



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY



**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROYECTO DE RED DE DESAGÜES PLUVIALES Y OBRAS DE  
MITIGACIÓN CONTRA INUNDACIONES EN LA LOCALIDAD DE  
GOBERNADOR MANSILLA – PROVINCIA DE ENTRE RÍOS,  
ARGENTINA**

**MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA**

**AUTORES:**

Javier Gregorio – C.I: 4.391.789-4

Andrés Mayobre – C.I: 3.971.620-8

Sarah Morioka – C.I: 4.706.048-3

**TUTORES:**

Ing. MSc. Jorge De los Santos

Ing. Daniel Schenzer

Montevideo, Uruguay

3 de diciembre de 2018

# Contenido

<b>1</b>	<b>CAPITULO I – ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>6</b>
1.1	Introducción .....	6
1.2	Objetivo.....	6
1.3	Alcance .....	7
<b>2</b>	<b>CAPITULO II - FUNDAMENTACIÓN .....</b>	<b>8</b>
2.1	Datos informativos .....	8
2.1.1	Ubicación .....	8
2.1.2	Servicios .....	9
2.1.3	Medio antrópico .....	9
2.1.4	Tipo de suelo y relieve .....	10
2.1.5	Clima.....	11
2.1.6	Precipitaciones.....	11
2.2	Infraestructura existente .....	12
2.2.1	Infraestructura vial .....	12
2.2.2	Enripiado y asfaltado de las calles .....	13
2.2.3	Cordones cunetas.....	16
2.2.4	Afluentes del arroyo Clé .....	16
2.2.5	Cañada “Rocamora” .....	16
2.2.6	Red pluvial existente.....	21
2.3	Antecedentes .....	25
2.3.1	Introducción .....	25
2.3.2	Metodología .....	25
2.3.3	Información espacial .....	25
2.3.4	Caudales de diseño .....	26
2.3.5	Relevamientos geodésicos .....	26
2.3.6	Macro drenaje .....	27
2.3.7	Micro drenaje .....	27
<b>3</b>	<b>CAPITULO III – METODOLOGÍA.....</b>	<b>28</b>
3.1	Estudios topográficos .....	28
3.2	Información espacial.....	30
3.2.1	Sistema de coordenadas .....	30
3.2.2	Fuentes de información .....	30
3.2.3	Modelo Digital de Elevación (MDE-Ar) .....	31
3.3	Modelación hidráulica .....	32
3.4	Fundamentación teórica - Microdrenaje .....	32
3.4.1	Subcuencas de drenaje .....	32
3.4.2	Caudales de escorrentía.....	33
3.4.3	Coeficiente de escorrentía.....	33
3.4.4	Curvas I – D - Tr .....	33
3.4.5	Intensidad de precipitación .....	35
3.4.6	Tiempo de concentración .....	35
3.4.7	Período de retorno.....	36
3.4.8	Diseño y dimensionado de los componentes .....	36
3.5	Fundamentación teórica – Macrodrenaje.....	38
3.5.1	Cuencas hídricas .....	38
3.5.2	Tiempo de concentración .....	40
3.5.3	Caudales de diseño .....	40
3.5.4	Flujo uniforme en canales a superficie libre .....	46
3.5.5	Tensión rasante en canales.....	47
3.5.6	Diseño del sistema.....	47
<b>4</b>	<b>CAPITULO V – MICRODRENAJE .....</b>	<b>48</b>
4.1	Introducción .....	48

4.2	Desarrollo .....	48
4.3	Elección de alternativas.....	49
4.4	Análisis – Sistema Pluvial de la Planta Urbana.....	51
4.4.1	Caso 1 – Urbanización alta.....	51
4.4.2	Caso 2 – Urbanización actual.....	53
4.4.3	Comparación entre el caso 1 y 2.....	56
4.4.4	Alternativa a implementar.....	56
4.5	Identificación de puntos críticos para los diferentes casos de estudio .....	56
4.6	Componentes del sistema.....	61
4.6.1	Cordón cuneta .....	61
4.6.2	Cuneta .....	62
4.6.3	Alcantarillas.....	63
4.6.4	Badenes.....	65
<b>5</b>	<b>CAPITULO IV – MACRODRENAJE.....</b>	<b>66</b>
5.1	Introducción .....	66
5.2	Desarrollo .....	77
5.3	Situación actual .....	78
5.4	Sistematización propuesta.....	84
<b>6</b>	<b>CAPITULO IV – Bibliografía.....</b>	<b>87</b>

## Índice de Figuras

Figura 1 : Esquema de ubicación .....	8
Figura 2 - Mapa de Suelos. Fuente: Mapa básico de suelos de la Provincia de Entre Ríos. Convenio Marco INTA – Gob. de la Prov. de E. Ríos (2005). .....	10
Gráfica 1 : Precipitaciones diarias estación Gobernador Mansilla (Fuente : Dirección de Hidráulica de Entre Ríos).....	11
Figura 3 : Puente Latorre.....	12
Figura 4 : Situación actual de las calles de la localidad.....	14
Figura 5 : Situación proyectada de las calles de la localidad.....	15
Figura 6 – Ubicación de la descarga de la cañada en el Arroyo Clé .....	17
Figura 7 – Vista aérea de la descarga de la cañada en el arroyo Clé (Imágenes cortesía de la Municipalidad Gobernador Mansilla) .....	17
Figura 8 – Ubicación intersección cañada Rocamora y calle Bv. Dr. Salas .....	18
Figura 9 – Obstrucciones en cañada Rocamora.....	18
Figura 10 – Obstrucciones en cañada Rocamora.....	19
Figura 11 – Estado de la cañada Rocamora .....	19
Figura 12 : Plano topográfico y principales direcciones de drenaje.....	20
Figura 13 : Esquema de escurrimientos.....	21
Figura 14 – Canal en calle Pedro Lucero.....	22
Figura 15 – Canal sobre Bv. Dr. Salas.....	22
Figura 16 – Zanja sobre calle Francisco Beiró.....	23

Figura 17 – Zanja sobre calle Rocamora continuación zanja Francisco Beiró, descarga a cañada “Rocamora” .....	23
Figura 18 – Esquema de ubicación de encharcamientos .....	24
Figura 19 : Puntos del relevamiento topográfico Junio 2018 .....	29
Figura 20 : Modelo Digital de Elevaciones MDE-Ar. (Fuente: IGN) .....	31
Figura 21 : – Esquema de subcuencas de aporte.....	32
Figura 22 : Curvas I-D-F, para duraciones menores a 2 horas. (Fuente : Procedimientos para la estimación de Tormentas de Diseño para la Provincia de Entre Ríos(E. Zamanillo et. al., 2008).).....	34
Figura 23 : Curvas I-D-Tr, para duraciones mayores a 2 h. (Fuente : Procedimientos para la estimación de Tormentas de Diseño para la Provincia de Entre Ríos(E. Zamanillo et. al., 2008).).....	34
Figura 24 : Cuencas y Regiones Hidrográficas de la Provincia de Entre Ríos (Fuente: Mapa de los Recursos Hídricos Superficiales de la Provincia de Entre Ríos) .....	39
Figura 25 : Cursos de agua en la cuenca del río Gualeguay (Fuente: Mapa de los Recursos Hídricos Superficiales de la Provincia de Entre Ríos) .....	39
Figura 26 : Método del bloque alterno (Fuente : Hidrología Aplicada – Ven Te Chow).....	45
Figura 27 : Cordón impermeable y cuneta permeable .....	50
Figura 28 : Corte – Típico Cordón impermeable con cuneta permeable .....	50
Figura 29 : Corte – Típico Cordón cuneta .....	51
Figura 30 : Corte – Porcentaje de edificación .....	54
Figura 31 : Identificación de cunetas y cunetas periféricas en la planta urbana.....	55
Figura 32 : Identificación de puntos críticos aplicando Zamanillo - Tr de 2 y 5 años .....	58
Figura 33 : Identificación de puntos críticos aplicando Montana - Tr de 2 y 5 años .....	59
Figura 34 : Detalle Cordón Cuenta.....	61
Figura 35 : Sección de la cañada Rocamora en su trayecto por la localidad .....	66
Figura 36 : Perfil longitudinal de la cañada Rocamora desde Bv. Dr Salas hasta Bv. Francisco Beiro (Relevamiento topográfico).....	67
Figura 37 : Sección de la cañada en los accesos a la localidad (Izquierda: Aguas arriba, Derecha: Aguas abajo) .....	68
Figura 38 : Canales y alcantarillas relevados.....	69
Figura 39 : Perfil longitudinal del canal tramo 2 (relevamiento junio 2018) .....	69
Figura 40 : Perfil longitudinal canal tramo 4 (relevamiento julio 2018) .....	70
Figura 41 : Perfil longitudinal canal tramo 6 y tramo 7 (relevamiento topográfico) .....	70
Figura 42 : Perfil longitudinal canal tramo 1, tramo 3 y tramo 5 – lado derecho (relevamiento junio 2018).....	70
Figura 43 : Perfil longitudinal canal tramo 1, tramo 3 y tramo 5 - lado izquierdo (relevamiento junio 2018) ....	71
Figura 44 : Sección relevada - Tramo 1 derecha (relevamiento junio 2018) .....	71
Figura 45 : Sección relevada - Tramo 1 izquierda (relevamiento junio 2018) .....	72
Figura 46 : Sección relevada - Tramo 3 derecha (relevamiento junio 2018) .....	72
Figura 47 : Sección relevada - Tramo 3 izquierda (relevamiento junio 2018) .....	72
Figura 48 : Sección relevada - Tramo 4 (relevamiento junio 2018) .....	73
Figura 49 : Sección relevada - Tramo 5 derecha (relevamiento junio 2018) .....	73

Figura 50 : Sección relevada - Tramo 5 izquierda (relevamiento junio 2018) .....	73
Figura 51 : Sección relevada - Tramo 7 (relevamiento topográfico) .....	74
Figura 52 : Sección relevada - Tramo 6 (relevamiento topográfico) .....	74
Figura 53 : Sección relevada - Cañada tramo 2 (relevamiento topográfico).....	74
Figura 54 : Alcantarillas relevadas .....	75
Figura 55 : Alc. 2 (1/11/2012) .....	76
Figura 56 : Tramo 7 (1/11/2012).....	76
Figura 57 : Descarga de tramo 7 en Cañada tramo 2 (1/11/2012) .....	76
Figura 58 : Cañada tramo 2 (1/11/2012) .....	76
Figura 59 : Puente de Latorre - Aguas abajo (1/11/2012).....	76
Figura 60 : Puente de Latorre - Aguas arriba (1/11/2012) .....	76
Figura 61 : Cañada en la zona del puente caído (1/11/2012) .....	77
Figura 62 : Cañada tramo 2 (9/1/2015) .....	77
Figura 63 : Tramo 3 (19/2/2016).....	77
Figura 64 : Tramo 7 (19/2/2016).....	77
Figura 65 : Disposición de los elementos del modelo al estado actual.....	78
Figura 66 : Nodos con desbordes (rojo) .....	79
Figura 67 : Desborde en alcantarilla nº2 .....	79
Figura 68 : Desborde en alcantarilla nº4 .....	80
Figura 69 : Funcionamiento del tramo 3 sector izquierdo .....	80
Figura 70 : Funcionamiento del tramo 3 sector derecho.....	81
Figura 71 : Funcionamiento del tramo 4.....	81
Figura 72 : Funcionamiento tramo 5 sector derecho.....	82
Figura 73 : Funcionamiento tramo 5 sector izquierdo .....	82
Figura 74 : Perfil de la cañada rocamora .....	83
Figura 75 : Remanso de la cañada en canal de Bv. Dr Salas.....	83

## Índice de Tablas

Tabla 1 : Coeficientes de escorrentía para 2 años de período de retorno .....	52
Tabla 2 : Tipos de cuneta de hormigón .....	53
Tabla 3 : Tipo de cuneta de pasto .....	53
Tabla 4 : Coeficientes de escorrentía ponderados.....	54
Tabla 5 : Tipos de cuneta de hormigón .....	56
Tabla 6 : Casos Estudiados.....	57
Tabla 7 : Tipos de cuneta de hormigón .....	62
Tabla 8 : Tipo de cunetas periféricas .....	63
Tabla 9 : Tipo de tubos de hormigón (Cortesía de TENSOLITE S.A.).....	64
Tabla 10 : Tipos de badenes a diseñar .....	65
Tabla 11 : Características de alcantarillas relevadas .....	75

# **1 CAPITULO I – ASPECTOS GENERALES**

## **1.1 Introducción**

Gobernador Mansilla es una pequeña localidad situada al sur de la provincia de Entre Ríos (Argentina), en las coordenadas S32°32'42"; W59°21'18". Se encuentra a 4 km de la Ruta Nacional N° 12, que atraviesa la provincia de sur a norte. Dista 180 km de Paraná, capital provincial, y 300 km de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, capital nacional.

Su población, de 2500 habitantes, trabaja en actividades agrícolas y ganaderas, preponderantemente. Cuenta con un parque industrial.

Su diseño urbano es un tablero básico de 8x8 manzanas, incrementado en los últimos años hacia el acceso a la ruta nacional, con proyección hacia el oeste, este y sur.

Las inundaciones que provienen de lluvias intensas representan una problemática que afecta negativamente el funcionamiento de ciertos sectores de la planta urbana, incrementada por fuertes corrientes temporarias que atraviesan varios padrones y escurren por zanjas, más o menos definidas, desde las cuencas mayores.

En lluvias ordinarias existen problemas de encharcamiento en algunas calles de la localidad, que deben ser drenadas por bombeo en cada ocasión. Cabe destacar que el relieve local tiene apenas 5 metros de desnivel general, lo que dificulta un drenaje rápido.

En lluvias excepcionales, tras períodos húmedos, se presentan inundaciones en los padrones urbanos más bajos. Como principales áreas problemáticas se observa el extremo NE de la urbanización, donde se halla una de las cañadas principales y existe un terraplén de defensa, sobrepasado en algunas ocasiones. Se suma en ocasiones el límite SO, área topográficamente baja, que recibe parte de las aguas pluviales de la cuenca, y puede anegarse en tales circunstancias.

## **1.2 Objetivo**

La Municipalidad de Gobernador Mansilla se plantea adecuar el sistema de desagües pluviales en el casco para evitar inundaciones, reducir el encharcamiento en las calles y

estudiar la cuenca que abarca la población, ya que la urbanización crece hacia el acceso de la Ruta Nacional N° 12.

En este contexto, se plantea adecuar el sistema de drenajes para lograr que las aguas pluviales escurran adecuadamente, sin generar inundaciones en la planta urbana, permitiendo una descarga rápida y sin obstáculos hacia el cauce principal, ubicado aproximadamente a 1km.

### **1.3 Alcance**

El alcance del presente proyecto abarca la elaboración de la siguiente documentación:

- Memoria descriptiva y justificativa
- Memoria de cálculo
- Memoria constructiva
- Piezas graficas
- Rubrado y presupuestos

## 2 CAPITULO II - FUNDAMENTACIÓN

### 2.1 Datos informativos

#### 2.1.1 Ubicación

Desde la capital departamental, Rosario del Tala, se accede por la ruta provincial n° 39 (al oeste) y luego por la ruta n° 12 (al sur), tras 45 km totales. En la Figura 1 se presenta un esquema de ubicación de la zona de estudio.

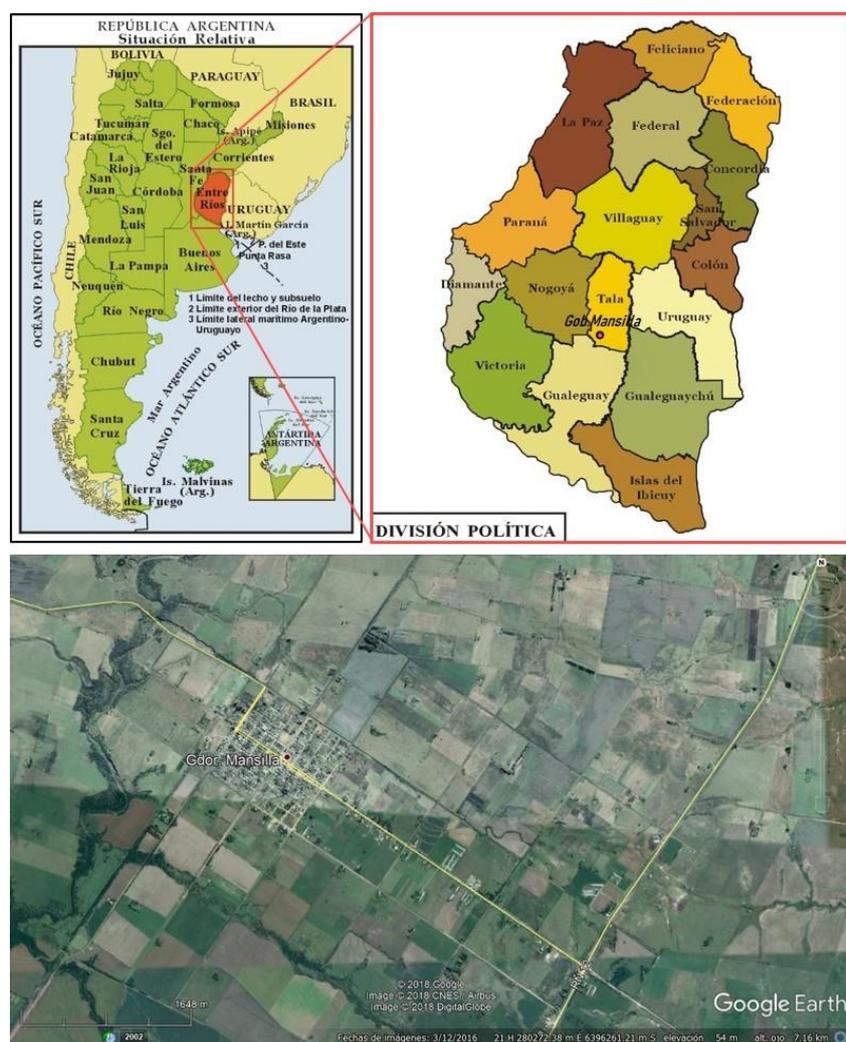


Figura 1 : Esquema de ubicación

## **2.1.2 Servicios**

### **2.1.2.1 Red cloacal**

La red cloacal cubre en su totalidad la localidad, con caños de 160 mm de diámetro de hierro en el caso de tramos antiguos, y de PVC en tramos más modernos. El ramal colector conduce los efluentes generados hacia un sistema de tratamiento de lagunas del tipo australiano, compuesto por una cámara de rejas a la entrada, una laguna anaeróbica y una laguna facultativa. Los efluentes tratados son vertidos al arroyo Clé, el curso principal.

### **2.1.2.2 Agua potable**

El servicio de agua potable se encuentra administrado por la asociación Cooperativa de Agua Potable Mansilla. El suministro es a través tres perforaciones sobre el acuífero Ituzaingó; dos de abastecimiento y una de respaldo. Cada perforación es de 12" y profundidad entre 60 y 70 metros, encontrándose el nivel estático aproximadamente a 17 metros del terreno. Cada perforación cuenta con un caudal nominal de 50 m<sup>3</sup>/h, y se lo extrae mediante bombas de 10 HP, con succión a 30 metros de profundidad. La conducción desde los pozos es de 4" y la distribución a la red es de 3".

### **2.1.2.3 Gas natural**

El servicio es suministrado por la empresa GASNEA de Rosario del Tala desde el año 2012. La red está conectada a un ramal paralelo a la ruta provincial n° 6.  
<http://www.dpver.gov.ar/wp-content/uploads/MAPA%20Rutas%20ER.pdf>

## **2.1.3 Medio antrópico**

Demografía: Cuenta con una población de 2.296 de acuerdo al último censo, del año 2010. En el censo previo, del año 2001, se había registrado una población de 2.264 y en el censo de 1991, 1.592 habitantes. Desde 1991 a 2001 el crecimiento fue de 42,21 % y desde 2001 a 2010, apenas 0,1 %.<sup>1</sup>

---

Referencia Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Gobernador\\_Mansilla](https://es.wikipedia.org/wiki/Gobernador_Mansilla)<sup>1</sup>

Geografía: Coordenadas UTM: 278845.56; 6396683.75. Altitud: 51 metros

### 2.1.4 Tipo de suelo y relieve

Según se observa en la Figura 2, Mapa de suelos de la Provincia de Entre Ríos (INTA), la zona se encuentra en una peniplanicie suavemente ondulada y cóncava con materiales coluvio aluviales, donde se formaron suelos de textura franco arcillo limosa a arcillo limosa y horizontes subsuperficiales profundos.

Según la posición en el paisaje presentan dificultad en el drenaje, particularmente en áreas cóncavas, donde luego de las lluvias pueden mantenerse anegamientos.

Corresponden a la unidad fisiográfica "Pc", Brunizemshidromórficos e hidromórficos engrosados. (Argiudolesácuicos y cumúlicosácuicos y Argiacuoles).

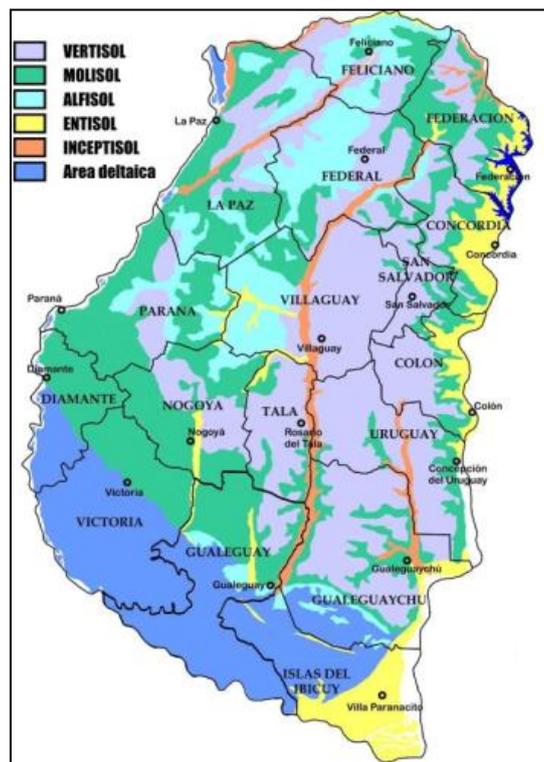


Figura 2 - Mapa de Suelos. Fuente: Mapa básico de suelos de la Provincia de Entre Ríos. Convenio Marco INTA – Gob. de la Prov. de E. Ríos (2005).

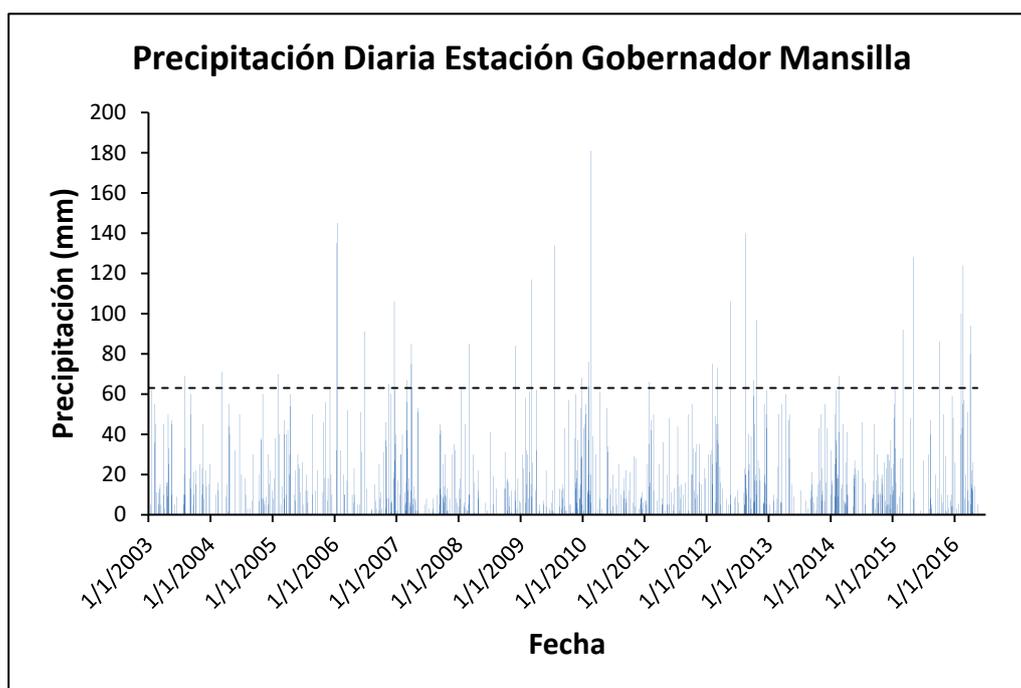
### 2.1.5 Clima

El clima es templado – húmedo, típico de una zona de llanura, con la influencia de los vientos cálidos y húmedos del Noreste; fríos y húmedos del Sureste; secos y frescos del Suroeste. El promedio anual de la velocidad del viento es de 3.5 km/h.

La temperatura media diaria anual es de 17.9 °C, variando entre una máxima media normal anual de 25.1 °C y una mínima media anual de 11.8 °C.

### 2.1.6 Precipitaciones

El promedio anual de precipitaciones es 1094 mm, siendo la máxima absoluta de 1755.1 mm y la mínima absoluta igual a 630.8 mm. A continuación, se muestran datos diarios de precipitación de la estación pluviométrica ubicada en la comisaría local (Gráfica 1).



Gráfica 1 : Precipitaciones diarias estación Gobernador Mansilla (Fuente : Dirección de Hidráulica de Entre Ríos)

## 2.2 Infraestructura existente

### 2.2.1 Infraestructura vial

La principal vía de acceso a la localidad es por el ramal con la RN 12, Pte. Raúl Alfonsín, hasta la Av. San Martín. La localidad cuenta con calles asfaltadas, de hormigón y de ripio (balasto redondeado). En el numeral 1.4.2.2 se indican los materiales de cada calle. Cabe mencionar que el tránsito pesado se realiza a través de un camino 25m de ancho, con una calzada de tierra que une la ruta nacional con la calle Pedro Lucero. La playa de estacionamiento de camiones se localiza en la vieja estación de ferrocarril.

A través de la continuación de la Av. Hipólito Irigoyen, uno de los tres bulevares y perpendicular al principal, ingresa la actividad agropecuaria por el “Puente Latorre”. Este puente presenta cierto deterioro, con socavación en la base, agrietamiento y desprendimiento en los estribos (Figura 3). Se documentará más adelante la ubicación de cada singularidad.

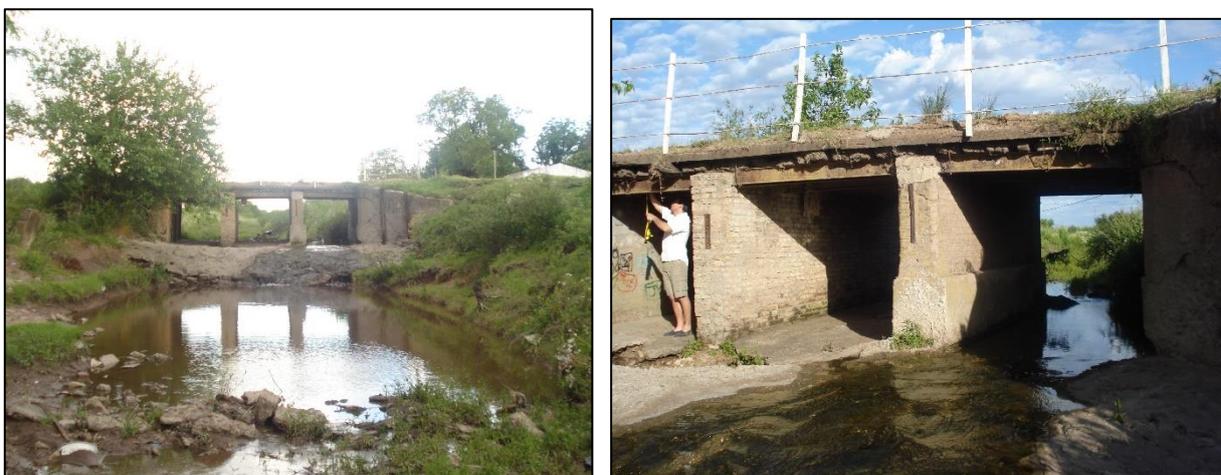


Figura 3 : Puente Latorre

## **2.2.2 Enripiado y asfaltado de las calles**

La Municipalidad está llevando a cabo el “Plan Barro Cero” que consiste en el enripiado y asfaltado total de las calles.

El pueblo cuenta con 3.000 m de calles de hormigón, 4.000 de calles asfaltadas, y el resto son calles enripiadas. Se realizó en 2018 el asfaltado de 8 cuadras más (Figura 4):

- Avenida Francisco Beiró (de ambos lados, 2 cuadras)
- Calle Lavalle, entre Carmen de los Santos y 9 de julio
- Calle Moreno, entre Carmen de los Santos y 9 de julio
- Calle Sarmiento, entre Carmen de los Santos y 9 de julio
- Boulevard Hipólito Yrigoyen (de ambos lados, 2 cuadras)
- Calle Entre Ríos, entre Carmen de los Santos y 9 de Julio

La Municipalidad proyecta a largo plazo asfaltar todas las calles de la localidad, por etapas continuas.



Figura 4 : Situación actual de las calles de la localidad



Figura 5 : Situación proyectada de las calles de la localidad

### **2.2.3 Cordones cunetas**

Parte del “Plan Barro Cero” comprende la construcción de 2.500 metros de cordón cuneta en el corto plazo.

La construcción de los cordones cuneta se está llevando a cabo a través del Área de Obras Públicas de la Municipalidad, con recursos propios del municipio. Las calles donde se ha construido cordón cuneta en el año 2018, fueron las siguientes:

- Avenida Francisco Beiró entre Carmen de los Santos y 9 de julio
- Calle 9 de julio entre Entre Ríos y Córdoba
- Calles Entre Ríos, Córdoba y 9 de julio.
- Calle Entre Rios entre Carmen de los Santos y 9 de Julio
- Calle Córdoba entre Carmen de los Santos y 9 de Julio
- Calle Bv. Dr. Salas entre Carmen de los Santos y 9 de Julio
- Calle Rivadavia entre Carmen de los Santos y 9 de Julio
- Calle 9 de Julio entre Cordoba y Bv. Dr. Salas

### **2.2.4 Afluentes del arroyo Clé**

A 1500 metros de la planta urbana se encuentra, en dirección N-S, el arroyo Clé, afluente del río Gualeguay, que drena las aguas pluviales del entorno. De S-E a N-O se ubica una de las principales conducciones del escurrimiento de las cuencas externas y de la planta urbana, la Cañada Rocamora, que desagua en el arroyo Clé.

### **2.2.5 Cañada “Rocamora”**

En la Figura 5 se muestra un tramo de la cañada Rocamora y la ubicación de su descarga al arroyo Clé (círculo); también se muestra el terraplén de defensa existente (línea). En la Figura 6 se muestran imágenes aéreas de la comunicación de la cañada con el arroyo.

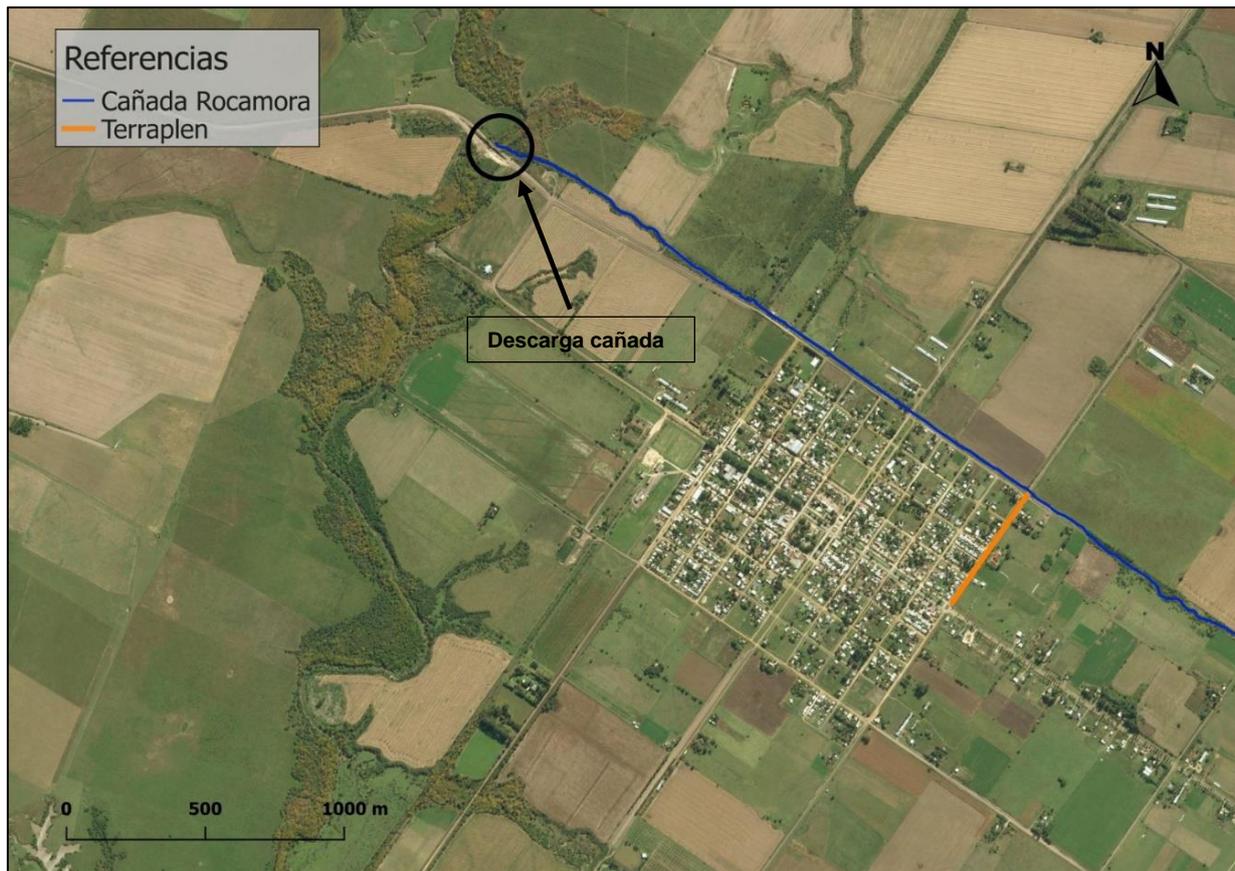


Figura 6 – Ubicación de la descarga de la cañada en el Arroyo Clé



Figura 7 – Vista aérea de la descarga de la cañada en el arroyo Clé (Imágenes cortesía de la Municipalidad Gobernador Mansilla)

La cañada Rocamora presenta importantes problemas, tanto de mantenimiento de sus secciones como de obstrucciones, que no permiten su normal funcionamiento. Durante las visitas de relevamiento de información, realizadas por el equipo a cargo del diseño del proyecto en cuestión, se ha podido constatar que con lluvias iguales o superiores a 100 mm

se anega el extremo N-E, más precisamente en la intersección de la calle Bv. Dr. Salas con la calle Rocamora, donde no existe ninguna infraestructura y el paso en dicha intersección se inunda (Figura 8).



Figura 8 – Ubicación intersección cañada Rocamora y calle Bv. Dr. Salas

Otros problemas que se han evidenciado en la cañada es la presencia de ruinas de la cimentación del viejo puente del ferrocarril. Estas ruinas, de gran volumen de hormigón, no permiten un normal flujo del agua, oficiando como una “presa”.

Los problemas de mantenimiento se deben a la presencia de vegetación, tales como arbustos, pastizales y árboles, que hacen imprescindible tareas de mantenimiento, y la demolición de los restos del puente ferroviario (Figura 9, Figura 10 y Figura 11).



Figura 9 – Obstrucciones en cañada Rocamora



Figura 10 – Obstrucciones en cañada Rocamora



Figura 11 – Estado de la cañada Rocamora

En el siguiente plano se muestran las principales direcciones de drenaje y la cuenca externa principal de la localidad.



Figura 12 : Plano topográfico y principales direcciones de drenaje

## 2.2.6 Red pluvial existente

En ocasiones de lluvias ordinarias el escurrimiento es como se indican en la Figura 13, donde se exponen además los principales canales y zanjas que recogen los excedentes pluviales.

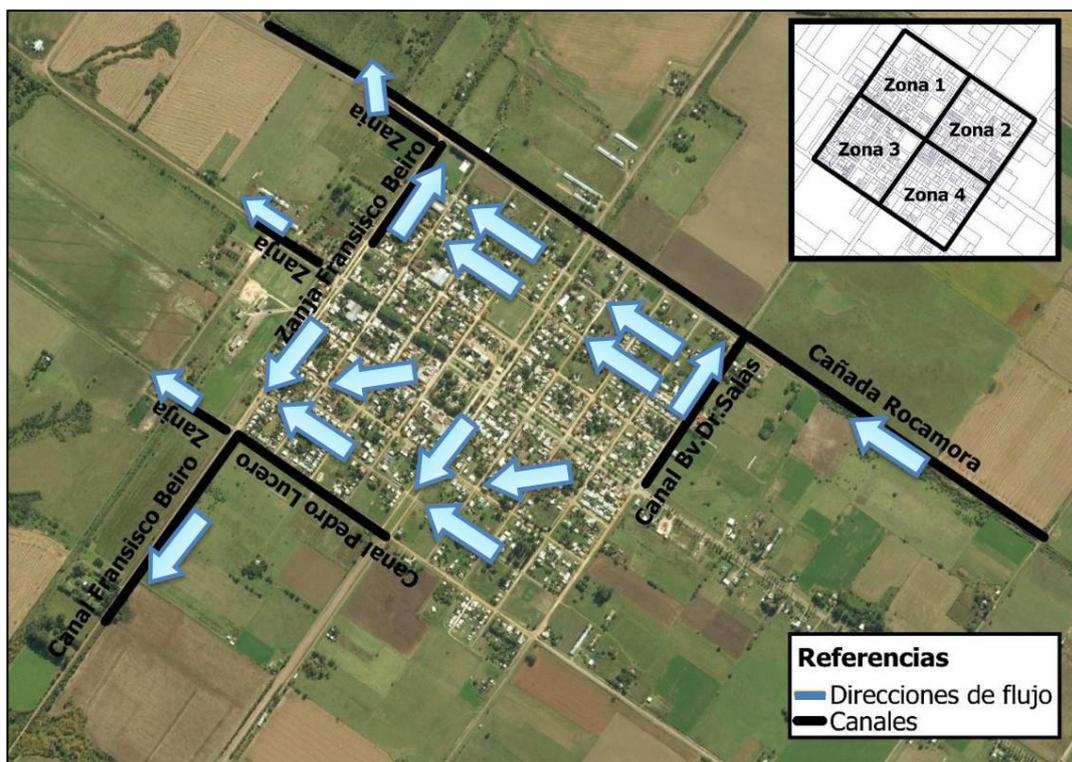


Figura 13 : Esquema de escurrimientos

Entre estos se pueden identificar:

1. Canal paralelo a la calle Pedro Lucero, (orientación SE-NO), entre las calles Av. Hipólito Yrigoyen y Francisco Beiró. Este canal recoge todas las aguas pluviales de la Zona 3 y 4, a través de alcantarillas existentes, descargando una parte hacia un canal que nace en la intersección de las calles Pedro Lucero y Francisco Beiró. El canal es paralelo a esta última calle, con orientación SO, descargando en la cañada con orientación NO y al arroyo Clé (Figura 14).



Figura 14 – Canal en calle Pedro Lucero

2. Canal paralelo a la calle Bv. Dr. Salas (orientación SE-NE), entre las calles Av. San Martín y Rocamora. El canal recoge los escurrimientos generados en las cuencas externas, descargando a la cañada “Rocamora” en la intersección de las calles Dr. Salas y Rocamora (Figura 15).



Figura 15 – Canal sobre Bv. Dr. Salas

3. Zanja paralela a la calle Francisco Beiró entre Av. San Martín y Rocamora (orientación SO-NO), que recoge las aguas pluviales colectadas en la Zona 1 y 2. La calle que aporta mayor escurrimiento es 3 de febrero. La descarga de la zanja es a través de una alcantarilla hacia la cañada “Rocamora” (Figuras 16 y 17).



Figura 16 – Zanja sobre calle Francisco Beiró



Figura 17 – Zanja sobre calle Rocamora continuación zanja Francisco Beiró, descarga a cañada "Rocamora"

Las inundaciones y sus múltiples efectos representan una seria problemática que afecta negativamente el funcionamiento de la planta urbana, así también diversos sectores de la cuenca. En lluvias ordinarias existen problemas de encharcamiento en algunas calles de la localidad, que deben ser drenadas por bombeo en cada ocasión. En la Figura 18 se indican los cruces de calles afectadas:



Figura 18 – Esquema de ubicación de encharcamientos

En lluvias excepcionales se presentan inundaciones en los límites bajos de la planta urbana. Como principales áreas problemáticas se señalan el extremo NE, por donde corre la cañada y donde existe un terraplén de defensa sobrepasado en algunas ocasiones, además del límite SO, área topográficamente baja, que recibe parte de las aguas pluviales de la cuenca, quedando anegada en esas circunstancias

## **2.3 Antecedentes**

### **2.3.1 Introducción**

En mayo del año 2013 se elaboró el anteproyecto titulado “Estudio de la Red de Desagües Pluviales y de la Cuenca Hidrológica en la localidad de Gobernador Mansilla”. Se obtuvieron resultados preliminares mediante estudios hidrológicos e hidráulicos para el macro y micro drenaje, que han servido como primera aproximación a las soluciones que se deben implementar en la localidad. Este estudio está siendo utilizado por la Municipalidad para realizar obras de adecuación. Será la información de base para la elaboración de este proyecto ejecutivo, principio de un Plan Director que plantee y permita licitar las obras. A continuación, en los siguientes puntos se indica la metodología, información espacial y fundamentos de cálculos aplicados en la elaboración del citado anteproyecto.

### **2.3.2 Metodología**

### **2.3.3 Información espacial**

Para el manejo de la información espacial se aplicó el sistema de coordenadas POSGAR 94, sistema adoptado en el año 2009 como “Marco de Referencia Geodésico Nacional” para la República Argentina, según el Instituto Geográfico Nacional.

El manejo de la información espacial se realizó mediante el Sistema de Información Geográfica Quantum GIS 1.5.0 (QGIS). Las fuentes de información espacial utilizadas fueron:

- Modelo digital del terreno ASTER GDEM
- Imágenes satelitales obtenidas de google earth;
- Fotos satelitales del satélite chino - brasileño CBERS 2B;
- Cartografía 1:50000 (en formato kml) del Instituto Geográfico Nacional (IGN);
- Datos recabados en campo. Toda la información relevada en campo fue georreferenciada para su inclusión en el GIS.

El modelo digital de terreno utilizado, para trabajar a escala de cuencas, fue el ASTER GDEM.

#### **2.3.4 Caudales de diseño**

El análisis de escorrentía y del sistema de drenaje pluvial, así como el análisis para dimensionar las estructuras hidráulicas, cuantificó el tipo de tormenta que una obra debiera soportar, según el riesgo asociado adoptado para su diseño. Los principales elementos utilizados fueron:

- Elección del período de retorno y construcción de la tormenta de diseño;
- Construcción del hidrograma unitario mediante el método del Soil Conservation Service (SCS);
- Determinación de los caudales pico utilizando el método del bloque alterno (para la tormenta de diseño) y el método de USDA - NRCS para estimar el hidrograma de salida en la cuenca.

El criterio para la adopción de los períodos de retorno consideró la magnitud del evento extremo, según el costo, y el riesgo de falla asociado a cada obra. Para el diseño del sistema de macro drenaje se aplicó un Tr de 10 años y para el diseño del micro drenaje un Tr de 2 años. Por otro lado, el tiempo de concentración se determinó a partir de la ecuación de Ramser – Kirpich.

Para la tormenta de diseño se utilizaron datos del trabajo *Procedimiento para estimación de Tormentas de Diseño para la Provincia de Entre Ríos*, Zamanillo et al, edición 2008, con el resultado de la relación  $I - D - Tr$  para Gobernador Mansilla.

#### **2.3.5 Relevamientos geodésicos**

Se realizaron dos campañas de relevamiento de datos altimétricos, una en octubre de 2012 y otra en 2013. La campaña de 2012 se llevó a cabo con un GPS geodésico móvil y no se obtuvo buena precisión, debido a interferencias en la señal. La campaña de enero de 2013, se realizó utilizando el método rumbo – distancia, con nivel laser para las mediciones altimétricas y odómetro de mano para las distancias. Estos datos fueron el punto de partida para el prediseño del micro drenaje.

### **2.3.6 Macro drenaje**

El trazado de las cuencas se definió a partir del Modelo de Elevación Digital Global ASTER GDEM y las herramientas del Sistema de Información Geográfica QGIS. El área en la cual se encuentra la localidad de Gobernador Mansilla está comprendida dentro de la cuenca del Arroyo Clé.

Se tuvo en cuenta la infraestructura existente: cunetas a los lados de los caminos de entrada y transversales que descargan en la cañada Rocamora, las cunetas en caminos ubicadas al SO de la planta urbana y las cunetas en límites periféricos de la planta. Por lo tanto, algunas de ellas ya poseen dimensiones adecuadas, y en otros casos es menester mejorarlas.

El método de cálculo fue:

- Identificar cuenca de aporte
- Identificar las subcuencas y determinar (Ac, Lcp, So)
- Calculo intensidad de precipitación con un  $Tr = 10$  años
- Suponer dimensiones del canal y calcular el tirante normal (considerando flujo uniforme)
- Considerar una revancha de 20 cm sobre el tirante normal y calcular el tirante final.

### **2.3.7 Micro drenaje**

Para trazar las cuencas urbanas se usaron las cotas de relevamiento obtenidas en el relevamiento de enero de 2013, a partir de esos datos se extrapolaron las cotas para la esquina de las manzanas y se calcularon las pendientes medias.

Se usó el método Racional y se analizaron la estructuras hidráulicas en régimen permanente, usando un  $Tr=2$  años. Para determinar el aporte de cada subcuenca se consideró que a cada tramo (frente manzana) aporta un cuarto del área de la manzana más la mitad del área de la calle. Para el coeficiente de escorrentía se tomaron 3 manzanas tipo (con % bajo, medio y alto de edificación) y se calculó un coeficiente ponderado. Luego se clasificó cada manzana según el porcentaje de área edificada y el pavimento existente, para realizar la

ponderación. Para la intensidad de precipitación, al igual que el método NRCS, se usaron las curvas IDF de Zamanillo et al.

### **3 CAPITULO III – METODOLOGÍA**

#### **3.1 Estudios topográficos**

Para el presente proyecto se encaró una nueva campaña topográfica, debido a las modificaciones ocurridas: Plan Barro Cero, asfalto de otras calles y construcción de cientos de metros de cordón cuneta. En el período marzo – junio del año 2018 se realizó este relevamiento en la zona urbana y en algunos puntos de la zona suburbana. Se mejoró además la precisión de los estudios realizados en el anteproyecto existente a efectos de la elaboración del proyecto de ingeniería ejecutiva de los desagües pluviales de la localidad.

El alcance del estudio topográfico, incluyó trabajo en campo y en gabinete:

- Levantamiento topográfico de los puntos en terreno para la confección de los perfiles
- Confección de perfiles transversales a razón de tres por cuadra
- Confección del perfil longitudinal de los canales perimetrales existentes
- Plano de la zona de estudio

El relevamiento topográfico fue realizado por un equipo de profesionales, liderado por el Perito Topocartógrafo Agustín Manavella y por el Asesor Técnico Marcelo Corti, contratados por la Municipalidad de Gobernador Mansilla.

Adicionalmente, se realizó un relevamiento durante el transcurso del mes de junio de 2018 en los accesos a la localidad para tener dimensiones precisas y cotas de los canales y alcantarillas existentes. Los elementos principales que entran en juego en el sistema hídrico superficial se presentan en la Figura 19.



Figura 19 : Puntos del relevamiento topográfico Junio 2018

Durante el relevamiento se determinaron las cotas de fondo de los canales y de puntos de interés con el fin de obtener las secciones y pendientes principales. Para esto se utilizó un nivel óptico y mira, atando la información relevada a los puntos fijos dejados por los topógrafos. Se estimó un error total de 15.8 cm para las cotas.

## **3.2 Información espacial**

### **3.2.1 Sistema de coordenadas**

La información espacial se trabaja con el sistema de coordenadas WGS 84. Este sistema consiste en un patrón matemático de tres dimensiones que representa la tierra por medio de un elipsoide, un cuerpo geométrico más regular. Es un sistema de coordenadas geográficas mundial que permite localizar cualquier punto de la Tierra (sin necesitar otro de referencia).

Se trata de un estándar en geodesia, cartografía y navegación, que data de 1984. Tuvo varias revisiones (la última en 2004), y se considera válido hasta una próxima reunión (aún no definida en la página web oficial de la Agencia de Inteligencia Geoespacial). Se estima un error de cálculo menor a 2 centímetros, y en esto se basa el Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

### **3.2.2 Fuentes de información**

Las fuentes de información espacial que se han utilizado son:

- Modelo digital del terreno MDE-Ar
- Imágenes satelitales obtenidas de Google Earth;
- Fotos satelitales del satélite chino - brasileño CBERS 2B;
- Cartografía 1:50000 (en formato kml) del Instituto Geográfico Nacional (IGN);
- Datos recabados en campo. Toda la información relevada en campo ha sido georreferenciada para su inclusión en el GIS.

El manejo de la información espacial se realiza mediante un Sistema de Información Geográfica Quantum GIS 2.18.19 (QGIS), de Código Abierto, que cuenta con la funcionalidad completa de GRASS 7.4.0 (Geographic Resources Analysis Support System). GRASS es un Sistema de Información Geográfica ampliamente utilizado en el manejo y análisis de datos geoespaciales, procesamiento de imágenes, producción de gráficos/mapas, modelación espacial y su visualización.

### 3.2.3 Modelo Digital de Elevación (MDE-Ar)

Para trabajar a nivel de cuencas externas se ha utilizado como información topográfica de base el modelo de elevación digital MDE-Ar.

La misión SRTM permitió generar un MDE de alta resolución y calidad uniforme que cubre casi la totalidad de la superficie. El IGN llevó a cabo una serie de procesos para mejorar la calidad del modelo sobre el territorio Nacional, tales como, a) relleno de vacíos, b) inclusión de datos de lagos, c) filtrado espacial, y d) enmascarado de límites.

Los MDE SRTM que distribuye el IGN tiene una resolución espacial de 30 metros y una precisión vertical de aproximadamente 3 metros (Figura 20).

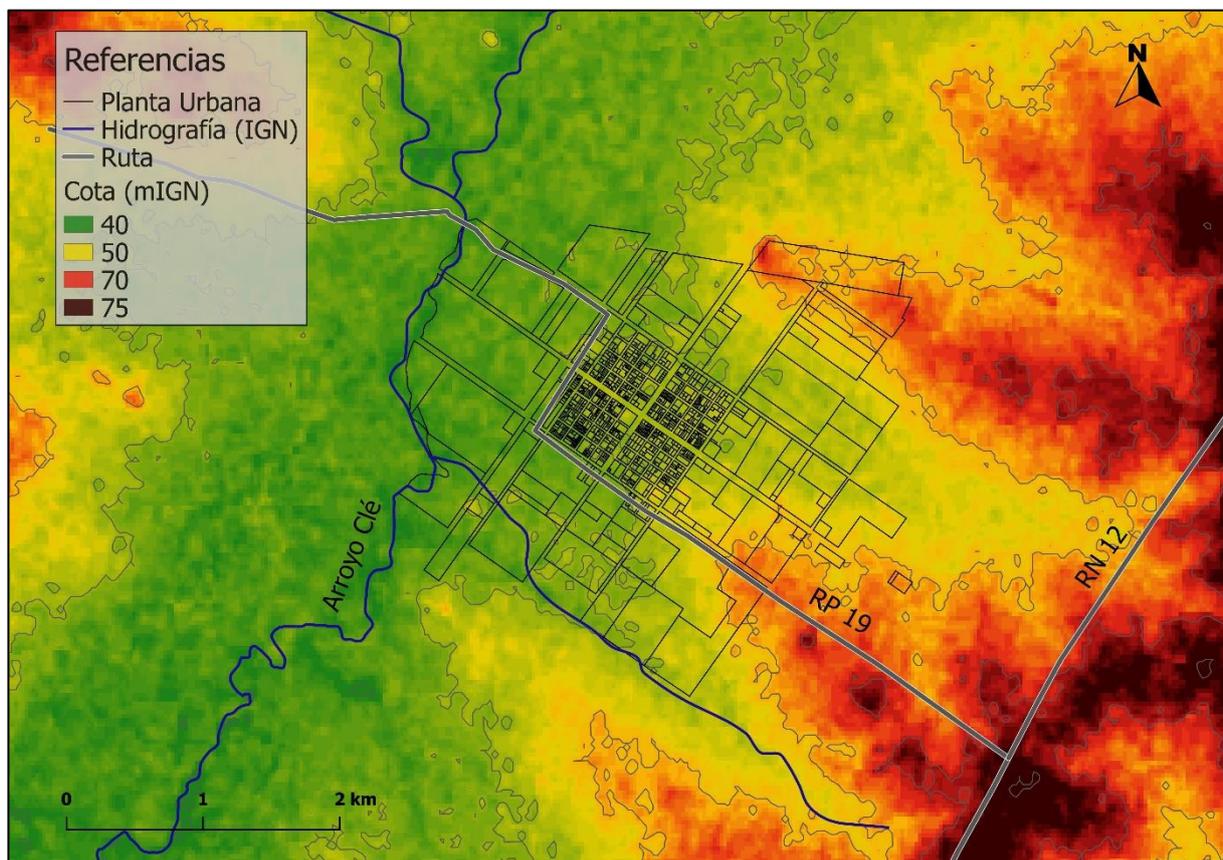


Figura 20 : Modelo Digital de Elevaciones MDE-Ar. (Fuente: IGN<sup>2</sup>)

---

<sup>2</sup> <http://www.ign.gov.ar/NuestrasActividades/Geodesia/ModeloDigitalElevaciones/Mapa>

### 3.3 Modelación hidráulica

Para la modelación hidráulica se utilizan las herramientas computacionales HY-8 y EPA SWMM 5.1 (*Storm Water Management Model*). El HY-8, desarrollado por la “*Federal Highway Administration*” del “*U.S Department of Transportation*” permite modelar el comportamiento de las alcantarillas considerando velocidad de agua nula aguas arriba de las mismas (cálculo conservador). A su vez permite simular la situación donde el agua circula por encima del nivel de calle al ser la alcantarilla insuficiente.

El SWMM, permite modelar el transporte de flujo a través de sistemas de canales y unidades de almacenamiento. El programa almacena datos de velocidades, caudales y tirantes en cada colector, durante un período de simulación compuesto por intervalos de tiempo predeterminados.

### 3.4 Fundamentación teórica - Microdrenaje

#### 3.4.1 Subcuencas de drenaje

Las áreas de aporte a las estructuras de drenaje se consideraron suponiendo que a cada tramo, frente a una manzana, le estará aportando un cuarto del área de la manzana más la mitad del área de la calle (Figura 21).



Figura 21 : – Esquema de subcuencas de aporte

### 3.4.2 Caudales de escorrentía

Se usó el Método Racional y se analizaron las estructuras hidráulicas en régimen permanente, con  $Tr=2$  años. Para determinar el aporte de cada subcuenca se consideró que a cada tramo (frente de manzana) aporta un cuarto del área de la manzana más la mitad del área de la calle. Para el coeficiente de escorrentía se consideró un único tipo de manzana edificada con su porcentaje máximo, dado, del 60%.

### 3.4.3 Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía adoptado para la elaboración de los cálculos fue considerando un porcentaje de ocupación, alto en cada manzana, de acuerdo a la clasificación realizada en estudios previos indicados en la sección 2.3, resultando un coeficiente de escorrentía de 0,55, para un período de retorno de 2 años.

### 3.4.4 Curvas I – D - Tr

La relación I-D-Tr para la localidad de Gob. Mansilla se obtuvo del trabajo Procedimientos para la estimación de Tormentas de Diseño para la Provincia de Entre Ríos (E. Zamanillo et. al., 2008). Se solicitó a la Dirección Provincial de Hidráulica la última versión, siendo la misma que se utilizara en el anteproyecto descripto (Figuras 22 y 23).

La relación queda definida por:

$$i = \frac{k \cdot Tr^m}{(d + c)^n} = \frac{1183.7 \cdot Tr^{0.23}}{(d + 9)^{0.78}}$$

Donde,

$i$  : Intensidad de precipitación [mm/h]

$Tr$  : Período de retorno [años]

$d$  : Duración de la precipitación [minutos]

$k, m, n$  y  $c$ : Parámetros que se determinan para cada localidad en base a un análisis de regresión lineal múltiple; los valores presentados anteriormente corresponden a la localidad de Gobernador Mansilla.

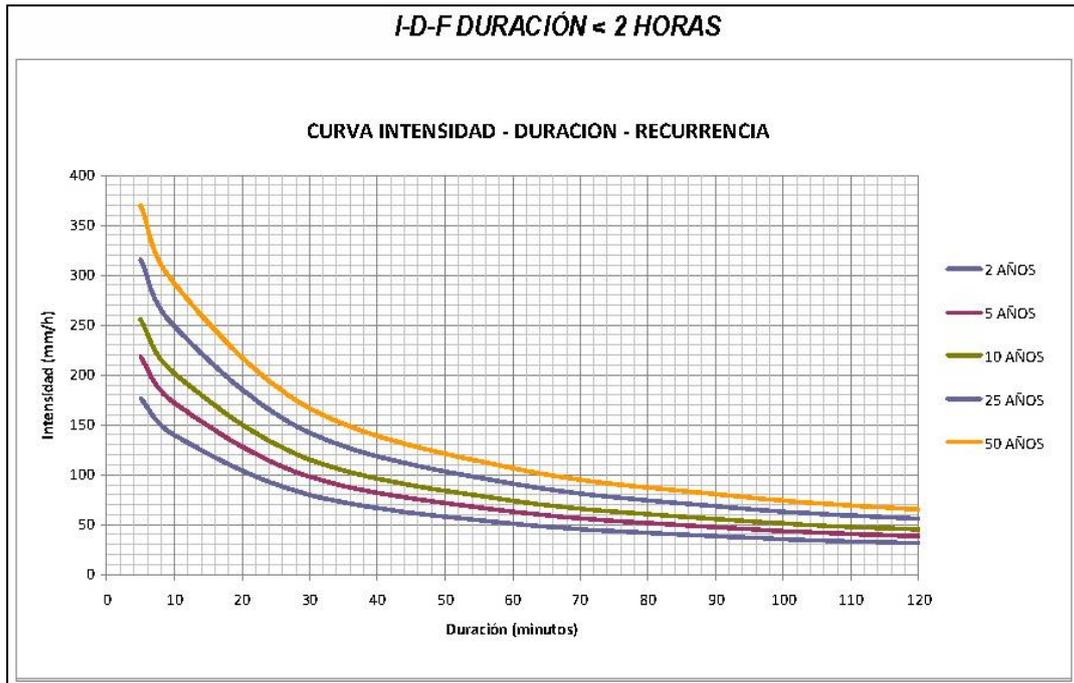


Figura 22 : Curvas I-D-F, para duraciones menores a 2 horas. (Fuente : *Procedimientos para la estimación de Tormentas de Diseño para la Provincia de Entre Ríos*(E. Zamanillo et. al., 2008).)

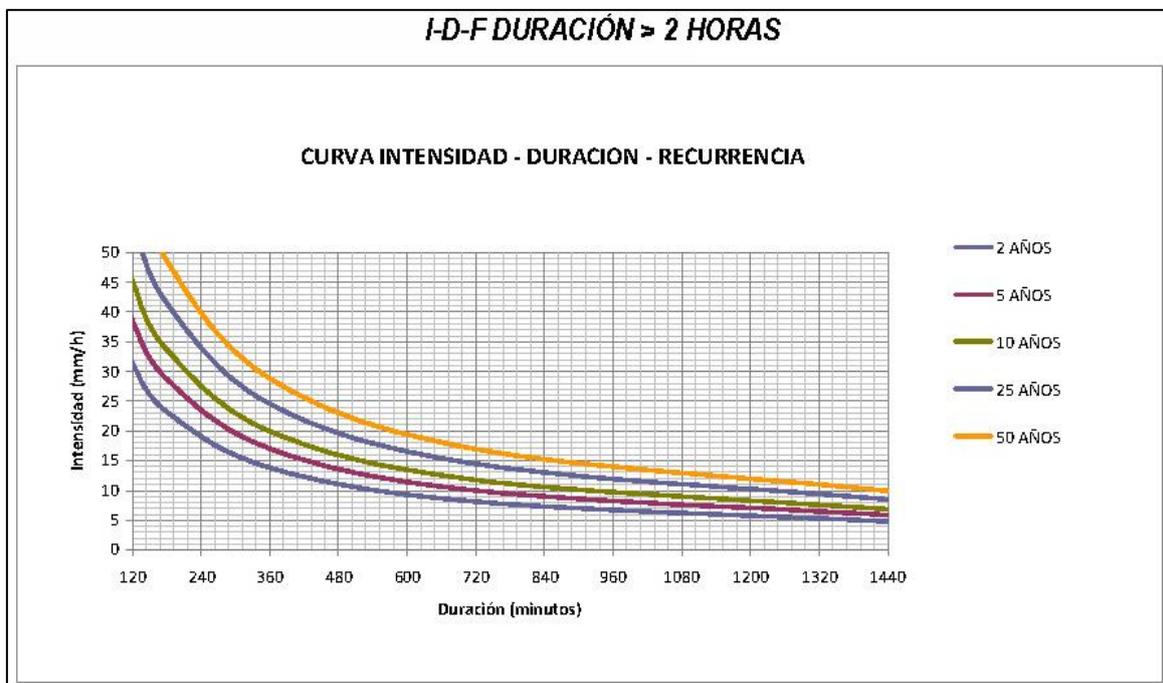


Figura 23 : Curvas I-D-Tr, para duraciones mayores a 2 h. (Fuente : *Procedimientos para la estimación de Tormentas de Diseño para la Provincia de Entre Ríos*(E. Zamanillo et. al., 2008).)

### 3.4.5 Intensidad de precipitación

Para el caso de estudio se tomó el pluviógrafo de referencia más próximo a la localidad, el cual se ubica al oeste de la ciudad de Concepción del Uruguay, resultando la expresión anterior como se indica a continuación:

$$I = \frac{1183.7T_r^{0,23}}{(d + 9)^{0,78}}$$

### 3.4.6 Tiempo de concentración

En los sistemas de drenaje de pluviales se distinguen dos posibles caminos del flujo, a saber:

Flujo no concentrado, es el flujo que escurre como flujo superficial dentro de un área de aportes siguiendo un recorrido sin un cauce definido. En esos casos al tiempo de viaje se le denomina tiempo de entrada ( $T_O$ ). El tiempo de flujo no concentrado variará dependiendo de la pendiente de la superficie, la cobertura del suelo y la existencia de almacenamientos en depresión, entre otros. El tiempo de entrada de una subcuenca a un tramo de estructura de conducción se tomó como mínimo de 5 y 10 minutos, para las plazas y manzanas respectivamente, de acuerdo a las recomendaciones bibliográficas.

Flujo concentrado, correspondiente al flujo de la escorrentía generada en la cuenca a través de canales o conductos. El tiempo que tarda en escurrir por estas conducciones se le denomina tiempo de tránsito del flujo concentrado ( $T_{CF}$ ) y se calcula en función de las características hidráulicas de los respectivos canales o conductos.

El tiempo de tránsito del flujo concentrado para el tramo  $i$ , se estima como:  $T_{CF} = L_i/v_i$ , siendo  $L_i$  la longitud del tramo y  $v_i$  la velocidad en la estructura del tramo  $i$ .

Para cada recorrido posible de la escorrentía generada en la cuenca hasta un punto de interés, el tiempo de viaje se obtiene como la suma de los tiempos de flujo no concentrado, y de los tiempos de tránsito del flujo concentrado por cada uno de los conductos.

$$T_{viaje} = \sum_i^j T_{O_j} + \sum_i^j T_{FC_j}$$

Siendo  $T_{viaje}$  el tiempo de viaje,  $j$  el número de subcuencas consecutivas por las que escurre el flujo no concentrado y  $k$  el número de conductos que recorre el flujo concentrado. Se distinguen diferentes recorridos del flujo hasta el punto donde interesa calcular una estructura de drenaje, por lo que se tienen diferentes tiempos de viaje.

El tiempo de concentración, resulta de la suma de los tiempos de viaje de las subcuencas más alejadas hidráulicamente hasta el punto de cierre.

### 3.4.7 Período de retorno

El período de retorno en las cunetas y cordones cuneta se definen según la importancia de cada calle a la que pertenece la estructura del sistema de microdrenaje. Se aplicará un período de retorno de 2 años para todas las calles, dado que existe poco tránsito.

### 3.4.8 Diseño y dimensionado de los componentes

#### 3.4.8.1 Cordón cuneta

En los cordones cuneta existentes se procederá a verificar que el ancho de inundación está dentro de los parámetros recomendados. Es decir, se calculará el caudal correspondiente para cada tramo y a partir de dicho caudal, el ancho de inundación. Se analizará para cada caso si se trata de una calle principal o secundaria, y se seguirán las recomendaciones del manual de la DINASA.

- Calles secundarias, con un Tr de 2 años el ancho de inundación debe ser menor a 3 m.
- Calles principales, con un Tr de 2 años el ancho de inundación debe ser menor a 1 m.

