.00	1.00
La_Doctora	Confluencia	58.2	Q TR 100 años	67.9800	1583.41	1586.07	1586.07	1587.41	0.004192	5.11	13.30	5.00	1.00
La_Doctora	Confluencia	58.2	Q TR 100 años ma	95.1700	1583.41	1586.74	1586.73	1588.41	0.004585	5.72	16.63	5.00	1.00
La_Doctora	Confluencia	58	Q TR 2.33 años	13.2000	1583.41	1584.30	1584.30	1584.75	0.003481	2.97	4.45	5.00	1.01
La_Doctora	Confluencia	58	Q TR 5 años	23.2800	1583.41	1584.71	1584.71	1585.37	0.003570	3.59	6.49	5.00	1.00
La_Doctora	Confluencia	58	Q TR 10 años	32.7900	1583.41	1585.05	1585.05	1585.87	0.003702	4.02	8.15	5.00	1.00
La_Doctora	Confluencia	58	Q TR 25 años	46.3100	1583.41	1585.47	1585.47	1586.50	0.003871	4.50	10.30	5.00	1.00
La_Doctora	Confluencia	58	Q TR 50 años	57.0800	1583.41	1585.78	1585.78	1586.97	0.004061	4.84	11.80	5.00	1.00
La_Doctora	Confluencia	58	Q TR 100 años	67.9800	1583.41	1586.07	1586.07	1587.41	0.004219	5.12	13.27	5.00	1.00
La_Doctora	Confluencia	58	Q TR 100 años ma	95.1700	1583.41	1586.74	1586.74	1588.41	0.004600	5.73	16.61	5.00	1.00
La_Doctora	Confluencia_abaj	56.2	Q TR 2.33 años	13.2000	1583.28	1584.45	1583.99	1584.54	0.003163	1.37	9.93	10.03	0.41
La_Doctora	Confluencia_abaj	56.2	Q TR 5 años	23.2800	1583.28	1584.85	1584.27	1584.99	0.003324	1.72	14.09	10.81	0.45
La_Doctora	Confluencia_abaj	56.2	Q TR 10 años	32.7900	1583.28	1584.00	1584.49	1585.75	0.118792	5.92	5.62	9.22	2.33
La_Doctora	Confluencia_abaj	56.2	Q TR 25 años	46.3100	1583.28	1584.16	1584.77	1586.36	0.113586	6.67	7.08	9.52	2.36
La_Doctora	Confluencia_abaj	56.2	Q TR 50 años	57.0800	1583.28	1584.27	1584.98	1586.81	0.111076	7.18	8.13	9.73	2.38
La_Doctora	Confluencia_abaj	56.2	Q TR 100 años	67.9800	1583.28	1584.37	1585.17	1587.23	0.109182	7.63	9.14	9.90	2.41
La_Doctora	Confluencia_abaj	56.2	Q TR 100 años ma	95.1700	1583.28	1584.60	1585.59	1588.19	0.106143	8.60	11.42	10.27	2.45
La_Doctora	Confluencia_abaj	56	Q TR 2.33 años	13.2000	1583.28	1584.45	1583.99	1584.54	0.003219	1.37	9.92	10.03	0.42
La_Doctora	Confluencia_abaj	56	Q TR 5 años	23.2800	1583.28	1584.85	1584.27	1584.99	0.003370	1.73	14.06	10.81	0.45
La_Doctora	Confluencia_abaj	56	Q TR 10 años	32.7900	1583.28	1585.16	1584.49	1585.34	0.003426	1.97	17.50	11.53	0.47
La_Doctora	Confluencia_abaj	56	Q TR 25 años	46.3100	1583.28	1584.17	1584.78	1586.33	0.110048	6.61	7.18	9.54	2.33
La_Doctora	Confluencia_abaj	56	Q TR 50 años	57.0800	1583.28	1584.28	1584.98	1586.77	0.107871	7.12	8.24	9.75	2.35
La_Doctora	Confluencia_abaj	56	Q TR 100 años	67.9800	1583.28	1584.38	1585.17	1587.19	0.106328	7.57	9.25	9.92	2.38
La_Doctora	Confluencia_abaj	56	Q TR 100 años ma	95.1700	1583.28	1584.61	1585.59	1588.16	0.103680	8.54	11.55	10.29	2.43
La_Doctora	Confluencia_abaj	55.5		Bridge									

Tabla 40.*Continuación Resultados Condiciones Actuales.*

River	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)	
La_Doctora	Confluencia_abaj	55	Q TR 2.33 años	13.2000	1583.19	1584.44		1584.53	0.003016	1.35	10.13	10.25	0.40
La_Doctora	Confluencia_abaj	55	Q TR 5 años	23.2800	1583.19	1584.84		1584.98	0.003146	1.68	14.44	11.18	0.43
La_Doctora	Confluencia_abaj	55	Q TR 10 años	32.7900	1583.19	1585.15		1585.32	0.003185	1.91	18.01	11.84	0.45
La_Doctora	Confluencia_abaj	55	Q TR 25 años	46.3100	1583.19	1585.53	1584.75	1585.75	0.003191	2.17	22.62	12.66	0.46
La_Doctora	Confluencia_abaj	55	Q TR 50 años	57.0800	1583.19	1585.79	1584.95	1586.04	0.003228	2.35	26.00	13.46	0.48
La_Doctora	Confluencia_abaj	55	Q TR 100 años	67.9800	1583.19	1586.02	1585.13	1586.31	0.003272	2.51	29.20	14.22	0.49
La_Doctora	Confluencia_abaj	55	Q TR 100 años ma	95.1700	1583.19	1584.71	1585.55	1587.49	0.071575	7.59	13.06	10.91	2.04
La_Doctora	Confluencia_abaj	54	Q TR 2.33 años	13.2000	1583.20	1584.13	1584.13	1584.47	0.016024	2.69	5.19	7.70	0.90
La_Doctora	Confluencia_abaj	54	Q TR 5 años	23.2800	1583.20	1584.45	1584.45	1584.91	0.014330	3.12	7.86	8.61	0.90
La_Doctora	Confluencia_abaj	54	Q TR 10 años	32.7900	1583.20	1584.70	1584.70	1585.25	0.013673	3.44	10.03	9.12	0.90
La_Doctora	Confluencia_abaj	54	Q TR 25 años	46.3100	1583.20	1584.99	1585.00	1585.67	0.013196	3.82	12.83	9.75	0.92
La_Doctora	Confluencia_abaj	54	Q TR 50 años	57.0800	1583.20	1585.22	1585.22	1585.96	0.012759	4.06	15.10	10.52	0.92
La_Doctora	Confluencia_abaj	54	Q TR 100 años	67.9800	1583.20	1585.46	1585.43	1586.23	0.011544	4.17	17.74	11.32	0.89
La_Doctora	Confluencia_abaj	54	Q TR 100 años ma	95.1700	1583.20	1585.65	1585.87	1586.84	0.016051	5.20	20.01	11.79	1.06
La_Doctora	Confluencia_abaj	53	Q TR 2.33 años	13.2000	1583.08	1583.97	1584.06	1584.42	0.025656	3.06	4.53	7.53	1.10
La_Doctora	Confluencia_abaj	53	Q TR 5 años	23.2800	1583.08	1584.26	1584.38	1584.86	0.022995	3.58	6.87	8.58	1.10
La_Doctora	Confluencia_abaj	53	Q TR 10 años	32.7900	1583.08	1584.47	1584.63	1585.20	0.022188	3.96	8.76	9.29	1.11
La_Doctora	Confluencia_abaj	53	Q TR 25 años	46.3100	1583.08	1584.71	1584.93	1585.61	0.021893	4.41	11.14	10.15	1.14
La_Doctora	Confluencia_abaj	53	Q TR 50 años	57.0800	1583.08	1584.89	1585.13	1585.90	0.021492	4.69	12.93	10.70	1.15
La_Doctora	Confluencia_abaj	53	Q TR 100 años	67.9800	1583.08	1585.62		1586.13	0.006860	3.36	21.70	13.24	0.69
La_Doctora	Confluencia_abaj	53	Q TR 100 años ma	95.1700	1583.08	1586.19	1585.75	1586.72	0.005646	3.51	29.90	15.72	0.65
La_Doctora	Confluencia_abaj	52	Q TR 2.33 años	13.2000	1582.83	1583.95	1583.86	1584.21	0.011895	2.34	5.90	8.01	0.77
La_Doctora	Confluencia_abaj	52	Q TR 5 años	23.2800	1582.83	1584.35	1584.18	1584.67	0.009214	2.62	9.33	8.91	0.72
La_Doctora	Confluencia_abaj	52	Q TR 10 años	32.7900	1582.83	1584.68	1584.42	1585.05	0.008053	2.83	12.37	9.98	0.70
La_Doctora	Confluencia_abaj	52	Q TR 25 años	46.3100	1582.83	1585.08	1584.77	1585.49	0.006688	2.98	16.65	10.88	0.66
La_Doctora	Confluencia_abaj	52	Q TR 50 años	57.0800	1582.83	1585.34	1584.97	1585.79	0.006401	3.15	19.42	11.26	0.66
La_Doctora	Confluencia_abaj	52	Q TR 100 años	67.9800	1582.83	1585.56		1586.06	0.006262	3.32	22.07	11.96	0.66
La_Doctora	Confluencia_abaj	52	Q TR 100 años ma	95.1700	1582.83	1586.05		1586.65	0.006114	3.68	28.18	13.51	0.68
La_Doctora	Confluencia_abaj	51	Q TR 2.33 años	13.2000	1582.75	1583.84		1584.09	0.010858	2.34	6.01	7.76	0.75
La_Doctora	Confluencia_abaj	51	Q TR 5 años	23.2800	1582.75	1584.27		1584.59	0.008182	2.59	9.54	8.40	0.69
La_Doctora	Confluencia_abaj	51	Q TR 10 años	32.7900	1582.75	1584.59		1584.97	0.007468	2.83	12.32	9.26	0.69
La_Doctora	Confluencia_abaj	51	Q TR 25 años	46.3100	1582.75	1584.95		1585.41	0.007120	3.14	15.81	9.97	0.69
La_Doctora	Confluencia_abaj	51	Q TR 50 años	57.0800	1582.75	1585.17		1585.71	0.007396	3.42	18.04	10.50	0.72
La_Doctora	Confluencia_abaj	51	Q TR 100 años	67.9800	1582.75	1585.37		1585.98	0.007585	3.66	20.20	11.02	0.74
La_Doctora	Confluencia_abaj	51	Q TR 100 años ma	95.1700	1582.75	1585.81	1585.54	1586.57	0.007784	4.13	25.79	13.80	0.77
La_Doctora	Confluencia_abaj	50	Q TR 2.33 años	13.2000	1582.59	1583.80		1583.99	0.006450	2.03	6.93	7.36	0.60
La_Doctora	Confluencia_abaj	50	Q TR 5 años	23.2800	1582.59	1584.23		1584.50	0.006201	2.45	10.36	8.88	0.62
La_Doctora	Confluencia_abaj	50	Q TR 10 años	32.7900	1582.59	1584.57		1584.88	0.005672	2.66	13.60	10.06	0.61
La_Doctora	Confluencia_abaj	50	Q TR 25 años	46.3100	1582.59	1584.95		1585.32	0.005344	2.91	17.68	11.20	0.61
La_Doctora	Confluencia_abaj	50	Q TR 50 años	57.0800	1582.59	1585.19		1585.61	0.005374	3.12	20.40	11.78	0.62
La_Doctora	Confluencia_abaj	50	Q TR 100 años	67.9800	1582.59	1585.41		1585.88	0.005383	3.30	23.03	12.32	0.63
La_Doctora	Confluencia_abaj	50	Q TR 100 años ma	95.1700	1582.59	1585.86		1586.45	0.005713	3.76	28.95	14.39	0.67
La_Doctora	Confluencia_abaj	49	Q TR 2.33 años	13.2000	1582.59	1583.57	1583.49	1583.89	0.013906	2.57	5.36	6.56	0.85
La_Doctora	Confluencia_abaj	49	Q TR 5 años	23.2800	1582.59	1584.00	1583.87	1584.41	0.010935	2.94	8.49	7.80	0.80
La_Doctora	Confluencia_abaj	49	Q TR 10 años	32.7900	1582.59	1584.33	1584.17	1584.80	0.009635	3.19	11.23	8.90	0.78
La_Doctora	Confluencia_abaj	49	Q TR 25 años	46.3100	1582.59	1584.70	1584.54	1585.24	0.008784	3.47	14.82	10.46	0.77
La_Doctora	Confluencia_abaj	49	Q TR 50 años	57.0800	1582.59	1584.91	1584.78	1585.52	0.008920	3.72	17.05	11.10	0.79
La_Doctora	Confluencia_abaj	49	Q TR 100 años	67.9800	1582.59	1585.11	1584.99	1585.79	0.008860	3.92	19.30	11.62	0.79
La_Doctora	Confluencia_abaj	49	Q TR 100 años ma	95.1700	1582.59	1585.55	1585.43	1586.36	0.008574	4.30	24.77	13.03	0.80

Tabla 41.*Continuación Resultados Condiciones Actuales.*

La_Doctora	Confluencia_abaj	48	Q TR 2.33 años	13.2000	1582.43	1583.55		1583.75	0.007494	2.08	6.69	7.36	0.64
La_Doctora	Confluencia_abaj	48	Q TR 5 años	23.2800	1582.43	1584.02		1584.29	0.006093	2.38	10.44	8.50	0.61
La_Doctora	Confluencia_abaj	48	Q TR 10 años	32.7900	1582.43	1584.36		1584.68	0.005737	2.64	13.48	9.48	0.61
La_Doctora	Confluencia_abaj	48	Q TR 25 años	46.3100	1582.43	1584.73		1585.13	0.005673	2.96	17.25	10.75	0.63
La_Doctora	Confluencia_abaj	48	Q TR 50 años	57.0800	1582.43	1584.94		1585.41	0.005974	3.22	19.55	11.17	0.65
La_Doctora	Confluencia_abaj	48	Q TR 100 años	67.9800	1582.43	1585.14		1585.67	0.006198	3.45	21.78	11.70	0.67
La_Doctora	Confluencia_abaj	48	Q TR 100 años ma	95.1700	1582.43	1585.57		1586.24	0.006530	3.91	27.12	13.06	0.71
La_Doctora	Confluencia_abaj	47	Q TR 2.33 años	13.2000	1582.20	1583.30	1583.22	1583.64	0.012958	2.68	5.25	6.11	0.83
La_Doctora	Confluencia_abaj	47	Q TR 5 años	23.2800	1582.20	1583.63	1583.63	1584.17	0.014570	3.41	7.42	7.04	0.92
La_Doctora	Confluencia_abaj	47	Q TR 10 años	32.7900	1582.20	1583.94	1583.94	1584.57	0.013389	3.73	9.68	7.90	0.92
La_Doctora	Confluencia_abaj	47	Q TR 25 años	46.3100	1582.20	1584.39	1584.39	1585.03	0.010310	3.84	13.86	10.48	0.84
La_Doctora	Confluencia_abaj	47	Q TR 50 años	57.0800	1582.20	1584.60	1584.60	1585.31	0.010316	4.08	16.02	10.90	0.85
La_Doctora	Confluencia_abaj	47	Q TR 100 años	67.9800	1582.20	1584.78	1584.78	1585.56	0.010293	4.28	18.09	11.29	0.86
La_Doctora	Confluencia_abaj	47	Q TR 100 años ma	95.1700	1582.20	1585.20	1585.20	1586.14	0.010027	4.69	23.06	12.30	0.87
La_Doctora	Confluencia_abaj	46	Q TR 2.33 años	13.2000	1582.05	1583.25		1583.51	0.009203	2.42	6.05	7.87	0.71
La_Doctora	Confluencia_abaj	46	Q TR 5 años	23.2800	1582.05	1583.72		1584.00	0.006572	2.56	10.54	11.06	0.64
La_Doctora	Confluencia_abaj	46	Q TR 10 años	32.7900	1582.05	1584.10	1583.78	1584.37	0.004736	2.50	14.96	11.95	0.56
La_Doctora	Confluencia_abaj	46	Q TR 25 años	46.3100	1582.05	1584.44	1584.05	1584.76	0.004556	2.72	19.17	12.71	0.57
La_Doctora	Confluencia_abaj	46	Q TR 50 años	57.0800	1582.05	1584.67	1584.22	1585.03	0.004525	2.89	22.14	13.23	0.57
La_Doctora	Confluencia_abaj	46	Q TR 100 años	67.9800	1582.05	1584.89	1584.40	1585.28	0.004479	3.03	25.01	13.71	0.58
La_Doctora	Confluencia_abaj	46	Q TR 100 años ma	95.1700	1582.05	1585.35	1584.77	1585.83	0.004447	3.34	31.55	14.74	0.59
La_Doctora	Confluencia_abaj	45	Q TR 2.33 años	13.2000	1581.95	1583.18	1582.97	1583.42	0.007952	2.30	6.22	6.80	0.67
La_Doctora	Confluencia_abaj	45	Q TR 5 años	23.2800	1581.95	1583.51	1583.37	1583.91	0.009611	2.97	8.63	7.80	0.76
La_Doctora	Confluencia_abaj	45	Q TR 10 años	32.7900	1581.95	1583.76	1583.76	1584.27	0.010366	3.43	11.03	10.18	0.81
La_Doctora	Confluencia_abaj	45	Q TR 25 años	46.3100	1581.95	1584.04	1584.04	1584.66	0.010539	3.80	13.94	10.78	0.84
La_Doctora	Confluencia_abaj	45	Q TR 50 años	57.0800	1581.95	1584.32	1584.24	1584.94	0.008963	3.81	17.03	11.68	0.79
La_Doctora	Confluencia_abaj	45	Q TR 100 años	67.9800	1581.95	1584.55	1584.43	1585.20	0.008225	3.88	19.82	12.50	0.77
La_Doctora	Confluencia_abaj	45	Q TR 100 años ma	95.1700	1581.95	1585.03	1584.85	1585.75	0.007252	4.09	26.28	14.22	0.74
La_Doctora	Confluencia_abaj	44	Q TR 2.33 años	13.2000	1581.91	1582.93	1582.93	1583.30	0.015538	2.81	4.97	6.74	0.90
La_Doctora	Confluencia_abaj	44	Q TR 5 años	23.2800	1581.91	1583.30	1583.30	1583.78	0.013519	3.24	7.71	8.11	0.89
La_Doctora	Confluencia_abaj	44	Q TR 10 años	32.7900	1581.91	1583.52	1583.57	1584.14	0.014276	3.68	9.61	8.93	0.94
La_Doctora	Confluencia_abaj	44	Q TR 25 años	46.3100	1581.91	1583.90	1583.91	1584.55	0.011275	3.78	13.33	10.39	0.86
La_Doctora	Confluencia_abaj	44	Q TR 50 años	57.0800	1581.91	1584.12	1584.12	1584.83	0.010924	3.98	15.58	11.03	0.86
La_Doctora	Confluencia_abaj	44	Q TR 100 años	67.9800	1581.91	1584.32	1584.32	1585.09	0.010417	4.13	17.90	11.67	0.86
La_Doctora	Confluencia_abaj	44	Q TR 100 años ma	95.1700	1581.91	1584.75	1584.75	1585.65	0.009845	4.48	23.16	12.99	0.85

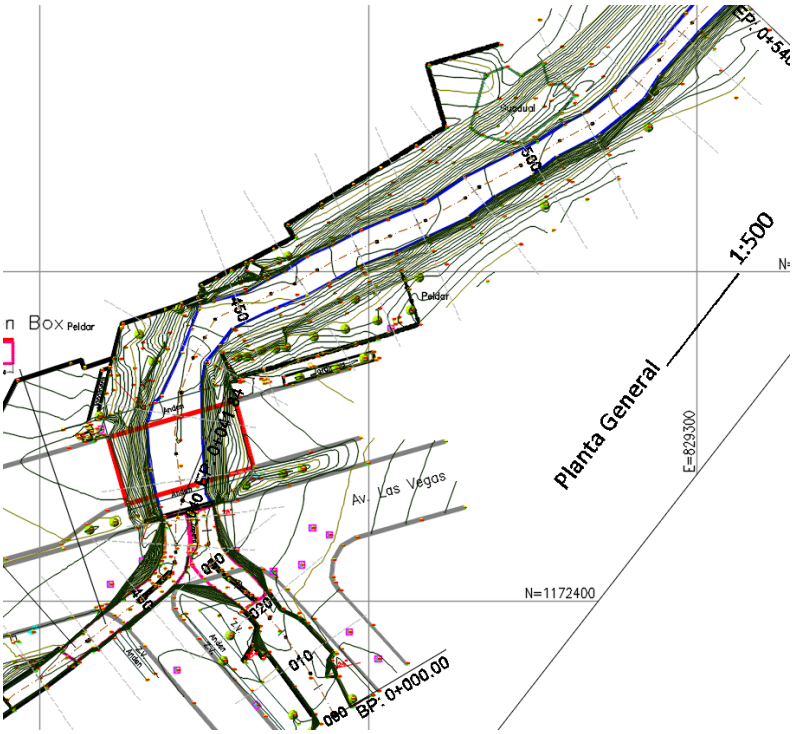
Las tablas anteriores muestran que en casi todo el tramo analizado aguas arriba y abajo del sitio de estudio, el *flujo de la corriente se caracteriza por ser supercrítico en la mayoría de las secciones y subcrítico en las secciones donde las guaduas estrechan el cauce y produce derrames del flujo y en las secciones de entrada y salida de las coberturas debido a su incapacidad hidráulica para evacuar los caudales en las crecientes.*

4.1.5. Análisis de resultados.

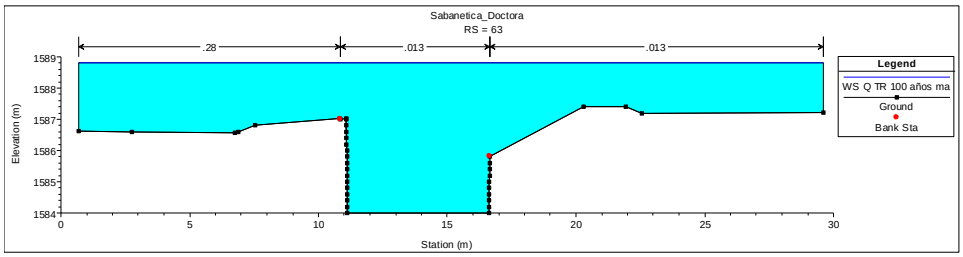
En los resultados arrojados en la modelación utilizando el programa HEC- RAS, se puede apreciar:

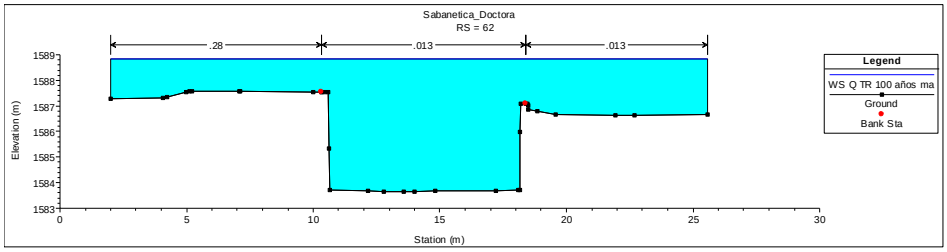
Quebrada la Doctora

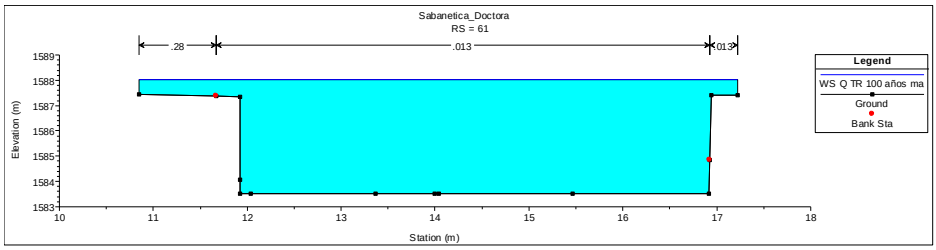
- *<u>Comportamiento hidráulico Tramo aguas arriba del sitio de confluencia con la quebrada La Sabanetica.</u>*



- Para las condiciones extremas, es decir cuando se presenta la avenida de los 100 años con un caudal de 95.17 m^3/s, la mayoría de las secciones del tramo están en capacidad hidráulica para evacuar el caudal de diseño. Solo se presenta unas sobre elevaciones debido al estrechamiento que le hacen al cauce antes de entrar a la cobertura y debido a la incapacidad de la primera estructura con el tabique intermedio para evacuar este caudal. Estos resultados se pueden apreciar en las siguientes secciones:

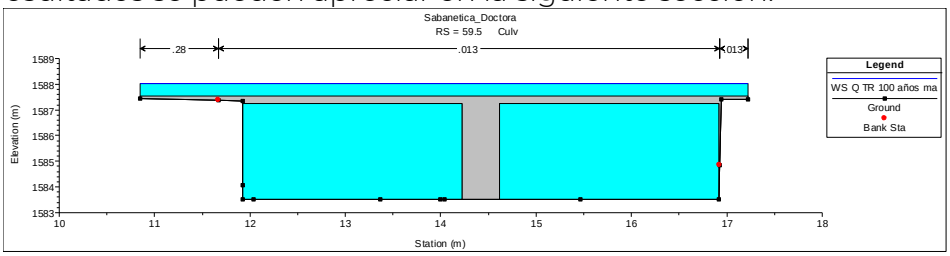






- ***<u>Comportamiento hidráulico del cruce con tabique intermedio.</u>***

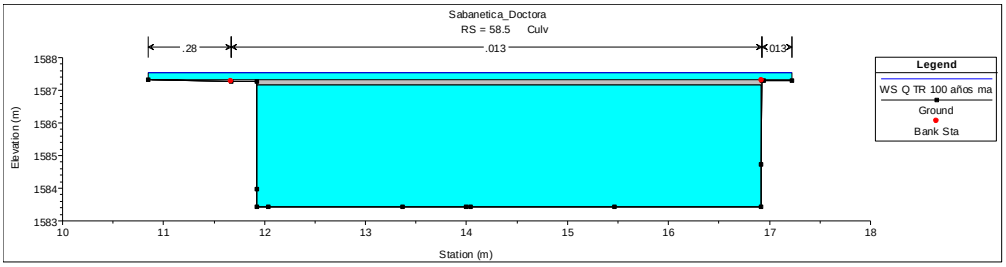
- Que para las condiciones extremas, es decir cuando se presenta la avenida, la estructura conformada por una cobertura con un tabique intermedio que permite conducir el caudal correspondiente a un periodo de retorno de 100 años mayorado, no está en capacidad hidráulica para evacuar el caudal de diseño de 95.17 m³/s. Estos resultados se pueden apreciar en la siguiente sección:



El agua de la creciente para por encima de la cobertura ocasionando que el paso por la vía quede restringido tanto para peatones como para los vehículos, a su vez produce represamiento que ocasiona inundaciones hacia aguas arriba de la quebrada La Sabanetica.

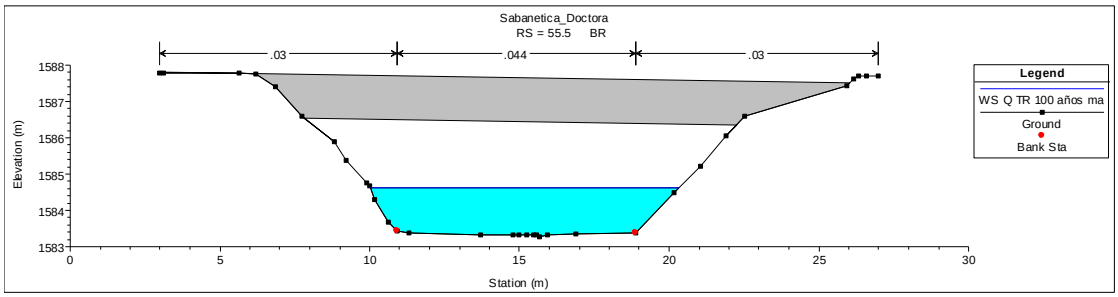
- ***Comportamiento hidráulico de la segunda estructura de cruce sin tabique intermedio.***

- Que para las condiciones extremas, es decir cuando se presenta la avenida, la estructura conformada por una cobertura que permite conducir el caudal correspondiente a un periodo de retorno de 100 años mayorado, no está en capacidad hidráulica para evacuar el caudal de diseño de 95.17 m³/s. Estos resultados se pueden apreciar en la siguiente sección:



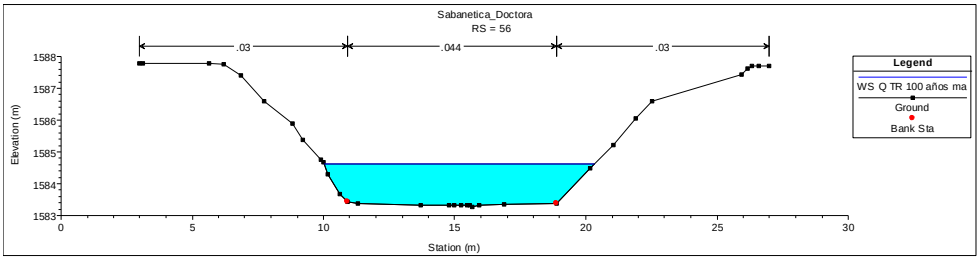
- ***Comportamiento hidráulico del cruce con el puente sobre la avenida las Vegas con la vía existente.***

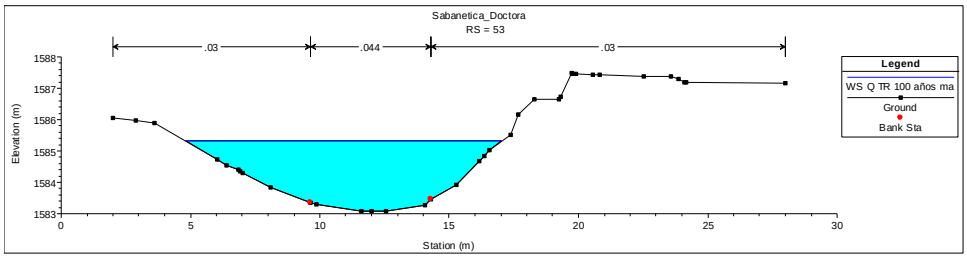
- Que para las condiciones extremas, es decir cuando se presenta la avenida, la estructura conformada por un puente que permite conducir el caudal correspondiente a un periodo de retorno de 100 años mayorado, está en capacidad hidráulica para evacuar el caudal de diseño de 95.17 m³/s. Estos resultados se pueden apreciar en la siguiente sección:

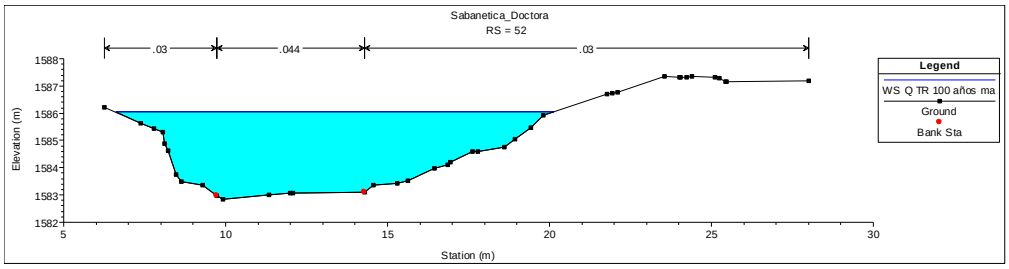


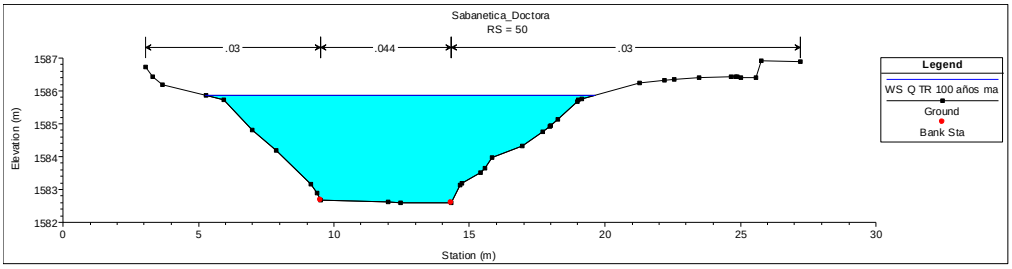
- ***<u>Comportamiento hidráulico Tramo aguas abajo del sitio de confluencia con la quebrada La Sabanetica.</u>***

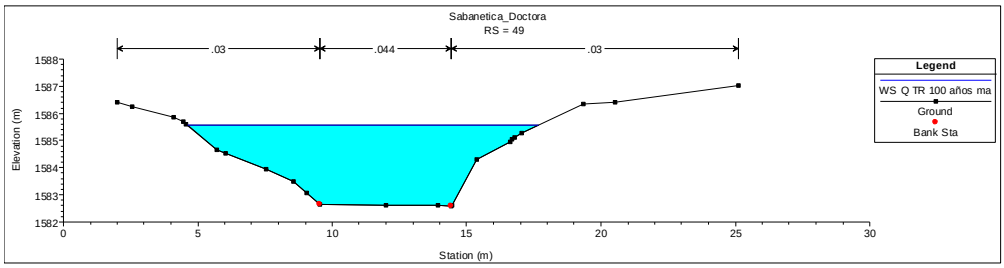
- Para las condiciones extremas, es decir cuando se presenta la avenida de los 100 años con un caudal de 95.17 m^3/s, las secciones del tramo están en capacidad hidráulica para evacuar el caudal de diseño. Estos resultados se pueden apreciar en las siguientes secciones:

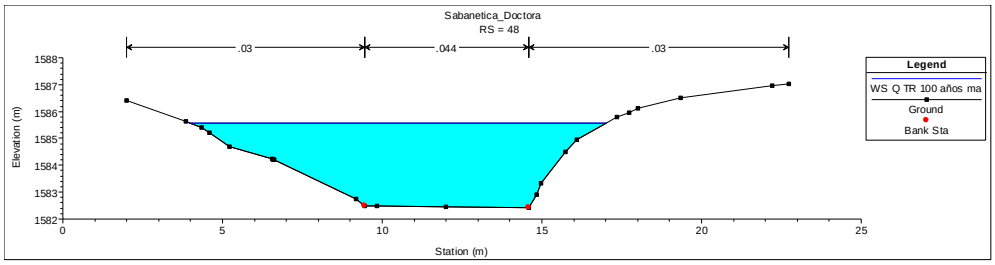


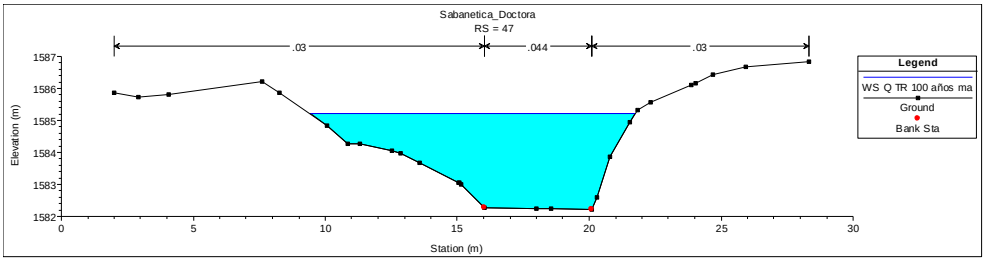


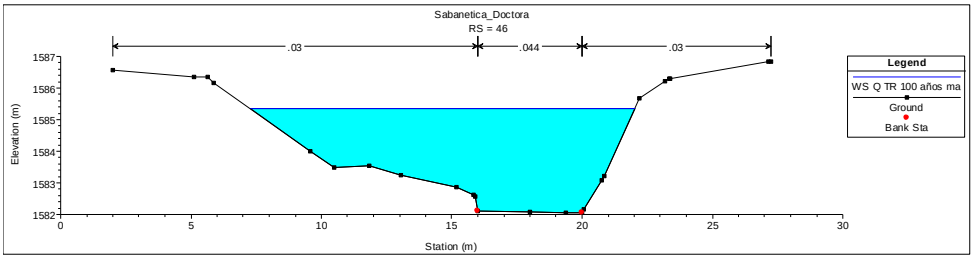


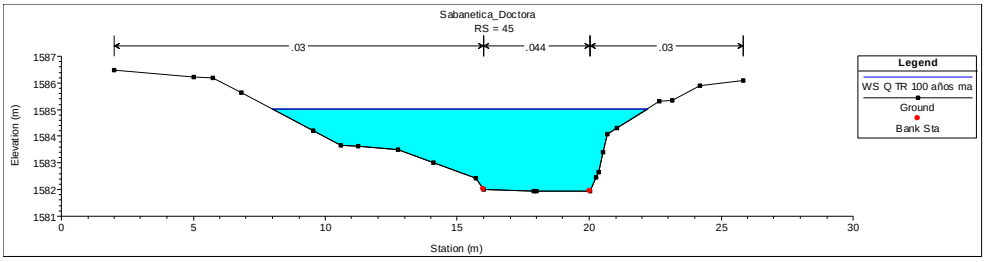


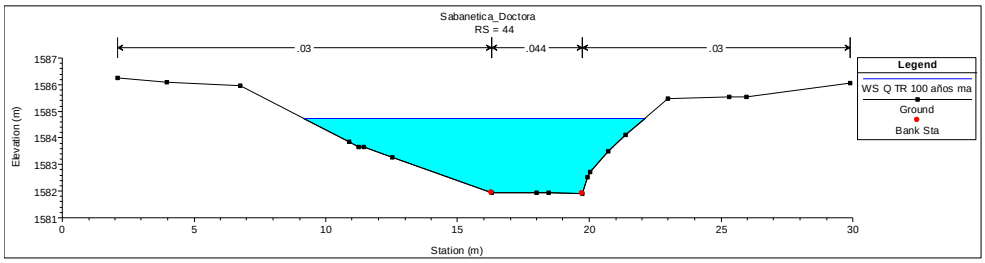

Sabanetica_Doctora
RS = 49
.03
.044
.03
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta


Sabanetica_Doctora
RS = 48
.03
.044
.03
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta


Sabanetica_Doctora
RS = 47
.03
.044
.03
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta

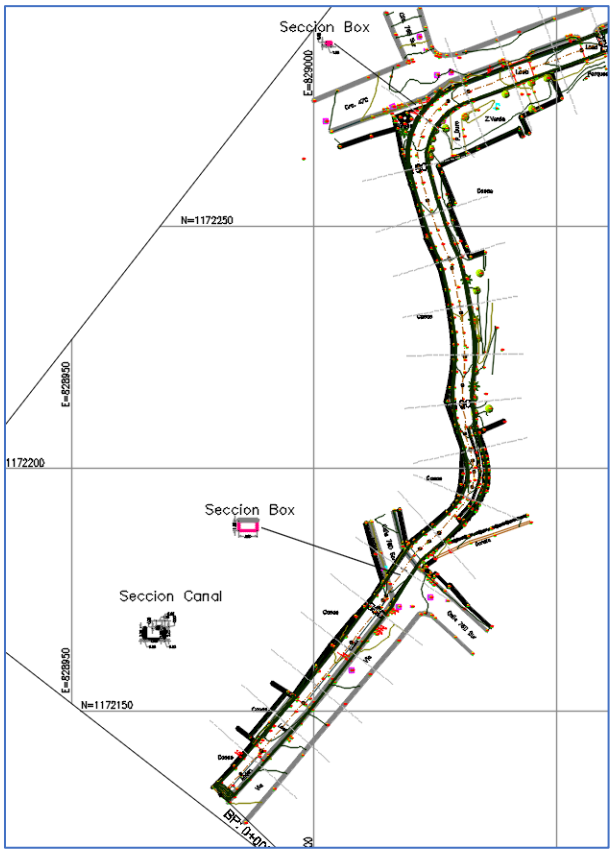

Sabanetica_Doctora
RS = 46
.03
.044
.03
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta


