



4-3-2024

# Análisis del impacto de reservorios hidráulicos urbanos en el dimensionado de conductor pluvial

Caso: Conducto Pluvial Schaer, Armstrong,  
Santa Fe



Tesista: Ing. Luciano Victor Casanova  
Director: Ing. Roberto A. Formica

## Índice

1. Resumen.....	2
2. Introducción .....	3
3. Materiales y Métodos .....	6
4. Resultados .....	24
5. Conclusiones.....	29
6. Bibliografía.....	30
7. Anexos .....	31

## 1. Resumen

El presente trabajo versa sobre el modelado hidráulico hidrológico de un conducto pluvial de grandes dimensiones cuya función es erogar los efluentes de un área a urbanizar. Se plantearon dos series de escenarios, uno en el cual no se incluyeron reservorios urbanos de laminación de crecidas y otro en que sí. Este análisis parte de la hipótesis de que el efecto laminador de los reservorios podría permitir una mayor área de servicio brindado por la misma infraestructura. Se comparo el comportamiento del sistema para ambos escenarios y considerando eventos pluviales de variada duración (con su consecuente intensidad).

Se concluye que la implementación de los reservorios presenta una mejora en el nivel de prestación del servicio de la infraestructura planteada. Ya que minimizaría los anegamientos para escenarios de duración de tormenta igual al tiempo de concentración de la cuenca. En contrapartida se arriba a la conclusión de que el efecto de laminación afecta en poco el funcionamiento para lluvias de duraciones mayores o menores a las antedichas. Por ultimo se determina la inviabilidad de anexación de áreas no contempladas en el proyecto original del conducto pluvial

## 2. Introducción

La localidad de Armstrong es una ciudad de es una localidad del Departamento Belgrano, sudoeste de la Provincia de Santa Fe, Argentina (véase figura 1). Cuenta con una población de 11.181 habitantes según el Censo de 2010. Se ubica en la intersección de la Autopista Rosario - Córdoba, con la Ruta Nacional 178.