Para los cálculos se consideró la ecuación en una sección uniforme, dadas las características geométricas de los cordones cuneta existentes: 55 cm de ancho, 15 cm de alto y una pendiente del 10% ( $S_o$ ). El coeficiente de Manning aplicado según recomendaciones para hormigón es de 0,018.

Ecuación para sección uniforme aplicada:

$$Q = \left(\frac{K_u}{n}\right) S_x^{1.67} S_L^{0.5} T^{2.67}$$

Despejando el ancho de inundación - T:

$$T = \left[ \frac{Qn}{K_u S_X^{1.67} S_L^{0.5}} \right]^{0.375}$$

Donde:

$K_u$  : 0.376

$n$  : Coeficiente de rugosidad de Manning

$Q$  : Caudal [m<sup>3</sup>/s]

$T$  : Ancho superficial [m]

$S_X$  : Pendiente transversal [m/m]

$S_L$  : Pendiente longitudinal [m/m]

#### **3.4.8.2 Badenes**

Los badenes se emplean para conducir la escorrentía de un cordón cuneta hacia otro, por ejemplo, en los cruces de calles donde se mantiene un importante caudal de escurrimiento al no tener bocas de tormenta, o cuando la calle paralela al badén es una calle principal, de forma de evitar que el flujo de escorrentía cruce a través de la misma.

Se procederá a verificar todos los badenes existentes, y en los casos donde sea requerido, se reacondicionarán o construirían nuevos badenes. La verificación tendrá en consideración la seguridad en el tránsito. El cálculo será aplicado a los badenes como cunetas con una sección normalmente circular.

#### **3.4.8.3 Cunetas**

Se tendrán en cuenta diferentes tipos de cunetas dentro de la planta urbana como en su periferia. Principalmente, se tendrán cunetas de tierra y cunetas de hormigón.

El diseño se basó en que las cunetas no sean desbordadas o erosionadas, y con el caudal transportado en régimen subcrítico. Las pendientes de las cunetas coinciden con las pendientes de las calles, obtenidas del relevamiento topográfico. Aplicando los criterios de

manera que no haya desborde ni erosión, se selecciona la sección y los tipos de cunetas. Los tipos de cuneta dimensionadas son las siguientes:

#### **3.4.8.4 Alcantarillas**

El diseño de alcantarillas de las obras de micro drenaje urbano se realiza asumiendo flujo uniforme estacionario a superficie libre, con tirante menor al 80% del diámetro de la alcantarilla.

Para la verificación y el diseño de las alcantarillas se aplican los criterios que se emplean para el diseño de tuberías de conducción respecto a la tapada mínima y velocidades máximas. Se aplicará una tapada mínima de 1 metro y una velocidad máxima de 5 m/s para alcantarillas de hormigón y PVC.

### **3.5 Fundamentación teórica – Macrodrenaje**

#### **3.5.1 Cuencas hídricas**

La zona de estudio se encuentra en la cuenca del Arroyo Clé, el cual desemboca en el río Paraná Pavón de forma conjunta con el río Gualeguay. La cuenca del arroyo Clé puede ser tomada como una subcuenca del río Gualeguay (Figuras 24 y 25). La principal fuente de agua de los cursos de la cuenca proviene de las precipitaciones. El relieve de la zona favorece un buen escurrimiento debido a uno de los principales componente edafológicos que son las arcillas; estas aguas de lluvia son recolectadas por uno de los tantos cursos que tiene la cuenca y circula en los cauces de características meandrosas, así la evacuación se hace más lenta y genera desbordes, inundando la zona de valle aluvial.

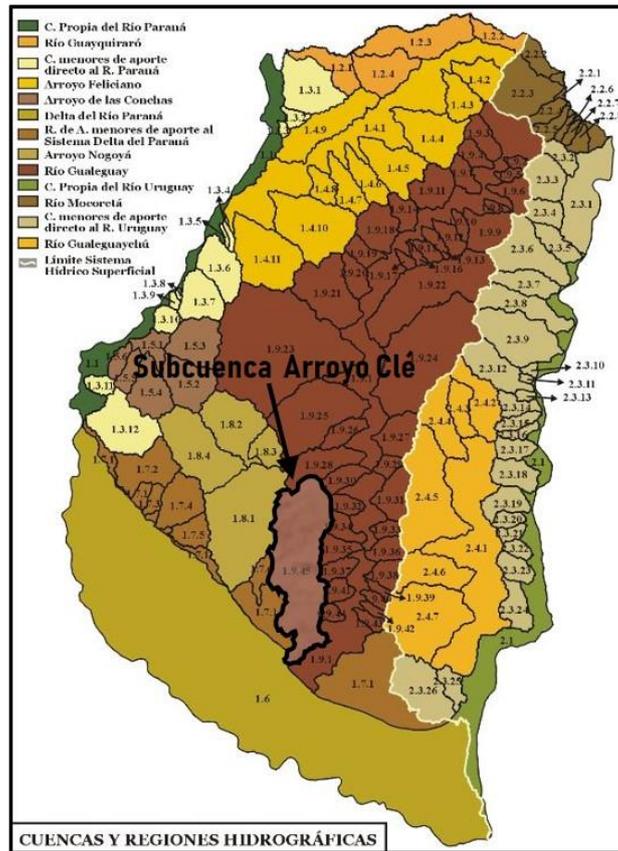


Figura 24 : Cuencas y Regiones Hidrográficas de la Provincia de Entre Ríos (Fuente: Mapa de los Recursos Hídricos Superficiales de la Provincia de Entre Ríos)

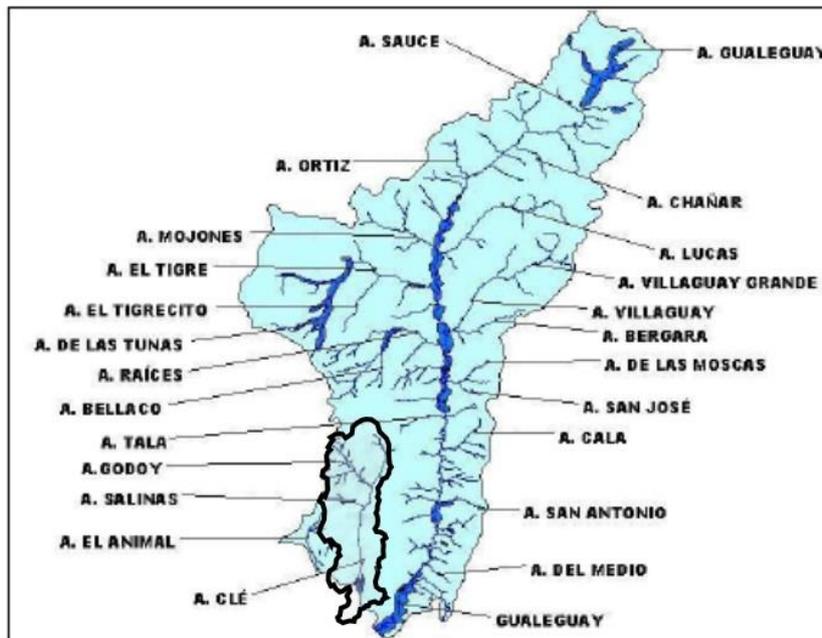


Figura 25 : Cursos de agua en la cuenca del río Gualeguay (Fuente: Mapa de los Recursos Hídricos Superficiales de la Provincia de Entre Ríos)

### 3.5.2 Tiempo de concentración

Para estimar el tiempo de concentración se aplica uno de los métodos más usados y simples, el Método de Ramser-Kirpich (1940):

$$T_c = 0.4 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

$$S = 10 \frac{\Delta H}{L}$$

Donde,

$T_c$  : Tiempo de concentración [horas]

$L$  : Longitud hidráulica de la cuenca [km]

$S$  : Pendiente [%]

### 3.5.3 Caudales de diseño

Para dimensionar el drenaje pluvial y evaluar el funcionamiento de las estructuras existentes es necesario cuantificar el tipo de tormenta que las obras deberán soportar, según el riesgo asociado que se adopte para el diseño. Para eso se debe elegir un tiempo de retorno adecuado y construir la tormenta de diseño.

La evaluación y análisis de escorrentías para el sistema de drenaje pluvial y el dimensionado de las estructuras hidráulicas se realizó manteniendo el criterio aplicado en los estudios previos (Antecedentes ítem 2.2.4 – Caudales de diseño). Los principales elementos que se tienen en cuenta para la tormenta de diseño, son:

- Elección del período de retorno y construcción de la tormenta de diseño;
- Construcción del hidrograma unitario mediante el método del Soil Conservation Service (SCS);
- Determinación de los caudales pico utilizando el método del bloque alternativo (para la tormenta de diseño) y el método de USDA - NRCS para estimar el hidrograma de salida en la cuenca.

Las recomendaciones bibliográficas, Chow y/o manual de DINASA, para el diseño de las cuencas externas sugieren un  $Tr = 10$  años, considerando un volumen de tráfico bajo (áreas suburbanas y rurales) y para el diseño de las cuencas internas se recomienda un  $Tr = 2$  años, teniendo en cuenta las características de la localidad. Adicionalmente se considerarán diferentes  $Tr$  para cada obra hidráulica a reacondicionar o construir:

- Cañada “Rocamora” –  $Tr$  de 10 años
- Drenajes pluviales de la ciudad –  $Tr$  de 2 años
- Drenajes pluviales de la ciudad para calles con alto tránsito –  $Tr$  de 5 años
- Alcantarillas en carretera con tráfico intermedio –  $Tr$  de 10 a 25 años
- Alcantarillas en calles con tráfico bajo –  $Tr$  de 2 a 10 años
- Arroyo Clé –  $Tr$  de 100 años

### 3.5.3.1 Método Racional

Para el diseño de los drenajes urbanos y suburbanos se aplica el método racional; dicho método es sugerido en el manual de la DINASA.

El producto de la intensidad de lluvia  $i$  y el área de la cuenca  $A$  es el caudal de entrada al sistema  $iA$ , y la relación entre este caudal y el caudal pico de salida,  $Q_{m\acute{a}x}$ , se conoce como coeficiente de escorrentía  $C$ , el cual cumple que:  $0 < C < 1$

$$Q_{m\acute{a}x} = \frac{CiA}{360}$$

Donde,

$Q_{m\acute{a}x}$  : Caudal máximo de salida [ $m^3/s$ ]

$C$  : Coeficiente de escorrentía

$i$  : Intensidad uniforme en toda la cuenca para una duración igual al tiempo de concentración [ $mm/h$ ]

$A$  : Área de la cuenca [hás]

Se recomienda su aplicación en cuencas cuya área sea menor a 80 hás.

#### Intensidad máxima utilizada en el método racional

La intensidad máxima utilizada se obtuvo del trabajo Procedimientos para la estimación de Tormentas de Diseño para la Provincia de Entre Ríos (E. Zamanillo et. al., 2008) para la localidad de Gobernador Mansilla.

#### Coeficiente de escorrentía del método racional

Para la determinación del coeficiente de escorrentía se disponen tablas que relacionan este coeficiente con las características de la superficie, la pendiente media de la cuenca y el período de retorno del evento.

Si la cuenca contiene diferentes tipos de cobertura del suelo, un coeficiente compuesto puede ser calculado a través de la siguiente fórmula:

$$C = \frac{\sum A_i C_i}{A_{total}}$$

Donde,

$C_i$  : Coeficiente de escorrentía en la subcuenca  $i$

$A_i$  : Área de la subcuenca  $i$

$A_{total}$  : Área total

#### **3.5.3.2 Método NRCS (ex SCS)**

El método calcula el volumen de escurrimiento de eventos extremos a partir de la precipitación, las características del suelo, cobertura de la cuenca y condiciones antecedentes de humedad. Además, propone la utilización de un hidrograma unitario para la estimación del caudal máximo y el hidrograma correspondiente al evento extremo, a partir de la precipitación efectiva. A continuación, se indican las etapas del método.

### 3.5.3.3 Tormenta de diseño

#### Método del bloque alterno:

Este método es una forma simple para desarrollar un hietograma de diseño utilizando las curvas IDF (Procedimientos para la estimación de Tormentas de Diseño para la Provincia de Entre Ríos (E. Zamanillo et. al., 2008) para la localidad de Gobernador Mansilla).

A partir del coeficiente de decaimiento areal se determina el porcentaje de lluvia local a adoptar como precipitación media en la cuenca. Este coeficiente se obtiene según la siguiente expresión:

$$CA_{(A_c, d)} = 1,0 - \left(0,3549 \cdot d^{-0,4272}\right) \left(1,0 - e^{(-0,005792 \cdot A_c)}\right)$$

Donde,

$A_c$  : Área de la cuenca [km<sup>2</sup>]

$d$  : Duración de la precipitación [horas]

A partir de las precipitaciones calculadas para cada duración  $d$ , se determinan las diferencias entre valores sucesivos y finalmente se construye la tormenta de diseño reordenando estos valores incrementales.

Para el método del NRCS, la duración de la tormenta será aproximadamente el doble del tiempo de concentración, y se describirá en 12 intervalos de ancho igual a  $D$ , siendo:

$$D = \frac{t_c}{7}$$

### 3.5.3.4 Precipitación efectiva

La precipitación efectiva es la parte de la precipitación que participará del escurrimiento. La metodología aplicada para la estimación de la precipitación efectiva será a través del Método del NC del NRCS.

#### Método del NC del NRCS

A partir de la tormenta de diseño y aplicando esta metodología se obtiene una estimación de la precipitación efectiva, según el siguiente criterio:

$$P_e = 0 \quad \text{si } P \leq 0.2S$$

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} \quad \text{si } P > 0.2S$$

El método define un número adimensional de curva NC, tal que  $0 \leq NC \leq 100$ , tal que:

$$S = 25.4 \left( \frac{1000}{NC} - 10 \right)$$

### Número de curva NC

Los NC han sido tabulados por el NRCS con base en el tipo de suelo y el uso de la tierra.

Se tiene en cuenta la existencia de varios tipos y usos de suelo; por lo tanto, para calcular un NC compuesto, se pondera por el área.

### Tipos de suelo

Los grupos hidrológicos fueron clasificados por el NRCS como grupos A, B, C y D.

Se tiene en cuenta la incorporación de una infiltración mínima. Para suelos de los grupos hidrológicos B, C y D se propone una infiltración mínima de 1.2 mm/h y para los suelos del grupo A una infiltración mínima de 2.4 mm/h.

### **3.5.3.5 Hidrograma Unitario**

El hidrograma unitario de una cuenca se define como el hidrograma de escorrentía directa resultante de una unidad (1 cm, 1 mm, 1 pulgada, etc.) de exceso de lluvia (precipitación efectiva) generado uniformemente sobre el área de la cuenca a una tasa constante a lo largo de una duración efectiva.

## Hidrograma unitario triangular del NRCS

El hidrograma tiene forma triangular quedando definido por el caudal pico  $q_p$  que se expresa en m<sup>3</sup>/s/cm de precipitación efectiva, el tiempo base  $t_b$  que se expresa en horas y el tiempo al pico  $T_p$  también expresado en horas (Figura 26).

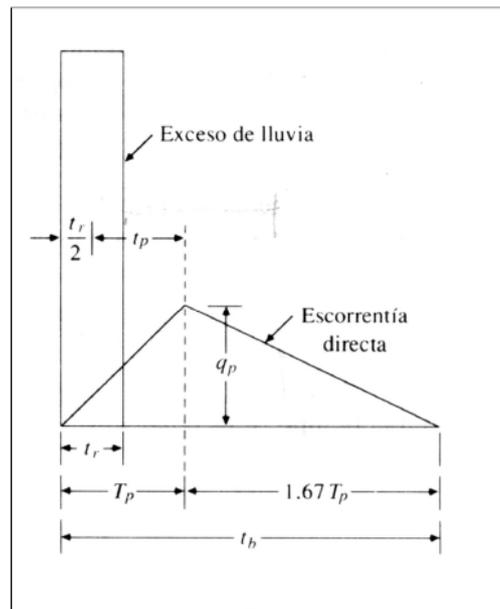


Figura 26 : Método del bloque alterno (Fuente : Hidrología Aplicada – Ven Te Chow)

El tiempo de retardo  $T_p$  es el tiempo entre el baricentro del hidrograma de precipitación efectiva y el pico del hidrograma.

Si  $t_r$  es la duración efectiva ( $D = t_c/7$ ), entonces:

$$T_p = \frac{t_r}{2} + 0.6t_c$$

Donde:

$T_p$  : Tiempo pico del hidrograma unitario triangular [horas]

$t_r$  : Intervalo de tiempo de la precipitación efectiva [horas]

$t_c$  : Tiempo de concentración de la cuenca [horas]

El tiempo base se calcula como:

$$t_b = 2.667T_p$$

Como el área bajo el hidrograma triangular unitario debe ser el volumen de escorrentía asociado a una unidad de precipitación efectiva en el área de la cuenca, se cumple que:

$$q_p = 2.08 \frac{A}{T_p}$$

Donde,

$q_p$  : Caudal pico [m<sup>3</sup>/s/cm]

$A$  : Área de la cuenca [km<sup>2</sup>]

#### 3.5.4 Flujo uniforme en canales a superficie libre

El agua fluye en un canal a superficie libre debido a la acción de la gravedad. El flujo es resistido por la fricción entre el agua y los bordes del canal.

En el flujo estable uniforme no hay aceleración, las líneas de flujo son rectas y paralelas, y la distribución de presiones es hidrostática. La ecuación a utilizar para resolver el flujo estable uniforme es la Ecuación de Manning:

$$Q = (K_u/n)AR_h^{2/3}S^{1/2}$$

Donde,

$K_u$  : 1

$Q$  : Caudal [m<sup>3</sup>/s]

$A$  : Área transversal de flujo [m<sup>2</sup>]

$R_h$  : Radio hidráulico, A/P, [m]

$P$  : Perímetro mojado [m]

$S_0$  : Pendiente de la línea de energía [m/m]

$n$  : Coeficiente de rugosidad de Manning

Determinado el caudal de descarga (a partir de un análisis hidrológico) se dimensiona el canal necesario.

Un parámetro crítico para resolver la ecuación de Manning es el coeficiente de rugosidad de Manning,  $n$ . La selección de un número de Manning apropiado para el diseño fue basado en la observación y el relevamiento realizado en campo.

### 3.5.5 Tensión rasante en canales

Para simplificar el proceso de diseño, la máxima tensión rasante en el fondo del canal es tomada como:

$$\tau_d = \gamma d S_0$$

Siendo,

$\tau_d$  : Tensión rasante máxima en el fondo del canal [N/m<sup>2</sup>]

$\gamma$  : Peso unitario del agua [9810 N/m<sup>3</sup>]

$d$  : Máxima profundidad de flujo en el canal para el caudal de diseño [m]

$S_0$  : Pendiente promedio del fondo [m/m]

Se usaron como criterio los valores sugeridos en el HEC-15 de la “*Federal Highway Administration*”. Para canales empastados se tiene un rango admisible de entre 1.1 y 6.6 N/m<sup>2</sup>.

### 3.5.6 Diseño del sistema

Se selecciona el Método Racional para realizar el diseño del sistema debido a que las subcuencas presentan áreas por debajo de 80 hectáreas en su mayoría, y a los testimonios de los habitantes de la localidad que indican que las inundaciones son causadas por precipitaciones de gran intensidad y de corta duración. Para la verificación del sistema diseñado se aplican los resultados del método del NRCS para la crecida extraordinaria del arroyo Clé.

## **4 CAPITULO V – MICRODRENAJE**

### **4.1 Introducción**

El principal objetivo es el de estudiar y analizar las diferentes alternativas para el manejo de las aguas pluviales en la planta urbana, a fin de implementar la alternativa más óptima y de mayor costo – beneficio para el caso en estudio.

Un sistema de drenaje pluvial urbano tiene como propósito recolectar y conducir en forma controlada y segura la escorrentía generada por un evento de lluvia. Donde se busca disminuir los efectos adversos que causan los caudales de escorrentía elevados, como son inundaciones de viviendas, anegamientos, erosión del terreno y de calles de balasto.

Las diferentes alternativas estudiadas y analizadas, así como el diseño propuesto definitivo respetan la infraestructura ya existente, para no intervenir calles pavimentadas y cordones cunetas existentes. Se proponen medidas estructurales acorde a una planta urbana pequeña según las recomendaciones adoptadas y sugeridas por publicaciones bibliográficas de referencia.

El sistema de microdrenaje se ha diseñado para conducir el agua por el cordón cuneta existente hasta que su capacidad se vea superada. En estos puntos se conduce el agua en exceso a través de canales de hormigón. Finalmente, los caudales se conducen por cunetas de sección trapezoidal y cobertura de pasto hasta alcanzar el arroyo Clé.

### **4.2 Desarrollo**

A partir de los estudios realizados en el anteproyecto y de los nuevos estudios para la elaboración de la ingeniería ejecutiva, objetivo de este trabajo, se obtuvieron resultados de relevamiento de datos altimétricos más precisos. Se cuenta con las cotas en las esquinas de cada manzana.

Estos datos son fundamentales para establecer la dinámica de flujo según las pendientes naturales y existentes contrarias a las naturales. A su vez, se utilizó esta información como guía para delimitar las subcuencas correspondientes a la traza urbana.

Se analizaron y estudiaron diferentes alternativas teniendo en cuenta dos aspectos fundamentales: las pendientes y los tipos de conducciones.

### 4.3 Elección de alternativas

A partir de los resultados obtenidos para diferentes escenarios, se puede concluir que en el caso hipotético donde la urbanización crezca de manera que la impermeabilidad de cada manzana sea igual o superior al 60%, el sistema pluvial existente no sería capaz de drenar el agua adecuadamente y se presentarían diversos problemas, entre estos: puntos de encharcamiento e inundación de viviendas. Si bien un crecimiento de la urbanización de este tipo pueda significar más de 50 años, de todas maneras, se recomienda a la Municipalidad definir un requisito de máximo porcentaje de urbanización. El sistema de drenaje para el caso extremo es inviable desde el punto de vista económico y constructivo, e implicaría la construcción de cunetas de hormigón en toda la planta urbana. La construcción de cunetas de hormigón o empastadas requieren un cierto espacio libre en la vereda, además de existir interferencias con el resto de los servicios, lo cual implica un problema constructivo.

Es intención de la Municipalidad construir cordón cuneta en todas las calles de la localidad. Para esto existen diferentes formas de resolver el desagüe pluvial.

La alternativa planteada es una de las soluciones dadas en el manual de la DINASA, donde se construye un cordón cuneta y en paralelo una cuneta. El cordón cuneta recoge el agua escurrida por la calle, descargando la misma en cada esquina a la cuneta que transportará el agua proveniente del área correspondiente a ese tramo.

En las siguientes imágenes, extraídas del manual, se muestra de manera ilustrativa la alternativa propuesta (Figuras 27 y 28). En el caso de estudio, las cunetas serán de hormigón en lugar de empastadas, dado que se cuenta con poco espacio en las veredas. Una cuneta de hormigón puede ser de sección rectangular, ocupando menor ancho que una de tipo empastada (Figura 29).



Figura 27 : Cordón impermeable y cuneta permeable

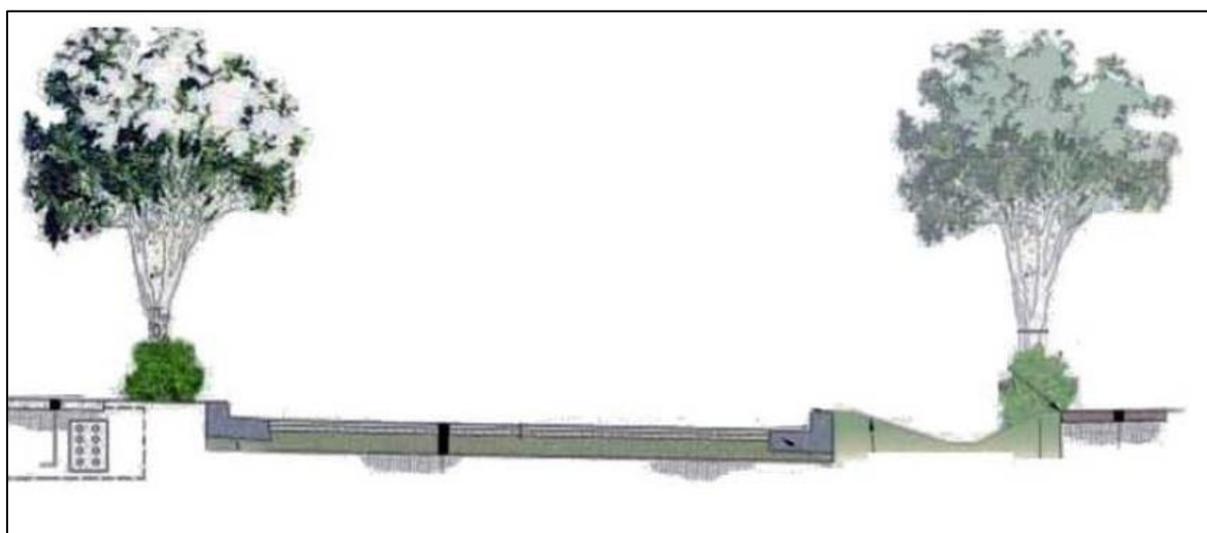


Figura 28 : Corte – Típico Cordón impermeable con cuneta permeable

## Solución propuesta

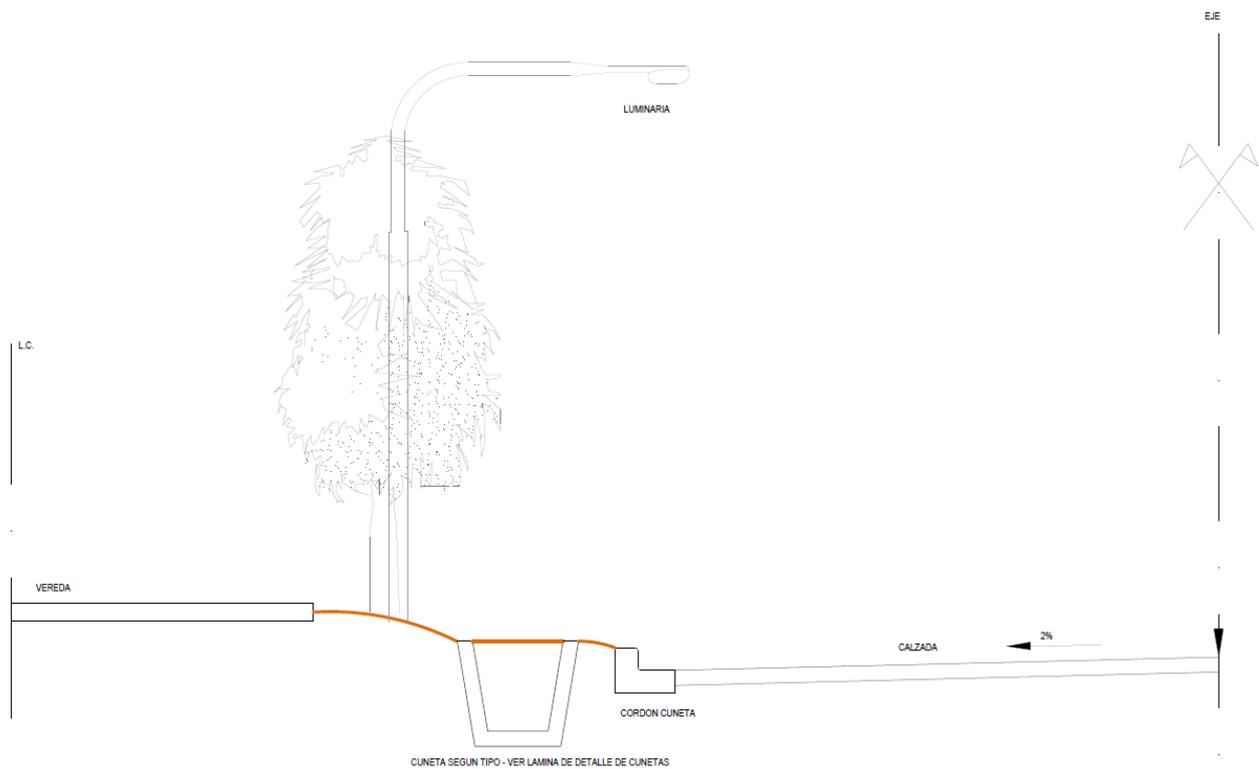


Figura 29 : Corte – Típico Cordón cuneta

### 4.4 Análisis – Sistema Pluvial de la Planta Urbana

Se procedió a tomar dos hipótesis respecto de la densidad de población; es decir, se analizó un caso hipotético donde la urbanización es alta, y otro caso donde se considera la urbanización actual, según se viene manteniendo en los últimos años. El objetivo de realizar el diseño del sistema de drenaje pluvial para ambos casos es conocer las diferencias entre éstos y como respondería el sistema de drenaje para la urbanización actual y en caso de que la urbanización crezca y llegue a un máximo, identificando los problemas que se podrían generar. El caso con urbanización alta es meramente de estudio, para realizar una comparación con el sistema de drenaje en contraste con la urbanización actual.

#### 4.4.1 Caso 1 – Urbanización alta

El primer escenario analizado, caso extremo de urbanización, fue considerando que la planta urbana creciera en área de ocupación. Se analizó el caso extremo, donde el porcentaje de

ocupación en cada manzana y mitad de calle alto, alcanzó un 60% de impermeabilidad de área para cada subcuenca.

$$C = (A_{perm} \cdot C_{perm} + A_{imp} \cdot C_{imp}) / A_{total}$$

Tabla 1 : Coeficientes de escorrentía para 2 años de período de retorno

Tipo de superficie	C
C impermeable <sup>3</sup>	0.75
C permeable <sup>4</sup>	0.25

Resulta para un tiempo de retorno de 2 años un coeficiente de escorrentía de 0.55 para la planta urbana en su totalidad.

Para este caso, los caudales obtenidos a partir de la estimación utilizando el Método Racional para cada subcuenca de aporte son de gran magnitud, del orden de 400 a 3.000 litros por segundo. Respetando el drenaje natural de la planta urbana, la alternativa encontrada para conducir los caudales obtenidos resulta en la construcción de cunetas de tierra y hormigón en gran porcentaje. En ciertos sectores de la planta, donde se cuenta con cordones cuneta y calles pavimentadas, sería necesaria la construcción de estructuras de captación y alejamiento, pues no es viable la construcción de cunetas en las veredas ni cantero central.

A partir de la simulación hidráulica de la planta urbana, se obtuvieron los siguientes tipos de cunetas:

#### Cunetas de Hormigón:

Estas cunetas se ubican dentro de la planta urbana cuando los caudales a trasladar son elevados y una cuneta de tierra ocuparía mayor espacio en la vereda (mayor a 3 m). Tendrán ancho y profundidad variable según la Tabla 2.

---

<sup>3</sup> Extraído de tabla de *Chow, Maidment, Mays (1994)*.

<sup>4</sup> Extraído de tabla de *Chow, Maidment, Mays (1994)*, considerando condición promedio plana

Tabla 2 : Tipos de cuneta de hormigón

<b>Tipo</b>	<b>1V:zH</b>	<b>Base (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>
h1	0,00	0,60	0,60
h2	0,00	0,80	0,60
h3	1,00	0,80	0,60
h4	1,00	0,90	0,70
h5	1,00	1,20	1,05

Las cunetas del tipo h1 al h4 se construirán dentro de la planta urbana, y la cuneta tipo h5, formará parte de las cunetas ubicadas en la periferia, evacuando gran parte de los caudales generados en la planta urbana.

#### Cunetas empastadas:

Las principales cunetas de tierra y sección trapezoidal se ubican en la periferia de la planta urbana y pertenecen al sistema de macro drenaje. También existirán cunetas de menores dimensiones para trasladar caudales bajos dentro de la planta urbana. En las cunetas principales se descargarán los caudales conducidos por las cunetas de hormigón, cunetas de tierra de pequeñas dimensiones, y los cordones cuneta también conducirán los caudales aportados por la cuenca. El tipo de cuneta de tierra y sección trapezoidal se indican en la Tabla 3.

Tabla 3 : Tipo de cuneta de pasto

<b>Tipo</b>	<b>1V:zH</b>	<b>Base (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>
C1	2,00	0,20	0,40
C2	2,00	0,30	0,40
C3	2,00	1,20	1,40

Las cuentas tipo C1 y C2 formarán parte del micro drenaje de la planta y la cuneta tipo C3, formará parte del macro drenaje, resolviendo los caudales generados en la planta urbana.

#### **4.4.2 Caso 2 – Urbanización actual**

Este caso es el que se ajusta a la situación actual de la localidad, considerando la urbanización existente. Se tomaron tres situaciones de urbanización para cada manzana, clasificándolas como Baja, Media y Alta (Figura 30). De esta manera, para diferentes períodos de retorno, se obtienen diferentes coeficientes de escorrentía. A partir de la tabla

de Chow, y de la ponderación del área de cada subcuenca, se obtienen los coeficientes de escorrentía (Tabla 4):

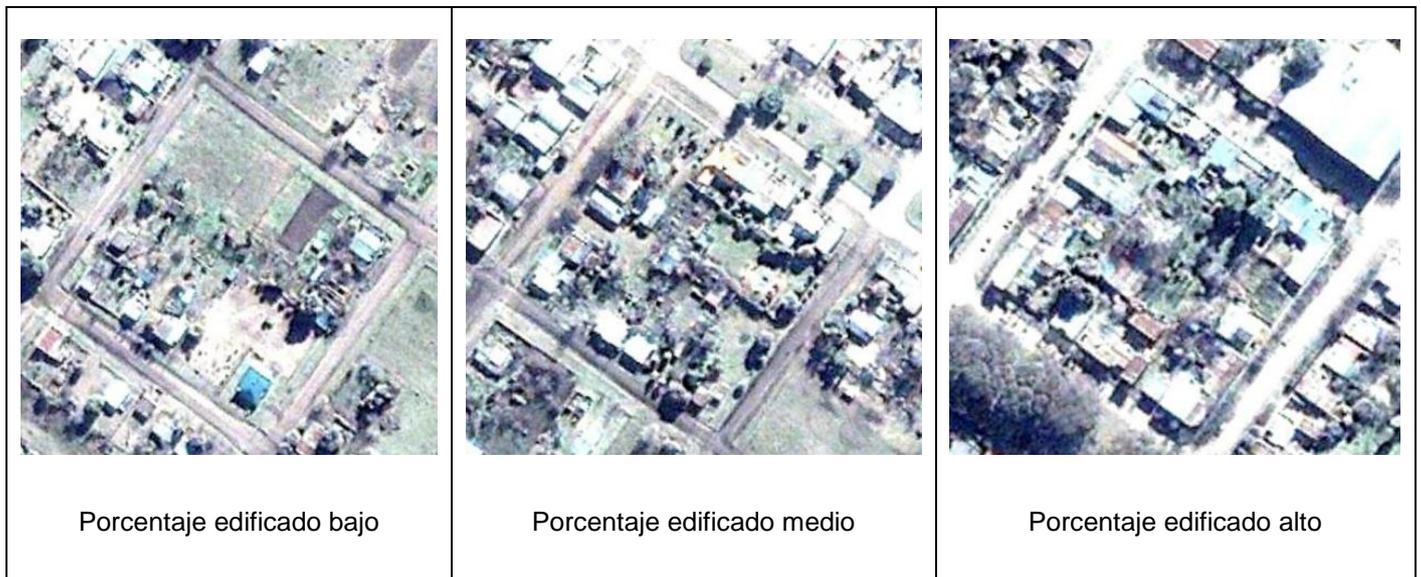


Figura 30 : Corte – Porcentaje de edificación

Tabla 4 : Coeficientes de escorrentía ponderados

Clasificación edificado	%	Área total manzana (m2)	Área techos (m2)	Área verde (m2)	Coeficiente escorrentía (C)
BAJO		12333	443	11890	0,35
MEDIO		12427	1062	11365	0,37
ALTO		12305	6365	5941	0,55

Los resultados obtenidos reflejan que, si es posible la construcción de cordones cunetas como medio de transporte del agua pluvial, no obstante, es necesario la construcción de cunetas de hormigón en ciertos tramos específicos, ya que los caudales son elevados para su transporte por cordones cunetas. La selección de cunetas de hormigón se debe a que ocupan menos espacio que las cunetas empastadas, dada la infraestructura existente de la planta urbana, donde en la mayoría de los casos existe poco espacio entre veredas y calles.

Por lo tanto, el sistema de drenaje obtenido a partir de los parámetros de diseño considerados resulta en un sistema conformado por cordones cunetas en la totalidad de la

planta, con la construcción de cunetas únicamente en los sectores críticos y en la periferia (Figura 31).



Figura 31 : Identificación de cunetas y cunetas periféricas en la planta urbana

### Cunetas de Hormigón:

Estas cunetas se ubican dentro de la planta urbana, cuando los caudales a trasladar son elevados. Una cuneta de tierra ocuparía mayor espacio (por encima de 3 m). Tendrán ancho y profundidad variable, según la Tabla 5.

Tabla 5 : Tipos de cuneta de hormigón

Tipo	1V:zH	Base (m)	Profundidad (m)
h1	1,50	0,30	0,50
h2	0,00	0,60	0,50
h3	0,00	0,70	0,55
h4	0,00	0,80	0,75
h5	0,00	0,90	1,20

#### 4.4.3 Comparación entre el caso 1 y 2

La principal diferencia entre ambos casos, como era de esperarse, se refiere a los caudales de agua que transportan las diferentes estructuras. Esto se debe a que, al incrementar el coeficiente de escorrentía, el agua no filtra y llega más rápido a las áreas de captación. Esto implica que las mismas sean de mayores dimensiones respecto al caso donde el coeficiente de escorrentía es menor. Por otro lado, para los caudales generados, los cordones cunetas no son capaces de transportar el agua, provocando anegaciones y encharcamientos. Así, el caso 1, respecto del caso 2, está diseñado con un número considerable de cunetas de mayores dimensiones. Los costos son considerablemente más elevados que los de construcción del cordón cuneta, además de presentar problemas de interferencias con los demás servicios (agua potable, saneamiento, gas e instalaciones eléctricas).

#### 4.4.4 Alternativa a implementar

El sistema pluvial a implementarse será el estudiado como caso 2, el cual se ajusta a la realidad de la localidad referido a porcentaje de urbanización y de la determinación de la intensidad de precipitación a través de métodos con parámetros aplicables en la región (Zamanillo). Esta alternativa, cubre en su gran mayoría los problemas que se presentan en la planta urbana. En la siguiente sección se analizarán los puntos críticos identificados que podrán presentar algún problema de encharcamiento.

#### 4.5 Identificación de puntos críticos para los diferentes casos de estudio

Para el caso de estudio 2 - urbanización actual, punto 4.4.2- se analizaron diferentes opciones, considerando varios criterios y parámetros de diseño, de manera de buscar una solución óptima y de conocer cómo responde el sistema pluvial existente y el proyectado, ante diferentes escenarios.

El análisis se realizó variando los parámetros de entradas del modelo, se estudió el caso considerando una intensidad calculada por la ley Montana (ley adoptada en el anteproyecto) y otra alternativa, usando los trabajos propuestos por Zamanillo et al. También se simuló considerando un período de retorno de 5 años, de manera de identificar posibles puntos críticos (anegaciones, inundaciones o encharcamientos). A continuación, se indican los puntos de la planta urbana donde se presentarían problemas, de acuerdo al método empleado y para diferentes períodos de retorno.

Tabla 6 : Casos Estudiados

<b>Caso de Estudio</b>	<b>% Urbanización</b>	<b>Método para cálculo de precipitación</b>	<b>Periodo de Retorno Tr</b>
1	Alta	Zamanillo	2
2	Actual	Zamanillo	2
3	Actual	Zamanillo	5
4	Actual	Montana	2
5	Actual	Montana	5

A partir de los resultados obtenidos, se identificaron los puntos y sectores críticos de la planta urbana, ante un evento de 2 o 5 años de período de retorno.

En los siguientes esquemas se indican las calles que presentarían un eventual problema de escurrimiento, dada su poca pendiente y el impedimento para intervenir en dicho sector, por la existencia de un cordón cuneta y la imposibilidad, por un tema de espacio, de construir una cuneta en paralelo. Como se podrá apreciar, la zona de mayor limitación es la asociada a cortones cuneta construidos y pavimentos. El método de Montana resulta menos exigente (Ver Figuras 32 y 33).



Figura 32 : Identificación de puntos críticos aplicando Zamanillo - Tr de 2 y 5 años



Figura 33 : Identificación de puntos críticos aplicando Montana - Tr de 2 y 5 años





## 4.6.2 Cuneta

Las obras de conducción del tipo cuneta consisten en canales abiertos emplazados paralelamente al eje de la calle entre la banquina y la vereda, hacia la cual las manzanas y calles escurren en forma distribuida<sup>6</sup>. Se han diseñado dos tipos de cunetas, según se ubiquen dentro de la planta urbana o en su periferia.

### 4.6.2.1 Cunetas de hormigón – sección rectangular y trapezoidal

Tendrán ancho y profundidad variable, según se indica en la Tabla 7.

Tabla 7 : Tipos de cuneta de hormigón

Tipo	1V:zH	Base (m)	Profundidad (m)
h1	1,50	0,30	0,50
h2	0,00	0,60	0,50
h3	0,00	0,70	0,55
h4	0,00	0,80	0,75
h5	0,00	0,90	1,20

### 4.6.2.2 Cunetas de tierra y sección trapezoidal

Las principales cunetas de tierra y sección trapezoidal se ubican en la periferia de la planta urbana. En las cunetas principales se descargarán los caudales conducidos por las cunetas de hormigón y también los cordones cuneta. El tipo de cuneta periférica se indica en la Tabla 8.

---

<sup>6</sup> Definición de cuneta dada por el Manual de la DINASA, en su sección 10.1.1.1

Tabla 8 : Tipo de cunetas periféricas

<b>Canal</b>	<b>1V:zH</b>	<b>Base (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Material</b>
Beiro1	1,50	0,70	0,70	Pasto
Beiro2	1,00	0,00	1,00	Pasto
Beiro3	0,00	1,00	1,00	Hormigón
Beiro4	0,00	0,50	1,00	Hormigón
Beiro5	0,00	1,00	0,70	Hormigón
Beiro6	0,00	1,00	1,20	Hormigón
Beiro-Lucero1	0,50	1,00	1,00	Pasto
Beiro-Lucero2	0,50	1,00	1,20	Pasto
Lucero 1	0,50	1,00	1,40	Pasto
Lucero 2	0,50	1,00	0,80	Pasto
Irigoyen	0,50	1,20	1,40	Pasto

### 4.6.3 Alcantarillas

Las alcantarillas corresponden a estructuras utilizadas para conducir la esorrentía de una cuneta a otra, o para permitir el pasaje peatonal o vehicular a través de las mismas. Pueden ser de sección circular o rectangular. Su diseño está relacionado con el caudal y el régimen de escurrimiento de los canales aguas arriba y debajo de la alcantarilla.<sup>7</sup>

El diseño de alcantarillas de las obras de micro drenaje urbano se realiza asumiendo flujo uniforme estacionario a superficie libre, con tirante menor al 75% del diámetro de la alcantarilla. Las alcantarillas principales se diseñan y verifican utilizando el software HY-8.

En el diseño del sistema se han utilizado alcantarillas de hormigón circulares, según el requerimiento en cada punto. En la Tabla 9 se muestran los datos de tubos circulares de hormigón tomados como base para la selección de los diámetros de diseño.

---

<sup>7</sup> Definición de alcantarilla dada por el Manual de la DINASA, en su sección 10.1.1.4

Tabla 9 : Tipo de tubos de hormigón (Cortesía de TENSOLITE S.A.)

Dimensiones para caños de Hormigón Simple - Normas IRAM 11513							Dimensiones para caños de Hormigón Armado - Normas IRAM 11503						
Diámetro d (mm)	Diámetro Exterior Cabeza(D)	Espesor e (mm)	Largo Total L (mm)	Largo Útil 1 (mm)	L	Peso Teórico (Kg/Caño)	Diámetro d (mm)	Diámetro Exterior Cabeza(D)	Espesor e (mm)	Largo Total L (mm)	Largo Útil 1 (mm)	L	Peso Teórico (Kg/Caño)
450	668	49	1564	1500	64	461	450	710	65	1607	1500	107	724
500	732	54	1567	1500	67	551	500	778	70	1607	1500	107	852
550	806	59	1570	1500	70	660	550	846	75	1607	1500	107	986
600	876	64	2073	2000	73	802	600	897	75	2107	2000	107	1082
700	1016	75	2979	2000	79	1035	700	1034	85	2107	2000	107	1188
800	1136	80	2085	2000	85	1239	800	1185	95	2113	2000	113	1575
900	1254	85	2090	2000	90	1455	900	1304	100	2113	2000	113	2205
1000	1374	90	2095	2000	95	1690	1000	1444	110	2113	2000	113	2205
1100	1510	100	2100	2000	100	2055	1100	1583	120	2121	2000	121	2620
1200	1622	105	2110	2000	110	2225	1200	1702	125	2121	2000	121	2965

Consideración para el diseño y selección de tuberías:

- Colocación en los cruces de caminos sobre drenajes naturales, perpendiculares a la dirección del flujo, a fin de minimizar la longitud del tubo y el área afectada.
- Uso de tubos individuales de gran diámetro o un cajón de hormigón, en lugar de varios tubos de menor diámetro, para minimizar potenciales taponamientos. (Se verifica mediante fotos y profundidades de las conducciones aguas arriba).
- En cauces muy anchos los tubos múltiples son más recomendables para mantener la distribución del flujo natural a través del canal.
- Las alcantarillas incluyen cabezales con borde cuadrado (90°). Las paredes verticales actúan como muros de contención y aseguran la transición con canales de entrada y salida.

Alcantarillas existentes:

A partir de los datos relevados y entregados en el trabajo de relevamiento topográfico, documento “Plano de ubicación”, se verifica que las dimensiones sean suficiente para los caudales calculados. En caso que no lo sea, se plantea un redimensionado, y se ejecuta en las alcantarillas donde se dispone de datos de altimetría y/o que lleven el caudal asociado algunos de los tramos en estudio.

#### 4.6.4 Badenes

Los badenes se emplean, al no contar con bocas de tormenta, para conducir la escorrentía de un cordón cuneta hacia otro en los cruces de calles donde se mantiene un importante caudal de escurrimiento, o cuando la calle paralela al badén es una calle principal, de forma de evitar que el flujo de escorrentía cruce a través de la misma. Fueron diseñados considerando que se mantenga la seguridad del tránsito. Los badenes son calculados como cunetas con secciones triangulares y trapezoidales. Los badenes diseñados son los que se indican en la Tabla 10.

Tabla 10 : Tipos de badenes a diseñar

<b>Tipo</b>	<b>S (%)</b>	<b>Base (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>
B1	6	0,00	2,00
B2	6	0,50	2,00
B3	6	1,00	2,50
B4	6	1,50	3,00
B5	8	1,50	3,00
B6	8	1,50	4,00
B7	8	2,00	5,00

## 5 CAPITULO IV – MACRODRENAJE

### 5.1 Introducción

El sistema de macro drenaje de la cuenca hídrica de interés tiene como arteria principal a la cañada Rocamora, la cual corre en sentido SE-NO. Presenta un flujo intermitente y desemboca en el arroyo Clé, donde descarga libremente en condiciones normales. En su trayecto por la planta urbana, la cañada cuenta con una sección transversal trapezoidal pobremente definida, con un alto grado de erosión. Se estima un ancho de base de 4,0 metros, una profundidad de 2,3 metros y un ancho superficial de 14,0 metros. La pendiente en el tramo es 0,4%, en promedio. En el sector de la localidad, la cañada presenta obstrucciones estructurales, como ser el puente destruido del ferrocarril, el puente Latorre y las obstrucciones debidas a la falta de mantenimiento. En 2018 la Municipalidad de Gobernador Mansilla ha realizado cierto acondicionamiento de la cañada en el sector.



Figura 35 : Sección de la cañada Rocamora en su trayecto por la localidad

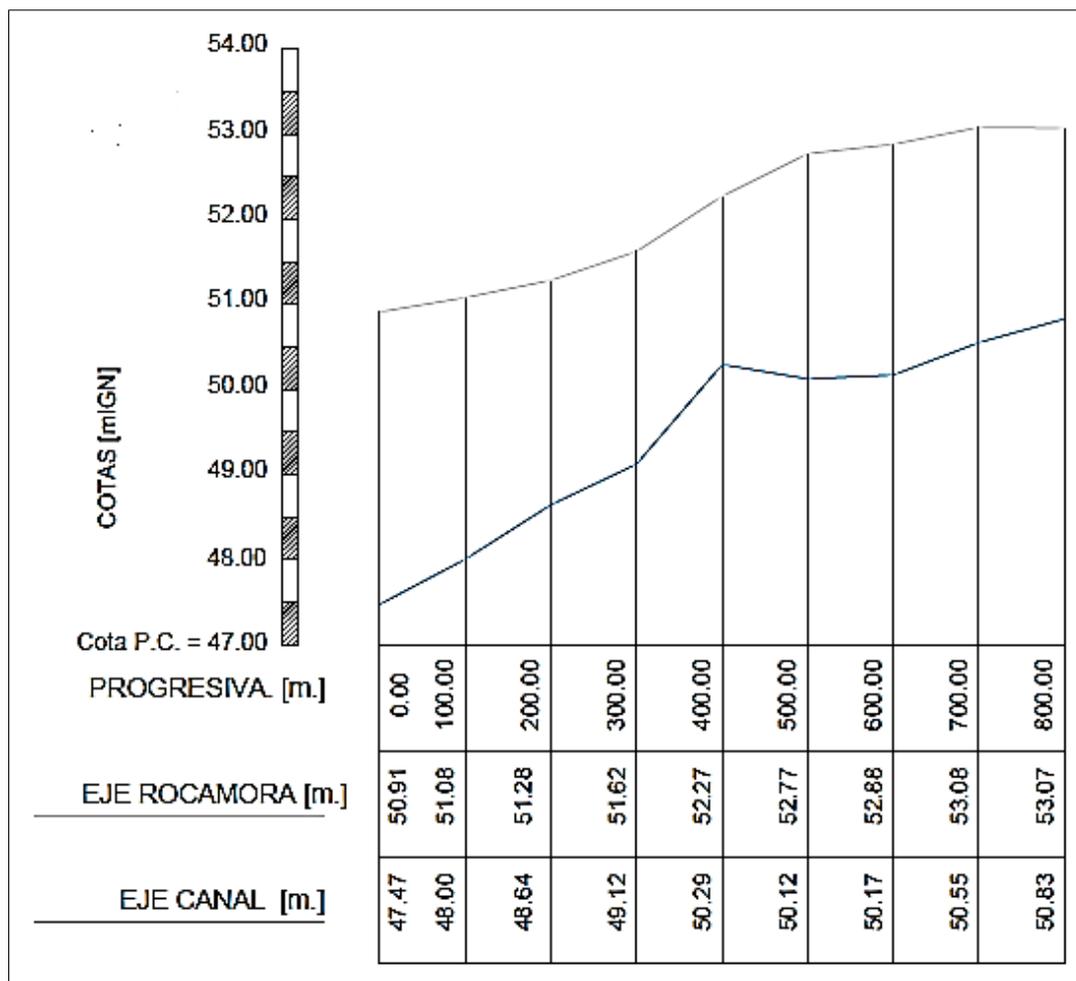


Figura 36 : Perfil longitudinal de la cañada Rocamora desde Bv. Dr Salas hasta Bv. Francisco Beiro (Relevamiento topográfico)

En lo que respecta a los accesos a la localidad, la cañada presenta una sección altamente irregular, indefinida, llegando su rectificación hasta unos 1,5 km desde el extremo NE de la planta urbana.

A través de ella se realiza la descarga de la totalidad del escurrimiento generado en los accesos a la localidad, desde la ruta N°12 por el lado este y hasta la ruta N°19 por el lado oeste. Grandes caudales de escurrimiento provienen de los campos situados en la cuenca alta desde el lado este, cercano a la ruta N°12. La producción agrícola en esa zona va en aumento, por lo que es de importancia el correcto desarrollo de la cañada en todo su trayecto.



Figura 37 : Sección de la cañada en los accesos a la localidad (Izquierda: Aguas arriba, Derecha: Aguas abajo)

Además de la cañada Rocamora, los principales elementos que entran en juego en el sistema hídrico superficial del macro drenaje fueron identificados en el relevamiento realizado durante el transcurso del mes de junio de 2018 (3.1 Estudios topográficos).

Estos son:

- Cunetas a los lados del camino de entrada
- Cunetas en caminos transversales que descargan a la cañada Rocamora
- Cunetas en los límites periféricos de la planta urbana
- Alcantarillas transversales y longitudinales que conectan los tramos entre sí

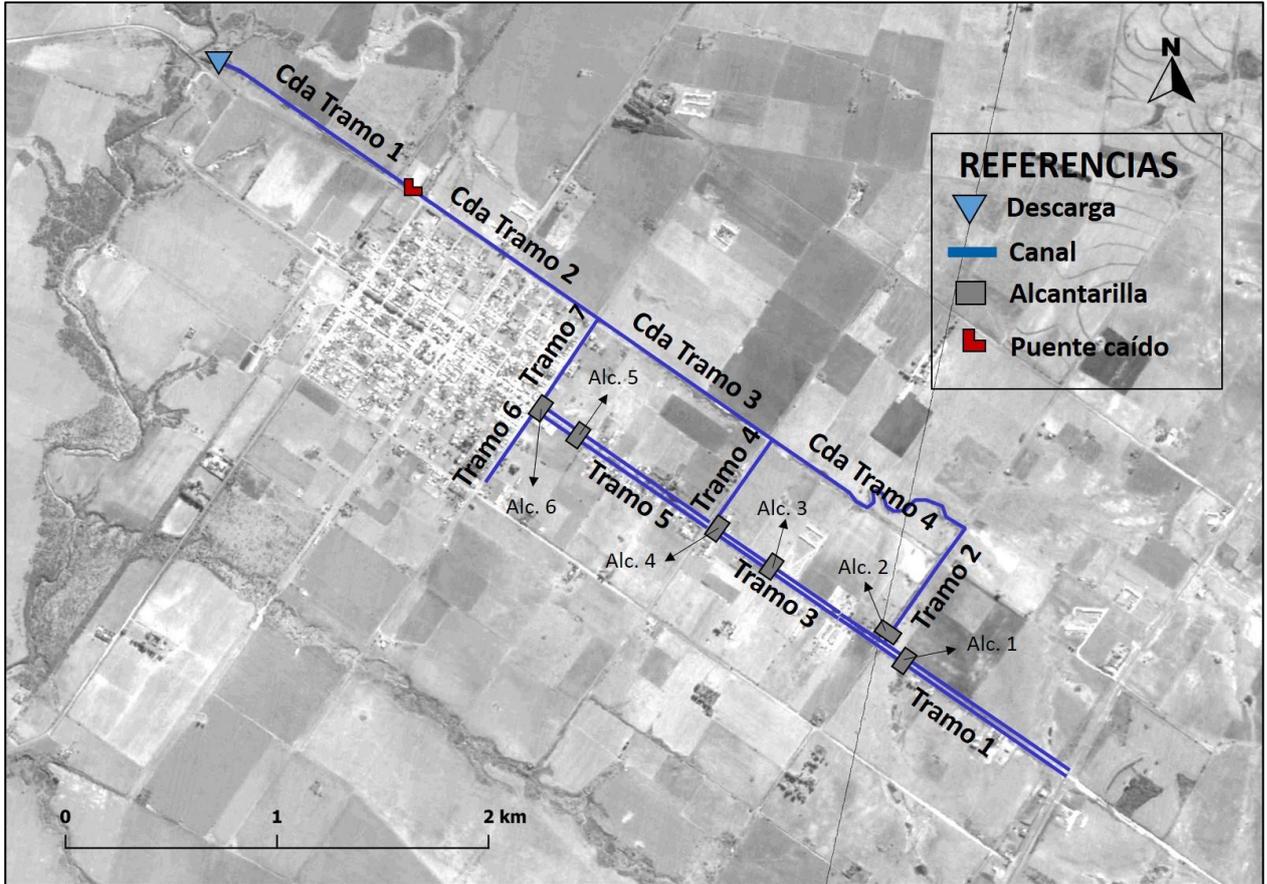


Figura 38 : Canales y alcantarillas relevados

Los perfiles longitudinales de los canales se representan en las Figuras 39 a 43:

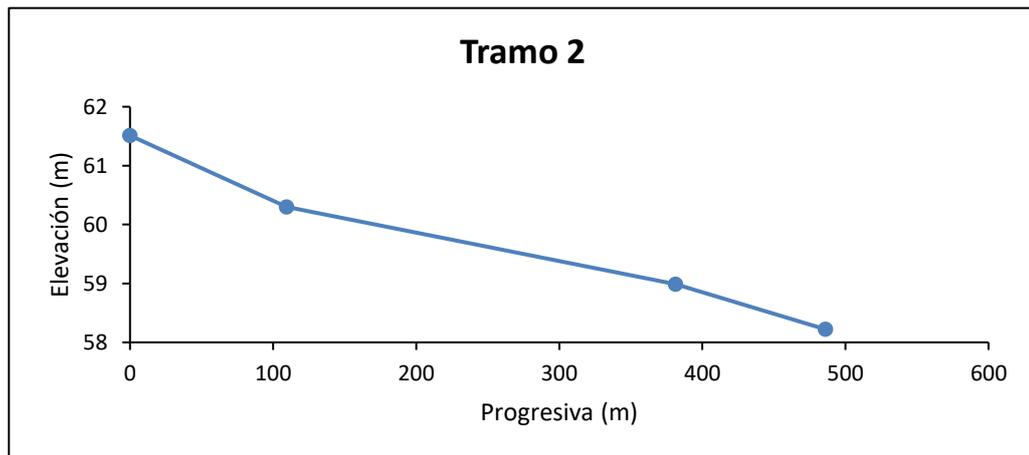


Figura 39 : Perfil longitudinal del canal tramo 2 (relevamiento junio 2018)

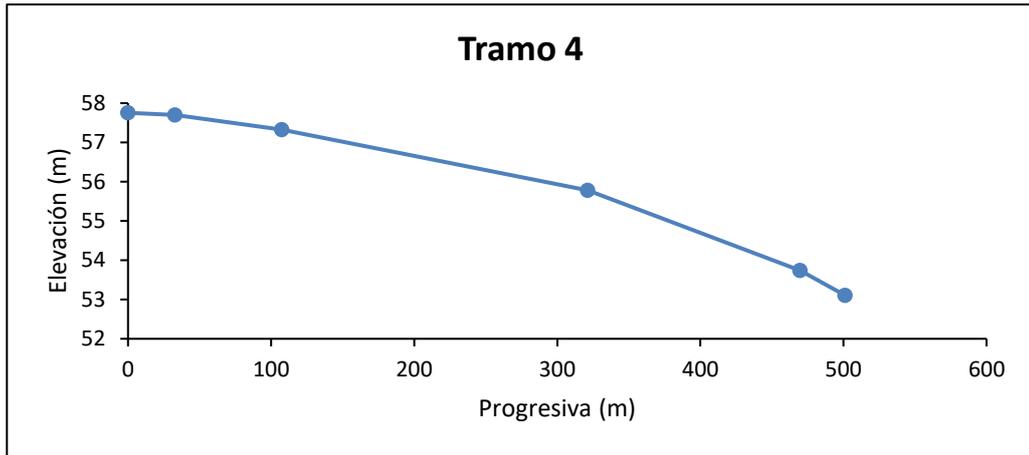


Figura 40 : Perfil longitudinal canal tramo 4 (relevamiento julio 2018)

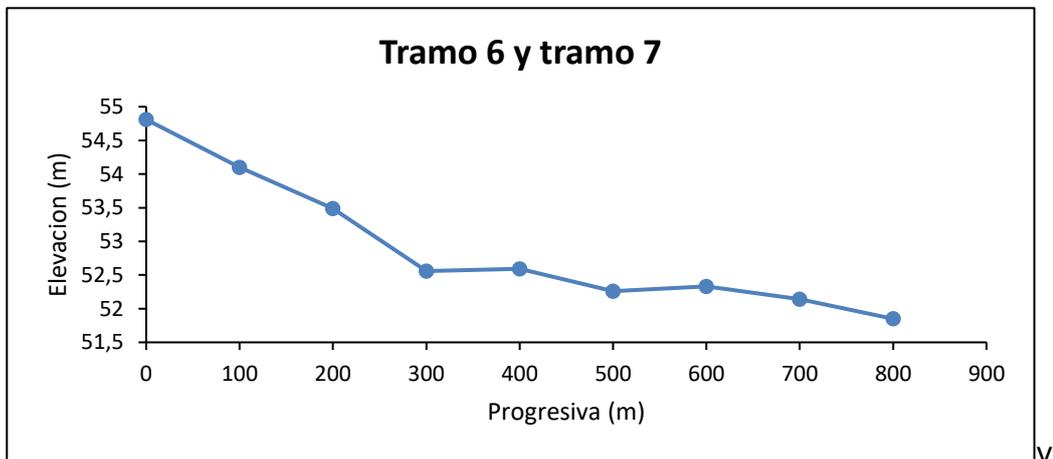


Figura 41 : Perfil longitudinal canal tramo 6 y tramo 7 (relevamiento topográfico)

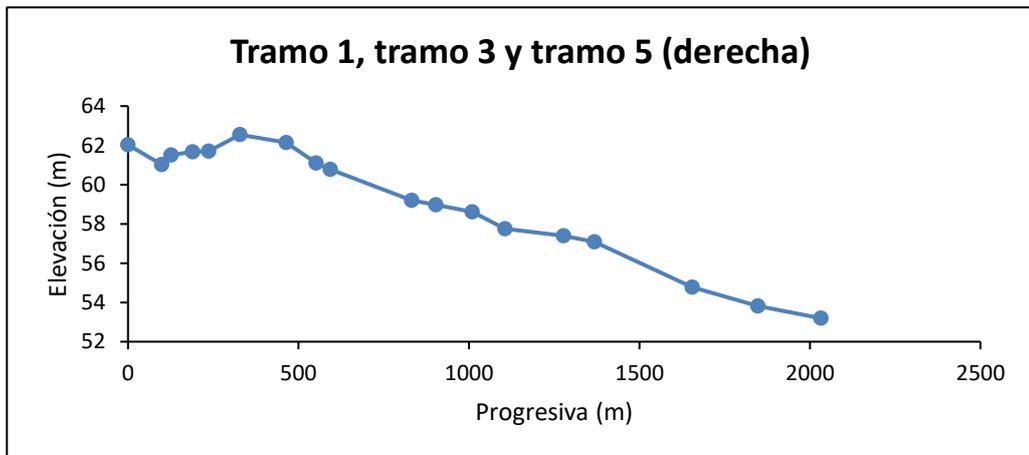


Figura 42 : Perfil longitudinal canal tramo 1, tramo 3 y tramo 5 – lado derecho (relevamiento junio 2018)

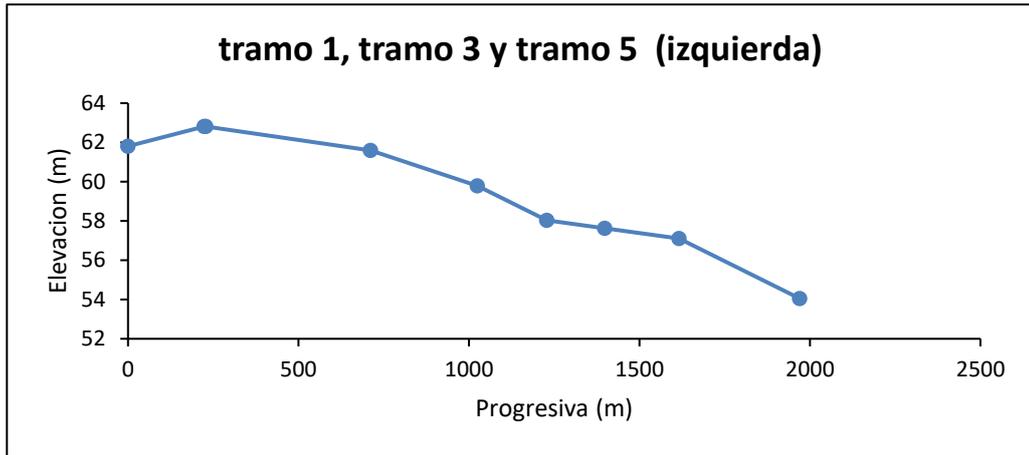


Figura 43 : Perfil longitudinal canal tramo 1, tramo 3 y tramo 5 - lado izquierdo (relevamiento junio 2018)

A continuación, se presentan algunas de las secciones de las cunetas del sistema:

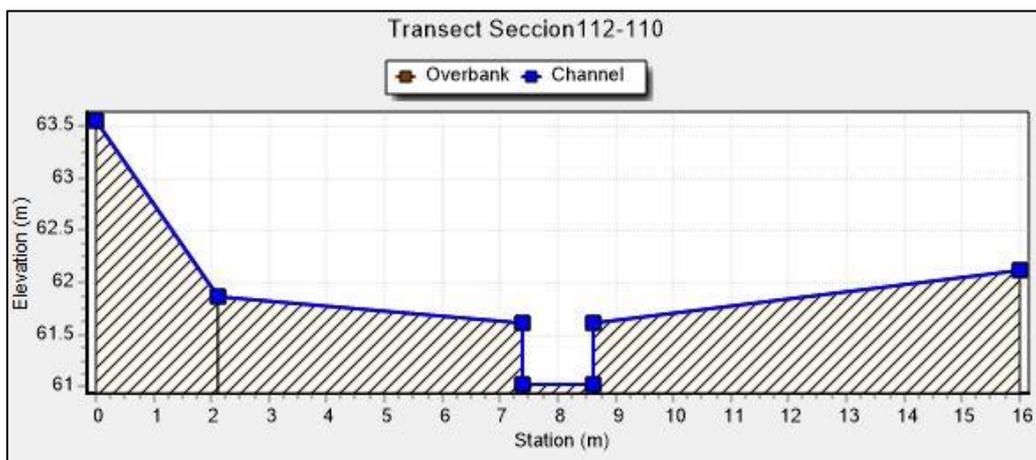


Figura 44 : Sección relevada - Tramo 1 derecha (relevamiento junio 2018)