Sabanetica_Doctora
RS = 45
.03
.044
.03
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta

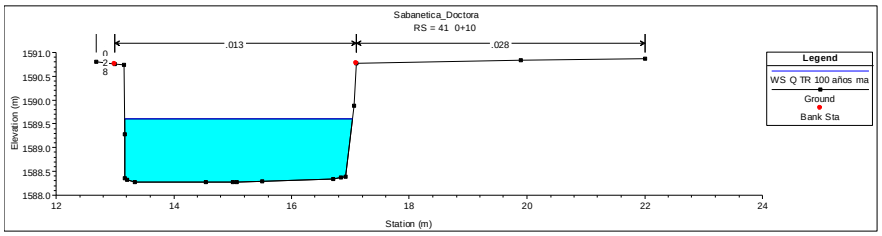


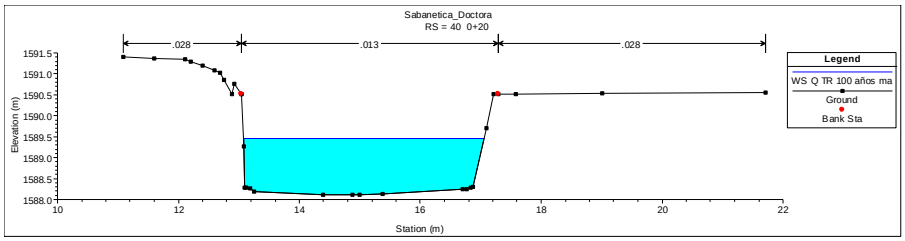
Quebrada La Sabanetica

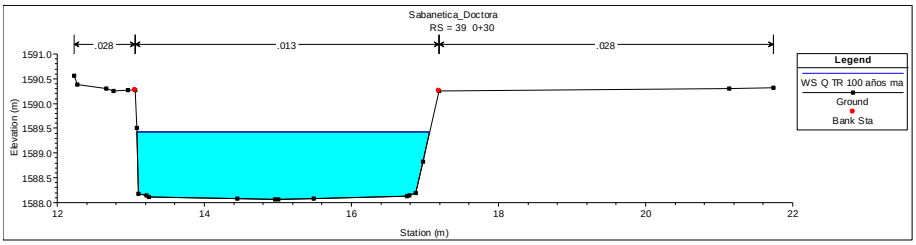
- *<u>Comportamiento hidráulico primer tramo aguas arriba del sitio de confluencia con la quebrada La Doctora.</u>*

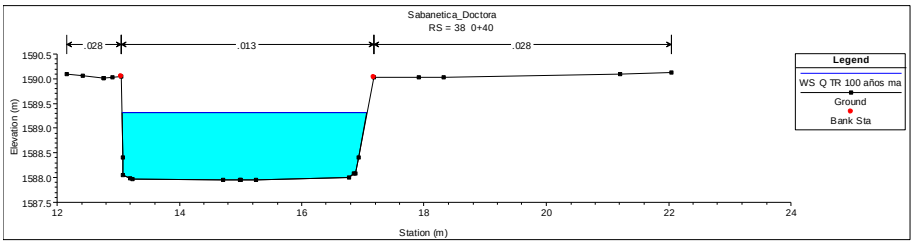


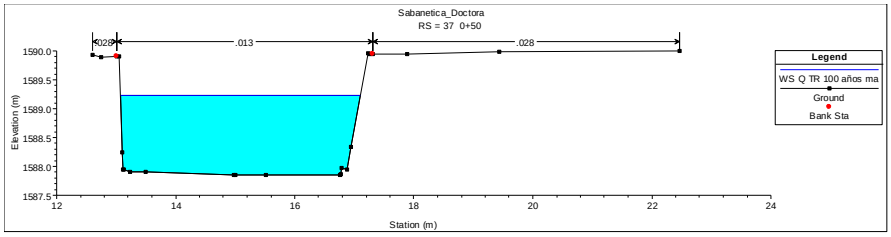
- Para las condiciones extremas, es decir cuando se presenta la avenida de los 100 años con un caudal de 46.52 m^3/s, las secciones del tramo aguas arriba de la carrera 47C, están en capacidad hidráulica para evacuar el caudal de diseño. Estos resultados se pueden apreciar en las siguientes secciones:

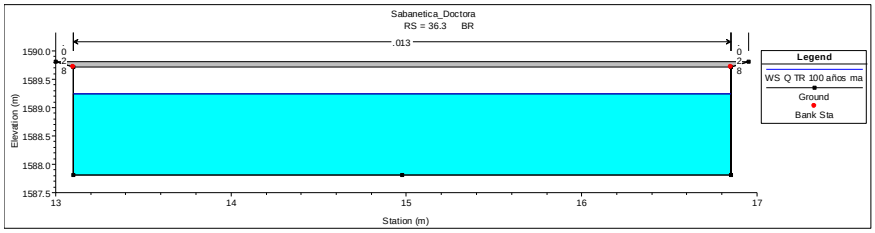

Sabanetica_Doctora
RS = 41 0+10
.013
.028
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta

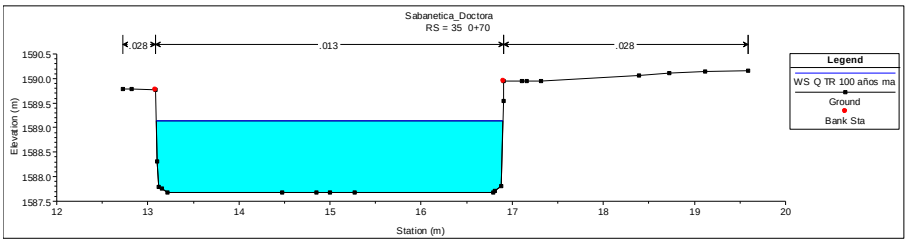

Sabanetica_Doctora
RS = 40 0+20
.028
.013
.028
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta

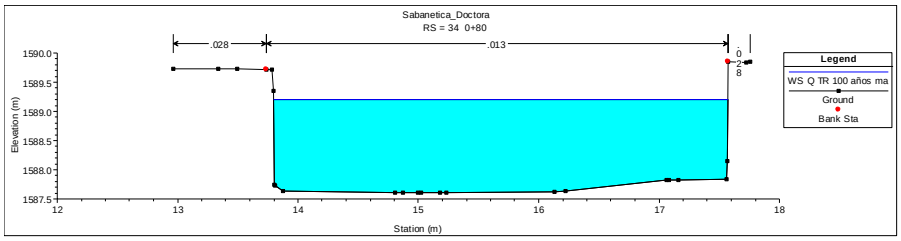

Sabanetica_Doctora
RS = 39 0+30
.028
.013
.028
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta

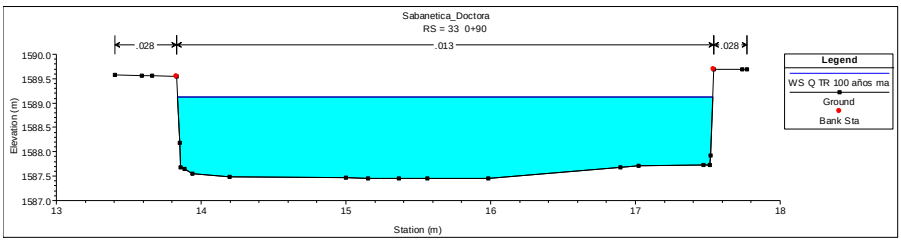

Sabanetica_Doctora
RS = 38 0+40
.028
.013
.028
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta

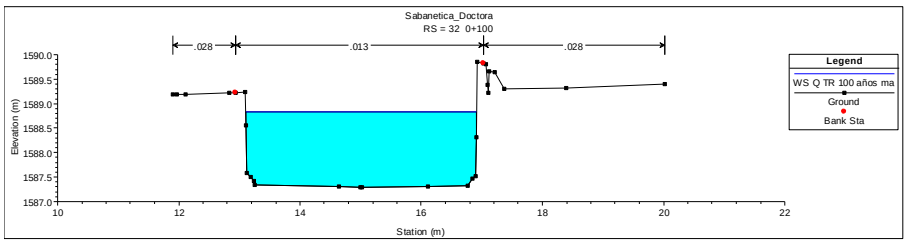

Sabanetica_Doctora
RS = 37 0+50
.028
.013
.028
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta

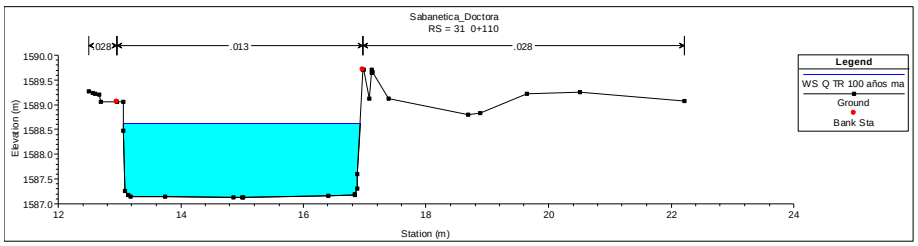

Sabanetica_Doctora
RS = 36.3 BR
.013
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta

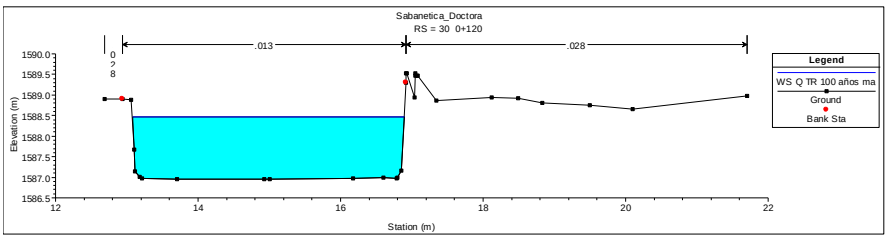

Sabanetica_Doctora
RS = 35 0+70
.028
.013
.028
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

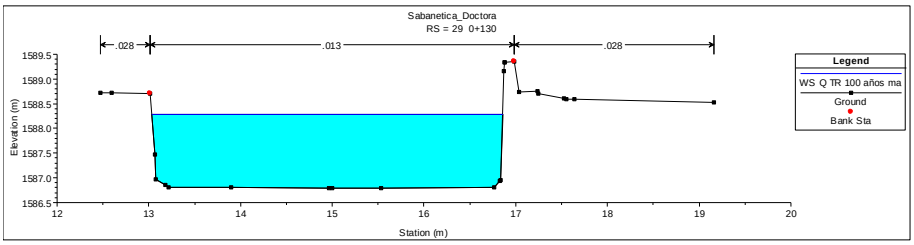

Sabanetica_Doctora
RS = 34 0+80
.028
.013
.028
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

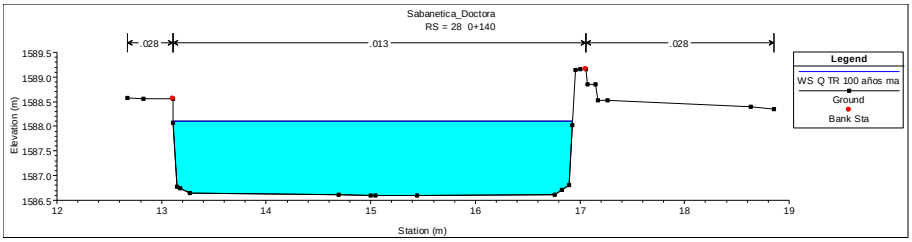

Sabanetica_Doctora
RS = 33 0+90
.028
.013
.028
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

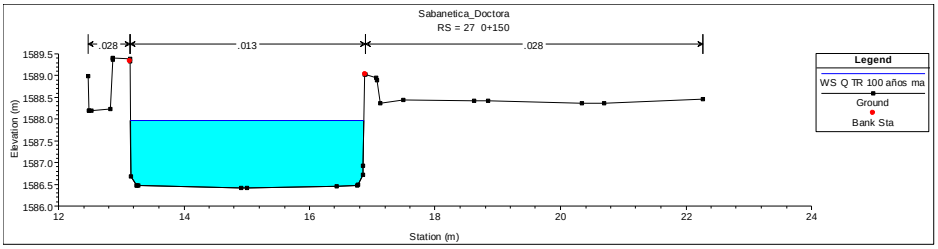

Sabanetica_Doctora
RS = 32 0+100
.028
.013
.028
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Sabanetica_Doctora
RS = 31 0+110
.028
.013
.028
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

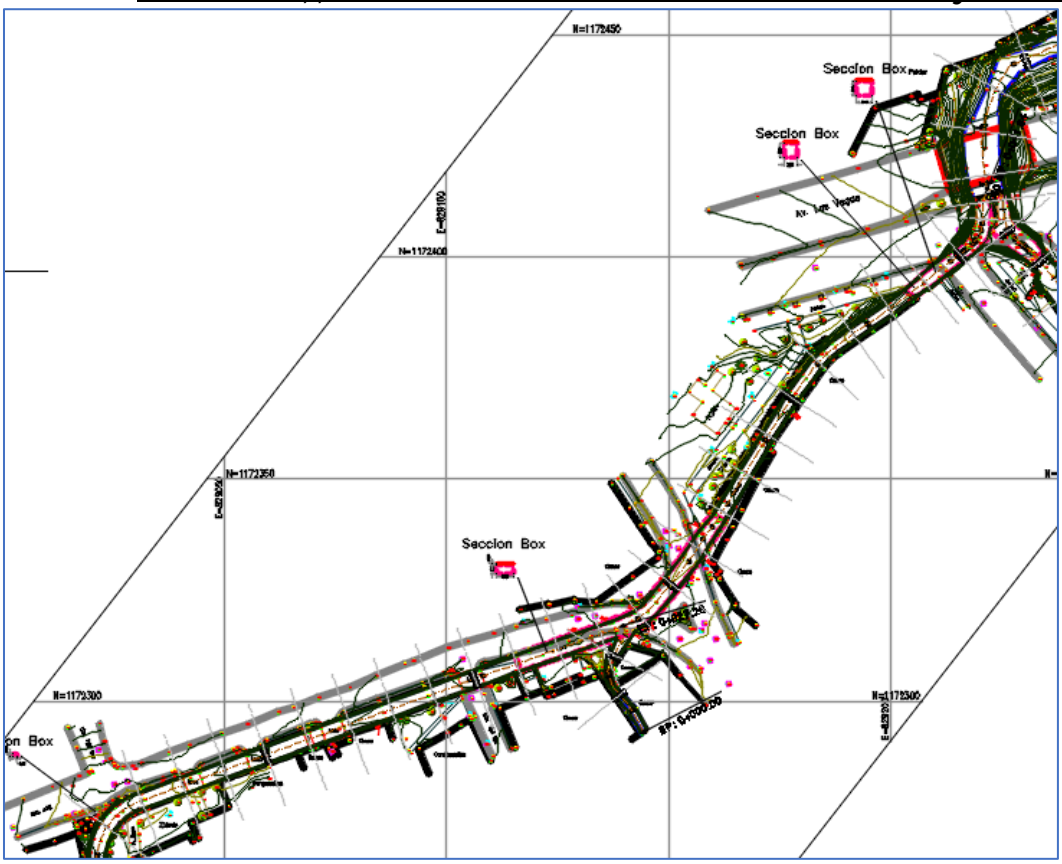

Sabanetica_Doctora
RS = 30 0+120
.013
.028
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Sabanetica_Doctora
RS = 29 0+130
.028
.013
.028
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Sabanetica_Doctora
RS = 28 0+140
.028
.013
.028
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

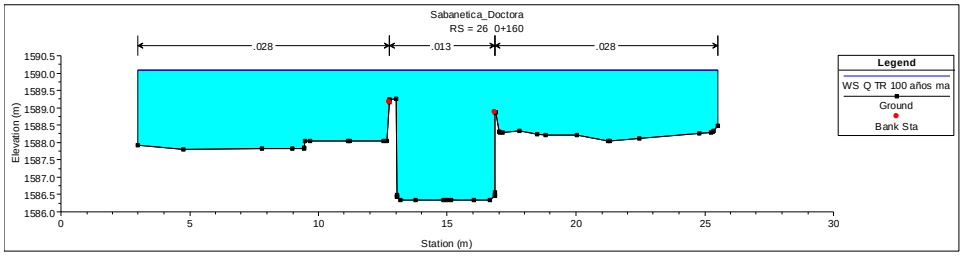

Sabanetica_Doctora
RS = 27 0+150
.028
.013
.028
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

- *Comportamiento hidráulico segundo tramo entre aguas abajo de la carrera 47C, y aguas arriba del sitio de confluencia con la quebrada La Doctora, , sector Plebiscito entre las calle s 76 B sur y 75 A sur*

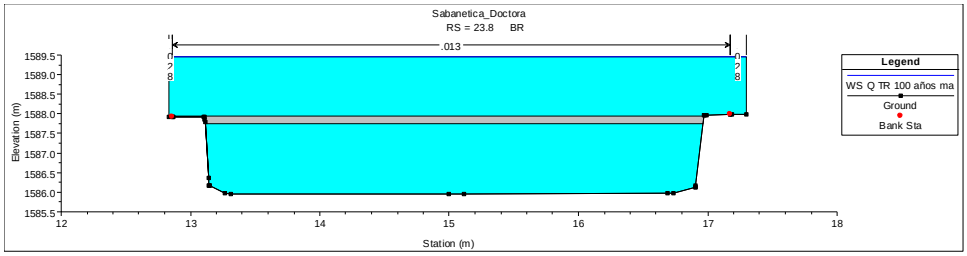


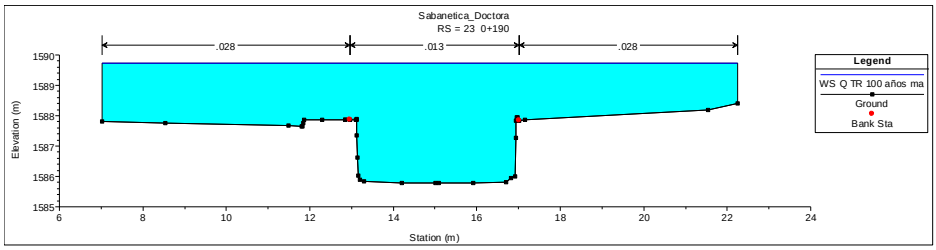
- Para las condiciones extremas, es decir cuando se presenta la avenida de los 100 años con un caudal de 46.52 m^3/s, las secciones del tramo entre aguas abajo de la carrera 47C y el sitio de confluencia con la quebrada la Doctora, no están en capacidad hidráulica para evacuar el caudal de diseño. Gran parte de la incapacidad es la sección del canal existente, el cual fue diseñado para un caudal menor, de acuerdo al caudal obtenido en el estudio en el año 2006 mediante convenio Interadministrativo N.309 de 2005 del municipio de Sabaneta con el Área Metropolitana, se realizaron los estudios hidrológicos de la quebrada La Sabanetica dentro del contrato N.254 de 2006 entre la empresa Ingedelta y el municipio de Sabaneta cuyo objeto fue "Estudios hidrológicos e hidráulicos de cinco quebradas en diferentes sitios de las mismas y diseño de las obras de protección para la estabilización de taludes en la zona urbana del municipio de Sabaneta", dentro de los estudios se determinó un caudal de 24.23 m^3/s asociado la crecente con periodo de retorno de 100 años, a la presencia de edificaciones sobre la margen derecha que obligaron a una sección mínima, a la construcción de las estructuras de acceso a las viviendas y a la existencia de unas coberturas en

el sitio de confluencia que no poseen capacidad hidráulica para evacuar el caudal de diseño, debido al sitio de confluencia con la quebrada la Doctora y las estructuras que existente que poseen unos tabiques intermedios. Esto se pudo observar en todo el registro fotográfico de las páginas anteriores.
Estos resultados se pueden apreciar en las siguientes secciones:

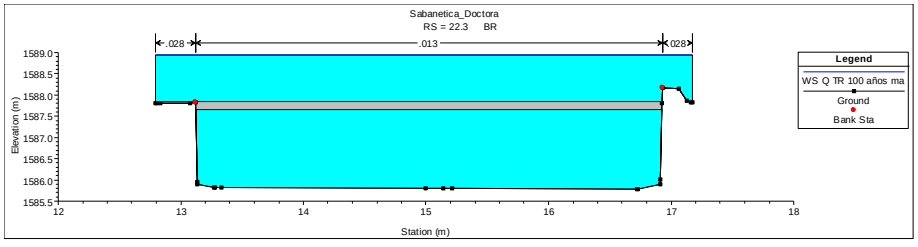


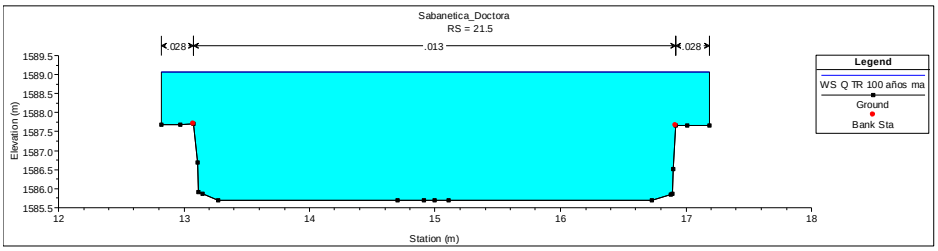
Puente acceso a edificación



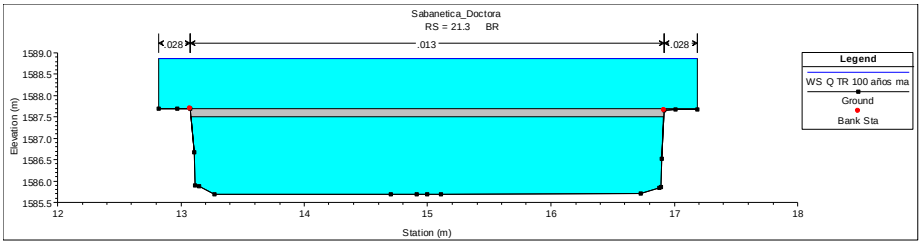


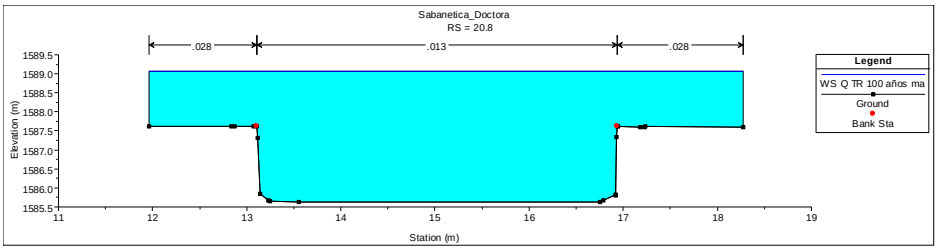
Puente acceso a edificación



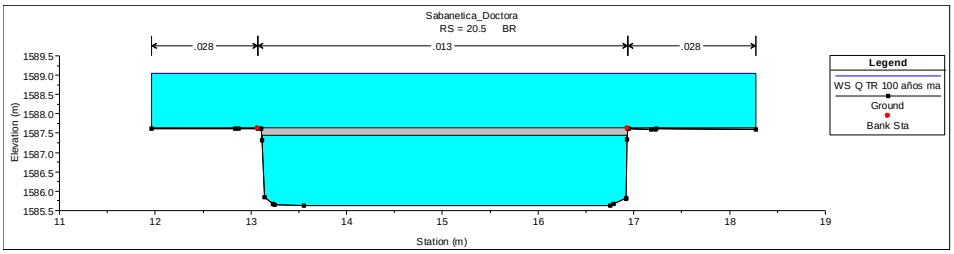


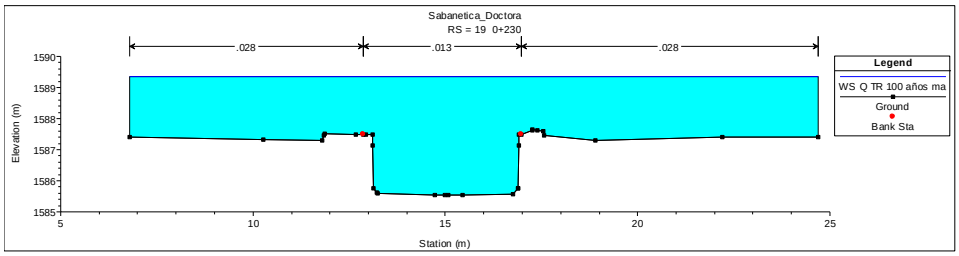
Puente acceso a edificación

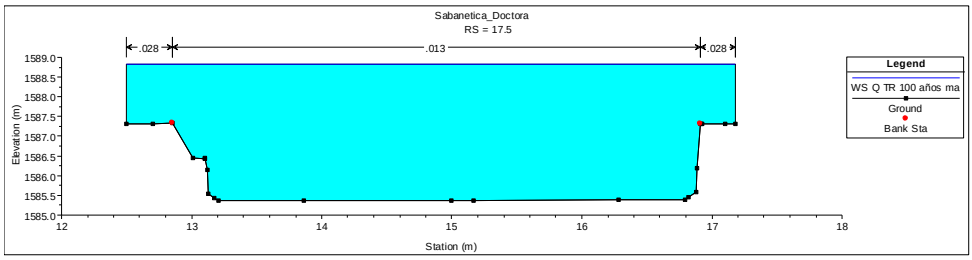




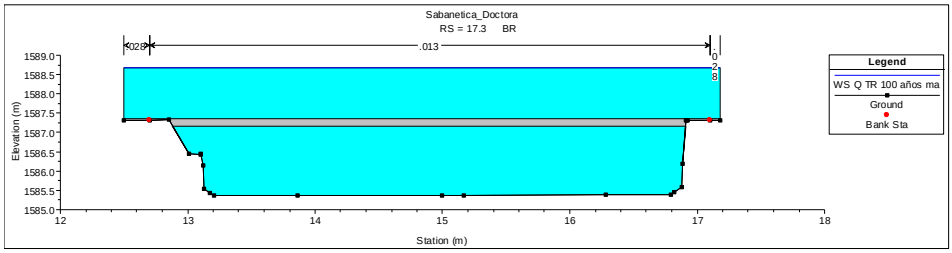
Puente acceso a edificación



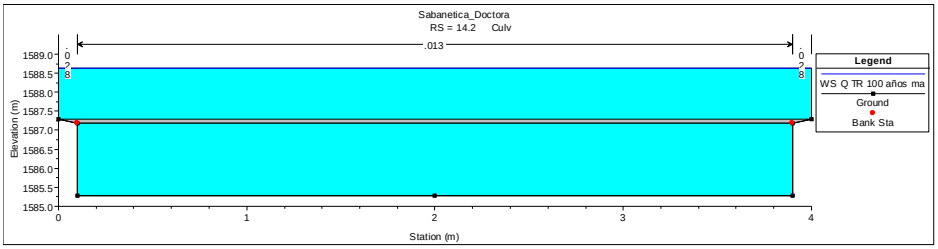


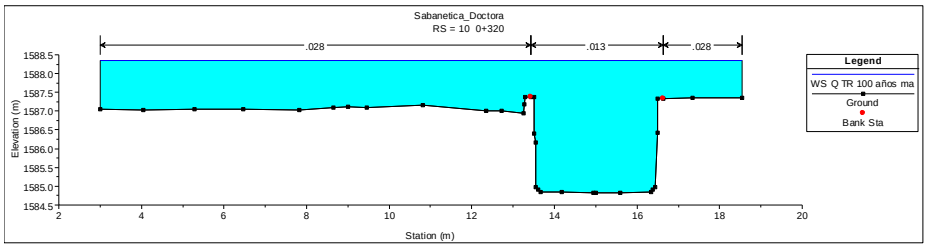


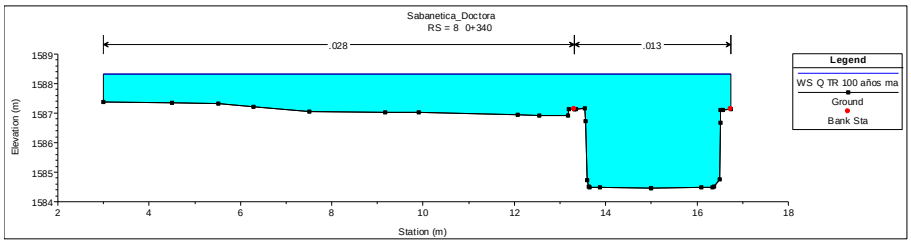
Puente acceso a edificación

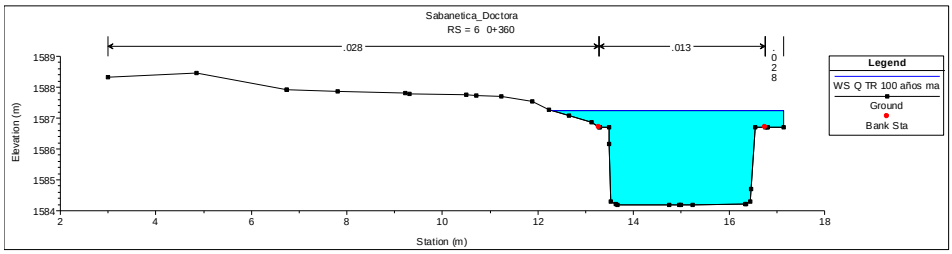


Cobertura existente a la altura de la quebrada San Alejo

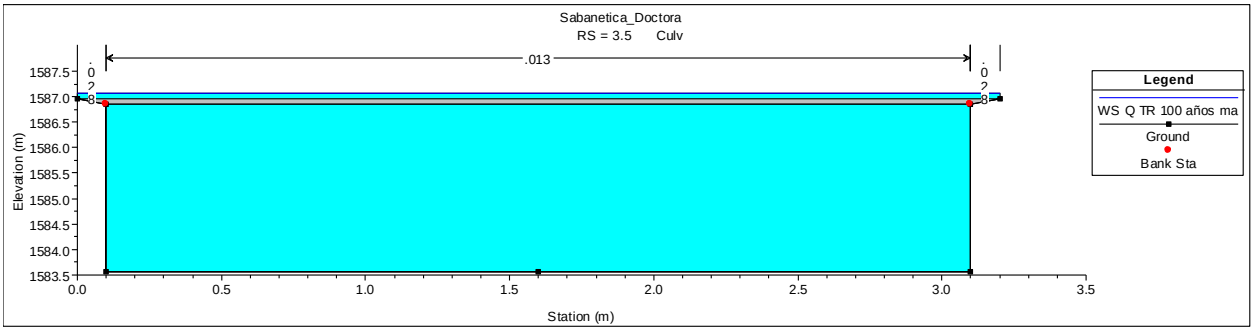




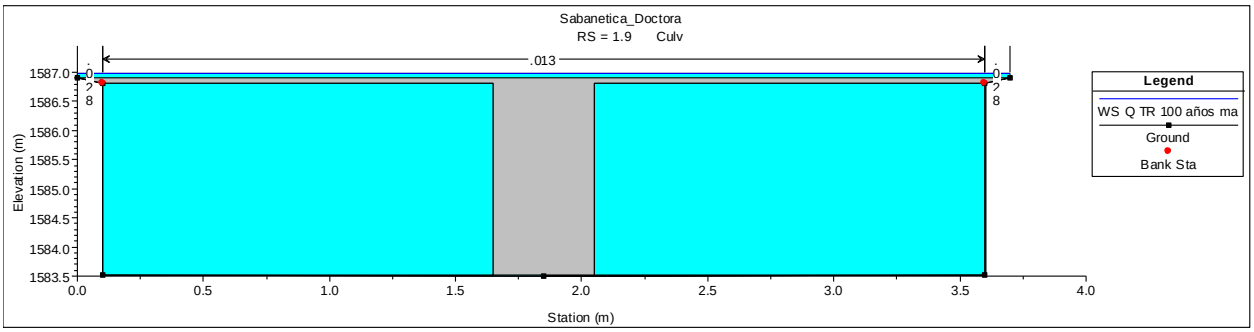




Primera estructura entrada cobertura confluencia



Segunda estructura entrada cobertura confluencia con tabique intermedio



- ***Conclusiones Etapa de Diagnóstico y obra proyectada.***

- La intervención antrópica de la microcuenca debido al desarrollo urbanístico por parte de los pobladores de las zonas cercanas, han afectado considerablemente el comportamiento dinámico de la quebrada en estudio. La construcción inadecuada de obras hidráulicas aumenta el riesgo cada vez más de las personas que habitan en la parte baja y sobre los retiros de la quebrada.
- El registro fotográfico presentado antes muestra claramente como el patrón de alteración de los procesos de urbanismo sobre las corrientes superficiales. La construcción de obras hidráulicas para posibilitar la construcción de senderos y acceso a viviendas, construcciones aceleradas de proyectos urbanísticos han posibilitado la alteración de los cauces de las quebradas, ocupando las zonas de retiro que en algunos trayectos hacen parte de las llanuras de inundación o en otros, alterando terrenos de alta pendiente que son bastante inestables.
- Entre los años 2008 a 2010, se construyó el canal de la quebrada la Sabanetica entre las calles 76D sur y la desembocadura a la quebrada La Doctora, debido al mal estado en que se encontraban las estructuras existentes, las cuales consistían en muros a gravedad en concreto simple con más de 40 años de construidos. Dichos muros se encontraban socavados y en algunos tramos colapsados. El nuevo canal se diseñó para un caudal de 24.23 m3/s, según contrato 254 de 2006 interadministrativo No 309 de 2005 entre el área metropolitana y el municipio de sabaneta, dichos estudios fueron realizados por la empresa Ingedelta.
- A pesar de que en los años posteriores al ala construcción del canal el riesgo por inundación en el tramo de canal reconstruido disminuyo de manera importante, en los últimos dos años en el cruce de la carrera 47C con la calle 75 sur sector el plebiscito, la quebrada se ha desbordado y afectado de forma importante el sector poniendo en alto riesgo a la comunidad y afectando su bienes materiales y obras de infraestructura.
- Es importante de a solo unos 100 metros aproximadamente, esta quebrada descarga sus aguas a la quebrada La Doctora, la cual cuando aumenta sus niveles de agua en el punto de confluencia de las dos quebradas, hace que la corriente de agua de la quebrada La sabanetica aumente también sus niveles hacia aguas arriba, produciéndose en muchos casos el desbordamientos e inundación de la zona.
- Por otro lado, el desarrollo urbanístico que ha tenido el municipio en los últimos 20 años se ha salido de todas las proyecciones esperadas. El incremento de edificaciones y obras de infraestructura en especial las vías y andenes en toda la microcuenca, ha generado un cambio importante en los usos del suelo de la microcuenca, aumentando las escorrentías de las aguas lluvias y un incremento importante en los caudales que transporta la quebrada.
- Adicional a los puntos anteriores, el cambio climático que se viene presentando en los últimos años a nivel mundial, ha afectado de manera importante los ciclos de lluvias y sus intensidades en todas las regiones de Colombia, siendo la región del

Valle de Aburra una de las más impactadas. El incremento de las intensidades de lluvias, el alargamientos de las épocas de lluvias con el fenómeno de la Niña, los cambios de usos del suelo de zonas cubiertas por vegetación por zonas impermeables como las que generan los desarrollos urbanísticos y el control en la corriente de agua que generan las estructuras hidráulicas en la confluencia de la quebrada La Sabanetica con La quebrada La Doctora, confluyen en un mismo espacio tiempo, generando el desbordamiento de las aguas de la quebrada, aumentando el riesgo a los habitantes de la zona y destruyendo sus bienes materiales y obras de infraestructura.

- El objeto de este estudio como primera medida fue verificar la capacidad hidráulica de la quebrada en el tramo de estudio que corresponde aproximadamente a 540 m para los caudales estimados según el nuevo estudio hidrológico.
- De acuerdo con los nuevos caudales estimados y diseño hidráulico del canal, se requiere aumentar la sección del canal actual entre 4.50 m a 5.0 m y mejorar su alineamiento en los últimos 75 m, con el objeto de hacer su descarga a la quebrada La Doctora 35 m aguas abajo de las estructuras hidráulicas existentes que le dan continuidad a la avenida las Vegas sobre ambas quebradas.

- ***Alternativas de solución.***

Como se determinó en la modelación hidráulica de las condiciones actuales del canal, este no presenta capacidad hidráulica para la creciente con periodo de retorno de los 100 años, ya que las estructuras actuales fueron diseñadas para un caudal de 24.23 m3/s en el año 2006 y 2010, por lo que se deben realizar unas obras civiles en el canal para garantizar el transito libre y seguro a lo largo del tramo de canal en estudio.

Según el registro fotográfico que se presenta en el informe hidrológico e hidráulico, las estructuras hidráulicas existentes en la confluencia de las dos quebradas hacen las veces de estructuras rígidas de control, que estrangulan o restringen el flujo de agua, haciendo que se sobre eleve y aumenten los niveles de las láminas de agua hacia aguas arriba.

Como primera medida, es necesario recuperar la sección hidráulica del canal de la quebrada La Sabanetica de acuerdo con los nuevos caudales máximos estimados de 46.52 m^3/s

En las alternativas de solución debe tenerse en cuenta esencialmente dar solución a la incapacidad hidráulica de las estructuras hidráulicas existentes y mejorar el comportamiento hidráulico de las corrientes de agua de las dos quebradas en el punto de confluencia.

Alternativa 1:

Esta alternativa consiste en aumentar el canal de la quebrada en toda la longitud de estudio entre 4.50 m a 5.0 m de ancho hasta la confluencia con la quebrada La Doctora, pero igualmente se deberá ampliar y mejorar el tramo de canal y box culvert de la quebrada La Doctora. Para ambas quebradas esta propuesta incluye la construcción de dos boxculver, uno de cinco metros para la quebrada La Sabanetica y otro de 6.0 m para la quebrada La Doctora debajo de los andenes y calzada del costado oriental de la avenida las Vegas. Para esto se requiere la demolición de toda la estructura que existe debajo de la calzada oriental de la avenida las vegas, reemplazándola por un puente similar al de la calzada occidental.

En la imagen No 1, se observa la propuesta de forma esquemática. Esta alternativa genera un periodo de permanencia en la obra importante, que incluye la demolición de las estructuras, y la reconstrucción de ambas estructuras para cada quebrada, generando unos mayores tiempos de permanencia en la obra.

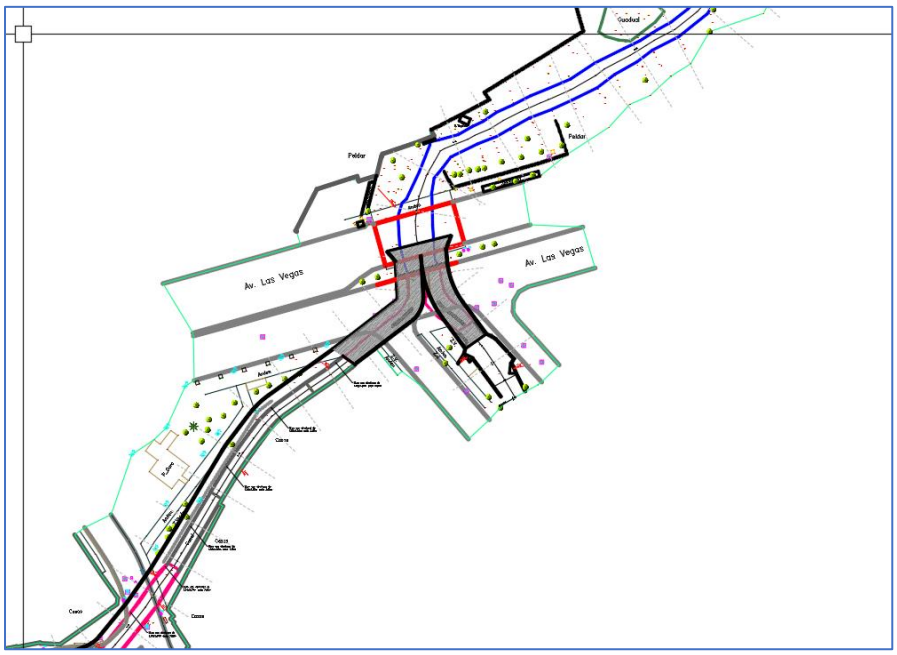


Imagen No 1

En esta alternativa, confluirían nuevamente los dos flujos de las quebradas en el mismo punto, donde la posibilidad de que se presenten al mismo tiempo en ambas quebradas una creciente es alta.