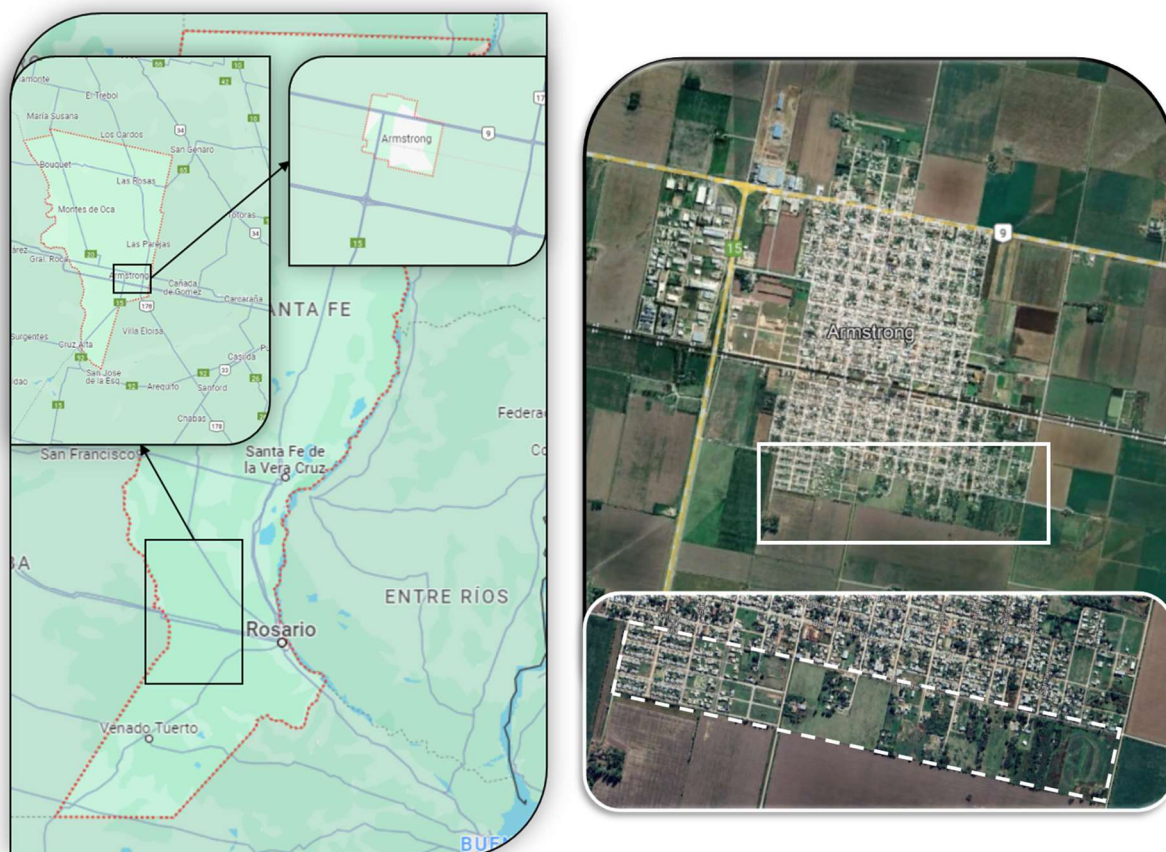


Figura 1 Ubicación Armstrong, depto. Belgrano. – Zona sur

El pluvial Schaer es un conducto de gran diámetro diseñado por el autor del presente trabajo, para la erogación de efluentes pluviales del área comprendida entre las calles Schaer, Camino 14, Saavedra Lamas y Democracia; en la mencionada localidad (véase figura 1). En la actualidad los efluentes pluviales del área se conducen a través de un “zanjón” a cielo abierto, cuya capacidad hidráulica se vería superada debido a la urbanización de la zona (con su consiguiente aumento de escorrentías).

La cuenca en estudio cuenta con un área aproximada de 75 Ha (cuenca pequeña) y presenta una pendiente de 0,07% en dirección SO-NE (muy baja pendiente). Dadas las condiciones el dimensionado del mismo se hizo mediante método racional para una recurrencia de 2 años y utilizando curvas IDR de la localidad de Marcos Juárez.

La cuenca considerada es en la actualidad un área mayormente rural. El municipio previendo la inminencia de futuros loteos solicitó se planteó a toda el área de estudio como urbanizada, a excepción de los parques que se prevén dentro de la cuenca, el centro de reciclado municipal y el Centro Tradicionalista "El Tropero". El proyecto desarrollado y completo del Conducto pluvial Schaer se anexa al presente trabajo:

ANEXO I – Memoria de cálculo Pluvial Schaer

ANEXO II – Plano Pluvial Schaer

El presente trabajo tuvo por objetivos:

- El dimensionado de reservorios pluviales urbanos para las subcuencas que conforman el área de estudio
- La determinación del efecto de laminación que estos conllevarían al pico de crecidas y consecuentemente en la capacidad del Conducto Pluvial Schaer
- Estimación de cuanta área de escurrimiento podría sumarse al conducto como beneficio de la implementación de los mismos.

En una primera instancia de trabajo se determinó el comportamiento del sistema hidráulico hidrológico del sistema pluvial, dentro y fuera de los parámetros de diseño originalmente planteado, es decir, con diferentes duraciones y recurrencias. Se determinó el correcto funcionamiento del mismo para la recurrencia de diseño además de verificarse que los eventos pluviales de duración mayor al tiempo de concentración de la cuenca no superan en ningún caso la capacidad hidráulica del conducto (incluso para recurrencias de 50 años).

En una segunda etapa se dimensionó un reservorio tipo para una de las subcuencas siguiendo la normativa vigente en la provincia de Santa Fe. Este dimensionado incluyó el análisis hidráulico de los dispositivos de descarga, a saber, un orificio de fondo para descarga de caudales ordinarios y un vertedero superior para caudales extraordinarios. Este reservorio se agregó al modelo antedicho en todas las subcuencas donde fuese viable su implantación, esto excluye aquellas que ya se encuentren urbanizadas y no cuenten con áreas verdes disponibles.

Corrido el modelo con la variación antedicha se obtuvieron los parámetros de funcionamiento del sistema pluvial con los mismos criterios de comportamiento

considerados para la variante original y se realizaron análisis comparativos de los resultados.