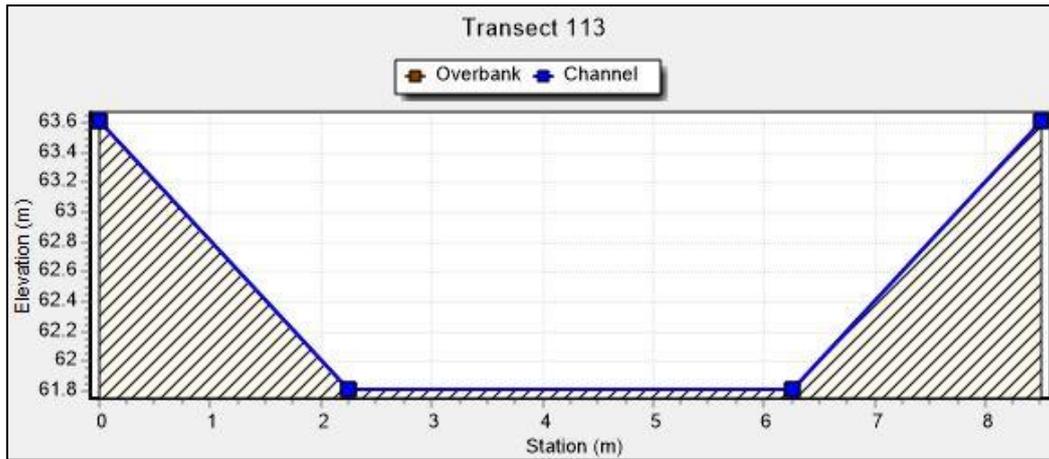


Figura 45 : Sección relevada - Tramo 1 izquierda (relevamiento junio 2018)

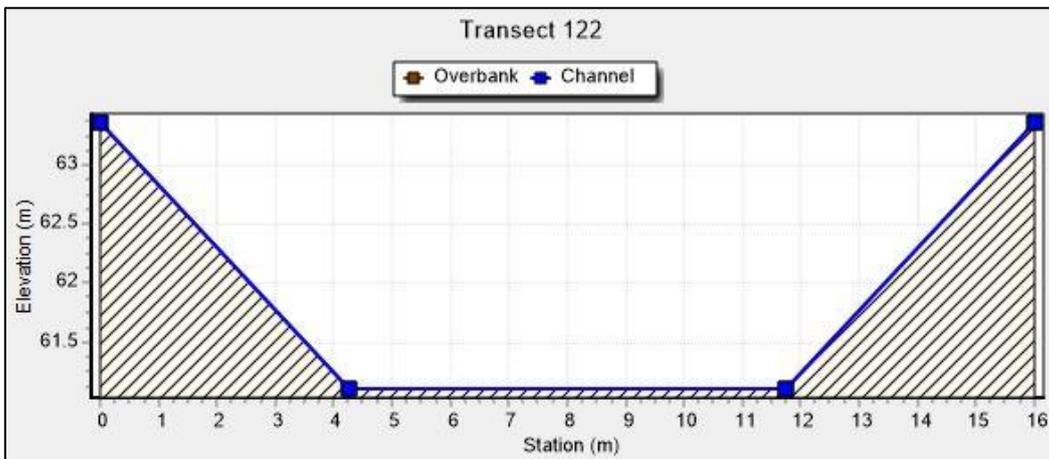


Figura 46 : Sección relevada - Tramo 3 derecha (relevamiento junio 2018)

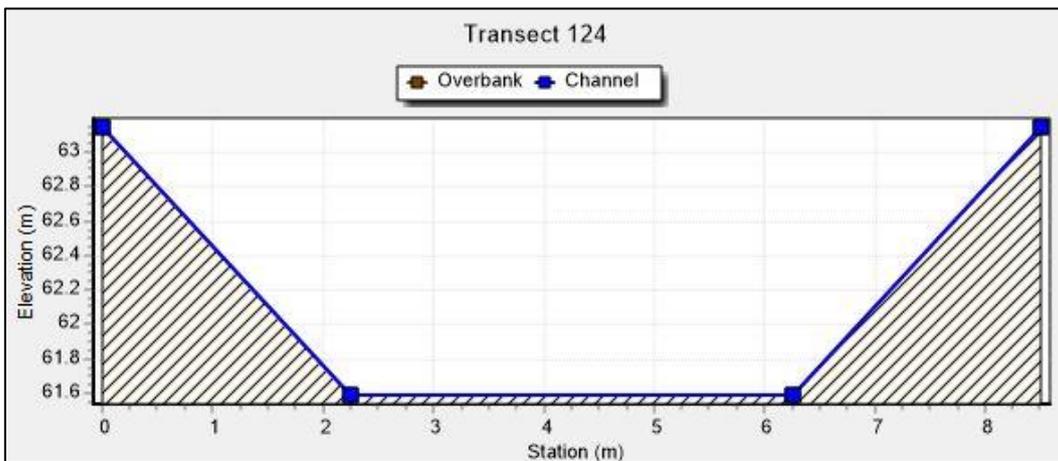


Figura 47 : Sección relevada - Tramo 3 izquierda (relevamiento junio 2018)

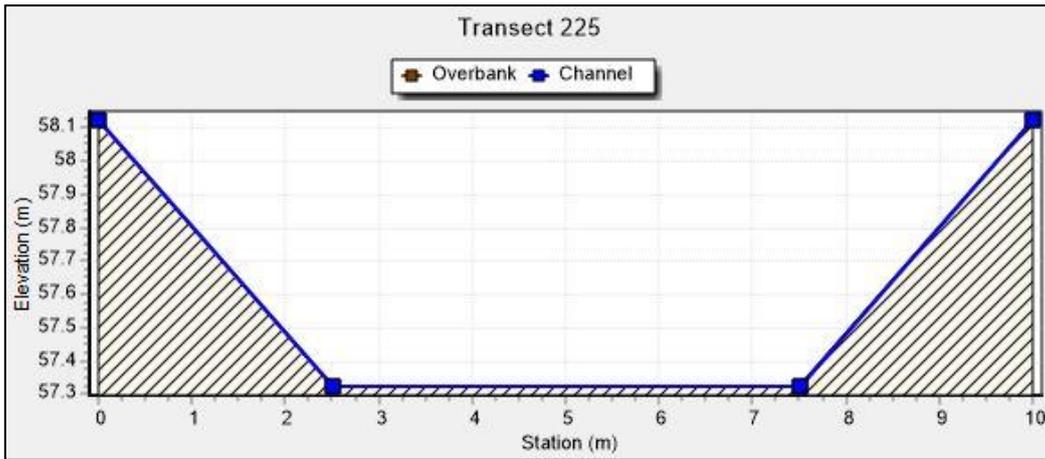


Figura 48 : Sección relevada - Tramo 4 (relevamiento junio 2018)

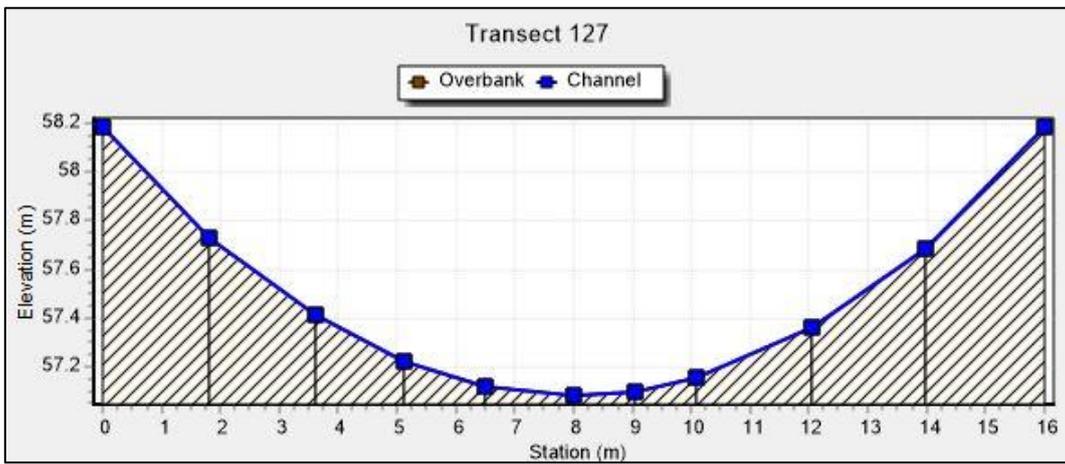


Figura 49 : Sección relevada - Tramo 5 derecha (relevamiento junio 2018)

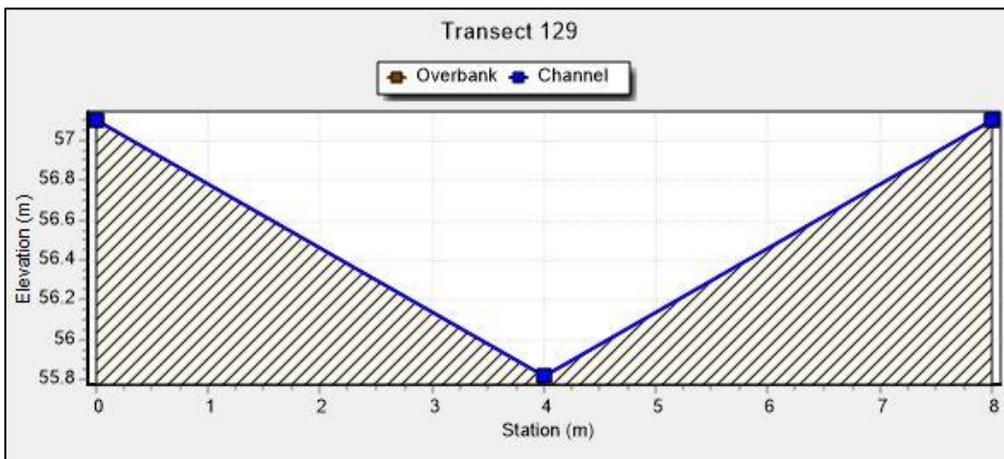


Figura 50 : Sección relevada - Tramo 5 izquierda (relevamiento junio 2018)

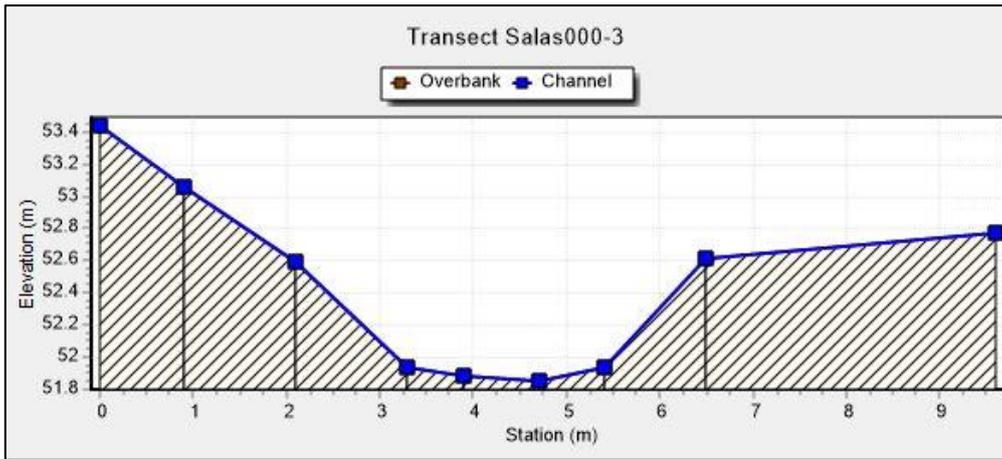


Figura 51 : Sección relevada - Tramo 7 (relevamiento topográfico)

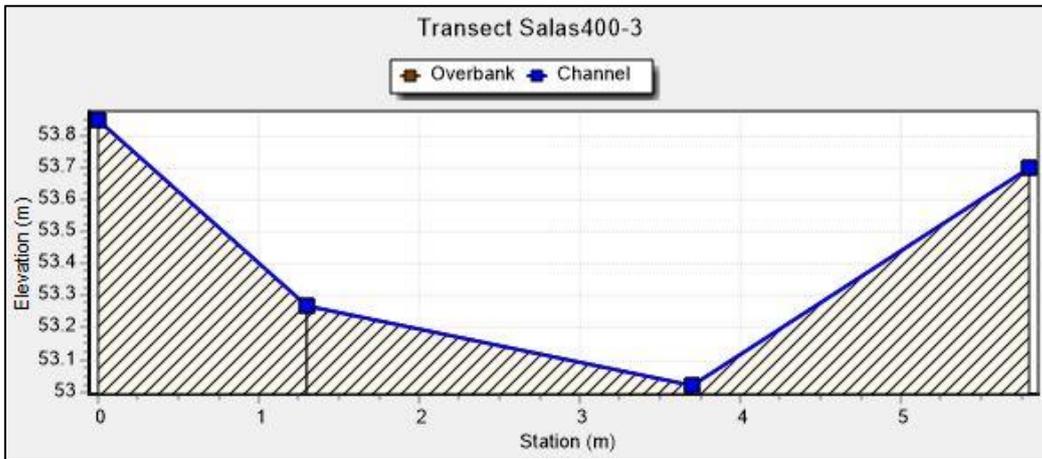


Figura 52 : Sección relevada - Tramo 6 (relevamiento topográfico)

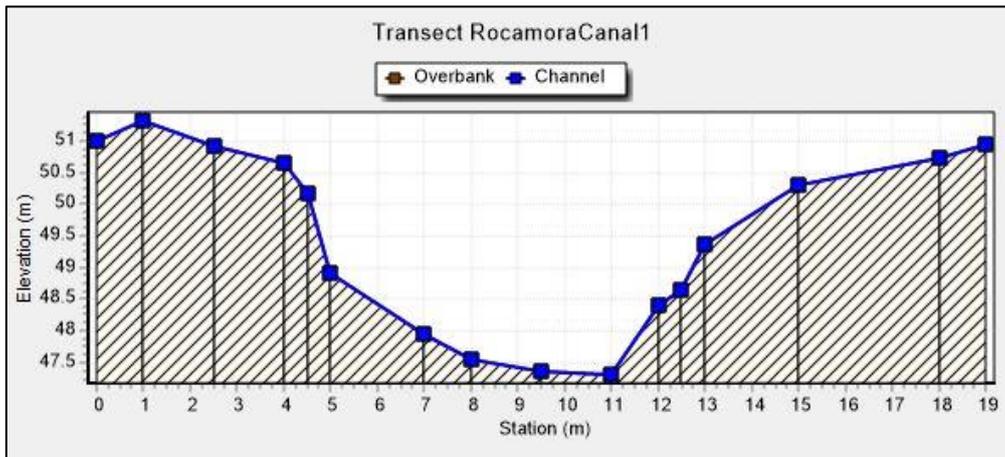


Figura 53 : Sección relevada - Cañada tramo 2 (relevamiento topográfico)

Las alcantarillas del sistema son rectangulares, de hormigón armado, de luz simple o doble, y cuentan con las siguientes dimensiones (Tabla 11 y Figura 54):

Tabla 11 : Características de alcantarillas relevadas

ID	Ancho (m)	Alto (m)	Largo (m)	Pendiente	Nº Conductos	Orientación
Alc. 1	2.1	1.5	15	1.50%	2	Transversal
Alc. 2	2	1	10	1.50%	1	Longitudinal
Alc. 3	1.9	0.8	15	6.00%	1	Transversal
Alc. 4	1.9	0.8	15	1.90%	1	Transversal
Alc. 5	1.9	0.8	15	1.50%	1	Transversal
Alc. 6	1.9	0.8	25	3.00%	1	Transversal



Figura 54 : Alcantarillas relevadas

El sistema existente presenta deficiencias que se ven reflejadas en el tramo de la cañada que atraviesa la planta urbana. Este trayecto es crítico, ya que desagüa prácticamente el total de la escorrentía generada en la cuenca. Se ha identificado que en eventos de gran intensidad de precipitación la cañada remansa hacia el canal de la calle Bv. Dr. Salas, donde se encuentra el Hospital de la localidad, y desborda en ocasiones.

A continuación, se muestran fotografías de los tramos donde se visualiza la importancia del estudio.



Figura 55 : Alc. 2 (1/11/2012)



Figura 56 : Tramo 7 (1/11/2012)



Figura 57 : Descarga de tramo 7 en Cañada tramo 2 (1/11/2012)



Figura 58 : Cañada tramo 2 (1/11/2012)



Figura 59 : Puente de Latorre - Aguas abajo (1/11/2012)



Figura 60 : Puente de Latorre - Aguas arriba (1/11/2012)



Figura 61 : Cañada en la zona del puente caído  
(1/11/2012)



Figura 62 : Cañada tramo 2 (9/1/2015)



Figura 63 : Tramo 3 (19/2/2016)



Figura 64 : Tramo 7 (19/2/2016)

## 5.2 Desarrollo

Se realizó una simulación matemática en la cuenca mediante el modelo EPA SWMM 5.1 y se efectuó la modelación hidráulica de todas las canalizaciones y alcantarillas del macro drenaje.

Como punto de partida se utilizaron los trabajos topográficos, indicados en la sección 3.1, información de base requerida para determinar la dinámica del flujo. Se cargó en el modelo computacional todas las estructuras existentes, de manera de conocer la situación actual e identificar las deficiencias y mejoras aplicables.

Para estimar los caudales de diseño se determinaron las subcuencas de aporte a cada elemento del sistema y se determinaron los hidrogramas de salida mediante el método racional modificado, para el ingreso a los nodos del modelo.

En el caso de los componentes que no cuentan con la capacidad suficiente, se realizó una adecuación contemplando los parámetros de diseño y recomendaciones para las estructuras hidráulicas en cuestión. Adicionalmente se planten soluciones para mejorar el sistema y optimizarlo de manera de intervenir constructivamente lo menos posible, en procura de un menor costo para la comuna.

### 5.3 Situación actual

Como primer paso se hizo una simulación del sistema con la infraestructura existente. Para la simulación se consideró una tormenta de período de retorno de 10 años, de corta duración y de gran intensidad. El cálculo y justificación de la tormenta de diseño utilizada se encuentra en mayor detalle en la memoria de cálculo del presente proyecto. En las siguientes imágenes se presentan los resultados arrojados por el programa para el funcionamiento del sistema.

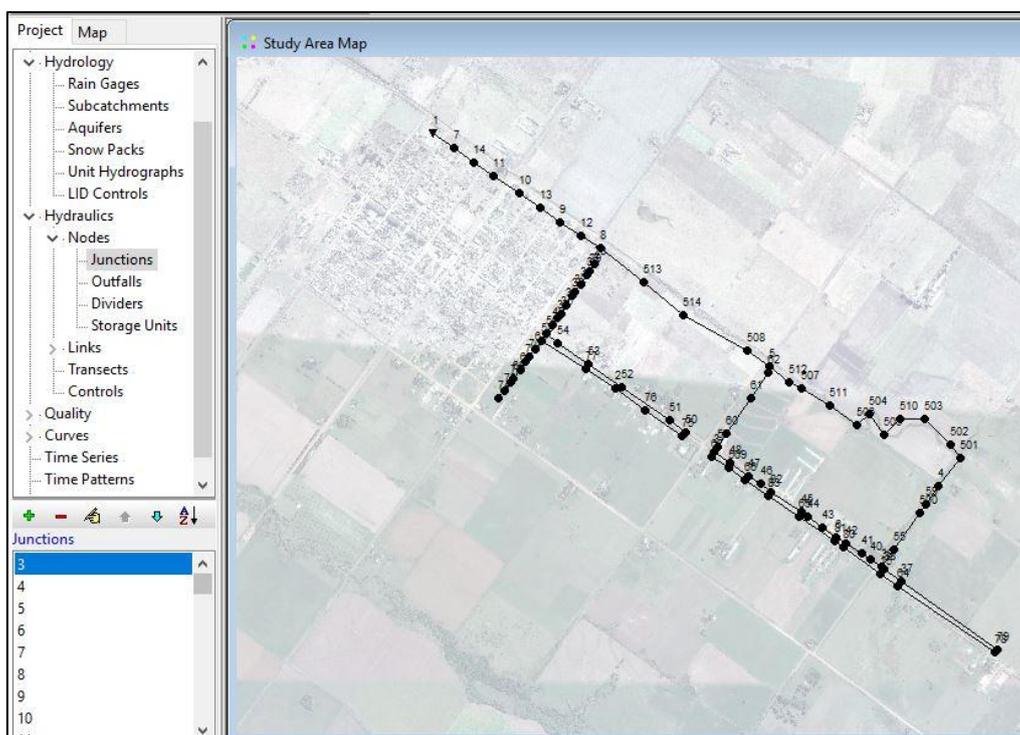


Figura 65 : Disposición de los elementos del modelo al estado actual



Figura 66 : Nodos con desbordes (rojo)

Se identifica que los puntos donde la simulación muestra un desborde se corresponden con los puntos críticos del registro fotográfico.

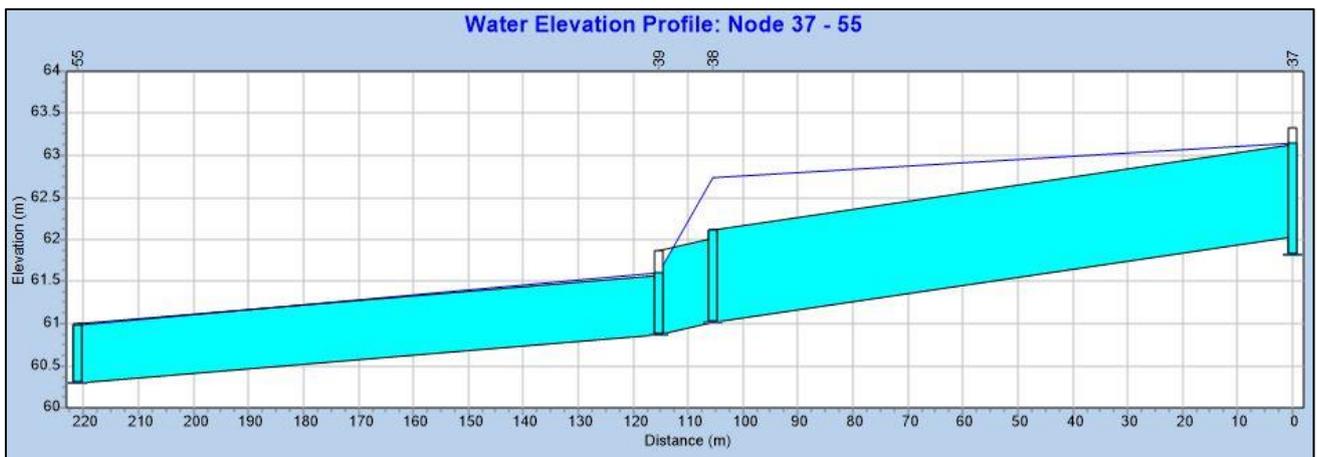


Figura 67 : Desborde en alcantarilla nº2

Se identifica el desborde de la alcantarilla número 2 (Figura 55)

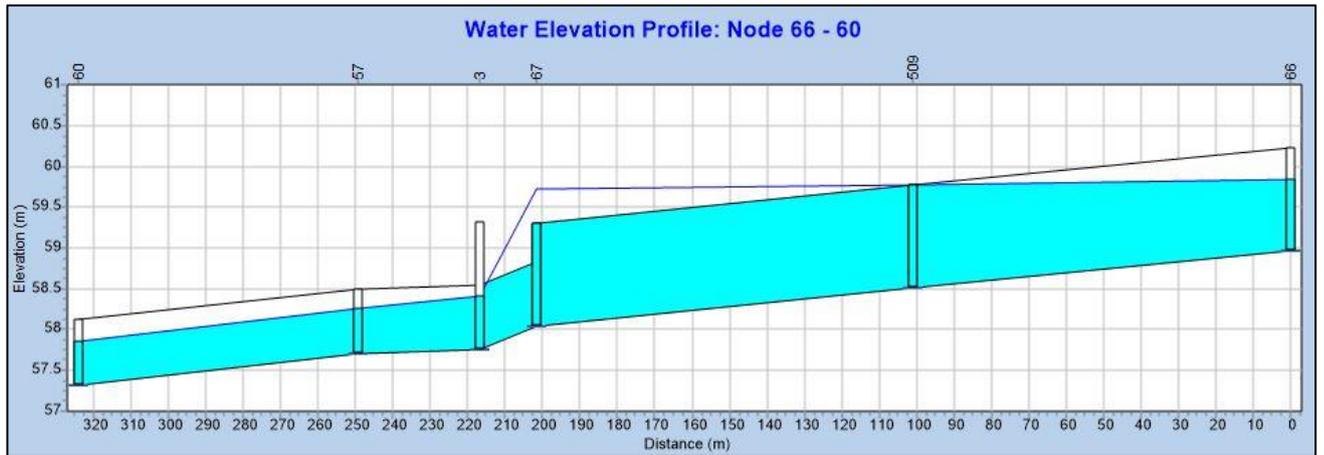


Figura 68 : Desborde en alcantarilla nº4

El modelo indica un desborde en la alcantarilla número 4 (Figura 63).

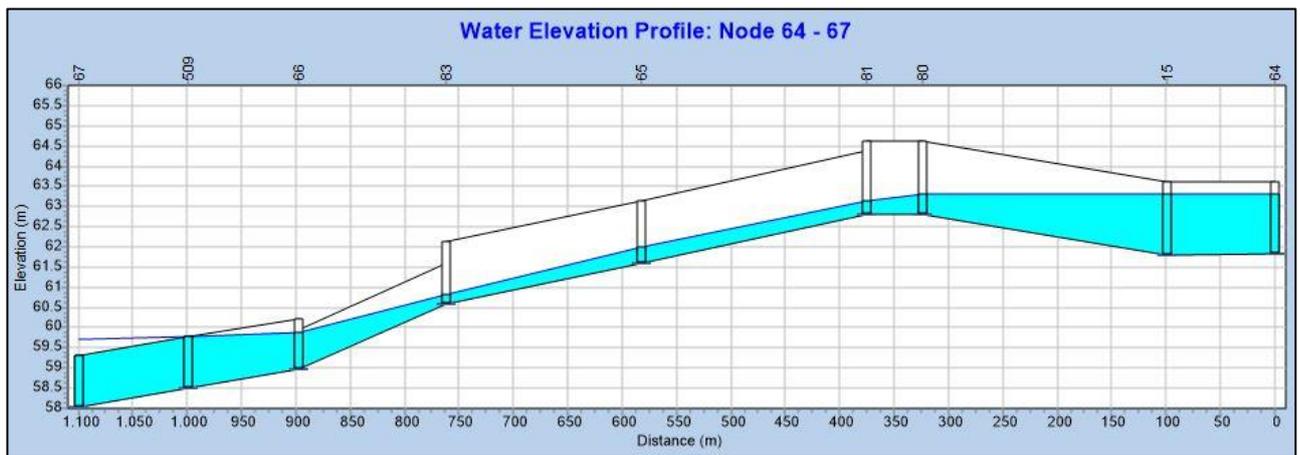


Figura 69 : Funcionamiento del tramo 3 sector izquierdo

Se observa un correcto funcionamiento del canal del tramo 3, sector izquierdo, y se visualiza el parteaguas a la altura del cementerio. El tirante elevado en el sector final (nodo 509) viene dado por el desborde de la alcantarilla número 4.

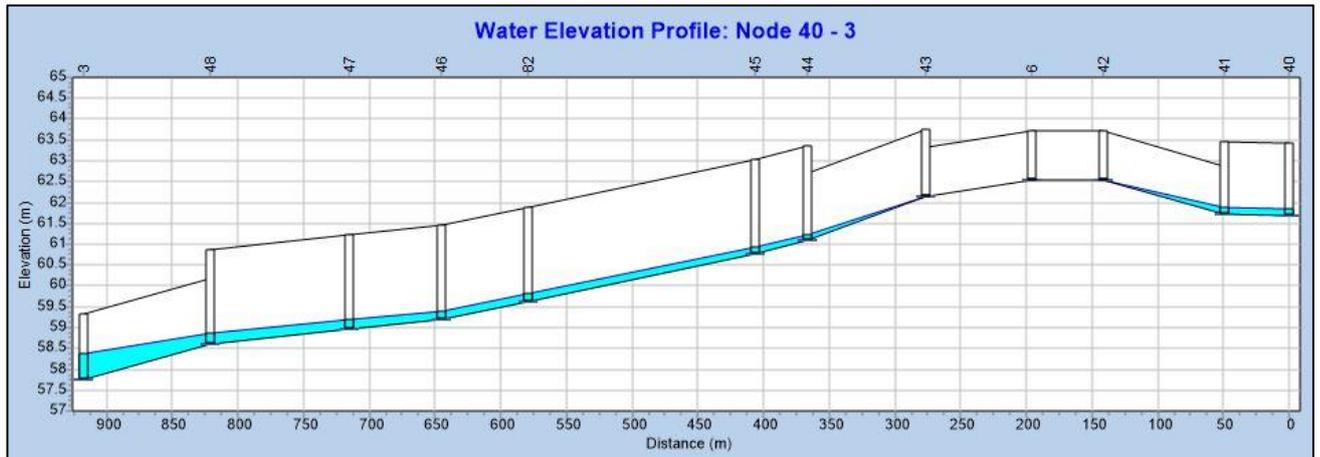


Figura 70 : Funcionamiento del tramo 3 sector derecho

En este caso se observa el correcto funcionamiento del tramo 3 en el sector derecho donde la capacidad del canal es más que suficiente.

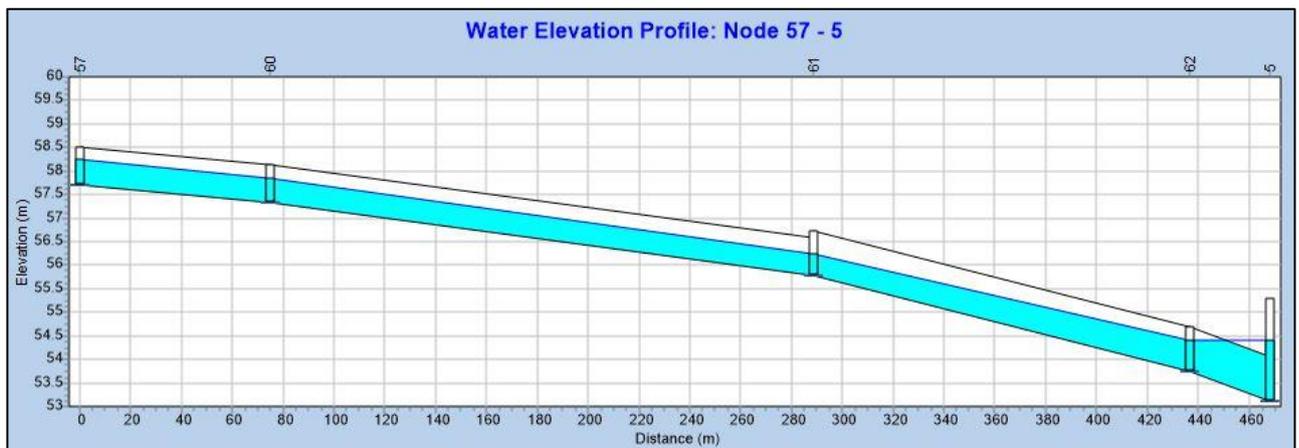


Figura 71 : Funcionamiento del tramo 4

El tramo 4 funciona perfectamente, salvo la descarga a la cañada (nodo 5) donde se ha constatado que se corta el paso del camino vehicular en eventos de crecida.

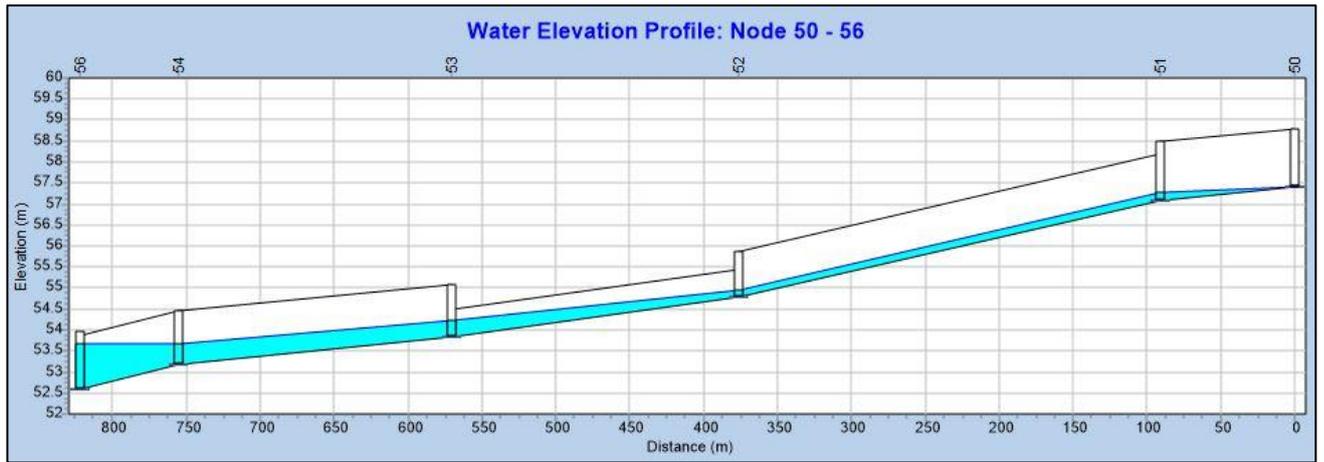


Figura 72 : Funcionamiento tramo 5 sector derecho

El tramo 5 en su sector derecho no presenta problemas de capacidad.

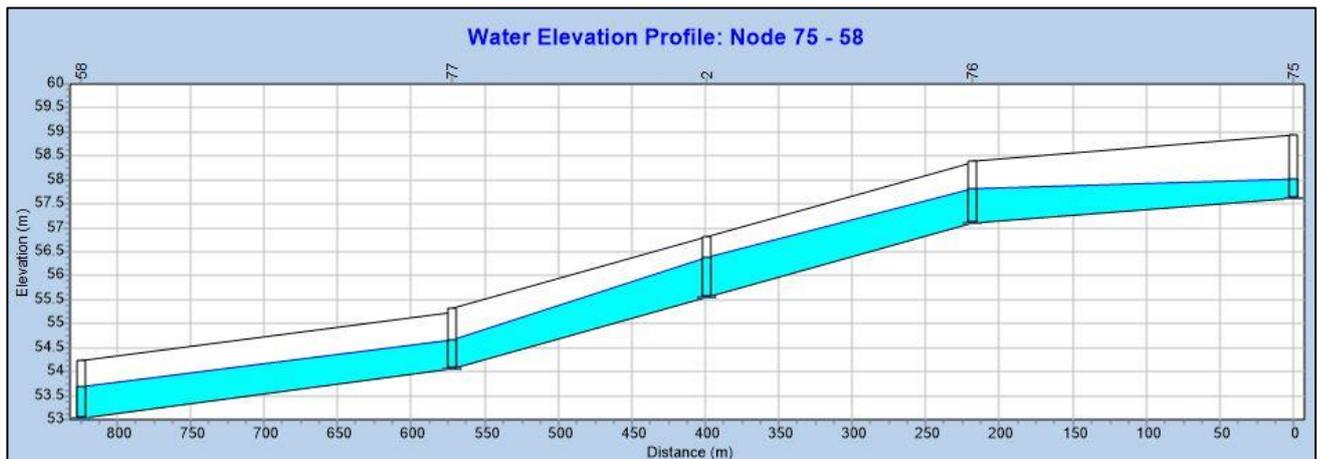


Figura 73 : Funcionamiento tramo 5 sector izquierdo

Al igual que el sector derecho, el sector izquierdo del tramo 5 no presenta problemas en cuanto a su capacidad. Deberá considerarse la posible obstrucción del flujo producto de las alcantarillas existentes para los pasos vehiculares de las residencias en este sector.

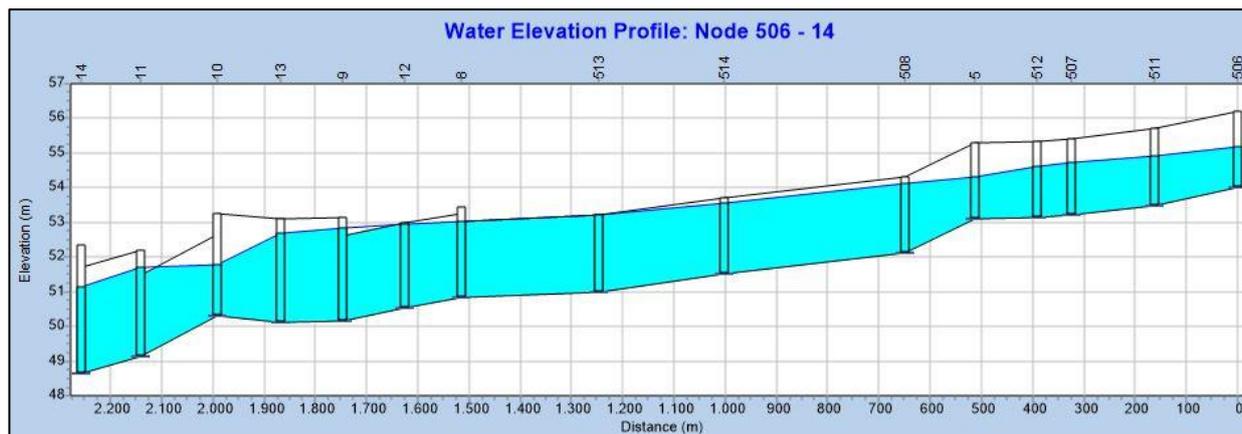


Figura 74 : Perfil de la cañada rocamora

En esta figura se aprecia que la cañada Rocamora no cumple con algunos de los criterios de diseño. Se destaca el nodo 8, que corresponde a la intersección del tramo 7 con la cañada tramo 2 (Figura 57) y el nodo 10, que corresponde a la ubicación del puente Latorre, donde existe una contrapendiente (Figura 59 y Figura 60).

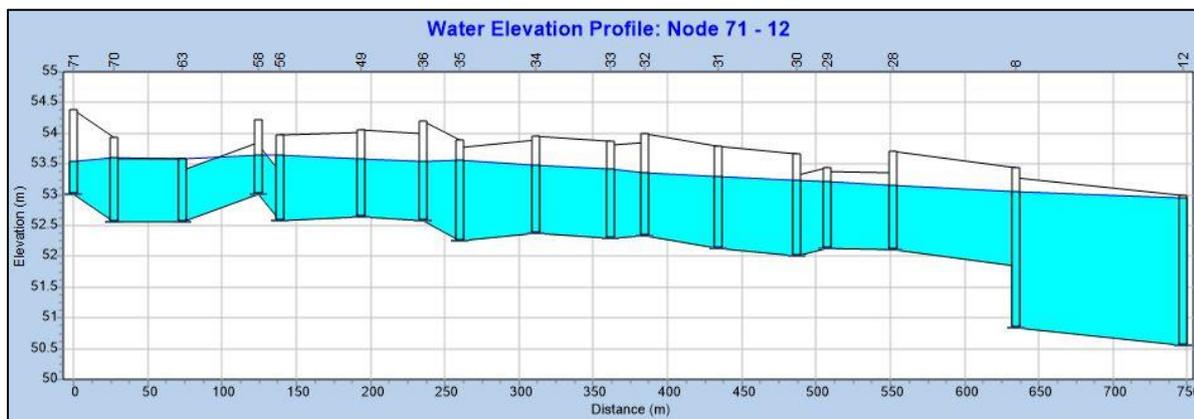


Figura 75 : Remanso de la cañada en canal de Bv. Dr Salas

En esta última figura se visualiza claramente cómo la cañada remansa en el canal del Bv. Dr Salas (Figura 56). No se ha incluido el puente de Latorre en la simulación, el cual aumenta el nivel aguas arriba en la cañada aún más provocando el desborde del terraplén de protección (Figura 64).

## 5.4 Sistematización propuesta

A partir de la modelación y adecuación del sistema, se indica a continuación la sistematización propuesta.

- Corrección de la pendiente de la cañada Rocamora - Tramo 2 a un valor de 0,003 m/m.
- Extensión de la Cañada Rocamora - Tramo 4 hasta la intersección con el Tramo 2. Sección trapezoidal de 5,0 m de ancho de base, altura de 1,0 m y talud 1V:3H.
- Definición de la sección de la cañada Rocamora en su trayecto: sección trapezoidal de 4 m de ancho de base, altura de 2,8 m y talud 1V:1,5H desde progresiva 0 hasta progresiva 1000, sección trapezoidal de 5 m de ancho de base, altura de 2,6 m y talud 1V:2H desde progresiva 1000 hasta progresiva 1900, sección trapezoidal de 7 m de ancho de base, altura de 2,6 m y talud 1V:2H desde progresiva 1900 hasta progresiva 2000. Revestimiento en césped.
- Acceso a Gobernador Mansilla – Tramo 1, mantenimiento de la pendiente y corrección de la sección: trapezoidal de 4,2 m de ancho de base, altura de 1,6 m y talud 1V:3H, con revestimiento en césped.
- Construcción del Tramo 2, con sección trapezoidal de 5,0 m de ancho de base, altura de 1,0 m y talud 1V:3H. Pendiente 0,005 m/m. Revestimiento en césped.
- Extensión del canal sobre calle Dr. Salas hasta la calle Bv. Pedro Lucero – Tramo 6. Pendiente del tramo entre la Av. San Martín y la calle Urquiza, de 0,001 m/m. Pendiente del tramo entre la calle Urquiza a la calle Bv. Pedro Lucero de -0,001 m/m. La sección debe ser trapezoidal de 2,0 m de ancho de base, altura de 1,2 m y talud 1V:1,5H. Revestimiento en césped.
- Canal existente sobre la calle Dr. Salas – Tramo 7. Pendiente de 0,003 m/m, sección trapezoidal de 2 m de ancho de base, altura de 1,7 m y talud 1V:1,5H. Revestimiento en tierra y mantenimiento permanente.
- Alcantarilla de hormigón armado entre el Tramo 1 – Tramo 2: Luz doble rectangular de ancho de base 2,0 m y altura 1,0 m, pendiente de 1,5%. Se reemplazará la existente.

- Alcantarilla de hormigón armado entre Tramo 3 – Tramo 4: Luz doble rectangular de ancho de base 1,9 m y altura 0,6 m, pendiente 1,9%. Se reemplazará la existente.
- Alcantarilla de hormigón armado entre la cañada Rocamora Tramo 4 – Tramo 3: Luz doble rectangular de ancho de base 2,5 m y altura 1,9 m, pendiente de 0,3%. Se sugiere realizar una protección con enrocado aguas abajo de la alcantarilla.
- Restitución de la alcantarilla de hormigón en el tramo 6 transversal al Bv. Pedro Lucero: Dos tubos de 0,80 m.
- Demolición del puente Latorre y sustitución por un nuevo puente; se propone como alternativa económica, un puente de madera.
- Puente en la continuación de la calle Dr. Salas intersección con la cañada Rocamora; se propone como alternativa un puente de madera.
- Reemplazo de las alcantarillas existentes en los accesos a las viviendas privadas que se encuentran a una cota inadecuada, por alcantarillas con luz suficiente, para reducir la obstrucción al escurrimiento.

#### Recomendaciones para puentes y obras de arte:

Se sugiere que los puentes y obras de arte a construir no interfieran ni sean una obstrucción para el flujo en los canales, especialmente en la cañada Rocamora. Una forma de lograr esto es mediante la construcción de pilotes en los bordes de la cañada, utilizándolos como apoyos para el puente, y evitando así la necesidad de colocar columnas en la parte central del cauce.

Puente de madera: el puente a construirse tiene uso agropecuario. Esta alternativa es la que presenta mayor costo beneficio y la que se usa cada vez con mayor frecuencia, en campos forestales. El diseño del puente a construirse en la intersección de la calle Irigoyen y Rocamora deberá ser diseñado conforme a las indicaciones del estudio realizado por el INIA – *Diseño de puentes realizados con madera de procedencia ocal para el paso de vehículos pesados en el sector agrícola y forestal.*

El puente podrá ser del tipo tablero tensado o puente de viga y viguetas de madera laminada encolada (MLE). El tablero estará apoyado en un estribo flotante de hormigón armado tradicional.

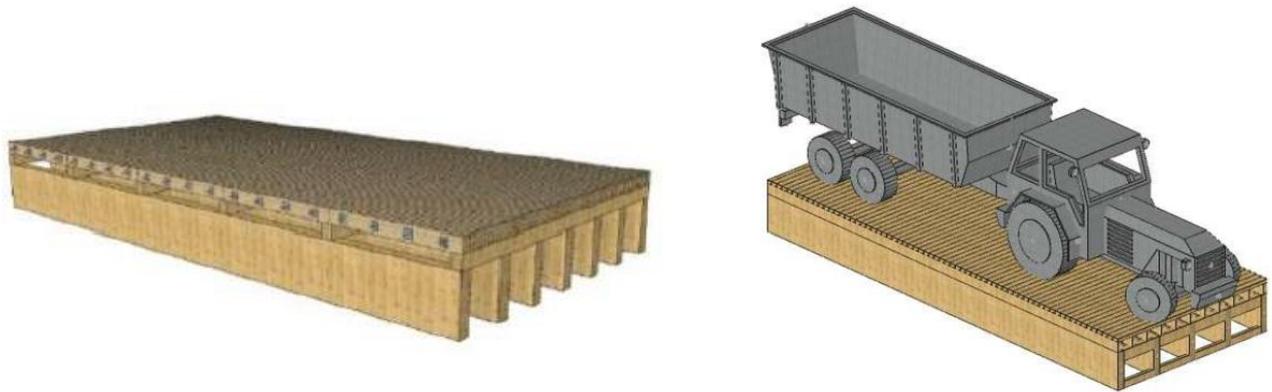


Figura 76 : Tablero de viga y viguetas de madera laminada encolada (MLE)

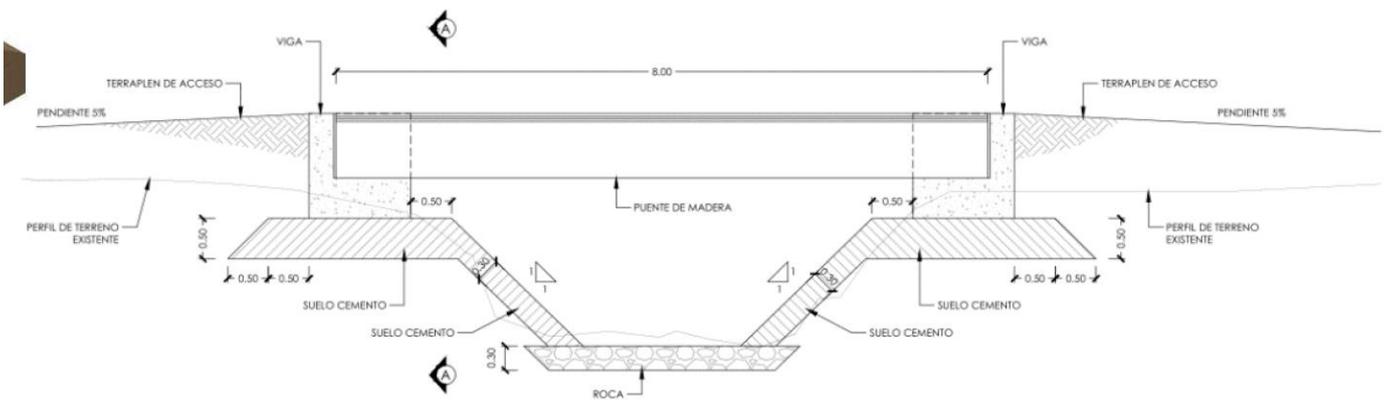


Figura 77 : Estribo flotante de hormigón armado

La luz del puente a construir será de 12 metros. Se debe tener en cuenta la relación entre el canto de la viga y la luz del puente para la comprobación de resistencia a flexión, a cortante y la flecha.

## 6 CAPITULO IV – BIBLIOGRAFÍA

- Hastings, F y de los Santos, J. *Estudio de la red de desagües pluviales y de la cuenca hidrológica en la localidad de Gobernador Mansilla*. Mayo 2013.
- Gomez, F y Rothar, M. *Obras de mitigación contra inundaciones*. Proyecto de final de carrera, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe. 2016.
- Zamanillo, E.A. et al. *Procedimientos para la Estimación de Tormentas de Diseño para la Provincia de Entre Ríos*. Primera Edición. Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional. 2008. ISBN: 978-950-42-0109-0.
- Chow, V.T, Maidment, D and Mays, L. *Hidrología Aplicada*. McGRAW HILL Interamericana, Colombia, 2000. ISBN: 958-600-171-7.
- Brown, S.A. et al. *Urban Drainage Design Manual*, Hydraulic Engineering Circular 22, Third Edition. Federal Highway Administration, Washington, D.C. FHWA-NHI-10-009. September 2009.
- Kilgore, R.T. and Cotton, G.K. *Design of Roadside Channels with Flexible Linings*, Hydraulic Engineering Circular No. 15, Third Edition. Federal Highway Administration, Washington, D.C. FHWA-NHI-05-114. September 2005.
- MVOTMA – DINASA. *Manual de Diseño de Sistemas de Aguas Pluviales Urbanas*, Primera edición. Montevideo, Uruguay. Octubre 2009. ISBN: 978-9974-7610-4-9.
- Secretaria de Recursos Hídricos de la Nación – Instituto Nacional del Agua. *Atlas de Cuencas y Regiones Hídricas Superficiales de la República Argentina*. Versión 2010. Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Buenos Aires. 2011. ISBN: 978-987-1797-05-9.
- Secretaria de Recursos Hídricos de la Nación – Instituto Nacional del Agua. *Red Hidrológica Nacional, Publicaciones Hidrometeorológicas 2016*. Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda. Presidencia de la Nación. Buenos Aires. 2017. ISBN: 978-987-46673-0-4
- Genta, J.L. y Charbonnier, F. *Curso de Hidrología Aplicada*. Universidad de la República, Facultad de Ingeniería. Montevideo. 2003.
- Alonso, J y Symonds, S. *Curso de Hidrología Avanzada II*. Universidad de la República, Facultad de Ingeniería. Montevideo 2010.
- Reglamento CIRSOC 201, Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Secretaria de Obras Públicas de la Nación.
- FPTA-INIA 62, *Diseño de puentes realizados con madera de procedencia local para el paso de vehículos pesados en el sector agrícola y forestal*. Uruguay 2018.
- Páginas webs de referencias para selección de materiales de construcción: [www.armaferro.com.ar](http://www.armaferro.com.ar) y [www.tensolite.com.ar](http://www.tensolite.com.ar)



**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROYECTO DE RED DE DESAGÜES PLUVIALES Y OBRAS DE  
MITIGACIÓN CONTRA INUNDACIONES EN LA LOCALIDAD DE  
GOBERNADOR MANSILLA – PROVINCIA DE ENTRE RÍOS,  
ARGENTINA**

**MEMORIA DE CÁLCULO**

**AUTORES:**

Javier Gregorio – C.I: 4.391.789-4

Andrés Mayobre – C.I: 3.971.620-8

Sarah Morioka – C.I: 4.706.048-3

**TUTORES:**

Ing. Msc Jorge De los Santos

Ing. Daniel Schenzer

Montevideo, Uruguay

3 de Diciembre de 2018

# Contenido

<b>1</b>	<b>CAPITULO I – ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>5</b>
1.1	Introducción .....	5
1.2	Alcance .....	5
1.3	Resultados .....	5
<b>2</b>	<b>CAPITULO II – MICRODRENAJE.....</b>	<b>5</b>
2.1	Caracterización de cuencas .....	5
2.1.1	Cuencas de drenaje.....	6
2.1.2	Subcuencas de drenaje .....	6
2.2	Caudal de Escorrentía – Método Racional.....	6
2.3	Coefficiente de Escorrentía .....	7
2.4	Intensidad de Precipitación .....	9
2.5	Tiempo de Concentración.....	9
2.6	Periodo de Retorno.....	10
2.7	Diseño y dimensionado de los componentes .....	10
2.7.1	Cordón cuneta .....	10
2.7.2	Canales periféricos .....	10
2.7.3	Cuneta .....	11
2.7.4	Badenes .....	12
2.7.5	Alcantarillas.....	13
2.7.6	Procedimiento de cálculo.....	15
<b>3</b>	<b>CAPITULO III – MACRODRENAJE .....</b>	<b>20</b>
3.1	Modelo de cuencas.....	20
3.1.1	Cuencas externas .....	20
3.1.2	Subcuencas de aporte .....	21
3.2	Tormenta de diseño .....	23
3.2.1	Método del NRCS .....	23
3.2.2	Método Racional Modificado .....	24
3.3	Hidrogramas de Diseño .....	25
3.3.1	Método del NRCS .....	25
3.3.2	Método Racional .....	25
3.4	Diseño del sistema .....	26
3.4.1	Modelo Matemático EPA SWMM .....	26
3.4.2	Descarga con tirante normal.....	27
3.4.3	Crecida extraordinaria del arroyo .....	35
<b>4</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>43</b>
4.1	Cálculo del tirante normal en cunetas .....	43
4.2	Cálculo del ancho de inundación en cordones cuneta.....	45
4.3	Cálculo de las alcantarillas .....	67

4.4	Cálculo de badenes .....	69
4.5	Alcantarillas diseñadas y verificadas mediante HY-8.....	75

## Índice de Figuras

Figura 1	: Esquema de subcuencas de aporte.....	6
Figura 2	: Porcentaje de edificación .....	8
Figura 3	: Perfil del canal en Bv. Pedro Lucero .....	11
Figura 4	: Proceso iterativo para diseño de cunetas .....	16
Figura 5	: Primera iteración: Proceso iterativo para verificación de cordones cuneta .....	18
Figura 6	: Segunda iteración: Proceso iterativo para verificación de cordones cuneta .....	19
Figura 7	: Cuencas de drenaje .....	20
Figura 8	: Subcuencas de aporte .....	21
Figura 9	: Hietograma .....	23
Figura 10	: Lámina acumulada .....	24
Figura 11	: Hidrogramas de diseño mediante hidrograma unitario del NRCS .....	25
Figura 12	: Hidrogramas de diseño mediante Método Racional .....	26
Figura 13	: Disposición de elementos del modelo.....	27
Figura 14	: Alcantarilla número 2.....	32
Figura 15	: Alcantarilla número 4.....	32
Figura 16	: Canal tramo 4.....	33
Figura 17	: Perfil del canal Rocamora en la zona de la alcantarilla proyectada .....	33
Figura 18	: Perfil del canal Tramo 6 desde Pedro Lucero hasta la descarga en la cañada .....	34
Figura 19	: Hidrograma de salida por Cañada Rocamora.....	34
Figura 20	: Cuenca de aporte Arroyo Clé.....	35
Figura 21	: Hietograma - Cuenca del Arroyo Clé .....	37
Figura 22	: Hidrograma de caudal - Cuenca de aporte del Arroyo Clé .....	37
Figura 23	: Hidrogramas de caudal - Subcuencas de la localidad .....	38
Figura 24	: Puntos de aforo (Fuente: Red Hidrológica Nacional) .....	39
Figura 25	: Estación NOGOYÁ - Ruta Provincial N° 039 .....	39
Figura 26	: Aforos en estación NOGOYÁ - Ruta Provincial N° 039 .....	40
Figura 27	: Sección del arroyo Clé deducida a partir del relevamiento topográfico del anteproyecto .....	41
Figura 28	: Disposición de elementos del modelo.....	41
Figura 29	: Resultado modelación para crecida extraordinaria del Arroyo Clé de 100 años .....	42
Figura 30	: Profundidad en el nodo 26 .....	42

## Índice de Tablas

Tabla 1	: Información cuencas .....	6
Tabla 2	: Coeficientes de escorrentía para 2 años de período de retorno.....	7

Tabla 3 : Coeficientes de escorrentía.....	8
Tabla 4 : Coeficientes de Manning .....	11
Tabla 5 : Tipos de cunetas a diseñar .....	12
Tabla 6 : Tipos de badenes a diseñar .....	13
Tabla 7 : Velocidades máximas en alcantarillas .....	13
Tabla 8 : Datos de entrada de planilla para cunetas .....	15
Tabla 9 : Datos de salida de planilla para cunetas.....	15
Tabla 10 : Datos de entrada de planilla para cordones cunetas.....	17
Tabla 11 : Datos de salida de planilla para cordones cunetas.....	17
Tabla 11 : Características de cuencas .....	21
Tabla 12 : Parámetros de subcuencas.....	22
Tabla 13 : Secciones de los elementos del macro drenaje.....	28
Tabla 14 : Características de la cuenca del Arroyo Clé .....	36
Tabla 15 : Intensidades de precipitación para cada paso de tiempo de la tormenta.....	36

## **1 CAPITULO I – ASPECTOS GENERALES**

### **1.1 Introducción**

El presente informe corresponde a la memoria de cálculo hidráulico del sistema de drenaje pluvial (a partir de aquí el “sistema”) proyectado en Gobernador Mansilla, Entre Ríos. Indicando los criterios de diseño, metodología y procedimientos aplicados para el dimensionado de todos los componentes y estructuras que forman parte del sistema.

### **1.2 Alcance**

Verificación y dimensionado de las estructuras de captación existentes y proyectadas dentro de la ciudad y su periferia, incluyendo: cordones cuneta, badenes, cunetas, alcantarillas y canales.

### **1.3 Resultados**

Los resultados se exponen en planillas de cálculos, las cuales estarán explicadas en el desarrollo del presente documento.

## **2 CAPITULO II – MICRODRENAJE**

Para dimensionar los componentes del sistema de micro drenaje se aplica como criterio de cálculo de los caudales de diseño el método racional y, se analizan las estructuras hidráulicas en régimen permanente. La capacidad de conducción o de captación de las estructuras se realiza para los caudales máximos establecidos según período de retorno adoptado  $Tr = 2$  años.

### **2.1 Caracterización de cuencas**

En base a los niveles de implantación de las calles proyectados se delimitan las cuencas de aporte a los distintos puntos de cierre que se definen oportunamente para el diseño y verificación de las cunetas y cordones cuneta.

### 2.1.1 Cuencas de drenaje

A continuación, se presenta tabla con el área de cada cuenca.

Tabla 1 : Información cuencas

Subcuenca	Área (m <sup>2</sup> )
1	342207
2	195550
3	228664
4	230921

### 2.1.2 Subcuencas de drenaje

Las áreas de aporte a las estructuras de drenaje se consideraron suponiendo que a cada tramo, frente a una manzana, le estará aportando un cuarto del área de la manzana más la mitad del área de la calle.



Figura 1 : Esquema de subcuencas de aporte

### 2.2 Caudal de Escorrentía – Método Racional

Para el diseño del micro drenaje se asumirá flujo estacionario y uniforme, de manera de simplificar los cálculos y calcular únicamente el caudal máximo del hidrograma. El cual se calculará a partir del Método Racional.

$$Q = C \cdot i \cdot A$$

Siendo,

$i$  : intensidad de lluvia

$A$  : área de la cuenca

$C$  : coeficiente de escorrentía

### 2.3 Coeficiente de Escorrentía

Para todos los casos se utiliza un coeficiente de escorrentía ponderado:

$$C = (A_{perm} \cdot C_{perm} + A_{imp} \cdot C_{imp}) / A_{total}$$

Tabla 2 : Coeficientes de escorrentía para 2 años de período de retorno

Tipo de superficie	C
C impermeable <sup>1</sup>	0.75
C permeable <sup>2</sup>	0.25

De acuerdo a lo mencionado e indicado en el documento Memoria Descriptiva, se analizan dos casos: Caso 1 urbanización alta y Caso 2 urbanización actual, de los cuales se desprenden diferentes coeficientes de escorrentía.

#### Caso 1

Se considera un porcentaje de ocupación en cada manzana y mitad de calle alto, por lo cual se considerará un 60% de impermeabilidad de área para cada subcuenca. Resultando para un tiempo de retorno de 2 años un coeficiente de escorrentía de 0.55 para la planta urbana en su totalidad.

---

<sup>1</sup> Extraído de tabla de *Chow, Maidment, Mays (1994)*.

<sup>2</sup> Extraído de tabla de *Chow, Maidment, Mays (1994)*, considerando condición promedio plana

## Caso 2

Se tomaron tres situaciones de urbanización para cada manzana, clasificándolas como: baja, media y alta. De esta manera para diferentes periodos de retorno se obtienen diferentes coeficientes de escorrentía. A partir de la tabla del Chow, y de la ponderación del área de cada subcuenca, se obtienen los diferentes coeficientes de escorrentía:



Figura 2 : Porcentaje de edificación

Tabla 3 : Coeficientes de escorrentía

Clasificación edificado	%	Área total manzana (m2)	Área techos (m2)	Área verde (m2)	Coficiente escorrentía (C)
BAJO		12333	443	11890	0,35
MEDIO		12427	1062	11365	0,37
ALTO		12305	6365	5941	0,55

## 2.4 Intensidad de Precipitación

La intensidad de precipitación se estimará a partir de las curvas IDF obtenidas a partir de los estudios realizados en el trabajo “*Procedimientos para la estimación de Tormentas de Diseño para la Provincia de Entre Ríos (E. Zamanillo et. al., 2008)*” en la zona donde se ubica la localidad.

## 2.5 Tiempo de Concentración

Para la estimación del tiempo de concentración, en el caso de flujo concentrado, se realizará un procedimiento iterativo, donde inicialmente se supone una velocidad media inicial de 1 m/s en la cuneta o cordón cuneta, velocidad adoptada por recomendación del *Manual de DINASA “Diseño de Sistemas de Aguas Pluviales Urbanas”*. Con el largo recorrido en dicha estructura se calcula el tiempo de viaje que sumado al tiempo de entrada se obtiene el tiempo de concentración de la subcuenca en el punto de cierre. Con el tiempo de concentración obtenido se calculará la intensidad para esa duración y el caudal con el Método Racional. Con el caudal obtenido, se procede a calcular nuevamente la velocidad en la cuneta o cordón cuneta y con esta velocidad se corrige el tiempo de viaje, iterando hasta que se obtenga un error de velocidad menor a 0,01 m/s.

El tiempo de concentración, resulta de la suma de los tiempos de viaje de la subcuenca más alejada hidráulicamente hasta el punto de cierre.

$$T_c = T_o + T_{cf}$$

Donde:

$T_o$  : Tiempo de entrada, representa el tiempo en que el flujo no concentrado llega al punto de entrada de la estructura de conducción (se asume 10 minutos para cada primer tramo, en otro caso, el máximo de los tiempos de concentración  $T_c$  de los tramos que precedan)

$T_{cf}$  : Tiempo de viaje en flujo concentrado desde el punto de entrada al punto de salida de la estructura de conducción (resultado del largo del tramo y la velocidad resultante de la iteración)

## 2.6 Periodo de Retorno

El periodo de retorno a emplear para el diseño del sistema de drenaje, será de 2 años, según las recomendaciones de *Chow, Maidment, Mays (1994)* para drenaje urbano en ciudades pequeñas.

## 2.7 Diseño y dimensionado de los componentes

### 2.7.1 Cordón cuneta

El diseño del cordón cuneta se basa en establecer un ancho de inundación máximo admisible en las calles. Este valor junto con las características del cordón cuneta define el caudal máximo que puede transportar el mismo. En el caso de la verificación se parte de un caudal y se obtiene el ancho de inundación asociado.

Para esto, se considera la ecuación de cordón cuneta para una sección compuesta, donde la pendiente transversal es mayor que la pendiente transversal de la calle, a efectos de aumentar su capacidad de conducción.

Dada la situación actual, donde varias manzanas poseen cordón cuneta, el procedimiento a llevar a cabo será el de obtener un ancho de inundación y compararlo con un valor admisible, en los casos donde no se cumple con la condición impuesta se acoplará una cuneta.

Las dimensiones de los cordones cunetas existentes son: 55 cm de ancho, 15 cm de alto y una pendiente del 10%. El coeficiente de Manning a emplear según recomendaciones del *Manual de DINASA "Diseño de Sistemas de Aguas Pluviales Urbanas"* para hormigón en cordones cuneta es de 0.018.

Además, se verificará que no exista desborde con el ancho de inundación calculado, para esto el tirante máximo no debe superar la altura del cordón  $d = TS_x$ , siendo d la altura del cordón.

### 2.7.2 Canales periféricos

Para el diseño de los canales se modela cada uno de estos como cunetas, con la ecuación de Manning, ver planilla en Anexos: Cálculo de I.

Los canales proyectados tendrán la misma pendiente que la calle.

A continuación, se observa el perfil del canal en el Bv. Pedro Lucero (existente) modelado con SWMM, considerando los caudales de aporte de la cuenca de drenaje.