Alternativa 2:

Esta alternativa considera reconstruir el box culvert de la quebrada la Doctora como en la propuesta anterior y el de la quebrada la Sabanetica con un boxculver de 3.0 m de ancho de acuerdo con la sección del canal existente.
Adicionalmente se considera la ampliación de la sección hidráulica del canal de la quebrada La Sabanetica paro el último tramo de aproximadamente 75 m de longitud desviándolo hacia el costado occidental, de tal manera que se atraviese con este tramo en un box culvert la avenida Las Vegas y se extienda y descargue al canal ¨natural¨ inmediatamente aguas abajo del puente existente de la calzada occidental de la avenida Las Vegas.

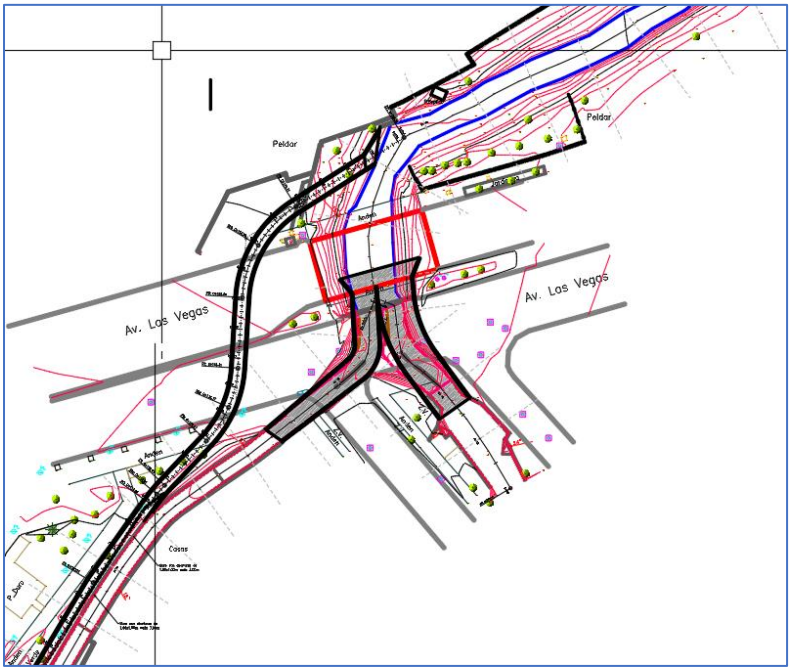


Imagen No 2

Esta alternativa requiere la demolición de las estructuras existentes en donde confluyen las dos quebradas actualmente y la intervención adicional de las dos calzadas de la avenida Las Vegas para la construcción de un boxculver de 2.0 m de ancho por 3.0 m de altura en una longitud de 75 m. Se aclara que en crecientes ordinarias la corriente de agua ocupara muy posiblemente y de forma parcial uno de los dos últimos ramales del canal y box culvert, requiriéndose la ocupación de ambas estructuras solo para caudales que superen periodos de retorno mayores a 25 años.

Alternativa 3:

Esta alternativa considera solo la construcción total de un canal y boxculver de 5.0 m de ancho que atraviese la avenida las vegas y descargue el flujo de agua, inmediatamente aguas abajo del puente del costo occidental de la avenida las vegas.
Con esta propuesta, se disminuye de forma importante las magnitudes de los caudales en la confluencia de las estructuras hidráulicas existentes, permitiendo que en este sitio solo cruce el caudal de la quebrada La Doctora y no haya incremento por la descarga del caudal de la quebrada La Sabanetica.
De acuerdo con esta propuesta, se conservarían las estructuras existentes en la confluencia actual de las dos quebradas y no habría necesidad de intervenir la vía y demás estructuras, solo sería realizar un seguimiento durante unos cinco años del comportamiento del flujo de agua de la quebrada La Doctora para conocer el funcionamiento de estas estructuras.

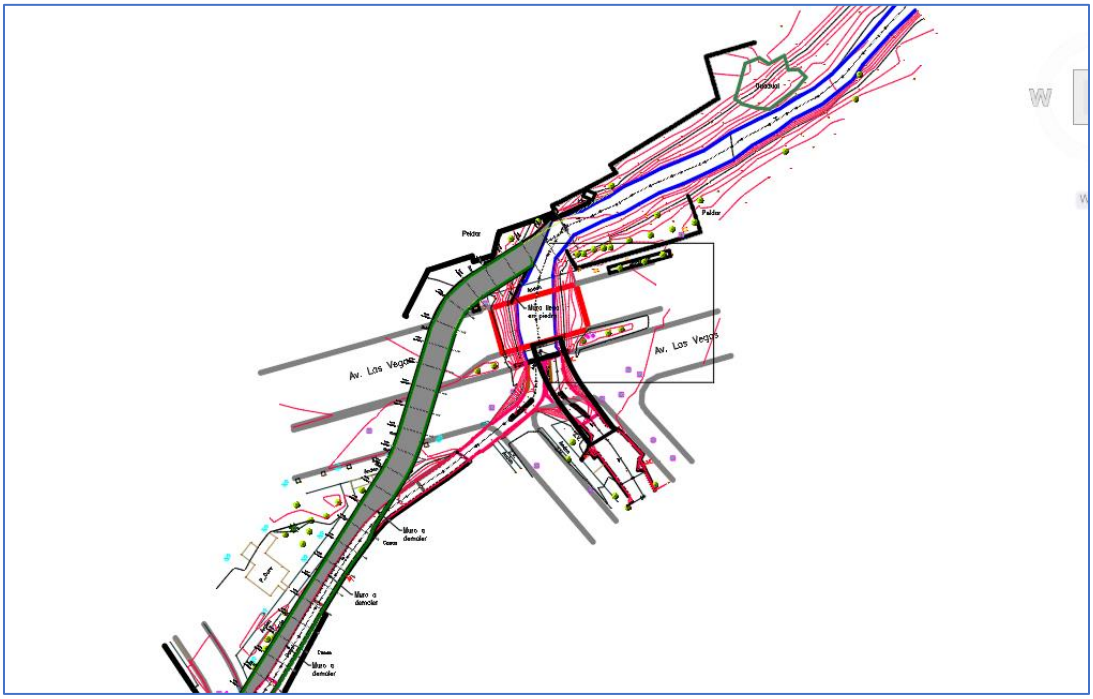


Imagen No 3

Es claro que, desde el punto de vista de intervención en la zona, la alternativa 3 es lama más atractiva, y una vez socializada con los funcionarios de la secretaria de Infraestructura y el señor alcalde, esta alternativa fue la seleccionada.
De forma detallada las estructuras proyectadas consisten en:

Entre abscisas km 0+00 a Km 0+165

Entre estas abscisas se conserva el canal rectangular actual, adicionando en el costado occidental un boxculver de 1.50 m de ancho para mantener la sección de vía actual. Es importante anotar que para permitir que la corriente de agua ingrese al box culvert, el muro existente que dividirá el canal con el box culvert, llevara unas aberturas cada 3.0 m a ejes de 1.0 m por 1.0 m.

Entre abscisas km 0+165 a Km 0+210

En este tramo se le adicionara al canal actual de 3.0 m de ancho un canal de 2.0 m de ancho para aumentar la sección hidráulica a 5.0 m. en este tramo el tabique o muro del canal existente sobre la margen izquierda se deberá demoler para que el canal quede con una única sección rectangular.

Entre abscisas km 0+210 a Km 0+275

Este tramo de estructura hidráulica atravesara la avenida Las Vegas, por lo que se requiere que se construya un box culvert de 5.0 m de ancho y 3.0 metros de altura, aguas debajo de este box culvert se proyectan unos muros de contención sobre la

margen izquierda de la quebrada para proteger dicha margen de la corriente de agua que impactaría con este talud debido a las fuerzas inerciales que lleva el flujo de agua en la curva. Todas las estructuras serán en concreto de 28.0 MPa, dispondrán de filtros laterales para evitar los empujes hidrostáticos y unos pases losas en tuberías de PVC de diámetro 2.0 pulgadas cada 2.0 m para permitir el ingreso directo del agua que del suelo cuando los niveles del agua ascienden.
Según las recomendaciones del estudio de suelos se tiene:

Es de anotar que, para el diseño de las estructuras hidráulicas, se utilizó el estudio de suelos realizado en el año 2009 por la empresa Geotécnica.

En las páginas siguientes se presenta la modelación teniendo en cuenta las obras proyectadas.

4.2. Modelación Condiciones con obras proyectadas.

Se realizará una modelación para el tramo de estudio de la quebrada la Sabanetica y La Doctora con las estructuras hidráulicas proyectadas, localizada en el sector el Plebiscito del municipio de Sabaneta.
Se construirá un sobre ancho en la estructura existente de la quebrada La Sabanetica en el tramo entre la calle 76 B sur y la calle 75 A sur a lo largo de la carrera 47 C sector Plebiscito y un cambio de alineamiento del canal para lograr la confluencia con la Doctora aguas bajo del puente sobre la Avenida Las Vegas, ya que el nivel de las aguas de la quebrada La Doctora en el sitio de confluencia, obliga a que el nivel de la quebrada la Sabanetica sea mas alto para poder garantizar la descarga, este aumento del nivel hace que la quebrada se desborde en este sector del Plebiscito; por tal motivo se requiere de la determinación del nivel máximo de la lámina de agua y la determinación de la incidencia de estas obras en el régimen de flujo en la quebrada.

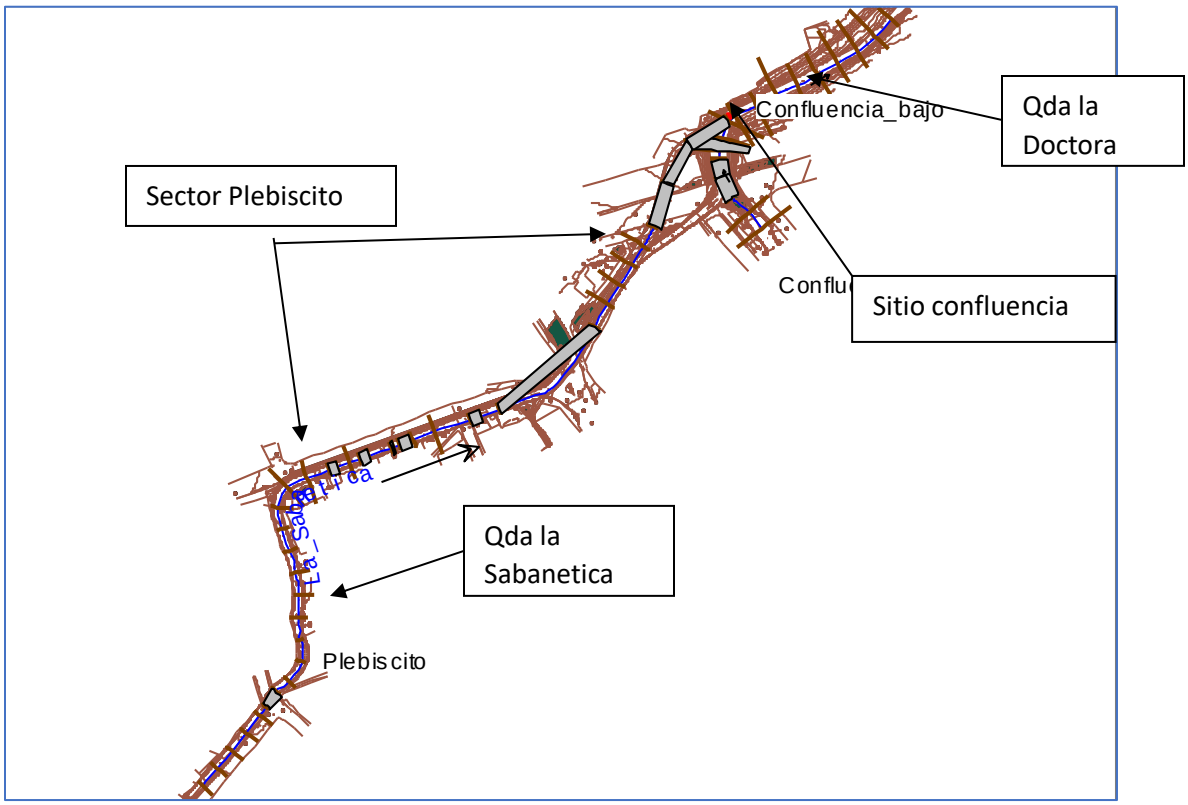


Figura N. 33. *Planta obra proyectada quebrada La Sabanetica sector Plebiscito* ***(Imagen tomada de la modelación con HEC-RAS).***

4.2.1. Coeficientes de expasión y contracción.

Para efectos del presente estudio se considera un coeficiente de expansión y contracción de 0.10 y 0.30, valores sugeridos por el programa.

4.2.2. Condiciones de frontera del modelamiento.

El modelamiento se realizó considerando las siguientes condiciones:

- Régimen de flujo mixto.
- Para el modelo se supusieron como condiciones de contorno la pendiente media de la quebrada tanto aguas arriba como abajo, con el fin que el modelo escoja numéricamente la mejor condición de flujo (supercrítico o subcrítico).
- Se considerará la condición de borde correspondiente a la profundidad normal en el tramo analizado, realizando simulación con régimen Mixto.
- Rugosidades 0.03 en las márgenes, 0.044 en el fondo del lecho y 0.013 en las estructuras de concreto.
- Coeficientes de expansión y contracción 0.10 y 0.30, respectivamente en el canal natural.
- Perfiles de flujo estimados para la condición existente. El análisis se contó con 76 secciones aguas arriba y aguas abajo del sitio del sitio de confluencia para ambas quebradas.

4.2.3. Consideraciones para el diseño.

Se presenta a continuación la modelación hidráulica del canal natural de la quebrada con las nuevas estructuras proyectadas.
Este estudio contempla la modelación del cauce natural y las nuevas estructuras un sobre ancho del canal y box culvert existente y un nuevo canal con otro alineamiento para proyectar la confluencia aguas abajo del puente de la quebrada La Doctora en la Avenida Las Vegas. Para este trabajo se usará el caudal de diseño máximo, el cual corresponde a 46.52 m^3/s para la quebrada La Sabanetica y 95.17 m^3/s para la quebrada La Doctora, correspondiente al caudal obtenido por los diferentes métodos para un periodo de retorno de 100 años mayorado por 1.4. La modelación de las nuevas estructuras sobre el cauce de la quebrada considera la geometría de acuerdo con el levantamiento planimétrico y altimétrico realizado dentro de los diseños del proyecto. Para la modelación hidráulica se empleará el programa HEC RAS, programa sencillo y de fácil manejo que permite visualizar el comportamiento del flujo para el evento y condiciones de flujo considerado.

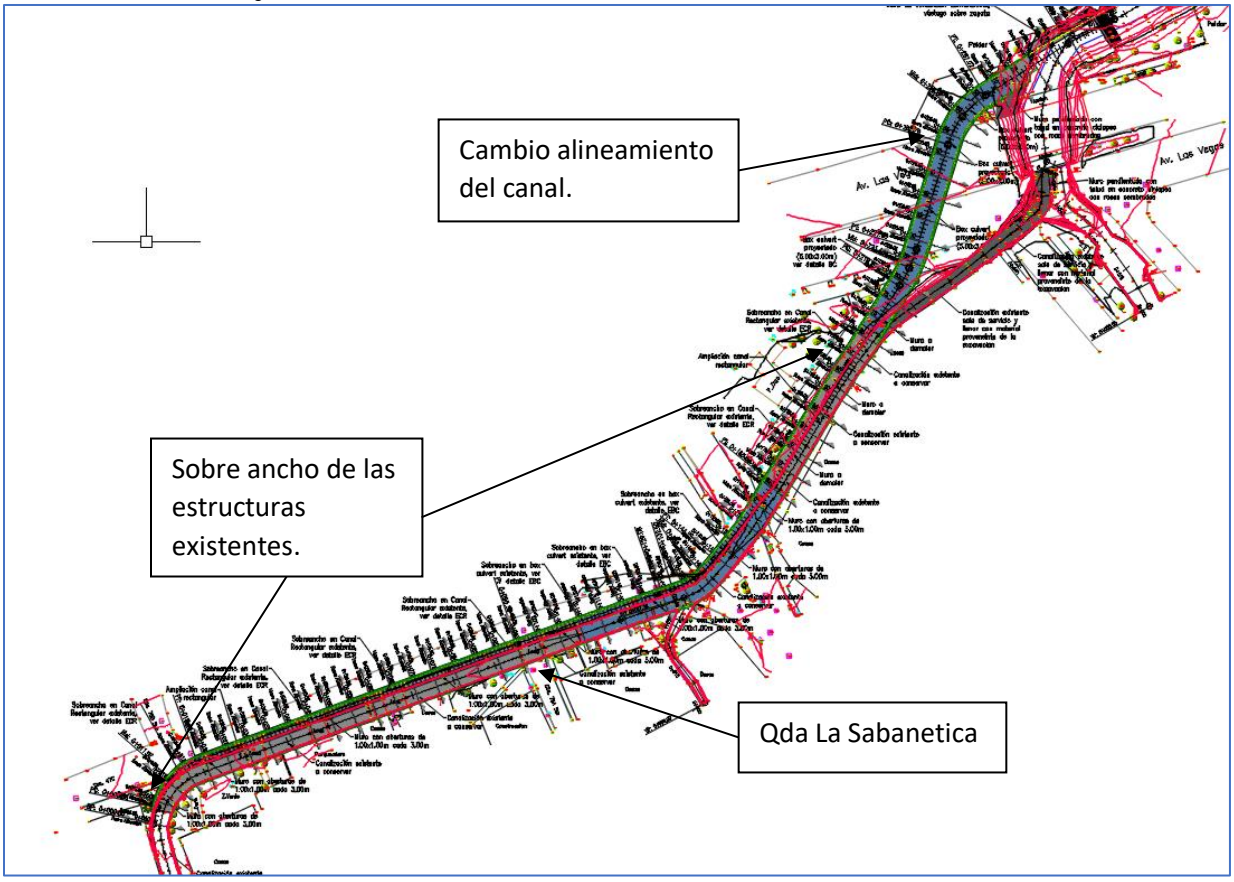


Figura N.° 34. *Planta obras quebrada La Sabanetica* ***(Ver mayor detalle en plano de diseño).***

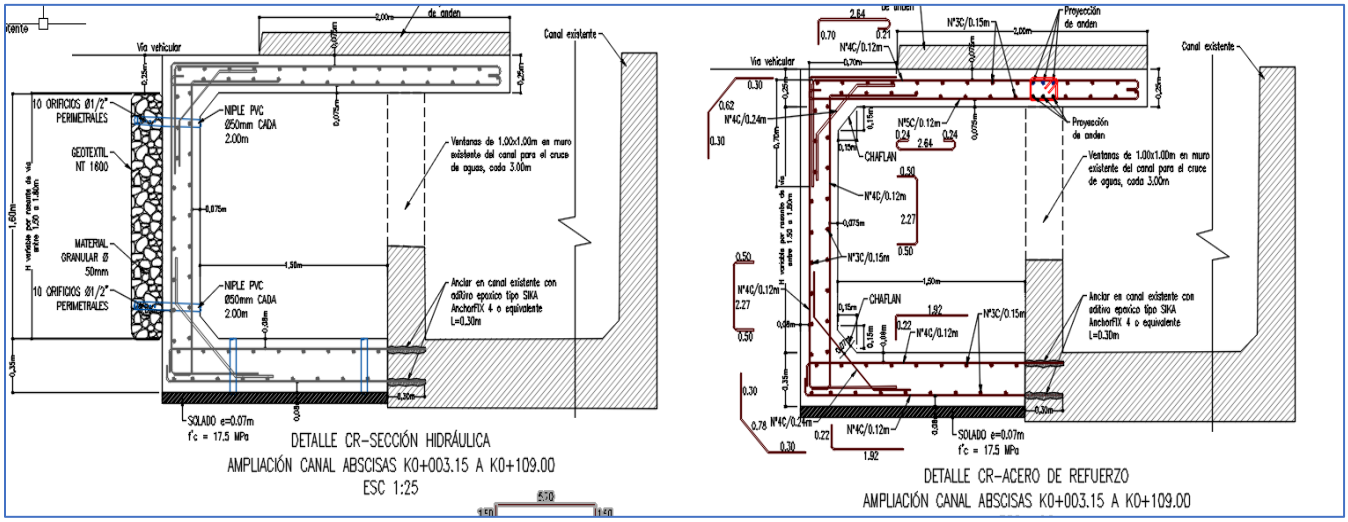


Figura N.° 35. *Sección sobre ancho canal y box culvert* ***(Imagen tomado de Plano de diseño).***

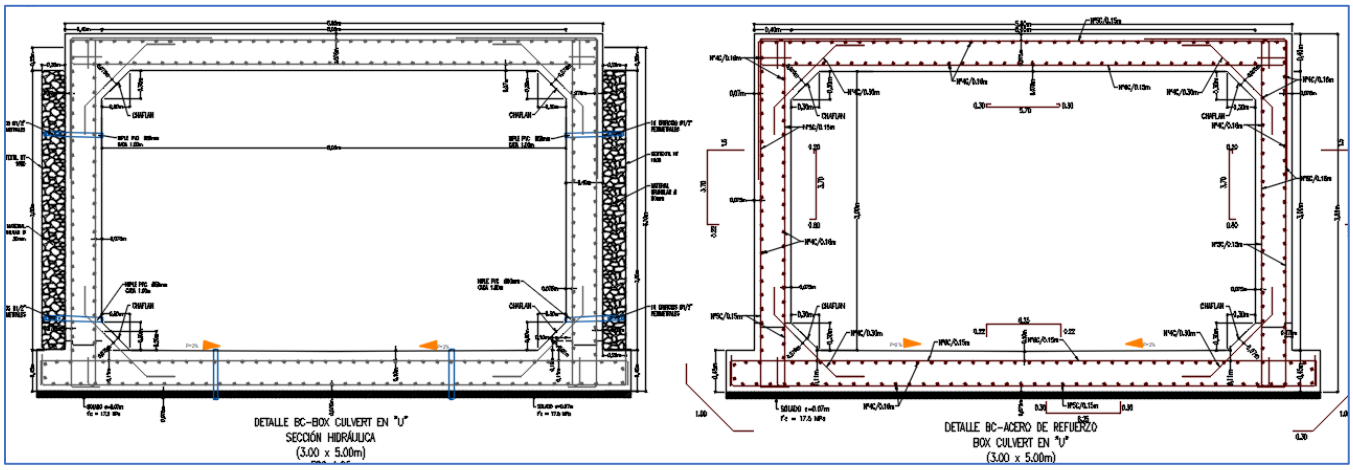


Figura N.° 36. *Sección box culvert para cambio de alineamiento de la quebrada Sabanetica* ***(Imagen tomado de plano de diseño).***

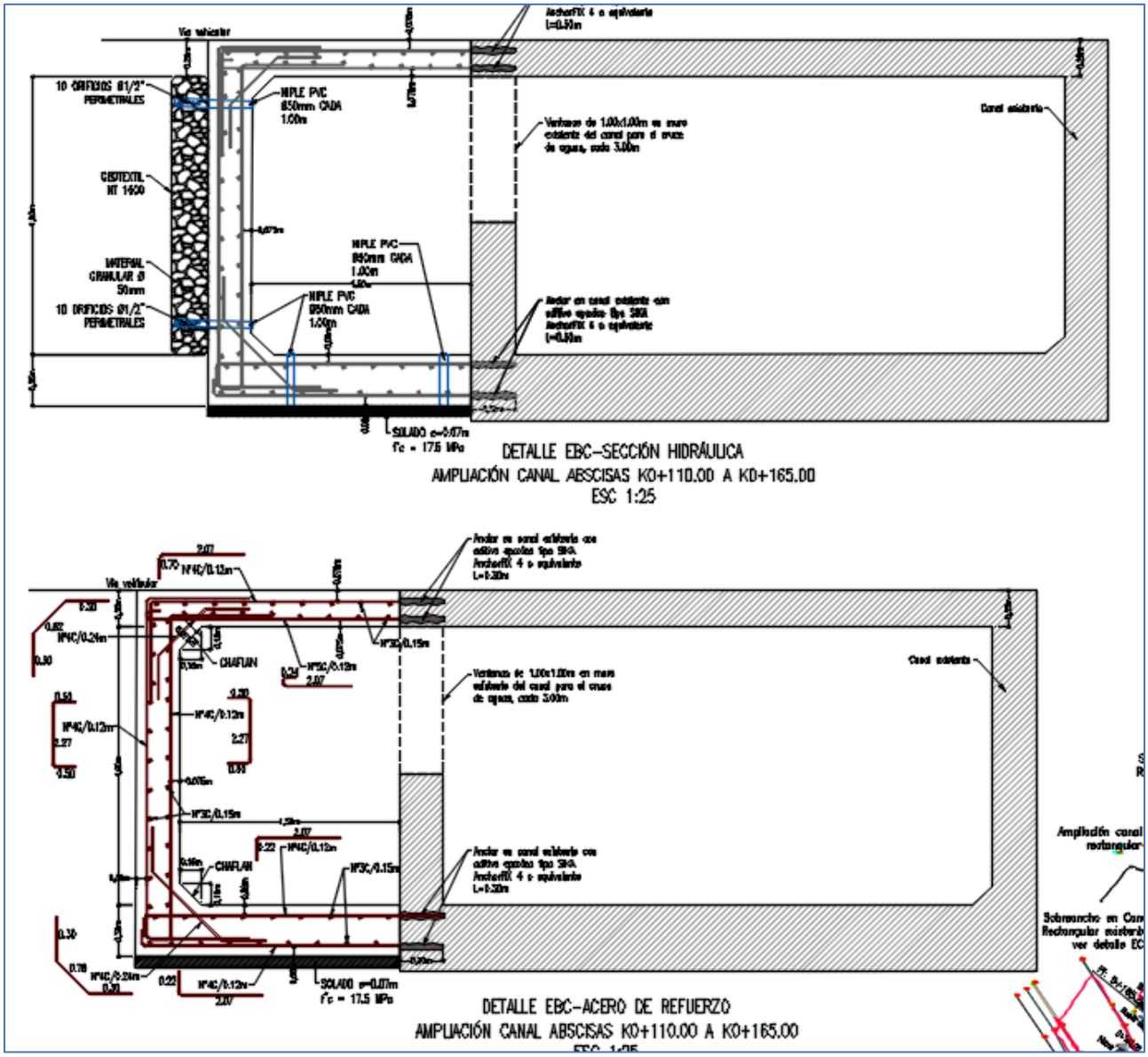


Figura N.° 37. *Sección sobre ancho box culvert de la quebrada Sabanetica* ***(Imagen tomado de plano de diseño).***

A continuación, se presenta una descripción de la obra proyectada, a la cual se le está solicitando la ocupación de cauce.

4.2.4. Resultados Arrojados por la Modelación Utilizando el Programa HEC-RAS.

Quebrada La Doctora

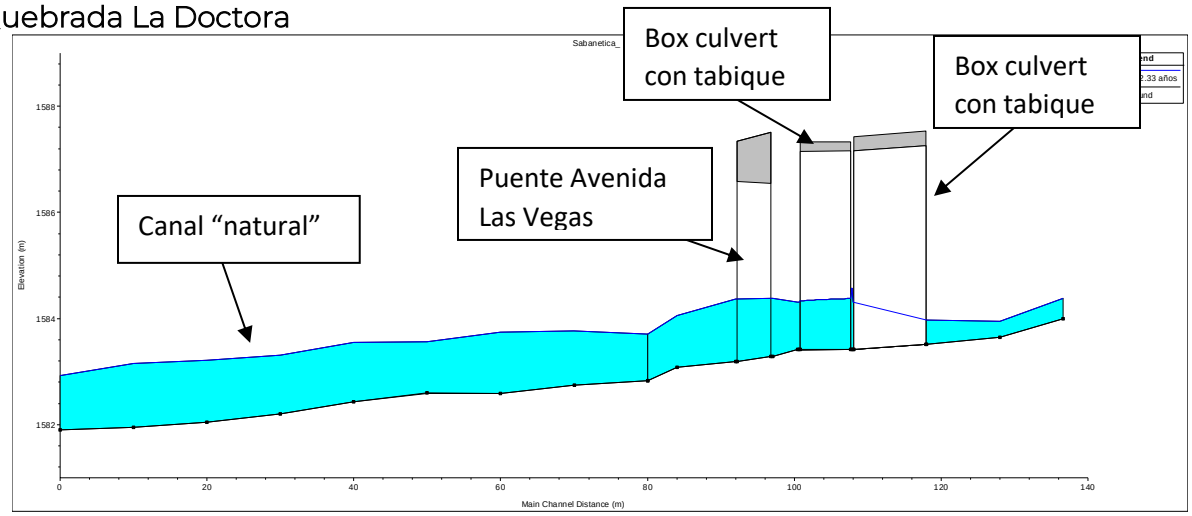


Figura N.° 38. *Perfil Condiciones Proyectadas TR 2.33 años.*

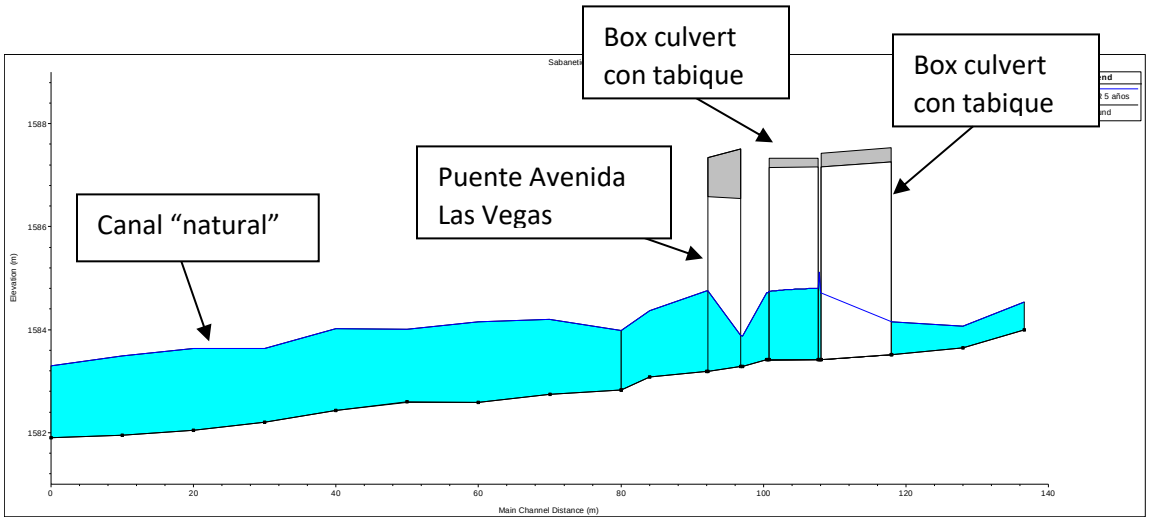


Figura N.° 39. *Perfil Condiciones Proyectadas TR 5 años.*

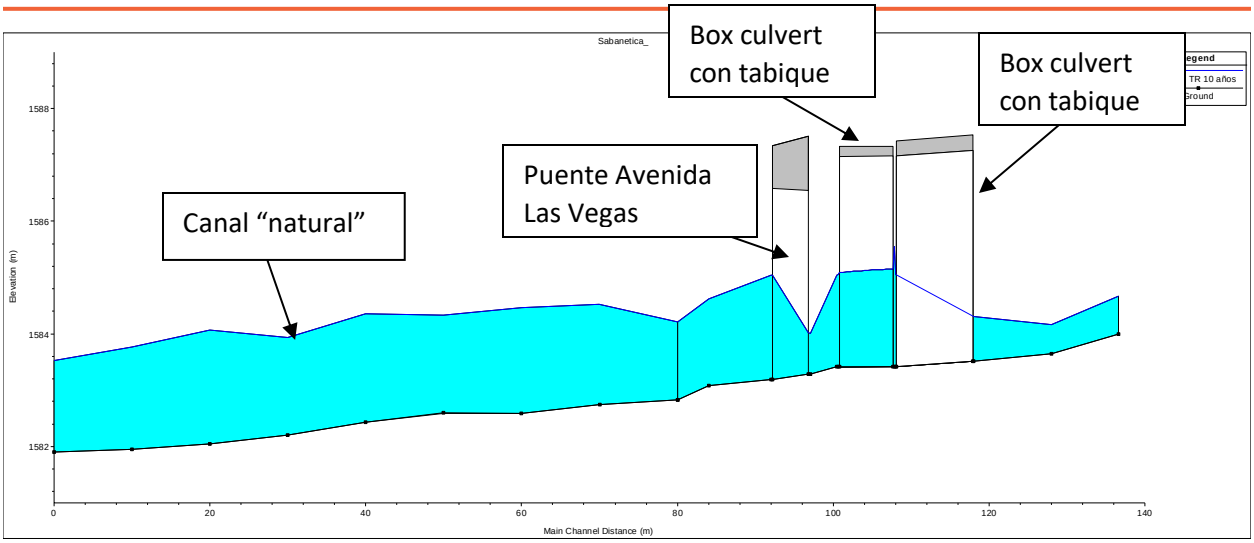


Figura N.° 40. *Perfil Condiciones Proyectadas TR 10 años.*

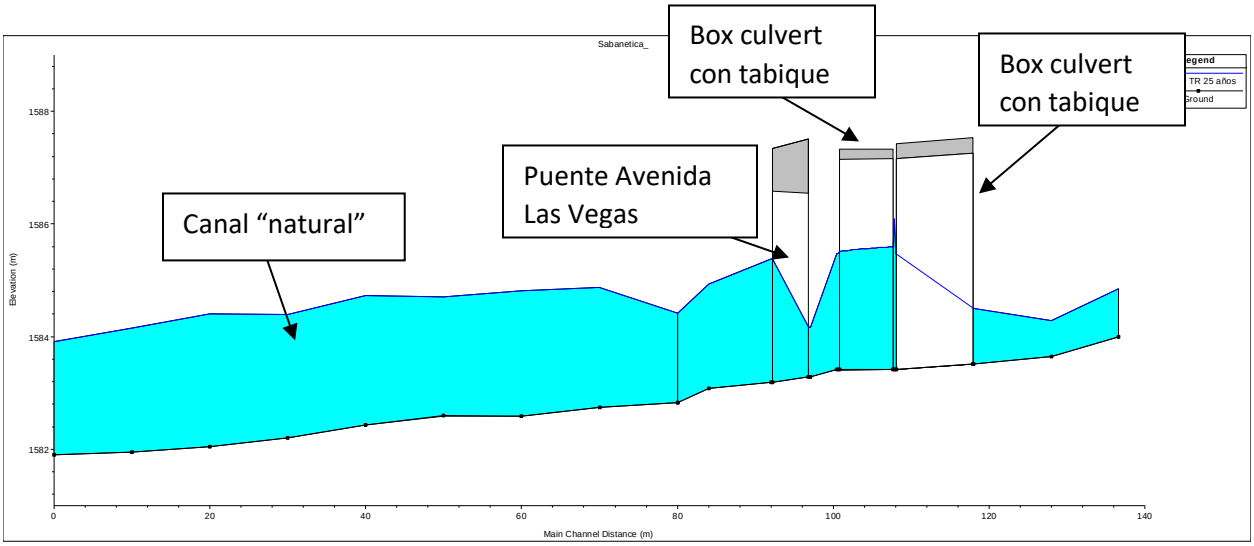


Figura N.° 41. *Perfil Condiciones Proyectadas TR 25 años.*

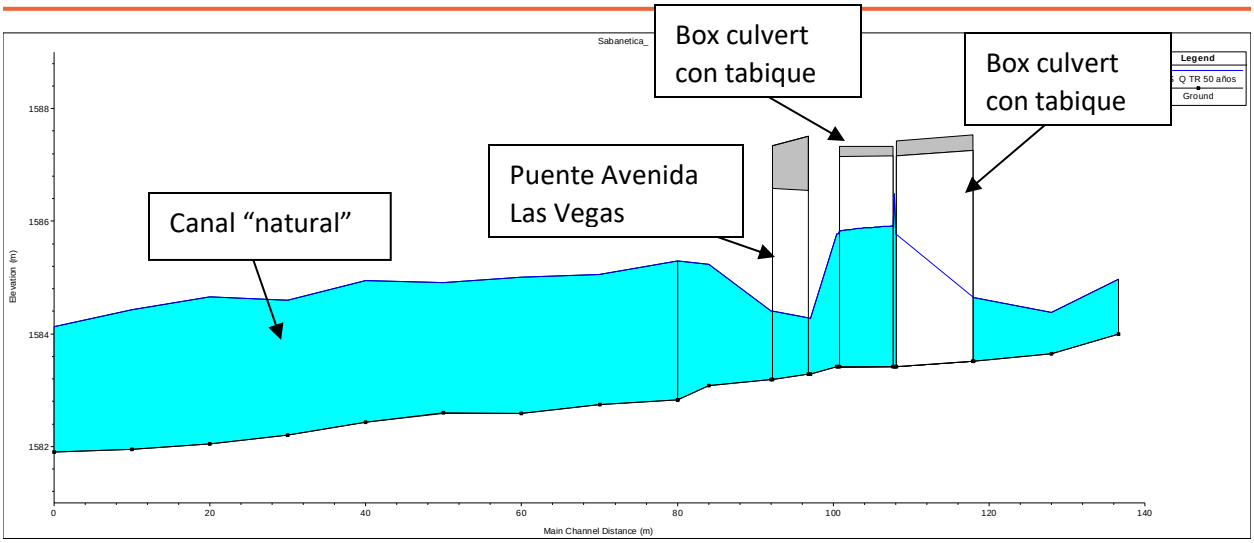


Figura N.° 42. *Perfil Condiciones Proyectadas TR 50 años.*

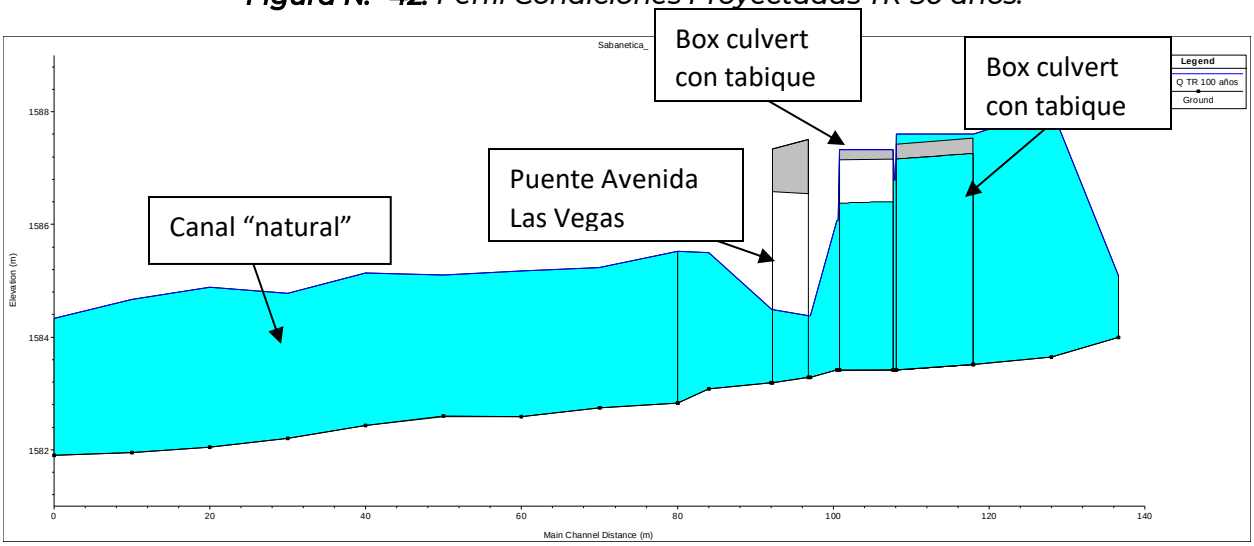


Figura N.° 43. *Perfil Condiciones Proyectadas TR 100 años.*

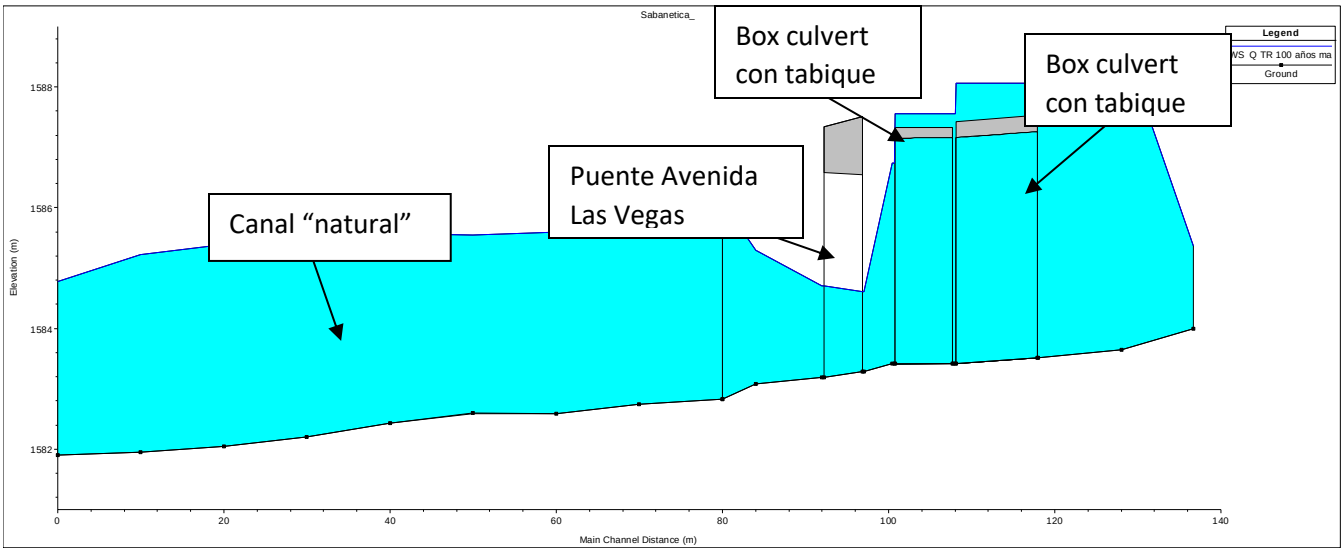


Figura N.° 44. *Perfil Condiciones Proyectadas TR 100 años mayorado por 1.4.*

Obsérvese como el comportamiento hidráulico de la quebrada La Doctora sigue presentando incapacidad hidráulica en las estructuras de cruce conformadas por dos box culvert, uno con un tabique intermedio. Además, podemos ver la capacidad del puente sobre la avenida Las Vegas para evacuar el caudal de diseño de 95.17 m^3/s.