Por último, se obtuvieron conclusiones respecto de las hipótesis trazadas y se plantea la necesidad de estudios ulteriores para determinar la efectividad a mayor escala de la normativa vigente.

### 3. Materiales y Métodos

#### Marco regulatorio

Actualmente los emprendimientos de loteos (tanto para fines residenciales como industriales) en la provincia de Santa Fe son regidos por leyes y resoluciones ministeriales que determinan tanto la viabilidad del uso de suelo como las medidas estructurales y no estructurales a tener en cuenta en la implantación de dichos emprendimientos. Primeramente, la ley 11.730 establece el régimen de uso de bienes situados en áreas inundables dentro de la jurisdicción provincial. La misma categoriza las áreas I (curso de agua), II (zona inundable) y III (zona con riesgo de inundación) según la siguiente caracterización:

Para determinar la línea que separa las Áreas I y II: se establecerán los límites de los cursos de agua naturales y artificiales y los cuerpos de agua permanentes según criterios hidrológicos, geomorfológicos y/o edafológicos.

Para establecer la línea que separa las Áreas II y III: es la línea que materializa el alcance de la inundación de recurrencia de las crecidas que se estime necesario para definirla, la que podrá variar de un ámbito geográfico a otro, no pudiendo ser inferior a cinco años. En caso de no disponerse de los medios técnicos para la determinación de la recurrencia, podrá utilizarse su equivalente geo morfológico y/o edafológico.

Para el límite de la Área III, es la línea de recurrencia a definir en cada caso o su equivalente geomorfológico y/o edafológico. (Provincia de Santa Fe, 2000)

A los fines de dar cumplimiento efectivo a dicha ley se encomendó a la consultora INCOCIV, la elaboración un mapa hidrográfico de la provincia de Santa Fe a escala 1:50.000 incluyendo todos los cursos de agua (temporarios o permanentes, naturales o artificiales) con su correspondiente denominación. Además de generar la cartografía donde se indiquen las Áreas de Riesgo Hídrico (ARH) I, II y III, en los sistemas hídricos de la provincia de Santa Fe. Dicho estudio adopto las siguientes recurrencias como criterio de la zonificación hídrica:

- El límite del Area I se determinó a partir del mapeo de imágenes de recurrencia de 2 años

- El límite externo del Área II está próximo a una crecida de 10 años siendo superior solo en el caso del Paraná (R 15 a 20 años). Luego el área II debería definirse como una zona con restricciones severas.
- El límite externo del Área III se ha definido principalmente con criterios edafológicos considerando los suelos cuyas características indican que no han sufrido inundaciones. (INCOCIV, 2013)

A continuación, se aprecia en la figura 2 la situación de la localidad de Armstrong y más precisamente del sur de la ciudad (área en estudio):



Figura 2 Mapa hidrográfico de Armstrong (INCOCIV)

El área en estudio no se encuentra dentro de las áreas delimitadas como inundables según la normativa vigente. Esto implica la viabilidad de desarrollar emprendimientos urbanos en concordancia con la citada ley.

Retomando los aspectos legales y reglamentarios tenemos que mencionar la resolución 736/16 del Ministerio de Infraestructura y Transporte. La cual impone a los loteos una serie de pasos en materia hídrica, a saber:

1. Certificado de Zonificación según Ley 11730
2. Certificado de Aptitud de Proyectos de Drenajes Urbanos
3. Certificado de Final de Obra Hídrica

Respecto del primer punto, como ya hemos visto, la zona en estudio es apta para la urbanización. En cuanto al tercer ítem hace referencia a la inspección in situ de las obras hídricas (de canalización, embalse y descarga) que se realicen en el loteo, las cuales deben, obviamente, cumplir con lo requerido, presentado y aprobado en el proyecto de drenaje urbano del emprendimiento. Especial atención a los fines del presente trabajo merece la segunda etapa la cual, según Anexo II de la mencionada resolución, debe diseñarse un dispositivo de regulación de caudales picos de las siguientes características:

El dispositivo de regulación deberá diseñarse para amortiguar el escurrimiento producido por una tormenta de diseño de recurrencia 50 años, y deberá contar con estructuras de regulación para descargar los caudales generados por tormentas de 5 y 50 años. En aquellos casos donde, a criterio de la autoridad de aplicación, se considere necesario se deberá subir a 100 años la recurrencia de diseño. (MIT Santa Fe, 2016)

El mismo anexo determina como duración mínima de la tormenta de diseño a considerar, al tiempo de concentración del escurrimiento del loteo. Tendríamos entonces una obligatoriedad de implementar una obra de laminación de efluentes picos para eventos pluviales de corta duración en cada loteo.