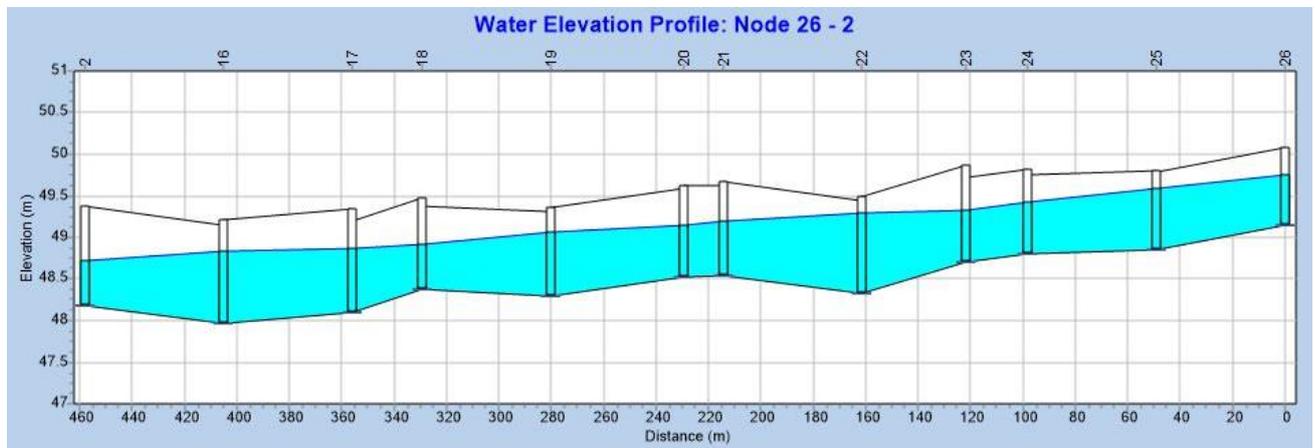


Figura 3 : Perfil del canal en Bv. Pedro Lucero

### 2.7.3 Cuneta

Para el diseño se debe verificar que el régimen sea subcrítico para evitar problemas de erosión, y el tirante sea inferior al 80% de la profundidad de diseño. En caso de cunetas de pasto la velocidad no deberá sobrepasar 1.20 m/s y para las cunetas de hormigón una velocidad de 5.0 m/s, según *Manual de DINASA “Diseño de Sistemas de Aguas Pluviales Urbanas”*.

Para verificar el tirante se emplea la fórmula de Manning para flujo uniforme.

Se asume para las cunetas los siguientes coeficientes de rugosidad de Manning en función de los materiales, según las recomendaciones de *Chow, Maidment, Mays (1994)*:

Tabla 4 : Coeficientes de Manning

Material	n Manning
Pasto	0.035
Hormigón	0.018

Las pendientes de las cunetas construidas respetaran las pendientes obtenidas del relevamiento topográfico, a fin de tratar de mantener el sentido del flujo en lo posible.

Aplicando los criterios de manera de que no haya desborde ni erosión, se selecciona la sección y los tipos de cunetas. Los tipos de cuneta a dimensionar son las siguientes:

Tabla 5 : Tipos de cunetas a diseñar

Tipo	1V:zH	Base	Prof
h1	1,50	0,30	0,50
h2	0,00	0,60	0,50
h3	0,00	0,70	0,55
h4	0,00	0,80	0,75
h5	0,00	0,90	1,20

#### 2.7.4 Badenes

Diseñados considerando que se mantenga la seguridad del tránsito, los badenes son calculados como cunetas con secciones triangulares y trapezoidales.

Para el diseño y verificación de los badenes se tienen en consideración los siguientes puntos:

- Se parte del caudal de diseño para 2 años por el método racional
- Cálculo del caudal máximo que puede transportar el badén el cual se calcula mediante la ecuación de Manning
- Se supone una pendiente lateral del badén ( $S=1/z$  siendo  $z$  el talud)
- Se tiene un valor del coeficiente de Manning para hormigón de 0,018
- Si el caudal de diseño es menor que el máximo, se acepta el badén estándar, caso contrario será necesario realizar el cálculo nuevamente con un badén de dimensiones superiores.

Considerando los badenes de sección triangular, se tiene que:

- Área  $A = zy^2$  siendo  $z$  el talud e  $y$  la profundidad
- Perímetro mojado  $P = 2y(1 + z^2)^{1/2}$
- Radio hidráulico  $R_h = \frac{A}{P}$
- Ecuación de Manning  $Q = \frac{AR_h^{2/3}S_0^{1/2}}{n}$

Considerando los badenes de sección triangular, se tiene que:

- Área  $A = (b + zy)y$  siendo  $z$  el talud e  $y$  la profundidad

- Perímetro mojado  $P = b + 2y(1 + z^2)^{1/2}$
- Radio hidráulico  $R_h = \frac{A}{P}$
- Ecuación de Manning  $Q = \frac{AR_h^{2/3} S_0^{1/2}}{n}$

#### 2.7.4.1 Tipo de badenes diseñados

Los badenes diseñados son los que se indican en la siguiente tabla:

Tabla 6 : Tipos de badenes a diseñar

Tipo	S (%)	Base (m)	Ancho (m)
B1	6	0,00	2,00
B2	6	0,50	2,00
B3	6	1,00	2,50
B4	6	1,50	3,00
B5	8	1,50	3,00
B6	8	1,50	4,00
B7	8	2,00	5,00

#### 2.7.5 Alcantarillas

El diseño de alcantarillas se realizó asumiendo flujo uniforme estacionario a superficie libre, con tirante menor al 75% del diámetro de la alcantarilla, usando la ecuación de Manning. Además, fueron verificadas con el software HY-8 para asegurar el correcto funcionamiento de éstas. Aplicando los criterios de diseño que se emplean para el diseño de tuberías respecto a tapada mínima de 0,60 m y velocidades máximas de 6 m/s, en el caso de hormigón.

Para establecer la necesidad de protección contra la erosión, la velocidad a la entrada y/o salida deben compararse con la máxima velocidad permisible (no erosiva) del material del cauce, inmediatamente aguas arriba y/o aguas abajo de la estructura.

Tabla 7 : Velocidades máximas en alcantarillas

Tipo de superficie	Máxima velocidad admisible (m/s)
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.20 – 0.60
Arena arcillosa dura, margas duras	0.60 – 0.90
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0.60 – 1.20
Arcilla, grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1.20 – 1.50
Hierba	1.20 – 1.80
Conglomerado, pizarras duras, rocas blandas	1.40 – 2.40
Mampostería, rocas duras	3.00 – 4.50 *
Concreto	4.50 – 6.00 *

\* Para flujos de muy corta duración

Se calcula el porcentaje del tirante respecto al diámetro %D como la división entre el diámetro interno y el tirante normal, tomando como criterio que no debe ser mayor que el 75%.

Se calcula el área y el radio hidráulico dentro del caño y usando la ecuación de Manning se calcula la pendiente mínima del caño, la cual se toma como criterio a la hora de elegir la pendiente de fondo del caño. La pendiente ideal para una alcantarilla es aquella que no produzca sedimentación, ni velocidades excesivas y erosión, y que, a su vez, permita la menor longitud de la estructura.

Se calcula la energía a partir del tirante normal y la carga de velocidad y se verifica que ésta sea menor que el diámetro elegido con el fin de obtener flujo a superficie libre dentro de la alcantarilla. Además, se calcula el número de Froude en la alcantarilla y se verifica que el flujo sea subcrítico.

El zampeado será el necesario para que la pendiente de fondo sea la indicada en el diseño, lo cual variará según el largo de la calle, las cuales se realizarán en obra de acuerdo a incertidumbre de valores de ancho de calle en los puntos donde se debe construir la alcantarilla)

Las alcantarillas que desembocan a la cañada Rocamora tendrán una pendiente de 4%, para minimizar posibilidades de ahogamiento en el caso de que el nivel de la cañada crezca.

En el caso de que los diámetros elegidos no sean compatibles con la altimetría de la zona, se optará por realizar el diseño con más de una boca

## 2.7.6 Procedimiento de cálculo

En el siguiente ítem se indican los datos de entradas y de salida, así como el proceso iterativo realizado para el diseño de las estructuras, que se indican en las planillas de cálculo adjuntas en los Anexos: Cálculo del tirante normal en cunetas, Cálculo del ancho de inundación en cordones cuneta, Cálculo de I, y Cálculo de

### 2.7.6.1 Planilla de cálculo de cunetas

#### Datos de entradas:

Tabla 8 : Datos de entrada de planilla para cunetas

Columna	Descripción
1a	Área de cada subcuenca (m <sup>2</sup> )
1c	Área total de subcuencas de aporte para el tramo (m <sup>2</sup> )
1d	Tiempo de retorno (años)
1e	Velocidad supuesta para iteración, en cada tramo (m/s)
1f	Largo de cada tramo (m)
1l	Pendiente longitudinal de cada tramo (%)
1g	Tiempo de viaje del flujo concentrado del tramo (min)
1h	Tiempo de viaje máximo hasta el ingreso de la estructura de conducción del tramo (min)
1i	Tiempo de concentración (min)
1j	Material de la cuneta (pasto, hormigón)
1k	Tipo de cuneta (geometría)

#### Datos de salida:

Tabla 9 : Datos de salida de planilla para cunetas

Columna	Descripción
2a	Coeficiente de escorrentía
2b	Intensidad (mm/min)
2c	Caudal de diseño - Método Racional (L/s)
2d	Tirante normal (m)
2e	Velocidad calculada a partir de Manning para el tramo
3a	Diferencia entre velocidad supuesta y velocidad calculada en 2e

### 2.7.6.2 Proceso iterativo – Cuneta

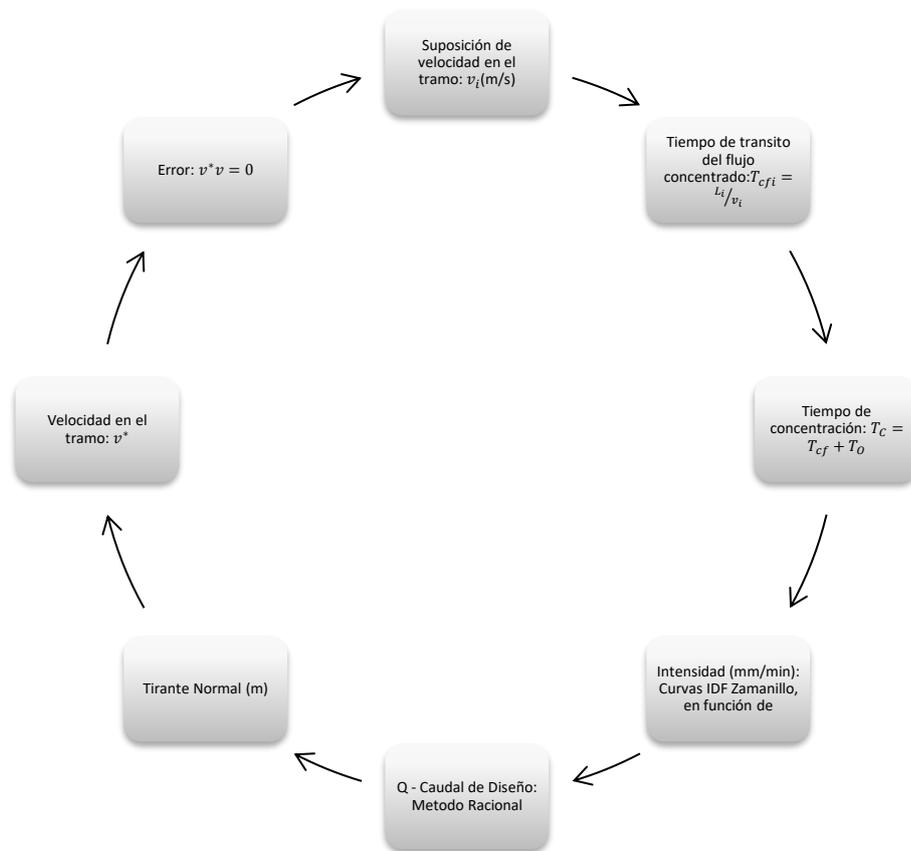


Figura 4 : Proceso iterativo para diseño de cunetas

El proceso iterativo consta de suponer una velocidad inicial para el tramo en análisis, a partir de esa velocidad se calcula un tiempo de viaje teniendo en cuenta el largo del tramo. Luego se obtiene un tiempo de concentración (suma de tiempo de entrada y tiempo de viaje<sup>3</sup>). A continuación, se calculará una intensidad por medio de las curvas IDF y por último se calcula un caudal usando el Método Racional. Seguidamente se calcula el tirante normal y velocidad a partir de la ecuación de Manning en conjunto con la sección seleccionada<sup>4</sup>. Finalmente se compara la velocidad obtenida con la supuesta en un principio, la iteración finalizará cuando la diferencia entre dichas velocidades sea menor a 0.01 m/s

<sup>3</sup> Ver sección 2.5 del documento

<sup>4</sup> Ver tipo de cunetas en Tabla 4

### 2.7.6.3 Planilla de cálculo – Cordones cuneta

#### Datos de entradas:

Tabla 10 : Datos de entrada de planilla para cordones cunetas

Columna	Descripción
1a	Área de cada subcuenca (m <sup>2</sup> )
1c	Área total de subcuencas de aporte para el tramo (m <sup>2</sup> )
1d	Tiempo de retorno (años)
1e	Velocidad supuesta para iteración, en cada tramo (m/s)
1f	Largo de cada tramo (m)
1j	Pendiente longitudinal de cada tramo (%)
1g	Tiempo de viaje del flujo concentrado del tramo (min)
1h	Tiempo de viaje máximo hasta el ingreso de la estructura de conducción del tramo (min)
1i	Tiempo de concentración (min)
1k	Ancho de cordón w (m)
1l	Pendiente transversal del cordón Sw (m/m)
1m	Pendiente transversal de la calle Sx (m/m)
1o	Ancho de inundación supuesto (m)

#### Datos de salida:

Tabla 11 : Datos de salida de planilla para cordones cunetas

Columna	Descripción
2a	Coefficiente de escorrentía
2b	Intensidad (mm/min)
2c	Caudal de diseño - Método Racional (L/s)
2d	Caudal calculado a partir del T supuesto (1o) - Q* (L/s)
2e	Velocidad calculada en el tramo a partir de Q* - v (m/s)
3a	Diferencia entre Q diseño y Q*
3b	Diferencia entre velocidad supuesta y v*

### 2.7.6.4 Proceso iterativo – Cordones cuneta

El proceso iterativo consta de dos iteraciones, la primera iteración se ajusta la velocidad en el tramo de manera de determinar el tiempo de concentración. La segunda iteración, a partir de la velocidad ajustada y por ende del caudal ajustado, se ajusta el caudal de diseño con el caudal calculado para el tramo de cordón cuneta.

#### Primera iteración:

Se supone una velocidad en el tramo (1), se calcula el tiempo de tránsito (2) y el tiempo de concentración (3). Con este tiempo de concentración se estima la intensidad de precipitación (4) y se calcula el caudal de diseño a través del Método Racional (5).

Se supone un ancho de inundación – T (6) y se calcula  $Q^*$  (7) asociado a ese ancho de inundación. Se itera (8) el T hasta que la diferencia entre el caudal de diseño (Q) y el caudal para ese ancho de inundación ( $Q^*$ ) sea próxima a cero.

Una vez la diferencia entre caudales sea despreciable, se procede a calcular la velocidad  $v^*$  (9) a través de las ecuaciones de cordón cuneta.

### Segunda iteración

Una vez calculada la velocidad  $v^*$ , se procede a iterar con la velocidad supuesta en (1), hasta que  $v - v^*$  sea despreciable. Es posible que sea necesario realizar una secuencia de primera iteración – segunda iteración – primera iteración, hasta que  $Q - Q^*$  y  $v - v^*$  sea cero.

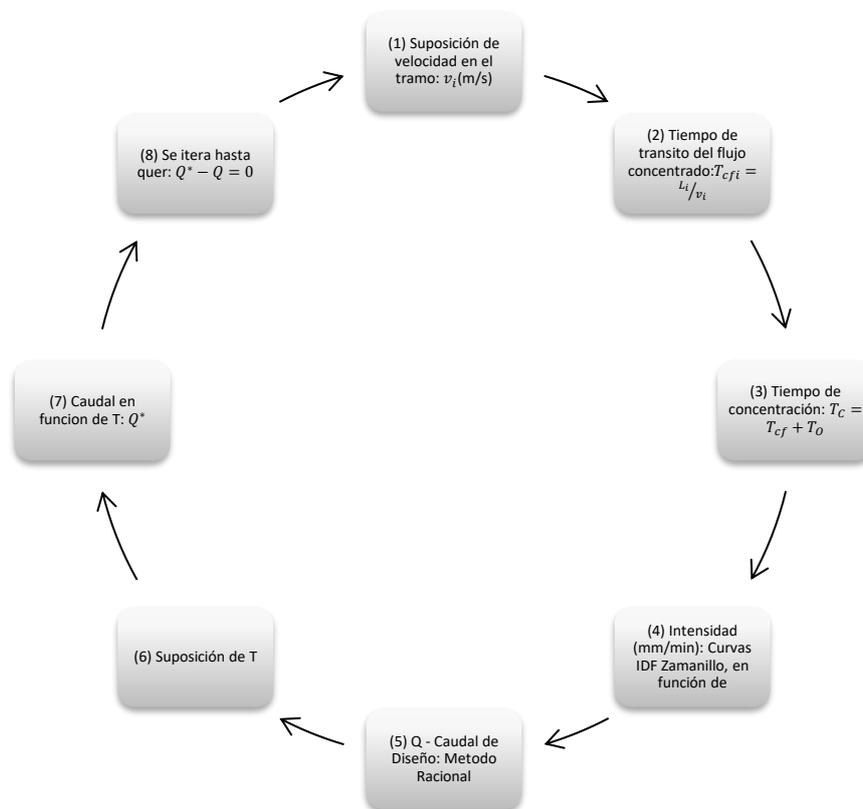


Figura 5 : Primera iteración: Proceso iterativo para verificación de cordones cuneta

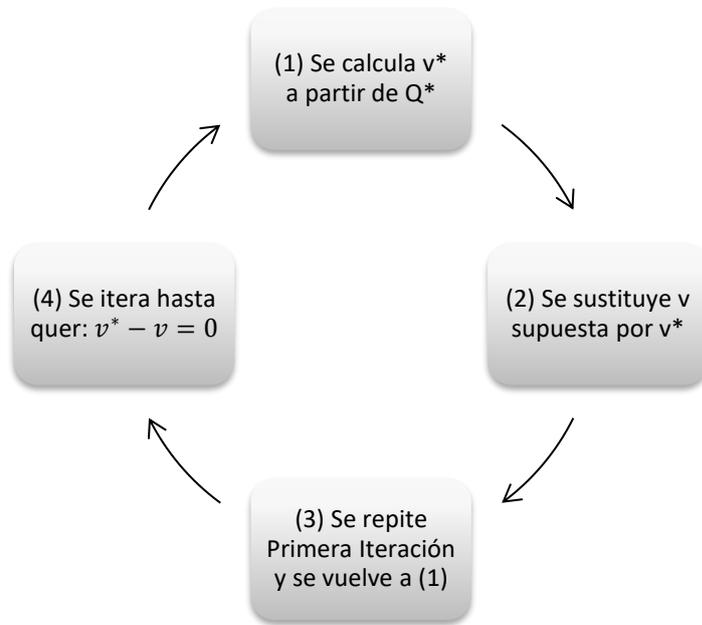


Figura 6 : Segunda iteración: Proceso iterativo para verificación de cordones cuneta

### 3 CAPITULO III – MACRODRENAJE

#### 3.1 Modelo de cuencas

El área en la cual se encuentra emplazada la localidad de Gobernador Mansilla está comprendida dentro de la cuenca del Arroyo Clé.

##### 3.1.1 Cuencas externas

Para el trazado de las cuencas hidrográficas externas en la localidad se utilizó el Modelo digital del terreno MDE-Ar Carta 3360-11, herramientas del Sistema de Información Geográfica QGIS, fotointerpretación satelital y datos del relevamiento en campo. A continuación se presentan las cuencas de escurrimiento en el área de interés.

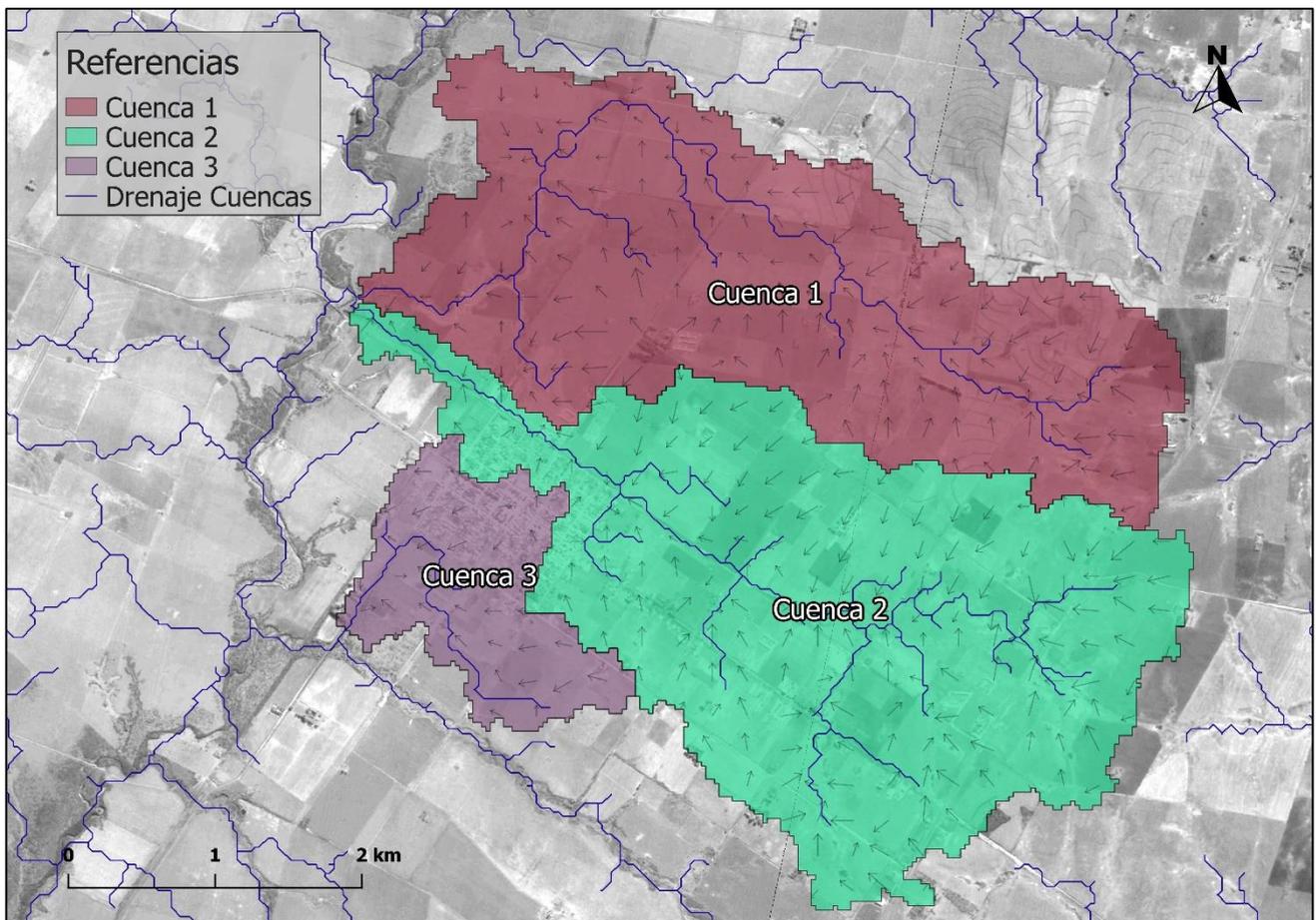


Figura 7 : Cuencas de drenaje

En la Tabla 12 se muestran los parámetros característicos de cada cuenca:

Tabla 12 : Características de cuencas

	Área (ha)	Longitud cauce principal (km)	Pendiente hidráulica (%)	Tiempo de concentración (hs)
Cuenca 1	921	8.4	0.29	3.3
Cuenca 2	1074	7.7	0.34	2.9
Cuenca 3	211	2.9	0.10	2.2

### 3.1.2 Subcuencas de aporte

Para diseñar el sistema de drenaje se subdividió la cuenca de interés en subcuencas de aporte a las canalizaciones.

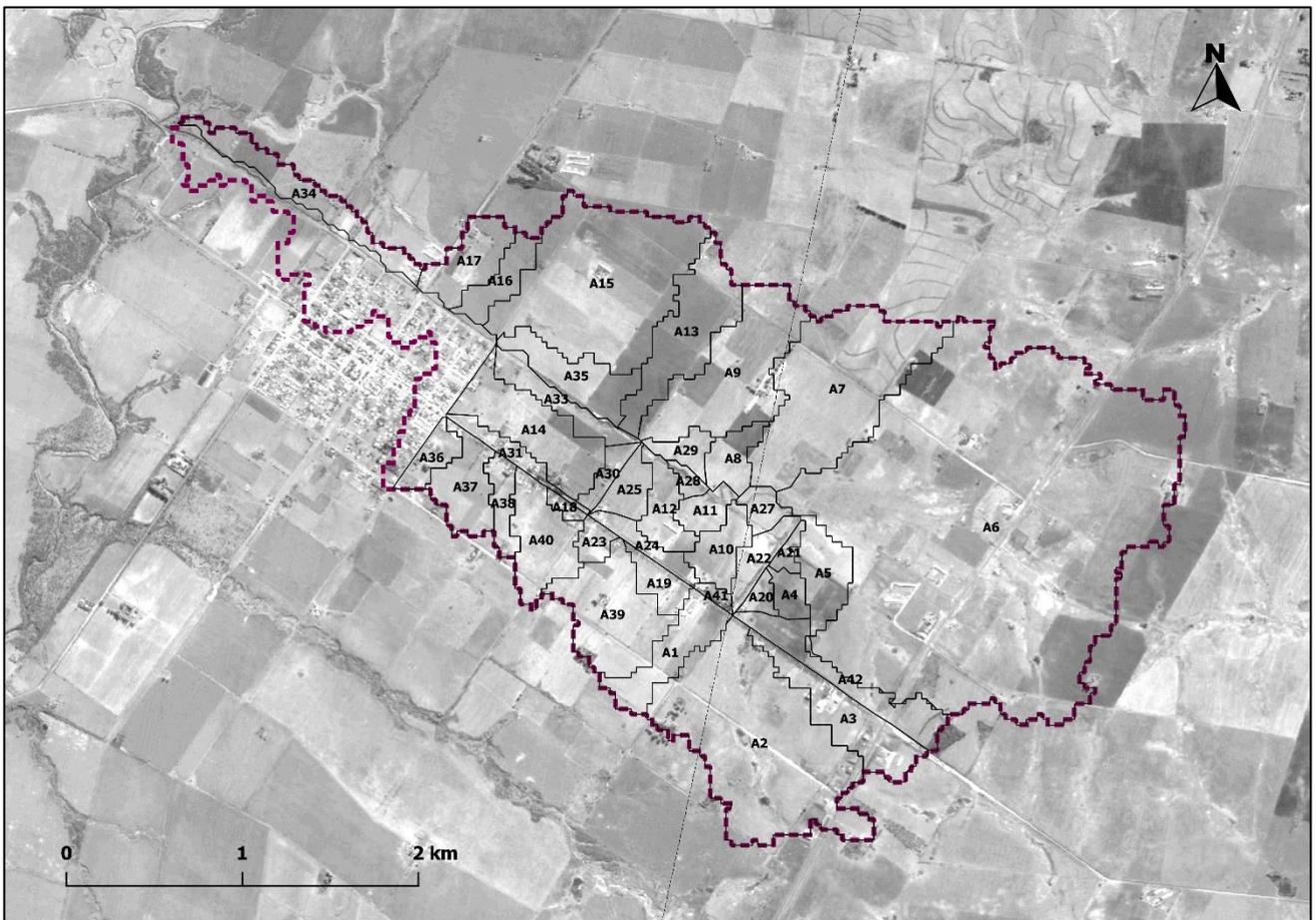


Figura 8 : Subcuencas de aporte

Tabla 13 : Parámetros de subcuencas

<b>Cuenca</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Tc (min)</b>
<b>A1</b>	17	19
<b>A2</b>	89	37
<b>A3</b>	23	15
<b>A4</b>	5	7
<b>A5</b>	14	16
<b>A6</b>	339	113
<b>A7</b>	64	29
<b>A8</b>	9	15
<b>A9</b>	43	25
<b>A10</b>	10	8
<b>A11</b>	6	12
<b>A12</b>	11	7
<b>A13</b>	29	23
<b>A14</b>	28	34
<b>A15</b>	76	50
<b>A16</b>	10	9
<b>A17</b>	15	15
<b>A18</b>	2	13
<b>A19</b>	7	15
<b>A20</b>	3	11
<b>A21</b>	3	12
<b>A22</b>	8	21
<b>A23</b>	4	10
<b>A24</b>	7	22
<b>A25</b>	8	15
<b>A27</b>	5	22
<b>A28</b>	3	17
<b>A29</b>	6	26
<b>A30</b>	5	16
<b>A31</b>	7	30
<b>A33</b>	11	45
<b>A34</b>	19	62
<b>A35</b>	17	45
<b>A36</b>	7	25
<b>A37</b>	15	10
<b>A38</b>	7	13
<b>A39</b>	31	16
<b>A40</b>	20	17
<b>A41</b>	2	12
<b>A42</b>	19	16

### 3.2 Tormenta de diseño

Para dimensionar el sistema de drenaje se utilizó la recurrencia de una tormenta equivalente a 10 años, que es lo más aconsejable para obras de este tipo. Se evaluó en dos escenarios, tormenta de diseño por el método racional modificado y por el método del NRCS.

#### 3.2.1 Método del NRCS

Se utiliza el método de los bloques alternos considerando una tormenta de 6 horas de duración y paso temporal de 5 minutos. Se considera un déficit mínimo de 1,2 mm/h y 71,5 como número de curva, correspondiente a Vertisoles, uso agrícola ganadero, suelos GH C con cubierta de pradera o pastizal y condición regular.

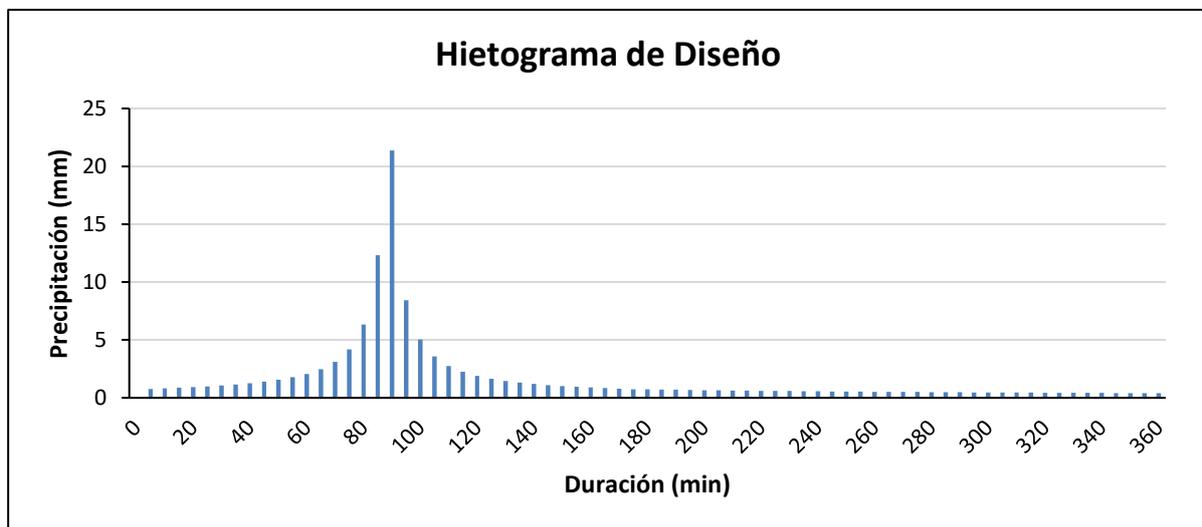


Figura 9 : Hietograma

Se observa que el pico de la lluvia en el hietograma se encuentra en el primer cuarto de la duración, esto es debido a que de acuerdo a la bibliografía utilizada para tormentas en esta ubicación (pluviógrafo de Concepción del Uruguay) y con una duración entre 180 y 360 minutos la mayor cantidad de agua cae en el primer cuarto del tiempo total de la tormenta.

En la siguiente figura se presenta la lámina acumulada para la tormenta de diseño en la cual se expresa el total de la precipitación en el tiempo.

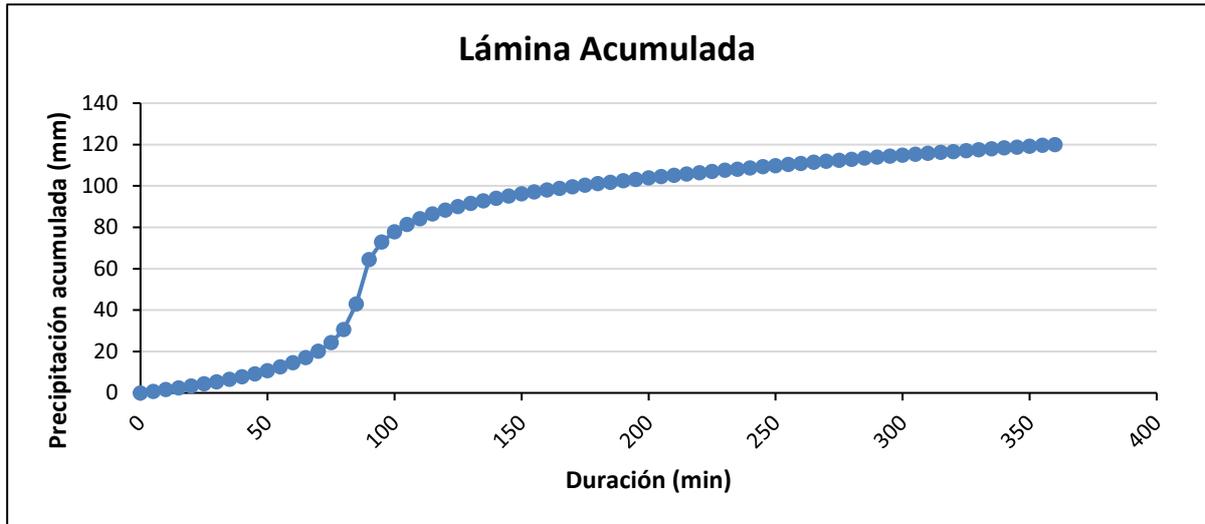


Figura 10 : Lámina acumulada

### 3.2.2 Método Racional Modificado

Al utilizar el método del NRCS para estimar la tormenta de proyecto se puede estar subestimando el evento de lluvia y tomando en cuenta que según el Urban Design Manual el método racional es aplicable hasta para cuencas de 80 hectáreas, se plantea la comparativa entre estas dos metodologías para seleccionar la tormenta más condicionante.

Para determinar la duración de la tormenta se evalúa el tiempo de concentración de cada subcuenca y se calcula un tiempo de concentración promedio de 20 minutos. No se consideró la subcuenca A6 para este cálculo debido a que no se considera representativa del conjunto de subcuencas.

Luego se determina la intensidad correspondiente a una tormenta de duración 20 minutos y una recurrencia de 10 años,

$$I = \frac{1183.7 * (10^{0,23})}{(20 + 9)^{0,78}} = 145,4 \text{ mm/h}$$

Esta es la intensidad de precipitación a utilizar para el cálculo de los hidrogramas.

### 3.3 Hidrogramas de Diseño

Para proceder al diseño se realiza el pasaje de precipitación a caudal.

#### 3.3.1 Método del NRCS

Para determinar la variación del caudal en el tiempo correspondiente a la tormenta de diseño de este método se utiliza el hidrograma triangular del NRCS para el cálculo. En la siguiente figura se presentan los hidrogramas de salida de la totalidad de las subcuencas consideradas.

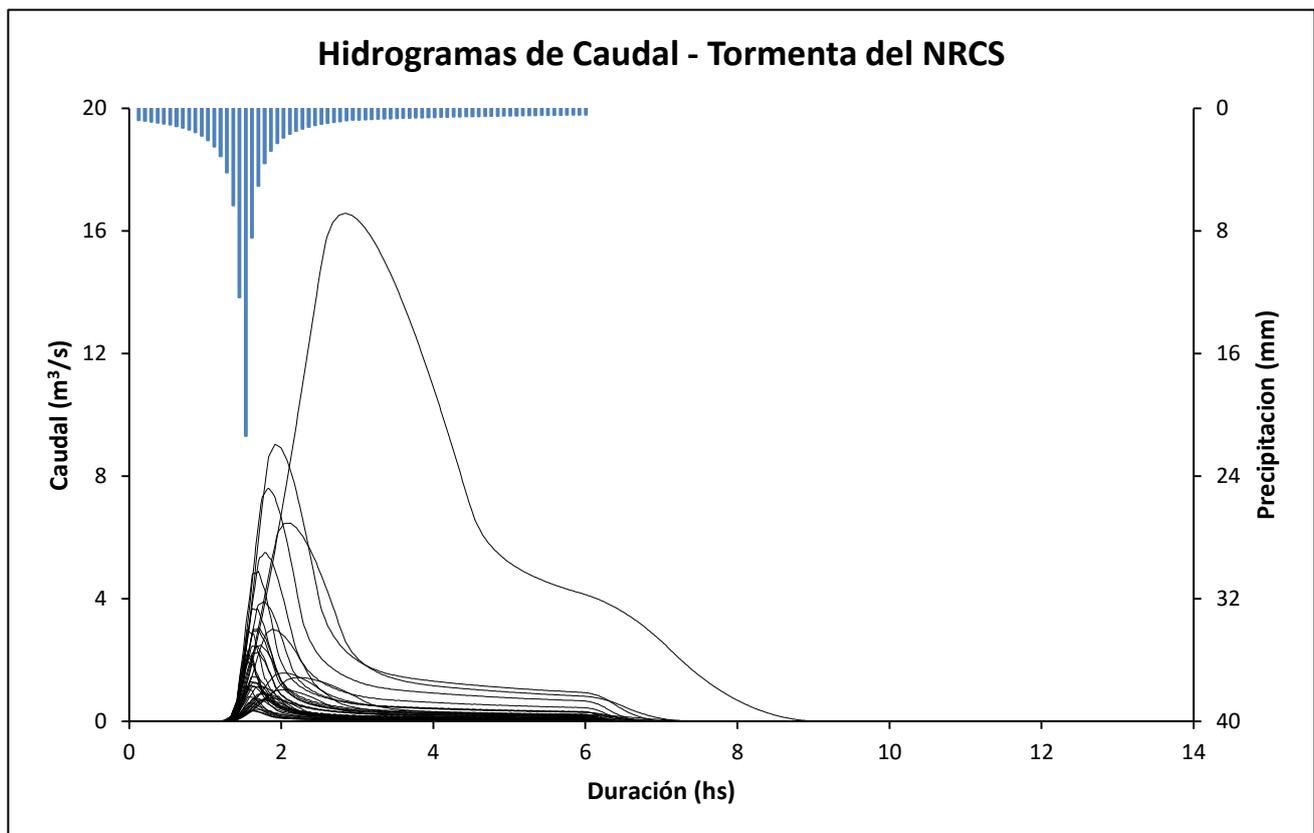


Figura 11 : Hidrogramas de diseño mediante hidrograma unitario del NRCS

#### 3.3.2 Método Racional

Se realiza el pasaje de precipitación a caudal para la tormenta determinada por el método racional. Debido al aspecto rural de las subcuencas se utiliza un coeficiente de escorrentía de 0,36 correspondiente a áreas de cultivo<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Extraído de tabla de *Chow, Maidment, Mays (1994)*.

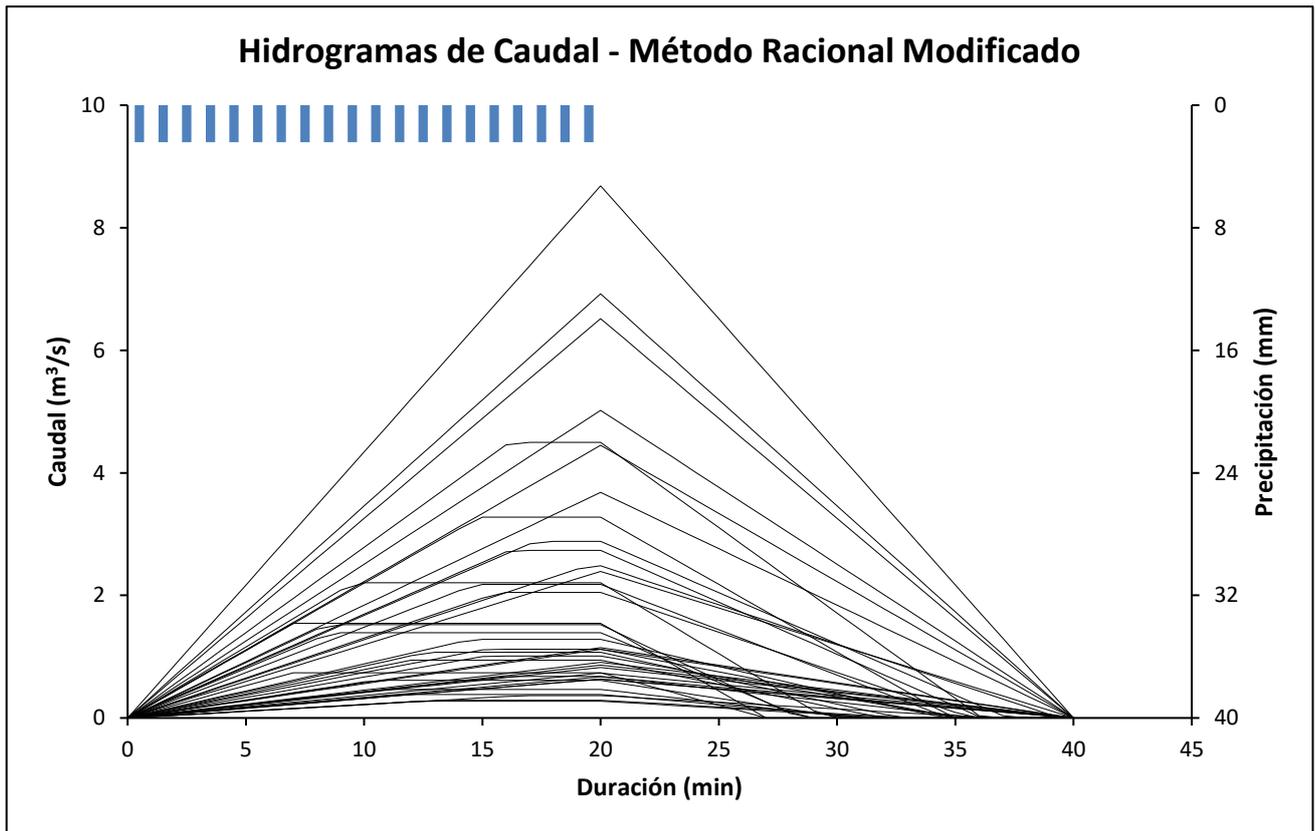


Figura 12 : Hidrogramas de diseño mediante Método Racional

### 3.4 Diseño del sistema

A partir de los resultados del cálculo de los hidrogramas de caudal y tormentas de diseño se decide utilizar los correspondientes al método racional modificado debido a que la corta duración de la tormenta y las altas intensidades de precipitación presentan una mayor condicionante al sistema.

Para el diseño del sistema se aplica un proceso iterativo, de donde se parte de la situación actual utilizando la tormenta de diseño y se determina el caudal máximo en cada tramo mediante el SWMM, luego si se decide alguna modificación se ingresa en el modelo y se vuelven a determinar los caudales máximos en cada tramo.

#### 3.4.1 Modelo Matemático EPA SWMM

Se trabajó mediante un modelo de onda dinámica, con ecuaciones de fuerza de Darcy-Weisbach, tolerancia de convergencia de 0.0015 metros en la carga, 1 segundo de routing y reportes cada 1 minuto. Las descargas de los canales fueron modeladas como descargas con tirante normal, y para el modelado de las alcantarillas se debió ingresar el código

correspondiente ( 1 – Circular con borde cuadrados, 9 – Rectangular con alerones a 30-75°, 11 – Rectangular con alerones a 0°).

Se estudiaron dos situaciones, cada una con una condición de borde aguas abajo distinta:

- a) Tormenta de diseño y descarga con tirante normal
- b) Crecida extraordinaria del arroyo

### 3.4.2 Descarga con tirante normal

#### Configuración del sistema en SWMM

En la siguiente imagen se presenta la configuración del sistema.

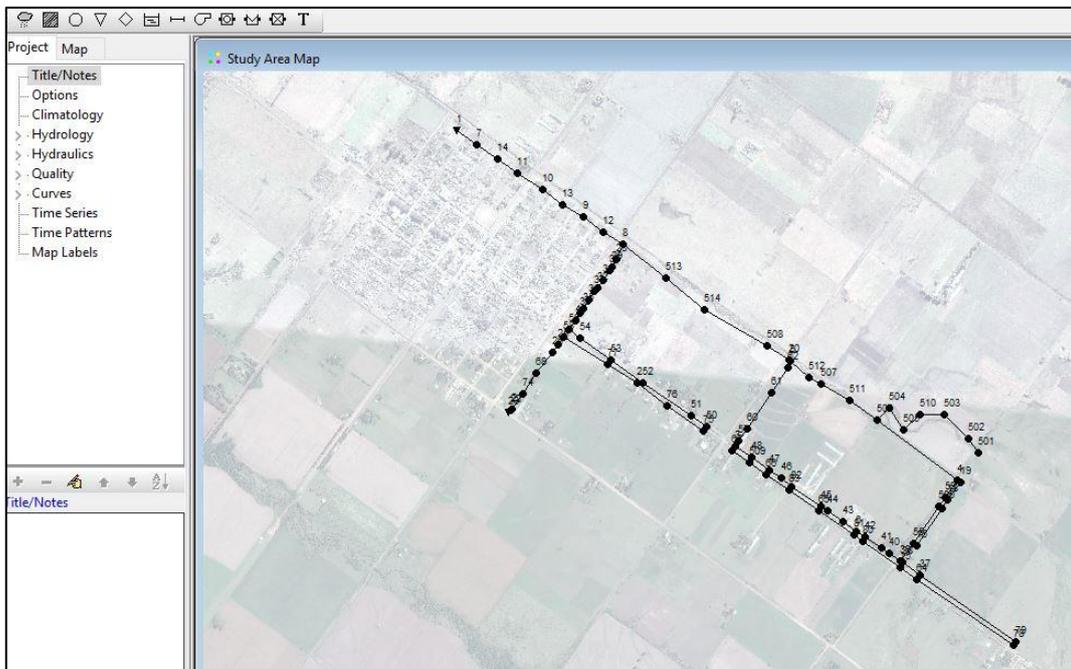


Figura 13 : Disposición de elementos del modelo

#### Diseño de canales

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos del diseño de canales. Es de notar las altas tensiones rasantes calculadas, no siendo el suelo suficiente revestimiento para resistirlas, por lo tanto se deberá reparar los canales luego de eventos extremos de gran magnitud.

Tabla 14 : Secciones de los elementos del macro drenaje

	Q (m <sup>3</sup> /s)	S (m/m)	b (m)	y (m)	H (m)	T (m)	v (m/s)	Fr	T <sub>d</sub> (N/m <sup>2</sup> )
<b>Tramo 1 Der</b>	9.7	0.0027	4.2	1.01	1.7	14.4	1.34	0.51	26.2
<b>Tramo 1 Izq</b>	9	0.0027	4	1.16	2.3	8.5	1.51	0.49	30.2
<b>Tramo 2</b>	10.3	0.005	5	0.82	1.0	11	1.68	0.68	40.3
<b>Tramo 3 Der</b>	1.58	0.006	2	0.43	1.1	7.5	1.18	0.66	25.6
<b>Tramo 3 Izq</b>	5.1	0.007	2.2	0.77	1.27	7.5	1.78	0.77	52.7
<b>Tramo 4</b>	7.9	0.007	5	0.7	1	10	1.79	0.79	45.5
<b>Tramo 5 Der</b>	1.6	0.006	7	0.23	1.27	16.5	0.89	0.63	13.4
<b>Tramo 5 Izq</b>	4.8	0.006	4	0.59	1.2	8.7	1.55	0.71	35.1
<b>Tramo 6</b>	1.13	0.001	2	0.63	1.2	5.6	0.61	0.28	6.2
<b>Tramo 7</b>	8.0	0.003	2	1.3	1.7	7	1.54	0.52	38.6
<b>Cda Tramo 4</b>	25.7	0.003	7	1.43	2.6	17.4	1.82	0.55	39.3
<b>Cda Tramo 3</b>	31.5	0.002	5	2.00	2.6	15.4	1.76	0.48	39.0
<b>Cda Tramo 2</b>	38.0	0.003	4	2.27	2.8	12.3	2.26	0.58	66.8

Si bien para determinar las dimensiones de los canales se han utilizado como base los criterios de diseño descriptos, se han realizado ajustes debido a restricciones topográficas y a resultados de la modelación hidráulica.

### Diseño de alcantarillas

El diseño fue realizado analíticamente y verificado en SWMM.

- **Tramo 1 – Tramo 2 – Longitudinal**

Caudal 9,6 m<sup>3</sup>/s, dos secciones rectangulares, ancho de base 2,0 metros y altura 1,0 metros, 10 metros de largo y pendiente 1,5%.

#### Diseño:

Se determina el área necesaria para que la velocidad no supere los 3,0 m/s.

$$A_{necesaria} = \frac{Q}{v_{adm}} = \frac{9,6 \text{ m}^3/\text{s}}{3,0 \text{ m/s}} = 3,2 \text{ m}^2$$

Se asume que se utilizaran dos bocas y se determina el ancho disponible en el canal, considerando un espacio entre alcantarillas de 0,30 metros.

$$\text{Ancho disp} = 5,0 \text{ m} - 0,3 \text{ m} = 4,7 \text{ metros}$$

Luego se computan los valores de  $n$ ,  $r/D$  y  $Cd$

$$n = 0,013 \quad ; \quad \frac{r}{D} = 0,06 \quad ; \quad Cd = 0,94$$

Se determina la altura  $z$  como,

$$z = S \cdot L = 0,015 \cdot 10 \text{ m} = 0,15 \text{ m}$$

En este caso al tenerse una alcantarilla ya construida se decide conservarla y agregar otra de iguales dimensiones lo que verifica la condición de área necesaria.

A partir de la modelación en SWMM se determinan los tirantes  $h_1$  y  $h_4$ .

$$h_1 = 1,77 \text{ m} \quad ; \quad h_4 = 0,61 \text{ m}$$

Se determina entonces,

$$\frac{h_1 - z}{D} = \frac{1,77 \text{ m} - 0,15 \text{ m}}{1,0 \text{ m}} = 1,62$$

$$\frac{h_4}{D} = \frac{0,61 \text{ m}}{1,0 \text{ m}} = 0,61$$

Se determina que la alcantarilla funcionará como tipo 3.

- **Tramo 3 – Tramo 4 – Transversal**

Caudal  $6,1 \text{ m}^3/\text{s}$ , dos secciones rectangulares, ancho de base  $1,9$  metros y altura  $0,6$  metros,  $15$  metros de largo y pendiente  $1,9\%$ .

Diseño:

Se determina el área necesaria para que la velocidad no supere los  $3,0 \text{ m/s}$ .

$$A_{necesaria} = \frac{Q}{v_{adm}} = \frac{5,1 \text{ m}^3/\text{s}}{3,0 \text{ m/s}} = 1,7 \text{ m}^2$$

Se asume que se utilizaran dos bocas y se determina el ancho disponible en el canal, considerando un espacio entre alcantarillas de 0,30 metros.

$$\text{Ancho disp} = 5,0 \text{ m} - 0,3 \text{ m} = 4,7 \text{ metros}$$

Luego se computan los valores de  $n$ ,  $r/D$  y  $Cd$

$$n = 0,013 \quad ; \quad \frac{r}{D} = 0,06 \quad ; \quad Cd = 0,94$$

Se determina la altura  $z$  como,

$$z = S.L = 0,019.15 \text{ m} = 0,285 \text{ m}$$

Se calcula mediante manning el tirante en el cauce aguas abajo,

$$h_4 = 0,82 \text{ m}$$

Luego se seleccionan las dimensiones de la alcantarilla, ancho de 1,9 metros y alto de 0,6 metros, lo cual cumple con la condición de área necesaria. Finalmente se determina el tirante  $h_1$ .

$$h_1 = 1,19 \text{ m}$$

Se determina entonces,

$$\frac{h_1 - z}{D} = \frac{1,19 \text{ m} - 0,285 \text{ m}}{0,6 \text{ m}} = 1,51$$

$$\frac{h_4}{D} = \frac{0,82 \text{ m}}{0,6 \text{ m}} = 1,37$$

La alcantarilla funcionará como tipo 1.

- **Cañada Rocamora Tramo 4 – Cañada Rocamora Tramo 3 – Longitudinal**

Caudal de 29.7 m<sup>3</sup>/s, dos secciones rectangulares, ancho de base 2,5 metros y altura 1,9 metros, 8 metros de largo y pendiente de 0,3%.

Diseño:

Se determina el área necesaria para que la velocidad no supere los 3,0 m/s.

$$A_{necesaria} = \frac{Q}{v_{adm}} = \frac{29,7 \text{ m}^2/\text{s}}{3,0 \text{ m/s}} = 9,9 \text{ m}^2$$

Se asume que se utilizaran dos bocas y se determina el ancho disponible en el canal, considerando un espacio entre alcantarillas de 0,30 metros.

$$\text{Ancho disp} = 7,0 \text{ m} - 0,3 \text{ m} = 6,7 \text{ metros}$$

Luego se computan los valores de  $n$ ,  $r/D$  y  $Cd$

$$n = 0,013 \quad ; \quad \frac{r}{D} = 0,06 \quad ; \quad Cd = 0,94$$

Se determina la altura  $z$  como,

$$z = S \cdot L = 0,003,8 \text{ m} = 0,024 \text{ m}$$

Luego se seleccionan las dimensiones de la alcantarilla, ancho de 2,5 metros y alto de 1,9 metros.

A partir de la modelación en SWMM se determinan los tirantes  $h_1$  y  $h_4$ .

$$h_1 = 2,924 \text{ m} \quad ; \quad h_4 = 1,74 \text{ m}$$

Se determina entonces,

$$\frac{h_1 - z}{D} = \frac{2,924 \text{ m} - 0,024 \text{ m}}{1,9 \text{ m}} = 1,53$$

$$\frac{h_4}{D} = \frac{1,74 \text{ m}}{1,9 \text{ m}} = 0,9$$

Se determina que la alcantarilla funcionará como tipo 3, lo cual disminuye el caudal pico en la cañada.

#### 3.4.2.1 Resultados de la modelación

En las siguientes figuras se muestran los resultados obtenidos a partir de la simulación del sistema con los canales y alcantarillas diseñados.

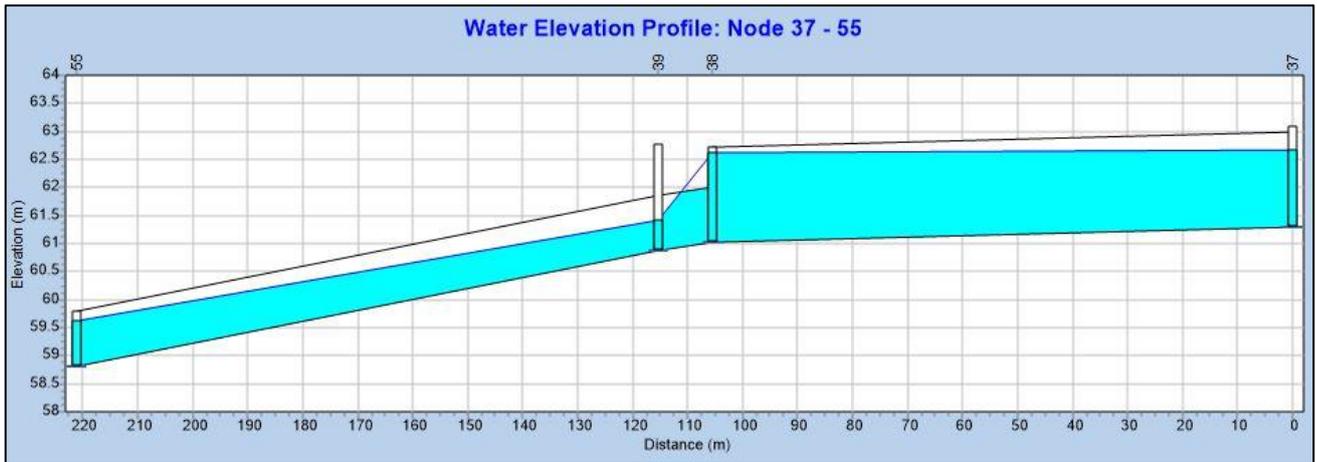


Figura 14 : Alcantarilla número 2

Para la alcantarilla número 2 se agregó otra caja de igual dimensiones a la existente, rectangular 2 metros de ancho y 1 metro de alto, junto con la excavación del canal tramo 2 y la readecuación del tramo 1 sector derecho resuelven la inundación de la calle lateral, como se aprecia en la Figura 14.

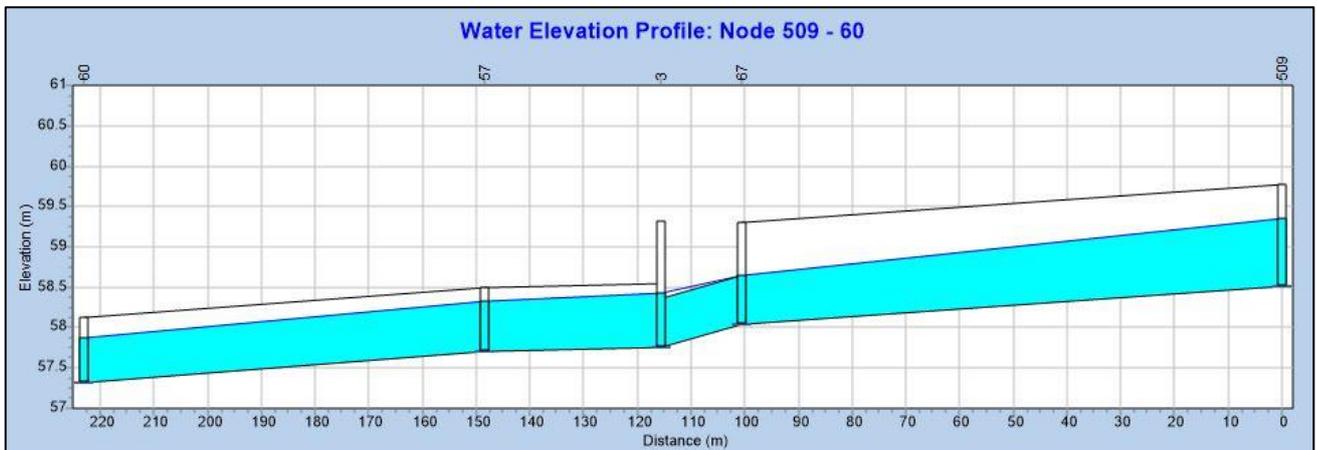


Figura 15 : Alcantarilla número 4

Para la alcantarilla número 4 se utilizan dos cajas de igual dimensiones, rectangulares de 1,9 metros de ancho y 0,6 metros de alto, lo que soluciona el problema de desbordes en el sector, como se aprecia en la Figura 15.

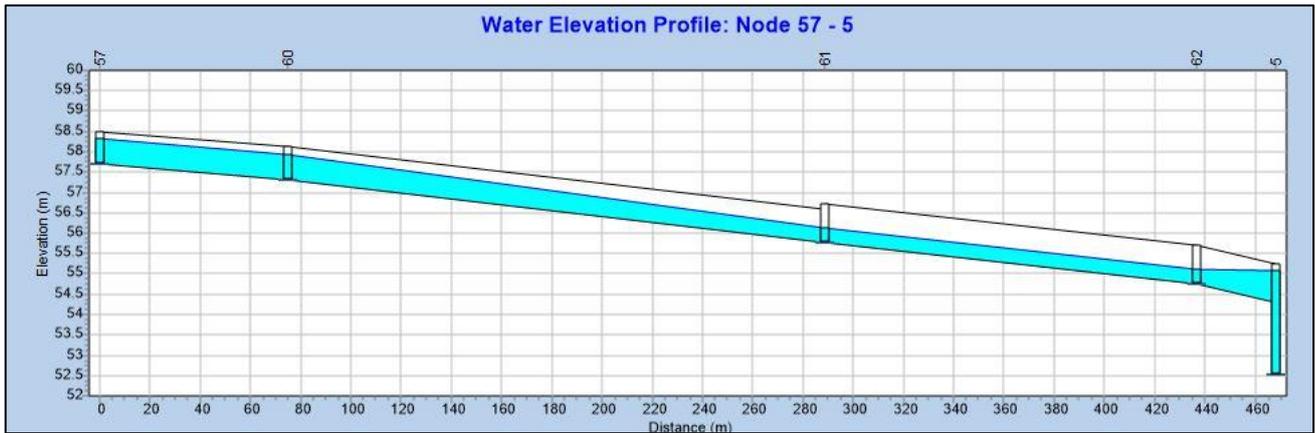


Figura 16 : Canal tramo 4

En la Figura 16 se observa el tramo 4 donde se prevé un relleno en su tramo final con el objetivo de construir una alcantarilla que permita el cruce a través de la cañada rocamora. En la zona donde se prevé la construcción de la alcantarilla, rectangular de dos bocas de 2,5 metros de ancho y 1,9 metros de alto, actualmente no existe infraestructura que permita el cruce en eventos de crecida. En la Figura 17 se observa un perfil longitudinal de la cañada rocamora en la zona de la alcantarilla proyectada.

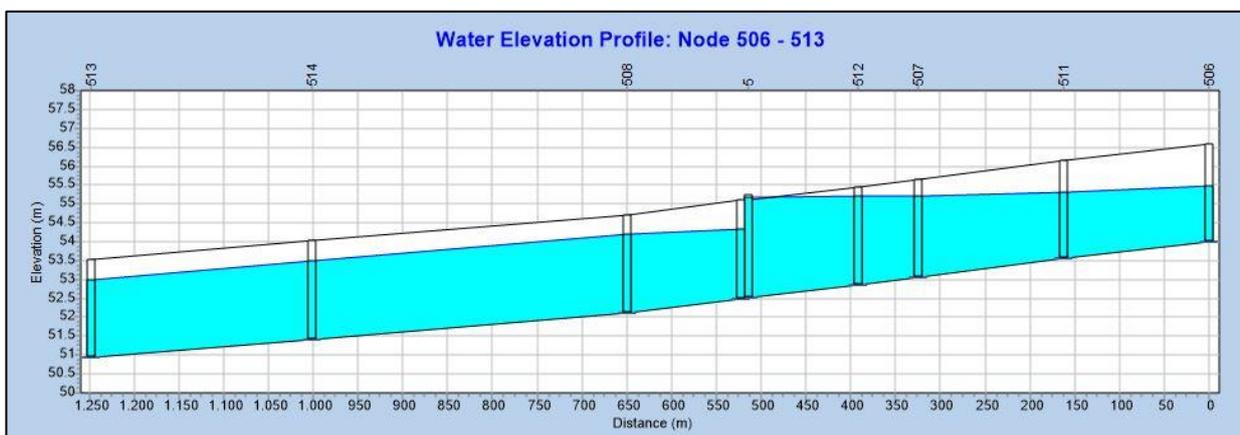


Figura 17 : Perfil del canal Rocamora en la zona de la alcantarilla proyectada

La cota máxima aguas arriba de la alcantarilla es de 55,42 metros (Cota IGN) lo que corresponde a una profundidad de 2,90 metros, el canal en este sector tiene una profundidad de 2,70 metros por lo que será necesario un coronamiento de 0,20 metros. Queda definida entonces la cota mínima de emplazamiento del camino en 55,62 metros.

Para el tramo 6 se prevé una extensión del mismo hasta el Bv. Pedro Lucero, se prevé adecuar la alcantarilla transversal en el cruce del Bv. Dr. Salas y Bv. Pedro Lucero y conectarla al tramo 6 lo que materializa un trasvase de cuenca. Ésta alcantarilla existente, circular de dos bocas de 0,8 metros de diámetro, aliviara el tramo descargando a una cañada afluente al Clé. En la Figura 18 se observa el funcionamiento del tramo 6 en el momento más crítico. Se recomienda mantener el canal tramo 7 lo más limpio posible.