Quebrada La Sabanetica

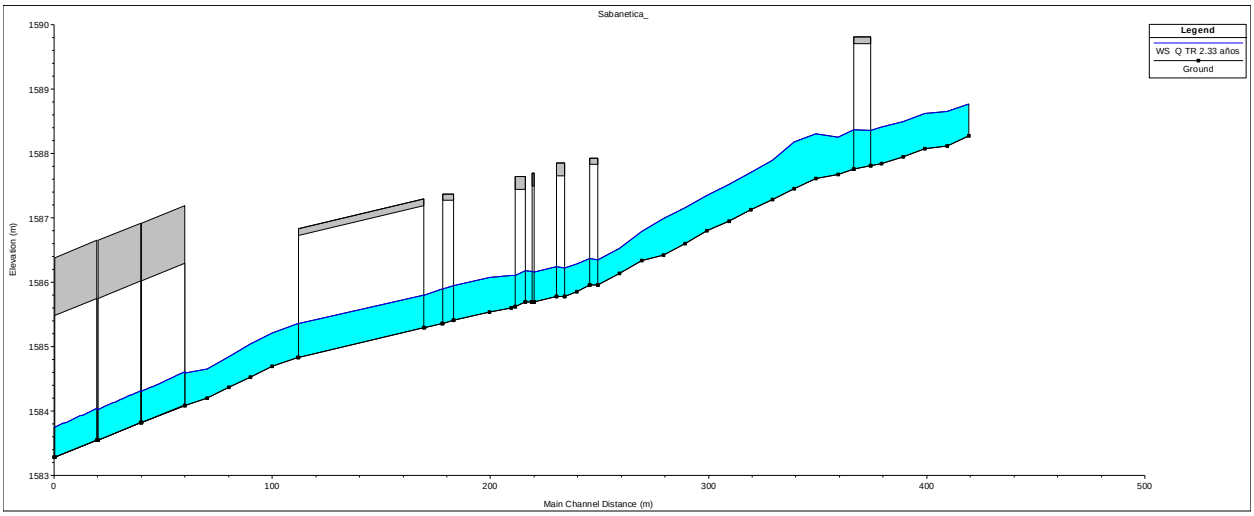


Figura N.° 45. *Perfil Condiciones Proyectadas TR 2.33 años.*

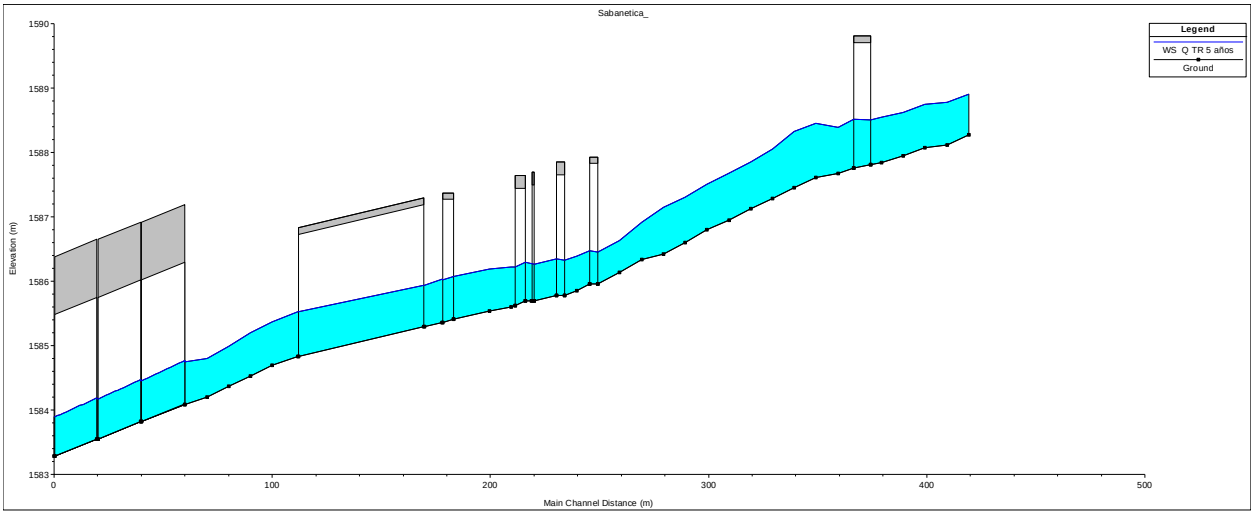


Figura N.° 46. *Perfil Condiciones Proyectadas TR 5 años.*

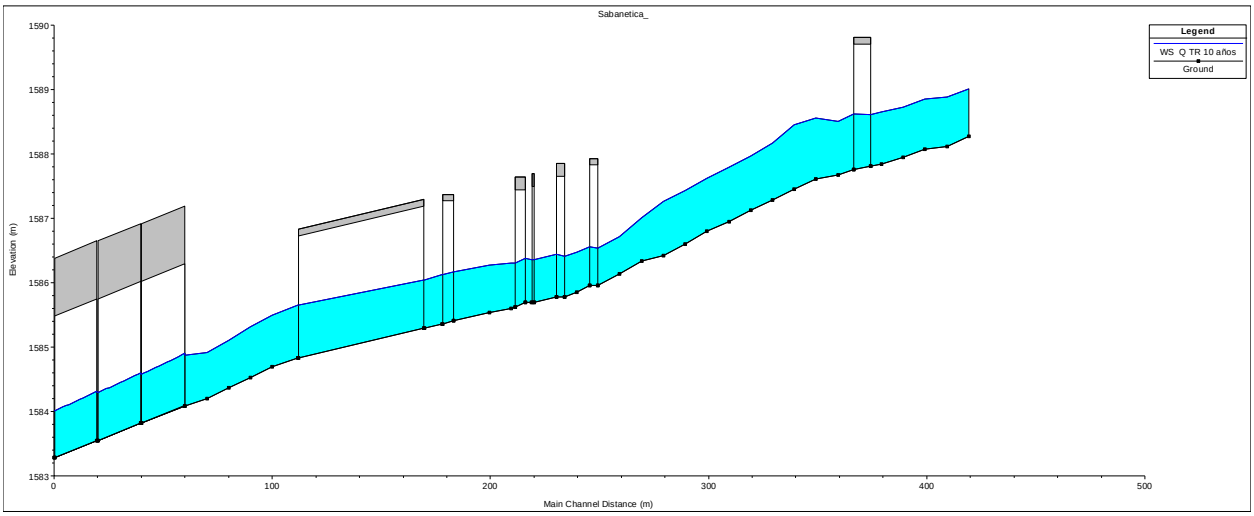


Figura N.° 47. *Perfil Condiciones Proyectadas TR 10 años.*

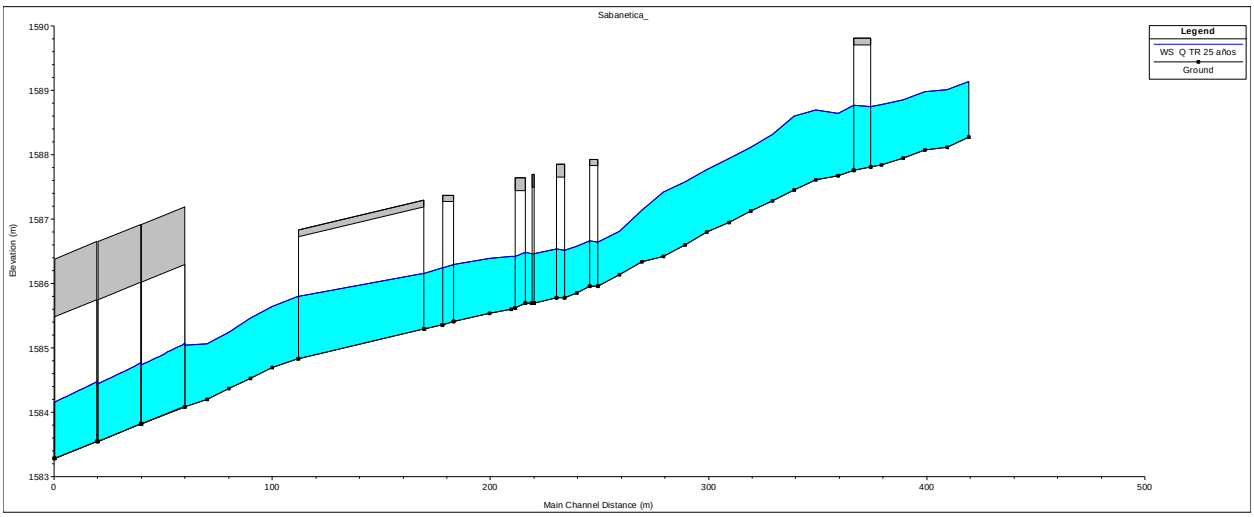


Figura N.° 48. *Perfil Condiciones Proyectadas TR 25 años.*

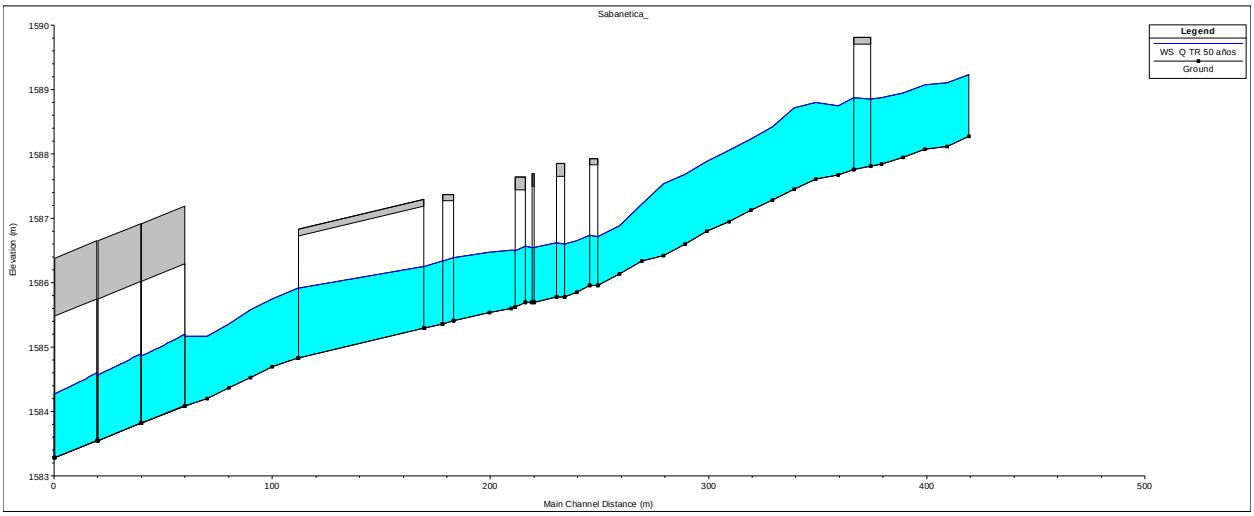


Figura N.° 49. *Perfil Condiciones Proyectadas TR 50 años.*

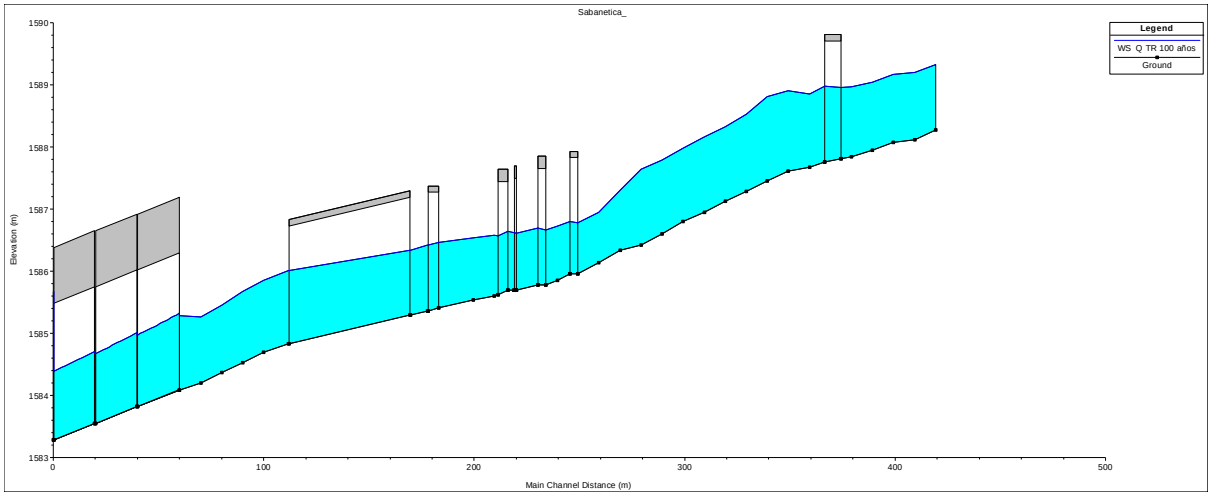


Figura N.° 50. *Perfil Condiciones Proyectadas TR 100 años.*

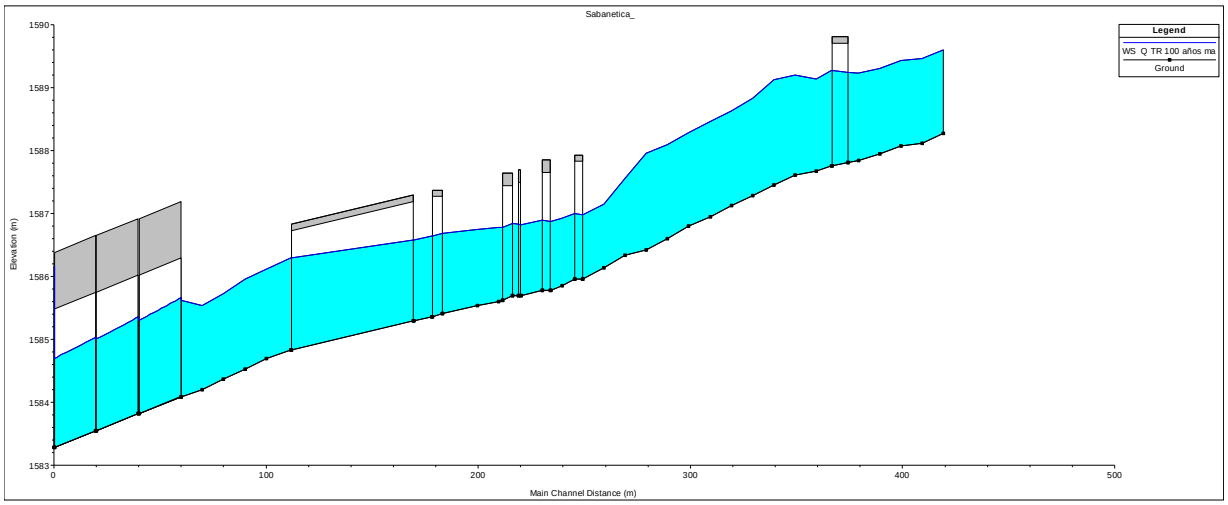


Figura N.° 51. *Perfil Condiciones Proyectadas TR 100 años mayorado por 1.4.*

Obsérvese como el comportamiento hidráulico de la quebrada La Sabanetica con las obras proyectadas como son el sobre ancho en el canal y box culvert existente y el cambio en el alineamiento del canal y box culvert hasta la confluencia con la quebrada la Doctora presenta capacidad hidráulica para evacuar el caudal de diseño de 46.52 m^3/s.

Tabla 42. *Resultados Condiciones Proyectadas – quebrada La Sabanetica y la Doctora- sector Plebiscito.*

River	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)	
La_Sabanetica	Plebiscito	41	Q TR 2.33 años	10.4700	1588.27	1588.77	1589.22	1590.50	0.020006	5.83	1.80	3.79	2.70
La_Sabanetica	Plebiscito	41	Q TR 5 años	15.1500	1588.27	1588.90	1589.47	1591.13	0.020011	6.61	2.29	3.80	2.72
La_Sabanetica	Plebiscito	41	Q TR 10 años	19.2300	1588.27	1589.01	1589.68	1591.61	0.020005	7.15	2.69	3.81	2.72
La_Sabanetica	Plebiscito	41	Q TR 25 años	24.6800	1588.27	1589.14	1589.92	1592.19	0.020036	7.75	3.19	3.83	2.71
La_Sabanetica	Plebiscito	41	Q TR 50 años	29.0400	1588.27	1589.24	1590.11	1592.62	0.020032	8.15	3.56	3.84	2.70
La_Sabanetica	Plebiscito	41	Q TR 100 años	33.2300	1588.27	1589.33	1590.27	1593.00	0.020033	8.49	3.92	3.85	2.69
La_Sabanetica	Plebiscito	41	Q TR 100 años ma	46.5200	1588.27	1589.60	1591.05	1594.06	0.020008	9.35	4.97	3.88	2.64
La_Sabanetica	Plebiscito	40	Q TR 2.33 años	10.4700	1588.11	1588.65	1589.08	1590.29	0.018060	5.67	1.85	3.84	2.61
La_Sabanetica	Plebiscito	40	Q TR 5 años	15.1500	1588.11	1588.78	1589.33	1590.91	0.018464	6.47	2.34	3.86	2.65
La_Sabanetica	Plebiscito	40	Q TR 10 años	19.2300	1588.11	1588.88	1589.53	1591.39	0.018660	7.02	2.74	3.87	2.66
La_Sabanetica	Plebiscito	40	Q TR 25 años	24.6800	1588.11	1589.01	1589.78	1591.97	0.018876	7.63	3.24	3.90	2.67
La_Sabanetica	Plebiscito	40	Q TR 50 años	29.0400	1588.11	1589.11	1589.96	1592.39	0.018949	8.03	3.62	3.91	2.67
La_Sabanetica	Plebiscito	40	Q TR 100 años	33.2300	1588.11	1589.20	1590.13	1592.77	0.019046	8.38	3.96	3.93	2.66
La_Sabanetica	Plebiscito	40	Q TR 100 años ma	46.5200	1588.11	1589.46	1590.83	1593.84	0.019200	9.27	5.02	3.98	2.63
La_Sabanetica	Plebiscito	39	Q TR 2.33 años	10.4700	1588.07	1588.62	1589.02	1590.07	0.015314	5.33	1.96	3.84	2.38
La_Sabanetica	Plebiscito	39	Q TR 5 años	15.1500	1588.07	1588.75	1589.27	1590.68	0.016260	6.16	2.46	3.86	2.47
La_Sabanetica	Plebiscito	39	Q TR 10 años	19.2300	1588.07	1588.85	1589.47	1591.16	0.016759	6.73	2.86	3.88	2.50
La_Sabanetica	Plebiscito	39	Q TR 25 años	24.6800	1588.07	1588.98	1589.71	1591.73	0.017265	7.36	3.35	3.90	2.53
La_Sabanetica	Plebiscito	39	Q TR 50 años	29.0400	1588.07	1589.07	1589.90	1592.15	0.017466	7.77	3.74	3.92	2.54
La_Sabanetica	Plebiscito	39	Q TR 100 años	33.2300	1588.07	1589.16	1590.06	1592.52	0.017643	8.12	4.09	3.93	2.54
La_Sabanetica	Plebiscito	39	Q TR 100 años ma	46.5200	1588.07	1589.43	1590.75	1593.59	0.018094	9.03	5.15	3.98	2.53
La_Sabanetica	Plebiscito	38	Q TR 2.33 años	10.4700	1587.95	1588.49	1588.89	1589.91	0.014727	5.26	1.99	3.87	2.34
La_Sabanetica	Plebiscito	38	Q TR 5 años	15.1500	1587.95	1588.62	1589.14	1590.50	0.015609	6.08	2.49	3.89	2.42
La_Sabanetica	Plebiscito	38	Q TR 10 años	19.2300	1587.95	1588.73	1589.34	1590.97	0.016124	6.64	2.90	3.91	2.46
La_Sabanetica	Plebiscito	38	Q TR 25 años	24.6800	1587.95	1588.85	1589.58	1591.54	0.016656	7.27	3.40	3.93	2.49
La_Sabanetica	Plebiscito	38	Q TR 50 años	29.0400	1587.95	1588.95	1589.76	1591.95	0.016883	7.68	3.78	3.95	2.50
La_Sabanetica	Plebiscito	38	Q TR 100 años	33.2300	1587.95	1589.04	1589.93	1592.33	0.017088	8.03	4.14	3.96	2.51
La_Sabanetica	Plebiscito	38	Q TR 100 años ma	46.5200	1587.95	1589.31	1590.60	1593.38	0.017596	8.94	5.20	4.01	2.50
La_Sabanetica	Plebiscito	37	Q TR 2.33 años	10.4700	1587.85	1588.41	1588.79	1589.74	0.013689	5.10	2.05	3.86	2.23
La_Sabanetica	Plebiscito	37	Q TR 5 años	15.1500	1587.85	1588.54	1589.04	1590.32	0.014654	5.90	2.57	3.88	2.32
La_Sabanetica	Plebiscito	37	Q TR 10 años	19.2300	1587.85	1588.65	1589.24	1590.78	0.015250	6.47	2.97	3.91	2.37
La_Sabanetica	Plebiscito	37	Q TR 25 años	24.6800	1587.85	1588.78	1589.48	1591.34	0.015869	7.09	3.48	3.93	2.41
La_Sabanetica	Plebiscito	37	Q TR 50 años	29.0400	1587.85	1588.88	1589.66	1591.75	0.016170	7.51	3.87	3.96	2.42
La_Sabanetica	Plebiscito	37	Q TR 100 años	33.2300	1587.85	1588.97	1589.83	1592.12	0.016436	7.86	4.23	3.98	2.43
La_Sabanetica	Plebiscito	37	Q TR 100 años ma	46.5200	1587.85	1589.23	1590.48	1593.17	0.017049	8.78	5.30	4.03	2.45
La_Sabanetica	Plebiscito	36.5	Q TR 2.33 años	10.4700	1587.81	1588.36	1588.73	1589.66	0.013388	5.05	2.07	3.75	2.17
La_Sabanetica	Plebiscito	36.5	Q TR 5 años	15.1500	1587.81	1588.50	1588.99	1590.24	0.014299	5.84	2.60	3.75	2.24
La_Sabanetica	Plebiscito	36.5	Q TR 10 años	19.2300	1587.81	1588.61	1589.19	1590.69	0.014877	6.39	3.01	3.75	2.28
La_Sabanetica	Plebiscito	36.5	Q TR 25 años	24.6800	1587.81	1588.75	1589.45	1591.24	0.015427	7.00	3.53	3.75	2.30
La_Sabanetica	Plebiscito	36.5	Q TR 50 años	29.0400	1587.81	1588.86	1589.63	1591.65	0.015759	7.40	3.92	3.75	2.31
La_Sabanetica	Plebiscito	36.5	Q TR 100 años	33.2300	1587.81	1588.95	1589.82	1592.01	0.015971	7.74	4.29	3.75	2.31
La_Sabanetica	Plebiscito	36.5	Q TR 100 años ma	46.5200	1587.81	1589.25	1590.32	1593.04	0.016578	8.63	5.39	3.75	2.30
La_Sabanetica	Plebiscito	36.3		Bridge									
La_Sabanetica	Plebiscito	36	Q TR 2.33 años	10.4700	1587.76	1588.37	1588.71	1589.53	0.010785	4.78	2.19	3.66	1.97
La_Sabanetica	Plebiscito	36	Q TR 5 años	15.1500	1587.76	1588.51	1588.97	1590.09	0.011911	5.57	2.72	3.66	2.06
La_Sabanetica	Plebiscito	36	Q TR 10 años	19.2300	1587.76	1588.63	1589.18	1590.54	0.012624	6.13	3.14	3.67	2.11
La_Sabanetica	Plebiscito	36	Q TR 25 años	24.6800	1587.76	1588.77	1589.45	1591.08	0.013336	6.74	3.66	3.69	2.16
La_Sabanetica	Plebiscito	36	Q TR 50 años	29.0400	1587.76	1588.88	1589.64	1591.48	0.013782	7.15	4.06	3.70	2.18
La_Sabanetica	Plebiscito	36	Q TR 100 años	33.2300	1587.76	1588.98	1589.81	1591.84	0.014079	7.49	4.44	3.71	2.18
La_Sabanetica	Plebiscito	36	Q TR 100 años ma	46.5200	1587.76	1589.28	1590.36	1592.86	0.014897	8.39	5.55	3.72	2.19

Tabla 43.*Continuación Resultados Condiciones Proyectadas – quebrada La Sabanetica y la Doctora- sector Plebiscito.*

River	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)	
La_Sabanetica	Plebiscito	35	Q TR 2.33 años	10.4700	1587.67	1588.25	1588.60	1589.45	0.011392	4.84	2.17	3.78	2.04
La_Sabanetica	Plebiscito	35	Q TR 5 años	15.1500	1587.67	1588.40	1588.86	1590.00	0.012368	5.62	2.70	3.79	2.12
La_Sabanetica	Plebiscito	35	Q TR 10 años	19.2300	1587.67	1588.51	1589.06	1590.44	0.013003	6.16	3.12	3.79	2.17
La_Sabanetica	Plebiscito	35	Q TR 25 años	24.6800	1587.67	1588.65	1589.31	1590.98	0.013633	6.77	3.65	3.79	2.20
La_Sabanetica	Plebiscito	35	Q TR 50 años	29.0400	1587.67	1588.75	1589.49	1591.38	0.014037	7.18	4.04	3.80	2.22
La_Sabanetica	Plebiscito	35	Q TR 100 años	33.2300	1587.67	1588.85	1589.67	1591.73	0.014306	7.52	4.42	3.80	2.23
La_Sabanetica	Plebiscito	35	Q TR 100 años ma	46.5200	1587.67	1589.14	1590.33	1592.75	0.015059	8.42	5.53	3.80	2.23
La_Sabanetica	Plebiscito	34	Q TR 2.33 años	10.4700	1587.61	1588.31	1588.59	1589.28	0.008341	4.37	2.39	3.77	1.75
La_Sabanetica	Plebiscito	34	Q TR 5 años	15.1500	1587.61	1588.45	1588.85	1589.82	0.009734	5.19	2.92	3.77	1.88
La_Sabanetica	Plebiscito	34	Q TR 10 años	19.2300	1587.61	1588.56	1589.06	1590.26	0.010647	5.77	3.33	3.77	1.96
La_Sabanetica	Plebiscito	34	Q TR 25 años	24.6800	1587.61	1588.70	1589.30	1590.78	0.011487	6.39	3.86	3.77	2.02
La_Sabanetica	Plebiscito	34	Q TR 50 años	29.0400	1587.61	1588.81	1589.49	1591.17	0.012018	6.81	4.26	3.77	2.05
La_Sabanetica	Plebiscito	34	Q TR 100 años	33.2300	1587.61	1588.91	1589.66	1591.52	0.012389	7.16	4.64	3.77	2.06
La_Sabanetica	Plebiscito	34	Q TR 100 años ma	46.5200	1587.61	1589.20	1590.22	1592.52	0.013365	8.07	5.76	3.78	2.09
La_Sabanetica	Plebiscito	33	Q TR 2.33 años	10.4700	1587.46	1588.18	1588.48	1589.20	0.008598	4.47	2.34	3.67	1.78
La_Sabanetica	Plebiscito	33	Q TR 5 años	15.1500	1587.46	1588.33	1588.74	1589.72	0.009634	5.23	2.90	3.67	1.88
La_Sabanetica	Plebiscito	33	Q TR 10 años	19.2300	1587.46	1588.45	1588.95	1590.15	0.010415	5.78	3.33	3.68	1.94
La_Sabanetica	Plebiscito	33	Q TR 25 años	24.6800	1587.46	1588.60	1589.20	1590.66	0.011099	6.37	3.87	3.68	1.98
La_Sabanetica	Plebiscito	33	Q TR 50 años	29.0400	1587.46	1588.71	1589.39	1591.04	0.011519	6.76	4.29	3.68	2.00
La_Sabanetica	Plebiscito	33	Q TR 100 años	33.2300	1587.46	1588.82	1589.57	1591.39	0.011887	7.11	4.68	3.69	2.01
La_Sabanetica	Plebiscito	33	Q TR 100 años ma	46.5200	1587.46	1589.13	1590.10	1592.37	0.012737	7.98	5.83	3.70	2.03
La_Sabanetica	Plebiscito	32	Q TR 2.33 años	10.4700	1587.29	1587.90	1588.24	1589.08	0.011052	4.82	2.17	3.78	2.03
La_Sabanetica	Plebiscito	32	Q TR 5 años	15.1500	1587.29	1588.05	1588.50	1589.60	0.011532	5.53	2.74	3.79	2.07
La_Sabanetica	Plebiscito	32	Q TR 10 años	19.2300	1587.29	1588.16	1588.70	1590.02	0.012003	6.04	3.18	3.79	2.10
La_Sabanetica	Plebiscito	32	Q TR 25 años	24.6800	1587.29	1588.31	1588.95	1590.53	0.012433	6.60	3.74	3.79	2.12
La_Sabanetica	Plebiscito	32	Q TR 50 años	29.0400	1587.29	1588.42	1589.14	1590.91	0.012719	6.98	4.16	3.80	2.13
La_Sabanetica	Plebiscito	32	Q TR 100 años	33.2300	1587.29	1588.52	1589.48	1591.25	0.012998	7.32	4.54	3.80	2.14
La_Sabanetica	Plebiscito	32	Q TR 100 años ma	46.5200	1587.29	1588.83	1589.96	1592.22	0.013612	8.16	5.70	3.81	2.13
La_Sabanetica	Plebiscito	31	Q TR 2.33 años	10.4700	1587.12	1587.70	1588.06	1588.96	0.012396	4.97	2.11	3.81	2.13
La_Sabanetica	Plebiscito	31	Q TR 5 años	15.1500	1587.12	1587.86	1588.32	1589.48	0.012560	5.64	2.69	3.81	2.14
La_Sabanetica	Plebiscito	31	Q TR 10 años	19.2300	1587.12	1587.97	1588.52	1589.89	0.012897	6.14	3.13	3.82	2.17
La_Sabanetica	Plebiscito	31	Q TR 25 años	24.6800	1587.12	1588.12	1588.76	1590.40	0.013204	6.69	3.69	3.83	2.18
La_Sabanetica	Plebiscito	31	Q TR 50 años	29.0400	1587.12	1588.23	1588.99	1590.77	0.013399	7.06	4.11	3.84	2.18
La_Sabanetica	Plebiscito	31	Q TR 100 años	33.2300	1587.12	1588.33	1589.34	1591.11	0.013637	7.39	4.50	3.85	2.18
La_Sabanetica	Plebiscito	31	Q TR 100 años ma	46.5200	1587.12	1588.63	1589.77	1592.08	0.014139	8.23	5.65	3.86	2.17
La_Sabanetica	Plebiscito	30	Q TR 2.33 años	10.4700	1586.95	1587.52	1587.89	1588.83	0.012995	5.07	2.07	3.76	2.18
La_Sabanetica	Plebiscito	30	Q TR 5 años	15.1500	1586.95	1587.67	1588.15	1589.34	0.012976	5.73	2.65	3.77	2.18
La_Sabanetica	Plebiscito	30	Q TR 10 años	19.2300	1586.95	1587.79	1588.35	1589.76	0.013177	6.21	3.10	3.78	2.19
La_Sabanetica	Plebiscito	30	Q TR 25 años	24.6800	1586.95	1587.94	1588.60	1590.26	0.013409	6.75	3.66	3.79	2.19
La_Sabanetica	Plebiscito	30	Q TR 50 años	29.0400	1586.95	1588.05	1588.85	1590.63	0.013559	7.11	4.08	3.79	2.19
La_Sabanetica	Plebiscito	30	Q TR 100 años	33.2300	1586.95	1588.15	1589.15	1590.97	0.013754	7.44	4.47	3.80	2.19
La_Sabanetica	Plebiscito	30	Q TR 100 años ma	46.5200	1586.95	1588.46	1589.51	1591.93	0.014177	8.26	5.63	3.82	2.17
La_Sabanetica	Plebiscito	29	Q TR 2.33 años	10.4700	1586.80	1587.35	1587.73	1588.69	0.013513	5.13	2.04	3.78	2.23
La_Sabanetica	Plebiscito	29	Q TR 5 años	15.1500	1586.80	1587.50	1587.98	1589.21	0.013419	5.78	2.62	3.78	2.22
La_Sabanetica	Plebiscito	29	Q TR 10 años	19.2300	1586.80	1587.62	1588.19	1589.62	0.013547	6.26	3.07	3.79	2.22
La_Sabanetica	Plebiscito	29	Q TR 25 años	24.6800	1586.80	1587.77	1588.44	1590.12	0.013706	6.79	3.63	3.80	2.22
La_Sabanetica	Plebiscito	29	Q TR 50 años	29.0400	1586.80	1587.88	1588.67	1590.49	0.013842	7.16	4.06	3.80	2.21
La_Sabanetica	Plebiscito	29	Q TR 100 años	33.2300	1586.80	1587.98	1588.89	1590.83	0.013995	7.48	4.44	3.81	2.21
La_Sabanetica	Plebiscito	29	Q TR 100 años ma	46.5200	1586.80	1588.29	1589.37	1591.79	0.014336	8.28	5.62	3.83	2.18

Tabla 44.*Continuación Resultados Condiciones Proyectadas – quebrada La Sabanetica y la Doctora- sector Plebiscito.*