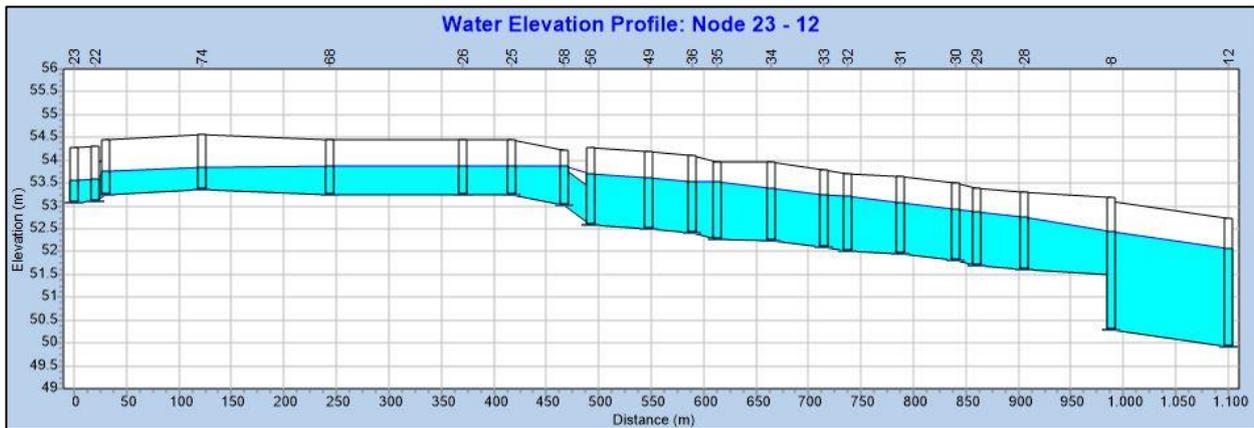


Figura 18 : Perfil del canal Tramo 6 desde Pedro Lucero hasta la descarga en la cañada

En la Figura 19 se observa el hidrograma de salida por la cañada rocamora.

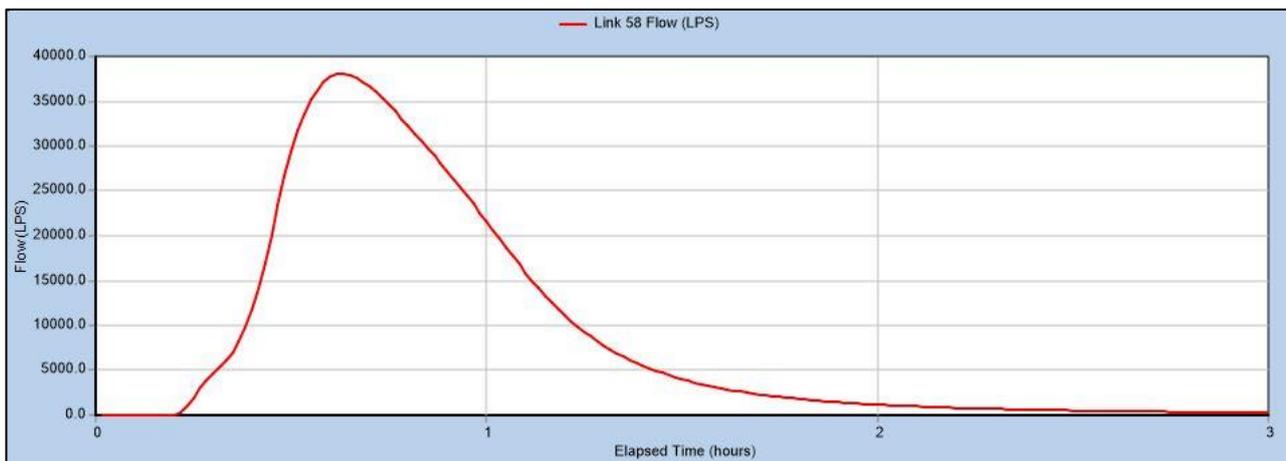


Figura 19 : Hidrograma de salida por Cañada Rocamora

Se obtiene un caudal pico de 38,0 m<sup>3</sup>/s.

### 3.4.3 Crecida extraordinaria del arroyo

Se consideró una crecida extraordinaria del arroyo de 100 años de recurrencia.

#### Cuenca del Arroyo Clé

Se trazó la cuenca de aporte del arroyo con punto de cierre en la desembocadura de la cañada Rocamora. Fue utilizado el modelo digital de elevación SRTM<sup>6</sup> y herramientas del sistema de información geográfica GRASS (Geographic Resources Analysis Support System).

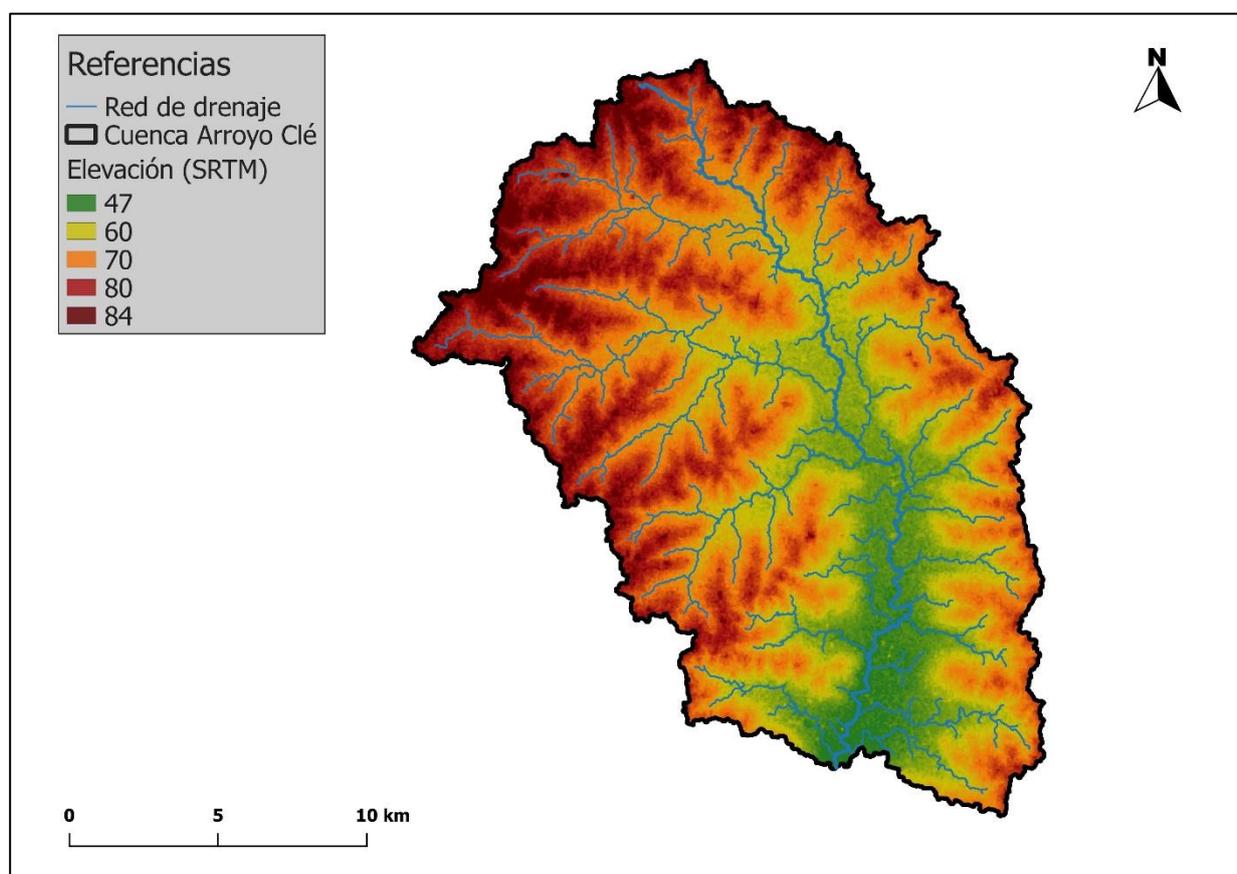


Figura 20 : Cuenca de aporte Arroyo Clé

<sup>6</sup> <https://earthexplorer.usgs.gov/>

Se determinaron las siguientes características de la cuenca, la pendiente media del cauce se calculó por velocidad.

Tabla 15 : Características de la cuenca del Arroyo Clé

	Área (ha)	Longitud cauce principal (km)	Pendiente hidráulica (%)	Tiempo de concentración (hs)
<b>Cuenca Arroyo Clé</b>	31344	35	0.07	17.2

### **Tormenta Extrema**

La tormenta de diseño fue determinada mediante el método del NRCS, no fue despreciado el coeficiente de decaimiento areal y se optó por el enfoque clásico de 12 intervalos de duración  $t_c/7$ . Para la intensidad se utilizó la formula mencionada anteriormente para la localidad de Gobernador Mansilla. Se seleccionó un número de curva conservador de 71.5 correspondiente a Vertisoles, uso agrícola ganadero, suelos GH C con cubierta de pradera o pastizal y condición regular.

Se determinaron las siguientes intensidades de precipitación para cada paso de tiempo de la tormenta:

Tabla 16 : Intensidades de precipitación para cada paso de tiempo de la tormenta

Duración (h)	Intensidad (mm/h)
2.5	65.5
5.0	39.0
7.5	28.6
10.0	23.0
12.5	19.3
15.0	16.8
17.5	14.9
20.0	13.5
22.5	12.3
25.0	11.3
27.5	10.5
30.0	9.8

Una vez determinadas estas intensidades se calcula el hietograma de diseño de la tormenta.

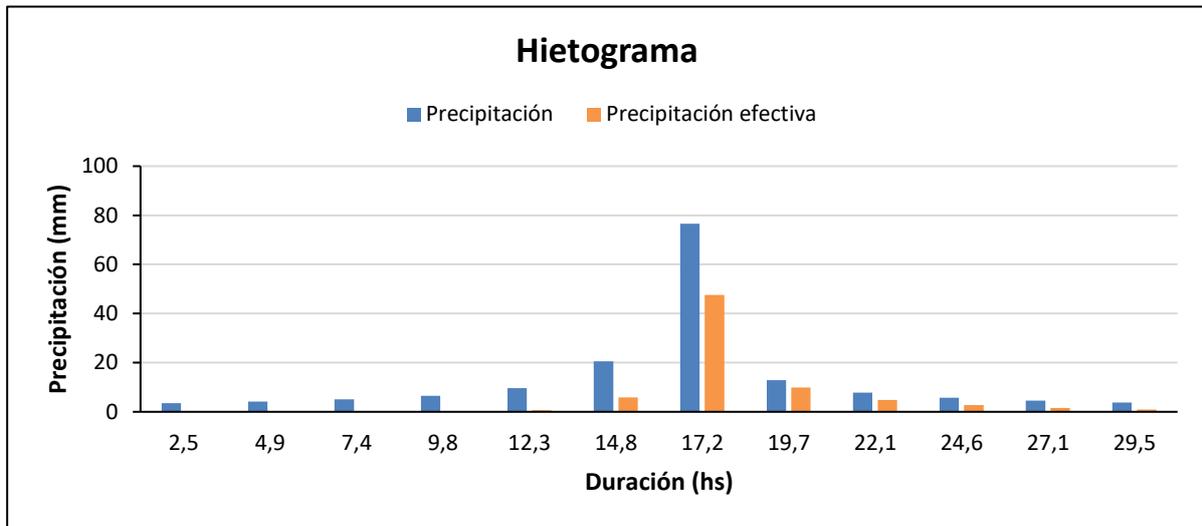


Figura 21 : Hietograma - Cuenca del Arroyo Clé

### Hidrogramas de Caudal

El hidrograma de caudal para la cuenca de aporte del arroyo fue calculado mediante el hidrograma unitario del método NRCS.

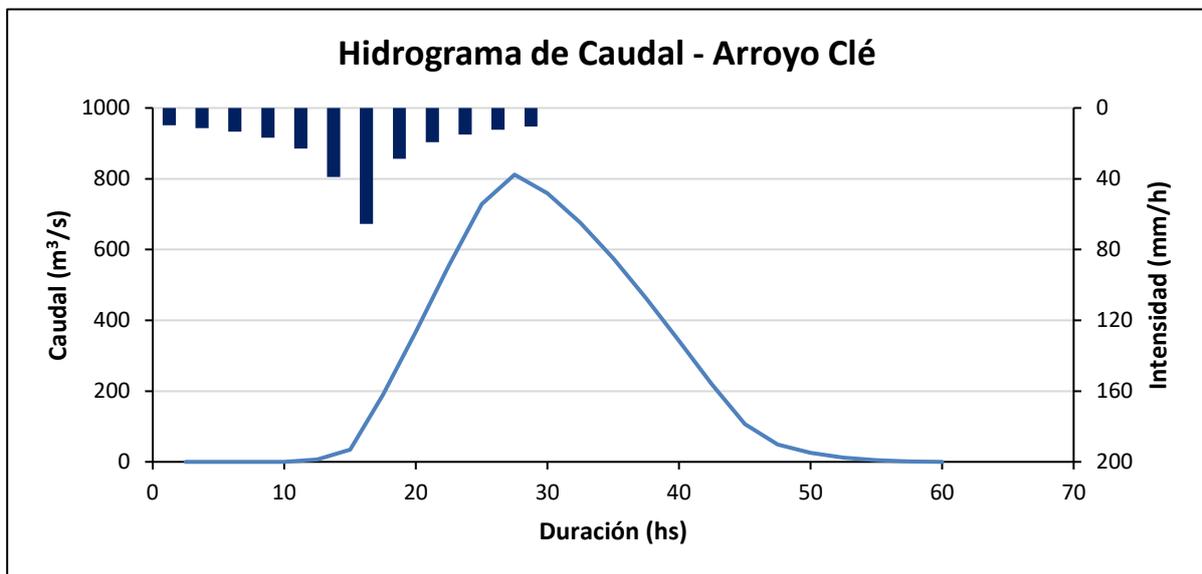


Figura 22 : Hidrograma de caudal - Cuenca de aporte del Arroyo Clé

Para aplicar la misma tormenta en cada una de las subcuencas de la localidad se aplicó el método racional modificado utilizando las intensidades de precipitación determinadas para

la cuenca del arroyo (Tabla 16), de esta forma se simula la misma tormenta en toda el área considerada. Se obtiene el siguiente resultado,

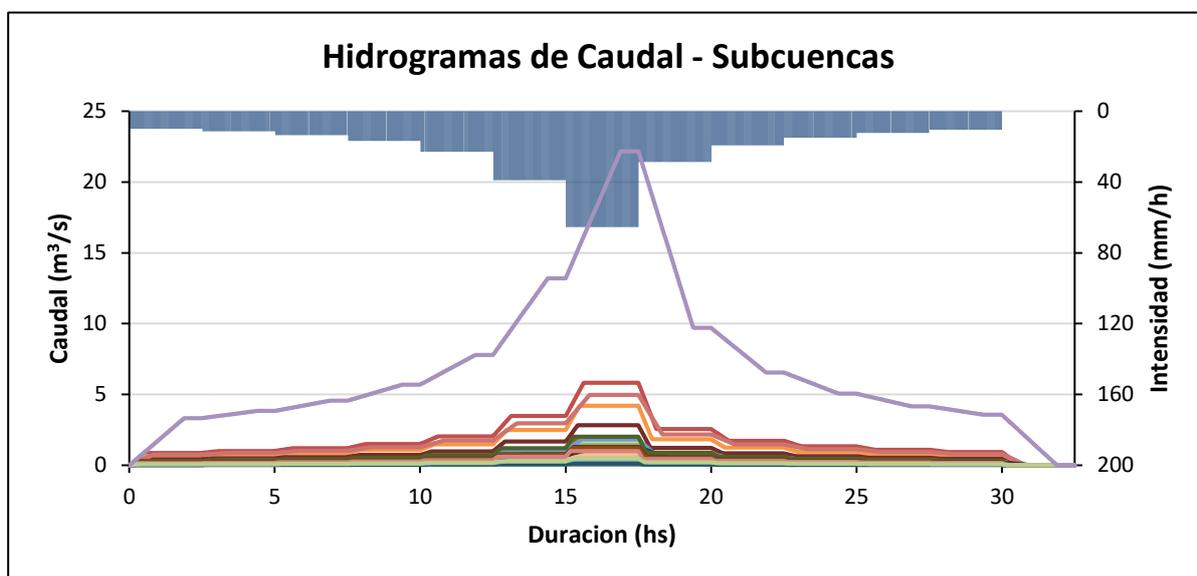


Figura 23 : Hidrogramas de caudal - Subcuencas de la localidad

Se observa que gran parte del escurrimiento proviene de la subcuenca A6 (hidrograma con caudal pico más alto) esta subcuenca se encuentra en la parte alta de la cuenca 2.

Si bien no se cuentan con aforos del arroyo Clé, si se encuentran aforados algunos cursos cercanos de la Provincia de Entre Ríos. En la siguiente figura se muestran en rojo los puntos de aforo de la Red Hidrológica Nacional.

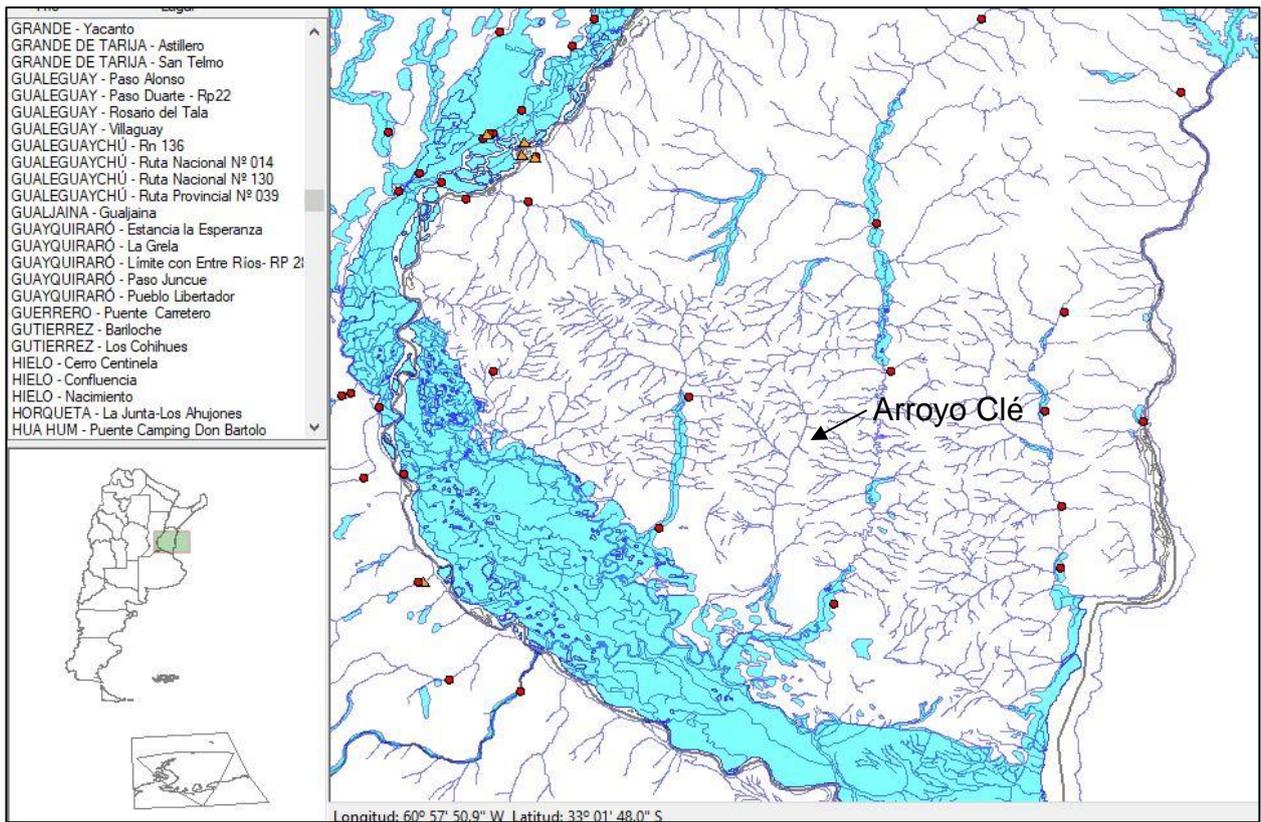


Figura 24 : Puntos de aforo (Fuente: Red Hidrológica Nacional)

La estación NOGOYÁ - Ruta Provincial N° 039 presenta los siguientes caudales aforados.



Figura 25 : Estación NOGOYÁ - Ruta Provincial N° 039

Fecha	Hora	Escala Media [m]	Caudal Líquido [m <sup>3</sup> /seg]	Área [m <sup>2</sup> ]	Ancho Superficial [m]	Perímetro Mojado [m]	Velocidad Media [m/seg]	Velocidad Máxima [m/seg]
04/04/2013	15:00	1,55	1,1	6,4	16,0	16,6	0,17	0,49
10/05/2013	09:00	3,79	12,9	67,2	37,0	38,3	0,19	0,41
05/06/2013	09:00	1,85	2,2	12,4	20,0	20,4	0,18	0,23
10/07/2013	18:00	1,65	1,4	11,6	20,0	20,4	0,12	0,21
08/08/2013	17:00	1,65	1,4	10,1	21,0	21,2	0,14	0,18
05/09/2013	09:30	1,46	1,0	7,9	20,0	20,2	0,12	0,20
29/10/2013	14:00	2,09	3,4	16,8	20,5	21,3	0,20	0,28
05/11/2013	12:30	4,68	30,1	227,3	207,0	208,2	0,13	0,56
09/12/2013	09:20	2,05	8,1	40,8	26,5	27,8	0,20	0,29
08/01/2014	08:40	1,66	1,8	8,8	19,0	19,3	0,20	0,38
05/02/2014	15:30	4,51	24,4	188,6	203,4	205,0	0,13	0,56
06/03/2014	09:00	1,58	1,8	8,7	19,3	19,6	0,20	0,34
09/04/2014	14:00	6,50	677,9	818,7	333,0	338,8	0,83	2,46
08/05/2014	15:00	1,62	2,7	6,2	20,0	20,2	0,43	0,89

Figura 26 : Aforos en estación NOGOYÁ - Ruta Provincial N° 039

Si bien la cuenca de aporte en esta sección del curso es 6 veces mayor a la considerada del arroyo, se registran caudales de 677,9 m<sup>3</sup>/s y escalas medias de 6,50 metros.

### **Configuración del sistema en SWMM**

Las cotas de los nodos del arroyo fueron obtenidas a partir del modelo digital de elevación debido a la falta de información topográfica en la zona. Se tomó como pendiente la pendiente media del cauce principal y se ha utilizado un número de Manning de 0.05 para el cauce principal (Fuente: Storm Water Management Model Reference Manual Volume II – Hydraulics : Table G-1 Manning's roughness coefficient n for open channel).

La descarga del arroyo se modela como sección con tirante normal.

No se cuenta con una sección relevada del arroyo, por lo que se ha deducido a partir de datos del relevamiento topográfico del anteproyecto.

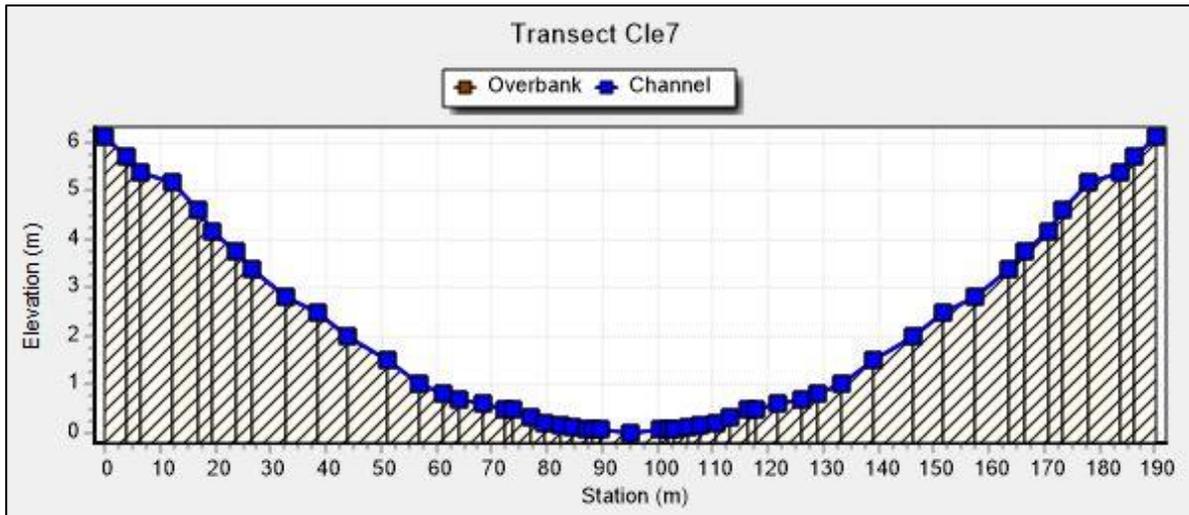


Figura 27 : Sección del arroyo Clé deducida a partir del relevamiento topográfico del anteproyecto

El denominado “Puente de Fierro” se encuentra a una altura de 6,11 metros medida desde el lecho del arroyo. Para el último tramo de la cañada Rocamora se utilizó la sección “Rocamora Canal 1” que puede encontrarse en el anexo del presente informe. En la siguiente imagen se presenta la configuración del sistema.

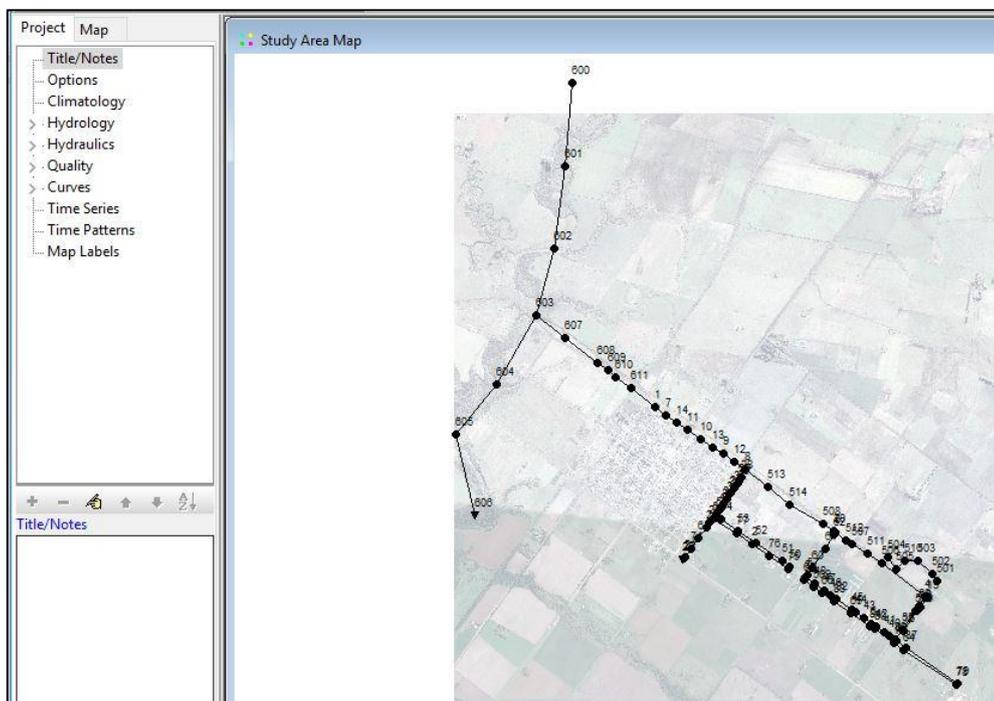


Figura 28 : Disposición de elementos del modelo

## Evaluación de la crecida

En la siguiente imagen se observa el resultado de la modelación en un perfil desde el nodo 9 en el inicio de la localidad hasta el nodo 606 donde se configuró la descarga del arroyo.

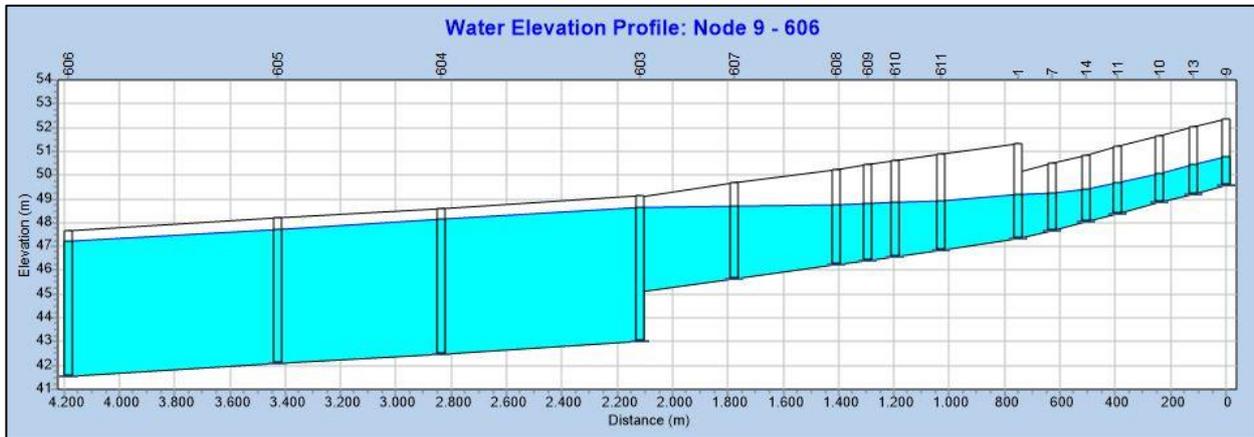


Figura 29 : Resultado modelación para crecida extraordinaria del Arroyo Clé de 100 años

En la Figura 30 se observan las profundidades experimentadas en el nodo de descarga de la cañada Rocamora (nodo 26).

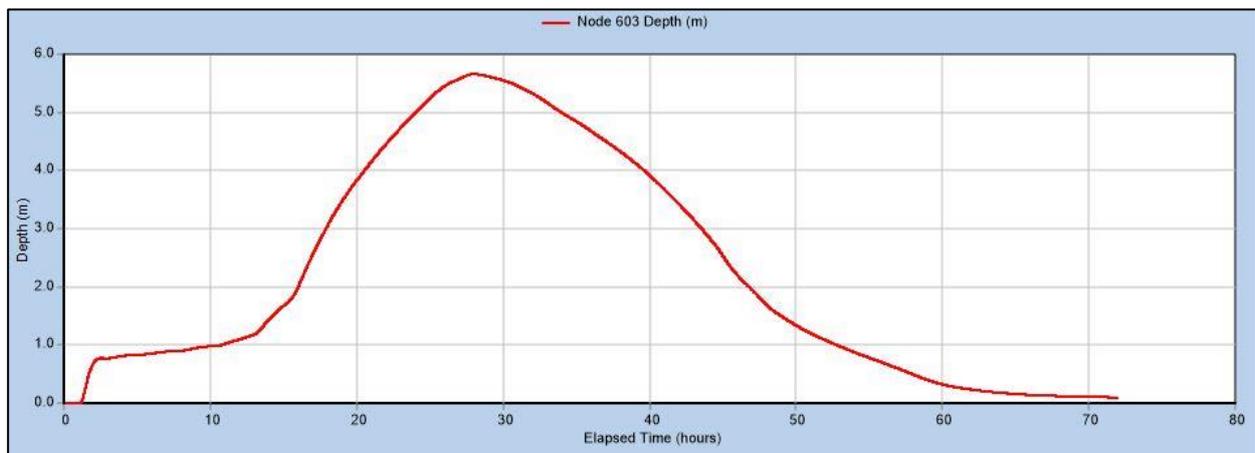


Figura 30 : Profundidad en el nodo 26

Se obtiene una profundidad máxima de 5,66 metros con lo que el puente no se ve afectado por la crecida. El caudal pico en la cañada es de 36,2 m<sup>3</sup>/s, lo que es menor al caudal pico de la tormenta de diseño, si bien la tormenta de la crecida es más extensa en duración lo que implica que todas las subcuencas alcanzan su caudal pico, las intensidades son menores a las de diseño. El sistema funciona satisfactoriamente para la crecida extraordinaria pudiendo desaguar adecuadamente.

## 4 ANEXOS

### 4.1 Cálculo del tirante normal en cunetas

En la siguiente tabla se presentan los cálculos de las cunetas de pluviales cuando trabajan en condición de tirante normal. Se diseñan para trabajar con un tirante igual o menor al 80% de la sección.

ID	n°	Á total (m²)	Aimp (m²)	C	I (mm/min)	Q (L/s)	Material	Cuneta tipo	n	Pend (%)	1V:zH	yn (m)	v* (m/s)
C-AB	2	7143	3982,9	0,56	1,71	113,5	ho	h1	0,018	0,11%	1,5	0,29	0,54
C-CD	4	14232	8051,2	0,57	1,36	182,8	ho	h1	0,018	0,21%	1,5	0,31	0,77
C-AB	5	28841	16303,7	0,57	1,37	372,8	ho	h4	0,018	0,22%	0,0	0,49	0,96
C-CD	6	10691	6049,4	0,57	1,64	165,6	ho	h1	0,018	0,17%	1,5	0,31	0,70
C-CD	8	14240	5448,3	0,38	1,46	132,6	ho	h1	0,018	0,10%	1,5	0,32	0,54
C-BC	15	28232	14660,8	0,52	1,44	352,8	ho	h4	0,018	0,15%	0,0	0,55	0,81
C-BC	16	37455	17804,3	0,48	1,41	419,0	ho	h4	0,018	0,27%	0,0	0,50	1,05
C-BC	17	48106	18190,8	0,38	1,41	427,0	ho	h4	0,018	0,36%	0,0	0,45	1,18
C-BC	18	32866	13070,2	0,40	1,47	321,3	ho	h1	0,018	0,43%	1,5	0,34	1,17
C-AB	19	10792	6102,4	0,57	1,56	159,1	ho	h1	0,018	0,18%	1,5	0,30	0,70
C-CD	21	14011	7921,4	0,57	1,35	178,3	ho	h1	0,018	0,16%	1,5	0,33	0,69
C-BC	22	24818	14011,7	0,56	1,26	293,4	ho	h4	0,018	0,10%	0,0	0,55	0,66
C-CD	22	17879	10098,0	0,56	1,36	228,7	ho	h4	0,018	0,10%	0,0	0,46	0,63
C-AB	23	14107	5467,6	0,39	1,39	126,3	ho	h1	0,018	0,14%	1,5	0,29	0,60
C-BC	23	60407	22985,7	0,38	1,15	438,8	ho	h4	0,018	0,20%	0,0	0,58	0,95
C-CD	23	10768	4098,0	0,38	1,71	116,9	ho	h1	0,018	0,10%	1,5	0,30	0,52
C-AB	24	7188	2735,7	0,38	1,70	77,4	ho	h1	0,018	0,10%	1,5	0,25	0,47
C-BC	24	82116	31130,2	0,38	1,12	578,5	ho	h4	0,018	0,41%	0,0	0,54	1,34

ID	n°	Á total (m²)	Aimp (m²)	C	I (mm/min)	Q (L/s)	Material	Cuneta tipo	n	Pend (%)	1V:zH	yn (m)	v* (m/s)
C-CD	24	18051	6848,2	0,38	1,55	176,5	ho	h1	0,018	0,15%	1,5	0,33	0,67
C-BC	26	3518	1341,7	0,38	1,53	34,3	ho	h1	0,018	0,21%	1,5	0,14	0,50
C-BC	30	31447	12565,0	0,40	1,61	337,0	ho	h1	0,018	0,25%	1,5	0,39	0,97
C-BC	31	45420	17323,2	0,38	1,54	445,7	ho	h1	0,018	0,48%	1,5	0,39	1,32
C-AB	32	17808	6767,4	0,38	1,63	184,1	ho	h1	0,018	0,41%	1,5	0,27	0,99
C-BC	32	99863	37969,2	0,38	1,18	746,4	ho	h5	0,018	0,25%	0,0	0,71	1,17
C-BC	33	70635	26776,4	0,38	1,21	542,0	ho	h5	0,018	0,20%	0,0	0,59	1,01
C-BC	34	41114	15975,9	0,39	1,45	386,4	ho	h5	0,018	0,14%	0,0	0,53	0,81
C-AB	35	17622	9975,0	0,57	1,63	271,0	ho	h1	0,018	0,21%	1,5	0,37	0,85
C-BC	35	12955	7323,9	0,57	1,60	195,5	ho	h1	0,018	0,24%	1,5	0,31	0,82
C-AB	36	17470	9885,7	0,57	1,40	230,9	ho	h1	0,018	0,16%	1,5	0,37	0,74
C-BC	36	25047	14181,4	0,57	1,37	323,0	ho	h1	0,018	0,24%	1,5	0,39	0,94
C-BC	37	56649,1	23128,0	0,41	1,16	445,4	ho	h4	0,018	0,20%	0,0	0,58	0,95
C-BC	38	77112,1	29479,1	0,38	1,10	539,3	ho	h5	0,018	0,17%	0,0	0,63	0,95
C-CD	38	10221	3904,3	0,38	1,80	117,0	ho	h1	0,018	0,20%	1,5	0,25	0,68
C-BC	39	94090,1	46107,6	0,49	1,04	797,9	ho	h5	0,018	0,15%	0,0	0,92	0,96
C-BC	40	99689	47900,4	0,48	1,29	1032,8	ho	h5	0,018	0,25%	0,0	0,92	1,25
C-CD	41	89191	34073,7	0,38	1,35	765,9	ho	h5	0,018	0,21%	0,0	0,77	1,11
C-AB	48	15312	5821,4	0,38	1,55	150,0	ho	h1	0,018	0,82%	1,5	0,20	1,22
C-BC	48	114458,5	43564,4	0,38	1,18	860,0	ho	h5	0,018	0,33%	0,0	0,71	1,36
C-BC	49	96083,5	36558,3	0,38	1,22	743,1	ho	h5	0,018	0,16%	0,0	0,85	0,98
C-CD	49	14470	5612,2	0,39	1,82	170,5	ho	h1	0,018	0,12%	1,5	0,34	0,62
C-AB	50	14900	5764,8	0,39	1,60	154,1	ho	h1	0,018	0,09%	1,5	0,35	0,54
C-BC	50	63107,5	24447,0	0,39	1,27	519,2	ho	h5	0,018	0,15%	0,0	0,65	0,89
C-AB	51	18168,5	10240,8	0,56	1,67	284,5	ho	h1	0,018	0,25%	1,5	0,36	0,92
C-BC	51	33663	18985,8	0,56	1,42	450,3	ho	h4	0,018	0,36%	0,0	0,47	1,20
C-BC	54	14490	5521,2	0,38	1,69	155,2	ho	h1	0,018	0,15%	1,5	0,31	0,66

ID	n°	Á total (m²)	Aimp (m²)	C	I (mm/min)	Q (L/s)	Material	Cuneta tipo	n	Pend (%)	1V:zH	yn (m)	v* (m/s)
C-CD	54	50293	19172,0	0,38	1,40	448,5	ho	h4	0,018	0,20%	0,0	0,59	0,95
C-BC	57	25183	9582,7	0,38	1,51	241,3	ho	h1	0,018	0,15%	1,5	0,38	0,73
C-BC	58	14418	5876,3	0,41	1,67	163,2	ho	h1	0,018	0,22%	1,5	0,29	0,77
C-BC	58*	14418	5876,3	0,41	1,67	139,2	ho	h1	0,018	0,22%	1,5	0,29	0,77
C-BC	150	32669,6	16352,2	0,50	1,41	383,6	ho	h1	0,018	0,31%	1,5	0,40	1,07
C-BC	370	48800,6	25355,1	0,52	1,30	550,2	ho	h5	0,018	0,15%	0,0	0,68	0,90

#### 4.2 Cálculo del ancho de inundación en cordones cuneta

En la siguiente tabla se presentan los cálculos de los anchos de inundación de los cordones cuneta proyectados y existentes.

ID	nº	Á total (m²)	C	I (mm/min)	Q (L/s)	Material	Pend (m/m)	T (m) ancho de inundación (iterar)	v*	T adm	d	h cordón
C-AB	1	7505	0,56	1,73	120,2	ho	0,14%	4	0,42	5,0	0,17	0,15
C-BC	1	7452	0,56	1,84	127,5	ho	0,25%	3	0,59	5,0	0,17	0,15
C-CD	1	3721	0,56	2,05	70,9	ho	0,29%	2	0,56	5,0	0,14	0,15
C-DA	1	3862	0,56	1,97	70,5	ho	0,23%	3	0,43	5,0	0,13	0,15

ID	nº	Á total (m²)	C	I (mm/min)	Q (L/s)	Material	Pend (m/m)	T (m) ancho de inundación (iterar)	v*	T adm	d	h cordón
C-BC	2	3510	0,56	2,04	66,6	ho	0,28%	2	0,57	5,0	0,14	0,15
C-CD	2	3570	0,57	2,04	68,5	ho	0,28%	3	0,51	5,0	0,13	0,15
C-DA	2	3641	0,56	1,93	65,4	ho	0,13%	3	0,39	5,0	0,15	0,15
C-AB	3	7010	0,57	1,74	115,0	ho	0,20%	3	0,50	5,0	0,16	0,15
C-BC	3	3589	0,57	2,00	67,5	ho	0,20%	3	0,44	5,0	0,14	0,15
C-CD	3	3576	0,57	1,93	65,1	ho	0,19%	4	0,36	5,0	0,12	0,15
C-DA	3	3499	0,57	1,95	64,2	ho	0,13%	3	0,37	5,0	0,15	0,15
C-AB	4	7112	0,57	1,60	107,4	ho	0,23%	6	0,41	5,0	0,13	0,15
C-BC	4	3505	0,57	1,78	58,8	ho	0,15%	9	0,24	5,0	0,10	0,15
C-DA	4	3552	0,57	1,82	60,9	ho	0,24%	11	0,26	5,0	0,09	0,15
C-BC	5	3543	0,57	1,86	62,3	ho	0,12%	5	0,30	5,0	0,13	0,15
C-CD	5	7046	0,57	1,65	109,9	ho	0,16%	6	0,38	5,0	0,14	0,15
C-DA	5	3530	0,57	1,85	61,7	ho	0,10%	4	0,29	5,0	0,14	0,15

ID	nº	Á total (m²)	C	I (mm/min)	Q (L/s)	Material	Pend (m/m)	T (m) ancho de inundación (iterar)	v*	T adm	d	h cordón
C-AB	6	14102	0,57	1,45	192,4	ho	0,20%	7	0,47	5,0	0,16	0,15
C-BC	6	3537	0,57	1,82	60,7	ho	0,10%	6	0,26	5,0	0,13	0,15
C-DA	6	3455	0,57	1,96	63,7	ho	0,12%	2	0,39	5,0	0,16	0,15
C-AB	7	7087	0,41	1,75	84,2	ho	0,41%	3	0,61	5,0	0,13	0,15
C-BC	7	3421	0,40	1,34	30,6	ho	0,01%	5	0,10	5,0	0,16	0,15
C-CD	7	10920	0,40	1,77	129,2	ho	0,28%	3	0,65	5,0	0,17	0,15
C-DA	7	3552	0,40	1,92	45,3	ho	0,11%	2	0,36	5,0	0,14	0,15
C-AB	8	10878	0,38	1,81	125,0	ho	0,27%	2	0,65	5,0	0,18	0,15
C-BC	8	3519	0,38	2,05	45,8	ho	0,44%	2	0,57	5,0	0,11	0,15
C-DA	8	3382	0,38	2,02	43,6	ho	0,28%	2	0,51	5,0	0,12	0,15
C-AB	9	3680	0,38	1,97	46,0	ho	0,16%	2	0,43	5,0	0,14	0,15
C-BC	9	3700	0,38	2,02	47,4	ho	0,24%	1	0,51	5,0	0,13	0,15
C-CD	9	7456	0,38	1,61	75,7	ho	0,09%	3	0,35	5,0	0,17	0,15

ID	nº	Á total (m²)	C	I (mm/min)	Q (L/s)	Material	Pend (m/m)	T (m) ancho de inundación (iterar)	v*	T adm	d	h cordón
C-DA	9	3717	0,38	1,88	44,1	ho	0,11%	3	0,31	5,0	0,13	0,15
C-AB	10	7389	0,41	1,45	72,5	ho	0,22%	3	0,46	5,0	0,14	0,15
C-BC	10	3671	0,40	1,94	47,2	ho	0,16%	2	0,38	5,0	0,13	0,15
C-CD	10	3809	0,40	2,01	50,7	ho	0,22%	2	0,49	5,0	0,13	0,15
C-DA	10	3763	0,40	1,60	39,9	ho	0,02%	3	0,17	5,0	0,18	0,15
C-AB	11	7180	0,57	1,59	107,4	ho	0,18%	6	0,39	5,0	0,14	0,15
C-BC	11	3581	0,57	1,81	60,9	ho	0,05%	3	0,26	5,0	0,16	0,15
C-CD	11	3633	0,56	2,05	70,1	ho	0,27%	2	0,57	5,0	0,15	0,15
C-DA	11	3633	0,56	1,81	62,0	ho	0,04%	3	0,26	5,0	0,18	0,15
C-AB	12	18039	0,56	1,45	245,8	ho	0,22%	8	0,50	5,0	0,17	0,15
C-BC	12	3705	0,56	1,73	60,3	ho	0,12%	10	0,21	5,0	0,10	0,15
C-CD	12	3564	0,57	1,91	64,1	ho	0,19%	5	0,34	5,0	0,12	0,15
C-DA	12	3545	0,57	1,70	56,6	ho	0,04%	5	0,20	5,0	0,16	0,15

ID	nº	Á total (m²)	C	I (mm/min)	Q (L/s)	Material	Pend (m/m)	T (m) ancho de inundación (iterar)	v*	T adm	d	h cordón
C-AB	13	3537	0,57	1,86	62,0	ho	0,13%	5	0,29	5,0	0,12	0,15
C-BC	13	3607	0,57	1,97	66,8	ho	0,20%	4	0,40	5,0	0,13	0,15
C-CD	13	10734	0,57	1,48	149,3	ho	0,35%	6	0,54	5,0	0,14	0,15
C-DA	13	3516	0,57	1,89	62,6	ho	0,23%	7	0,31	5,0	0,10	0,15
C-AB	14	10606	0,57	1,53	152,7	ho	0,14%	5	0,43	5,0	0,17	0,15
C-BC	14	14263	0,57	1,50	201,5	ho	0,03%	10	0,23	5,0	0,23	0,15
C-CD	14	3553	0,57	1,94	65,1	ho	0,17%	4	0,38	5,0	0,13	0,15
C-DA	14	7075	0,57	1,71	113,9	ho	0,26%	4	0,53	5,0	0,15	0,15
C-AB	15	2560	0,41	2,00	35,2	ho	0,34%	2	0,47	5,0	0,10	0,15
C-CD	15	2587	0,42	1,77	32,3	ho	0,27%	2	0,44	5,0	0,11	0,15
C-DA	15	756	0,52	2,12	13,9	ho	0,35%	1	0,41	5,0	0,08	0,15
C-AB	16	6789	0,41	1,83	84,6	ho	0,10%	4	0,34	5,0	0,16	0,15
C-CD	16	3249	0,41	1,89	41,8	ho	0,16%	3	0,33	5,0	0,12	0,15

ID	nº	Á total (m²)	C	I (mm/min)	Q (L/s)	Material	Pend (m/m)	T (m) ancho de inundación (iterar)	v*	T adm	d	h cordón
C-DA	16	3408	0,48	2,21	59,9	ho	0,45%	2	0,63	5,0	0,12	0,15
C-AB	17	7656	0,38	1,83	88,1	ho	0,27%	3	0,55	5,0	0,15	0,15
C-CD	17	3796	0,38	2,02	48,3	ho	0,19%	1	0,49	5,0	0,14	0,15
C-DA	17	3795	0,38	2,04	48,9	ho	0,42%	2	0,57	5,0	0,11	0,15
C-AB	18	7582	0,40	1,83	92,1	ho	0,32%	2	0,70	5,0	0,16	0,15
C-CD	18	3799	0,41	2,03	52,3	ho	0,59%	4	0,51	5,0	0,10	0,15
C-DA	18	3827	0,40	2,00	50,5	ho	0,23%	2	0,48	5,0	0,13	0,15
C-BC	19	14548	0,56	1,73	236,7	ho	0,15%	4	0,55	5,0	0,22	0,15
C-CD	19	3721	0,56	2,04	71,3	ho	0,36%	3	0,53	5,0	0,12	0,15
C-DA	19	7252	0,57	1,75	119,5	ho	0,21%	3	0,51	5,0	0,16	0,15
C-AB	20	3594	0,57	1,99	67,5	ho	0,32%	4	0,45	5,0	0,12	0,15
C-BC	20	3588	0,57	1,92	64,8	ho	0,16%	4	0,34	5,0	0,13	0,15
C-CD	20	7148	0,56	1,60	107,9	ho	0,32%	10	0,36	5,0	0,11	0,15

ID	nº	Á total (m²)	C	I (mm/min)	Q (L/s)	Material	Pend (m/m)	T (m) ancho de inundación (iterar)	v*	T adm	d	h cordón
C-DA	20	3640	0,56	1,96	67,2	ho	0,18%	4	0,39	5,0	0,13	0,15
C-AB	21	7242	0,56	1,58	107,7	ho	0,19%	5	0,42	5,0	0,15	0,15
C-BC	21	3587	0,57	1,74	58,8	ho	0,14%	12	0,21	5,0	0,10	0,15
C-DA	21	3554	0,57	1,78	59,7	ho	0,06%	4	0,23	5,0	0,15	0,15
C-AB	22	7114	0,56	1,67	111,8	ho	0,14%	5	0,40	5,0	0,16	0,15
C-DA	22	3578	0,57	1,77	59,7	ho	0,10%	7	0,25	5,0	0,12	0,15
C-DA	23	3636	0,38	1,96	45,2	ho	0,19%	2	0,42	5,0	0,13	0,15
C-DA	24	3556	0,38	2,00	45,1	ho	0,21%	2	0,46	5,0	0,13	0,15
C-AB	25	3593	0,38	2,04	46,4	ho	0,25%	1	0,53	5,0	0,13	0,15
C-BC	25	3574	0,38	1,88	42,6	ho	0,09%	2	0,32	5,0	0,14	0,15
C-CD	25	7199	0,38	1,69	77,0	ho	0,11%	3	0,39	5,0	0,17	0,15
C-DA	25	3607	0,38	1,95	44,6	ho	0,13%	2	0,39	5,0	0,14	0,15
C-AB	26	6918	0,39	1,72	77,6	ho	0,25%	3	0,48	5,0	0,14	0,15

ID	nº	Á total (m²)	C	I (mm/min)	Q (L/s)	Material	Pend (m/m)	T (m) ancho de inundación (iterar)	v*	T adm	d	h cordón
C-CD	26	3535	0,38	2,00	44,8	ho	0,18%	2	0,45	5,0	0,13	0,15
C-DA	26	3465	0,38	1,94	42,7	ho	0,16%	2	0,37	5,0	0,12	0,15
C-AB	27	3488	0,38	1,92	42,0	ho	0,15%	3	0,34	5,0	0,12	0,15
C-BC	27	3527	0,38	1,89	41,7	ho	0,12%	3	0,33	5,0	0,13	0,15
C-CD	27	7121	0,38	1,49	66,4	ho	0,27%	2	0,57	5,0	0,14	0,15
C-DA	27	3528	0,38	1,61	35,7	ho	0,02%	3	0,17	5,0	0,18	0,15
C-AB	28	3447	0,41	1,81	42,6	ho	0,11%	4	0,26	5,0	0,12	0,15
C-BC	28	6906	0,41	1,48	69,5	ho	0,06%	5	0,24	5,0	0,15	0,15
C-CD	28	3550	0,41	1,85	44,7	ho	0,12%	4	0,29	5,0	0,12	0,15
C-DA	28	3538	0,41	1,94	46,5	ho	0,21%	3	0,37	5,0	0,11	0,15
C-AB	29	10576	0,57	1,76	175,4	ho	0,13%	6	0,41	5,0	0,18	0,15
C-BC	29	13806	0,57	1,69	219,5	ho	0,25%	5	0,58	5,0	0,18	0,15
C-CD	29	3383	0,57	1,86	59,4	ho	0,17%	7	0,29	5,0	0,11	0,15

ID	nº	Á total (m²)	C	I (mm/min)	Q (L/s)	Material	Pend (m/m)	T (m) ancho de inundación (iterar)	v*	T adm	d	h cordón
C-DA	29	6970	0,57	2,03	133,4	ho	0,45%	3	0,70	5,0	0,15	0,15
C-AB	30	6964	0,40	1,86	86,4	ho	0,31%	2	0,62	5,0	0,15	0,15
C-CD	30	3545	0,41	1,98	47,6	ho	0,20%	2	0,41	5,0	0,12	0,15
C-DA	30	3489	0,40	2,05	47,6	ho	0,31%	2	0,54	5,0	0,12	0,15
C-AB	31	6957	0,38	1,79	79,3	ho	0,09%	3	0,35	5,0	0,17	0,15
C-CD	31	3494	0,38	2,04	45,3	ho	0,36%	2	0,51	5,0	0,11	0,15
C-DA	31	3468	0,38	2,12	46,8	ho	0,70%	1	0,76	5,0	0,11	0,15
C-CD	32	7193	0,38	1,84	84,1	ho	0,22%	2	0,52	5,0	0,15	0,15
C-DA	32	3520	0,38	2,03	45,4	ho	0,25%	1	0,52	5,0	0,13	0,15
C-AB	33	18401	0,38	1,67	193,9	ho	0,46%	3	0,80	5,0	0,17	0,15
C-CD	33	7351	0,39	1,75	82,9	ho	0,17%	3	0,44	5,0	0,15	0,15
C-DA	33	3915	0,38	2,04	50,2	ho	0,33%	2	0,57	5,0	0,13	0,15
C-AB	34	18415	0,39	1,25	147,7	ho	0,19%	4	0,51	5,0	0,18	0,15

ID	nº	Á total (m²)	C	I (mm/min)	Q (L/s)	Material	Pend (m/m)	T (m) ancho de inundación (iterar)	v*	T adm	d	h cordón
C-CD	34	6950	0,39	1,68	75,9	ho	0,19%	4	0,40	5,0	0,14	0,15
C-DA	34	3718	0,39	1,98	47,4	ho	0,23%	2	0,44	5,0	0,12	0,15
C-CD	35	7295	0,56	1,80	123,6	ho	0,41%	4	0,61	5,0	0,14	0,15
C-DA	35	3513	0,57	1,80	59,5	ho	0,06%	4	0,25	5,0	0,15	0,15
C-CD	36	10570	0,57	1,47	147,0	ho	0,19%	6	0,43	5,0	0,15	0,15
C-DA	36	3517	0,57	2,01	66,6	ho	0,24%	3	0,47	5,0	0,13	0,15
C-AB	37	3455	0,41	1,75	41,1	ho	0,14%	9	0,21	5,0	0,09	0,15
C-CD	37	10154	0,41	1,64	113,2	ho	0,22%	3	0,51	5,0	0,16	0,15
C-DA	37	3408	0,41	1,76	40,9	ho	0,04%	3	0,23	5,0	0,17	0,15
C-AB	38	6878	0,39	1,79	80,1	ho	0,26%	3	0,50	5,0	0,14	0,15
C-DA	38	3472	0,38	2,02	44,7	ho	0,31%	2	0,49	5,0	0,11	0,15
C-AB	39	3357	0,39	1,16	25,5	ho	0,10%	2	0,30	5,0	0,12	0,15
C-CD	39	3334	0,39	2,14	46,9	ho	1,24%	1	0,89	5,0	0,09	0,15

ID	nº	Á total (m²)	C	I (mm/min)	Q (L/s)	Material	Pend (m/m)	T (m) ancho de inundación (iterar)	v*	T adm	d	h cordón
C-DA	39	3290	0,50	2,02	55,1	ho	0,20%	2	0,48	5,0	0,14	0,15
C-AB	40	3493	0,39	1,74	39,6	ho	0,10%	3	0,37	5,0	0,16	0,15
C-CD	40	3505	0,39	1,78	40,6	ho	0,04%	2	0,24	5,0	0,16	0,15
C-DA	40	3495	0,48	2,00	56,4	ho	0,16%	2	0,46	5,0	0,15	0,15
C-AB	41	3436	0,39	2,00	44,8	ho	0,24%	2	0,45	5,0	0,12	0,15
C-BC	41	3512	0,38	2,05	45,9	ho	0,38%	2	0,58	5,0	0,12	0,15
C-DA	41	6676	0,38	1,52	64,9	ho	0,14%	2	0,41	5,0	0,15	0,15
C-AB	42	6930	0,39	1,73	78,0	ho	0,22%	3	0,50	5,0	0,15	0,15
C-BC	42	3400	0,39	1,81	40,1	ho	0,05%	2	0,25	5,0	0,15	0,15
C-CD	42	3334	0,39	1,84	40,1	ho	0,06%	2	0,27	5,0	0,15	0,15
C-DA	42	3290	0,39	1,72	37,0	ho	0,03%	2	0,20	5,0	0,17	0,15
C-AB	43	6988	0,57	1,53	100,8	ho	0,15%	8	0,31	5,0	0,13	0,15
C-BC	43	3492	0,57	1,80	59,4	ho	0,06%	4	0,26	5,0	0,16	0,15

ID	nº	Á total (m²)	C	I (mm/min)	Q (L/s)	Material	Pend (m/m)	T (m) ancho de inundación (iterar)	v*	T adm	d	h cordón
C-CD	43	7097	0,57	1,63	109,2	ho	0,03%	3	0,30	5,0	0,25	0,15
C-DA	43	3495	0,57	1,80	59,5	ho	0,08%	4	0,26	5,0	0,14	0,15
C-AB	44	7060	0,57	1,78	118,6	ho	0,14%	5	0,40	5,0	0,16	0,15
C-BC	44	3606	0,57	1,88	63,8	ho	0,09%	3	0,32	5,0	0,16	0,15
C-CD	44	3667	0,56	1,98	68,2	ho	0,33%	4	0,43	5,0	0,11	0,15
C-DA	44	3566	0,57	2,07	69,7	ho	0,42%	2	0,63	5,0	0,13	0,15
C-AB	45	7237	0,39	1,34	62,5	ho	0,31%	3	0,46	5,0	0,12	0,15
C-BC	45	3665	0,39	1,95	46,1	ho	0,19%	3	0,39	5,0	0,12	0,15
C-CD	45	3435	0,39	1,93	43,2	ho	0,19%	3	0,37	5,0	0,12	0,15
C-DA	45	3581	0,39	1,46	33,9	ho	0,01%	3	0,12	5,0	0,20	0,15
C-AB	46	7146	0,38	1,78	80,9	ho	0,46%	1	0,79	5,0	0,15	0,15
C-BC	46	3508	0,38	2,07	46,2	ho	0,41%	2	0,60	5,0	0,12	0,15
C-CD	46	3514	0,39	2,00	45,6	ho	0,29%	2	0,46	5,0	0,11	0,15

ID	nº	Á total (m²)	C	I (mm/min)	Q (L/s)	Material	Pend (m/m)	T (m) ancho de inundación (iterar)	v*	T adm	d	h cordón
C-DA	46	3576	0,38	1,92	43,5	ho	0,12%	2	0,34	5,0	0,13	0,15
C-AB	47	7058	0,38	1,90	85,3	ho	0,62%	3	0,68	5,0	0,12	0,15
C-BC	47	3576	0,38	1,89	42,9	ho	0,08%	2	0,31	5,0	0,15	0,15
C-CD	47	3583	0,38	2,07	47,0	ho	0,35%	1	0,59	5,0	0,12	0,15
C-DA	47	3528	0,38	2,08	46,7	ho	0,45%	1	0,63	5,0	0,12	0,15
C-CD	48	7579	0,38	1,88	90,1	ho	0,43%	2	0,76	5,0	0,15	0,15
C-DA	48	3656	0,38	1,62	37,5	ho	0,02%	3	0,16	5,0	0,18	0,15
C-AB	49	7203	0,38	1,86	85,0	ho	0,30%	2	0,62	5,0	0,15	0,15
C-DA	49	3551	0,38	2,07	46,6	ho	0,49%	2	0,61	5,0	0,11	0,15
C-CD	50	7588	0,39	1,70	83,3	ho	0,33%	4	0,48	5,0	0,12	0,15
C-DA	50	3741	0,39	1,80	43,5	ho	0,07%	3	0,27	5,0	0,14	0,15
C-CD	51	7532	0,56	1,68	119,3	ho	0,20%	6	0,40	5,0	0,14	0,15
C-DA	51	3908	0,56	1,87	68,5	ho	0,18%	6	0,32	5,0	0,12	0,15

ID	nº	Á total (m²)	C	I (mm/min)	Q (L/s)	Material	Pend (m/m)	T (m) ancho de inundación (iterar)	v*	T adm	d	h cordón
C-AB	52	10947	0,57	1,60	165,1	ho	0,11%	8	0,34	5,0	0,16	0,15
C-BC	52	3549	0,57	1,51	50,6	ho	0,02%	6	0,14	5,0	0,16	0,15
C-CD	52	3592	0,57	1,97	66,7	ho	0,17%	3	0,42	5,0	0,14	0,15
C-DA	52	3671	0,56	1,87	64,7	ho	0,07%	3	0,31	5,0	0,17	0,15
C-AB	53	3573	0,41	1,92	46,6	ho	0,17%	3	0,36	5,0	0,12	0,15
C-BC	53	3675	0,41	1,86	46,3	ho	0,06%	2	0,30	5,0	0,16	0,15
C-CD	53	3680	0,41	1,95	48,5	ho	0,16%	2	0,39	5,0	0,13	0,15
C-DA	53	3608	0,41	1,78	43,5	ho	0,06%	3	0,24	5,0	0,14	0,15
C-AB	54	3584	0,39	1,88	43,7	ho	0,08%	2	0,31	5,0	0,15	0,15
C-DA	54	7175	0,38	1,60	72,7	ho	0,18%	2	0,46	5,0	0,15	0,15
C-AB	55	3557	0,38	1,84	41,5	ho	0,05%	2	0,27	5,0	0,17	0,15
C-BC	55	7215	0,38	1,81	82,6	ho	0,18%	2	0,53	5,0	0,17	0,15
C-CD	55	3579	0,38	2,02	45,8	ho	0,28%	2	0,48	5,0	0,12	0,15

ID	nº	Á total (m²)	C	I (mm/min)	Q (L/s)	Material	Pend (m/m)	T (m) ancho de inundación (iterar)	v*	T adm	d	h cordón
C-DA	55	3499	0,38	2,03	45,2	ho	0,26%	2	0,51	5,0	0,12	0,15
C-AB	56	3630	0,38	1,96	45,1	ho	0,16%	2	0,40	5,0	0,13	0,15
C-BC	56	3689	0,38	2,04	47,6	ho	0,22%	1	0,53	5,0	0,14	0,15
C-CD	56	3675	0,38	1,74	40,4	ho	0,04%	3	0,22	5,0	0,15	0,15
C-DA	56	3617	0,38	2,01	46,0	ho	0,24%	2	0,47	5,0	0,12	0,15
C-AB	57	3670	0,39	2,17	51,5	ho	2,18%	1	1,11	5,0	0,09	0,15
C-CD	57	3583	0,38	1,86	42,3	ho	0,09%	2	0,31	5,0	0,14	0,15
C-DA	57	3651	0,38	2,04	47,1	ho	0,38%	2	0,53	5,0	0,11	0,15
C-AB	58	3515	0,41	1,97	47,0	ho	0,20%	3	0,40	5,0	0,12	0,15
C-CD	58	3493	0,41	1,78	42,2	ho	0,17%	8	0,23	5,0	0,09	0,15
C-DA	58	3484	0,41	1,63	38,7	ho	0,06%	6	0,18	5,0	0,11	0,15
C-AB	59	3689	0,56	1,95	67,8	ho	0,28%	4	0,41	5,0	0,12	0,15
C-BC	59	3699	0,56	1,85	64,3	ho	0,07%	4	0,29	5,0	0,16	0,15

ID	nº	Á total (m²)	C	I (mm/min)	Q (L/s)	Material	Pend (m/m)	T (m) ancho de inundación (iterar)	v*	T adm	d	h cordón
C-CD	59	3680	0,56	1,87	64,9	ho	0,13%	4	0,33	5,0	0,13	0,15
C-DA	59	3670	0,56	1,90	65,7	ho	0,12%	4	0,33	5,0	0,14	0,15
C-AB	60	3768	0,56	2,02	71,5	ho	0,35%	3	0,51	5,0	0,12	0,15
C-BC	60	3737	0,56	1,88	66,0	ho	0,11%	4	0,31	5,0	0,14	0,15
C-CD	60	3692	0,56	1,94	67,6	ho	0,19%	4	0,39	5,0	0,13	0,15
C-DA	60	3724	0,56	1,82	63,6	ho	0,07%	4	0,26	5,0	0,15	0,15
C-AB	61	3673	0,41	2,07	51,5	ho	0,66%	2	0,66	5,0	0,10	0,15
C-BC	61	3755	0,40	1,83	46,3	ho	0,06%	3	0,27	5,0	0,15	0,15
C-CD	61	3890	0,40	1,91	49,9	ho	0,18%	3	0,36	5,0	0,12	0,15
C-DA	61	3812	0,40	1,98	51,0	ho	0,26%	3	0,43	5,0	0,12	0,15
C-AB	62	3693	0,38	2,05	48,0	ho	0,32%	1	0,59	5,0	0,13	0,15
C-BC	62	3646	0,38	2,09	48,3	ho	0,60%	2	0,64	5,0	0,11	0,15
C-CD	62	3625	0,39	2,07	48,6	ho	0,50%	2	0,63	5,0	0,11	0,15

ID	nº	Á total (m²)	C	I (mm/min)	Q (L/s)	Material	Pend (m/m)	T (m) ancho de inundación (iterar)	v*	T adm	d	h cordón
C-DA	62	3672	0,38	2,03	47,1	ho	0,40%	3	0,49	5,0	0,11	0,15
C-AB	63	4068	0,39	2,09	55,6	ho	0,75%	2	0,70	5,0	0,10	0,15
C-BC	63	3951	0,47	2,18	67,3	ho	0,32%	2	0,56	5,0	0,13	0,15
C-CD	63	3967	0,38	2,03	51,7	ho	0,31%	2	0,54	5,0	0,12	0,15
C-DA	63	4072	0,47	2,20	70,0	ho	1,05%	4	0,66	5,0	0,10	0,15
C-AB	68	3388	0,40	1,85	41,6	ho	0,16%	3	0,36	5,0	0,12	0,15
C-BC	68	3521	0,52	2,19	67,5	ho	0,59%	5	0,50	5,0	0,10	0,15
C-CD	68	3514	0,39	1,85	42,3	ho	0,25%	6	0,30	5,0	0,09	0,15
C-DA	68	3498	0,53	2,23	68,5	ho	1,09%	3	0,74	5,0	0,10	0,15
C-BC	100	6270	0,37	1,05	40,2	ho	0,13%	3	0,30	5,0	0,12	0,15
C-DA	100	2120	0,37	1,91	24,6	ho	0,16%	2	0,35	5,0	0,11	0,15
C-BC	101	4147	0,37	1,17	29,4	ho	0,03%	4	0,15	5,0	0,14	0,15
C-DA	101	6060	0,37	1,33	49,1	ho	0,26%	2	0,45	5,0	0,12	0,15

ID	nº	Á total (m²)	C	I (mm/min)	Q (L/s)	Material	Pend (m/m)	T (m) ancho de inundación (iterar)	v*	T adm	d	h cordón
C-BC	102	2072	0,37	1,51	19,4	ho	0,03%	3	0,14	5,0	0,12	0,15
C-DA	102	3984	0,37	1,45	36,0	ho	0,05%	4	0,21	5,0	0,13	0,15
C-BC	103	1919	0,37	1,89	22,6	ho	0,21%	2	0,34	5,0	0,09	0,15
C-DA	103	1914	0,37	1,84	21,8	ho	0,14%	2	0,28	5,0	0,10	0,15
C-AB	104	245	0,37	2,28	3,4	ho	0,56%	1	0,67	5,0	0,06	0,15
C-BC	104	244	0,37	2,19	3,3	ho	0,33%	1	0,27	5,0	0,06	0,15
C-CD	104	482	0,37	2,12	6,3	ho	0,37%	1	0,38	5,0	0,06	0,15
C-DA	104	242	0,37	2,19	3,3	ho	0,33%	1	0,28	5,0	0,06	0,15
C-BC	105	1930	0,41	1,93	25,2	ho	0,22%	2	0,35	5,0	0,10	0,15
C-DA	105	1948	0,41	1,94	25,5	ho	0,24%	2	0,36	5,0	0,10	0,15
C-BC	106	4036	0,41	1,56	42,8	ho	0,08%	4	0,25	5,0	0,13	0,15
C-DA	106	4062	0,41	1,65	45,5	ho	0,17%	3	0,34	5,0	0,12	0,15
C-BC	107	6214	0,39	1,41	57,4	ho	0,25%	3	0,42	5,0	0,12	0,15

ID	nº	Á total (m²)	C	I (mm/min)	Q (L/s)	Material	Pend (m/m)	T (m) ancho de inundación (iterar)	v*	T adm	d	h cordón
C-DA	107	6256	0,39	1,51	62,0	ho	0,42%	3	0,53	5,0	0,11	0,15
C-BC	108	8294	0,40	1,32	72,8	ho	0,53%	3	0,60	5,0	0,12	0,15
C-DA	108	8337	0,40	1,35	75,1	ho	0,17%	4	0,38	5,0	0,14	0,15
C-AB	110	8339	0,41	1,29	73,6	ho	0,06%	5	0,26	5,0	0,16	0,15
C-CD	110	14464	0,41	1,16	115,0	ho	0,24%	4	0,49	5,0	0,15	0,15
C-DA	110	200	0,41	2,70	3,7	ho	0,61%	1	0,24	5,0	0,06	0,15
C-AB	111	8140	0,41	1,32	72,8	ho	0,24%	5	0,38	5,0	0,12	0,15
C-CD	111	14063	0,41	1,18	112,1	ho	0,27%	4	0,52	5,0	0,15	0,15
C-AB	112	6197	0,40	1,46	61,2	ho	0,31%	3	0,47	5,0	0,12	0,15
C-CD	112	12122	0,40	1,26	102,5	ho	0,26%	8	0,37	5,0	0,11	0,15
C-AB	113	4213	0,41	1,62	46,3	ho	0,23%	3	0,39	5,0	0,11	0,15
C-CD	113	10134	0,41	1,39	95,9	ho	0,20%	6	0,38	5,0	0,13	0,15
C-AB	114	2240	0,41	1,85	28,1	ho	0,25%	3	0,32	5,0	0,09	0,15

ID	nº	Á total (m²)	C	I (mm/min)	Q (L/s)	Material	Pend (m/m)	T (m) ancho de inundación (iterar)	v*	T adm	d	h cordón
C-CD	114	8160	0,41	1,56	86,4	ho	0,18%	11	0,27	5,0	0,11	0,15
C-AB	115	4158	0,41	1,73	49,2	ho	0,35%	2	0,52	5,0	0,12	0,15
C-CD	115	4155	0,41	1,63	46,3	ho	0,15%	2	0,38	5,0	0,13	0,15
C-AB	116	2100	0,41	1,93	27,7	ho	0,31%	3	0,37	5,0	0,09	0,15
C-CD	116	2098	0,41	1,88	27,0	ho	0,20%	3	0,32	5,0	0,10	0,15
C-AB	117	3917	0,41	1,62	43,7	ho	0,24%	4	0,35	5,0	0,10	0,15
C-CD	117	3917	0,41	1,52	40,9	ho	0,13%	7	0,22	5,0	0,10	0,15
C-AB	118	1880	0,41	1,90	24,4	ho	0,25%	3	0,33	5,0	0,09	0,15
C-CD	118	1875	0,41	1,92	24,6	ho	0,28%	3	0,35	5,0	0,09	0,15
C-BC	119	718	0,40	1,77	8,4	ho	0,05%	1	0,19	5,0	0,10	0,15
C-DA	119	718	0,40	1,92	9,1	ho	0,15%	1	0,27	5,0	0,08	0,15
C-BC	120	830	0,40	1,55	8,5	ho	0,05%	4	0,12	5,0	0,08	0,15
C-DA	120	830	0,40	1,66	9,1	ho	0,04%	2	0,15	5,0	0,10	0,15

ID	nº	Á total (m²)	C	I (mm/min)	Q (L/s)	Material	Pend (m/m)	T (m) ancho de inundación (iterar)	v*	T adm	d	h cordón
C-BC	121	889	0,41	1,81	11,0	ho	0,15%	2	0,24	5,0	0,08	0,15
C-DA	121	889	0,41	1,84	11,1	ho	0,14%	2	0,25	5,0	0,08	0,15
C-BC	122	994	0,41	1,76	11,9	ho	0,10%	2	0,22	5,0	0,09	0,15
C-DA	122	994	0,41	1,81	12,2	ho	0,14%	2	0,26	5,0	0,09	0,15
C-BC	123	959	0,41	1,56	10,2	ho	0,09%	5	0,14	5,0	0,08	0,15
C-DA	123	959	0,41	1,70	11,1	ho	0,12%	3	0,20	5,0	0,08	0,15
C-BC	124	927	0,41	1,90	12,0	ho	0,23%	2	0,32	5,0	0,08	0,15
C-DA	124	927	0,41	1,48	9,4	ho	0,06%	5	0,12	5,0	0,08	0,15
C-BC	125	965	0,40	1,92	12,3	ho	0,26%	1	0,34	5,0	0,08	0,15
C-DA	125	965	0,40	1,80	11,6	ho	0,13%	2	0,25	5,0	0,08	0,15
C-BC	126	956	0,40	1,26	8,0	ho	0,01%	3	0,08	5,0	0,11	0,15
C-DA	126	956	0,40	1,93	12,3	ho	0,25%	1	0,34	5,0	0,08	0,15
C-AB	150	2633,1	0,50	1,62	35,6	ho	0,12%	2	0,34	5,0	0,13	0,15

ID	nº	Á total (m²)	C	I (mm/min)	Q (L/s)	Material	Pend (m/m)	T (m) ancho de inundación (iterar)	v*	T adm	d	h cordón
C-CD	150	993,6	0,49	1,95	15,7	ho	0,34%	2	0,39	5,0	0,08	0,15
C-DA	150	1743,7	0,49	1,89	26,8	ho	0,08%	2	0,25	5,0	0,12	0,15
C-AB	370	12224,7	0,52	1,47	155,5	ho	0,14%	5	0,43	5,0	0,18	0,15
C-CD	370	927,5	0,52	1,90	15,5	ho	0,23%	2	0,33	5,0	0,08	0,15
C-DA	370	4335,4	0,52	1,63	61,8	ho	0,07%	3	0,32	5,0	0,17	0,15
C-AB	58	3515	0,41	1,97	47,0	ho	0,20%	3	0,40	5,0	0,12	0,15
C-CD	58	3493	0,41	1,78	42,2	ho	0,17%	8	0,23	5,0	0,09	0,15
C-DA	58	3484	0,41	1,63	38,7	ho	0,06%	6	0,18	5,0	0,11	0,15
C-AB	60*	965,4	0,52	1,85	15,4	ho	0,21%	2	0,30	5,0	0,08	0,15
C-BC	60*	9427,1	0,52	1,80	146,7	ho	0,24%	4	0,54	5,0	0,16	0,15
C-CD	60*	956,7	0,52	1,94	16,1	ho	0,35%	1	0,40	5,0	0,08	0,15
C-DA	60*	4680,3	0,52	1,76	71,5	ho	0,49%	2	0,73	5,0	0,13	0,15

### 4.3 Cálculo de las alcantarillas

Tramos	Caudal (L/s)	DN	Pend (%)	Dint (m)	P. min (%)	%D	yn (m)	v (m/s)
UNA BOCA								
ALC-E-1	247,7	1400,00	4,0%	1380,000	0,00	0,11	0,15	0,09
ALC-E-2	180,1	550,00	0,7%	491,000	0,6%	0,69	0,34	0,03
ALC-E-3	182,8	550,00	0,6%	491,000	0,6%	0,74	0,36	0,03
ALC-E-4	435,0	700,00	0,9%	625,000	0,9%	0,76	0,48	0,04
ALC-E-5	226,3	600,00	0,6%	536,000	0,6%	0,73	0,39	0,03
ALC-E-6	178,4	450,00	2,2%	401,000	1,7%	0,68	0,27	0,05
ALC-E-7	503,6	600,00	4,0%	536,000	2,8%	0,66	0,35	0,08
ALC-E-8	419,2	800,00	2,0%	780,000	0,2%	0,36	0,28	0,08
ALC-E-9	388,0	600,00	2,0%	536,000	1,7%	0,70	0,37	0,05
ALC-E-10	515,2	600,00	4,0%	536,000	3,0%	0,67	0,36	0,08
ALC-E-11	413,4	700,00	1,0%	625,000	0,8%	0,70	0,44	0,04
ALC-E-12	395,8	550,00	2,8%	491,000	2,8%	0,75	0,37	0,06
ALC-E-13	178,3	550,00	0,6%	491,000	0,6%	0,72	0,36	0,03
ALC-E-14	522,0	1000,00	0,3%	910,000	0,2%	0,59	0,54	0,03
ALC-E-15	555,7	1000,00	0,4%	910,000	0,2%	0,59	0,54	0,04
ALC-E-16	755,1	700,00	3,0%	625,000	2,8%	0,73	0,46	0,07
ALC-E-17	524,9	600,00	4,0%	536,000	3,1%	0,68	0,36	0,08
ALC-E-18	423,4	700,00	1,9%	625,000	0,9%	0,57	0,36	0,06
ALC-E-19	111,9	500,00	0,6%	446,000	0,4%	0,63	0,28	0,03
ALC-E-20	930,6	600,00	4,0%	536,000	9,7%	0,99	0,53	0,08
ALC-E-21	735,9	1000,00	1,0%	910,000	0,4%	0,53	0,48	0,06
ALC-E-22	534,1	1000,00	1,0%	910,000	0,2%	0,44	0,40	0,05

Tramos	Caudal (L/s)	DN	Pend (%)	Dint (m)	P. min (%)	%D	yn (m)	v (m/s)
ALC-E-23	466,5	700,00	1,1%	625,000	1,1%	0,75	0,47	0,04
ALC-E-24	470,0	800,00	1,0%	720,000	0,5%	0,59	0,42	0,05
ALC-E-25	565,6	1000,00	0,4%	910,000	0,2%	0,60	0,54	0,04
ALC-E-26	558,7	900,00	0,6%	815,000	0,4%	0,62	0,50	0,04
ALC-E-27	656,2	1000,00	0,5%	910,000	0,3%	0,63	0,57	0,04
ALC-E-28	844,8	800,00	3,0%	720,000	1,7%	0,60	0,43	0,08
ALC-E-29	811,8	1000,00	0,7%	910,000	0,4%	0,62	0,56	0,05
ALC-E-30	1073,4	800,00	3,0%	720,000	2,7%	0,71	0,51	0,08
ALC-E-32	1010,0	900,00	3,0%	815,000	1,2%	0,55	0,45	0,09
ALC-E-33	828,2	1000,00	1,0%	910,000	0,5%	0,57	0,52	0,06
ALC-E-34	673,2	1000,00	0,7%	910,000	0,3%	0,56	0,51	0,05
ALC-E-35	734,9	1200,00	0,3%	1095,000	0,1%	0,56	0,62	0,03
ALC-E-36	727,8	900,00	1,5%	815,000	0,6%	0,55	0,45	0,06
ALC-E-37	205,4	600,00	0,7%	536,000	0,5%	0,64	0,35	0,03
ALC-E-38	283,7	600,00	1,0%	536,000	0,9%	0,72	0,38	0,04
ALC-E-49	729,0	900,00	3,0%	815,000	0,6%	0,51	0,41	0,07
ALC-E-50	968,6	900,00	3,0%	815,000	1,1%	0,61	0,49	0,07
ALC-E-51	200,3	600,00	0,7%	536,000	0,5%	0,64	0,35	0,03
<b>MAS DE UNA BOCA</b>								
ALC-E-9* (2)	207,1	550,00	1,0%	491,000	0,8%	0,67	0,33	0,04
ALC-E-14*(2)	261,0	700,00	0,3%	625,000	0,3%	0,74	0,46	0,02
ALC-E-15*(2)	277,9	700,00	0,4%	625,000	0,4%	0,73	0,46	0,03
ALC-E-18*(2)	211,7	600,00	0,7%	536,000	0,5%	0,66	0,35	0,03
ALC-E-23*(3)	233,2	600,00	1,1%	536,000	0,6%	0,61	0,32	0,04
ALC-E-35*(3)	367,4	900,00	0,3%	815,000	0,2%	0,60	0,49	0,03

#### 4.4 Cálculo de badenes

Baden	Caudal Qd (L/s)	Cuneta tipo	Pend (%)	1V:zH	Base (m)	Ancho	Prof (m)	Área (m2)	Pm (m)	Rh (m)	Q (L/s)	Q-Qd
B1	20,31	B1	5,57%	16,67	0,0	2,0	0,06	0,0600	2,00	0,03	75,864	55,56
B2	68,45	B2	3,17%	16,67	0,5	2,0	0,06	0,0900	2,50	0,04	96,966	28,52
B3	203,93	B3	2,81%	16,67	1,0	2,5	0,08	0,1688	3,50	0,05	208,003	4,08
B4	65,13	B1	4,14%	16,67	0,0	2,0	0,06	0,0600	2,00	0,03	65,404	0,27
B5	187,47	B4	0,77%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	201,569	14,10
B6	72,77	B2	1,89%	16,67	0,5	2,0	0,06	0,0900	2,50	0,04	74,872	2,10
B7	112,09	B5	0,12%	12,50	1,5	3,0	0,12	0,3600	4,51	0,08	128,449	16,36
B8	109,89	B3	2,53%	16,67	1,0	2,5	0,08	0,1688	3,50	0,05	197,368	87,48
B9	214,54	B3	3,29%	16,67	1,0	2,5	0,08	0,1688	3,50	0,05	225,068	10,53
B10	84,20	B3	1,11%	16,67	1,0	2,5	0,08	0,1688	3,50	0,05	130,731	46,53
B11	177,45	B4	0,84%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	210,532	33,08
B12	125,01	B4	0,84%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	210,532	85,53
B13	17,56	B1	5,00%	16,67	0,0	2,0	0,06	0,0600	2,00	0,03	71,877	54,32
B14	354,21	B5	1,65%	12,50	1,5	3,0	0,12	0,3600	4,51	0,08	476,302	122,09
B15	128,73	B5	0,12%	12,50	1,5	3,0	0,12	0,3600	4,51	0,08	128,449	-0,28
B16	149,27	B5	0,20%	12,50	1,5	3,0	0,12	0,3600	4,51	0,08	165,827	16,55
B17	61,16	B3	0,12%	12,50	1,0	2,5	0,10	0,2250	3,51	0,06	70,244	9,08
B18	102,54	B5	0,12%	12,50	1,5	3,0	0,12	0,3600	4,51	0,08	128,449	25,91
B19	306,12	B7	0,12%	12,50	2,0	5,0	0,20	0,9000	7,02	0,13	440,552	134,43
B20	64,06	B3	0,25%	12,50	1,0	2,5	0,10	0,2250	3,51	0,06	100,145	36,08
B21	107,38	B3	0,91%	16,67	1,0	2,5	0,08	0,1688	3,50	0,05	118,369	10,99
B22	131,01	B3	1,19%	16,67	1,0	2,5	0,08	0,1688	3,50	0,05	135,360	4,35
B23	72,46	B2	1,88%	16,67	0,5	2,0	0,06	0,0900	2,50	0,04	74,674	2,21
B24	97,83	B4	0,51%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	164,045	66,22
B25	93,34	B5	0,12%	12,50	1,5	3,0	0,12	0,3600	4,51	0,08	128,449	35,11

Baden	Caudal Qd (L/s)	Cuneta tipo	Pend (%)	1V:zH	Base (m)	Ancho	Prof (m)	Área (m2)	Pm (m)	Rh (m)	Q (L/s)	Q-Qd
B26	75,73	B3	0,38%	16,67	1,0	2,5	0,08	0,1688	3,50	0,05	76,491	0,76
B27	62,58	B4	0,12%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	79,574	17,00
B28	132,33	B4	0,74%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	197,603	65,27
B29	107,86	B5	0,12%	12,50	1,5	3,0	0,12	0,3600	4,51	0,08	128,449	20,59
B30	46,29	B4	0,12%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	79,574	33,29
B31	95,87	B5	0,12%	12,50	1,5	3,0	0,12	0,3600	4,51	0,08	128,449	32,58
B32	166,51	B6	0,12%	12,50	1,5	4,0	0,16	0,5600	5,51	0,10	234,630	68,12
B33	394,88	B7	0,12%	12,50	2,0	5,0	0,20	0,9000	7,02	0,13	440,552	45,67
B34	67,18	B4	0,26%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	117,129	49,95
B35	109,15	B4	0,48%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	159,147	50,00
B36	42,28	B2	0,85%	16,67	0,5	2,0	0,06	0,0900	2,50	0,04	50,211	7,93
B37	28,15	B1	0,85%	16,67	0,0	2,0	0,06	0,0600	2,00	0,03	29,636	1,49
B38	86,35	B3	0,85%	16,67	1,0	2,5	0,08	0,1688	3,50	0,05	114,400	28,05
B39	114,19	B5	0,12%	12,50	1,5	3,0	0,12	0,3600	4,51	0,08	128,449	14,26
B40	41,95	B4	0,12%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	79,574	37,62
B41	108,09	B5	0,12%	12,50	1,5	3,0	0,12	0,3600	4,51	0,08	128,449	20,36
B42	44,82	B3	0,12%	12,50	1,0	2,5	0,10	0,2250	3,51	0,06	69,383	24,57
B43	46,41	B2	1,21%	16,67	0,5	2,0	0,06	0,0900	2,50	0,04	59,908	13,50
B44	119,60	B3	1,22%	16,67	1,0	2,5	0,08	0,1688	3,50	0,05	137,056	17,46
B45	147,88	B4	0,53%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	167,231	19,35
B46	57,44	B4	0,12%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	79,574	22,13
B47	62,00	B4	0,12%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	79,574	17,58
B48	42,78	B3	0,13%	16,67	1,0	2,5	0,08	0,1688	3,50	0,05	44,739	1,96
B49	45,50	B3	0,13%	12,50	1,0	2,5	0,10	0,2250	3,51	0,06	72,216	26,72
B50	68,53	B3	0,99%	16,67	1,0	2,5	0,08	0,1688	3,50	0,05	123,462	54,93
B51	25,16	B1	0,99%	16,67	0,0	2,0	0,06	0,0600	2,00	0,03	31,983	6,82
B52	25,55	B3	0,12%	16,67	1,0	2,5	0,08	0,1688	3,50	0,05	42,984	17,44

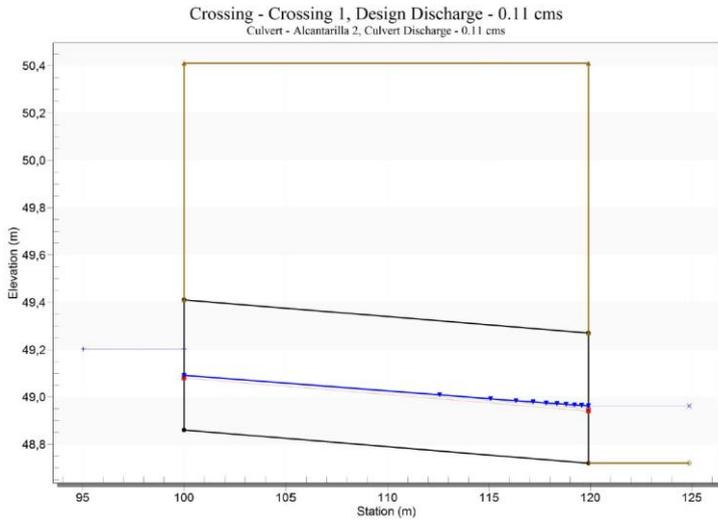
Baden	Caudal Qd (L/s)	Cuneta tipo	Pend (%)	1V:zH	Base (m)	Ancho	Prof (m)	Área (m2)	Pm (m)	Rh (m)	Q (L/s)	Q-Qd
B53	6,75	B1	1,00%	16,67	0,0	2,0	0,06	0,0600	2,00	0,03	32,144	25,40
B54	9,59	B1	1,00%	16,67	0,0	2,0	0,06	0,0600	2,00	0,03	32,144	22,55
B55	69,06	B4	0,12%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	79,574	10,51
B56	22,57	B1	1,00%	16,67	0,0	2,0	0,06	0,0600	2,00	0,03	32,144	9,57
B57	46,35	B1	2,63%	16,67	0,0	2,0	0,06	0,0600	2,00	0,03	52,130	5,78
B58	46,35	B3	0,61%	16,67	1,0	2,5	0,08	0,1688	3,50	0,05	96,913	50,57
B59	21,84	B1	1,57%	16,67	0,0	2,0	0,06	0,0600	2,00	0,03	40,277	18,44
B60	19,43	B1	0,63%	16,67	0,0	2,0	0,06	0,0600	2,00	0,03	25,514	6,09
B61	35,96	B2	0,63%	16,67	0,5	2,0	0,06	0,0900	2,50	0,04	43,227	7,26
B62	29,44	B1	0,86%	16,67	0,0	2,0	0,06	0,0600	2,00	0,03	29,810	0,37
B63	49,09	B3	0,24%	16,67	1,0	2,5	0,08	0,1688	3,50	0,05	60,789	11,69
B64	24,64	B2	0,24%	16,67	0,5	2,0	0,06	0,0900	2,50	0,04	26,681	2,04
B65	40,22	B2	1,10%	16,67	0,5	2,0	0,06	0,0900	2,50	0,04	57,120	16,89
B66	128,18	B3	1,60%	16,67	1,0	2,5	0,08	0,1688	3,50	0,05	156,956	28,78
B67	47,02	B4	0,12%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	79,574	32,55
B68	127,09	B5	0,16%	12,50	1,5	3,0	0,12	0,3600	4,51	0,08	148,320	21,23
B69	45,57	B1	2,40%	16,67	0,0	2,0	0,06	0,0600	2,00	0,03	49,798	4,23
B70	108,60	B4	0,28%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	121,551	12,95
B71	43,17	B3	0,27%	16,67	1,0	2,5	0,08	0,1688	3,50	0,05	64,476	21,30
B72	182,37	B6	0,12%	12,50	1,5	4,0	0,16	0,5600	5,51	0,10	234,630	52,26
B73	68,21	B4	0,12%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	79,574	11,37
B74	27,73	B3	0,12%	16,67	1,0	2,5	0,08	0,1688	3,50	0,05	42,984	15,25
B75	27,00	B2	0,43%	16,67	0,5	2,0	0,06	0,0900	2,50	0,04	35,713	8,71
B76	160,13	B5	0,43%	12,50	1,5	3,0	0,12	0,3600	4,51	0,08	243,150	83,02
B77	109,15	B4	0,72%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	194,915	85,76
B78	78,03	B4	0,12%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	79,574	1,55
B79	80,13	B5	0,12%	12,50	1,5	3,0	0,12	0,3600	4,51	0,08	128,449	48,32

Baden	Caudal Qd (L/s)	Cuneta tipo	Pend (%)	1V:zH	Base (m)	Ancho	Prof (m)	Área (m2)	Pm (m)	Rh (m)	Q (L/s)	Q-Qd
B80	44,79	B3	0,60%	16,67	1,0	2,5	0,08	0,1688	3,50	0,05	96,115	51,33
B81	55,11	B3	0,57%	16,67	1,0	2,5	0,08	0,1688	3,50	0,05	93,682	38,57
B82	649,48	B6	1,16%	12,50	1,5	4,0	0,16	0,5600	5,51	0,10	729,496	80,02
B83	215,64	B6	0,12%	12,50	1,5	4,0	0,16	0,5600	5,51	0,10	234,630	18,99
B84	66,68	B3	0,29%	16,67	1,0	2,5	0,08	0,1688	3,50	0,05	66,821	0,14
B85	46,61	B2	1,54%	16,67	0,5	2,0	0,06	0,0900	2,50	0,04	67,585	20,97
B86	37,01	B3	0,12%	16,67	1,0	2,5	0,08	0,1688	3,50	0,05	42,984	5,98
B87	94,75	B5	0,15%	12,50	1,5	3,0	0,12	0,3600	4,51	0,08	143,611	48,86
B88	56,44	B2	1,47%	16,67	0,5	2,0	0,06	0,0900	2,50	0,04	66,031	9,59
B89	124,03	B4	0,92%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	220,329	96,30
B90	122,92	B5	0,12%	12,50	1,5	3,0	0,12	0,3600	4,51	0,08	128,449	5,53
B91	51,68	B3	0,57%	16,67	1,0	2,5	0,08	0,1688	3,50	0,05	93,682	42,00
B92	47,99	B3	0,58%	16,67	1,0	2,5	0,08	0,1688	3,50	0,05	94,500	46,51
B93	96,82	B5	0,12%	12,50	1,5	3,0	0,12	0,3600	4,51	0,08	128,449	31,63
B94	97,84	B5	0,12%	12,50	1,5	3,0	0,12	0,3600	4,51	0,08	128,449	30,61
B95	49,86	B4	0,12%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	79,574	29,71
B97	162,14	B5	0,41%	12,50	1,5	3,0	0,12	0,3600	4,51	0,08	237,428	75,29
B98	137,53	B6	0,12%	12,50	1,5	4,0	0,16	0,5600	5,51	0,10	234,630	97,10
B99	67,56	B4	0,12%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	79,574	12,01
B100	24,44	B3	0,12%	16,67	1,0	2,5	0,08	0,1688	3,50	0,05	42,984	18,54
B101	24,64	B2	0,43%	16,67	0,5	2,0	0,06	0,0900	2,50	0,04	35,713	11,07
B102	67,82	B3	0,43%	16,67	1,0	2,5	0,08	0,1688	3,50	0,05	81,368	13,55
B103	129,22	B5	0,29%	12,50	1,5	3,0	0,12	0,3600	4,51	0,08	199,682	70,46
B104	43,54	B2	0,94%	16,67	0,5	2,0	0,06	0,0900	2,50	0,04	52,802	9,27
B105	137,90	B6	0,12%	12,50	1,5	4,0	0,16	0,5600	5,51	0,10	234,630	96,73
B106	92,68	B5	0,12%	12,50	1,5	3,0	0,12	0,3600	4,51	0,08	128,449	35,77
B107	13,95	B2	0,94%	16,67	0,5	2,0	0,06	0,0900	2,50	0,04	52,802	38,85

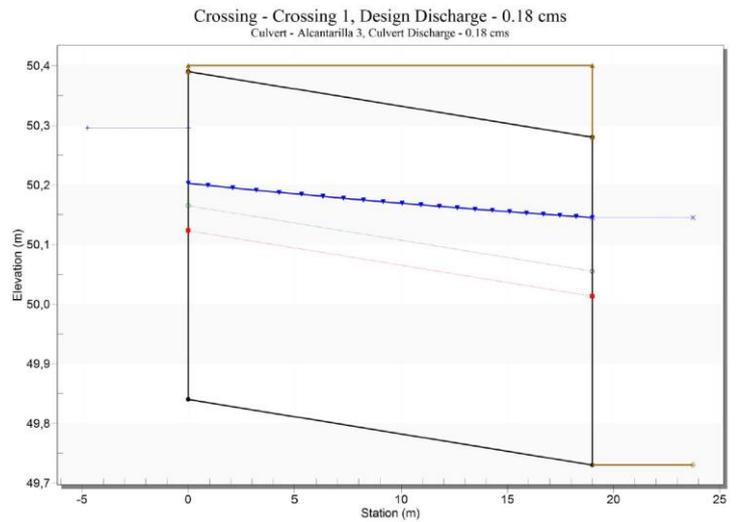
Baden	Caudal Qd (L/s)	Cuneta tipo	Pend (%)	1V:zH	Base (m)	Ancho	Prof (m)	Área (m2)	Pm (m)	Rh (m)	Q (L/s)	Q-Qd
B108	70,00	B4	0,12%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	79,574	9,57
B109	47,13	B4	0,12%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	79,574	32,44
B110	50,97	B4	0,12%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	79,574	28,60
B111	71,50	B4	0,12%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	79,574	8,07
B112	65,71	B4	0,12%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	79,574	13,86
B113	38,72	B4	0,12%	16,67	1,0	2,5	0,08	0,1688	3,50	0,05	42,984	4,27
B114	47,12	B4	0,12%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	79,574	32,46
B115	45,99	B4	0,12%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	79,574	33,58
B116	40,42	B4	0,12%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	79,574	39,15
B117	40,94	B3	0,12%	16,67	1,0	2,5	0,08	0,1688	3,50	0,05	42,984	2,04
B118	63,63	B4	0,12%	16,67	1,5	3,0	0,09	0,2700	4,51	0,06	79,574	15,95
B119	25,74	B4	0,12%	16,67	1,0	2,5	0,08	0,1688	3,50	0,05	42,984	3,12



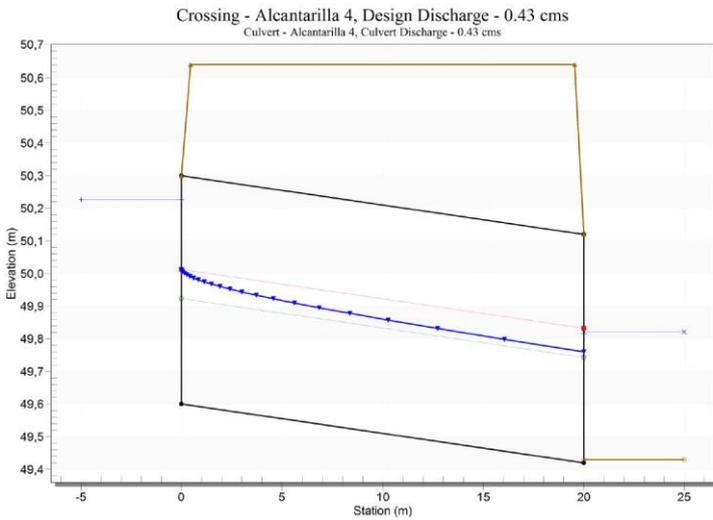
## 4.5 Alcantarillas diseñadas y verificadas mediante HY-8



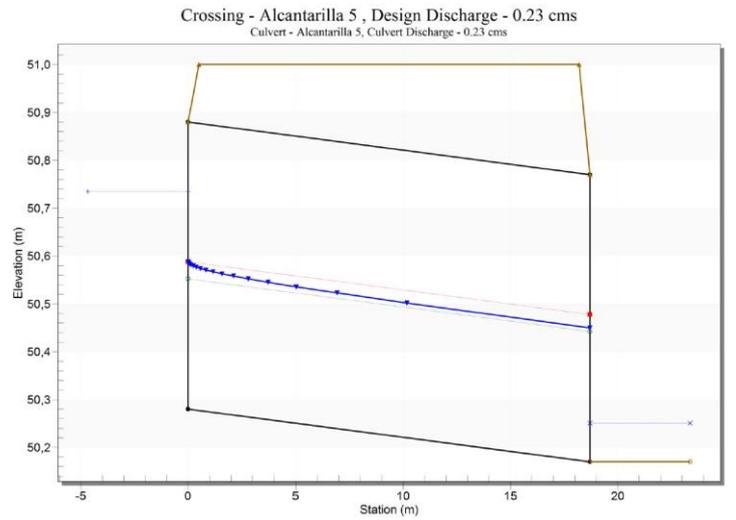
Alcantarilla 2



Alcantarilla 3

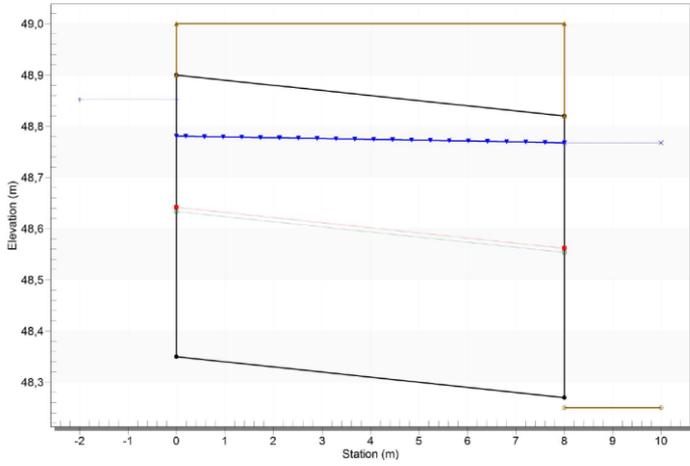


Alcantarilla 4



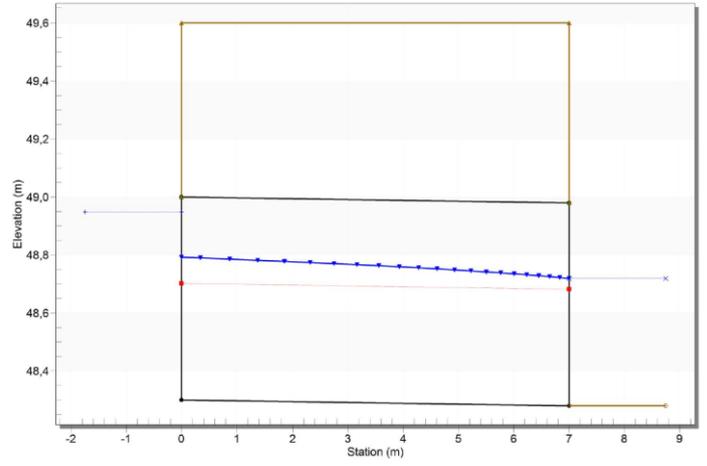
Alcantarilla 5

Crossing - Alcantarilla 9, Design Discharge - 0.39 cms  
Culvert - Alcantarilla 9, Culvert Discharge - 0.39 cms



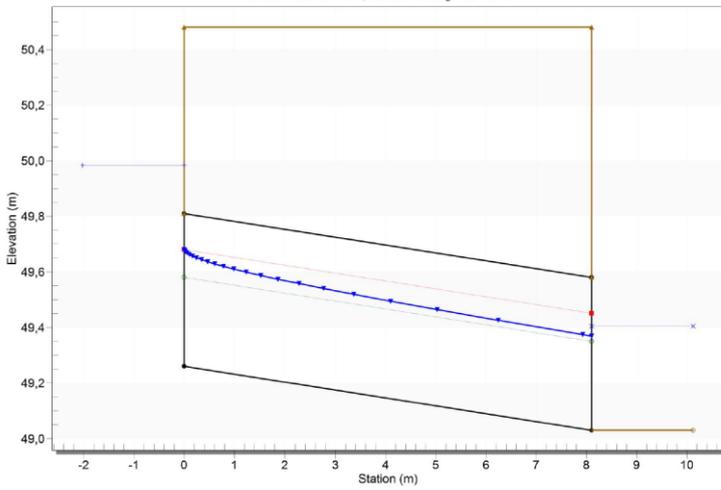
Alcantarilla 9

Crossing - Alcantarilla 11, Design Discharge - 0.41 cms  
Culvert - Alcantarilla 11, Culvert Discharge - 0.41 cms



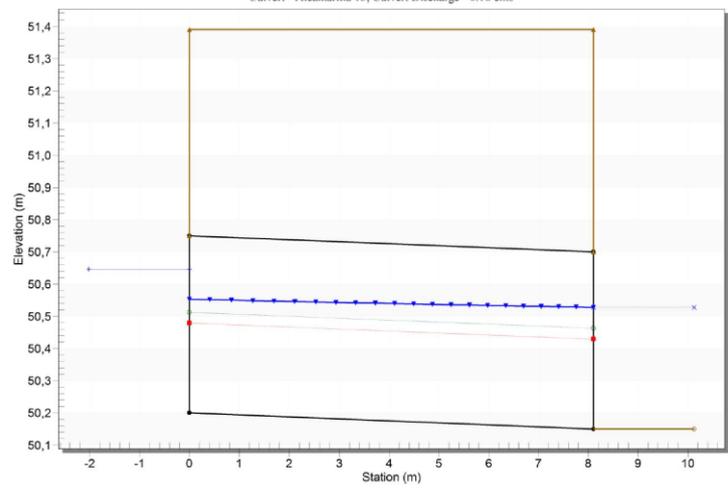
Alcantarilla 11

Crossing - Alcantarilla 12, Design Discharge - 0.40 cms  
Culvert - Alcantarilla 12, Culvert Discharge - 0.40 cms



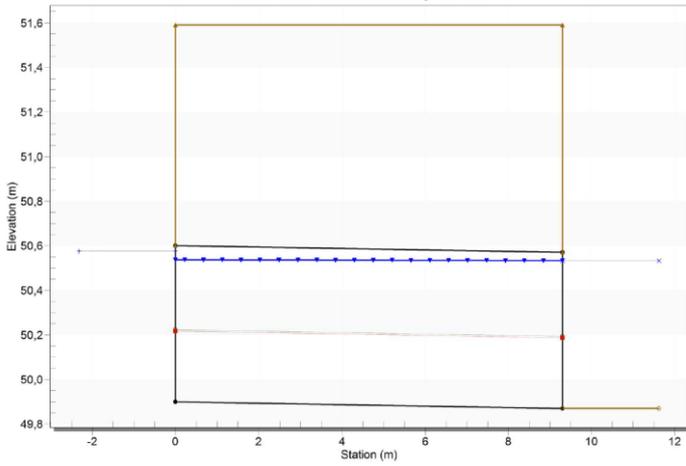
Alcantarilla 12

Crossing - Alcantarilla 13, Design Discharge - 0.18 cms  
Culvert - Alcantarilla 13, Culvert Discharge - 0.18 cms



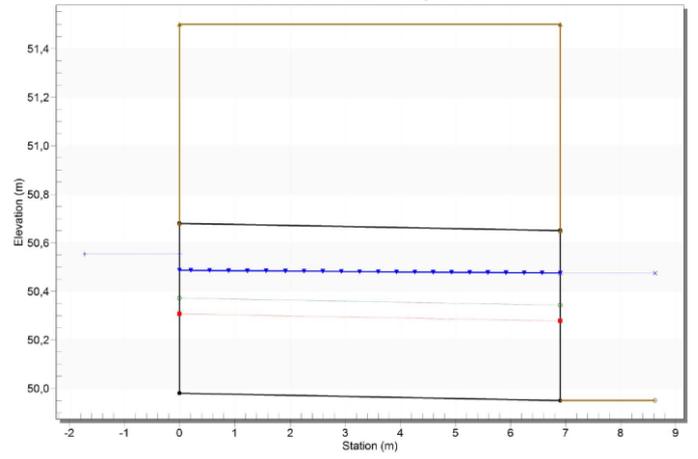
Alcantarilla 13

Crossing - Alcantarilla 14, Design Discharge - 0.52 cms  
 Culvert - Alcantarilla 14, Culvert Discharge - 0.52 cms



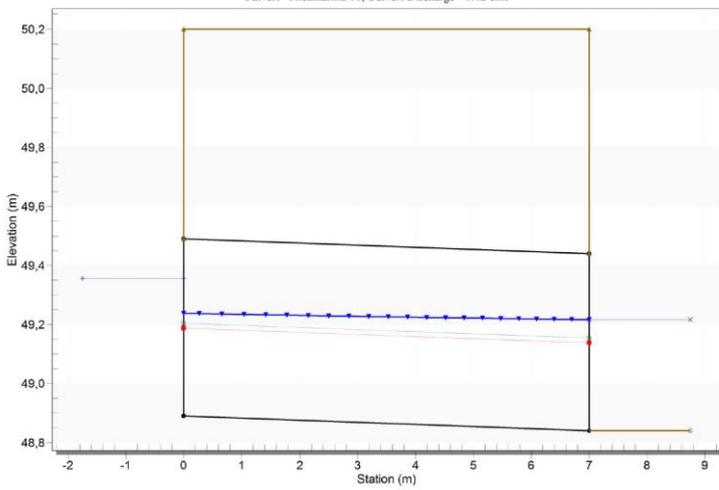
Alcantarilla 14

Crossing - Alcantarilla 15, Design Discharge - 0.56 cms  
 Culvert - Alcantarilla 15, Culvert Discharge - 0.56 cms



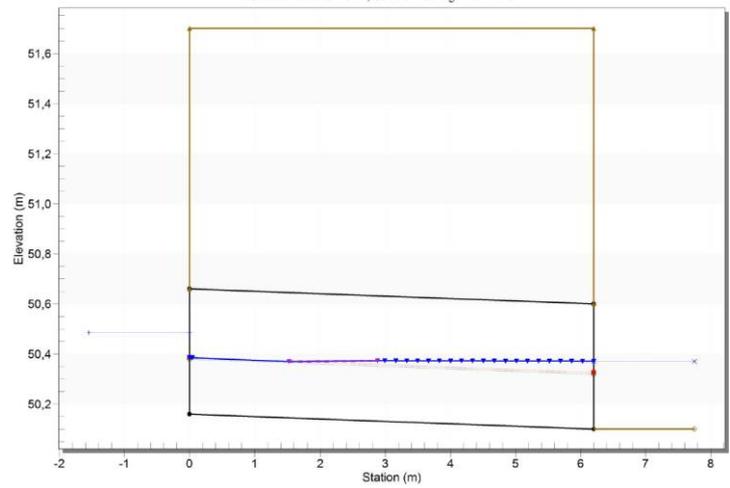
Alcantarilla 15

Crossing - Alcantarilla 18, Design Discharge - 0.42 cms  
 Culvert - Alcantarilla 18, Culvert Discharge - 0.42 cms



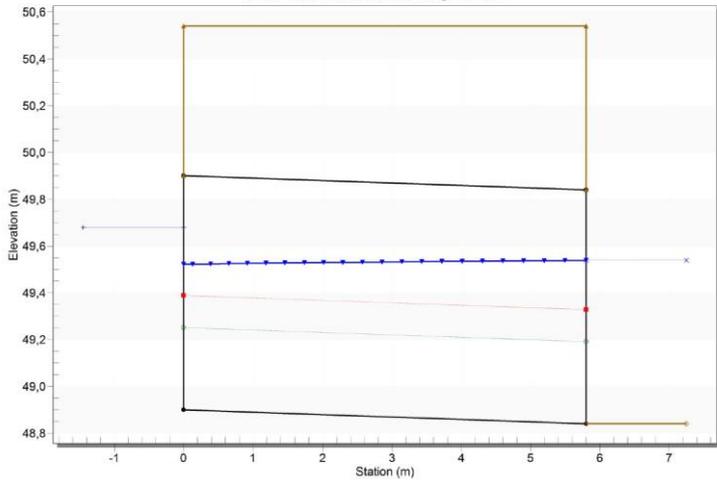
Alcantarilla 18

Crossing - Alcantarilla 19, Design Discharge - 0.11 cms  
 Culvert - Alcantarilla 19, Culvert Discharge - 0.11 cms



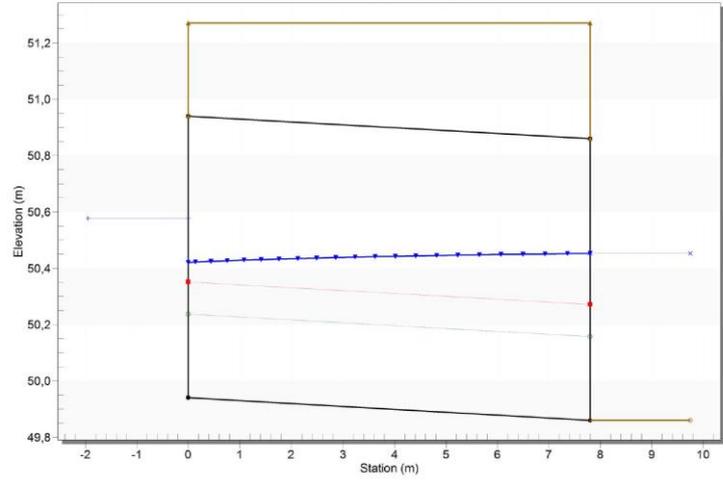
Alcantarilla 19

Crossing - Alcantarilla 21, Design Discharge - 0.74 cms  
 Culvert - Alcantarilla 21, Culvert Discharge - 0.74 cms



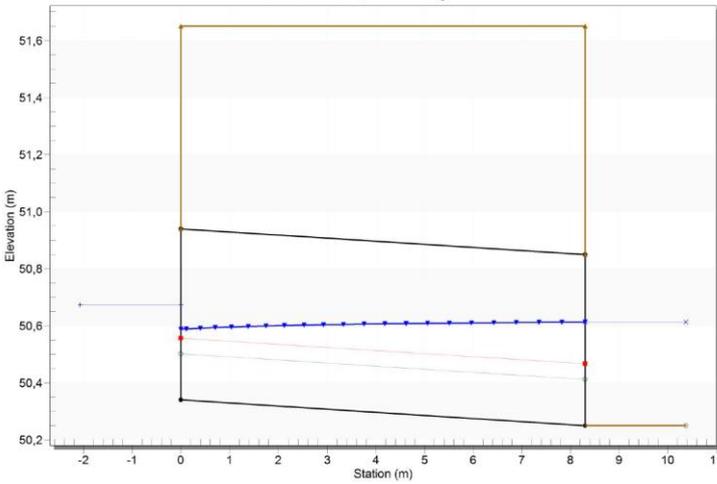
Alcantarilla 21

Crossing - Alcantarilla 22, Design Discharge - 0.53 cms  
 Culvert - Alcantarilla 22, Culvert Discharge - 0.53 cms



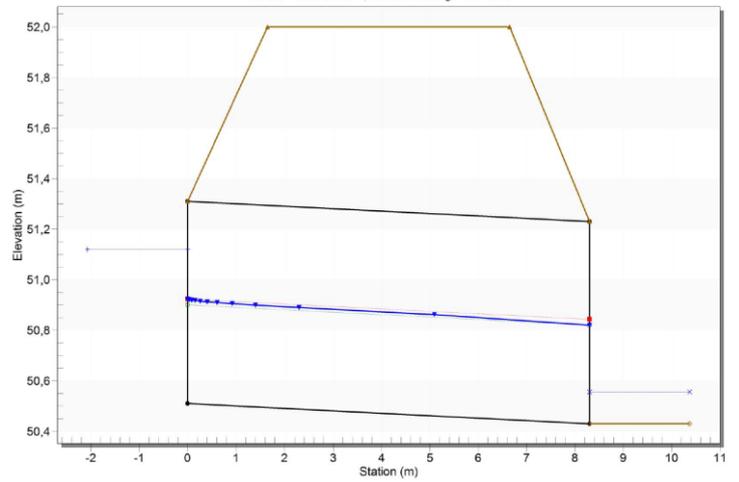
Alcantarilla 22

Crossing - Alcantarilla 23, Design Discharge - 0.23 cms  
 Culvert - Alcantarilla 23, Culvert Discharge - 0.23 cms



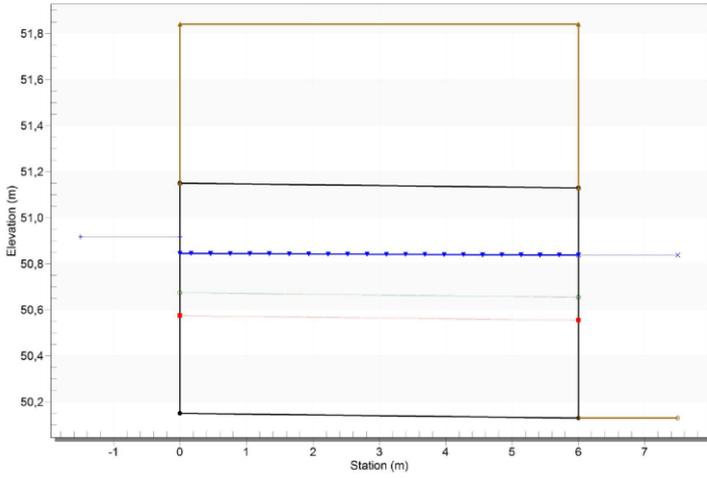
Alcantarilla 23

Crossing - Alcantarilla 24, Design Discharge - 0.47 cms  
 Culvert - Alcantarilla 24, Culvert Discharge - 0.47 cms



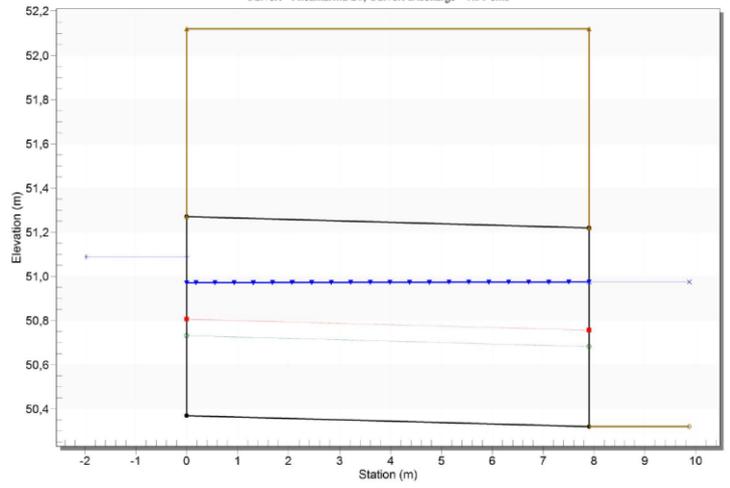
Alcantarilla 24

Crossing - Alcantarilla 25, Design Discharge - 0.57 cms  
 Culvert - Alcantarilla 25, Culvert Discharge - 0.57 cms



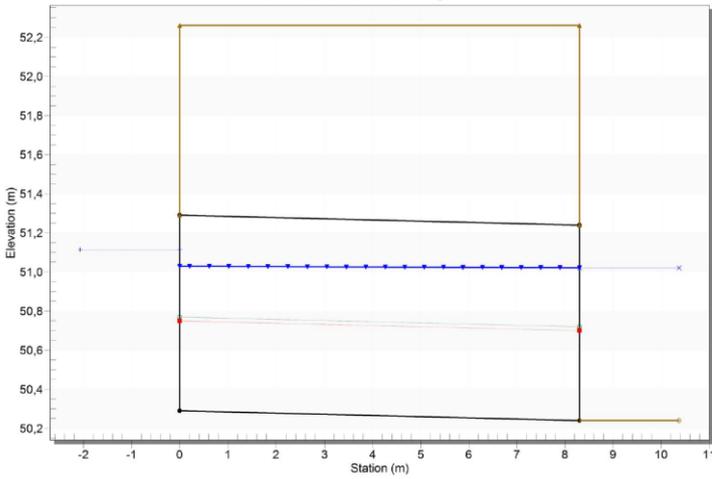
Alcantarilla 25

Crossing - Alcantarilla 26, Design Discharge - 0.56 cms  
 Culvert - Alcantarilla 26, Culvert Discharge - 0.56 cms



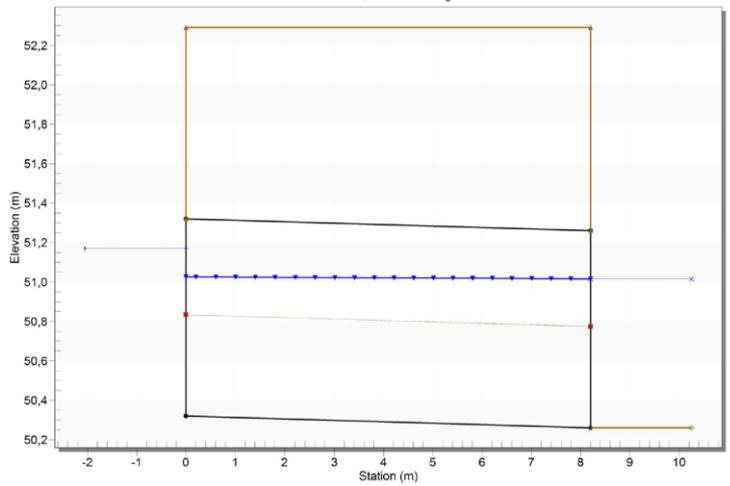
Alcantarilla 26

Crossing - Alcantarilla 27, Design Discharge - 0.66 cms  
 Culvert - Alcantarilla 27, Culvert Discharge - 0.66 cms

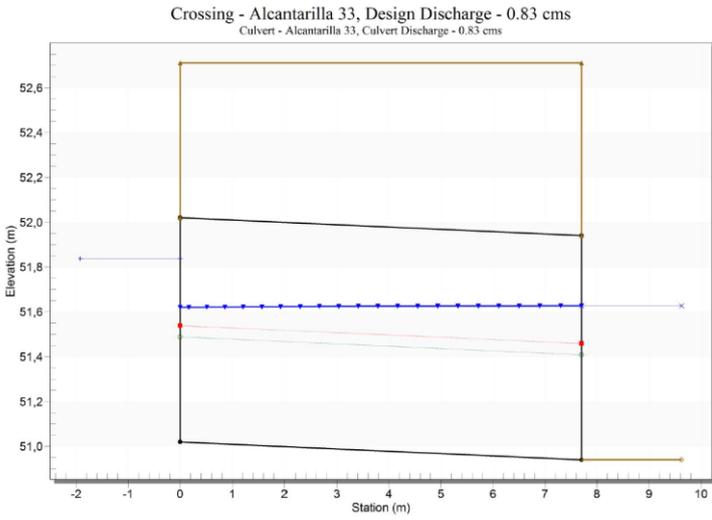


Alcantarilla 27

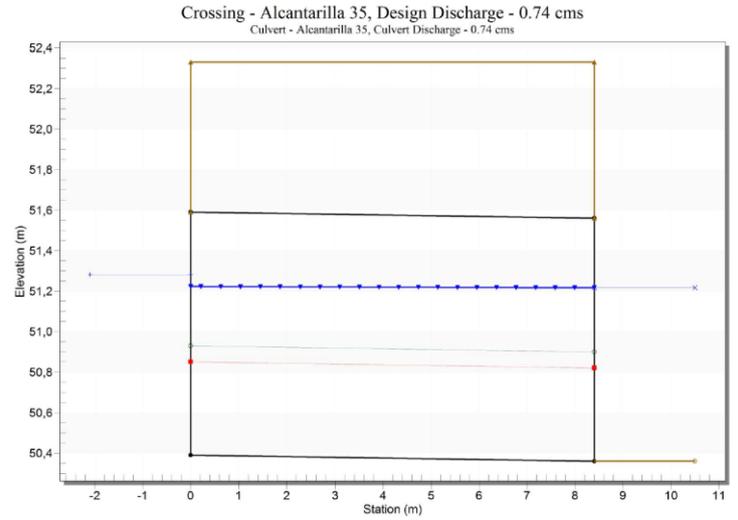
Crossing - Alcantarilla 29, Design Discharge - 0.81 cms  
 Culvert - Alcantarilla 29, Culvert Discharge - 0.81 cms



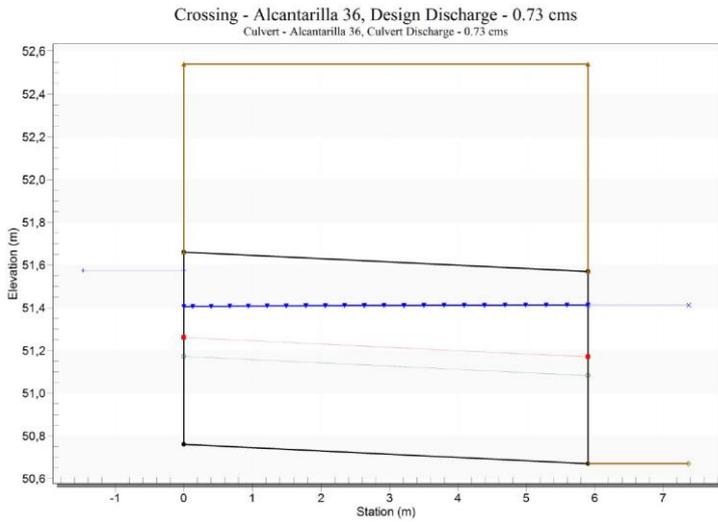
Alcantarilla 29



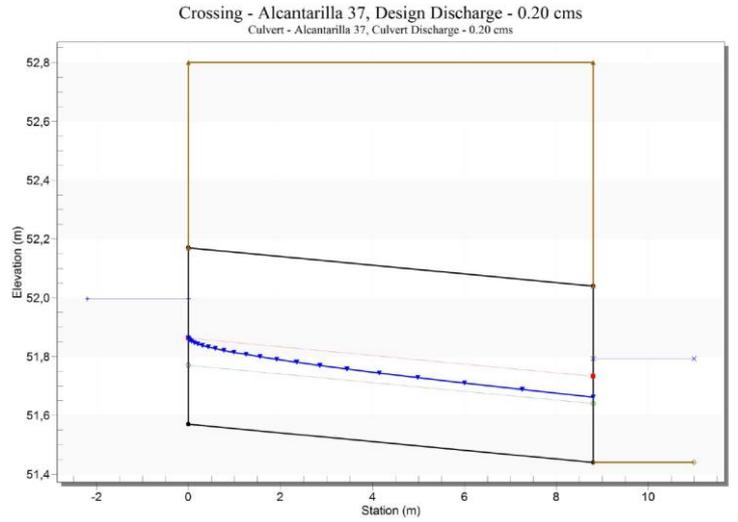
Alcantarilla 33



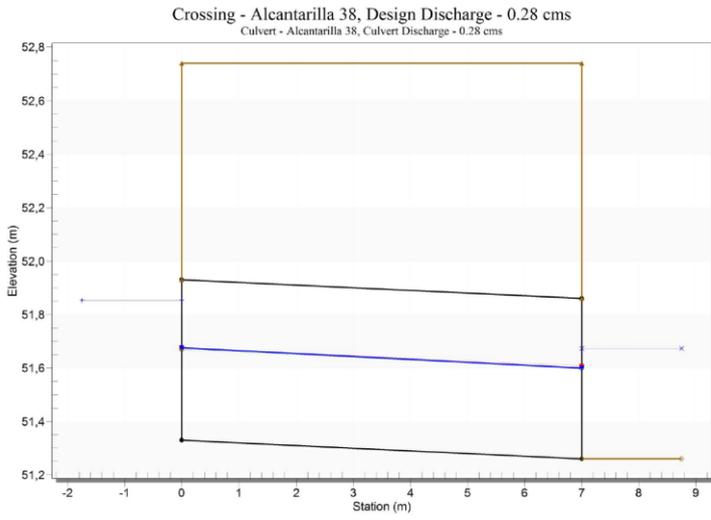
Alcantarilla 35



Alcantarilla 36



Alcantarilla 37



Alcantarilla 38



**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROYECTO DE RED DE DESAGÜES PLUVIALES Y OBRAS DE  
MITIGACIÓN CONTRA INUNDACIONES EN LA LOCALIDAD DE  
GOBERNADOR MANSILLA – PROVINCIA DE ENTRE RÍOS,  
ARGENTINA**

**MEMORIA CONSTRUCTIVA**

**AUTORES:**

Javier Gregorio – C.I: 4.391.789-4

Andrés Mayobre – C.I: 3.971.620-8

Sarah Morioka – C.I: 4.706.048-3

**TUTORES:**

Ing. Msc Jorge De los Santos

Ing. Daniel Schenzer

Montevideo, Uruguay

3 de Diciembre de 2018

# Contenido

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
1.1	Implantación del proyecto.....	5
1.2	Infraestructura existente .....	5
1.3	Características relevantes del proyecto .....	6
1.4	Infraestructura sanitaria .....	6
1.4.1	Abastecimiento de agua potable: .....	6
1.4.2	Sistema de desagües pluviales .....	6
1.4.3	Saneamiento.....	6
<b>2</b>	<b>GENERALIDADES .....</b>	<b>6</b>
2.1	Definición de los trabajos a realizar.....	7
2.2	Replanteo de obra .....	7
<b>3</b>	<b>CALIDAD DEL HORMIGÓN.....</b>	<b>7</b>
3.1	Disposiciones generales.....	7
3.2	Ensayos .....	8
<b>4</b>	<b>Composición del hormigón.....</b>	<b>8</b>
4.1	Disposiciones generales.....	8
4.2	Fórmula para la mezcla .....	9
4.3	Cambio de materiales .....	9
<b>5</b>	<b>MATERIALES .....</b>	<b>9</b>
5.1	Disposiciones generales.....	9
5.2	Almacenamiento .....	10
5.3	Materiales defectuosos.....	10
5.4	Tuberías de hormigón.....	10
5.4.1	Disposiciones generales.....	10
5.4.2	Tubos de hormigón prefabricados .....	10
5.5	Agua.....	11
5.5.1	Disposiciones generales.....	11
5.5.2	Requisitos previos.....	11
5.5.3	Ensayos definitorios.....	11
5.5.4	Normas de ensayo.....	12
5.6	Cemento pórtland .....	12
5.6.1	Disposiciones generales.....	12
5.6.2	Cementos de distintos tipos o marcas.....	12
5.6.3	Almacenamiento .....	12
5.6.4	Ensayos .....	13
5.7	Agregado fino .....	13

5.7.1	Disposiciones generales .....	13
5.7.2	Características .....	13
5.7.3	Sustancias perjudiciales .....	13
5.7.4	Durabilidad .....	14
5.7.5	Granulometría .....	15
5.8	Agregado grueso .....	15
5.8.1	Disposiciones generales .....	15
5.8.2	Sustancias perjudiciales .....	16
5.8.3	Desgastes .....	16
5.8.4	Absorción .....	16
5.8.5	Durabilidad .....	17
5.8.6	Cubicidad .....	17
5.8.7	Dureza .....	17
5.8.8	Resistencia a la compresión .....	17
5.9	Acero laminado en barras de sección circular para hormigón armado .....	19
5.9.1	Normas a consultar .....	19
5.9.2	Alcance de estas especificaciones .....	19
5.9.3	Condiciones generales .....	19
5.9.4	Requisitos especiales .....	20
5.9.5	Inspección y extracción de muestras .....	22
5.10	Junta premoldeada fibro-bituminosa .....	23
5.10.1	Disposiciones generales .....	23
5.10.2	Absorción de agua .....	23
5.10.3	Recuperación .....	23
5.10.4	Compresión .....	23
5.10.5	Expulsión .....	23
5.10.6	Extracción de muestras .....	23
5.11	Betún asfáltico para relleno de juntas y juntas colocadas .....	24
5.11.1	Disposiciones generales .....	24
5.11.2	Extracción de muestras .....	25
5.12	Agregado mineral para relleno de juntas y juntas coladas .....	25
5.12.1	Disposiciones generales .....	25
5.12.2	Extracción de muestras .....	26
<b>6</b>	<b>EQUIPOS .....</b>	<b>26</b>
6.1	Disposiciones generales .....	26
6.2	Moldes laterales .....	27
6.3	Equipos para el suministro de agua .....	27
6.4	Mezcladora .....	28

6.5	Equipos para compactar y terminar el afirmado.....	28
6.5.1	Equipo general.....	29
6.5.2	Equipo adicional.....	29
6.5.3	Moldes para ensayo de compresión.....	29
6.5.4	Cono de asentamiento.....	29
<b>7</b>	<b>PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS .....</b>	<b>29</b>
7.1	Disposiciones generales.....	29
7.2	Colocación de moldes .....	30
7.3	Colocación de armaduras.....	30
7.4	Mezclado .....	31
7.5	Hormigonado en tiempo frio .....	31
7.6	Colocación del hormigón .....	32
7.7	Juntas .....	32
7.8	Terminación de la superficie del pavimento .....	33
7.9	Trazado de cunetas .....	33
7.9.1	Excavaciones.....	33
7.9.2	Limpieza del área de los trabajos .....	34
7.9.3	Revestimiento de los taludes.....	34
7.9.4	Colocación de tapas de seguridad .....	34
7.10	Otras consideraciones .....	34
<b>8</b>	<b>LISTADO DE PLANOS .....</b>	<b>36</b>
<b>9</b>	<b>REFERENCIAS TECNICAS .....</b>	<b>37</b>

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 Implantación del proyecto

La obra consiste en la red de desagües pluviales de la localidad Gobernador Mansilla, ubicada en el Departamento de Tala, provincia de Entre Ríos.