River	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)	
La_Sabanetica	Plebiscito	28	Q TR 2.33 años	10.4700	1586.60	1587.16	1587.55	1588.54	0.014063	5.22	2.01	3.77	2.28
La_Sabanetica	Plebiscito	28	Q TR 5 años	15.1500	1586.60	1587.31	1587.80	1589.06	0.013833	5.87	2.58	3.78	2.27
La_Sabanetica	Plebiscito	28	Q TR 10 años	19.2300	1586.60	1587.43	1588.00	1589.48	0.013871	6.34	3.03	3.78	2.26
La_Sabanetica	Plebiscito	28	Q TR 25 años	24.6800	1586.60	1587.58	1588.25	1589.98	0.013944	6.86	3.60	3.79	2.25
La_Sabanetica	Plebiscito	28	Q TR 50 años	29.0400	1586.60	1587.69	1588.45	1590.35	0.014038	7.22	4.02	3.80	2.24
La_Sabanetica	Plebiscito	28	Q TR 100 años	33.2300	1586.60	1587.79	1588.69	1590.68	0.014157	7.53	4.41	3.80	2.23
La_Sabanetica	Plebiscito	28	Q TR 100 años ma	46.5200	1586.60	1588.10	1589.19	1591.64	0.014452	8.34	5.58	3.82	2.20
La_Sabanetica	Plebiscito	27	Q TR 2.33 años	10.4700	1586.42	1586.99	1587.39	1588.40	0.014267	5.26	1.99	3.70	2.29
La_Sabanetica	Plebiscito	27	Q TR 5 años	15.1500	1586.42	1587.15	1587.64	1588.92	0.013987	5.91	2.57	3.71	2.27
La_Sabanetica	Plebiscito	27	Q TR 10 años	19.2300	1586.42	1587.27	1587.85	1589.34	0.013990	6.37	3.02	3.71	2.25
La_Sabanetica	Plebiscito	27	Q TR 25 años	24.6800	1586.42	1587.42	1588.10	1589.83	0.014006	6.88	3.59	3.71	2.23
La_Sabanetica	Plebiscito	27	Q TR 50 años	29.0400	1586.42	1587.54	1588.30	1590.21	0.014088	7.24	4.01	3.71	2.22
La_Sabanetica	Plebiscito	27	Q TR 100 años	33.2300	1586.42	1587.64	1588.70	1590.54	0.014189	7.54	4.40	3.71	2.21
La_Sabanetica	Plebiscito	27	Q TR 100 años ma	46.5200	1586.42	1587.96	1589.14	1591.50	0.014465	8.33	5.58	3.72	2.17
La_Sabanetica	Plebiscito	26	Q TR 2.33 años	10.4700	1586.34	1586.79	1587.17	1588.22	0.021384	5.31	1.97	4.48	2.55
La_Sabanetica	Plebiscito	26	Q TR 5 años	15.1500	1586.34	1586.91	1587.40	1588.74	0.021769	6.00	2.53	4.49	2.55
La_Sabanetica	Plebiscito	26	Q TR 10 años	19.2300	1586.34	1587.01	1587.58	1589.15	0.022252	6.49	2.96	4.49	2.55
La_Sabanetica	Plebiscito	26	Q TR 25 años	24.6800	1586.34	1587.13	1587.98	1589.65	0.022773	7.03	3.51	4.50	2.54
La_Sabanetica	Plebiscito	26	Q TR 50 años	29.0400	1586.34	1587.22	1588.25	1590.01	0.023219	7.40	3.92	4.51	2.53
La_Sabanetica	Plebiscito	26	Q TR 100 años	33.2300	1586.34	1587.31	1588.39	1590.35	0.023656	7.72	4.30	4.51	2.52
La_Sabanetica	Plebiscito	26	Q TR 100 años ma	46.5200	1586.34	1587.56	1588.62	1591.29	0.024843	8.56	5.43	4.53	2.49
La_Sabanetica	Plebiscito	25	Q TR 2.33 años	10.4700	1586.14	1586.53	1586.90	1587.99	0.024604	5.36	1.95	5.28	2.82
La_Sabanetica	Plebiscito	25	Q TR 5 años	15.1500	1586.14	1586.63	1587.10	1588.51	0.024638	6.07	2.50	5.30	2.82
La_Sabanetica	Plebiscito	25	Q TR 10 años	19.2300	1586.14	1586.71	1587.26	1588.91	0.025509	6.57	2.93	5.46	2.87
La_Sabanetica	Plebiscito	25	Q TR 25 años	24.6800	1586.14	1586.81	1587.45	1589.40	0.024901	7.13	3.46	5.47	2.86
La_Sabanetica	Plebiscito	25	Q TR 50 años	29.0400	1586.14	1586.88	1587.59	1589.77	0.024529	7.52	3.86	5.47	2.86
La_Sabanetica	Plebiscito	25	Q TR 100 años	33.2300	1586.14	1586.95	1587.75	1590.09	0.024246	7.86	4.23	5.47	2.85
La_Sabanetica	Plebiscito	25	Q TR 100 años ma	46.5200	1586.14	1587.15	1588.37	1591.03	0.023496	8.73	5.33	5.47	2.82
La_Sabanetica	Plebiscito	24	Q TR 2.33 años	10.4700	1585.96	1586.35	1586.71	1587.73	0.022419	5.21	2.01	5.27	2.69
La_Sabanetica	Plebiscito	24	Q TR 5 años	15.1500	1585.96	1586.45	1586.91	1588.24	0.022861	5.93	2.56	5.28	2.72
La_Sabanetica	Plebiscito	24	Q TR 10 años	19.2300	1585.96	1586.54	1587.07	1588.64	0.023124	6.42	2.99	5.30	2.73
La_Sabanetica	Plebiscito	24	Q TR 25 años	24.6800	1585.96	1586.64	1587.27	1589.13	0.023593	6.99	3.53	5.31	2.74
La_Sabanetica	Plebiscito	24	Q TR 50 años	29.0400	1585.96	1586.71	1587.41	1589.49	0.024569	7.38	3.94	5.52	2.79
La_Sabanetica	Plebiscito	24	Q TR 100 años	33.2300	1585.96	1586.78	1587.54	1589.82	0.024393	7.72	4.30	5.53	2.79
La_Sabanetica	Plebiscito	24	Q TR 100 años ma	46.5200	1585.96	1586.98	1587.94	1590.77	0.023984	8.63	5.39	5.53	2.79
La_Sabanetica	Plebiscito	23.8		Bridge									
La_Sabanetica	Plebiscito	23.5	Q TR 2.33 años	10.4700	1585.96	1586.37	1586.71	1587.62	0.019136	4.94	2.12	5.27	2.49
La_Sabanetica	Plebiscito	23.5	Q TR 5 años	15.1500	1585.96	1586.47	1586.91	1588.12	0.020230	5.69	2.66	5.29	2.56
La_Sabanetica	Plebiscito	23.5	Q TR 10 años	19.2300	1585.96	1586.56	1587.07	1588.51	0.020790	6.19	3.11	5.30	2.58
La_Sabanetica	Plebiscito	23.5	Q TR 25 años	24.6800	1585.96	1586.66	1587.27	1589.00	0.021578	6.77	3.64	5.32	2.61
La_Sabanetica	Plebiscito	23.5	Q TR 50 años	29.0400	1585.96	1586.73	1587.41	1589.35	0.022469	7.17	4.05	5.52	2.67
La_Sabanetica	Plebiscito	23.5	Q TR 100 años	33.2300	1585.96	1586.80	1587.54	1589.69	0.022538	7.52	4.42	5.53	2.69
La_Sabanetica	Plebiscito	23.5	Q TR 100 años ma	46.5200	1585.96	1587.00	1587.93	1590.64	0.022554	8.45	5.50	5.53	2.71
La_Sabanetica	Plebiscito	23	Q TR 2.33 años	10.4700	1585.86	1586.29	1586.62	1587.50	0.018237	4.87	2.15	5.30	2.44
La_Sabanetica	Plebiscito	23	Q TR 5 años	15.1500	1585.86	1586.39	1586.82	1587.99	0.019259	5.61	2.70	5.30	2.51
La_Sabanetica	Plebiscito	23	Q TR 10 años	19.2300	1585.86	1586.48	1586.98	1588.38	0.019857	6.11	3.15	5.31	2.53
La_Sabanetica	Plebiscito	23	Q TR 25 años	24.6800	1585.86	1586.58	1587.19	1588.86	0.020654	6.69	3.69	5.32	2.56
La_Sabanetica	Plebiscito	23	Q TR 50 años	29.0400	1585.86	1586.66	1587.33	1589.20	0.021124	7.07	4.11	5.33	2.57
La_Sabanetica	Plebiscito	23	Q TR 100 años	33.2300	1585.86	1586.72	1587.46	1589.54	0.021728	7.43	4.47	5.34	2.59
La_Sabanetica	Plebiscito	23	Q TR 100 años ma	46.5200	1585.86	1586.93	1587.85	1590.48	0.023164	8.35	5.57	5.37	2.62

Tabla 45.*Continuación Resultados Condiciones Proyectadas – quebrada La Sabanetica y la Doctora- sector Plebiscito.*

River	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)	
La_Sabanetica	Plebiscito	22.5	Q TR 2.33 años	10.4700	1585.78	1586.22	1586.54	1587.38	0.017444	4.77	2.19	5.29	2.37
La_Sabanetica	Plebiscito	22.5	Q TR 5 años	15.1500	1585.78	1586.33	1586.75	1587.87	0.018510	5.50	2.76	5.29	2.43
La_Sabanetica	Plebiscito	22.5	Q TR 10 años	19.2300	1585.78	1586.41	1586.92	1588.25	0.019170	6.00	3.20	5.29	2.46
La_Sabanetica	Plebiscito	22.5	Q TR 25 años	24.6800	1585.78	1586.52	1587.11	1588.72	0.019999	6.57	3.75	5.29	2.49
La_Sabanetica	Plebiscito	22.5	Q TR 50 años	29.0400	1585.78	1586.60	1587.26	1589.07	0.020502	6.96	4.17	5.30	2.50
La_Sabanetica	Plebiscito	22.5	Q TR 100 años	33.2300	1585.78	1586.67	1587.39	1589.39	0.021110	7.31	4.54	5.30	2.52
La_Sabanetica	Plebiscito	22.5	Q TR 100 años ma	46.5200	1585.78	1586.87	1587.78	1590.32	0.022571	8.23	5.65	5.50	2.59
La_Sabanetica	Plebiscito	22.3		Bridge									
La_Sabanetica	Plebiscito	22	Q TR 2.33 años	10.4700	1585.78	1586.25	1586.54	1587.29	0.014813	4.52	2.32	5.29	2.18
La_Sabanetica	Plebiscito	22	Q TR 5 años	15.1500	1585.78	1586.35	1586.76	1587.77	0.016333	5.27	2.87	5.29	2.28
La_Sabanetica	Plebiscito	22	Q TR 10 años	19.2300	1585.78	1586.44	1586.92	1588.14	0.017199	5.78	3.33	5.29	2.33
La_Sabanetica	Plebiscito	22	Q TR 25 años	24.6800	1585.78	1586.54	1587.11	1588.61	0.018284	6.37	3.87	5.29	2.38
La_Sabanetica	Plebiscito	22	Q TR 50 años	29.0400	1585.78	1586.62	1587.26	1588.95	0.018869	6.76	4.30	5.30	2.40
La_Sabanetica	Plebiscito	22	Q TR 100 años	33.2300	1585.78	1586.69	1587.39	1589.27	0.019591	7.12	4.67	5.30	2.42
La_Sabanetica	Plebiscito	22	Q TR 100 años ma	46.5200	1585.78	1586.90	1587.78	1590.20	0.021108	8.05	5.78	5.50	2.51
La_Sabanetica	Plebiscito	21.5	Q TR 2.33 años	10.4700	1585.69	1586.16	1586.44	1587.13	0.013136	4.36	2.40	5.29	2.06
La_Sabanetica	Plebiscito	21.5	Q TR 5 años	15.1500	1585.69	1586.27	1586.65	1587.58	0.014536	5.08	2.98	5.29	2.16
La_Sabanetica	Plebiscito	21.5	Q TR 10 años	19.2300	1585.69	1586.35	1586.82	1587.94	0.015446	5.59	3.44	5.29	2.21
La_Sabanetica	Plebiscito	21.5	Q TR 25 años	24.6800	1585.69	1586.46	1587.01	1588.40	0.016496	6.16	4.01	5.29	2.26
La_Sabanetica	Plebiscito	21.5	Q TR 50 años	29.0400	1585.69	1586.54	1587.15	1588.72	0.017077	6.54	4.44	5.29	2.28
La_Sabanetica	Plebiscito	21.5	Q TR 100 años	33.2300	1585.69	1586.62	1587.29	1589.04	0.017790	6.89	4.82	5.30	2.31
La_Sabanetica	Plebiscito	21.5	Q TR 100 años ma	46.5200	1585.69	1586.82	1587.68	1589.94	0.019376	7.82	5.95	5.52	2.41
La_Sabanetica	Plebiscito	21.3		Bridge									
La_Sabanetica	Plebiscito	21	Q TR 2.33 años	10.4700	1585.69	1586.16	1586.44	1587.11	0.012673	4.30	2.43	5.29	2.02
La_Sabanetica	Plebiscito	21	Q TR 5 años	15.1500	1585.69	1586.27	1586.64	1587.56	0.014108	5.03	3.01	5.29	2.13
La_Sabanetica	Plebiscito	21	Q TR 10 años	19.2300	1585.69	1586.36	1586.81	1587.92	0.015095	5.54	3.47	5.29	2.18
La_Sabanetica	Plebiscito	21	Q TR 25 años	24.6800	1585.69	1586.47	1587.01	1588.37	0.016063	6.10	4.04	5.29	2.23
La_Sabanetica	Plebiscito	21	Q TR 50 años	29.0400	1585.69	1586.55	1587.15	1588.70	0.016775	6.50	4.47	5.29	2.26
La_Sabanetica	Plebiscito	21	Q TR 100 años	33.2300	1585.69	1586.62	1587.28	1589.01	0.017407	6.84	4.86	5.30	2.28
La_Sabanetica	Plebiscito	21	Q TR 100 años ma	46.5200	1585.69	1586.83	1587.70	1589.91	0.019015	7.78	5.98	5.52	2.39
La_Sabanetica	Plebiscito	20.8	Q TR 2.33 años	10.4700	1585.69	1586.18	1586.44	1587.05	0.011243	4.13	2.53	5.29	1.91
La_Sabanetica	Plebiscito	20.8	Q TR 5 años	15.1500	1585.69	1586.29	1586.64	1587.50	0.012884	4.87	3.11	5.29	2.03
La_Sabanetica	Plebiscito	20.8	Q TR 10 años	19.2300	1585.69	1586.38	1586.81	1587.86	0.013982	5.40	3.56	5.29	2.10
La_Sabanetica	Plebiscito	20.8	Q TR 25 años	24.6800	1585.69	1586.49	1587.01	1588.30	0.015046	5.96	4.14	5.29	2.15
La_Sabanetica	Plebiscito	20.8	Q TR 50 años	29.0400	1585.69	1586.57	1587.15	1588.63	0.015812	6.36	4.56	5.30	2.19
La_Sabanetica	Plebiscito	20.8	Q TR 100 años	33.2300	1585.69	1586.64	1587.28	1588.93	0.016486	6.71	4.95	5.30	2.21
La_Sabanetica	Plebiscito	20.8	Q TR 100 años ma	46.5200	1585.69	1586.85	1587.68	1589.83	0.018118	7.65	6.08	5.52	2.33
La_Sabanetica	Plebiscito	20.5		Bridge									
La_Sabanetica	Plebiscito	20.3	Q TR 2.33 años	10.4700	1585.62	1586.11	1586.37	1587.00	0.011662	4.18	2.50	5.29	1.94
La_Sabanetica	Plebiscito	20.3	Q TR 5 años	15.1500	1585.62	1586.22	1586.58	1587.44	0.013011	4.88	3.10	5.29	2.04
La_Sabanetica	Plebiscito	20.3	Q TR 10 años	19.2300	1585.62	1586.31	1586.75	1587.79	0.014033	5.40	3.56	5.30	2.10
La_Sabanetica	Plebiscito	20.3	Q TR 25 años	24.6800	1585.62	1586.42	1586.94	1588.23	0.015075	5.96	4.14	5.31	2.16
La_Sabanetica	Plebiscito	20.3	Q TR 50 años	29.0400	1585.62	1586.50	1587.08	1588.55	0.015739	6.35	4.58	5.31	2.18
La_Sabanetica	Plebiscito	20.3	Q TR 100 años	33.2300	1585.62	1586.57	1587.22	1588.86	0.016406	6.69	4.97	5.31	2.21
La_Sabanetica	Plebiscito	20.3	Q TR 100 años ma	46.5200	1585.62	1586.78	1587.62	1589.74	0.017821	7.62	6.11	5.52	2.31

Tabla 46.*Continuación Resultados Condiciones Proyectadas – quebrada La Sabanetica y la Doctora- sector Plebiscito.*

River	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)	
La_Sabanetica	Plebiscito	20	Q TR 2.33 años	10.4700	1585.60	1586.11	1586.36	1586.97	0.011071	4.12	2.54	5.29	1.89
La_Sabanetica	Plebiscito	20	Q TR 5 años	15.1500	1585.60	1586.22	1586.57	1587.41	0.012461	4.82	3.14	5.29	2.00
La_Sabanetica	Plebiscito	20	Q TR 10 años	19.2300	1585.60	1586.31	1586.74	1587.76	0.013510	5.34	3.60	5.30	2.06
La_Sabanetica	Plebiscito	20	Q TR 25 años	24.6800	1585.60	1586.42	1586.93	1588.19	0.014580	5.90	4.18	5.30	2.12
La_Sabanetica	Plebiscito	20	Q TR 50 años	29.0400	1585.60	1586.50	1587.08	1588.51	0.015253	6.29	4.62	5.30	2.15
La_Sabanetica	Plebiscito	20	Q TR 100 años	33.2300	1585.60	1586.58	1587.21	1588.82	0.015930	6.63	5.01	5.31	2.18
La_Sabanetica	Plebiscito	20	Q TR 100 años ma	46.5200	1585.60	1586.78	1587.65	1589.69	0.017438	7.56	6.16	5.52	2.28
La_Sabanetica	Plebiscito	19	Q TR 2.33 años	10.4700	1585.54	1586.07	1586.30	1586.84	0.009340	3.89	2.69	5.31	1.74
La_Sabanetica	Plebiscito	19	Q TR 5 años	15.1500	1585.54	1586.19	1586.51	1587.26	0.010705	4.58	3.31	5.32	1.85
La_Sabanetica	Plebiscito	19	Q TR 10 años	19.2300	1585.54	1586.28	1586.67	1587.60	0.011777	5.09	3.78	5.33	1.93
La_Sabanetica	Plebiscito	19	Q TR 25 años	24.6800	1585.54	1586.39	1586.86	1588.01	0.012853	5.65	4.37	5.35	1.99
La_Sabanetica	Plebiscito	19	Q TR 50 años	29.0400	1585.54	1586.47	1587.01	1588.32	0.013838	6.03	4.82	5.53	2.06
La_Sabanetica	Plebiscito	19	Q TR 100 años	33.2300	1585.54	1586.54	1587.14	1588.62	0.014304	6.38	5.21	5.53	2.10
La_Sabanetica	Plebiscito	19	Q TR 100 años ma	46.5200	1585.54	1586.75	1587.80	1589.47	0.015236	7.31	6.37	5.53	2.17
La_Sabanetica	Plebiscito	17.5	Q TR 2.33 años	10.4700	1585.41	1585.94	1586.16	1586.69	0.008975	3.82	2.74	5.26	1.69
La_Sabanetica	Plebiscito	17.5	Q TR 5 años	15.1500	1585.41	1586.08	1586.36	1587.07	0.009714	4.41	3.44	5.26	1.74
La_Sabanetica	Plebiscito	17.5	Q TR 10 años	19.2300	1585.41	1586.17	1586.54	1587.38	0.010498	4.87	3.95	5.26	1.79
La_Sabanetica	Plebiscito	17.5	Q TR 25 años	24.6800	1585.41	1586.29	1586.74	1587.77	0.011370	5.38	4.58	5.26	1.84
La_Sabanetica	Plebiscito	17.5	Q TR 50 años	29.0400	1585.41	1586.39	1586.88	1588.06	0.011914	5.73	5.07	5.27	1.87
La_Sabanetica	Plebiscito	17.5	Q TR 100 años	33.2300	1585.41	1586.46	1587.01	1588.34	0.012561	6.06	5.48	5.27	1.90
La_Sabanetica	Plebiscito	17.5	Q TR 100 años ma	46.5200	1585.41	1586.68	1587.43	1589.16	0.014048	6.97	6.68	5.48	2.01
La_Sabanetica	Plebiscito	17.3		Bridge									
La_Sabanetica	Plebiscito	17	Q TR 2.33 años	10.4700	1585.36	1585.89	1586.11	1586.64	0.009054	3.83	2.73	5.26	1.70
La_Sabanetica	Plebiscito	17	Q TR 5 años	15.1500	1585.36	1586.03	1586.32	1587.01	0.009653	4.40	3.44	5.26	1.74
La_Sabanetica	Plebiscito	17	Q TR 10 años	19.2300	1585.36	1586.13	1586.49	1587.33	0.010453	4.86	3.96	5.26	1.79
La_Sabanetica	Plebiscito	17	Q TR 25 años	24.6800	1585.36	1586.25	1586.68	1587.71	0.011243	5.36	4.60	5.26	1.83
La_Sabanetica	Plebiscito	17	Q TR 50 años	29.0400	1585.36	1586.34	1586.83	1588.00	0.011735	5.70	5.09	5.27	1.85
La_Sabanetica	Plebiscito	17	Q TR 100 años	33.2300	1585.36	1586.42	1586.96	1588.27	0.012344	6.02	5.52	5.27	1.88
La_Sabanetica	Plebiscito	17	Q TR 100 años ma	46.5200	1585.36	1586.64	1587.39	1589.08	0.013684	6.91	6.74	5.48	1.99
La_Sabanetica	Plebiscito	16	Q TR 2.33 años	10.4700	1585.29	1585.80	1586.03	1586.56	0.009597	3.87	2.70	5.30	1.73
La_Sabanetica	Plebiscito	16	Q TR 5 años	15.1500	1585.29	1585.94	1586.23	1586.93	0.010046	4.42	3.43	5.30	1.76
La_Sabanetica	Plebiscito	16	Q TR 10 años	19.2300	1585.29	1586.04	1586.39	1587.24	0.010667	4.86	3.96	5.30	1.79
La_Sabanetica	Plebiscito	16	Q TR 25 años	24.6800	1585.29	1586.16	1586.59	1587.62	0.011420	5.35	4.61	5.30	1.83
La_Sabanetica	Plebiscito	16	Q TR 50 años	29.0400	1585.29	1586.26	1586.75	1587.90	0.011821	5.67	5.12	5.30	1.84
La_Sabanetica	Plebiscito	16	Q TR 100 años	33.2300	1585.29	1586.34	1586.89	1588.16	0.012339	5.98	5.56	5.30	1.86
La_Sabanetica	Plebiscito	16	Q TR 100 años ma	46.5200	1585.29	1586.58	1587.28	1588.94	0.013801	6.81	6.84	5.30	1.91
La_Sabanetica	Plebiscito	14.2		Bridge									
La_Sabanetica	Plebiscito	11	Q TR 2.33 años	10.4700	1584.83	1585.36	1585.56	1586.07	0.008575	3.73	2.81	5.30	1.63
La_Sabanetica	Plebiscito	11	Q TR 5 años	15.1500	1584.83	1585.53	1585.77	1586.38	0.007936	4.08	3.72	5.30	1.55
La_Sabanetica	Plebiscito	11	Q TR 10 años	19.2300	1584.83	1585.66	1585.93	1586.64	0.008057	4.40	4.37	5.30	1.55
La_Sabanetica	Plebiscito	11	Q TR 25 años	24.6800	1584.83	1585.80	1586.13	1586.97	0.008411	4.80	5.15	5.30	1.55
La_Sabanetica	Plebiscito	11	Q TR 50 años	29.0400	1584.83	1585.91	1586.30	1587.22	0.008600	5.05	5.75	5.30	1.55
La_Sabanetica	Plebiscito	11	Q TR 100 años	33.2300	1584.83	1586.01	1586.43	1587.45	0.008902	5.30	6.27	5.30	1.56
La_Sabanetica	Plebiscito	11	Q TR 100 años ma	46.5200	1584.83	1586.29	1586.83	1588.12	0.009714	5.98	7.78	5.50	1.60

Tabla 47.*Continuación Resultados Condiciones Proyectadas – quebrada La Sabanetica y la Doctora- sector Plebiscito.*

River	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)	
La_Sabanetica	Plebiscito	8	Q TR 2.33 años	10.4700	1584.53	1585.04	1585.28	1585.86	0.010360	4.01	2.61	5.32	1.83
La_Sabanetica	Plebiscito	8	Q TR 5 años	15.1500	1584.53	1585.20	1585.48	1586.18	0.009588	4.39	3.45	5.32	1.74
La_Sabanetica	Plebiscito	8	Q TR 10 años	19.2300	1584.53	1585.32	1585.64	1586.44	0.009408	4.69	4.10	5.33	1.71
La_Sabanetica	Plebiscito	8	Q TR 25 años	24.6800	1584.53	1585.46	1585.86	1586.77	0.009522	5.06	4.88	5.34	1.69
La_Sabanetica	Plebiscito	8	Q TR 50 años	29.0400	1584.53	1585.58	1586.00	1587.01	0.009549	5.30	5.48	5.34	1.67
La_Sabanetica	Plebiscito	8	Q TR 100 años	33.2300	1584.53	1585.68	1586.13	1587.23	0.009685	5.52	6.02	5.35	1.66
La_Sabanetica	Plebiscito	8	Q TR 100 años ma	46.5200	1584.53	1585.96	1586.52	1587.89	0.010184	6.17	7.54	5.56	1.69
La_Sabanetica	Plebiscito	7	Q TR 2.33 años	10.4700	1584.37	1584.84	1585.10	1585.74	0.012038	4.21	2.49	5.37	1.97
La_Sabanetica	Plebiscito	7	Q TR 5 años	15.1500	1584.37	1584.99	1585.30	1586.07	0.011077	4.61	3.29	5.38	1.88
La_Sabanetica	Plebiscito	7	Q TR 10 años	19.2300	1584.37	1585.10	1585.47	1586.33	0.010752	4.90	3.92	5.39	1.84
La_Sabanetica	Plebiscito	7	Q TR 25 años	24.6800	1584.37	1585.25	1585.67	1586.66	0.010661	5.26	4.69	5.40	1.80
La_Sabanetica	Plebiscito	7	Q TR 50 años	29.0400	1584.37	1585.36	1585.81	1586.90	0.010606	5.50	5.28	5.41	1.78
La_Sabanetica	Plebiscito	7	Q TR 100 años	33.2300	1584.37	1585.45	1585.94	1587.11	0.010782	5.71	5.82	5.58	1.78
La_Sabanetica	Plebiscito	7	Q TR 100 años ma	46.5200	1584.37	1585.72	1586.33	1587.78	0.010578	6.35	7.32	5.59	1.77
La_Sabanetica	Plebiscito	6	Q TR 2.33 años	10.4700	1584.20	1584.66	1584.93	1585.61	0.013066	4.33	2.42	5.35	2.05
La_Sabanetica	Plebiscito	6	Q TR 5 años	15.1500	1584.20	1584.80	1585.14	1585.95	0.012065	4.74	3.19	5.36	1.96
La_Sabanetica	Plebiscito	6	Q TR 10 años	19.2300	1584.20	1584.92	1585.31	1586.21	0.011648	5.04	3.81	5.37	1.91
La_Sabanetica	Plebiscito	6	Q TR 25 años	24.6800	1584.20	1585.06	1585.50	1586.54	0.011406	5.39	4.58	5.38	1.86
La_Sabanetica	Plebiscito	6	Q TR 50 años	29.0400	1584.20	1585.17	1585.65	1586.78	0.011307	5.62	5.16	5.39	1.83
La_Sabanetica	Plebiscito	6	Q TR 100 años	33.2300	1584.20	1585.27	1585.78	1587.00	0.011245	5.82	5.71	5.40	1.81
La_Sabanetica	Plebiscito	6	Q TR 100 años ma	46.5200	1584.20	1585.54	1586.16	1587.66	0.011323	6.46	7.20	5.61	1.82
La_Sabanetica	Plebiscito	5	Q TR 2.33 años	10.4700	1584.09	1584.59	1584.85	1585.48	0.009432	4.18	2.51	5.00	1.88
La_Sabanetica	Plebiscito	5	Q TR 5 años	15.1500	1584.09	1584.75	1585.07	1585.83	0.008509	4.60	3.30	5.00	1.81
La_Sabanetica	Plebiscito	5	Q TR 10 años	19.2300	1584.09	1584.88	1585.23	1586.09	0.007981	4.88	3.94	5.00	1.76
La_Sabanetica	Plebiscito	5	Q TR 25 años	24.6800	1584.09	1585.04	1585.44	1586.42	0.007519	5.20	4.75	5.00	1.70
La_Sabanetica	Plebiscito	5	Q TR 50 años	29.0400	1584.09	1585.16	1585.60	1586.65	0.007231	5.41	5.37	5.00	1.67
La_Sabanetica	Plebiscito	5	Q TR 100 años	33.2300	1584.09	1585.28	1585.74	1586.87	0.006998	5.58	5.96	5.00	1.63
La_Sabanetica	Plebiscito	5	Q TR 100 años ma	46.5200	1584.09	1585.62	1586.15	1587.50	0.006698	6.08	7.65	5.00	1.57
La_Sabanetica	Plebiscito	4.5		Culvert									
La_Sabanetica	Plebiscito	4	Q TR 2.33 años	10.4700	1583.82	1584.30	1584.58	1585.26	0.010528	4.33	2.42	5.00	1.98
La_Sabanetica	Plebiscito	4	Q TR 5 años	15.1500	1583.82	1584.45	1584.80	1585.62	0.009536	4.77	3.17	5.00	1.91
La_Sabanetica	Plebiscito	4	Q TR 10 años	19.2300	1583.82	1584.58	1584.96	1585.88	0.008886	5.06	3.80	5.00	1.85
La_Sabanetica	Plebiscito	4	Q TR 25 años	24.6800	1583.82	1584.74	1585.17	1586.21	0.008333	5.38	4.59	5.00	1.79
La_Sabanetica	Plebiscito	4	Q TR 50 años	29.0400	1583.82	1584.86	1585.33	1586.45	0.007919	5.58	5.21	5.00	1.74
La_Sabanetica	Plebiscito	4	Q TR 100 años	33.2300	1583.82	1584.97	1585.47	1586.67	0.007708	5.77	5.76	5.00	1.71
La_Sabanetica	Plebiscito	4	Q TR 100 años ma	46.5200	1583.82	1585.31	1585.88	1587.30	0.007214	6.24	7.45	5.00	1.63
La_Sabanetica	Plebiscito	3.8	Q TR 2.33 años	10.4700	1583.82	1584.30	1584.58	1585.26	0.010528	4.33	2.42	5.00	1.98
La_Sabanetica	Plebiscito	3.8	Q TR 5 años	15.1500	1583.82	1584.46	1584.80	1585.61	0.009509	4.77	3.18	5.00	1.91
La_Sabanetica	Plebiscito	3.8	Q TR 10 años	19.2300	1583.82	1584.58	1584.96	1585.88	0.008865	5.06	3.80	5.00	1.85
La_Sabanetica	Plebiscito	3.8	Q TR 25 años	24.6800	1583.82	1584.74	1585.17	1586.21	0.008333	5.38	4.59	5.00	1.79
La_Sabanetica	Plebiscito	3.8	Q TR 50 años	29.0400	1583.82	1584.86	1585.32	1586.44	0.007902	5.57	5.21	5.00	1.74
La_Sabanetica	Plebiscito	3.8	Q TR 100 años	33.2300	1583.82	1584.97	1585.47	1586.67	0.007708	5.77	5.76	5.00	1.71
La_Sabanetica	Plebiscito	3.8	Q TR 100 años ma	46.5200	1583.82	1585.31	1585.88	1587.29	0.007201	6.24	7.46	5.00	1.63
La_Sabanetica	Plebiscito	3.5		Culvert									

Tabla 48.*Continuación Resultados Condiciones Proyectadas – quebrada La Sabanetica y la Doctora- sector Plebiscito.*

River	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)	
La_Sabanetica	Plebiscito	2.5	Q TR 2.33 años	10.4700	1583.55	1584.03	1584.31	1585.01	0.011082	4.40	2.38	5.00	2.03
La_Sabanetica	Plebiscito	2.5	Q TR 5 años	15.1500	1583.55	1584.17	1584.53	1585.38	0.010158	4.87	3.11	5.00	1.97
La_Sabanetica	Plebiscito	2.5	Q TR 10 años	19.2300	1583.55	1584.29	1584.69	1585.66	0.009537	5.18	3.71	5.00	1.92
La_Sabanetica	Plebiscito	2.5	Q TR 25 años	24.6800	1583.55	1584.45	1584.90	1585.99	0.008946	5.51	4.48	5.00	1.86
La_Sabanetica	Plebiscito	2.5	Q TR 50 años	29.0400	1583.55	1584.57	1585.05	1586.23	0.008499	5.71	5.08	5.00	1.81
La_Sabanetica	Plebiscito	2.5	Q TR 100 años	33.2300	1583.55	1584.68	1585.20	1586.45	0.008253	5.90	5.63	5.00	1.78
La_Sabanetica	Plebiscito	2.5	Q TR 100 años ma	46.5200	1583.55	1585.01	1585.61	1587.08	0.007626	6.37	7.31	5.00	1.68
La_Sabanetica	Plebiscito	2.3		Culvert									
La_Sabanetica	Plebiscito	2	Q TR 2.33 años	10.4700	1583.28	1583.75	1584.04	1584.76	0.011514	4.45	2.35	5.00	2.07
La_Sabanetica	Plebiscito	2	Q TR 5 años	15.1500	1583.28	1583.89	1584.26	1585.14	0.010627	4.94	3.06	5.00	2.02
La_Sabanetica	Plebiscito	2	Q TR 10 años	19.2300	1583.28	1584.01	1584.42	1585.42	0.010010	5.26	3.65	5.00	1.97
La_Sabanetica	Plebiscito	2	Q TR 25 años	24.6800	1583.28	1584.16	1584.63	1585.76	0.009424	5.61	4.40	5.00	1.91
La_Sabanetica	Plebiscito	2	Q TR 50 años	29.0400	1583.28	1584.28	1584.78	1586.00	0.008967	5.82	4.99	5.00	1.86
La_Sabanetica	Plebiscito	2	Q TR 100 años	33.2300	1583.28	1585.67		1586.07	0.000998	2.78	11.96	5.00	0.57
La_Sabanetica	Plebiscito	2	Q TR 100 años ma	46.5200	1583.28	1586.15		1586.69	0.001202	3.24	14.37	5.00	0.61
La_Sabanetica	Plebiscito	1	Q TR 2.33 años	10.4700	1583.28	1583.75	1584.04	1584.76	0.011514	4.45	2.35	5.00	2.07
La_Sabanetica	Plebiscito	1	Q TR 5 años	15.1500	1583.28	1583.89	1584.26	1585.14	0.010627	4.94	3.06	5.00	2.02
La_Sabanetica	Plebiscito	1	Q TR 10 años	19.2300	1583.28	1584.01	1584.42	1585.42	0.010010	5.26	3.65	5.00	1.97
La_Sabanetica	Plebiscito	1	Q TR 25 años	24.6800	1583.28	1584.16	1584.63	1585.76	0.009405	5.61	4.40	5.00	1.91
La_Sabanetica	Plebiscito	1	Q TR 50 años	29.0400	1583.28	1584.28	1584.78	1586.00	0.008967	5.82	4.99	5.00	1.86
La_Sabanetica	Plebiscito	1	Q TR 100 años	33.2300	1583.28	1585.67		1586.07	0.000998	2.78	11.96	5.00	0.57
La_Sabanetica	Plebiscito	1	Q TR 100 años ma	46.5200	1583.28	1586.15		1586.69	0.001203	3.24	14.37	5.00	0.61
La_Doctora	Confluencia	63	Q TR 2.33 años	13.2000	1584.00	1584.38	1584.84	1586.45	0.029995	6.38	2.07	5.50	3.32
La_Doctora	Confluencia	63	Q TR 5 años	23.2800	1584.00	1584.54	1585.22	1587.68	0.030014	7.85	2.97	5.51	3.41
La_Doctora	Confluencia	63	Q TR 10 años	32.7900	1584.00	1584.67	1585.53	1588.67	0.030001	8.85	3.70	5.51	3.45
La_Doctora	Confluencia	63	Q TR 25 años	46.3100	1584.00	1584.84	1585.93	1589.91	0.030006	9.97	4.65	5.52	3.47
La_Doctora	Confluencia	63	Q TR 50 años	57.0800	1584.00	1584.97	1586.24	1590.79	0.030007	10.69	5.34	5.52	3.47
La_Doctora	Confluencia	63	Q TR 100 años	67.9800	1584.00	1585.09	1586.52	1591.62	0.030009	11.32	6.01	5.52	3.47
La_Doctora	Confluencia	63	Q TR 100 años ma	95.1700	1584.00	1585.37	1587.40	1593.45	0.030008	12.59	7.56	5.53	3.44
La_Doctora	Confluencia	62	Q TR 2.33 años	13.2000	1583.64	1583.95	1584.36	1586.12	0.045673	6.53	2.02	7.54	4.02
La_Doctora	Confluencia	62	Q TR 5 años	23.2800	1583.64	1584.07	1584.67	1587.35	0.044274	8.02	2.90	7.54	4.13
La_Doctora	Confluencia	62	Q TR 10 años	32.7900	1583.64	1584.16	1584.93	1588.34	0.043230	9.05	3.62	7.54	4.17
La_Doctora	Confluencia	62	Q TR 25 años	46.3100	1583.64	1584.29	1585.25	1589.58	0.042064	10.19	4.54	7.54	4.19
La_Doctora	Confluencia	62	Q TR 50 años	57.0800	1583.64	1584.38	1585.48	1590.47	0.041298	10.93	5.22	7.54	4.20
La_Doctora	Confluencia	62	Q TR 100 años	67.9800	1583.64	1588.05	1585.70	1588.21	0.000202	1.84	47.99	23.59	0.29
La_Doctora	Confluencia	62	Q TR 100 años ma	95.1700	1583.64	1588.81	1586.21	1588.99	0.000194	2.02	65.90	23.59	0.29
La_Doctora	Confluencia	61	Q TR 2.33 años	13.2000	1583.52	1583.97	1584.41	1585.70	0.020422	5.81	2.27	5.00	2.75
La_Doctora	Confluencia	61	Q TR 5 años	23.2800	1583.52	1584.16	1584.82	1586.88	0.022265	7.31	3.19	5.00	2.92
La_Doctora	Confluencia	61	Q TR 10 años	32.7900	1583.52	1584.31	1585.16	1587.84	0.023196	8.32	3.94	5.00	2.99
La_Doctora	Confluencia	61	Q TR 25 años	46.3100	1583.52	1584.50	1585.58	1589.05	0.024053	9.44	4.90	5.00	3.04
La_Doctora	Confluencia	61	Q TR 50 años	57.0800	1583.52	1584.64	1585.88	1589.91	0.024528	10.16	5.62	5.00	3.06
La_Doctora	Confluencia	61	Q TR 100 años	67.9800	1583.52	1587.61	1586.17	1588.16	0.001041	3.30	20.77	6.37	0.55
La_Doctora	Confluencia	61	Q TR 100 años ma	95.1700	1583.52	1588.06	1586.85	1588.91	0.001449	4.11	23.63	6.37	0.64
La_Doctora	Confluencia	59.5		Culvert									

Tabla 49.*Continuación Resultados Condiciones Proyectadas – quebrada La Sabanetica y la Doctora- sector Plebiscito.*

River	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)	
La_Doctora	Confluencia	59	Q TR 2.33 años	13.2000	1583.42	1584.57	1584.31	1584.84	0.001216	2.29	5.76	5.00	0.68
La_Doctora	Confluencia	59	Q TR 5 años	23.2800	1583.42	1585.11	1584.72	1585.50	0.001272	2.76	8.44	5.00	0.68
La_Doctora	Confluencia	59	Q TR 10 años	32.7900	1583.42	1585.54	1585.05	1586.03	0.001345	3.09	10.61	5.00	0.68
La_Doctora	Confluencia	59	Q TR 25 años	46.3100	1583.42	1586.09	1585.47	1586.70	0.001446	3.47	13.35	5.00	0.68
La_Doctora	Confluencia	59	Q TR 50 años	57.0800	1583.42	1586.49	1585.78	1587.19	0.001525	3.72	15.35	5.00	0.68
La_Doctora	Confluencia	59	Q TR 100 años	67.9800	1583.42	1586.79	1586.07	1587.62	0.001696	4.03	16.86	5.00	0.70
La_Doctora	Confluencia	59	Q TR 100 años ma	95.1700	1583.42	1587.56	1586.74	1588.62	0.001894	4.58	21.04	6.37	0.74
La_Doctora	Confluencia	58.5		Culvert									
La_Doctora	Confluencia	58.2	Q TR 2.33 años	13.2000	1583.41	1584.31	1584.30	1584.75	0.002523	2.93	4.50	5.00	0.99
La_Doctora	Confluencia	58.2	Q TR 5 años	23.2800	1583.41	1584.72	1584.71	1585.37	0.002627	3.56	6.54	5.00	0.99
La_Doctora	Confluencia	58.2	Q TR 10 años	32.7900	1583.41	1585.06	1585.04	1585.87	0.002729	3.99	8.21	5.00	1.00
La_Doctora	Confluencia	58.2	Q TR 25 años	46.3100	1583.41	1585.48	1585.47	1586.50	0.002880	4.48	10.33	5.00	1.00
La_Doctora	Confluencia	58.2	Q TR 50 años	57.0800	1583.41	1585.78	1585.78	1586.97	0.003027	4.82	11.84	5.00	1.00
La_Doctora	Confluencia	58.2	Q TR 100 años	67.9800	1583.41	1586.07	1586.07	1587.41	0.003152	5.11	13.29	5.00	1.00
La_Doctora	Confluencia	58.2	Q TR 100 años ma	95.1700	1583.41	1586.74	1586.73	1588.41	0.003441	5.72	16.64	5.00	1.00
La_Doctora	Confluencia	58	Q TR 2.33 años	13.2000	1583.41	1584.31	1584.31	1584.75	0.002599	2.96	4.45	5.00	1.00
La_Doctora	Confluencia	58	Q TR 5 años	23.2800	1583.41	1584.71	1584.71	1585.37	0.002676	3.58	6.49	5.00	1.00
La_Doctora	Confluencia	58	Q TR 10 años	32.7900	1583.41	1585.05	1585.05	1585.87	0.002773	4.02	8.16	5.00	1.00
La_Doctora	Confluencia	58	Q TR 25 años	46.3100	1583.41	1585.47	1585.47	1586.50	0.002910	4.50	10.29	5.00	1.00
La_Doctora	Confluencia	58	Q TR 50 años	57.0800	1583.41	1585.78	1585.78	1586.97	0.003047	4.83	11.81	5.00	1.00
La_Doctora	Confluencia	58	Q TR 100 años	67.9800	1583.41	1586.07	1586.07	1587.41	0.003170	5.12	13.27	5.00	1.00
La_Doctora	Confluencia	58	Q TR 100 años ma	95.1700	1583.41	1586.73	1586.73	1588.41	0.003460	5.73	16.60	5.00	1.00
La_Doctora	Confluencia	56	Q TR 2.33 años	13.2000	1583.28	1584.39	1583.99	1584.49	0.003971	1.47	9.28	9.93	0.46
La_Doctora	Confluencia	56	Q TR 5 años	23.2800	1583.28	1583.88	1584.27	1585.27	0.124859	5.27	4.49	8.99	2.31
La_Doctora	Confluencia	56	Q TR 10 años	32.7900	1583.28	1584.01	1584.49	1585.75	0.118435	5.92	5.65	9.23	2.33
La_Doctora	Confluencia	56	Q TR 25 años	46.3100	1583.28	1584.16	1584.78	1586.36	0.113075	6.66	7.12	9.53	2.36
La_Doctora	Confluencia	56	Q TR 50 años	57.0800	1583.28	1584.28	1584.98	1586.80	0.110370	7.17	8.18	9.74	2.38
La_Doctora	Confluencia	56	Q TR 100 años	67.9800	1583.28	1584.38	1585.17	1587.22	0.108443	7.62	9.19	9.91	2.40
La_Doctora	Confluencia	56	Q TR 100 años ma	95.1700	1583.28	1584.61	1585.59	1588.18	0.105243	8.58	11.49	10.28	2.44
La_Doctora	Confluencia	55.5		Bridge									
La_Doctora	Confluencia	55	Q TR 2.33 años	13.2000	1583.19	1584.37		1584.47	0.003720	1.44	9.45	10.08	0.45
La_Doctora	Confluencia	55	Q TR 5 años	23.2800	1583.19	1584.76	1584.24	1584.91	0.003818	1.80	13.52	11.00	0.48
La_Doctora	Confluencia	55	Q TR 10 años	32.7900	1583.19	1585.04	1584.47	1585.24	0.003928	2.06	16.76	11.62	0.50
La_Doctora	Confluencia	55	Q TR 25 años	46.3100	1583.19	1585.38	1584.75	1585.64	0.004109	2.36	20.74	12.33	0.52
La_Doctora	Confluencia	55	Q TR 50 años	57.0800	1583.19	1584.41	1584.95	1586.16	0.060851	5.99	9.86	10.18	1.82
La_Doctora	Confluencia	55	Q TR 100 años	67.9800	1583.19	1584.50	1585.14	1586.57	0.064846	6.52	10.81	10.40	1.90
La_Doctora	Confluencia	55	Q TR 100 años ma	95.1700	1583.19	1584.71	1585.55	1587.52	0.072067	7.64	13.00	10.89	2.06
La_Doctora	Confluencia	53	Q TR 2.33 años	13.2000	1583.08	1584.06	1584.06	1584.39	0.016357	2.67	5.22	7.86	0.91
La_Doctora	Confluencia	53	Q TR 5 años	23.2800	1583.08	1584.37	1584.38	1584.83	0.015318	3.15	7.82	8.91	0.92
La_Doctora	Confluencia	53	Q TR 10 años	32.7900	1583.08	1584.62	1584.63	1585.16	0.014036	3.43	10.18	9.85	0.91
La_Doctora	Confluencia	53	Q TR 25 años	46.3100	1583.08	1584.93	1584.93	1585.55	0.012495	3.69	13.41	10.84	0.89
La_Doctora	Confluencia	53	Q TR 50 años	57.0800	1583.08	1585.24	1585.13	1585.83	0.009790	3.63	16.87	11.91	0.81
La_Doctora	Confluencia	53	Q TR 100 años	67.9800	1583.08	1585.50	1585.33	1586.09	0.008355	3.63	20.17	12.92	0.76
La_Doctora	Confluencia	53	Q TR 100 años ma	95.1700	1583.08	1585.29	1585.75	1586.82	0.024383	5.83	17.53	12.12	1.28

Tabla 50.*Continuación Resultados Condiciones Proyectadas – quebrada La Sabanetica y la Doctora- sector Plebiscito.*

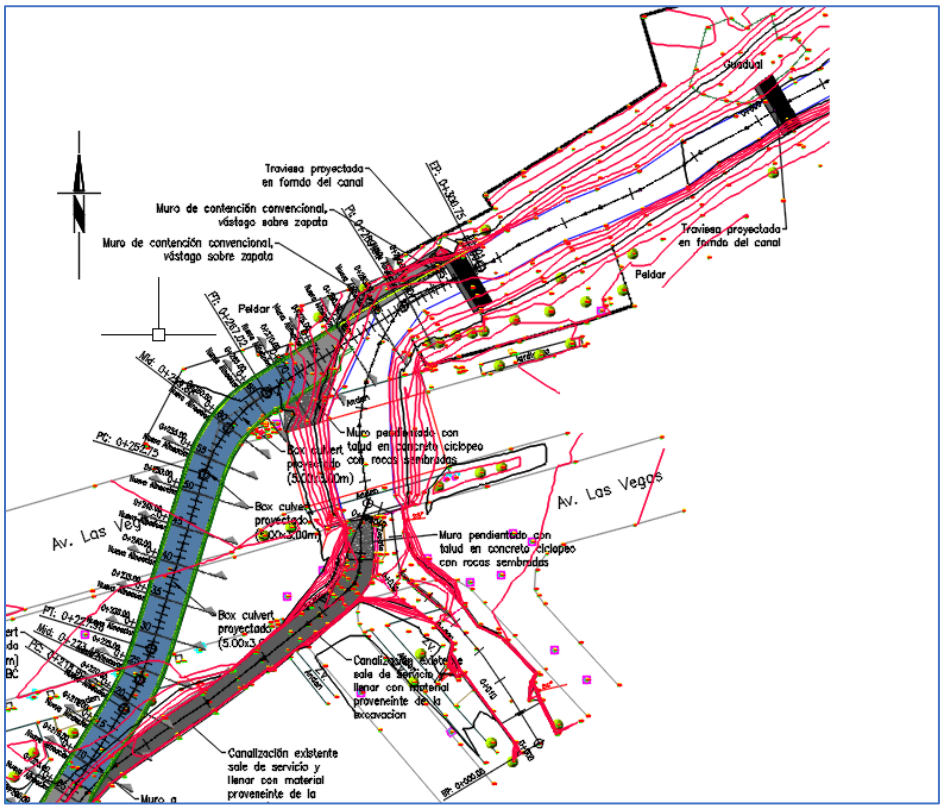
River	Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
				(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
La_Doctora	Confluencia_bajo	51	Q TR 2.33 años	13.2000	1582.75	1583.76	1583.71	1584.07	0.014537	2.56	5.45	7.41	0.86
La_Doctora	Confluencia_bajo	51	Q TR 5 años	23.2800	1582.75	1584.21	1584.05	1584.56	0.009785	2.75	9.00	8.31	0.75
La_Doctora	Confluencia_bajo	51	Q TR 10 años	32.7900	1582.75	1584.52	1584.31	1584.94	0.008741	2.98	11.69	8.99	0.74
La_Doctora	Confluencia_bajo	51	Q TR 25 años	46.3100	1582.75	1584.87	1584.65	1585.38	0.008297	3.30	15.00	9.78	0.74
La_Doctora	Confluencia_bajo	51	Q TR 50 años	57.0800	1582.75	1585.06	1584.86	1585.67	0.008945	3.64	16.89	10.23	0.78
La_Doctora	Confluencia_bajo	51	Q TR 100 años	67.9800	1582.75	1585.24	1585.09	1585.94	0.009410	3.93	18.74	10.66	0.81
La_Doctora	Confluencia_bajo	51	Q TR 100 años ma	95.1700	1582.75	1585.61	1585.54	1586.56	0.010494	4.58	23.12	13.47	0.88
La_Doctora	Confluencia_bajo	50	Q TR 2.33 años	13.2000	1582.59	1583.74		1583.97	0.004614	0.76	6.53	7.24	0.35
La_Doctora	Confluencia_bajo	50	Q TR 5 años	23.2800	1582.59	1584.16		1584.49	0.004795	0.95	9.73	8.54	0.39
La_Doctora	Confluencia_bajo	50	Q TR 10 años	32.7900	1582.59	1584.47		1584.87	0.004856	1.10	12.60	9.76	0.42
La_Doctora	Confluencia_bajo	50	Q TR 25 años	46.3100	1582.59	1584.82		1585.31	0.005024	1.33	16.22	10.84	0.44
La_Doctora	Confluencia_bajo	50	Q TR 50 años	57.0800	1582.59	1585.00		1585.59	0.005585	1.51	18.26	11.33	0.48
La_Doctora	Confluencia_bajo	50	Q TR 100 años	67.9800	1582.59	1585.18	1585.01	1585.86	0.005997	1.68	20.29	11.76	0.50
La_Doctora	Confluencia_bajo	50	Q TR 100 años ma	95.1700	1582.59	1585.59	1585.48	1586.45	0.006540	2.00	25.35	12.78	0.54
La_Doctora	Confluencia_bajo	49	Q TR 2.33 años	13.2000	1582.59	1583.57	1583.49	1583.89	0.013908	2.57	5.36	6.56	0.85
La_Doctora	Confluencia_bajo	49	Q TR 5 años	23.2800	1582.59	1584.01	1583.87	1584.41	0.010906	2.94	8.49	7.80	0.80
La_Doctora	Confluencia_bajo	49	Q TR 10 años	32.7900	1582.59	1584.33	1584.17	1584.80	0.009642	3.18	11.22	8.90	0.78
La_Doctora	Confluencia_bajo	49	Q TR 25 años	46.3100	1582.59	1584.70	1584.54	1585.24	0.008784	3.46	14.81	10.46	0.77
La_Doctora	Confluencia_bajo	49	Q TR 50 años	57.0800	1582.59	1584.91	1584.78	1585.52	0.008924	3.72	17.05	11.10	0.79
La_Doctora	Confluencia_bajo	49	Q TR 100 años	67.9800	1582.59	1585.11	1584.99	1585.79	0.008865	3.92	19.30	11.62	0.79
La_Doctora	Confluencia_bajo	49	Q TR 100 años ma	95.1700	1582.59	1585.55	1585.42	1586.36	0.008583	4.30	24.76	13.03	0.80
La_Doctora	Confluencia_bajo	48	Q TR 2.33 años	13.2000	1582.43	1583.55		1583.75	0.007490	2.08	6.69	7.36	0.64
La_Doctora	Confluencia_bajo	48	Q TR 5 años	23.2800	1582.43	1584.02		1584.29	0.006080	2.38	10.45	8.50	0.61
La_Doctora	Confluencia_bajo	48	Q TR 10 años	32.7900	1582.43	1584.36		1584.68	0.005737	2.64	13.48	9.48	0.61
La_Doctora	Confluencia_bajo	48	Q TR 25 años	46.3100	1582.43	1584.73		1585.13	0.005673	2.96	17.25	10.75	0.63
La_Doctora	Confluencia_bajo	48	Q TR 50 años	57.0800	1582.43	1584.94		1585.41	0.005974	3.22	19.55	11.17	0.65
La_Doctora	Confluencia_bajo	48	Q TR 100 años	67.9800	1582.43	1585.14		1585.67	0.006198	3.45	21.78	11.70	0.67
La_Doctora	Confluencia_bajo	48	Q TR 100 años ma	95.1700	1582.43	1585.57		1586.24	0.006530	3.91	27.12	13.06	0.71
La_Doctora	Confluencia_bajo	47	Q TR 2.33 años	13.2000	1582.20	1583.31		1583.65	0.012885	2.68	5.26	6.11	0.83
La_Doctora	Confluencia_bajo	47	Q TR 5 años	23.2800	1582.20	1583.63	1583.63	1584.17	0.014690	3.42	7.40	7.03	0.93
La_Doctora	Confluencia_bajo	47	Q TR 10 años	32.7900	1582.20	1583.94	1583.94	1584.57	0.013389	3.73	9.68	7.90	0.92
La_Doctora	Confluencia_bajo	47	Q TR 25 años	46.3100	1582.20	1584.39	1584.39	1585.03	0.010310	3.84	13.86	10.48	0.84
La_Doctora	Confluencia_bajo	47	Q TR 50 años	57.0800	1582.20	1584.60	1584.60	1585.31	0.010316	4.08	16.02	10.90	0.85
La_Doctora	Confluencia_bajo	47	Q TR 100 años	67.9800	1582.20	1584.78	1584.78	1585.56	0.010293	4.28	18.09	11.29	0.86
La_Doctora	Confluencia_bajo	47	Q TR 100 años ma	95.1700	1582.20	1585.20	1585.20	1586.14	0.010027	4.69	23.06	12.30	0.87
La_Doctora	Confluencia_bajo	46	Q TR 2.33 años	13.2000	1582.05	1583.22		1583.52	0.010360	2.53	5.67	6.69	0.75
La_Doctora	Confluencia_bajo	46	Q TR 5 años	23.2800	1582.05	1583.64	1583.54	1584.00	0.008931	2.89	9.25	10.35	0.74
La_Doctora	Confluencia_bajo	46	Q TR 10 años	32.7900	1582.05	1584.07	1583.84	1584.37	0.005617	2.69	14.13	11.86	0.61
La_Doctora	Confluencia_bajo	46	Q TR 25 años	46.3100	1582.05	1584.40	1584.09	1584.75	0.005289	2.90	18.27	12.62	0.61
La_Doctora	Confluencia_bajo	46	Q TR 50 años	57.0800	1582.05	1584.66	1584.27	1585.04	0.004939	3.01	21.56	13.20	0.60
La_Doctora	Confluencia_bajo	46	Q TR 100 años	67.9800	1582.05	1584.89	1584.44	1585.30	0.004717	3.11	24.67	13.72	0.59
La_Doctora	Confluencia_bajo	46	Q TR 100 años ma	95.1700	1582.05	1585.39	1584.81	1585.87	0.004383	3.34	31.84	14.84	0.59
La_Doctora	Confluencia_bajo	45	Q TR 2.33 años	13.2000	1581.95	1583.15	1582.97	1583.41	0.008510	2.36	6.08	6.74	0.69
La_Doctora	Confluencia_bajo	45	Q TR 5 años	23.2800	1581.95	1583.49	1583.37	1583.90	0.010078	3.02	8.48	7.74	0.78
La_Doctora	Confluencia_bajo	45	Q TR 10 años	32.7900	1581.95	1583.76	1583.76	1584.27	0.010366	3.43	11.03	10.18	0.81
La_Doctora	Confluencia_bajo	45	Q TR 25 años	46.3100	1581.95	1584.15	1584.04	1584.67	0.008307	3.49	15.13	11.10	0.75
La_Doctora	Confluencia_bajo	45	Q TR 50 años	57.0800	1581.95	1584.43	1584.24	1584.96	0.007237	3.53	18.35	12.08	0.72
La_Doctora	Confluencia_bajo	45	Q TR 100 años	67.9800	1581.95	1584.67	1584.43	1585.23	0.006589	3.59	21.43	12.95	0.70
La_Doctora	Confluencia_bajo	45	Q TR 100 años ma	95.1700	1581.95	1585.22	1584.85	1585.81	0.005510	3.71	28.99	14.88	0.66

- Las velocidades calculadas en el análisis hidráulico varían desde 3.73 m/s hasta 5.83 m/s para los caudales con periodo de retorno de 2.33 años y de 3.24 m/s hasta 9.35 m/s para los caudales con periodo de retorno de 100 años mayorado para la quebrada La Sabanetica, y varían desde 0.72 m/s hasta 6.53 m/s para los caudales con periodo de retorno de 2.33 años y de 1.6 m/s hasta 12.59 m/s para los caudales con periodo de retorno de 100 años mayorado para la quebrada La Doctora en los canales naturales, canal escalonado y box culvert..

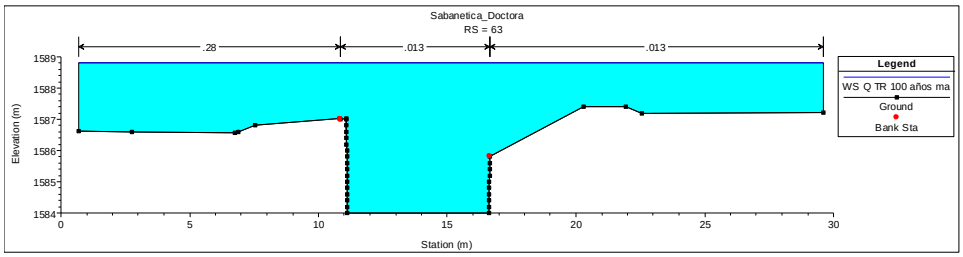
4.2.5. Analisis de resultados.

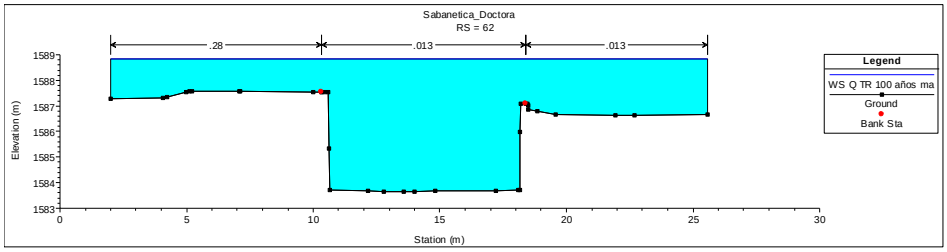
En los resultados arrojados en la modelación utilizando el programa HEC- RAS para la cobertura proyectada, se puede apreciar:

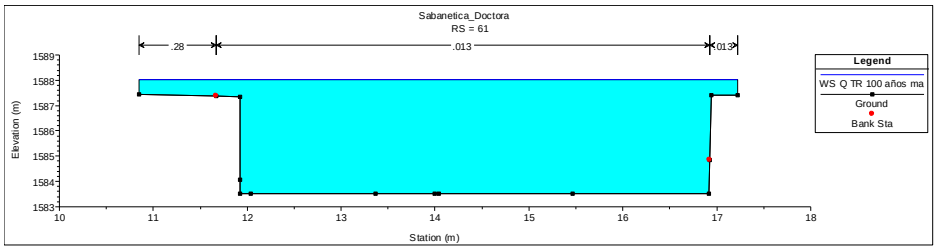
- *<u>Comportamiento hidráulico Tramo aguas arriba del sitio de confluencia con la quebrada La Sabanetica.</u>*



Para las condiciones extremas, es decir cuando se presenta la avenida de los 100 años con un caudal de 97.17 m^3/s, la mayoría de las secciones del tramo están en capacidad hidráulica para evacuar el caudal de diseño. Solo se presenta unas sobre elevaciones debido al estrechamiento que le hacen al cauce antes de entrar a la cobertura y debido a la incapacidad de la primera estructura con el tabique intermedio para evacuar este caudal. Estos resultados se pueden apreciar en las siguientes secciones:

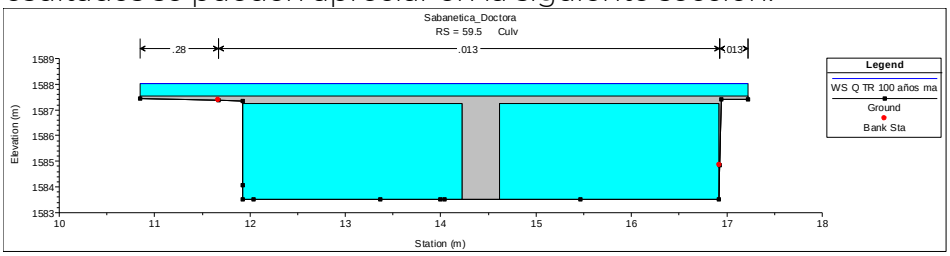






- ***<u>Comportamiento hidráulico del cruce con tabique intermedio.</u>***

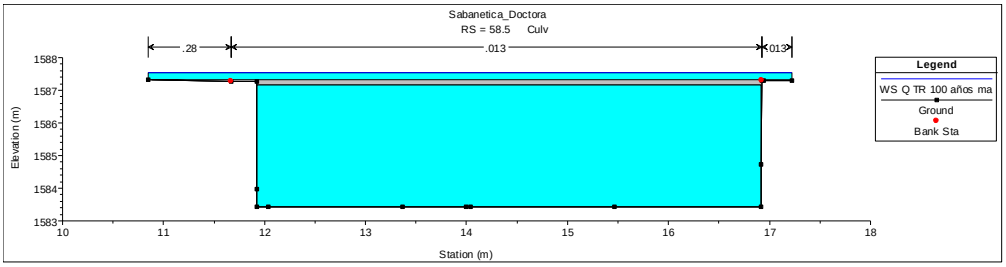
- Que para las condiciones extremas, es decir cuando se presenta la avenida, la estructura conformada por una cobertura con un tabique intermedio que permite conducir el caudal correspondiente a un periodo de retorno de 100 años mayorado, no está en capacidad hidráulica para evacuar el caudal de diseño de 95.17 m^3/s. Estos resultados se pueden apreciar en la siguiente sección:



El agua de la creciente para por encima de la cobertura ocasionando que el paso por la vía quede restringido tanto para peatones como para los vehículos, a su vez produce represamiento que ocasiona inundaciones hacia aguas arriba de la quebrada La Sabanetica.

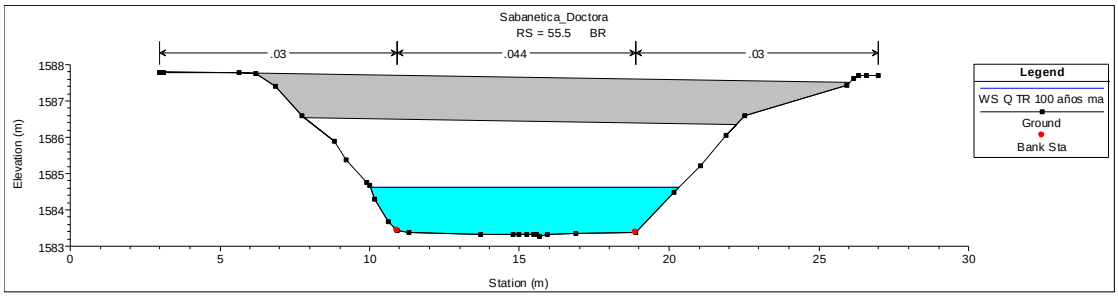
- ***<u>Comportamiento hidráulico de la segunda estructura de cruce sin tabique intermedio.</u>***

- Que para las condiciones extremas, es decir cuando se presenta la avenida, la estructura conformada por una cobertura que permite conducir el caudal correspondiente a un periodo de retorno de 100 años mayorado, no está en capacidad hidráulica para evacuar el caudal de diseño de 95.17 m³/s. Estos resultados se pueden apreciar en la siguiente sección:



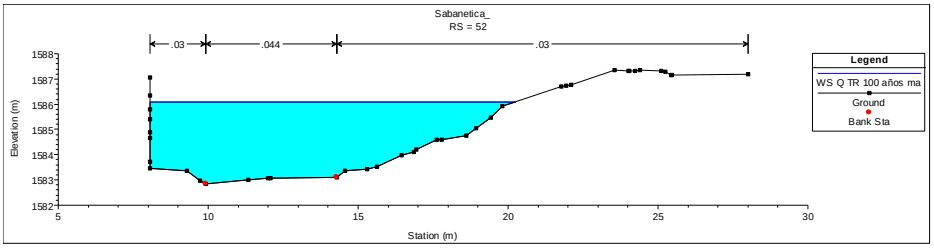
- ***<u>Comportamiento hidráulico tramo aguas abajo del nuevo sitio de confluencia con la quebrada La Sabanetica.</u>***

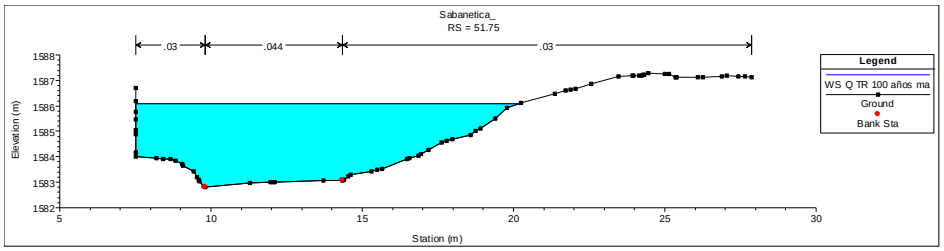
- Que para las condiciones extremas, es decir cuando se presenta la avenida, la estructura conformada por un puente sobre la Avenida Las Vegas que permite conducir el caudal correspondiente a un periodo de retorno de 100 años mayorado, está en capacidad hidráulica para evacuar el caudal de diseño de 95.17 m³/s. Estos resultados se pueden apreciar en la siguiente sección:

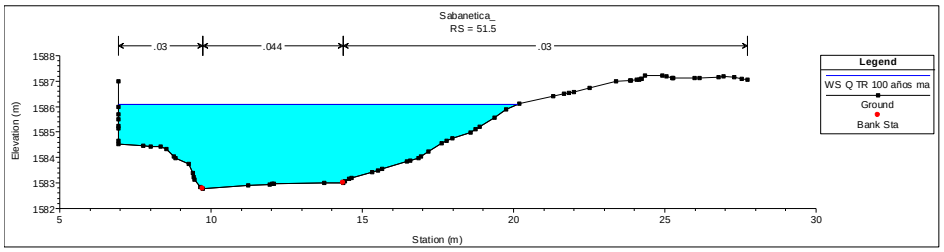


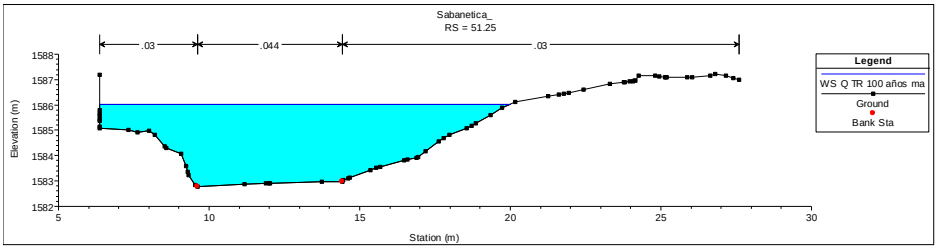
- Para las condiciones extremas, es decir cuando se presenta la avenida de los 100 años con un caudal de 95.17 m^3/s, las secciones del tramo están en capacidad hidráulica para evacuar el caudal de diseño. Estos resultados se pueden apreciar en las siguientes secciones:

Muro de contención a las salida del nuevo alineamiento de la quebrada la Sabanetica

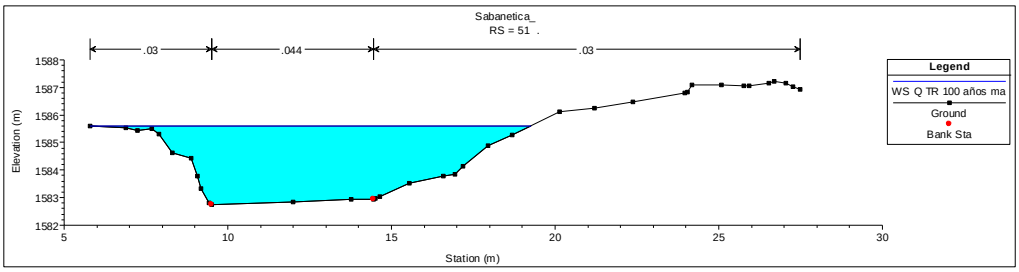


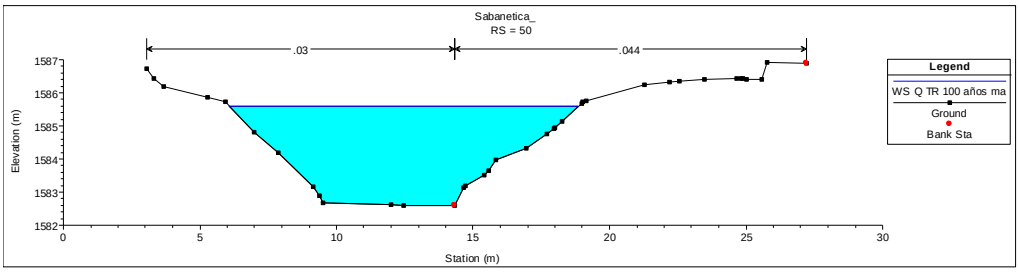


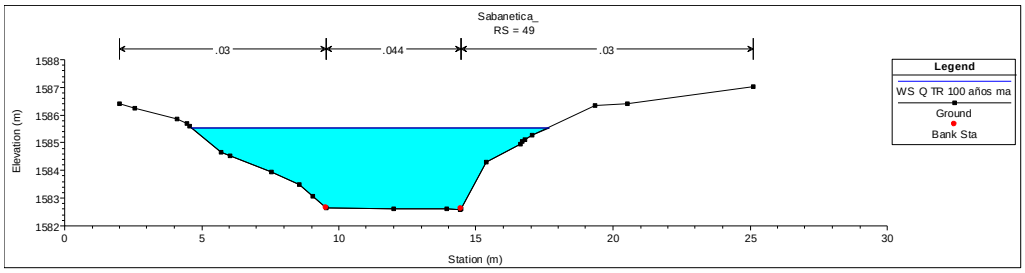


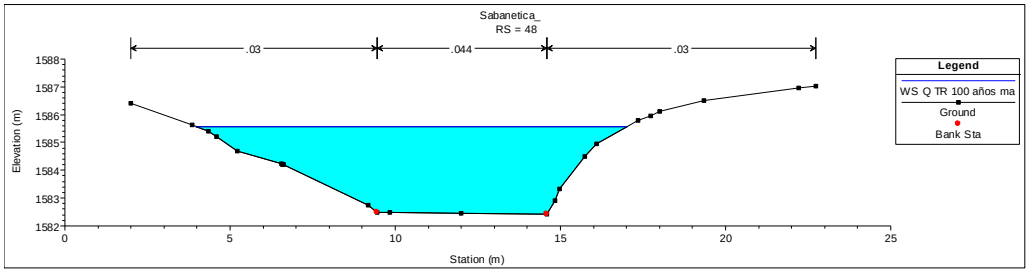


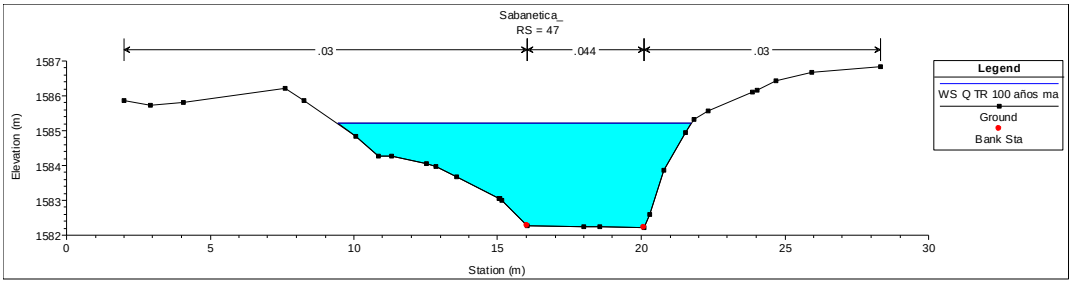
Con el muro se conservan las características hidráulicas de la quebrada en este punto, este permitirá darle una protección a este talud al salir la quebrada la sabanetica

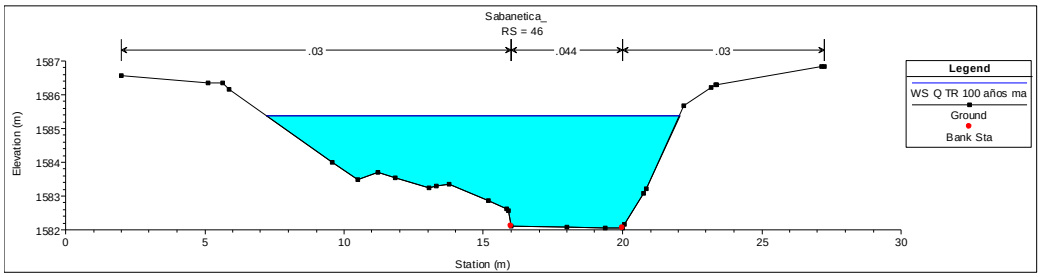

Sabanetica_
RS = 51 .
.03
.044
.03
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

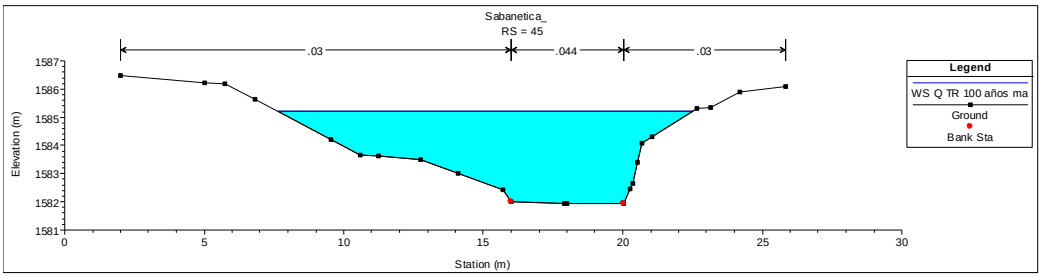

Sabanetica_
RS = 50
.03
.044
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

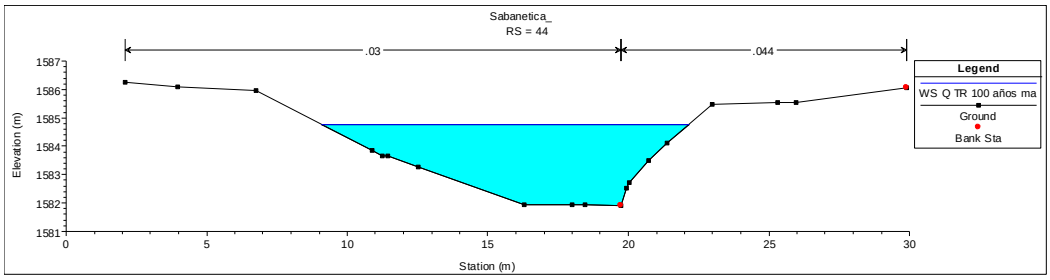

Sabanetica_
RS = 49
.03
.044
.03
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Sabanetica_
RS = 48
.03
.044
.03
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Sabanetica_
RS = 47
.03
.044
.03
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

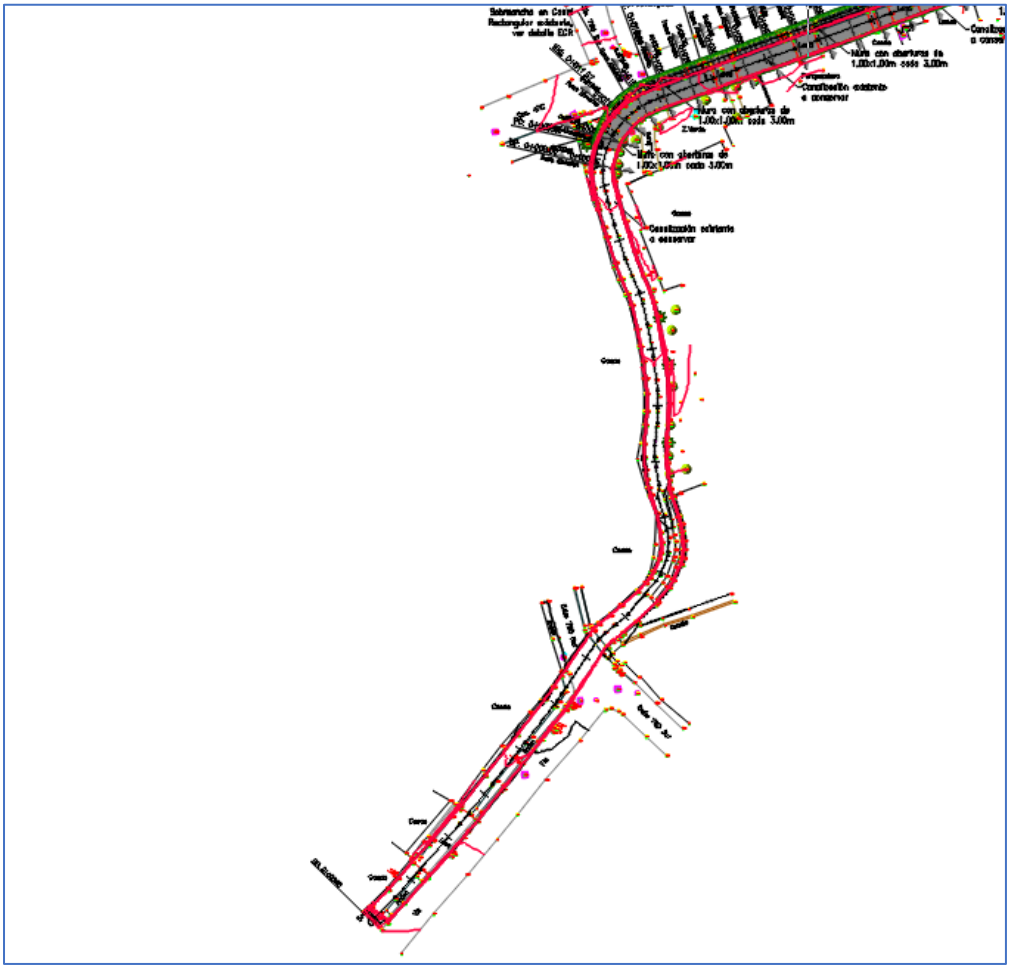

Sabanetica_
RS = 46
.03
.044
.03
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta


Sabanetica_
RS = 45
.03
.044
.03
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta

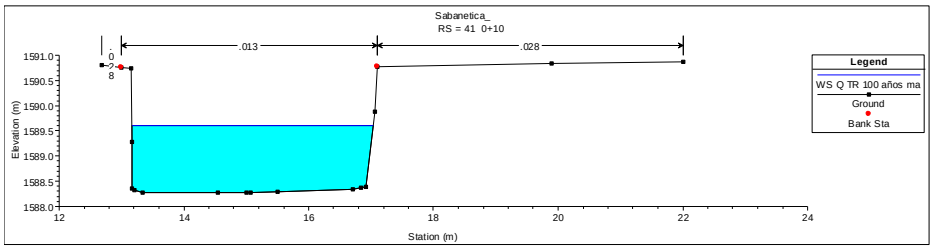

Sabanetica_
RS = 44
.03
.044
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta

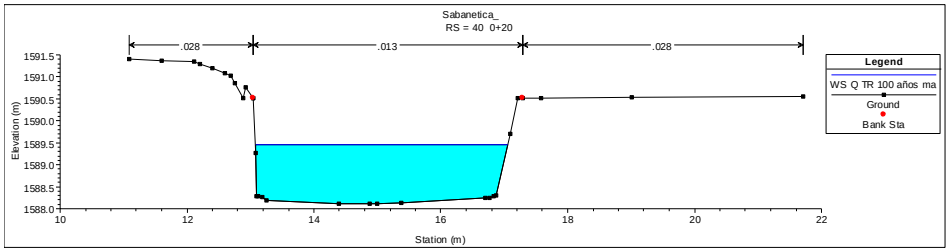
Quebrada La Sabanetica

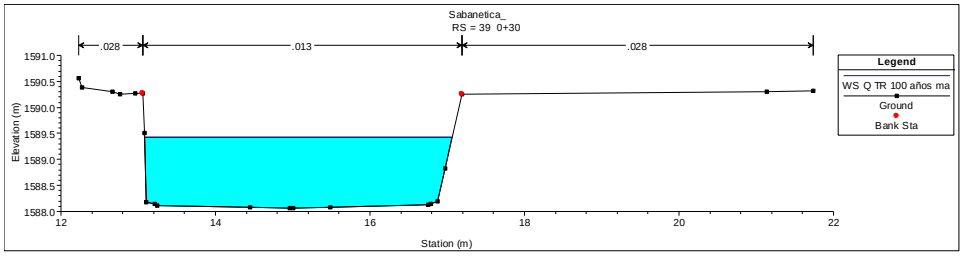
- *Comportamiento hidráulico primer tramo aguas arriba del sitio de confluencia con la quebrada La Doctora.*