En la siguiente imagen se presenta su ubicación en una imagen satelital.

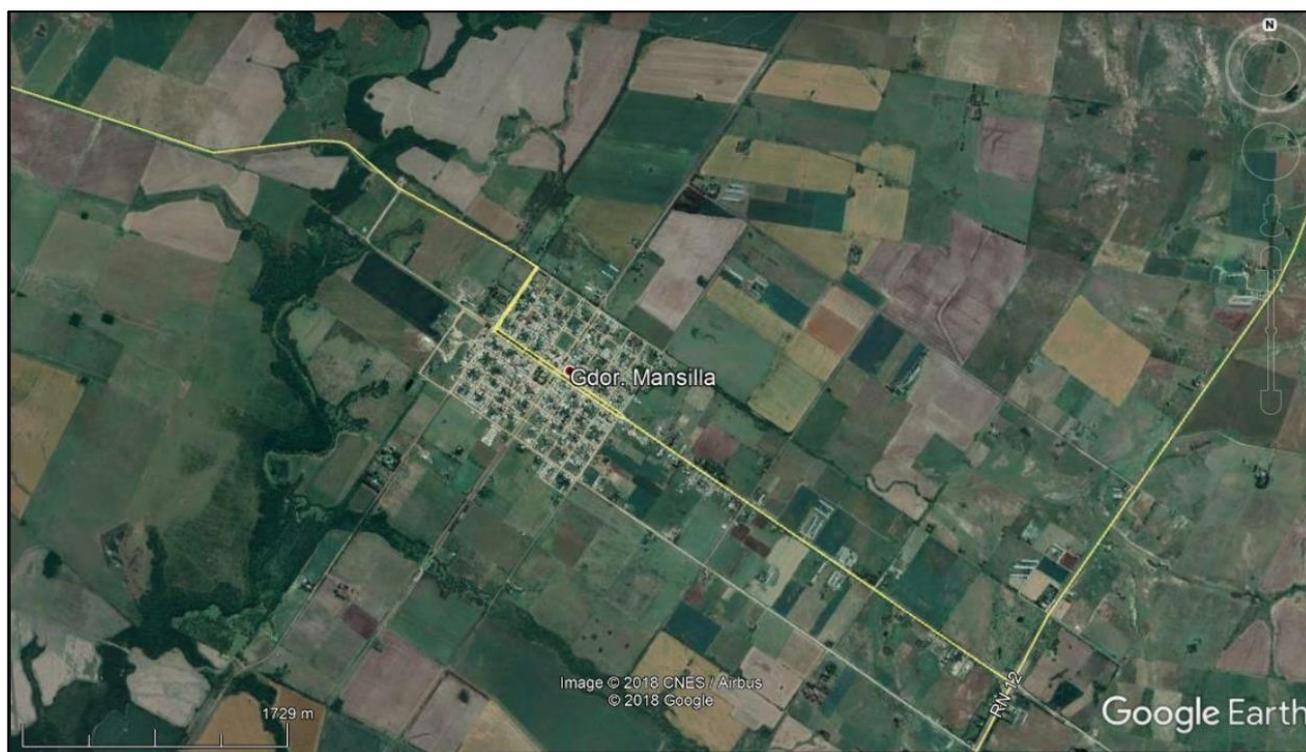


Figura 1 : Ubicación de la Localidad

## 1.2 Infraestructura existente

La ciudad cuenta con cunetas naturales a cielo abierto y cordones cuneta que conducen las pluviales al arroyo Clé

### **1.3 Características relevantes del proyecto**

Se prevé la construcción del saneamiento pluvial en la localidad de Gobernador Mansilla con la verificación y construcción de canales periféricos y alcantarillas, así como cordones cunetas y cunetas en la planta urbana.

### **1.4 Infraestructura sanitaria**

#### **1.4.1 Abastecimiento de agua potable:**

El servicio de agua potable se encuentra administrado por la asociación Cooperativa de Agua Potable Mansilla. El suministro es a través tres perforaciones sobre el acuífero Ituzaingó; dos de abastecimiento y una de respaldo. Cada perforación es de 12" y profundidad entre 60 y 70 metros, encontrándose el nivel estático aproximadamente a 17 metros del terreno. Cada perforación cuenta con un caudal nominal de 50 m<sup>3</sup>/h, y se lo extrae mediante bombas de 10 hp con succión a 30 metros de profundidad. La conducción desde los pozos es de 4" y la distribución a la red es de 3".

#### **1.4.2 Sistema de desagües pluviales**

La cañada Rocamora, el canal Lucero, el canal Dr. Salas y el canal en la zona de la Virgen son los responsables de conducir al arroyo Clé las pluviales generadas en las cuencas en donde se sitúa el casco de la ciudad.

#### **1.4.3 Saneamiento**

La red cloacal cubre en su totalidad la localidad, con caños de 160 mm de diámetro de hierro en el caso de tramos antiguos, y de PVC en tramos más modernos. El ramal colector conduce los efluentes generados hacia un sistema de tratamiento de lagunas del tipo australiano, compuesto por una cámara de rejillas a la entrada, una laguna anaeróbica y una laguna facultativa. Los efluentes tratados son vertidos al arroyo Clé, el curso principal.

## **2 GENERALIDADES**

Las cunetas, los cordones cunetas y badenes de hormigón de cemento portland deben construirse conforma a estas especificaciones, planos, detalles agregados al proyecto y de

las ordenes que imparta la Municipalidad. Los planos establecerán las medidas, perfil y estructura de las cunetas, cordones cuentas y badenes.

## **2.1 Definición de los trabajos a realizar**

El presente documento tiene como objetivo establecer las especificaciones técnicas para la ejecución de las obras de desagües pluviales para la localidad Gobernador Mansilla. Las obras a ejecutarse comprenden como mínimo los siguiente:

- Cunetas, alcantarillas y badenes que forman la red en la planta urbana
- Pozos de reserva para posterior bombeo
- Canales periféricos para alejamiento del agua
- Reperfilado de cunetas existentes y alcantarillas existentes en la zona afectadas por el presente proyecto.

## **2.2 Replanteo de obra**

Para el replanteo de las obras y todo otro trabajo topográfico se debe usar solamente equipo de alta calidad y de fabricantes reconocidos, el que debe ser verificado y ajustado en forma regular.

Antes de realizar cualquier trabajo de construcción, la Municipalidad debera realizar un relevamiento de la zona para verificar la exactitud de los planos, la ubicación y zampeado de todas las canalizaciones existentes que interfieren con el trazado de la cañería. Los cateos de las diferentes instalaciones deberán coordinarse con el organismo correspondiente.

# **3 CALIDAD DEL HORMIGÓN**

## **3.1 Disposiciones generales**

El hormigón deberá cumplir con las siguientes características mínimas:

- a. Módulo de rotura o resistencia a la flexión (Norma IRAM 1547 – ASTM C78) de vigas de sección cuadrada de 15 cm de lado: a los 28 días de edad – 48 kg/cm<sup>2</sup>.

- b. Resistencia a la compresión (Norma IRAM 1546) de probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura (Norma IRAM 1534): a los 28 días de edad – 320 kg/cm<sup>2</sup>, a los 50 días de edad – 340 kg/cm<sup>2</sup> y a los 100 días de edad – 360 kg/cm<sup>2</sup>.
- c. Consistencia y trabajabilidad, determinada por medio del cono de asentamiento (Normas IRAM 1536-P o ASTM C 143): entre 2 y 4 cm.
- d. “Factor cemento”, o sea la cantidad de cemento portland, medida en peso, que interviene en la preparación de un metro cubico de hormigón compactado: 350 kg/cm<sup>2</sup>.
- e. La proporción de arena respecto al total de agregados (arena más agregado grueso) de la mezcál, será la menor posible que permita obtener la trabajabilidad deseada con el equipo de colocación y compactación especificado.

### **3.2 Ensayos**

La Municipalidad debera ejecutar los ensayos que entienda son convenientes a efectos de lograr un mejor contralor de la calidad de los materiales, hormigon y trabajos elaborados. Se sugiere que se preparen como mínimo 3 (tres) probetas por cada día de trabajo o por cada 30 (treinta) metros cúbicos o fracción menor de hormigón elaborado, que serán ensayadas a la compresión a los 28 días.

A los efectos de la recepción de los tramos construidos, por cada día de trabajo se obtendrá un valor de la resistencia a la compresión a los 28 días, promedio de todas las probetas realizadas.

## **4 COMPOSICIÓN DEL HORMIGÓN**

### **4.1 Disposiciones generales**

El hormigón estará constituido por una mezcla homogénea de agua, cemento portland normal, agregado fino y agregado grueso. La mezcla será de calidad uniforme y su transporte, colocación, compactación y curado se realizará de modo tal que la estructura resulte compactada, de textura uniforme, resistente y durable a fin de cumplir en un todo al uso a que se la destina.

## **4.2 Fórmula para la mezcla**

Previo al inicio de los trabajos se deberá establecer la “Formula para la mezcla”, esta fórmula deberá consignar:

- a. Proporciones exactas en peso del cemento portland, agregado fino, agregado grueso y agua.
- b. Relación agua – cemento.
- c. Tiempo de mezclado.
- d. Marca y fabrica de origen del cemento portland.
- e. Granulometría y procedencia del agregado grueso.
- f. Granulometría total de los agregados pétreos.
- g. Resistencia a la compresión
- h. Asentamiento
- i. En caso de incorporarse aditivos, se deberá consignar la marca, proporción y forma de empleo.

## **4.3 Cambio de materiales**

Se deberá dejar constancia en el caso de cambio de marca o fabrica del cemento o el origen o características de los agregados, en cuyo caso se deberán realizar los ensayos para verificar la “Fórmula para la mezcla”.

# **5 MATERIALES**

## **5.1 Disposiciones generales**

Los materiales a utilizar en toda la obra deben ser de primera calidad. La Municipalidad deberá hacerse cargo de controlar la calidad de cada uno de los materiales que se van a emplear. En el caso de que para un determinado material no se hubiesen indicado las especificaciones que deba satisfacer, queda establecido que deberán cumplir con las especificaciones del Instituto Argentino de Racionalización de Materiales (IRAM) que se hallen en vigencia o en su defecto, las correspondientes de la Sociedad Americana para Ensayos de Materiales (ASTM).

## 5.2 Almacenamiento

La forma de disposición de los materiales deberá asegurar la preservación de su calidad.

## 5.3 Materiales defectuosos

Todo material que no conforme los requerimientos establecidos en el presente documento serán considerados defectuosos y en consecuencia deberán ser rechazados.

## 5.4 Tuberías de hormigón

### 5.4.1 Disposiciones generales

Las tuberías deberán llevar estampadas en letras claramente legibles la identificación del fabricante, material, diámetro nominal, espesor de pared y norma que cumplen. Éstas deberán cumplir con la norma DNV / IRAM 1302

### 5.4.2 Tubos de hormigón prefabricados

Las tuberías de hormigón se indican en las alcantarillas de los planos con los diámetros correspondientes. Las dimensiones de las tuberías utilizadas fueron tomadas de diferentes proveedores, a continuación, una tabla con las dimensiones típicas para tuberías.

Tabla 1 - Tipo de tubos de hormigón (Cortesía de TENSOLITE S.A.)

Dimensiones para caños de Hormigón Simple - Normas IRAM 11513							Dimensiones para caños de Hormigón Armado - Normas IRAM 11503						
Diámetro d (mm)	Diámetro Exterior Cabeza(D)	Espesor e (mm)	Largo Total L (mm)	Largo Útil l (mm)	L´	Peso Teórico (Kg/Caño)	Diámetro d (mm)	Diámetro Exterior Cabeza(D)	Espesor e (mm)	Largo Total L (mm)	Largo Útil l (mm)	L´	Peso Teórico (Kg/Caño)
450	668	49	1564	1500	64	461	450	710	65	1607	1500	107	724
500	732	54	1567	1500	67	551	500	778	70	1607	1500	107	852
550	806	59	1570	1500	70	660	550	846	75	1607	1500	107	986
600	876	64	2073	2000	73	802	600	897	75	2107	2000	107	1082
700	1016	75	2979	2000	79	1035	700	1034	85	2107	2000	107	1188
800	1136	80	2085	2000	85	1239	800	1185	95	2113	2000	113	1575
900	1254	85	2090	2000	90	1455	900	1304	100	2113	2000	113	2205
1000	1374	90	2095	2000	95	1690	1000	1444	110	2113	2000	113	2205
1100	1510	100	2100	2000	100	2055	1100	1583	120	2121	2000	121	2620
1200	1622	105	2110	2000	110	2225	1200	1702	125	2121	2000	121	2965

## **5.5 Agua**

### **5.5.1 Disposiciones generales**

El agua a emplear para el amasado y curado del hormigón debe ser clara, libre de glúcidos y aceites. Además, no debe contener sustancias que puedan producir efectos desfavorables sobre el fraguado del hormigón o sobre las armaduras. Como norma de carácter general debe usarse preferentemente aguas consideradas potables.

### **5.5.2 Requisitos previos**

En caso de que no posea antecedentes respecto a su comportamiento o cuando haya duda sobre la calidad, será necesario realizar ensayos que permitan verificar si el agua en estudio cumple con los siguientes requisitos:

- a. Sus propiedades colorantes deben ser nulas o ser débilmente perceptibles
- b. El contenido máximo de materia orgánica, expresado en oxígeno consumido será menor de 3 miligramos por litro.
- c. El residuo sólido no será mayor de 5 gr/litro.
- d. El P.H estará comprendido entre 5.5 y 8.
- e. La cantidad de sulfatos, expresada en ion  $\text{SO}_4$ , será menor de 0,6 gr/litro
- f. El contenido de cloruros, expresado en ion CL, será menor de 1 gr/litro
- g. La cantidad de carbonatos y bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total) expresada en  $\text{NaHCO}_3$  será menor de 1 gr/litro.

### **5.5.3 Ensayos definitorios**

Cuando el agua ensayada no cumpla uno o varios de los requisitos previos establecidos anteriormente, se realizarán ensayos comparativos empleando en un caso el agua cuyo comportamiento desea conocerse y en el otro, agua potable de la red de distribución. Dichos ensayos se realizarán con el mismo cemento con que se construirá la obra y consistirán en la determinación del tiempo de fraguado del cemento y resistencia a la compresión de morteros a las edades de 7 y 28 días.

Los tiempos de fraguado inicial y final de la pasta que contiene el agua en estudio podrán ser hasta un veinticinco por ciento (25%) menor y un veinticinco por ciento (25%) mayor, respectivamente, que los correspondientes a la pasta que contiene el agua patrón. La reducción de resistencia del mortero que contiene el agua en estudio, o cualquier edad de ensayo, podrá ser como máximo del diez por ciento (10%). De no cumplirse estos requisitos el agua será definitivamente rechazada.

#### **5.5.4 Normas de ensayo**

Correspondientes a los requisitos previos – IRAM 1601 y resistencias comparativas de morteros IRAM 1573.

### **5.6 Cemento pórtland**

#### **5.6.1 Disposiciones generales**

Deberá emplearse cemento pórtland normal de marcas aprobadas y que satisfagan las condiciones de calidad establecidas en el “Pliego de Condiciones para la Provisión y Recibo de Cemento Pórtland destinada a Obras Publicas Nacionales” MOP 1931 con las especificaciones establecidas por los Decretos Complementarios del Poder Ejecutivo Nacional. En el caso de que el citado Pliego de Condiciones fuese revisado o reemplazado, se adoptarán las especificaciones que establezca el Pliego que reemplace el vigente

#### **5.6.2 Cementos de distintos tipos o marcas**

No se permitirán las mezclas de cementos de clases o marcas distintas o de cementos de una misma clase, pero procedentes de fábricas diferentes.

#### **5.6.3 Almacenamiento**

Los cementos de distinto tipo, marca o partida se almacenarán separadamente y por orden cronológico de llegada. El empleo se realizará en el mismo orden. El almacenamiento se realizará en locales, depósitos o silos adecuados, secos y bien ventilados, capaces de protegerlo contra la acción de la intemperie, de la humedad del suelo y de las paredes, y de cualquier otra acción que pueda alterar o reducir su calidad

#### **5.6.4 Ensayos**

Los ensayos se realizarán de acuerdo a los métodos establecidos en el “Pliego de Condiciones para la Provisión y Recibo de Cemento Pórtland destinado a Obras Públicas Nacionales” MOP 1931 y Decretos Complementarios, o métodos similares aceptados, que permitan obtener por lo menos igual precisión de resultados.

#### **5.7 Agregado fino**

##### **5.7.1 Disposiciones generales**

Se permitirá usar solamente agregado fino constituido por arenas naturales o resultantes de la trituración de rocas o gravas, que tengan iguales características de durabilidad, resistencia, dureza, tenacidad, desgaste y absorción que el agregado grueso especificado en este documento.

Se dará preferencia al empleo de arenas naturales de origen silíceo. Las arenas naturales de partículas redondeadas y en las proporciones necesarias para obtener hormigones trabajables y homogéneos.

##### **5.7.2 Características**

La arena tendrá granos limpios, duros y resistentes, durables y sin películas adheridas, libres de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, arcillas o laminas, margas, materiales orgánicos y otra sustancia perjudicial.

##### **5.7.3 Sustancias perjudiciales**

El porcentaje en peso de sustancias perjudiciales, no excederá de las consignadas a continuación:

- |  |    |
|--|----|
| - Pérdida por lavado en tamiz N° 200 (Norma IRAM 1540) | 3% |
| - Removida por decantación (Norma AASHO T-10-35)       | 1% |

- Materias carbonosas (Norma IRAM 1512) 0,5%
- Terrones de arcilla (Norma IRAM 1512) 0,25%
- Otras sustancias perjudiciales (sales, mica, arcilla esquistosa, granos con películas adheridas, partículas blandas y laminares) 2%

La suma de porcentajes de arcilla esquistosa, carbón, terrones de arcilla, fragmentos blandos y otras sustancias perjudiciales, no excederá el tres por ciento (3%) en peso. La arena no contendrá cantidades perjudiciales de sustancias orgánicas. Será rechazada toda arena que sometida al ensayo colorímetro produce un color más oscuro que el color patrón, salvo que satisfaga las resistencias comparativas de morteros elaborados con una arena patrón.

#### **5.7.4 Durabilidad**

Cuando el agregado fino sea sometido a cinco (5) ciclos de ensayo de durabilidad en solución de sulfato de sodio (Norma IRAM 1525), el porcentaje de pérdida en peso no deberá exceder del diez por ciento (10%), se empleará solamente en el caso de que, sometido a las alternativas de congelación y deshielo (Norma IRAM 1526) la pérdida de peso no sea superior al diez por ciento (10%) al cabo de cinco (5) ciclos.

### 5.7.5 Granulometría

El agregado fino tendrá una curva granulométrica continua, comprendida dentro de los límites siguientes:

Tabla 2 – Límites para curva granulométrica

<b>Tamiz IRAM</b>	<b>Nro</b>	<b>% que pasa en peso</b>
9,5 mm	3/8	100
4,8 mm	4	95 a 100
2,4 mm	8	70 a 90
1,2 mm	16	45 a 80
590 micrones	30	25 a 55
297 micrones	50	5 a 30
149 micrones	100	0 a 10

El ensayo se efectuará según Norma IRAM 1502.

### 5.8 Agregado grueso

#### 5.8.1 Disposiciones generales

Se permitirá usar solamente agregado grueso compuesto por roca partida. Será de partículas duras, resistentes, durables y libres de películas superficiales. En el momento de su utilización no contendrá materias extrañas que perjudiquen la calidad del hormigón.

### 5.8.2 Sustancias perjudiciales

El porcentaje en peso de sustancias perjudiciales que se encuentren en el agregado grueso, no deberá exceder los siguientes valores:

- |  |       |
|--|-------|
| - Fragmentos blandos (Norma IRAM 1512)   | 3%    |
| - Materias carbonosas (Norma IRAM 1512)  | 0,5%  |
| - Terrones de arcilla (Norma IRAM 1512)  | 0,25% |
| - Removidos por decantación (Norma AASHO T-10-35)  | 1%    |
| - Arcilla esquistosa   | 1%    |
| - Otras sustancias perjudiciales (sales, mica, arcilla esquistosa, granos con películas adheridas, partículas blandas y laminares) | 2%    |
| - Perdida por lavado en tamiz Nro 200 (Norma IRAM 1540)  | 0,8%  |

La suma de arcilla esquistosa, terrones de arcilla y fragmentos blandos, no deberá exceder del tres por ciento (3%) en peso.

### 5.8.3 Desgastes

El porcentaje de desgaste Los Ángeles (Norma IRAM 1532) no excederá del veinticinco por ciento (25%) en peso.

### 5.8.4 Absorción

La absorción de agua (Norma IRAM 1533) en veinticuatro (24) horas no excederá del dos por ciento (2%) en peso.

### **5.8.5 Durabilidad**

El agregado grueso deberá satisfacer el ensayo acelerado de durabilidad con solución de sulfato de sodio (Norma IRAM 1525), no debiendo acusar muestras de desintegración al cabo de cinco (5) ciclos. En caso de que falle en este ensayo, solo se podrá usar si resiste satisfactoriamente el ensayo de congelación y deshielo (Norma IRAM 1526), no mostrando apreciable desintegración después de cinco (5) ciclos.

### **5.8.6 Cubicidad**

El coeficiente de cubicidad será mayor de 0.60 determinado por el ensayo de cubicidad descrito en la Norma de Ensayo VNE-16/67 "Determinación del factor de cubicidad".

### **5.8.7 Dureza**

La dureza será igual o mayor del dieciocho (18), cuando se determine mediante el ensayo de desgaste por frotamiento de la máquina de Dorry (Norma IRAM 1539).

### **5.8.8 Resistencia a la compresión**

La resistencia a la compresión (Norma IRAM 1510), será igual o mayor a 800 kg/cm<sup>2</sup>, en ensayos que se realicen sobre cilindros de 2.5 cm de diámetro y 3.7 cm de altura. La carga de rotura registrada por la máquina se multiplicará por 0.95 para reducir su valor al que se obtendrá con una probeta de igual altura que su diámetro.

Granulometría: El agregado grueso, será depositado en obra en dos fracciones que se designan como agregado grueso de graduación A); y agregado grueso de graduación B). Dichas fracciones cumplirán los siguientes requisitos granulométricos:

Tabla 3 – Granulometría Graduación A

GRADUACIÓN A – Tamaño Nominal 2" a 1" (50.8 a 25.4mm)		
Tamiz IRAM	Nº	% que pasa en peso
63mm	2 ½"	100
51mm	2"	90 a 100
38mm	1 ½"	35 a 70
25mm	1"	0 a 15

GRADUACIÓN B – Tamaño Nominal 1" a Nº 4 (25.4 a 4.76mm)		
Tamiz IRAM	Nº	% que pasa en peso
38mm	1 ½"	100
25mm	1"	90 a 100
12.7mm	½"	25 a 60
4.8mm	4	0 a 10

Granulometría Total: Dichas fracciones se depositarán y medirán separadamente. En el momento de su utilización se mezclarán en las proporciones necesarias para que el agregado grueso total este dentro de los siguientes límites granulométricos:

Tabla 4 – Granulometría Total

Tamiz IRAM	Nº	% que pasa en peso
63mm	2 ½"	100
51mm	2"	95 a 100
25mm		35 a 70
12.7mm	½"	10 a 30
4mm		0 a 5

## 5.9 Acero laminado en barras de sección circular para hormigón armado

### 5.9.1 Normas a consultar

- Generalidades sobre entrega y ensayos mecánicos de materiales metálicos IRAM 101
- Removida por decantación (Norma AASHO T-10-35) Ensayos de tracción de materiales metálicos a temperatura ambiente IRAM 102
- Ensayos de plegado de materiales metálicos IRAM 103
- Definición y designación de los productos siderúrgicos principales IRAM 501
- Acero laminado en barras de sección circular, para hormigón armado IRAM 502
- Instrucciones para la toma de muestras en barras de acero para estructuras de hormigón armado LEMIT I - 14

### 5.9.2 Alcance de estas especificaciones

Esta especificación se refiere a los aceros laminados en caliente en barras de sección circular, que se emplean en la confección de estructuras de hormigón armado.

### 5.9.3 Condiciones generales

Aspecto superficial: Las barras estarán exentas de defectos superficiales tales como escamas, fisuras, herrumbre, etc., admitiéndose únicamente aquellos defectos que no les impidan cumplir con las exigencias de esta especificación.

Diámetro de las barras, tolerancia: Se admitirán las siguientes tolerancias en diámetros nominales:

- Para diámetros hasta 25 mm:  $\pm 0.5$  mm

- Para diámetros mayores de 25 mm:  $\pm 0.5$  mm

Ovalización: La sección transversal de las barras podrá adaptarse de la forma circular, siempre que estas variaciones estén dentro de las tolerancias admitidas por el diámetro.

Longitud de las barras, tolerancias: Las barras tendrán una longitud mínima de 8 m, máxima de 12 m. Por convenio previo se admitirán longitudes menores que la indicada. Se admitirá una diferencia de 250 mm entre la longitud de fabricación y la real de las barras.

#### 5.9.4 Requisitos especiales

Pesos y medidas teóricas: Serán las consignadas en la Tabla 5.

Tabla 5 – Pesos y medidas teóricas

Diámetro (mm)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Peso (kg/m)	Perímetro (cm)
5	0.20	0.154	1.57
6	0.28	0.222	1.89
7	0.38	0.302	2.20
8	0.50	0.395	2.51
10	0.79	0.617	3.14
12	1.13	0.888	3.77
14	1.54	1.208	4.40
16	2.01	1.58	5.08
18	2.54	2.00	5.65
20	3.14	2.47	6.28
22	3.80	2.98	6.91

24	4.52	3.55	7.54
26	5.31	4.17	8.17
28	6.16	4.83	8.80
30	7.07	5.55	9.42
32	8.04	6.31	10.05
34	9.08	7.13	10.68
36	10.18	7.99	11.31
40	12.57	9.87	12.57
45	15.90	12.50	14.14
50	19.63	15.40	15.71

Entre el peso teórico indicado en la Tabla 5 y el peso real se admitirá una diferencia hasta  $\pm 6\%$ .

Características mecánicas: El material de las barras responderá a las exigencias de la Tabla 6 donde se admiten dos tipos de aceros: el común A37 y el A50 de alto límite de fluencia.

Tabla 6 – Características mecánicas

Tipo de acero	Tensión mínima de fluencia (kg/mm <sup>2</sup> )	Resistencia a tracción (kg/mm <sup>2</sup> )		Alargamiento mínimo de rotura (%)		Ángulo de plegado	Diámetro del menor en relación al "d" de la probeta
		Mín	Máx	Probeta corta	Probeta larga		
A37	24	37	45	25	20	180º	2d
A50	36	50	65	22	18	180º	2d

El acero de las barras deberá ser soldable, al tope, por el método de resistencia eléctrica. En las normas especiales referentes a las instrucciones para la ejecución de construcciones

de hormigón armado, se especificará el uso de cada uno de los tipos de aceros indicados en la Tabla 6.

### **5.9.5 Inspección y extracción de muestras**

Cada cien (100) barras, o fracción del mismo diámetro constituirán un lote. De cada lote, la Municipalidad separará como mínimo tres (3) barras, de cada una de ellas se cortarán dos (2) trozos. Con cada uno de ellos se preparará la probeta para el ensayo de tracción. La longitud mínima de cada trozo será la siguiente:

- Para diámetros menores de 25 mm  $11d + 160$  mm
- Para diámetros mayores de 25 mm  $11d + 550$  mm

d: diámetro de la barra en mm.

Los trozos se cortarán de barras rectas. Cada trozo se identificará con un número que será el mismo con que se identificará a la barra de la cual proviene. Cuando en un ensayo cualquiera, más de la mitad de las probetas de un mismo lote den resultado que no concuerde con lo especificado en la Tabla II, el lote respectivo será rechazado.

Si la mitad o menos de la mitad de las probetas correspondientes a un mismo tipo de ensayos dan resultados que no concuerden con lo especificado, se podrán realizar ensayos complementarios.

Para estos ensayos se extraerá del mismo lote un número de probetas igual al doble de las probetas que dieron mal resultado. Cada probeta será extraída de una barra distinta y todas serán sometidas al mismo ensayo para el cual se obtuvieron resultados no satisfactorios.

Para la aceptación del lote mediante ensayos complementarios será necesario que todos los resultados sean satisfactorios. Si así no fuese el lote será rechazado.

Del lote aceptado con ensayos complementarios deberán eliminar las barras que dieron mal resultado, las que no podrán emplearse en la obra. Por mera inspección visual se podrán rechazar aquellas barras que no se encuentren en las condiciones exigidas por estas especificaciones para todo el lote al cual pertenecen.

## **5.10 Junta premoldeada fibro-bituminosa**

### **5.10.1 Disposiciones generales**

Este relleno consistirá en fajas premoldeadas construidas por bagazo de caña u otra fibra utilizable de naturaleza celular tratadas químicamente para impedir la putrefacción y ligadas entre si o impregnadas uniformemente el todo con betún asfáltico.

Las tolerancias en sus dimensiones serán idénticas a las estipuladas para la junta bituminosa premoldeada. Cumplirá los siguientes requisitos cuando se la ensaye mediante los métodos AASHO T-42-42.

### **5.10.2 Absorción de agua**

No será superior al quince por ciento (15%) en volumen.

### **5.10.3 Recuperación**

No será inferior al setenta por ciento (70%) del espesor primitivo de la muestra, efectuando la medida una (1) hora después de la tercera aplicación de la carga.

### **5.10.4 Compresión**

La carga requerida para comprimir la muestra al cincuenta por ciento (50%) de su espesor previo al ensayo, no deberá ser menor de 7 ni mayor de 52.5 kg/cm<sup>2</sup>, el material después de la compresión no mostrará una pérdida mayor de tres por ciento (3%) de su peso original.

### **5.10.5 Expulsión**

La deformación por expulsión del borde libre no excederá de 0.6 cm.

### **5.10.6 Extracción de muestras**

Se extraerá una muestra por cada lote de 100 m lineales o fracción menor. Dicha muestra tendrá el espesor especificado y una altura igual al total de la junta a utilizarse. El largo no será inferior a 1m.

## 5.11 Betún asfáltico para relleno de juntas y juntas colocadas

### 5.11.1 Disposiciones generales

Cumplirá los siguientes requisitos cuando se lo ensaye mediante los métodos indicados:

Tabla 7 – Requisitos para las juntas

<b>Ensayo</b>	<b>Tolerancia</b>	<b>Métodos</b>
Peso específico a 25/25 °C	mínimo 1.00	ASTM D-70-71-27
Punto de inflamación vaso abierto °C	mínimo 230.00	ASTM D-92-46
Penetración a 25 °C	40-50	ASTM D-5-25
Ductilidad a 25 °C, cm	mínimo 100	ASTM D-113-44
Punto de ablandamiento °C	50-60	ASTM D-36-26
Pérdida de calentamiento a 163 °C, por 100	máximo 1.00	ASTM D-6-39
Penetración 25 °C del residuo por 100 de la penetración original	mínimo 75	ASTM D-5-25
Cenizas, por 100	máximo 0.5	ASTM D-128-40

Ensayo de Oliensis	negativo	LEMIT M-1-46
--------------------	----------	--------------

El betún asfáltico será homogéneo, no contendrá agua, no formará espuma al ser calentado a 175 °C.

### 5.11.2 Extracción de muestras

La extracción de muestras se realizará de acuerdo a las instrucciones LEMIT 1-10-45. La cantidad a enviar no será inferior a 1 kg.

### 5.12 Agregado mineral para relleno de juntas y juntas coladas

#### 5.12.1 Disposiciones generales

Será un polvo mineral, preferentemente calizo, o bien talco industrial. Deberá quedar uniformemente distribuido en el betún asfáltico. Cumplirá los siguientes requisitos cuando lo ensayen mediante los métodos indicados:

Tabla 8 – Requisitos para agregado mineral en relleno de juntas

Ensayo	Tolerancia	Métodos
Contenido de agua, por 100	máximo 2	
Mojado preferencial	satisfactorio	Método de Stanton
Carbonatos, expresados en carbonato de calcio por 100 en peso (solamente para polvo calizo)	mínimo 75	

Análisis granulométrico, por 100 en peso		ASTM D-546-41
Pasa tamiz N° 80 (0.177mm)	mínimo 100	
Pasa tamiz N° 200 (0.074mm)	mínimo 90	
Penetración 25 °C del residuo por 100 de la penetración original	mínimo 75	ASTM D-5-25
Cenizas, por 100	máximo 0.5	ASTM D-128-40
Ensayo de Oliensis	negativo	LEMIT M-1-46

### 5.12.2 Extracción de muestras

La toma de muestras se realizará de acuerdo a la Instrucción LEMIT I-12-46. La cantidad mínima a enviar de 2 kg.

## 6 EQUIPOS

### 6.1 Disposiciones generales

Todo el equipo de trabajo necesario para la realización de la obra deberá encontrarse en perfectas condiciones. Deberán someterse a la aprobación de la Municipalidad antes de su utilización y los mismos deberán ser mantenidos en condiciones satisfactorias por el Contratista hasta la finalización de la obra.

Si durante la construcción se observase deficiencia o mal funcionamiento, la Municipalidad ordenará su retiro y reemplazo por otros en buenas condiciones.

## **6.2 Moldes laterales**

Los moldes laterales serán metálicos de altura igual a la del espesor de los bordes de la losa, rectos, libres de toda ondulación y en su coronamiento no se admitirá desviación alguna. El procedimiento de unión a usarse entre las distintas secciones o unidades que integran los moldes laterales, debe impedir todo movimiento o juego en aquel punto.

Los moldes tendrán una superficie de apoyo, o base, una sección transversal y una resistencia que les permita soportar sin deformaciones o asentamientos las presiones originadas por el hormigón al colocarse, el impacto y vibraciones. a longitud mínima de cada tramo o sección de los moldes usados en los alineamientos rectos será de 3 m.

En las curvas se emplearán los moldes preparados de manera que respondan al radio de aquellas. Se deberá disponer en la obra una longitud total de moldes que permita dejarlos en su sitio por lo menos doce (12) horas después de la colocación del hormigón o más tiempo si la Municipalidad lo juzga necesario.

Los moldes torcidos, averiados, etc., serán removidos y no se permitirá nuevamente su empleo hasta que no hayan sido reparados a entera satisfacción de la Inspección.

## **6.3 Equipos para el suministro de agua**

Se deberá disponer de un abastecimiento de agua de buena calidad y en cantidad suficiente para todos los trabajos inherentes a preparar y curar el hormigón (si este fuera el método empleado), incluyendo el riesgo de la subrasante o sub-base.

El equipo para la provisión de agua será de un tipo y capacidad que asegure la distribución amplia y de acuerdo con las exigencias del trabajo. El diámetro mínimo de la cañería principal será de 6.35 cm (2 ½”).

En caso de que la provisión de agua fuese insuficiente, la cantidad disponible se empleará primero en asegurar el curado del hormigón que ya se hubiese colocado, y el resultado en la preparación del nuevo hormigón, si el procedimiento empleado en el curado requiere el uso de agua.

## **6.4 Mezcladora**

La mezcladora tendrá una capacidad para preparar en cada carga 750 dm<sup>3</sup> de hormigón por lo menos. Tendrá un dispositivo aprobado para regular el tiempo de mezcla que actuará automáticamente trabando la palanca de descarga, durante el tiempo íntegro, librándose a su terminación. El dispositivo estará asimismo equipado con una camarilla la que se ajustará, para que advierta cada vez que la trabazón de la palanca desaparece.

El equipo para medir la cantidad de agua deberá apreciar el litro y estará arreglado de manera que su exactitud de medida no esté afectada por las variaciones de presión de la cañería de agua. Al equipo de medición se le agregará un tanque auxiliar de modelo aprobado.

El tanque auxiliar tendrá una capacidad por lo menos igual a la del tanque medidor. Este estará provisto de un dispositivo automático que permita cerrar la provisión de agua cuando se haya proporcionado la cantidad de agua deseada o requerida.

El tanque medidor estará equipado de una válvula o grifo exterior que permita la extracción total del agua medida, a los efectos de poder verificar la exactitud de la medición, salvo que el mismo esté dotado de los dispositivos adecuados que permitan apreciar en forma rápida y con exactitud la cantidad de agua enviada a la mezcladora la que no será afectada por la inclinación de ésta en cualquier dirección. El mismo no deberá perder agua y si el aparato de medición falla en la provisión de la cantidad justa de agua y debido al estado mecánico del mismo, se suspenderá el funcionamiento de la mezcladora hasta que se le efectúen las reparaciones necesarias.

Las paletas internas del tambor de la hormigonera o mezcladora hasta que se desgasten más de 2 cm, serán reemplazadas por otras nuevas.

## **6.5 Equipos para compactar y terminar el afirmado**

Se deberá contar con los siguientes elementos que constituyen un equipo.

### **6.5.1 Equipo general**

Dos (2) o más reglas de 3 m de largo, de material liviano apropiado que evite su deformación. Una regla de exactitud comprobada para el contraste de todas las otras reglas allanadoras que se emplean en la obra. Esta regla Patrón será de acero o aluminio, de una longitud mínima de 3 m de manera tal que permita conservar su exactitud. Dos (2) pisones de un peso mínimo de 15 kg cuya base tenga 10 cm de ancho

### **6.5.2 Equipo adicional**

Se deberá contar también en obra con todas las herramientas menores y todo aquel equipo necesario que le permita terminar el trabajo de acuerdo con estas especificaciones.

### **6.5.3 Moldes para ensayo de compresión**

Se deberá disponer en obra, seis (6) moldes cilíndricos metálicos, bien rígidos, de bases paralelas y perpendiculares al eje, con sus correspondientes bases de ajuste estanco. Permitirán elaborar probetas de hormigón de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura.

### **6.5.4 Cono de asentamiento**

Se deberá disponer en obra un cono metálico de Abrams para medir el asentamiento del hormigón.

## **7 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS**

### **7.1 Disposiciones generales**

Los procedimientos constructivos serán los que la técnica más perfeccionada aconseja y se reajustarán a estas Especificaciones. El personal obrero tendrá la habilidad y experiencia necesaria como para realizar en forma adecuada el trabajo que se le origina, el equipo de trabajo sea correctamente utilizado y la obra resulte en un todo de acuerdo a lo especificado. El personal que no realice el trabajo con la habilidad necesaria, o el que dificulte la realización de la obra en forma satisfactoria, deberá ser retirado de los lugares de trabajo.

## **7.2 Colocación de moldes**

Los moldes se colocarán sobre la subrasante firme y compacta, de conformidad con los alineamientos y pendientes indicados en los planos; se los unirá rígidamente para mantenerlos en correcta posición y se empleará para fijarlos no menos de una estaca o clavo por metro lineal. Los moldes deben apoyar bien sus bases para que se mantengan firmes en toda su longitud. Debajo de la base de los moldes no se permitirá, para levantarlos, la construcción de rellenos de tierra u otros materiales.

Cuando sea necesario un sostén adicional, la Inspección podrá exigir la colocación de estacas apropiadas debajo de la base de los moldes para asegurar el apoyo requerido. La exactitud de la colocación de los moldes, tanto en la alineación como en pendientes, será controlada para asegurarse de que respondan a las asignadas en los planos.

Se debe disponer en la obra una cantidad suficiente de moldes para que no sea necesario sacarlos antes de que el hormigón tenga doce (12) horas como mínimo de colocación.

Los moldes deberán limpiarse completamente y aceitarse cada vez que se emplean de nuevo. Las juntas o uniones de los moldes serán controladas con una regla de 3 m y toda variación comprobada superior a 3 mm se la hará desaparecer antes de iniciar el hormigonado. No se permitirá hormigonera hasta que estén colocados todos los moldes de la cuadra y la Inspección dé su aprobación por escrito.

## **7.3 Colocación de armaduras**

El esfuerzo metálico, si los planos y otros documentos del proyecto previeron su empleo, se ubicará en la forma indicada en éstos. Las barras deberán presentar su superficie limpia, libre de pintura, grasa o sustancias que disminuyan su adherencia en el hormigón. Deberá asegurarse la correcta ubicación de la armadura y, a tal efecto, se la suspenderá longitudinalmente y transversalmente, con un dispositivo efectivo que deberá tener la previa aprobación de la Inspección. Se evitará la deformación de la armadura durante la distribución del hormigón. El empalme de las armaduras se hará con un recubrimiento mínimo de cuarenta (40) veces el diámetro de las barras a unir.

#### **7.4 Mezclado**

Los materiales se mezclarán mecánicamente hasta que el cemento se distribuya uniformemente y resulte un hormigón homogéneo y de color uniforme. Cada carga permanecerá en la hormigonera noventa (90) segundos como mínimo. El tiempo de mezcla se cuenta desde el instante en que todos los materiales, incluso agua, estén en el tambor de la hormigonera y hasta que se inicia la descarga dentro del balde o cucharón distribuidor.

La hormigonera funcionará a la velocidad indicada por su fabricante. En ningún caso el tambor tendrá una velocidad menor que quince (15), ni mayor de veinte (20) revoluciones por minuto.

El agua será inyectada automáticamente dentro del tambor junto con los agregados cuidando de que la consistencia de todas las cargas sean uniformes. La hormigonera no se hará funcionar con una carga mayor a la capacidad indicada por la fábrica, salvo que lo autorice por escrito la Inspección.

Los materiales se mezclarán solamente en la cantidad necesaria para su inmediato empleo. El período de tiempo que transcurre desde la mezcla hasta el momento de la colocación sobre la subrasante no excederá de los cuarenta y cinco (45) minutos y los vehículos empleados en esos transportes están equipados con dispositivos que mueven la mezcla durante todo el viaje.

#### **7.5 Hormigonado en tiempo frio**

Solo se permitirá la preparación de hormigones, cuando la temperatura ambiente, a la sombra y lejos de toda fuente artificial de calor, sea mayor de dos grados centígrados (2 °C) y continúe en ascenso.

No se permitirá colocar hormigón cuando la temperatura ambiente a la sombra y lejos de toda fuente artificial de calor sea menor de cinco grados centígrados (5 °C) y continúe en descenso excepto si se toman las debidas precauciones para proteger la calidad del hormigón.

## **7.6 Colocación del hormigón**

Sobre la subrasante, tal como se ha especificado anteriormente y mientras se encuentre húmeda y resistente, se colocará el hormigón en descargas sucesivas y se las distribuirá en todo el ancho, con un espesor tal que al consolidarlo y terminarlo resulte de acuerdo con las dimensiones de la sección transversal indicada en los planos.

Si al ser depositado y desparramado el hormigón se hubiera producido segregación de algunos de sus materiales componentes, estos serán remezclados con palas hasta corregir dicha deficiencia.

El hormigón se colocará sobre la subrasante de tal manera que requiera el mínimo de manipuleo.

El hormigón será llevado contra los moldes mediante el uso de palas y azadones para que entre en íntimo contacto con la superficie interna de aquellas antes de que se inicien las operaciones de terminación.

Cualquier cantidad de material adicional que se necesite extender se hará empleando palas, quedando prohibido en absoluto usar cualquier tipo de rastrillo.

El hormigón que después de cuarenta y cinco (45) minutos de haber sido preparado no hubiese sido colocado, o el que muestra evidencias de haber iniciado el fraguado, será desechado. No se permitirá ablandarlo con o sin agregado de agua y cemento adicionales.

El personal destinado a las tareas de colocación del hormigón deberá usar botas de goma. La colocación del hormigón se hará en forma continua entre juntas.

## **7.7 Juntas**

Las juntas se construirán de acuerdo al tipo y dimensiones indicadas en los planos y demás documentos del proyecto, a fin de mantener las tensiones que soporta el hormigón dentro de los límites admisibles, previniendo la formación de fisuras y grietas irregulares. Todos los tipos de juntas deberán ser rectas, no admitiéndose desviaciones mayores de 1 cm.

## **7.8 Terminación de la superficie del pavimento**

Alisado longitudinal: Terminado el enrasado precedentemente indicado, se efectuará el alisado longitudinal. La superficie total de la losa será nuevamente alisada con una regla longitudinal con mangas en sus extremos.

Extracción de la lechada superficial: Todo exceso de agua o materias extrañas que aparecieran en la superficie durante el trabajo de acabado no se reintegrarán al hormigón, sino que se retirarán hacia los moldes y fuera de la superficie de la losa.

Terminación de los bordes: Los bordes de las losas se terminarán cuidadosamente con la herramienta especial de radio adecuado en el momento en que el hormigón inicie su endurecimiento.

## **7.9 Trazado de cunetas**

Las instalaciones de las cunetas de desagüe se ajustarán a lo indicado en los planos en lo referente a su ubicación, material, diámetro y pendiente.

### **7.9.1 Excavaciones**

Todas las excavaciones para la construcción de los desagües pluviales y obras complementarias serán practicadas en trincheras a cielo abierto. Las excavaciones a cielo abierto deberán practicarse de manera que el ancho de la zanja sea el mínimo posible.

Luego del retiro de tierra vegetal se determinará el material apto para la conformación de los taludes. Los materiales aptos para la construcción de taludes son aquéllos que aseguren la estabilidad de los mismos con las pendientes de taludes indicados en los planos de proyecto.

Las excavaciones y rellenos deberán ser realizadas de acuerdo a las ubicaciones, niveles y secciones transversales establecidas en el proyecto. Todos los suelos obtenidos de las excavaciones que sean aptos, serán utilizados en la formación de rellenos, disminución de pendientes de taludes del terreno.

Los suelos obtenidos de las excavaciones, que no sean aptos o no sean utilizados en las obras, serán depositados en forma ordenada y sin perjudicar el libre escurrimiento de aguas.

### **7.9.2 Limpieza del área de los trabajos**

En algunas localizaciones en calles pavimentadas se procederá, cuando corresponda, a la rotura del pavimento existente. Para ello se realizarán los cortes, exclusivamente mediante el empleo de sierras motorizadas a disco, de los bordes de la franja a extraer y según el ancho de la excavación que se adopte.

Si no existiera pavimento se efectuará la limpieza del terreno y el emparejamiento del micro relieve, así como también la eliminación de árboles, arbustos y toda vegetación que, a juicio de la Inspección, pueda invadir la zona de trabajo. El ancho de limpieza y el destino final del material orgánico será definido por la Municipalidad.

### **7.9.3 Revestimiento de los taludes**

Cunetas de hormigón: en las cunetas indicadas como hormigón en los planos serán revestidas con una losa de hormigón armado.

Cunetas empastadas: Los taludes serán revestidos con una capa mínima de suelo pasto adecuadamente tendido y posteriormente rastrillado para asegurar el rápido crecimiento de pasto y asegurando que sea de fácil mantenimiento posterior.

### **7.9.4 Colocación de tapas de seguridad**

Las cunetas ubicadas en la planta urbana y con profundidades mayor a 0.60 m tendrán una tapa de hormigón para la seguridad de los transeúntes.

### **7.10 Otras consideraciones**

Cordones cunetas: En caso de interrupciones en la construcción de los cordones el procedimiento de unión entre las piezas debe impedir el desplazamiento de un tramo con respecto al otro. Deben preverse los orificios para desagües pluviales de los padrones frentistas. Deben realizarse solamente los rebajes frente a las entradas de garaje existentes, en las esquinas para las rampas de acceso universal y donde corresponda a juicio de la Municipalidad.

Alcantarillas: Toda cañería subterránea deberá tener una tapada mínima de 60 cm. Se podrán aceptar tapadas menores en el caso de alcantarillas de hormigón, cuando las cotas de pavimento existente así no lo permitan, siempre que éstas sean según norma DNV / IRAM 1302. La protección de las cañerías se realizará mediante una losa de 0.10 m de espesor y ancho igual al diámetro exterior de la tubería más 0.60 m (0.30 m para cada lado del borde exterior de la tubería).

Excavación de zanjas: En el caso de excavación para tuberías se deberá tener los siguientes anchos de zanjas.

Tabla 9 : Anchos de zanjas para cañerías

<b>DIAMETRO DE LAS CAÑERIAS</b>	<b>ANCHO DE FONDO DE ZANJA</b>
0,160 m.	0,55 m.
0,200 m.	0,60 m.
0,250 m.	0,65 m.
0,315 m.	0,70 m.
0,350 m.	0,85 m.
0,400 m.	0,90 m.
0,450 m.	1,00 m.
0,500 m.	1,20 m.
0,600 m.	1,30 m.
0,700 m.	1,40 m.
0,800 m.	1,50 m.
0,900 m.	1,60 m.
1,000 m. y mayor	1,70 m.

## 8 LISTADO DE PLANOS

PLANO	CONTENIDO	ESCALA
PLANO 1	Ubicación	1:10000
PLANO 2	Plano General	1:1000
PLANO 3	Subcuencas	1:2500
PLANO 4	Sector NO - Tramos	1:1000
PLANO 5	Sector NE - Tramos	1:1000
PLANO 6	Sector SO - Tramos	1:1000
PLANO 7	Sector SE - Tramos	1:1000
PLANO 8	Detalles cunetas	1:25
PLANO 9	Detalles alcantarillas	1:25
PLANO 10	Detalles badenes	1:20
PLANO 11	Planta Macrodrenaje	1:5000
PLANO 12	Secciones longitudinales y transversales en canales del macrodrenaje y secciones de alcantarilla	Sin escala

## 9 REFERENCIAS TECNICAS

Para esta obra regirán los siguientes documentos:

- I. El reglamento CIRSOC 201 “Proyecto, Cálculo y Ejecución de Estructuras de H<sup>o</sup> A<sup>o</sup> y P<sup>o</sup>” para todas las obras de hormigón armado y hormigón simple.
- II. Las normas de ensayo de la D.N.V., las normas IRAM y en su defecto, las ASTM o AASHTO.
- III. El “Manual de Evaluación y Gestión Ambiental de Obras Viales” de la DNV.

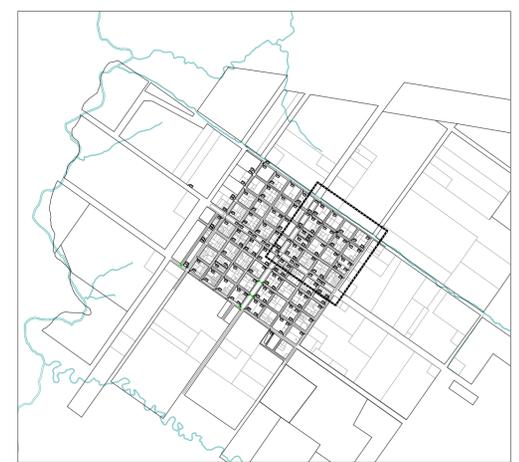
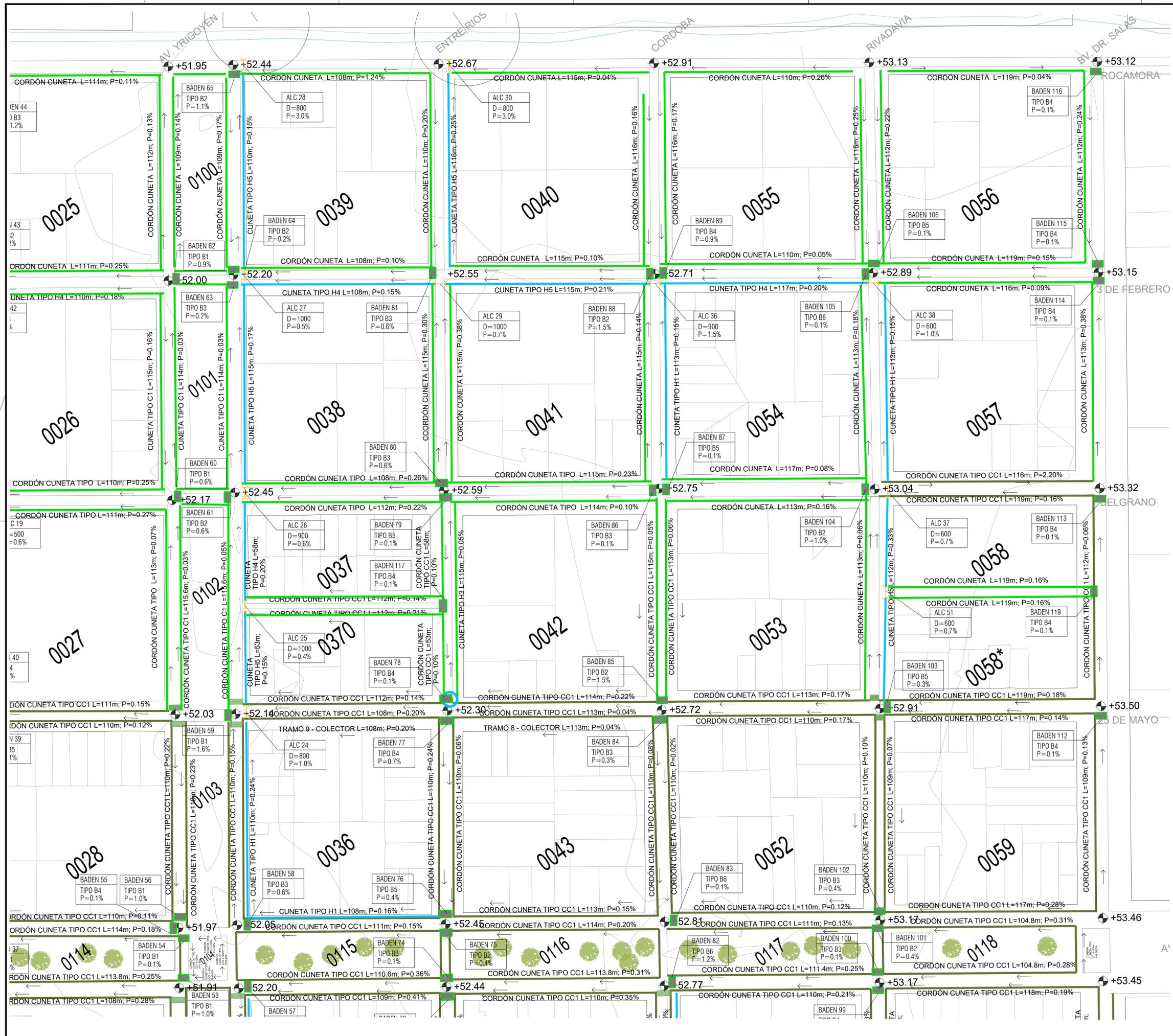




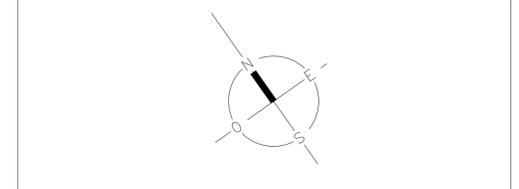
PLANO GENERAL DE REFERENCIA  
ESCALA 1/10000







PLANO GENERAL DE REFERENCIA  
ESCALA 1/10000

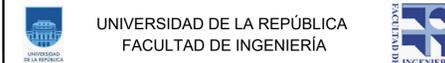


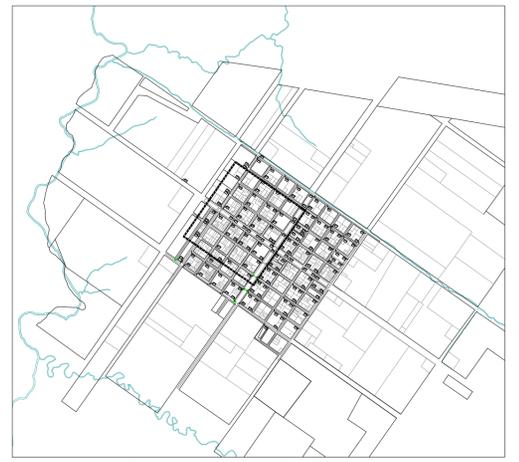
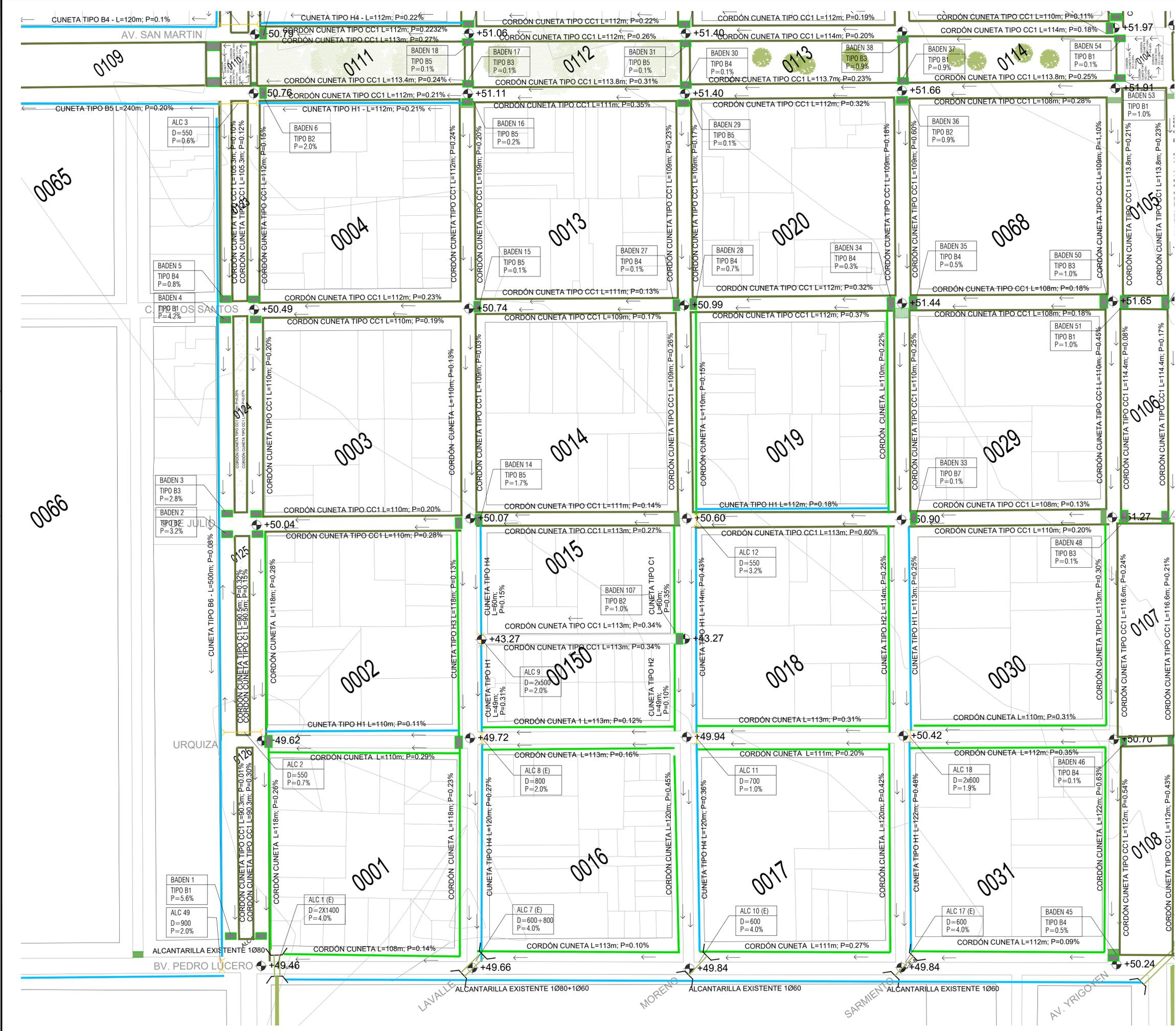
REFERENCIA

- RED PLUVIAL PROYECTADA
- ALCANTARILLA PROYECTADA
- CABEZAL DE CUNETA PROYECTADO
- CUNETAS PROYECTADAS
- CORDÓN PROYECTADO
- BADÉN HORMIGÓN PROYECTADO
- CUNETAS TRAPEZOIDALES
- ALCANTARILLA EXISTENTE
- CABEZAL DE CUNETA EXISTENTE
- CUNETAS EXISTENTES
- BADÉN HORMIGÓN EXISTENTE
- CORDÓN EXISTENTE



ALCANTARILLA Y CUNETA

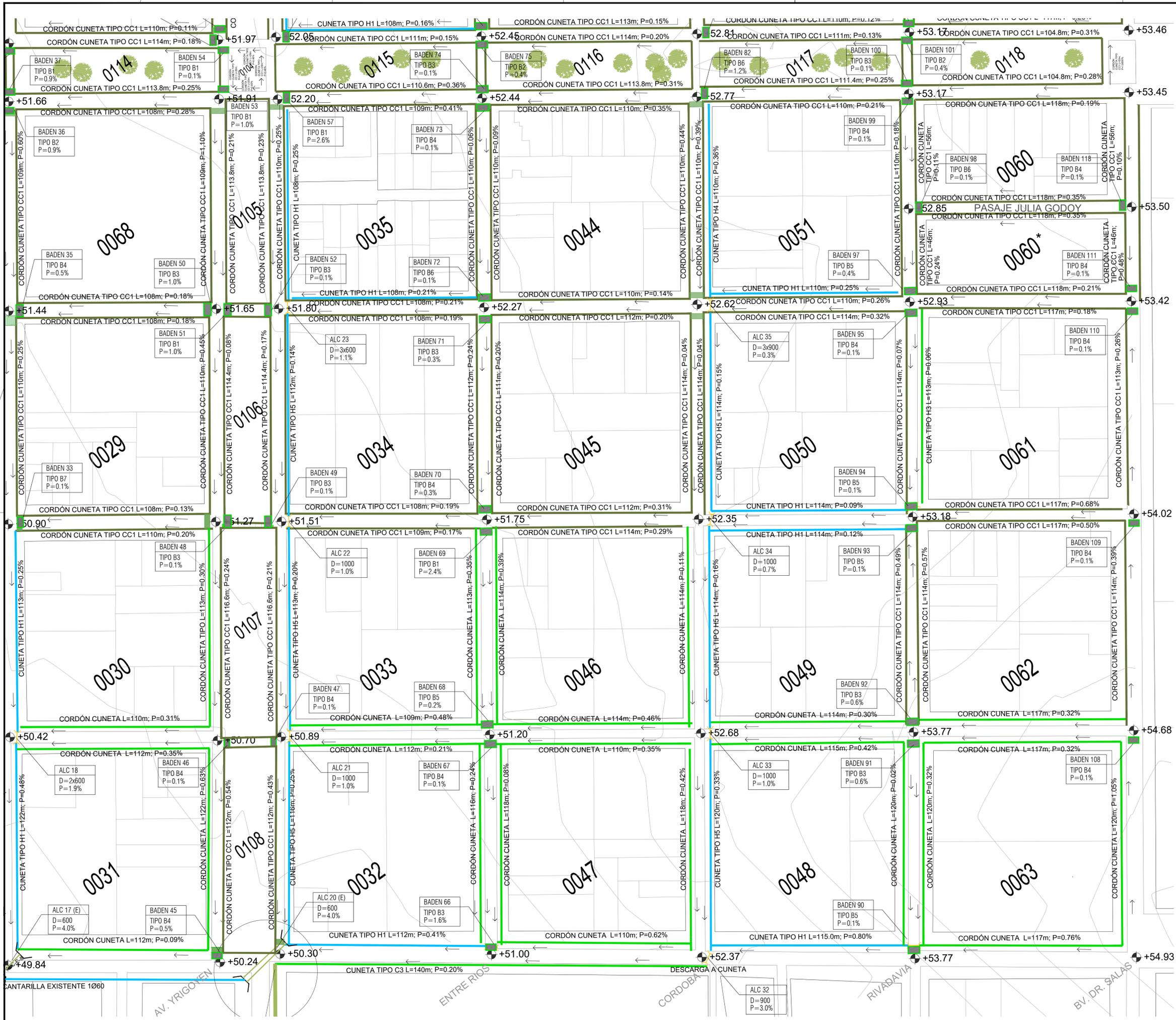
 <p>UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA FACULTAD DE INGENIERÍA</p>		
<p>PROYECTO DE RED DESAGÜES PLUVIALES GOBERNADOR MANSILLA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS</p>		
<p>Autores: Javier Gregorio Andrés Mayobre Sarah Morioka Tutores: Ing. Msc Jorge De Los Santos Ing. Daniel Schenzer</p>	<p>Objeto: <b>PROYECTO EJECUTIVO PLUVIALES SECTOR - NE TRAMOS</b></p>	<p>Plano: <b>05</b> Escala: 1/1000 Fecha: 3/12/2018</p>



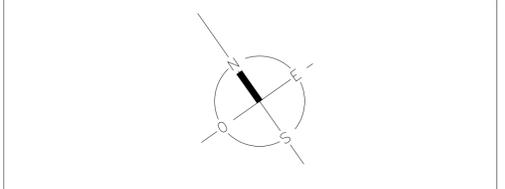
PLANO GENERAL DE REFERENCIA  
ESCALA 1/10000



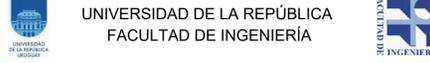
<p>UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA FACULTAD DE INGENIERÍA</p>		
<p>PROYECTO DE RED DESAGÜES PLUVIALES GOBERNADOR MANSILLA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS</p>		
<p>Autores: Javier Gregorio Andrés Mayobre Sarah Morioka Tutores: Ing. Msc Jorge De Los Santos Ing. Daniel Schenzer</p>	<p>Objeto: PROYECTO EJECUTIVO PLUVIALES SECTOR - SO TRAMOS</p>	<p>Plano: 06 Escala: 1/1000 Fecha: 3/12/2018</p>