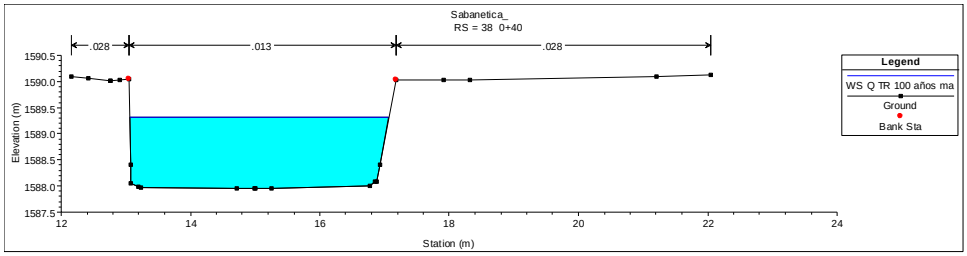


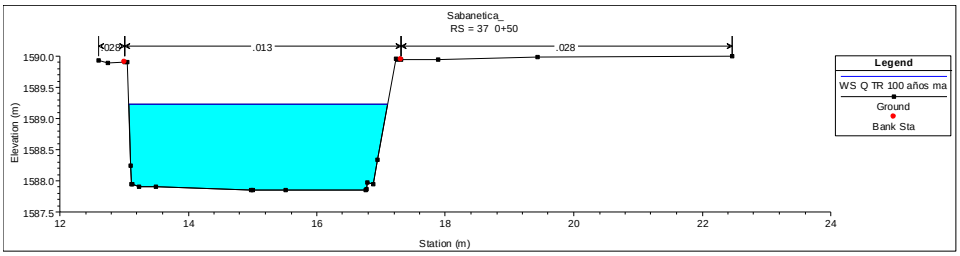
- Para las condiciones extremas, es decir cuando se presenta la avenida de los 100 años con un caudal de 46.52 m^3/s, las secciones del tramo aguas arriba de la carrera 47C, están en capacidad hidráulica para evacuar el caudal de diseño. Estos resultados se pueden apreciar en las siguientes secciones:


Sabanetica_
RS = 41 0+10
.013
.028
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

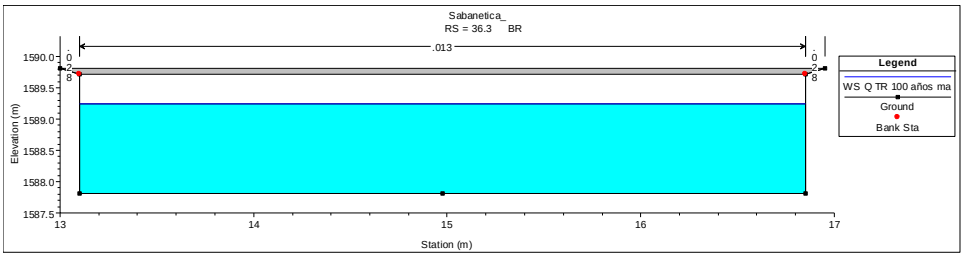

Sabanetica_
RS = 40 0+20
.028
.013
.028
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

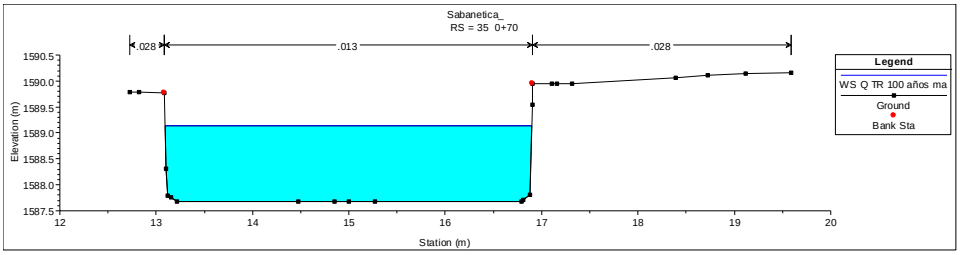

Sabanetica_
RS = 39 0+30
.028
.013
.028
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

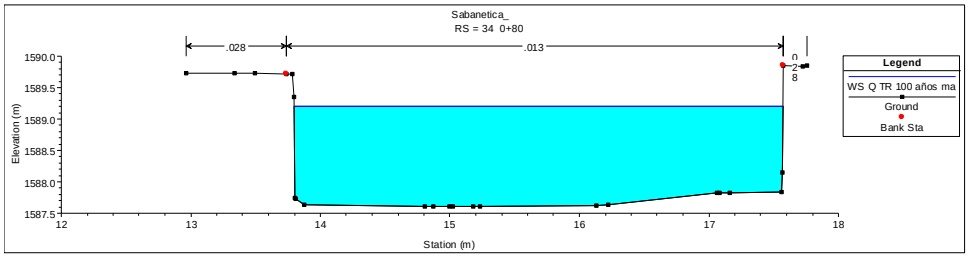

Sabanetica_
RS = 38 0+40
.028
.013
.028
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

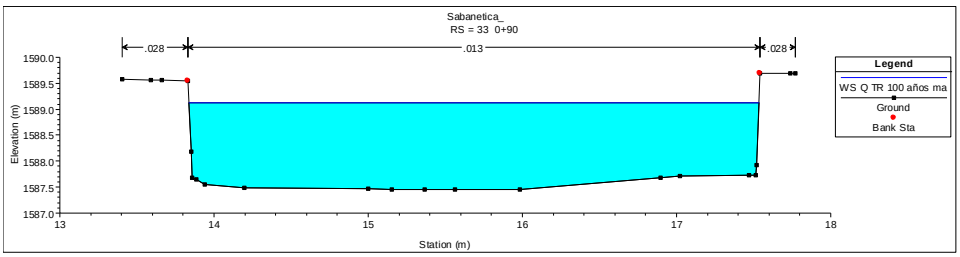

Sabanetica_
RS = 37 0+50
.028
.013
.028
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

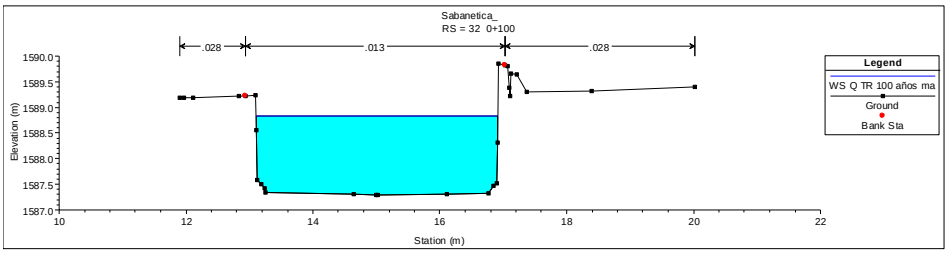
El box culvert localizado en el cruce de la calle 76 D sur posee capacidad hidráulica para evacuar el caudal de diseño.

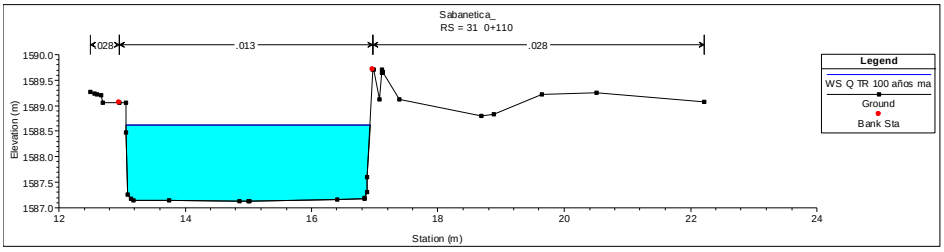


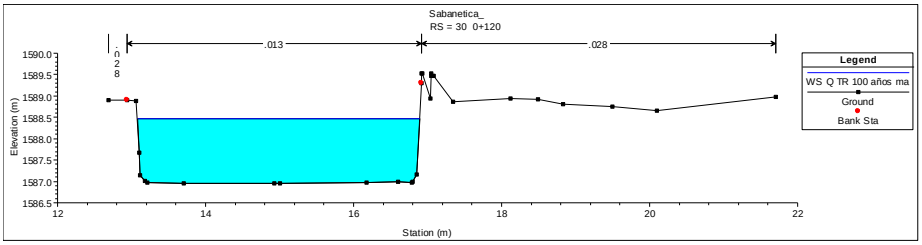


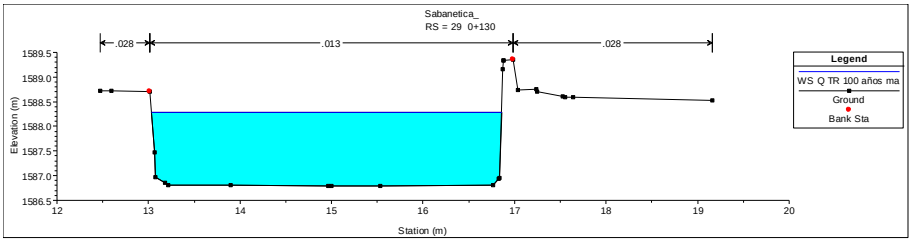


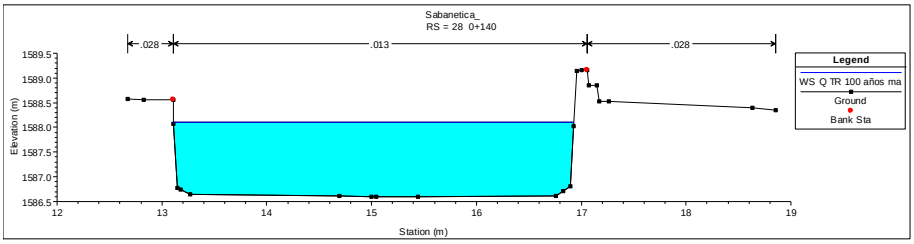


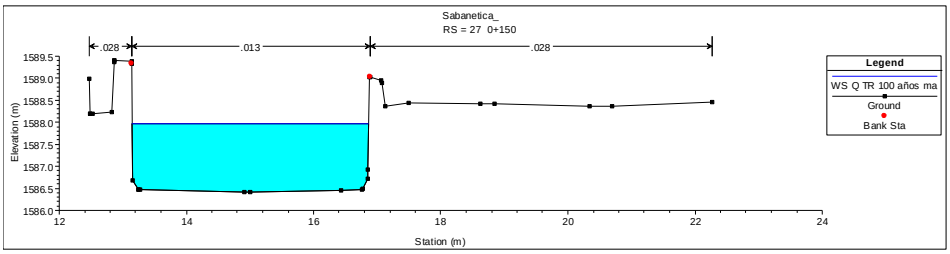

Sabanetica_
RS = 32 0+100
.028
.013
.028
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta


Sabanetica_
RS = 31 0+110
.028
.013
.028
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta

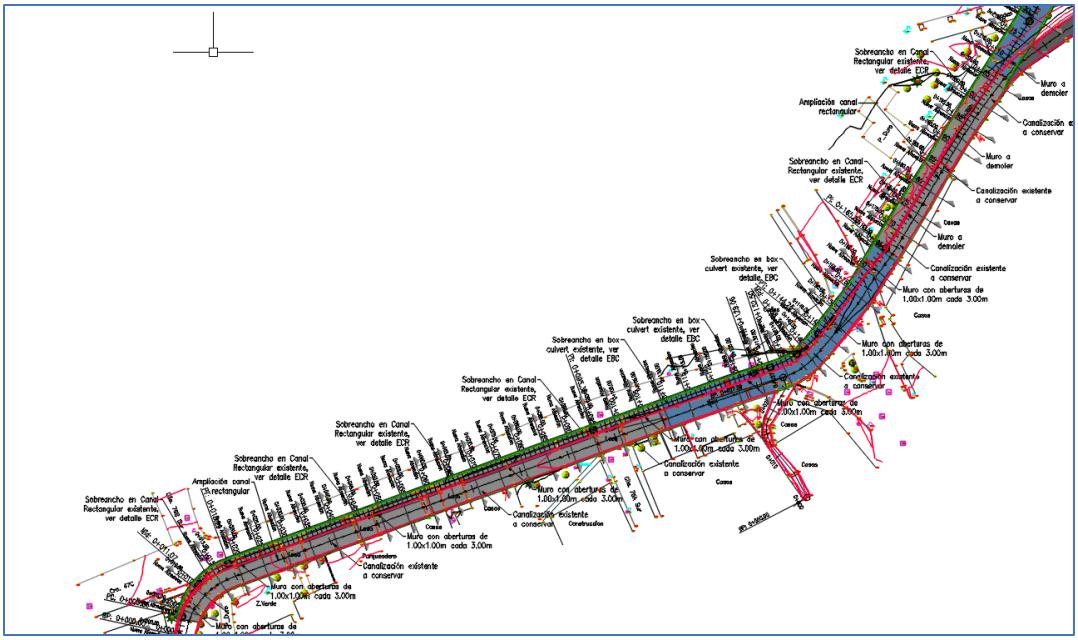

Sabanetica_
RS = 30 0+120
.028
.013
.028
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta


Sabanetica_
RS = 29 0+130
.028
.013
.028
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta

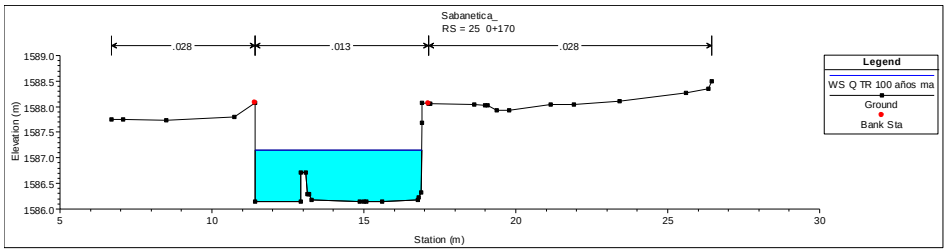

Sabanetica_
RS = 28 0+140
.028
.013
.028
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS Q TR 100 años ma
Ground
Bank Sta



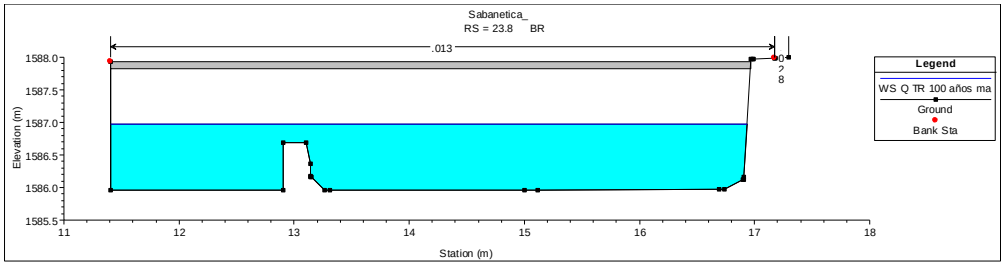
- *<u>Comportamiento hidráulico segundo tramo entre aguas abajo de la carrera 47C, y aguas arriba del sitio de confluencia con la quebrada La Doctora, sector Plebiscito entre las calle s 76 B sur y 75 A sur</u>*

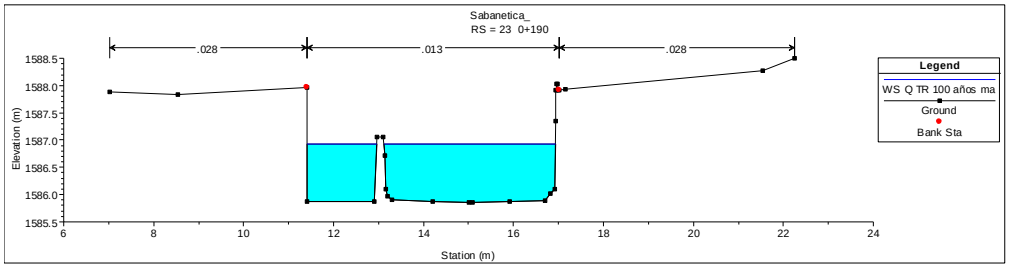


Para las condiciones extremas, es decir cuando se presenta la avenida de los 100 años con un caudal de 46.52 m^3/s, las secciones del tramo entre las calles 76 B sur y calle 75 a sur a lo largo de la carrera 47 C sector Plebiscito, donde se proyectó una ampliación del canal y box culvert existente con un sobre ancho de 1.5 m con la misma altura de la estructura existente, están en capacidad hidráulica para evacuar el caudal de diseño.

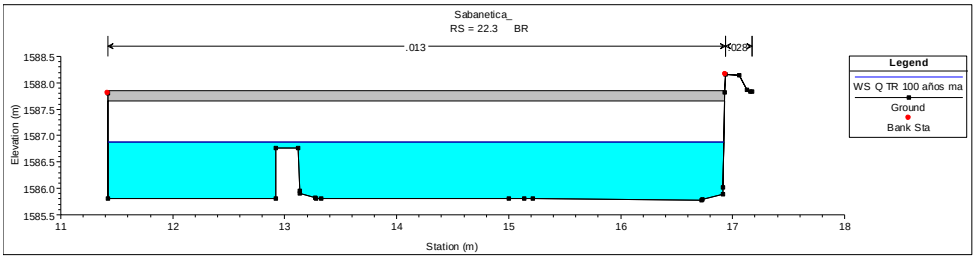


Puente acceso a edificación

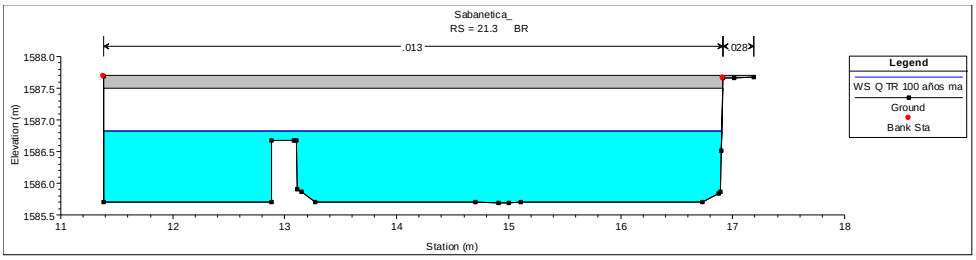


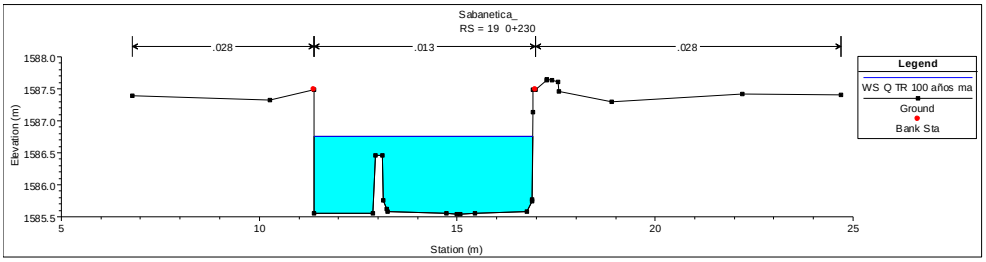


Puente acceso a edificación

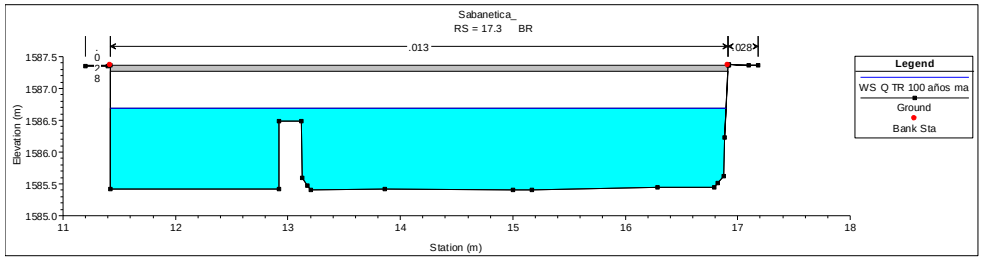


Puente acceso a edificación

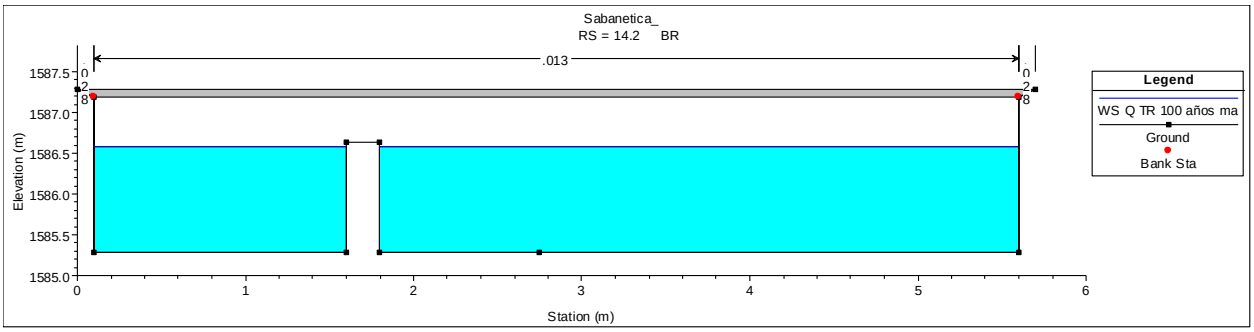


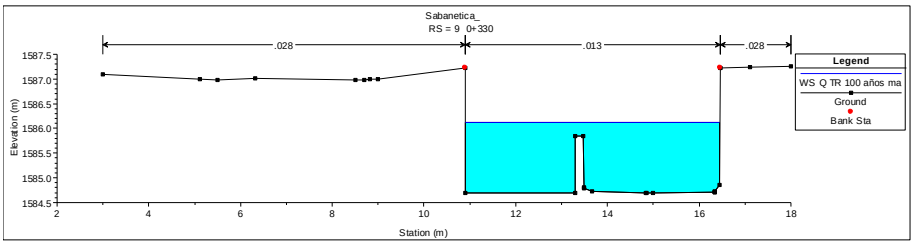


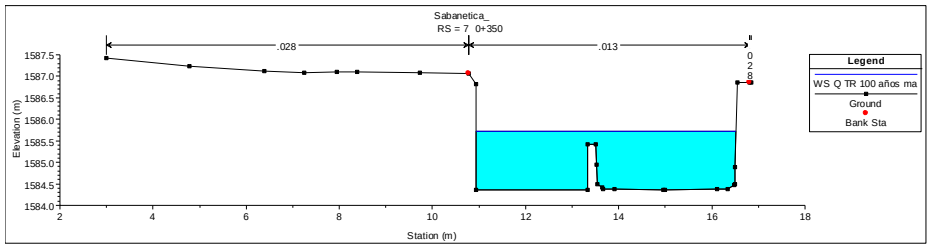
Puente acceso a edificación



Box culvert calle 75 A sur

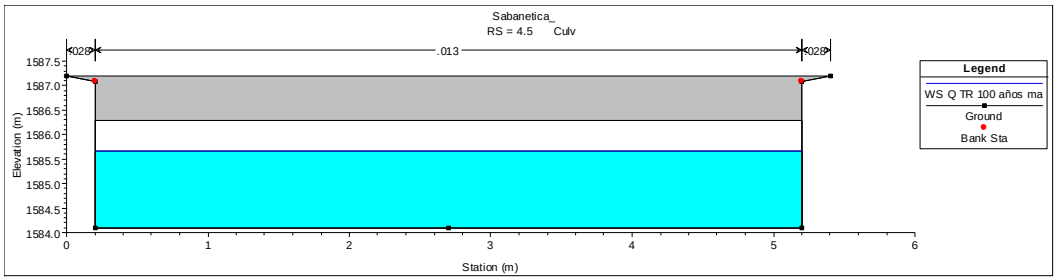






- ***<u>Comportamiento hidráulico tramo aguas abajo del sector Plebiscito entre las calle s 76 B sur y 75 A sur, donde se proyecta el box culvert con el nuevo alinea,miento de la quebrada La Sabanetica.</u>***

- Para las condiciones extremas, es decir cuando se presenta la avenida de los 100 años con un caudal de 46.52 m^3/s, la sección del box culvert proyectado de 5.0 m de ancho por 3.0 m de alto, está en capacidad hidráulica para evacuar el caudal de diseño



Con la proyección del sobre ancho y nuevo box culvert se mejora la dinámica de la quebrada. La lámina de agua en la sección de la entrada a la cobertura deja un suficiente borde libre, altura que nos da un buen factor de seguridad en la estructura, además debe recordarse que obedece a un caudal ya mayorado, lo que nos da una mayor capacidad de la estructura ante eventos de crecientes

4.1.Socavación en la estructura proyectada

Se presenta a continuación la estimación de la profundidad de socavación con el objeto de garantizar la estabilidad de los taludes que conforman el cauce de la quebrada y proyectar una obra como protección y contención para la protección del sistema de tratamiento y tanque de almacenamiento.

4.1.1. Socavación general

La socavación consiste en la profundización del nivel del fondo del cauce de una corriente causada por el aumento del nivel de agua en las avenidas, modificaciones en la morfología del cauce o por la construcción de estructuras en el cauce como muros, puentes, espigones, entre otros. La socavación está controlada por las características hidráulicas del cauce, las propiedades de los materiales que conforman el lecho del cauce y la forma y localización de los elementos que la inducen.

La determinación de la socavación se basa más en un análisis cualitativo y en la aplicación de conceptos de mecánica de ríos que en el uso de fórmulas empíricas. Hay mucha incertidumbre sobre el uso de las ecuaciones y sobre cuál representa mejor las condiciones reales del río. Esto hace difícil establecer una sola ecuación que sea lo suficientemente precisa y segura para estimar las profundidades de socavación debido al alto grado de incertidumbre existente y a las muchas variables involucradas, por esta razón la decisión final sobre la cimentación de la estructura y sus medidas de protección, debe basarse no solo en los resultados que las ecuaciones arrojen, sino también, en el buen criterio, experiencia y conocimiento de las variables involucradas en el problema por parte del ingeniero evaluador.

Este cálculo se hace para el tramo en donde se proyectará una obra de contención que permitirá darle protección a la salida del flujo de la quebrada La Sabanetica sobre la margen izquierda en el tramo de quebrada La Doctora.

Para estos cálculos es necesario conocer la profundidad de la lámina máxima de agua, el número de Froude y el diámetro medio de los sedimentos del lecho.

Para definir el número de Froude de la quebrada o su régimen, es necesario tener velocidades de la quebrada y profundidad hidráulica, cálculos que se sacaran de los resultados de las modelaciones anteriores.

Para el cálculo de la profundidad de socavación en el sitio, se tomó dos secciones transversales de la quebrada.

4.1.2. Ecuaciones para Cálculo de la Socavación

De acuerdo con el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS en el capítulo 6.1, en los análisis de socavación general y local, en obras hidráulicas menores, el proyectista deberá tener un conocimiento integral de los aspectos hidrológicos, hidráulicos, geotécnicos y topográficos del sitio en estudio. Por tal razón, resultan de gran importancia estos estudios y el nivel de análisis de la información primaria y secundaria recopilada durante la etapa previa de ellos. Por otro lado, la evaluación de la socavación en general, en estructuras hidráulicas, es un tema sobre el que no se ha dicho la última palabra, por lo que aún se trabaja en el desarrollo de metodologías para determinar la profundidad de socavación al presentarse una creciente. En general, las diferentes ecuaciones propuestas para el cálculo de la socavación son el resultado de investigaciones de laboratorio con limitada verificación en campo, razón por la cual la profundidad de socavación calculada puede diferir entre un autor y otro.

4.1.3. Sedimentos.

Como complemento a las recomendaciones del estudio hidráulico, es importante la determinación de las características físicas del material del cauce y de los diferentes estratos del subsuelo que puedan llegar a ser socavados durante las crecientes extremas. Por tal razón, en todo análisis de socavación se deben tomar muestras representativas del material del fondo.

Se usarán la curva granulométrica obtenida del estudio de suelos para el diseño de las obras.

Ingeniería Civil, Geológica y Ambiental S.A.S.

Contacto: (4) 597 90 80 - laboratorioincigam@gmail.com

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	CONCAVAS S.A.S.	Proyecto:	URGENCIA MANIFIESTA - LA DOCTORA
Localización:	Sabaneta, Antioquia	Sondeo:	P3
Código:	014-20	Muestra:	M2
Descripción:	Grava arcillosa café y gris, con arena	Profundidad:	1.00 a 1.45 m

Contenido de humedad natural

Tara N°	160	1
Suelo Húmedo Tara (gr)	45.20	44.76
Suelo Seco Tara (gr)	38.48	38.13
Peso del agua (gr)	6.72	6.64
Tara (gr)	5.58	5.87
Peso suelo seco	32.90	32.25
% Humedad	20.43	20.59
Humedad promedio (%)	20.51	

Muestra analizada

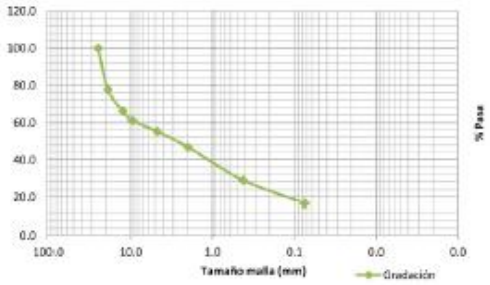


Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	248.10
Peso Total Muestra Seca (gr)	205.88

Tamiz	Peso retenido (gr)	% Retenido	Retenido	Pasa
3"	0.0	0.0	0.0	
2 1/2"	0.0	0.0	0.0	
2"	0.0	0.0	0.0	
1 1/2"	0.0	0.0	0.0	
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	45.7	22.2	22.2	77.8
1/2"	23.7	11.5	33.7	66.3
3/8"	10.4	5.1	38.8	61.2
4	12.2	5.9	44.7	55.3
10	17.2	8.4	53.0	47.0
40	39.7	17.8	70.9	29.1
200	25.5	12.4	83.3	16.7
Fondo	34.5	16.7	100.0	0.0

Curva Granulométrica

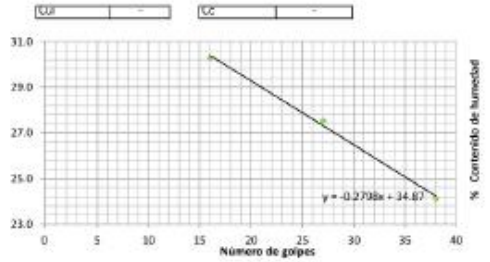


% Pasa Tamiz N°200:	16.7
Clasificación USC:	GC
Clasificación AASHTO:	A-2-4

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	116	183
Suelo Húmedo Tara (gr)	13.92	13.80
Suelo Seco Tara (gr)	12.57	12.43
Peso del agua (gr)	1.35	1.37
Tara (gr)	6.01	5.81
Peso suelo seco	6.56	6.62
% Humedad	20.58	20.69

Límite Líquido			
Número de golpes	16	27	38
Tara N°	135	172	99
Suelo Húmedo Tara (gr)	26.89	27.08	27.59
Suelo Seco Tara (gr)	21.69	22.44	23.37
Peso del agua (gr)	4.80	4.59	4.22
Tara (gr)	5.84	5.77	5.88
Peso suelo seco	15.85	16.67	17.49
% Humedad	30.28	27.53	24.13



Límite Líquido (%):	27.9
Límite Plástico (%):	20.6
Índice de Plasticidad (%):	7.2

Fecha de ejecución: 22 de febrero de 2021
Ejecución: LABORATORISTA JHON JAIRO LADINO
Revisión y aprobación: ING. VERÓNICA ZAPATA S.

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Figura N.° 52. *Resultados ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO. Tomado del estudio de suelos para el diseño de las obras proyectadas*

De acuerdo con la visita técnica al sitio, los análisis de la granulometría anterior- Sondeo realizado en el tramo de estudio, para objeto de cálculo se consideró conformado por materiales homogéneos con D50 de 4.76 mm. Y D84 de 19.1 mm, de acuerdo con las características observadas.

Para calcular la socavación general se requiere la siguiente información:

- Sección transversal del cauce del sitio a salvo por la estructura, indicando el nivel de agua para el caudal de diseño asociado a su periodo de retorno.
- Caudal de diseño asociado a su periodo de retorno.
- Características físicas del material del fondo inicial y de los diferentes estratos del subsuelo que puedan ser descubiertos y erosionados durante el paso de la creciente seleccionada. Los datos más importantes son la densidad y la granulometría de suelos no cohesivos y el peso volumétrico seco de los materiales cohesivos.

De acuerdo con el Manual de Drenajes para Carreteras del INVIAS, existen muchos métodos para evaluar la socavación general, siendo el más utilizado en el medio colombiano el propuesto por Lischtvan - Lebediev. Asimismo, se emplean otros métodos como el de Maza Álvarez, Maza Álvarez - Echavarría Alfaro y el de Blench, entre otros.

4.1.4. Método de Lischtvan – Lebediev

Es el método de mayor aplicación para determinar la socavación general en el lecho de una corriente y también se puede emplear para estimar la socavación por contracción en el caso que se vaya a proyectar un puente, por lo cual el efecto de la contracción no debe adicionarse a los valores de socavación obtenidos. El criterio propuesto por Lischtvan – Levediev, se basa en la obtención de la condición de equilibrio entre la velocidad media real del flujo y la velocidad media máxima necesaria para no erosionar el material del fondo; la profundidad de socavación en cualquier punto de la sección transversal se obtiene al igualar las ecuaciones de la velocidad real y la velocidad erosiva. Dependiendo del material que conforma el lecho del río, que podría corresponder a suelos de tipo granular o cohesivos, para cada caso se propone una ecuación que permite hallar la profundidad de socavación.

En la Figura 42 se presentan las principales variables.

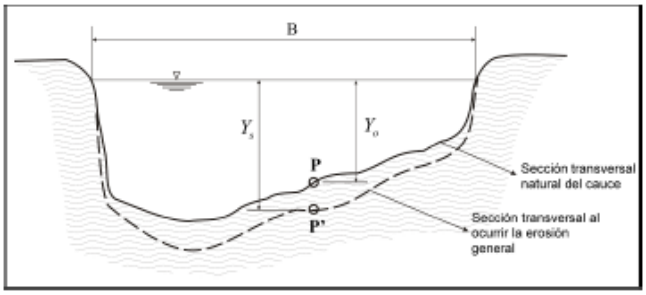


Figura N.° 53. *Socavación General – Definición de variables*

– *Suelos granulares:*

$$Y_s = \left(\frac{\alpha\, {Y_0}^{5/3}}{0{,}68\ \beta\ \mu\ \phi\ {d_m}^{0{,}28}}\right)^{\frac{1}{1+z}}$$

Donde: Y_s : Profundidad del flujo después de ocurrida la socavación. Se mide desde el nivel del agua cuando pasa la creciente, hasta el nivel del fondo del cauce erosionado, en metros (m).

Y_o: Profundidad inicial existente en una línea vertical predeterminada de la sección medida desde el nivel del agua cuando pasa la creciente, hasta el nivel del cauce antes del proceso de socavación, en metros (m).

α: Coeficiente de sección, definido como:

$$\alpha = \frac{Q_d}{{Y_m}^{5/3}\, B_e}$$

Q_d: Caudal de diseño asociado al periodo de retorno, en

Metros cúbicos por segundo (m^3/s).

Y_m: Profundidad media, en metros (m), definida como:

$$Y_m = \frac{A}{B_e}$$

A: Área hidráulica, en metros cuadrados (m^2).

B_e: Ancho efectivo de la superficie del agua en la sección transversal, en metros (m). Del ancho total se debe descontar el ancho de las pilas cuando el ángulo de incidencia de la corriente con respecto al eje

de la pila es 0. En caso de que la corriente forme un ángulo con las pilas, este valor se debe ajustar. (Figura 6.2).

β: Coeficiente de frecuencia. Este coeficiente toma en cuenta el periodo de retorno T comprendido entre 15 y 500 años. Para obtener su valor se propone la siguiente expresión:

$$\beta = 0.7929 + 0.0973 \text{ Ln}(T)$$

μ: Coeficiente de contracción. Este valor se toma de la Tabla 6.1 como una función de la velocidad media del flujo y de la distancia libre entre pilas cuando hay un puente.

φ: Coeficiente de corrección por el efecto de la densidad del agua durante la creciente. Para agua clara (clear water) este valor es igual a 1.0. Si la creciente transporta sedimentos en suspensión (lived – bed), este coeficiente se calcula como:

$$\phi = - 0.54 + 1.5143\ \gamma_{as}$$

γ_{as}: Peso específico del agua más sedimento, en toneladas por metro cúbico (T/m^3).

d_m: Diámetro medio de las partículas del material granular, en milímetros (mm). Se calcula como:

$$d_m = 0.01 \sum di\ Pi$$

d_i: Diámetro en milímetros (mm) de una fracción de la curva granulométrica del material.

P_i: Peso de esa fracción expresado en porcentaje con respecto al

total de la muestra (porcentaje retenido).

Z: Exponente variable que depende del diámetro medio de las partículas del material granular.

$$Z = 0.394557 - 0.0413 \log (d_m) - 0.00891\ log^2\ d_m$$

V (m/s)	LONGITUD LIBRE ENTRE DOS PILAS O ESTRIBOS (m)												
	10	13	16	18	21	25	30	42	52	63	106	124	200
<1.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.0	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.5	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00
2.0	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00
2.5	0.90	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00
3.0	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
3.5	0.87	0.90	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
≥ 4.0	0.85	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99

Tabla 51. - Factor de corrección por contracción del cauce μ

V = velocidad media en la sección transversal

μ = 1.0 si no hay obstáculos

- *Suelos cohesivos:*

$$Y_s = \left(\frac{\alpha \, {Y_0}^{5/3}}{0{,}68 \, \beta \, \mu \, \phi \, {\gamma_d}^{1{,}18}} \right)^{\frac{1}{1+z}}$$

Donde: Y_s, α, Y_o, β, μ, φ se definen igual que para suelos granulares.

γ_d: Peso volumétrico seco del material cohesivo, en toneladas por metro cúbico (T/m3).

X: Exponente variable que depende del peso volumétrico seco del material cohesivo.

$$X = 0.892619 - 0.58073 \, Y_d + 0.136275 \, {Y_d}^2$$

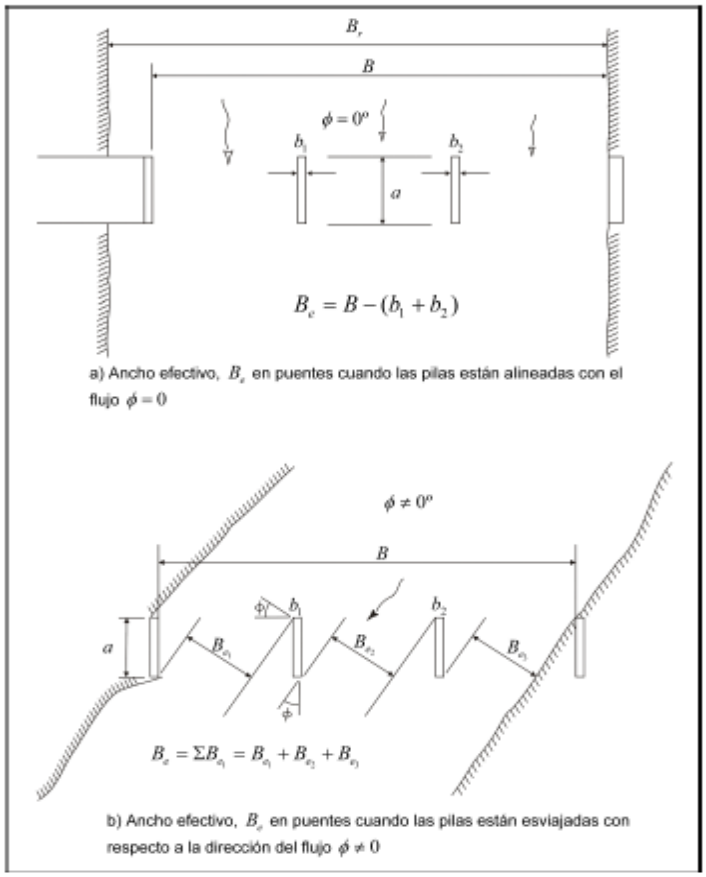


Figura N.° 54. *Cálculo del ancho efectivo "Be" en puentes*

4.1.5. Método de Maza Álvarez

Siguiendo lo establecido por Lischtvan – Lebediev, este método se basa en las ecuaciones de la velocidad mínima necesaria para erosionar el material de fondo, obtenidas por Maza, en función del diámetro *d84* de la muestra del lecho; diámetro que permite considerar las condiciones de acorazamiento que se pueden presentar en el cauce. Las expresiones, según el rango de aplicación del d_{84}, corresponden a:

- *Para suelos granulares:*

$$Y_s = \left(\frac{\alpha\, {Y_0}^{5/3}}{4{,}7\ \beta\ {d_{84}}^{0{,}28}}\right)^{\frac{{d_{84}}^{0{,}03}}{0{,}322 + {d_{84}}^{0{,}03}}}$$

Válida sí 0.00005 m ≤ d84 ≤ 0.0028m.

$$Y_s = \left(\frac{\alpha\, {Y_0}^{5/3}}{4{,}7\ \beta\ {d_{84}}^{0{,}28}}\right)^{\frac{{d_{84}}^{0{,}092}}{0{,}223 + {d_{84}}^{0{,}092}}}$$

Válida si 0.0028 m ≤ d84 ≤ 0.182 m.

$$Y_s = \left(\frac{\alpha\, {Y_0}^{5/3}}{4{,}7\ \beta\ {d_{84}}^{0{,}28}}\right)^{\frac{{d_{84}}^{0{,}187}}{0{,}191 + {d_{84}}^{0{,}187}}}$$

Válida sí 0.182 m ≤ d84 ≤ 1.0 m.

Donde: Y_s, α, Y_o, β se definen igual que para suelos granulares según el método de Lischtvan –Lebediev.

d_{84}: Diámetro de la muestra de sedimento en que el 84 por ciento en peso es menor que ese tamaño, en metros (m).

- *Para suelos cohesivos:*

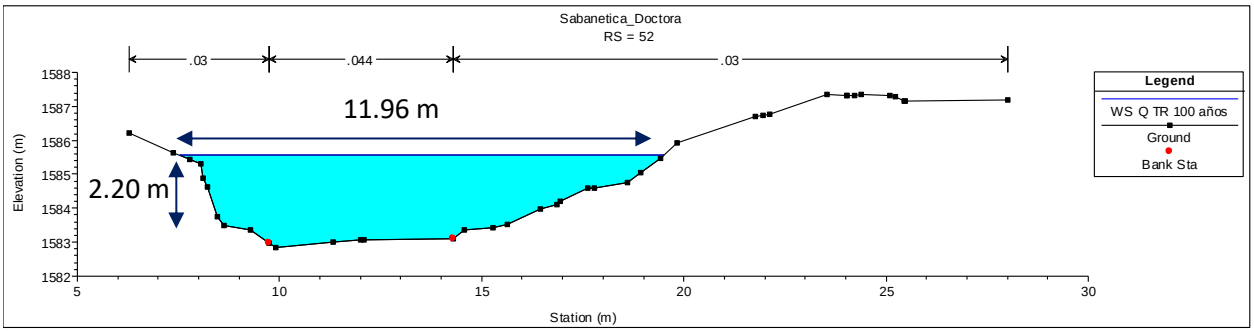
$$Y_s = \left(\frac{5780\ \alpha\ {Y_0}^{5/3}}{\beta\ {\gamma_d}^{1{,}18}}\right)^{\frac{{Y_d}^{0{,}725}}{66{,}28 + {Y_d}^{0{,}187}}}$$

Donde: Y_s, α, Y_o, β: se definen igual que para suelos granulares según el método de Lischtvan –Lebediev.

γ_d : Peso unitario seco, conocido en hidráulica fluvial como peso volumétrico seco, y es igual al peso seco de la muestra entre su volumen inicial, en kilogramo – fuerza por metro cúbico (kgf/m3).

Estas ecuaciones deben aplicarse para varias líneas verticales de la sección del cruce. La profundidad en cada una de ellas es una función de la profundidad inicial Y_o. Al unir todas las profundidades Ys se tiene el perfil de la sección teórica erosionada.

4.1.6. Sección 52.



- Método de Lischtvan – Lebediev

Caudal de Diseño: 67.98 m^3/s (Tr 100 años)

Y_0 : Profundidad del río en el punto que se socava = 2.20m.

β : 0,7929 + 0,0973 L_n (T), T periodo de retorno

β : 0,7929 + 0,0973 I_n (100),

β = 1,24

α : $\frac{Q_d}{Y_m{}^{(5/3)} B_e}$ ∴ Y_m : $\frac{A}{B_e}$

A = 22.07 m^2

B_e = 11.96 (m)

Y_m = 1.85 m.

α = 2.05

μ ; para una velocidad del flujo de 3.32 m/s, se tiene que $\boldsymbol{\mu}$ = 0.89, según tabla.

$\boldsymbol{\phi}$ = -0,54 + 1,5143 γ_{sediment} ∴ $\gamma_{\text{sediment}} \cong$ 1,3 T/m^3 (para arenas, según US Soil Conservation Servicio)

$\boldsymbol{\phi}$ = 1.42

dm: 4.76 mm

Z : 0,394577 – 0,0413 Log (d_m) - 0,00891 $Log^2\ d_m$

Como d_m = 4.76 mm ∴

Z = 0,37

Reemplazando estos valores en la ecuación de **Lischtvan – Lebediev,** para suelos granulares, se tiene:

$$Y_s = \left(\frac{\alpha\, {Y_0}^{5/3}}{0{,}68\ \beta\ \mu\ \phi\ {d_m}^{0{,}28}}\right)^{\frac{1}{1+z}}$$

Y_s = 3.05 m

Luego la profundidad de socavación seria:

S_{soc} = 2.05– 2.22= 0.85 **m.**

- Método de Maza Álvarez

Para d_{84} = 19.1 mm ≅ **0,0191 (m),**

$$Y_s = \left(\frac{\alpha\, {Y_0}^{5/3}}{4{,}7\ \beta\ {d_{84}}^{0{,}28}}\right)^{\frac{{d_{84}}^{0{,}092}}{0{,}223 + {d_{84}}^{0{,}092}}}$$

Reemplazando se tiene:

Y_s = 3.35 m,

Luego la profundidad de socavación seria:

S_{soc} = 3.35 – 2.20= **1.15 m.**

De acuerdo con estos resultados los taludes de la quebrada presentan una amenaza importante de valores entre 0.85 m y 1.15 m de socavación general, estos valores obedecieron a los cálculos realizados y calculadas por los dos métodos LISCHTAVH-LEVEDIEV Y MAZA MARQUEZ.

Para que se puedan soportar los efectos de la socavación general y los taludes estén protegidas contra la erosión del material del fondo del canal, se deberá proyectar una estructura con una fundación que supere la profundidad de 1.15 m. Se proyecta un muro tipo convencional con una losa de apoyo o pata en una longitud de 6.63 m, ancho 2.85 m y de espesor 0.40 m, unos pilotes preexcavados de 1.0 m más 0.40 que está enterrado el muro en el terreno para una profundidad total de 1.80 m, que supera la profundidad de socavación que esta entre 0.85 y 1.15 m. una profundidad mínima de 13 m.

4.2. Socavación en traviesas

En aquellos ríos que discurren sobre lechos constituidos por material granular (partículas sueltas de distintos tamaños) se da un transporte de sedimentos producido por la fuerza de arrastre de la corriente. Uno de los problemas que pueden darse en cauces de ríos con fondo móvil es el descenso de cota del fondo debido a un proceso erosivo a largo plazo que puede tener su origen en una actuación humana, siendo el caso más habitual de ello el encauzamiento de un río. Este proceso erosivo puede acarrear una serie de problemas tales como el descalce de la cimentación de muros o puentes ubicados en el cauce del río y consecuentemente su posible fallo estructural. Para evitar estos efectos negativos se suelen disponer en el cauce, unas obras de hormigón o escollera que conocemos por el nombre de traviesas. Se disponen transversalmente al lecho y su función es la de proteger frente a la erosión o descenso del fondo a largo plazo. Un caso típico que ilustra muy bien la acción de estas traviesas frente a la erosión es el de un río encauzado con un estrechamiento, en el cual se produciría un descenso del fondo si no hubiese traviesas. En cambio, si colocamos una serie de traviesas, éstas actúan como puntos fijos del cauce de modo tal que aguas arriba de cada una de ellas la pendiente se suaviza y aguas abajo se produce un salto, evolucionando hacia una forma de fondo escalonada.

Las traviesas de las cuales se solicita la ocupación de cauce se encuentran enterradas y buscan controlar los cambios en el fondo del cauce como son la profundización ocasionada por la socavación que actualmente pueda presentar la quebrada.

Estas traviesas no interfieren con el flujo de la corriente, ya que se encuentran a nivel de la cota de fondo del cauce. Estas estructuras o llaves de control buscan controlar la socavación del lecho, además de asegurar un mejor comportamiento hidráulico de la misma. La desventaja de esta estructura es que, a pesar de controlar la profundización del lecho, no controla las velocidades.

4.2.1. Traviesas de fondo

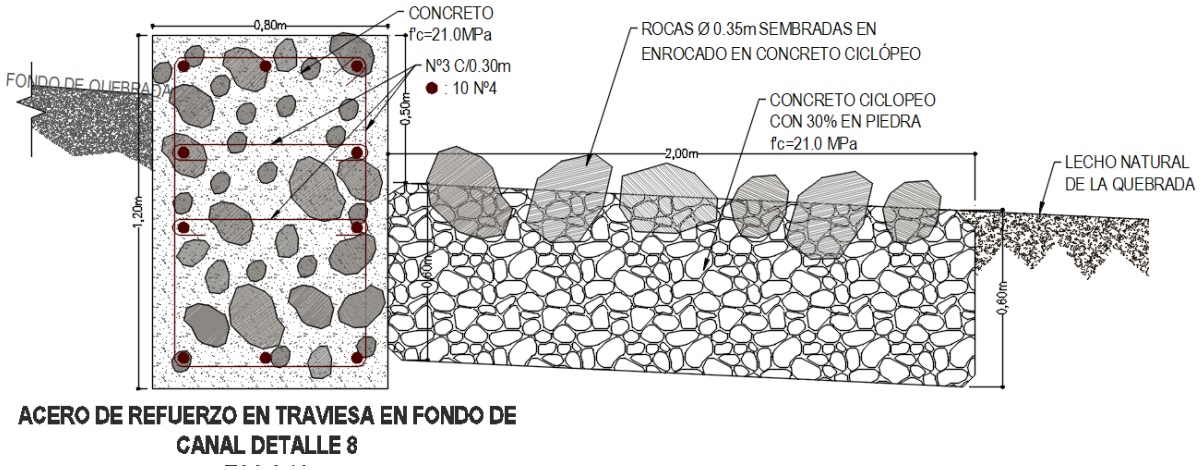


Figura N.° 55. *Detalle de la traviesa.*

Las traviesas son pequeñas estructuras transversales que se colocan en los lechos fluviales para fijar el perfil del río. Son estructuras que se disponen perpendiculares al flujo y su función es la de proteger frente a la erosión o descenso del fondo a largo plazo, buscando disminuir la fuerza erosiva del agua, controlar la degradación del cauce y proteger la pata de la orilla de la quebrada.

Para evitar estos efectos negativos se suelen disponer en el cauce unas obras de hormigón o escollera que conocemos por el nombre de traviesas. Un caso típico que ilustra muy bien la acción de las traviesas frente a la erosión es el de un río encauzado con un estrechamiento, en el cual se produciría un descenso del fondo si no hubiese traviesas.

Las traviesas, rastrillos, riostras o umbrales de fondo son estructuras, generalmente de hormigón, construidas en el lecho de orilla a orilla y de muy pequeña altura, incluso sin sobresalir, y separadas una cierta distancia constituyendo un punto fijo sobre el que bascula el perfil. El problema más importante asociado a estas estructuras es la formación de un foso de erosión local aguas abajo que puede provocar que el perfil del lecho del río descienda pudiendo quedar por debajo de la cota de cimentación, para evitar el fallo de estas estructuras construidas en un curso fluvial es importante controlar esta erosión.

Erosión Local. - Es la que ocurre cuando existe un obstáculo en la trayectoria del flujo, el cual induce la formación de vórtices que provocan la disminución de la elevación del fondo alrededor del obstáculo.

La erosión local que se produce en la caída de agua adquiere importancia ya que puede producir el descalzado de la estructura hidráulica y su colapso. La erosión local si no genera inestabilidad de la estructura hidráulica ubicada aguas arriba puede permitirse, ya que la perdida de material de fondo origina un charco de agua que sirve de colchón o disipador del chorro de agua que cae de la obra, este comportamiento es propio de los cauces naturales de los ríos de alta pendiente. La presencia de un estrato rocoso que limite el espesor de material erosionable del lecho del río hace variar la geometría del foso de erosión producido por la caída de agua, ya que limita su profundidad y hace variar la estructura del flujo de agua, afectando a la longitud y anchura del foso de erosión. Esta influencia en la geometría del foso de erosión producida por la presencia de un lecho rocoso ha de tenerse en cuenta a la hora de caracterizar la geometría del foso de erosión.

La socavación provocada por el vertido libre sobre el cauce aguas abajo del dique o presa puede comprometer la estabilidad de la estructura. Si la profundidad a la que está cimentado el dique es inferior a la profundidad máxima de socavación, aumenta considerablemente el riesgo de que la estructura falle por vuelco o deslizamiento. Así mismo, la erosión puede afectar también a la estabilidad del cauce aguas abajo, tanto en el lecho como en las márgenes. En caso de fosas de grandes dimensiones debe contemplarse la afectación aguas abajo por sedimentación del material excavado. A fin de reducir el riesgo de fallo de la estructura, incrementado por la fosa de socavación, el nivel de cimentación debe penetrar más allá de la profundidad de erosión máxima estimada.

El límite de mayor profundidad obedece a requisitos económicos, es decir, que si la cimentación tuviera que ahondarse, más en el terreno es más rentable proyectar otros sistemas de protección. En cualquier caso, una vez ejecutada y puesta en servicio la obra es de vital importancia el seguimiento de la evolución de la morfología de la fosa, a fin de verificar que no se superan los límites pronosticados, pues de lo contrario deberán tomarse las medidas técnicas pertinentes para eliminar el riesgo de fallo por descalce.

En el punto de impacto aguas abajo del dique o de la presa, el flujo en caída libre disipa energía excavando una fosa o cuenco de erosión, que al llenarse de agua implica la acción sumergida del chorro. Dicho chorro sumergido al impactar aguas abajo se divide en dos remolinos secundarios de eje horizontal, uno aguas arriba de la zona de difusión con sentido de rotación horario y otro aguas abajo consentido contrario, que erosionan y dan forma a la fosa de socavación. La acción de este chorro sumergido es incluso capaz de fracturar la roca en bloques, dado que provoca con origen en el punto de impacto un campo de presiones dinámicas fluctuantes, presiones que se transmiten a través de las fisuras de la roca. Dichos bloques, o bien las partículas de sedimento granular en el caso de material aluvial, son transportados por el flujo fuera

de la fosa de erosión, aumentando las dimensiones de la misma. Parte del material expulsado de la fosa puede depositarse aguas abajo de la misma en una barra en forma de montículo. Por consiguiente, pueden distinguirse dos fases en el progreso de la erosión: una primera en el que la roca es fracturada, fase de fracturación, y una segunda en el que los fragmentos de roca o las partículas de sedimento son detraídos del fondo y transportados al exterior del cuenco de erosión, fase de transporte. La fase de fracturación de la roca se produce solamente en el caso de presas con gran disipación energética, por ejemplo, por la liberación de elevados caudales desde gran altura, alcanzándose grandes profundidades de erosión que afectan a los estratos rocosos. En nuestro caso, sería solo una traviesa de poca altura.

En general, el proceso erosivo progresa hasta que se alcanza una morfología de equilibrio, dado que el chorro no cuenta con la suficiente energía para provocar más fracturación de la roca o bien las corrientes secundarias que se forman alrededor de chorro principal son incapaces ya de expulsar más material del cuenco. Es decir, que durante la etapa formativa del perfil de la fosa el transporte local de sedimento es muy activo, mientras que según se acerca al equilibrio se tiende a un balance entre el sedimento erosionado y depositado en la fosa. Se cuenta con pocas experiencias en las que se haya analizado el progreso y equilibrio de la morfología erosiva en condiciones de transporte sólido de fondo. Los ensayos realizados hasta el momento han puesto de manifiesto que la profundidad de socavación es inferior para aguas claras. Cuando se trata de una sucesión de diques que han llegado al perfil de equilibrio se produce una obstaculización o interferencia de la capacidad erosiva local al pie de cada estructura, por lo que en los ensayos realizados se observan cuencos de socavación más cortos y someros. Si la separación entre estructuras supera un cierto umbral, que puede encontrarse alrededor del doble de la máxima extensión de la fosa, la citada interferencia no tiene efectos sobre las dimensiones del cuenco.

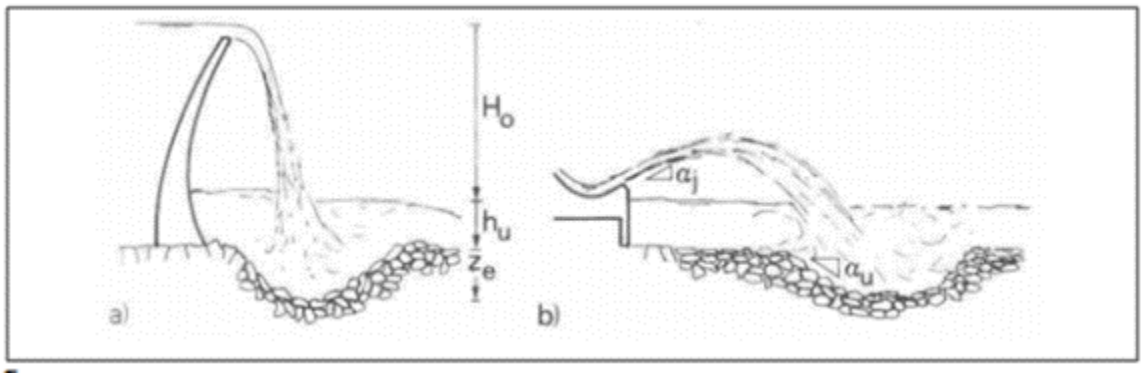


Figura N.° 56. *punto de impacto aguas abajo*

4.2.2. Fórmulas para erosión Local en caídas de agua

Existen varias fórmulas recomendadas en la literatura para el cálculo de fosos de erosión, la mayoría de ellas usan una formulación del tipo la expresión (grupo 1):

$$D = K \frac{q^x H^y}{d^z}$$

, donde q es el caudal unitario (m^2/s), H la altura de la caída de agua (m), del diámetro característico de las partículas (m) y K una constante.

La única diferencia entre los diversos autores proviene de los exponentes x, y, z. De todos ellos únicamente Damle (1966) utilizó datos de prototipo, el resto eran datos de modelo. En la tabla 52 podemos ver los exponentes utilizados.

Tabla 52. Valor de la constante, los exponentes y diámetros a utilizar en la expresión para diferentes autores

Autor	Año	K	x	y	z	d
Schoklitsch	1932	0.521	0.57	0.20	0.32	d_{90}
Veronese (a)	1937	0.202	0.54	0.225	0.42	d_m
Veronese (a)	1937	1.90	0.54	0.225	0	--
Eggenburger	1944	1.44	0.60	0.50	0.40	d_{90}
Hartung	1959	1.40	0.64	0.36	0.32	d_{65}
Franke	1960	1.13	0.67	0.50	0.50	d_{90}
Damle (a)	1966	0.652	0.50	0.50	0	--
Damle (b)	1966	0.543	0.50	0.50	0	--
Damle (c)	1966	0.362	0.50	0.50	0	--
Chee y Padiyar	1969	2.126	0.67	0.18	0.063	d_m
Chee y Kung	1974	1.663	0.60	0.20	0.10	d_m
Martins (b)	1973	1.50	0.60	0.10	0	--
Taraimovich	1978	0.633	0.67	0.25	0	--
Machado	1980	1.35	0.50	0.3145	0.0645	d_{90}
SOFRELEC	1980	2.30	0.60	0.10	0	--
INCYTH	1981	1.413	0.50	0.25	0	--

Destaca un valor medio para la x de 0.5, un valor para la y de 0.2-0.3 y una cierta dispersión para los exponentes del diámetro. Esto puede ser consecuencia de varios factores, entre ellos está la dificultad de caracterizar una granulometría con un solo valor.

En el segundo grupo, Grupo II, se incluyen las fórmulas que consideran la influencia del colchón de agua presente en el foso, en este grupo encontramos dos autores: Jaeger (1956) y Martins (1973), donde las expresiones

$$D = 0.14\left(7\sqrt{\frac{Q^3H^{1.5}}{d^2}}\right) - 0.73\frac{h^2}{\left(7\sqrt{\frac{Q^3H^{1.5}}{d^2}}\right)} + 1.7h$$

Son sus fórmulas de erosión respectivamente. En estas expresiones q es el caudal unitario (m^2/s), H la altura de la caída de agua (m), del diámetro característico de las partículas (m), h es el colchón de agua (m) y Q es el caudal total (m^3/s).

El Grupo III, en el que aparecen varios autores que utilizan fórmulas simplificadas. El primer de estos autores es Cola cuya fórmula es que la profundidad del foso de erosión es igual a cuarenta veces el espesor del chorro de agua. En segundo lugar, encontramos a Davis y Sorensen cuya fórmula es que la profundidad del foso de erosión es igual a dos tercios la altura de la caída de agua. Finalmente tenemos a Hartung y Haustler cuya fórmula para un chorro circular es que la profundidad de erosión es igual a veinte veces el diámetro del jet. En el Grupo IV aparecen los autores soviéticos que aportaban fórmulas de mayor complejidad, entre ellos aparecen tres importantes: Mirtskhulava, Mikaley y Rubinstein. La expresión

$$D = \left(\frac{3\eta q}{w} - 7.5b\right)\frac{\sin\beta}{1-\operatorname{cotg}\beta} + 0.25h$$

corresponde a la fórmula dada por Mirtskhulava en el año 1967 y cuyo desarrollo hemos visto en el apartado anterior.
La expresión:

$$D = \left(\frac{1}{d_{90}^{0.33}h^{0.5}} - \frac{1.26}{H}\right)\frac{q1.804\sin\beta}{1-0.215\operatorname{cotg}\beta}$$

Corresponde a la fórmula obtenida por Mikaley en el año 1960 y que podemos encontrar en Levy (1961).
La expresión:

$$D = h + 0.19\left(\frac{H+h}{d_{90}}\right)^{0.75}\left(\frac{q^{1.2}}{H^{0.47}h^{0.33}}\right)$$

Corresponde a la fórmula de Rubinstein obtenida en el año 1965 y que podemos encontrar en Gunko (1965). En todas estas expresiones β es el ángulo de entrada del chorro, D es la profundidad del foso desde la lámina de agua (m), b es el espesor del chorro en el punto de entrada (m), h es el colchón de agua disponible (m), q es el caudal unitario (m2/s), es un factor de seguridad, w es la velocidad de caída de la partícula (m/s), H es la caída del chorro (m) y d es el diámetro de las partículas.

$$D = 0.6 q^{0.5} H^{0.25} \left(\frac{h}{d}\right)^{0.333}$$

Los autores soviéticos consideran la influencia del ángulo de entrada del chorro en el colchón de agua. Finalmente se consideran los autores que dan una descripción temporal del fenómeno y que Mason clasifica como grupo V. Introduciendo en estas fórmulas un tiempo suficientemente grande podemos obtener el valor de la profundidad del foso de erosión. Esto fue lo que hizo Thomas, obteniendo la expresión:

$$D = h + \frac{2h}{3}\left(\frac{q}{HW_m}\right)^{\frac{2}{3}}\left(\frac{H}{h}\right)^{2\left(\frac{q}{HW_m}\right)^{\frac{1}{6}}}$$

, donde D es la profundidad del foso (m), h el espesor del colchón de agua (m), H la diferencia de cota entre la superficie del colchón de agua y la superficie del agua a la salida del salto en metros, q es el caudal unitario (m^2/s) y Wn es la velocidad de caída del sedimento (m/s).

A continuación, el cálculo correspondiente a las socavaciones sobre los elementos denominados traviesas que acompañaran al puente aguas arriba y abajo.

4.2.3. Resultados por los Métodos

Se realizará un cálculo de la socavación para las presas localizadas una en el muro y otra aguas abajo del muro proyectado, de acuerdo con las fórmulas encontradas en la literatura para tal fin.

Tabla 53. Cálculos socavación traviesas

	abscisa						
	aguas arriba						
H la altura de la caída de agua (m)	0.5						
q es el caudal unitario (m2/s)	11.32		K	X	Y	Z	D
d el diámetro característico de las partículas (m) por los distintos metodos							
Schoklistsh	2.979984555		0.521	0.57	0.2	0.32	0.21
Veronese (a)	2.236233849		0.202	0.54	0.225	0.42	0.051
Veronese (b)	6.026968511		1.9	0.54	0.225	0	
Eggenburger	8.152064975		1.44	0.6	0.5	0.4	0.21
Hartung	9.360796566		1.4	0.64	0.36	0.32	0.155
Franke	8.86198283		1.13	0.67	0.5	0.5	0.21
Damle (a)	1.551157194		0.652	0.5	0.5	0	
Damle (b)	1.29183797		0.543	0.5	0.5	0	
Damle (c)	0.861225313		0.362	0.5	0.5	0	
Chee y Padiyar	11.50477278		2.126	0.67	0.18	0.063	0.051
Chee y Kung	11.25848804		1.663	0.6	0.2	0.2	0.051
Martins	6.002001721		1.5	0.6	0.1	0	
Taraimovich	2.705349115		0.633	0.67	0.25	0	
Machado	4.039242282		1.35	0.5	0.3145	0.0645	0.21
Sofrolec	9.203069305		2.3	0.6	0.1	0	
Incyth	3.997678609		1.413	0.5	0.25	0	
Jaeger (1956) con colchon de agua	1.141768168						
Promedio	1.09827715						

Podemos apreciar que todas las fórmulas dan resultados bastante diferentes para la traviesa analizada.

De acuerdo con los resultados obtenidos se presentan resultados de socavaciones bastante altas, que no corresponden a los fenómenos observados en el cauce, en donde los charcos no superan los 0.70 m de profundidad.

De acuerdo con los resultados obtenidos por las diferentes fórmulas para el cálculo de la socavación en las traviesas, y comparando los valores con lo observado en el sitio, que realmente es donde se puede tener una estimación de la socavación del fondo después de la caída, se considera que las ecuaciones que más se ajustan son aquellas que arrojan valores entre 0.86 a 1.55 m.

De todas formas, se debe tener en cuenta que las traviesas se encuentran ancladas a lado y lado del cauce y cuentan con un enrocado de 2.0 m de longitud y 0.60 m de espesor como se observa en el detalle. Este anclado les permite a las traviesas una mayor estabilidad contra el volcamiento, además la traviesa posee un refuerzo que garantiza su integridad en caso de un volcamiento. Nótese que la profundidad que irán ancladas las presas es de 1.2 m, si a esto le sumamos que la longitud de la traviesa en sentido del flujo es de 6.00 m, se puede afirmar que la traviesa es estable a largo plazo. De cualquier forma, el monitoreo periódico de estas obras después de construidas es fundamental, ya que así se podrán tomar las medidas correctivas necesarias.

Igualmente, la formación de charcos y pozos después de las traviesas, a pesar de presentarse socavación en el fondo es necesario para la disipación de energía del chorro que cae. Este fenómeno se evidencia en lechos naturales y principalmente en cauces de alta pendiente.

En el tramo en estudio se colocaron dos traviesas que deben ponerse en observación una vez se construyan. Es de vital importancia el seguimiento de la evolución de la morfología de la fosa en el lugar donde se construirán las traviesas, en caso de presentarse cualquier anomalía deberá tomarse las medidas pertinentes para eliminar el riesgo de fallo.

Finalmente, debe tenerse en cuenta que todos los cauces naturales que se encuentran en zonas pobladas con una alta intervención de los usos de suelo deberán estar sometidos a intervenciones con obras de protección y/o contención, el solo cambios de los usos del suelo en la zonas altas de la cuenca generan una variación importante en la dinámica fluvial de la corriente de agua, trayendo consigo fenómenos de erosión lateral y de fondo en el cauce.

4.3. Conclusiones.

Cuando se diseña o se construye una estructura hidráulica, se parte de parámetros que caracterizan la cuenca o el área de influencia, teniendo en cuenta los planes de desarrollo respectivos y estado actual de la misma. Son los cambios radicales en los usos del suelo y del clima los que hacen insuficientes no sólo las estructuras hidráulicas que fueron adecuadamente diseñadas y construidas en épocas anteriores, inclusive aun los cauces "naturales" urbanos.

Es por eso por lo que estas condiciones deben conservarse o mejorarse ambientalmente, para así garantizar que las obras proyectadas cumplan adecuadamente con su función. No es suficiente con diseñar una estructura hidráulica que cumpla al menos con las normas mínimas, debe de pensarse siempre en manejos integrales; es decir, se debe proponer no sólo una estructura hidráulicamente capaz de evacuar el caudal de diseño, sino también unos trabajos adicionales en la microcuenca para que los caudales determinados no se presenten en períodos de retorno inferiores a los establecidos.

El canal en concreto, y obras de cruce se deberán mantener libre de palos, desechos sólidos y piedras, con el objeto de no disminuir la capacidad hidráulica. Por ningún motivo se debe permitir arrojar escombros o cualquier tipo de desechos aguas arriba o aguas abajo del tramo estudiado, debido a que se generan represamientos o desbordamientos de la quebrada en el sector en estudio.

En los resultados arrojados en la modelación utilizando el programa HEC- RAS, se puede apreciar:

- Al observar los resultados arrojados en la modelación utilizando el programa HEC-RAS para el caudal estimado de 46.52 m^3/s, correspondiente a un periodo de retorno de 100 años mayorado por 1.4, en las secciones para el canal existente, canal con la ampliación del canal y con el cambio de alineamiento de la quebrada La Sabanetica, poseen capacidad hidráulica para evacuar el caudal de diseño.
- El nivel de la quebrada La Doctora en el sitio de confluencia en una creciente era alto, lo que obligaba a la quebrada La Sabanetica a tener un nivel más alto para poder descargar su aguas a la Doctora, este aumento del nivel hace que la quebrada se desborde en el tramo entre las calles 76 B sur y calles 75 A sur a lo largo de la carrera 47 C, sector Plebiscito, con el nuevo diseño proyectado de la ampliación del canal y obras de cruce, y cambio de alineamientos de la quebrada La Sabanetica, haciendo una entrega aguas abajo del puente existente sobre la calzada occidental de la Avenida Las Vegas, se mejora la dinámica de la quebrada y se mejora ostensiblemente el comportamiento de la lámina de agua en la quebrada la Sabanetica, como se pudo observar en la modelación.

- Los niveles de agua observados no generaran afectaciones con la construcción de las nuevas estructuras, es decir, en estos tramos aguas arriba y aguas abajo de la zona a intervenir no habrá cambios hidráulicos importantes, no modificaran o variaran la dinámica de la corriente de agua de la quebrada conservando o mejorando los regímenes de flujo.
- Que en el muro de concreto proyectado en la salida de la quebrada La Sabanetica la quebrada La Doctora, traviesas, y canal "natural" se conservan y/o mejoraran las características hidráulicas, como se observó en los anteriores secciones y perfiles.
- Al observar los resultados arrojados en la modelación utilizando el programa HEC-RAS, las secciones del canal natural con las obras proyectadas, tendrán suficiente capacidad hidráulica, debido a que la altura de la lámina de agua es muy inferior a las secciones, garantizándose una sección que no generará problemas hidráulicos de importancia que alteren considerablemente la dinámica fluvial de la quebrada aguas arriba y aguas abajo de dichas estructuras.
- A pesar de que con la modelación en la quebrada La Doctora para un caudal de 95.17 m^3/s mayorado por 1.4, la estructura existente con el tabique intermedio en el sitio de cruce o confluencia con la quebrada La Sabanetica, no poseen capacidad hidráulica, se recomienda conservar esta estructura, teniendo en cuenta que no sean presentando desbordamientos en los últimos años en este sector. Se recomienda se haga un seguimiento, en un periodo de 1 a 5 años, del comportamiento de este tramo con una cámara o sistema de detección de niveles del agua, que incluyan la obtención de información de alerta temprana sobre una creciente y calibrar en este punto la estructura hidráulica para determinar caudales reales de la creciente ocurrida en ese momento.
- Una vez comprobada la capacidad hidráulica, se procedió a realizar los dibujos de los diseños en planta para el sitio de estudio. (Ver planos anexos)
- Que según el cálculo de socavación con valores entre 0.85 m y 1.15 m de socavación general, se recomienda que el muro se apoye en cimentaciones que supere la profundidad de 1.15 m. Se proyecta un muro tipo convencional con una losa de apoyo o pata en una longitud de 6.63 m, ancho 2.85 m y de espesor 0.40 m, unos pilotes preexcavados de 1.0 m más 0.40 que está enterrado el muro en el terreno para una profundidad total de 1.80 m, que supera la profundidad de socavación que esta entre 0.85 y 1.15 m. una profundidad mínima de 13 m.
- Dentro del cauce de la quebrada La Doctora se consideraron unas estructuras de control o traviesas que evitará que se profundice la copta de la quebrada cuando la quebrada La Sabanetica descargue sus aguas.
- Es usual que durante este tipo de estudios se encuentren condiciones diferentes en las estructuras hidráulicas cuando se ejecutan las obras civiles. Se recomienda en estos momentos poner en conocimiento a los ingenieros diseñadores para replantear las obras o hacer los ajustes necesarios.
- Se debe tener en cuenta que durante la construcción de la obra, las excavaciones generalmente permanecen expuestas varios días para permitir la figuración y vaciado de losas y muros, posibilitando movimientos verticales y horizontales de la

masa de suelo, por lo cual se debe minimizar dicha exposición para evitar la generación de grietas, fisuras y/o desgarres de la masa de suelo o del terreno.

4.4. Descripción de Obra Proyectadas

Obras quebrada La Sabanetica

CANAL INICIO CON SOBRE ANCHO

Ubicación: Obra de entrada entre abscisas 0+ 3.85 a 0+ 108.78

Descripción obra proyectada: Canal en U en concreto de 1.5 m de ancho x 2.0 m a 3.0 m, según detalle en planos.

Coordenadas y cota:

Entrada 829.021,73, 1'172.268,78

Salida 829.115,44, 1'172.309,38

BOXCULVERT CON SOBRE ANCHO

Ubicación: Obra entre abscisas 0+ 108.78 a 0+ 165

Descripción obra proyectada: Box culvert de 1.5 m de ancho x 1.90 m de alto, según detalle en planos.

Coordenadas y cota:

Entrada 829.115,44, 1'172.309,38

Salida 829.160,14, 1'172.342,11

CANAL EN CONCRETO SALIDA CON SOBRE ANCHO

Ubicación: Obra de entrada entre abscisas 0+ 165 a 0+ 207

Descripción obra proyectada: Canal en U en concreto de 1.5 m de ancho x 2.0 m a 3.0 m, según detalle en planos

Coordenadas y cota:

Entrada 829.160,14, 1'172.342,11

Salida 829.182,14, 1'172.377,24

BOXCULVERT CAMBIO DE ALINEAMIENTO

Ubicación: Obra entre abscisas 0+ 207 a 0+ 272.36

Descripción obra proyectada: Box culvert de 2.5 m de ancho x 2.0 m de alto en una longitud de 15.33 m, según detalle en planos.

Coordenadas y cota:

Entrada 829.182,14, 1'172.377,24

Salida 829.212,47, 1'172.433,12

CANAL OBRA DE SALIDA

Ubicación: Obra de entrada entre abscisas 0+ 272.36 a 0+ 278.62

Descripción obra proyectada: Canal en U en concreto de 1.5 m de ancho x 2.0 m a 3.0 m, según detalle en planos

Coordenadas y cota:
Entrada 829.212,47, 1'172.433,12
Salida 829.217,10, 1'172.433,08

PUENTES PEATONALES

Descripción obra proyectada: Sobre anchos en losas, según detalle en planos.

Obra abscisas 0+ 31
Coordenadas y cota:
Salida 829.042,94, 1'172.281,91

Obra abscisas 0+ 45
Coordenadas y cota:
Salida 829.057,16, 1'172.287,07

Obra abscisas 0+ 65
Coordenadas y cota:
Salida 829.074,40, 1'172.293,41

Obra abscisas 0+ 97
Coordenadas y cota:
Salida 829.105,62, 1'172.304,72

Caudal de diseño quebrada La Sabanetica TR 100 años mayorada: 46.52 m^3/s

Obras quebrada La Doctora

MURO CONTENCION

Ubicación: Obra entre abscisas 0+ 280 a 0+ 297.27

Descripción obra proyectada: Muro tipo convencional de 4.0 m de alto con losa de apoyo y pilotes de fundación, según detalle en planos.

Coordenadas y cota:
Entrada 829.218,44, 1'172.439,83
Salida 829.232,78, 1'172.448,47

TRAVIESAS

Descripción obra proyectada: Traviesa en concreto de 0.80 m de ancho x 1.20 m de alto en una longitud de 7.8 m, con enrocado con piedras sembradas, según detalle en planos.

Obra abscisa 0+ 297 0
Coordenadas:
829.234,08, 1'172.446,16

Obra abscisa 0+ 502
Coordenadas:
829.277,08, 1'172.468,64

Caudal de diseño quebrada La Doctora TR 100 años mayorada: 95.17 m^3/s

5. BIBLIOGRAFÍA

- Empresas Públicas de Medellín. Revista Hidrometerológica. Cincuenta años de hidrometerología en Empresas Públicas de Medellín. Vol 1, Número 1. Noviembre de 2.005. ISSN 1900-7248.-

- Google Earth. Google.com. Sistema de fotografías satelitales. 2.011.

- Departamento de Antioquia. Hidrología de Antioquia. Posgrado en aprovechamiento de recursos hidráulicos. Facultad de Minas – Universidad Nacional de Colombia. Secretaría de Obras Públicas.

- Journal of Hydraulic Research, Vol. 32. 1994. No. 2. CHANSON, Hubert. Comparison of energy dissipation between nappe and skimming flow regimes on stepped chutes. Lecturer in Hydraulics / Fluid mechanics. Department of Civil Engineering. The University of Queensland.

- CHOW, Ven T. Hidráulica de Canales Abiertos. McGraw Hill. Interamericana S. A. 1994. Santafé de Bogotá, Colombia. 667 pp.

1. ANEXOS

1.1. Anexo 1. Memorias hidrologia.

1.2. Anexo 2. Modelación Hidráulica.

1.3. Anexo 3. Planos.

ANEXO 1

MEMORIAS ESTUDIOS HIDROLOGICOS

ANEXO 2

MODELACIÓN HIDRÁULICA

ANEXO 3

PLANOS