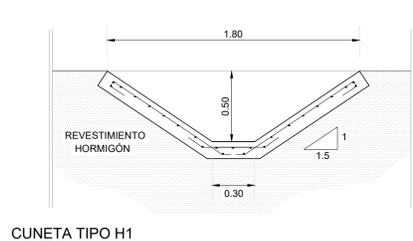
PLANO GENERAL DE REFERENCIA  
ESCALA 1/10000



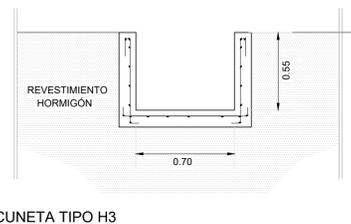
- REFERENCIA
- RED PLUVIAL PROYECTADA
  - ALCANTARILLA PROYECTADA
  - CABEZAL DE CUNETA PROYECTADO
  - CUNETAS PROYECTADAS
  - CORDÓN PROYECTADO
  - BADÉN HORMIGÓN PROYECTADO
  - CUNETAS TRAPEZOIDALES
  - ALCANTARILLA EXISTENTE
  - CABEZAL DE CUNETA EXISTENTE
  - CUNETAS EXISTENTES
  - BADÉN HORMIGÓN EXISTENTE
  - CORDÓN EXISTENTE

 UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA FACULTAD DE INGENIERÍA		
PROYECTO DE RED DESAGÜES PLUVIALES GOBERNADOR MANSILLA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS		
Autores: Javier Gregorio Andrés Mayobre Sarah Morioka Tutores: Ing. Msc Jorge De Los Santos Ing. Daniel Schenzer	Objeto: <b>PROYECTO EJECUTIVO          PLUVIALES          SECTOR - SE          TRAMOS</b>	Plano: <b>07</b> Escala: 1/1000 Fecha: 3/12/2018

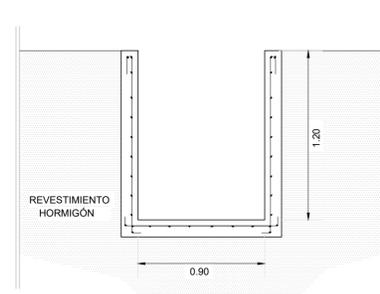
TIPO	1V:zH	Base (m)	Prof. (m)
H1	1,50	0,30	0,50
H2	0,00	0,60	0,50
H3	0,00	0,70	0,55
H4	0,00	0,80	0,75
H5	0,00	0,90	1,20



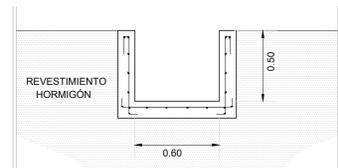
CUNETA TIPO H1



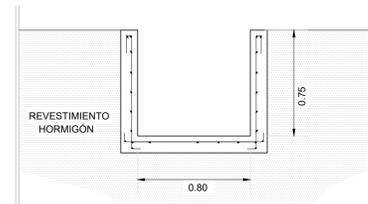
CUNETA TIPO H3



CUNETA TIPO H5



CUNETA TIPO H2

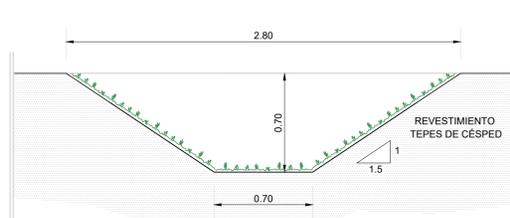


CUNETA TIPO H4

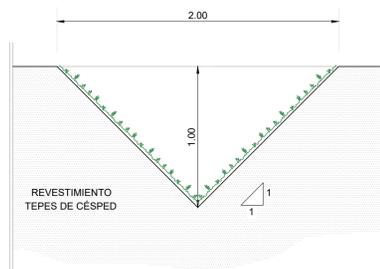


**DETALLES CUNETAS**  
ESCALA 1/25

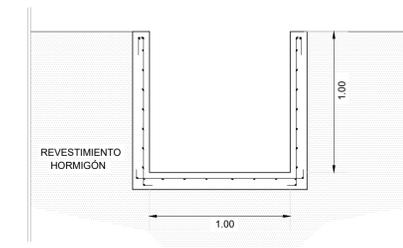
Canal	b(m)	Prof. (m)	Talud(z)
Beiro 1	1,50	0,30	0,50
Beiro 2	-	0,60	0,50
Beiro 3	-	0,70	0,55
Beiro 4	-	0,80	0,75
Beiro 5	-	0,90	1,20
Beiro 6	-	0,90	1,20
B-L 1	-	0,90	1,20
B-L 2	-	0,90	1,20
Lucero 1	-	0,90	1,20
Lucero 2	-	0,90	1,20
Irigoyen	-	0,90	1,20



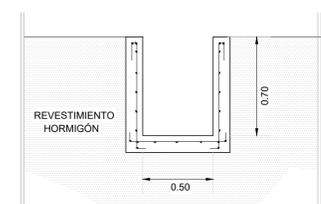
BEIRO 1



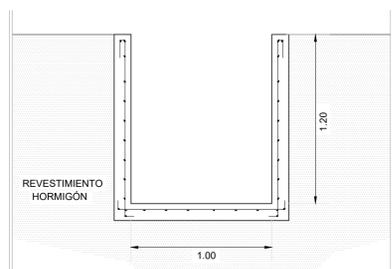
BEIRO 2



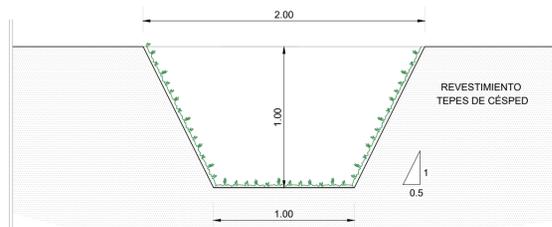
BEIRO 3 Y 4



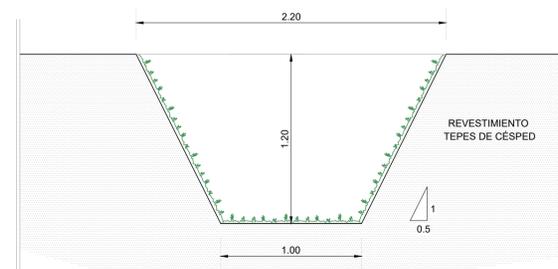
BEIRO 5



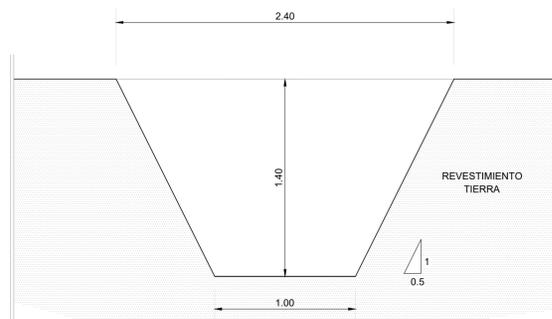
BEIRO 6



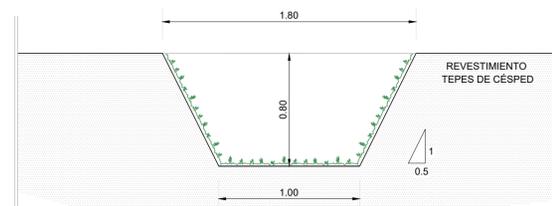
BEIRO - LUCERO 1



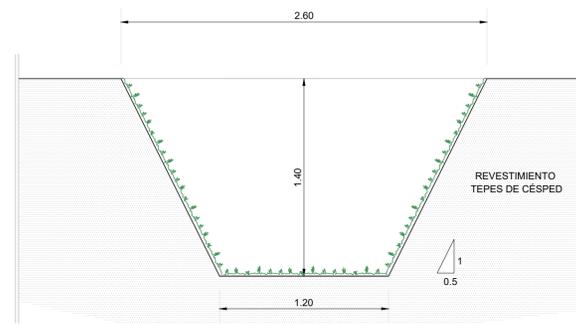
BEIRO - LUCERO 2



LUCERO 1



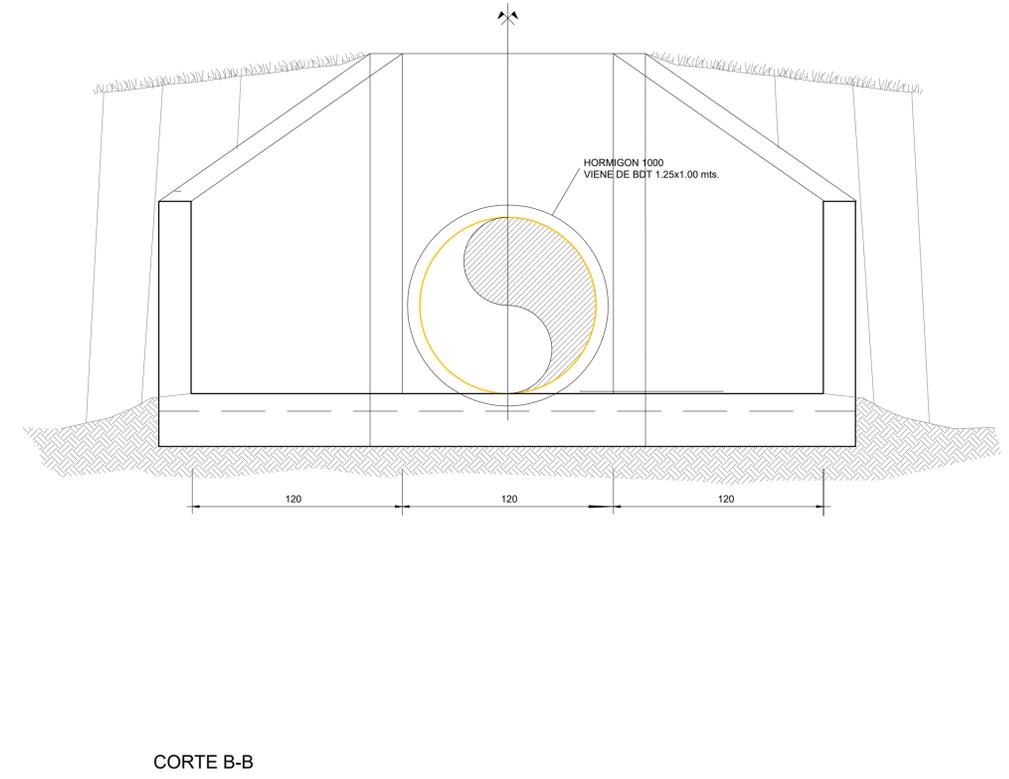
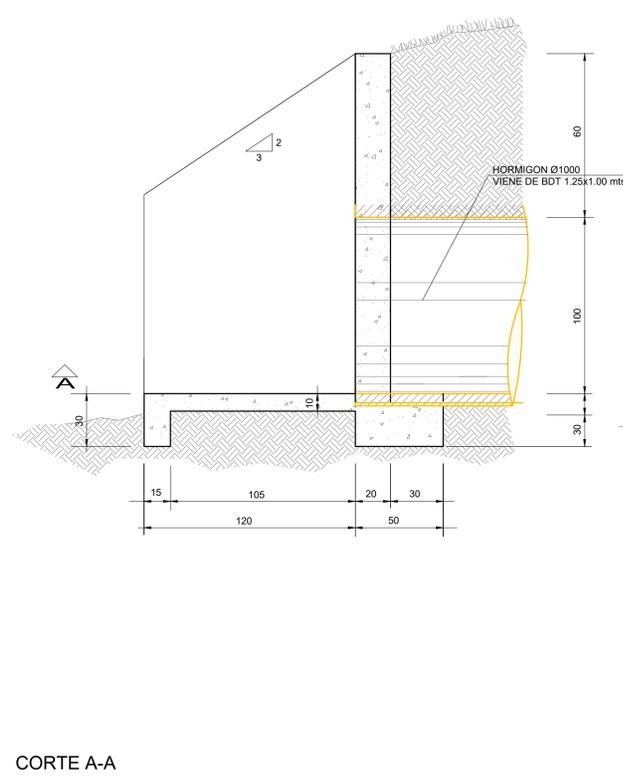
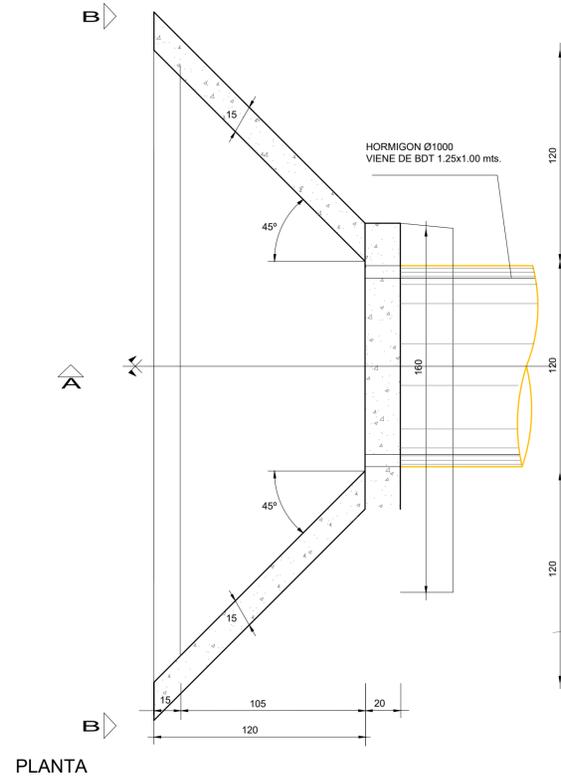
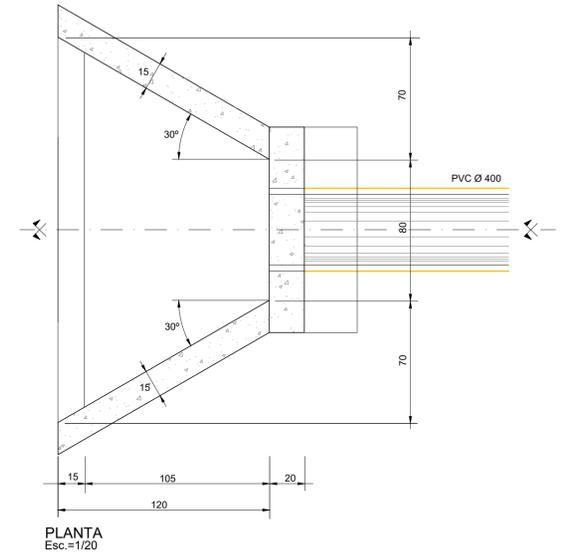
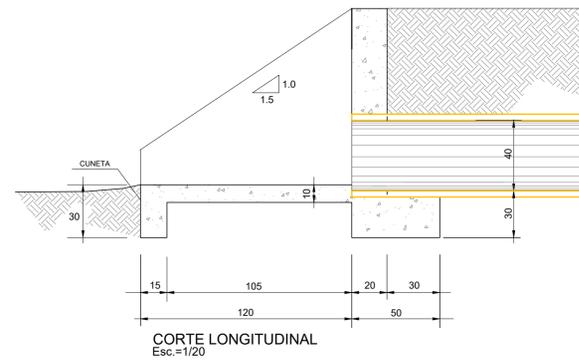
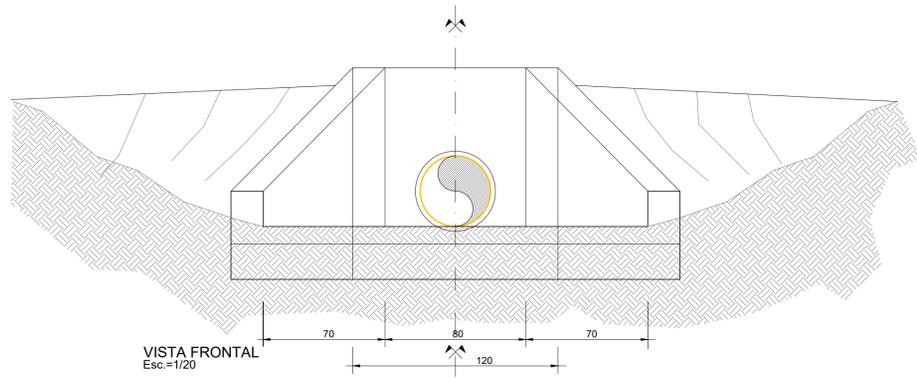
LUCERO 2

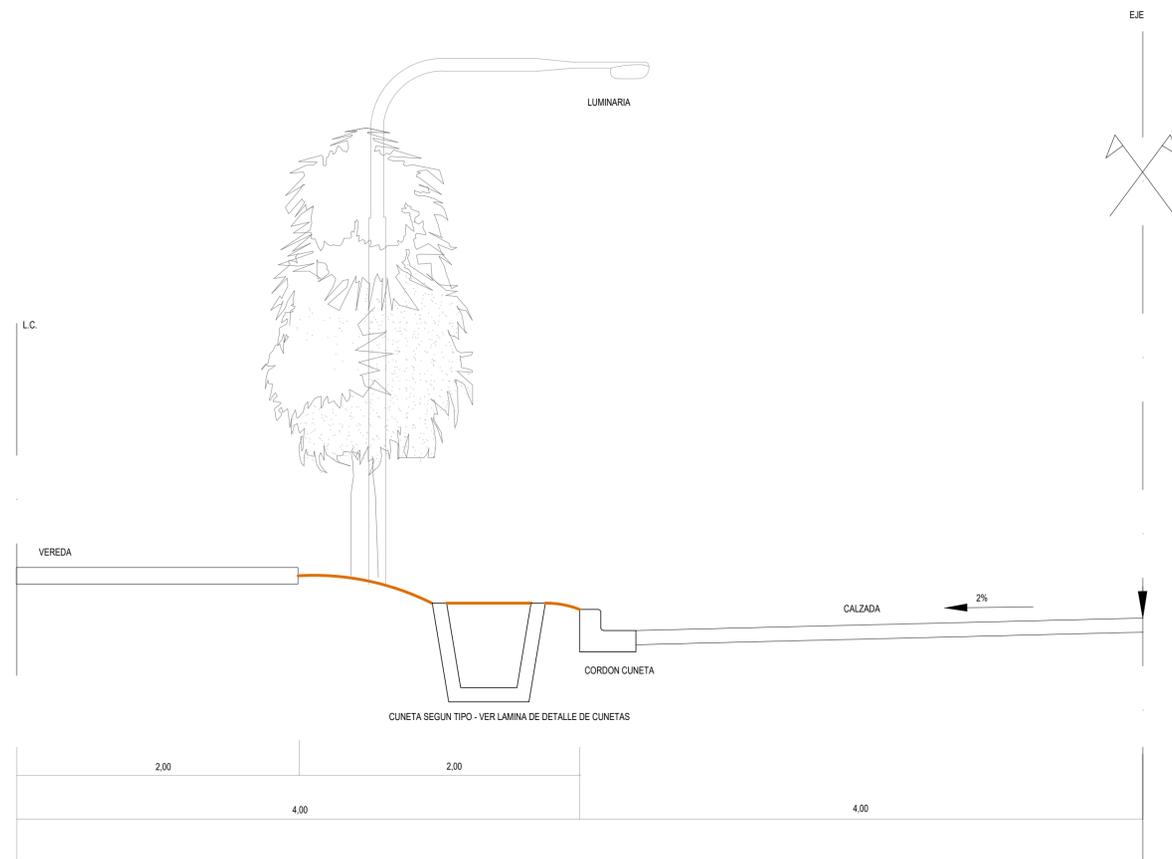


IRIGOYEN

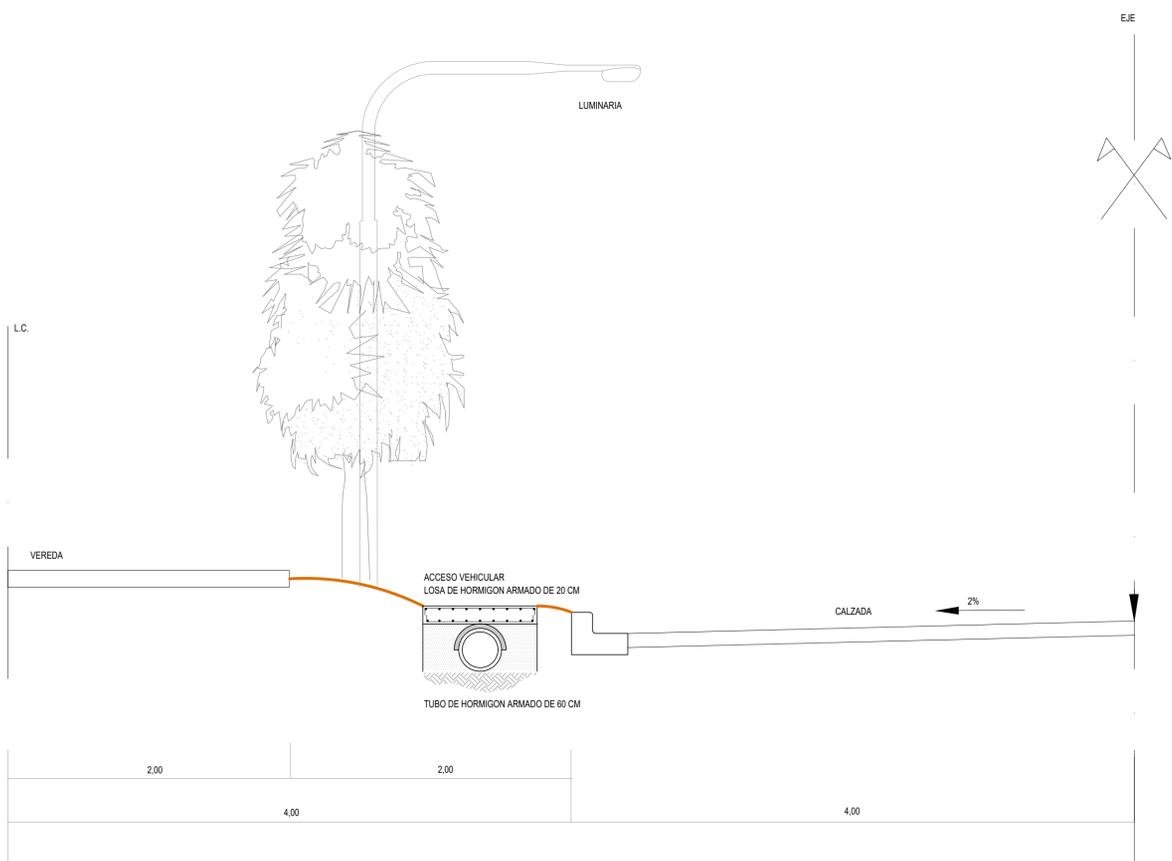
**DETALLES CUNETAS PERIFERICAS**  
ESCALA 1/25

 UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA FACULTAD DE INGENIERÍA		
PROYECTO DE RED DESAGÜES PLUVIALES GOBERNADOR MANSILLA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS		
Autores: Javier Gregorio Andrés Mayobre Sarah Morioka Tutores: Ing. Msc Jorge De Los Santos Ing. Daniel Schenzer	Objeto: PROYECTO EJECUTIVO PLUVIALES DETALLES CUNETAS	Plano: 08 Escala: 1/25 Fecha: 3/12/2018

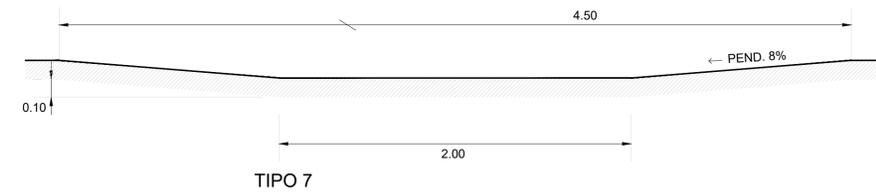




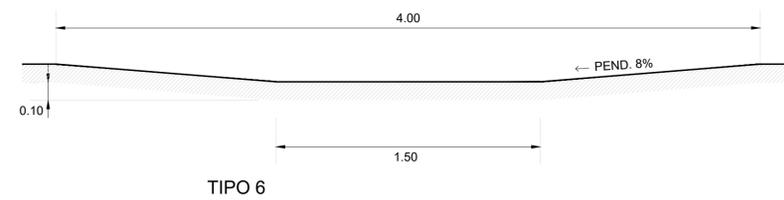
PERFIL DE CALLE CON CUNETAS



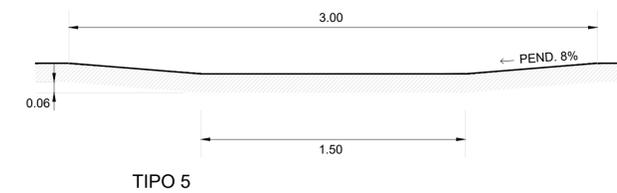
PERFIL DE CALLE CON CUNETAS  
 ESCALA 1/20



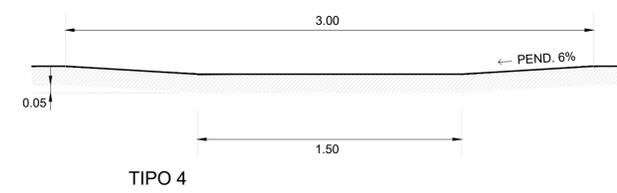
TIPO 7



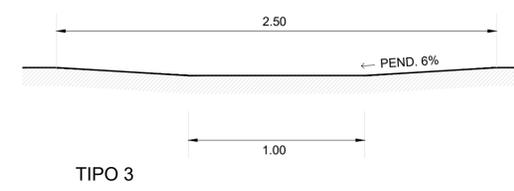
TIPO 6



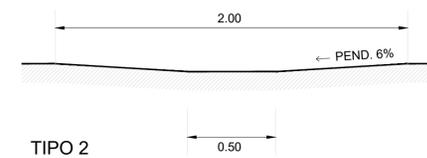
TIPO 5



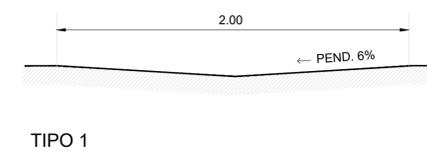
TIPO 4



TIPO 3



TIPO 2

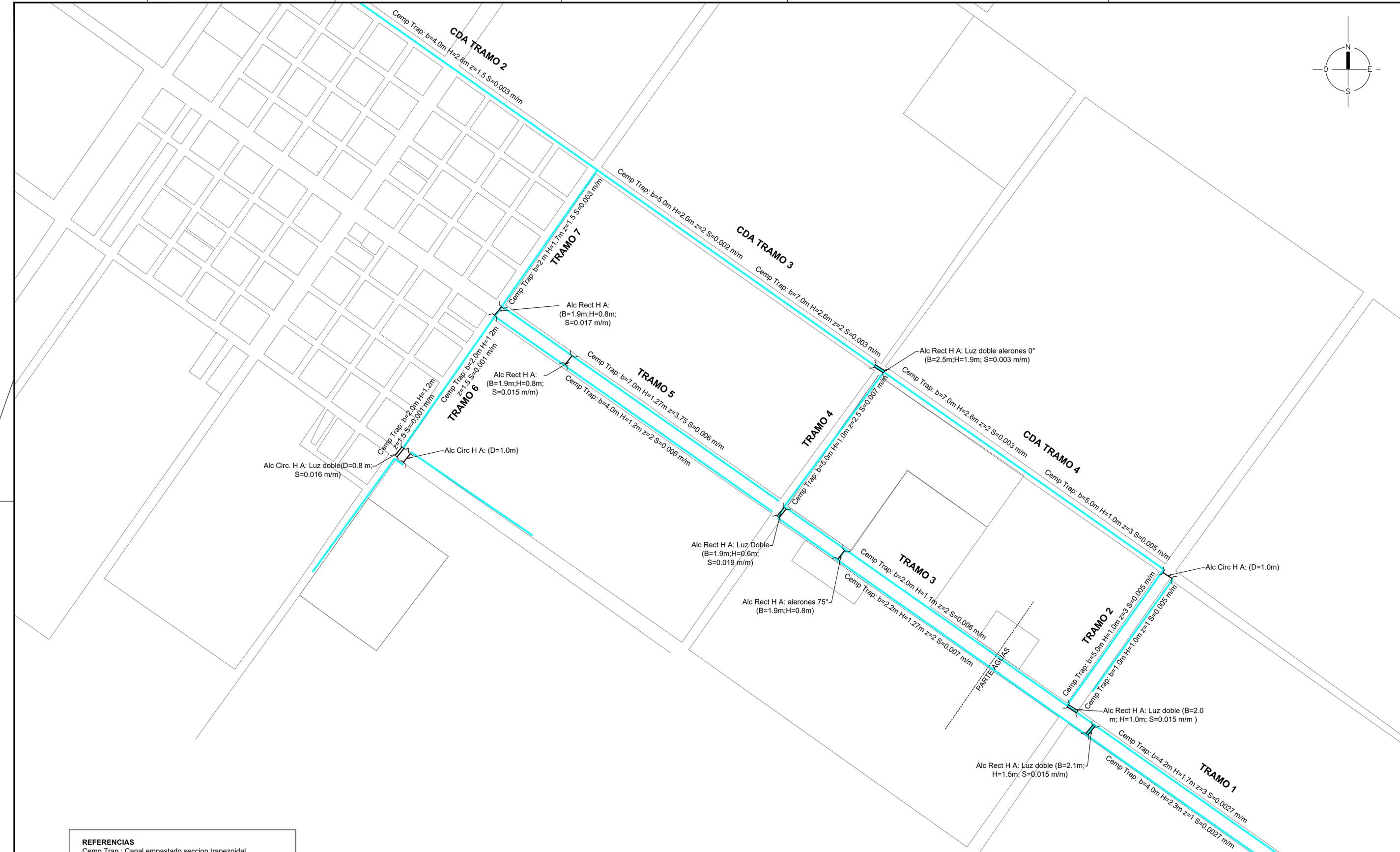
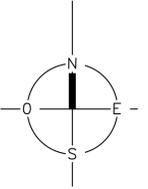


TIPO 1

DETALLES DE BADENES  
 ESCALA 1/20

Badén	base(m)	Ancho(m)	Talud(z)
Tipo 1	0.0	2.0	16.7
Tipo 2	0.5	2.0	16.7
Tipo 3	1.0	2.5	16.7
Tipo 4	1.5	3.0	16.7
Tipo 5	1.5	3.0	12.5
Tipo 6	1.5	4.0	12.5
Tipo 7	2.0	5.0	12.5

 UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA FACULTAD DE INGENIERÍA		
PROYECTO DE RED DESAGÜES PLUVIALES GOBERNADOR MANSILLA PROVINCIA DE ENTRE RIOS		
Autores: Javier Gregorio Andres Mayobre Sarah Morioka Tutores: Ing. Msc Jorge De Los Santos Ing. Daniel Schenzer	Objeto: PROYECTO EJECUTIVO PLUVIALES DETALLES	Plano: 10 Escala: 1/20 Fecha: 3/12/2018



**REFERENCIAS**

Cemp Trap : Canal empastado seccion trapezoidal

- B : Base
- H : Altura
- z : Talud
- S : Pendiente

Alc Rect H A: Alcantarilla rectangular de hormigon armado

- B : Base
- H : Altura

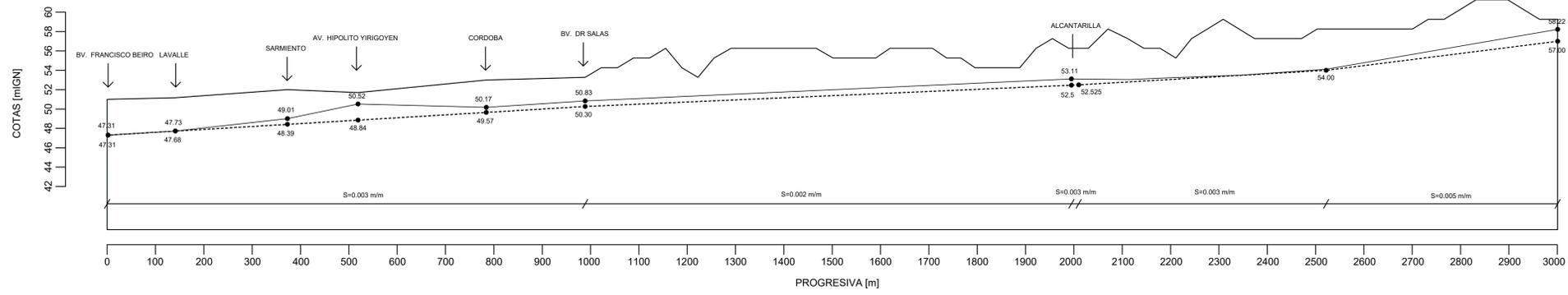
Alc Circ H A: Alcantarilla circular de hormigon armado

- D : Diametro

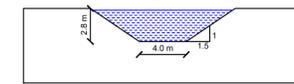
 <b>UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>		
<b>PROYECTO DE RED DESAGUES PLUVIALES</b> <b>GOBERNADOR MANSILLA</b> <b>PROVINCIA DE ENTRE RIOS</b>		
Autores: Javier Gregorio Andres Mayobre Sarah Morioka Tutores: Ing. Msc Jorge De Los Santos Ing. Daniel Schenzer	Objeto: <b>PROYECTO EJECUTIVO PLUVIALES</b> <b>PLANTA MACRODRENAJE</b>	Plano: 11 Escala: 1:5000 Fecha: 03/12/2018

**CANAL ROCAMORA**

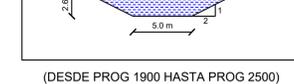
**SECCION LONGITUDINAL**



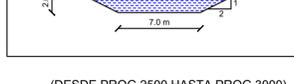
**SECCION TRANSVERSAL**  
(DESDE PROG 0 HASTA PROG 1000)



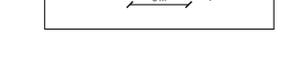
(DESDE PROG 1000 HASTA PROG 1900)



(DESDE PROG 1900 HASTA PROG 2500)

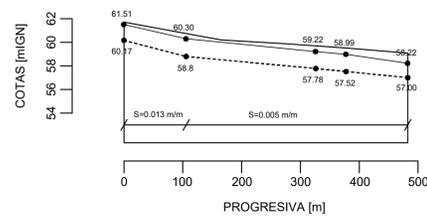


(DESDE PROG 2500 HASTA PROG 3000)

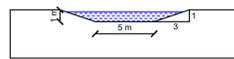


**TRAMO 2**

**SECCION LONGITUDINAL**

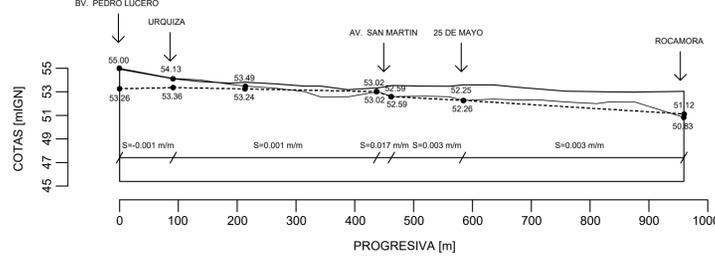


**SECCION TRANSVERSAL**



**TRAMO 6 y TRAMO 7**

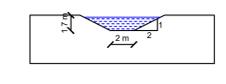
**SECCION LONGITUDINAL**



**SECCION TRANSVERSAL**  
(DESDE BV. PEDRO LUCERO HASTA AV. SAN MARTIN)



(DESDE AV. SAN MARTIN HASTA ROCAMORA)

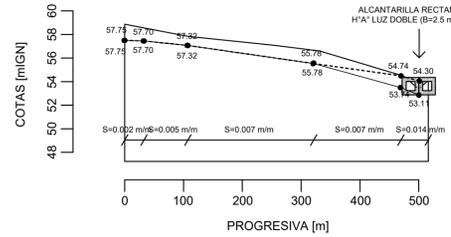


**REFERENCIAS**

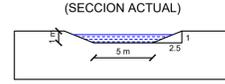
- Terreno Natural
- Cota Fondo
- Cota Proyecto

**TRAMO 4**

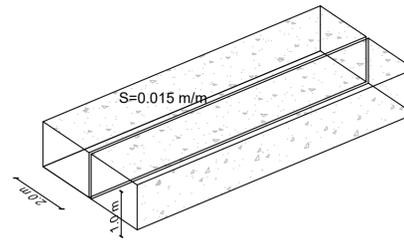
**SECCION LONGITUDINAL**



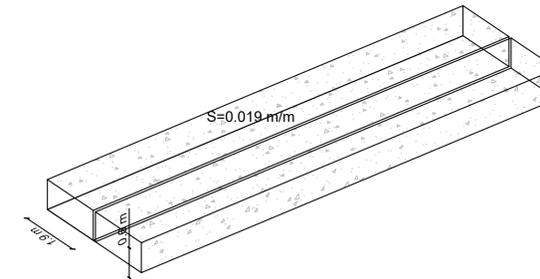
**SECCION TRANSVERSAL**  
(SECCION ACTUAL)



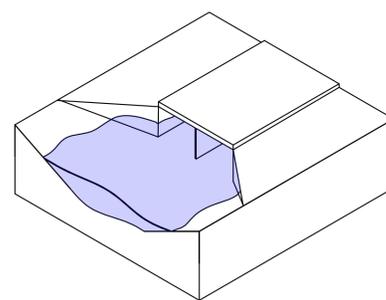
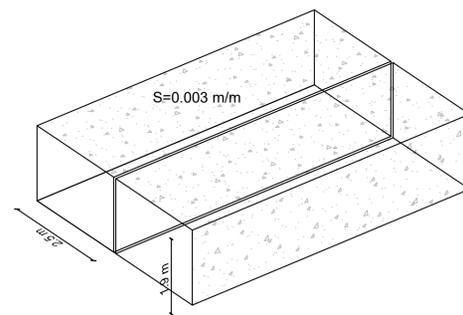
**ALCANTARILLA TRAMO 1 - TRAMO 2**



**ALCANTARILLA TRAMO 3 - TRAMO 4**



**ALCANTARILLA CANAL ROCAMORA**



 <b>UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>		
<b>PROYECTO DE RED DESAGUES PLUVIALES</b> <b>GOBERNADOR MANSILLA</b> <b>PROVINCIA DE ENTRE RIOS</b>		
Autores: Javier Gregorio Andres Mayobre Sarah Morioka	Objeto: <b>PROYECTO EJECUTIVO PLUVIALES</b>	Plano: 12
Tutores: Ing. Msc. Jorge De Los Santos Ing. Daniel Schenzer	SECCIONES LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES EN CANALES DEL MACRODRENAJE Y SECCIONES DE ALCANTARILLAS	Escala: Sin Escala
		Fecha: 03/12/2018



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY



**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROYECTO DE RED DE DESAGÜES PLUVIALES Y OBRAS DE  
MITIGACIÓN CONTRA INUNDACIONES EN LA LOCALIDAD DE  
GOBERNADOR MANSILLA – PROVINCIA DE ENTRE RÍOS,  
ARGENTINA**

**COTIZACIÓN**

**AUTORES:**

Javier Gregorio – C.I: 4.391.789-4

Andrés Mayobre – C.I: 3.971.620-8

Sarah Morioka – C.I: 4.706.048-3

**TUTORES:**

Ing. Msc Jorge De los Santos

Ing. Daniel Schenzer

Montevideo, Uruguay

3 de Diciembre de 2018

## Planilla de Cotización

OBRA: Proyecto de drenaje pluvial Gobernador Mansilla

Fecha de Cotización: **Noviembre 2018**

ITEM	Descripción	Unid	Cant.	Precio Unitario	Precio Total	Incidencia s/o Total	Precio Total por rubro
<b>1 EXCAVACIONES</b>							
1.1	Excavación de canales del macrodrenaje. Incluye el transporte del material sobrante y/o inutilizable	m3	32,797.00	\$ 329.36	\$ 10,802,019.92	24.32%	\$ 10,802,019.92
1.2	Excavación de cunetas del microdrenaje. Incluye el transporte del material sobrante y/o inutilizable	m3	3,801.60	\$ 329.36	\$ 1,252,094.98	2.82%	\$ 1,252,094.98
1.3	Excavación de canales periféricos del microdrenaje. Incluye el transporte del material sobrante y/o inutilizable	m3	3,960.00	\$ 329.36	\$ 1,304,265.60	2.94%	\$ 1,304,265.60
1.4	Excavación de badenes. Incluye el transporte del material sobrante y/o inutilizable	m3	7,200.00	\$ 329.36	\$ 2,371,392.00	5.34%	\$ 2,371,392.00
1.5	Excavación de alcantarillas de la planta urbana. Incluye el transporte del material sobrante y/o inutilizable	m3	7,200.00	\$ 329.36	\$ 2,371,392.00	5.34%	\$ 2,371,392.00
<b>2 OBRAS DE ARTE</b>							
2.1	Estructura de HºAº de Alcantarilla en Canal Rocamora						
2.1.1	Losa de Fondo	m3	15.21	\$ 13,991.56	\$ 212,811.63	0.48%	\$ 491,943.25
2.1.2	Paredes y alas	m3	11.07	\$ 13,991.56	\$ 154,886.57	0.35%	
2.1.3	Losa Superior	m3	8.88	\$ 13,991.56	\$ 124,245.05	0.28%	
2.2	Estructura de HºAº de Alcantarilla en Tramo 1 - Tramo 2						
2.2.1	Losa de Fondo	m3	10.12	\$ 13,991.56	\$ 141,594.59	0.32%	\$ 354,266.30
2.2.2	Paredes y alas	m3	6.00	\$ 13,991.56	\$ 83,949.36	0.19%	
2.2.3	Losa Superior	m3	9.20	\$ 13,991.56	\$ 128,722.35	0.29%	
2.3	Estructura de HºAº de Alcantarilla en Tramo 3 - Tramo 4						
2.3.1	Losa de Fondo	m3	13.73	\$ 13,991.56	\$ 192,104.12	0.43%	\$ 452,347.13
2.3.2	Paredes y alas	m3	5.40	\$ 13,991.56	\$ 75,554.42	0.17%	
2.3.3	Losa Superior	m3	13.20	\$ 13,991.56	\$ 184,688.59	0.42%	
2.4	Alcantarillas en la Planta Urbana						
2.4.1	Caño hormigón D 550 mm	m	40.00	\$ 1,837.69	\$ 73,507.50	0.17%	\$ 73,507.50
2.4.2	Caño hormigón D 600 mm	m	64.00	\$ 2,218.84	\$ 142,005.60	0.32%	\$ 142,005.60
2.4.3	Caño hormigón D 700 mm	m	64.00	\$ 2,654.44	\$ 169,884.00	0.38%	\$ 169,884.00
2.4.4	Caño hormigón D 800 mm	m	24.00	\$ 3,686.27	\$ 88,470.36	0.20%	\$ 88,470.36
2.4.5	Caño hormigón D 900 mm	m	64.00	\$ 3,988.46	\$ 255,261.60	0.57%	\$ 255,261.60
2.4.6	Caño hormigón D 1000 mm	m	72.00	\$ 6,493.16	\$ 467,507.70	1.05%	\$ 467,507.70
2.4.7	Caño hormigón D 1200 mm	m	8.00	\$ 7,840.80	\$ 62,726.40	0.14%	\$ 62,726.40
2.5	Badenes	m3	118.00	\$ 21,885.11	\$ 2,582,442.98	5.81%	\$ 2,582,442.98
2.6	Cordón cuneta	m	3,850.00	\$ 1,058.23	\$ 4,074,185.50	9.17%	\$ 4,074,185.50
<b>3 REVESTIMIENTO DE CANALES</b>							
3.1	Revestimiento de hormigón para cunetas del microdrenaje	m3	990.00	\$ 11,845.81	\$ 11,727,351.90	26.40%	\$ 11,727,351.90
3.2	Revestimiento de hormigón para canales periféricos del microdrenaje	m3	453.40	\$ 11,845.81	\$ 5,370,890.25	12.09%	\$ 5,370,890.25

**TOTAL DEL MONTO COTIZADO = \$ 44,413,955**

## Analisis de Precios

Excavaciones							
Rendimiento Previsto:	350	m3/día					
<b>EQUIPOS:</b>	POTENCIA	VAL.REP.	CANTIDAD	OFIC.ESP.	OFICIAL	MED. OF.	AYUD
Excavadora s/oruga balde de 1,2m3	146	2173005	1	1			
Camión con Batea	230	1521349	2	2			
Equipos de topografía	0	120589	1				
Herramientas Menores	0	20000	8				
Cuadrilla de topografía				1			1
Cuadrilla Tipo				1.5	3		5
<b>TOTALES:</b>	606	5496292.38		5.5	3	0	6
<b>Costos Fijos de Posesión:</b>							
Amortizaciones:	Indice:	0.00072		x	5496292.38		3,957.33 \$/ día
Intereses:	Indice:	0.00014		x	5496292.38		769.48 \$/ día
<b>Costos Operativos:</b>							
Reparaciones y Repuestos:	Indice:	0.00036		x	5496292.38		1,978.67 \$/ día
Combustibles:	Indice:	42.360		x	606		25,670.16 \$/ día
Lubricantes:	Indice:	12.708		x	606		7,701.05 \$/ día
<b>Total Costo diario Equipos:</b>							40,076.69 \$/ día
<b>COSTO UNITARIO DE EQUIPOS:(A)</b>	Costo Diario / Rendimiento						114.50 \$/ m3
<b>MANO DE OBRA:</b>							
Oficial Especializado	n°	5.5		\$/ día	2455.45		13504.98 \$/ día
Oficial	n°	3		\$/ día	2098.23		6294.68 \$/ día
Medio Oficial	n°	0		\$/ día	1937.64		0 \$/ día
Ayudante	n°	6		\$/ día	1782.30		10693.8 \$/ día
<b>Total Costo Diario de Mano de Obra:</b>							30493.46 \$/ día
<b>COSTO UNITARIO DE MANO DE OBRA:(B)</b>	Costo Diario/Rendimiento						87.1 \$/ m3
<b>COSTO UNITARIO DE LA ELABORACION (EQUIPOS + M.OBRA) A + B:</b>							201.63 \$/ m3
<b>COSTO UNITARIO TOTAL DEL ITEM:</b>							201.63 \$/ m3
<b>COEFICIENTE DE RESUMEN:</b>							1.63
<b>PRECIO UNITARIO DEL ITEM:</b>							329.36 \$/ m3

Alcantarillas de hormigón armado							
Rendimiento Previsto:	8	m3/día					
<b>EQUIPOS:</b>	POTENCIA	VAL.REP.	CANTIDAD	OFIC.ESP.	OFICIAL	MED. OF.	AYUD
Cortadora motorizada de hierro	0	53277.9	1		0.5		0.5
Dobladora motorizada de hierro	0	66537.9	1		0.5		0.5
Grupo generador grande 70kva	100	183198.84	0.5				
Vibradores inmersión p/ Hormigón	0	250	4				
Herramientas Menores	0	20000	14				
Cuadrilla Tipo				1.5	2		3
<b>TOTALES:</b>	100	492415.22		1.5	3	0	4
<b>Costos Fijos de Posesión:</b>							
Amortizaciones:	Indice:	0.00072		x	492415.22		354.54 \$/ día
Intereses:	Indice:	0.00014		x	492415.22		68.94 \$/ día
<b>Costos Operativos:</b>							
Reparaciones y Repuestos:	Indice:	0.00036		x	492415.22		177.27 \$/ día
Combustibles:	Indice:	42.360		x	100		4,236.00 \$/ día
Lubricantes:	Indice:	12.708		x	100		1,270.80 \$/ día
<b>Total Costo diario Equipos:</b>							6,107.55 \$/ día
<b>COSTO UNITARIO DE EQUIPOS:(A)</b>	Costo Diario / Rendimiento						763.44 \$/ m3
<b>MANO DE OBRA:</b>							
Oficial Especializado	n°	1.5		\$/ día	2455.45		3683.18 \$/ día
Oficial	n°	3		\$/ día	2098.23		6294.68 \$/ día
Medio Oficial	n°	0		\$/ día	1937.64		0 \$/ día
Ayudante	n°	4		\$/ día	1782.30		7129.2 \$/ día
<b>Total Costo Diario de Mano de Obra:</b>							17107.06 \$/ día
<b>COSTO UNITARIO DE MANO DE OBRA:(B)</b>	Costo Diario/Rendimiento						2138.4 \$/ m3
<b>COSTO UNITARIO DE LA ELABORACION (EQUIPOS + M.OBRA) A + B:</b>							2901.83 \$/ m3
<b>MATERIALES</b>		<b>COSTO UNITARIO</b>		<b>CUANTIA y TENOR</b>			<b>COSTO UNITARIO</b>
Consumo Directo e Indirecto		VALOR		CANTIDAD			VALOR
Hormigón H21		2855 \$/m3		1	m3/m3		2855 \$/ m3
Acero ADN420		21428 \$/ton		0.04	ton/m3		857.12 \$/ m3
Tabla de pino		120 \$/m2		9.9	m2/m3		1188 \$/ m3
Caño hormigón D 110 mm		140 \$/ml		1.2	m/m		116.67 \$/ m

Caño hormigón D 160 mm		250	\$/ml		1.2	m/m		208.33	\$/ m
Caño hormigón D 200 mm		376	\$/ml		1.2	m/m		313.33	\$/ m
Caño hormigón D 250 mm		483	\$/ml		1.2	m/m		402.50	\$/ m
Caño hormigón D 315 mm		520	\$/ml		1.2	m/m		433.33	\$/ m
Caño hormigón D 350 mm		850	\$/ml		1.2	m/m		708.33	\$/ m
Caño hormigón D 450 mm		916	\$/ml		1.2	m/m		763.33	\$/ m
Caño hormigón D 550 mm		1350	\$/ml		1.2	m/m		1125.00	\$/ m
Caño hormigón D 600 mm		1630	\$/ml		1.2	m/m		1358.33	\$/ m
Caño hormigón D 700 mm		1950	\$/ml		1.2	m/m		1625.00	\$/ m
Caño hormigón D 800 mm		2708	\$/ml		1.2	m/m		2256.67	\$/ m
Caño hormigón D 900 mm		2930	\$/ml		1.2	m/m		2441.67	\$/ m
Caño hormigón D 1000 mm		3975	\$/ml		1	m/m		3975.00	\$/ m
Caño hormigón D 1100 mm		4250	\$/ml		1	m/m		4250.00	\$/ m
Caño hormigón D 1200 mm		4800	\$/ml		1	m/m		4800.00	\$/ m
<b>TOTAL MATERIALES CONSUMO DIRECTO E INDIRECTO:</b>								4900.12	\$/ m3

<b>COSTO UNITARIO TOTAL DEL ITEM:</b>	<b>8565.39</b>	<b>\$/ m3</b>
<b>COEFICIENTE DE RESUMEN:</b>	<b>1.63</b>	
<b>PRECIO UNITARIO DEL ITEM:</b>	<b>13991.56</b>	<b>\$/ m3</b>

<b>Badenes</b>							
Rendimiento Previsto:	2.5	m3/día					
<b>EQUIPOS:</b>	POTENCIA	VAL.REP.	CANTIDAD	OFIC.ESP.	OFICIAL	MED. OF.	AYUD
Cortadora motorizada de hierro	0	53277.9	1		0.5		0.5
Dobladora motorizada de hierro	0	66537.9	1		0.5		0.5
Grupo generador grande 70kva	100	183198.84	0.5				
Vibradores inmersión p/ Hormigón	0	250	4				
Herramientas Menores	0	20000	14				
Cuadrilla Tipo				1	1		2

<b>TOTALES:</b>	100	492415.22		1	2	0	3
-----------------	-----	-----------	--	---	---	---	---

<b>Costos Fijos de Posesión:</b>									
Amortizaciones:	Indice:	0.00072		x	492415.22		354.54	\$/ día	
Intereses:	Indice:	0.00014		x	492415.22		68.94	\$/ día	
<b>Costos Operativos:</b>									
Reparaciones y Repuestos:	Indice:	0.00036		x	492415.22		177.27	\$/ día	
Combustibles:	Indice:	42.360		x	100		4,236.00	\$/ día	
Lubricantes:	Indice:	12.708		x	100		1,270.80	\$/ día	
<b>Total Costo diario Equipos:</b>							6,107.55	\$/ día	
<b>COSTO UNITARIO DE EQUIPOS:(A)</b>							Costo Diario / Rendimiento	2,443.02	\$/ m3

<b>MANO DE OBRA:</b>									
Oficial Especializado	n°	1	\$/ día	2455.45			2455.45	\$/ día	
Oficial	n°	2	\$/ día	2098.23			4196.45	\$/ día	
Medio Oficial	n°	0	\$/ día	1937.64			0	\$/ día	
Ayudante	n°	3	\$/ día	1782.30			5346.9	\$/ día	
<b>Total Costo Diario de Mano de Obra:</b>							11998.8	\$/ día	
<b>COSTO UNITARIO DE MANO DE OBRA:(B)</b>							Costo Diario/Rendimiento	4799.5	\$/ m3

<b>COSTO UNITARIO DE LA ELABORACION (EQUIPOS + M.OBRA) A + B:</b>								<b>7242.54</b>	<b>\$/ m3</b>
<b>MATERIALES</b>		<b>COSTO UNITARIO</b>		<b>CUANTIA y TENOR</b>		<b>COSTO UNITARIO</b>			
Consumo Directo e Indirecto		VALOR		CANTIDAD		VALOR			
Hormigón H21		2855	\$/m3	1	m3/m3	2855	\$/ m3		
Acero ADN420		21428	\$/ton	0.04	ton/m3	857.12	\$/ m3		
<b>TOTAL MATERIALES CONSUMO DIRECTO E INDIRECTO:</b>						3712.12	\$/ m3		

<b>COSTO UNITARIO TOTAL DEL ITEM:</b>	<b>13397.68</b>	<b>\$/ m3</b>
<b>COEFICIENTE DE RESUMEN:</b>	<b>1.63</b>	
<b>PRECIO UNITARIO DEL ITEM:</b>	<b>21885.11</b>	<b>\$/ m3</b>

<b>Cordón cuneta</b>							
<b>MATERIALES</b>		<b>COSTO UNITARIO</b>		<b>CUANTIA y TENOR</b>		<b>COSTO UNITARIO</b>	
Consumo Directo e Indirecto		VALOR		CANTIDAD		VALOR	
Broza Grillada		70	\$/m3	12	m3/100 m	840	\$/ 100m
Malla Sima 5mm 0.15x0.15		1254	\$/unid	14	unid/ 100 m	17556	\$/ 100m
Hormigón Elaborado		2855	\$/m3	15	m3/ 100 m	42825	\$/ 100m
Hierro 8 mm		150	\$/unid	11	unid/ 100 m	1650	\$/ 100m
Hierro 20 mm		956	\$/unid	2	unid/ 100 m	1912	\$/ 100m
<b>TOTAL MATERIALES CONSUMO DIRECTO E INDIRECTO:</b>						647.83	\$/ m

<b>COSTO UNITARIO TOTAL DEL ITEM:</b>	<b>647.83</b>	<b>\$/ m</b>
<b>COEFICIENTE DE RESUMEN:</b>	<b>1.63</b>	
<b>PRECIO UNITARIO DEL ITEM:</b>	<b>1058.23</b>	<b>\$/ m</b>

**Cunetas de hormigón**

Rendimiento Previsto:	8	m3/día					
<b>EQUIPOS:</b>	POTENCIA	VAL.REP.	CANTIDAD	OFIC.ESP.	OFICIAL	MED. OF.	AYUD
Cortadora motorizada de hierro	0	53277.9	1.5		2		1
Dobladora motorizada de hierro	0	66537.9	1		0.5		0.5
Grupo generador grande 70kva	100	183198.84	0.5				
Vibradores inmersión p/ Hormigón	0	250	4				
Herramientas Menores	0	20000	14				
Cuadrilla Tipo				1	1		2

<b>TOTALES:</b>	100	519054.17		1	3.5	0	3.5
-----------------	-----	-----------	--	---	-----	---	-----

**Costos Fijos de Posesión:**

Amortizaciones:	Indice:	0.00072		x	519054.17		373.72	\$/ día
Intereses:	Indice:	0.00014		x	519054.17		72.67	\$/ día

**Costos Operativos:**

Reparaciones y Repuestos:	Indice:	0.00036		x	519054.17		186.86	\$/ día
Combustibles:	Indice:	42.360		x	100		4,236.00	\$/ día
Lubricantes:	Indice:	12.708		x	100		1,270.80	\$/ día

<b>Total Costo diario Equipos:</b>							6,140.05	\$/ día
------------------------------------	--	--	--	--	--	--	----------	---------

<b>COSTO UNITARIO DE EQUIPOS:(A)</b>	Costo Diario / Rendimiento							767.51	\$/ m3
--------------------------------------	----------------------------	--	--	--	--	--	--	--------	--------

**MANO DE OBRA:**

Oficial Especializado	n°	1	\$/ día	2455.45			2455.45	\$/ día
Oficial	n°	3.5	\$/ día	2098.23			7343.79	\$/ día
Medio Oficial	n°	0	\$/ día	1937.64			0	\$/ día
Ayudante	n°	3.5	\$/ día	1782.30			6238.05	\$/ día

<b>Total Costo Diario de Mano de Obra:</b>							16037.29	\$/ día
--	--	--	--	--	--	--	----------	---------

<b>COSTO UNITARIO DE MANO DE OBRA:(B)</b>	Costo Diario/Rendimiento							2004.7	\$/ m3
---	--------------------------	--	--	--	--	--	--	--------	--------

<b>COSTO UNITARIO DE LA ELABORACION (EQUIPOS + M.OBRA) A + B:</b>								<b>2772.17</b>	\$/ m3
---	--	--	--	--	--	--	--	----------------	--------

MATERIALES	Consumo Directo e Indirecto	COSTO UNITARIO		CUANTIA y TENOR		COSTO UNITARIO	
		VALOR		CANTIDAD		VALOR	
Hormigón H21		2855	\$/m3	1	m3/m3	2855	\$/ m3
Acero ADN420		21428	\$/ton	0.04	ton/m3	857.12	\$/ m3
<b>TOTAL MATERIALES CONSUMO DIRECTO E INDIRECTO:</b>						<b>3712.12</b>	<b>\$/ m3</b>

<b>COSTO UNITARIO TOTAL DEL ITEM:</b>	<b>7251.79</b>	\$/ m
<b>COEFICIENTE DE RESUMEN:</b>	<b>1.63</b>	
<b>PRECIO UNITARIO DEL ITEM:</b>	<b>11845.81</b>	\$/ m

**Planilla de Equipos**

Designación	Potencia (HP)	(CA) Costo Actual (\$)	(VR) Valor Residual 10% de C.A.	(VU) Vida Util	(UA) Uso Anual	(HT) Horas de Trabajo	COSTO DE POSESION		(CP) Costo de Poscecion	COSTO OPERATIVO			(CO) Costo de Operación	Dia Costo-Costo
							Costo de Amortizacion	Intereses 7% Anual		Reparaciones y Repuestos	Combustible 35.30 \$/Lt	Lubricante 30% de (CC)		
Excavadora s/oruga balde de 1,2m3	146	\$ 2,173,005	\$ 217,300	10000.00	2000.00	8.00	\$ 1,565	\$ 304	\$ 1,869	\$ 782	\$ 6,185	\$ 1,855	\$ 8,822	\$ 10,691
Camión con Batea	230	\$ 1,521,349	\$ 152,135	10000.00	2000.00	8.00	\$ 1,095	\$ 213	\$ 1,308	\$ 548	\$ 9,743	\$ 2,923	\$ 13,213	\$ 14,522
Equipos de topografía	0	\$ 120,589	\$ 12,059	10000.00	2000.00	8.00	\$ 87	\$ 17	\$ 104	\$ 43	\$ 0	\$ 0	\$ 43	\$ 147
Herramientas Menores	0	\$ 20,000	\$ 2,000	10000.00	2000.00	8.00	\$ 14	\$ 3	\$ 17	\$ 7	\$ 0	\$ 0	\$ 7	\$ 24
Vibrador para hormigón monofásico	---	\$ 250	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	\$ 250
Cortadora motorizada de hierro	0	\$ 53,278	\$ 5,328	10000.00	2000.00	8.00	\$ 38	\$ 7	\$ 46	\$ 19	---	---	\$ 19	\$ 65
Dobladora motorizada de hierro	0	\$ 66,538	\$ 6,654	10000.00	2000.00	8.00	\$ 48	\$ 9	\$ 57	\$ 24	---	---	\$ 24	\$ 81
Grupo generador grande 70 kva	100	\$ 183,199	\$ 18,320	10000.00	2000.00	8.00	\$ 132	\$ 26	\$ 158	\$ 66	\$ 4,236	\$ 1,271	\$ 5,573	\$ 5,730

## Análisis de Mano de Obra

Horario de trabajo: 8 Horas/Día  
 Horas de trabajo: 44 Horas/Semana

DETALLE DEL ANALISIS	%	CATEGORIA			
		Of. Esp.	Oficial	1/2 Ofic.	Ayud.
Jornal por hora	\$/hora	115.21	98.17	90.51	83.10
Presentismo(Asistencia Perfecta)	20.00%	23.04	19.63	18.10	16.62
Salarios pagados por tiempos no trabajados	18.23%	21.00	17.90	16.50	15.15
Asignacion para vestimenta	3.71%	4.27	3.64	3.36	3.08
Sueldo anual complementario	11.59%	13.35	11.38	10.49	9.63
Fondo de Cese Laboral e indemnizacion por fallecimiento	17.07%	19.67	16.76	15.45	14.19
<b>SUBTOTAL:</b>		196.55	167.48	154.41	141.77
Seguro Obrero (ART)	10.06%	19.77	16.85	15.53	14.26
Exámen de Ingreso	0.50%	0.98	0.84	0.77	0.71
Servicio de Almuerzo		5.00	5.00	5.00	5.00
Contribuciones Patronales y Seguro de vida	42.28%	83.10	70.81	65.28	59.94
<b>SUBTOTAL:</b>		305.40	260.97	241.00	221.68
Vigilancia:	0.50%	1.53	1.30	1.21	1.11
<b>JORNAL POR DÍA</b>	<b>\$/día</b>	<b>2455.45</b>	<b>2098.23</b>	<b>1937.64</b>	<b>1782.30</b>
<b>JORNAL POR HORA</b>	<b>\$/Hr</b>	<b>306.93</b>	<b>262.28</b>	<b>242.21</b>	<b>222.79</b>

## Análisis de Coeficiente de Resumen

<b>A</b>	<b>COSTO NETO</b> .....		<b>1.0000</b>
<b>B</b>	GASTOS GENERALES E INDIRECTOS.....	<b>25.00%</b> de A	0.2500
<b>C</b>	BENEFICIO.....	<b>10.00%</b> de A	0.1000
<b>E</b>	<b>SUBTOTAL ( A+B+C)</b> .....		<b>1.3500</b>
<b>F</b>	IMPUESTO DE INGRESOS BRUTOS.....	<b>0.00%</b> de E	0.0000
<b>G</b>	IMPUESTO DE VALOR AGREGADO I.V.A. ....	<b>21.00%</b> de E	0.2835
<b>H</b>	<b>SUBTOTAL ( E + F + G )</b> .....		<b>1.6335</b>
<b>Coeficiente de Resumen:</b>			<b>1.634</b>

### **-A- COSTO DE POSESION**

#### **AMORTIZACIONES**

VALOR DE EQUIPO.....	VE	\$	1.00
HORAS DIARIAS DE EQUIPOS:.....	HD	hs	8.00
VALOR RESIDUAL DE EQUIPOS: .....	VRE	%	10%
HORAS ANUALES DE EQUIPOS:.....	HAE	hs	2000
HORAS AMORTIZACION EQUIPOS:.....	HA	hs	10000

$$A = \frac{VE \times (1 - VRE) \times HD}{HA} = \boxed{0.00072} \text{ \$/DÍA}$$

#### **INTERESES**

TASA ANUAL:.....	i	%	7.0%
------------------	---	---	------

$$I = (VR \times i\% \times HD) / (2 \times HAE) = \boxed{0.00014} \text{ \$/DÍA}$$

<b>TOTAL COSTO DE POSESION:</b>	<b>0.00086</b>	<b>\\$/DÍA</b>
---------------------------------	----------------	----------------

### **-B- COSTO DE OPERACION**

#### **REPARACIONES Y REPUESTOS**

% DE AMORTIZACION :.....	RR	%	50.0%
--------------------------	----	---	-------

$$RR = A \times RR = 0.00072 \times 50.0\% = \boxed{0.00036} \text{ \$/DÍA}$$

#### **COMBUSTIBLES**

POTENCIA.....	P	hp	1.00
CONSUMO PREVISTO:.....	CP	L/hp-hr	0.15
COSTO POR LITRO DEL GASOIL.....	G	\$/L	35.30

$$C = CP \times G \times HD \times P = \boxed{42.36000} \text{ \$/DÍA}$$

#### **LUBRICANTES**

% CONSUMO COMBUSTIBLE.....	LB	%	30.0%
----------------------------	----	---	-------

$$L = C \times LB = 42.36000 \times 30.0\% = \boxed{12.70800} \text{ \$/DÍA}$$

<b>TOTAL COSTO DE OPERACIÓN</b>	<b>55.06836</b>	<b>\\$/DÍA</b>
---------------------------------	-----------------	----------------