En este punto cabe mencionar que los lotes del área en estudio se encuentran probablemente exentos de los estudios y recaudos hídricos mencionados por contemplarse en los artículos 3° y 4° de la resolución. Estos artículos exceptúan de la aplicación de la norma a lotes de 1 y 2 Ha que se encuentren en zonas ya consideradas urbanas por el servicio de catastro e información territorial de la provincia de Santa Fe.

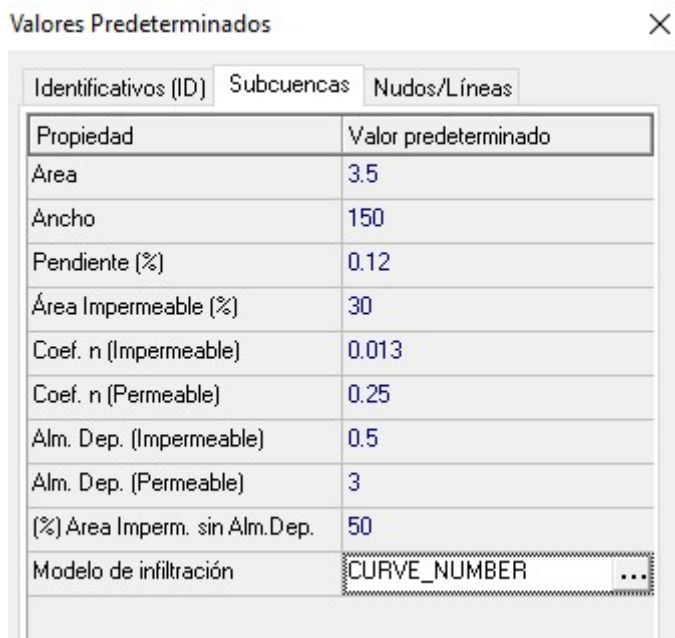
A continuación, se observa dicha situación en la figura 3, según lo informa el visor de Infraestructura de Datos espaciales de la provincia de Santa Fe (IDESF, 2023):



## Modelo

El modelo del área en estudio se realizó SWMM (USEPA, 2023), este software desarrollado por la *Environmental Protection Agency* de los Estados Unidos, permite modelar tanto los parámetros hidrológicos (infiltración, escurrimiento, evaporación, etc.) como el comportamiento hidráulico del sistema de drenaje. Como toda herramienta computacional brinda además la posibilidad de analizar un amplio espectro de variables e hipótesis, los cuales serían cuando menos engorrosos de trabajar mediante métodos analíticos.

En la figura 4 consta la determinación de valores predeterminados en la configuración inicial del modelo.



Propiedad	Valor predeterminado
Área	3.5
Ancho	150
Pendiente (%)	0.12
Área Impermeable (%)	30
Coef. n (Impermeable)	0.013
Coef. n (Permeable)	0.25
Alm. Dep. (Impermeable)	0.5
Alm. Dep. (Permeable)	3
(%) Área Imperm. sin Alm. Dep.	50
Modelo de infiltración	CURVE_NUMBER ...

Figura 4 Parámetros por defecto adoptados

A continuación se enlistan observaciones que se tuvieron en cuenta para la adopción de estos parámetros. Buena parte de estos son los adoptados originalmente para el diseño del Pluvial Schaer.

Área: Se ingresa valor medio como valor por defecto. Tomándose luego el valor real para cada subcuenca. [Ha]

Ancho: Se adopta valor medio de las subcuencas [m]

Pendiente: Pendiente promedio ponderada entre pendiente intralote y pendiente de cordones cunetas de las subcuencas. [%]

Coefficiente de rugosidad Impermeable: Se adopta 0,013, simil a cordón cuneta de hormigón.

Coefficiente de rugosidad Permeable: Se adopta 0,25, simil a hierba densa, según lo determina la tabla 1

#### A.6 Coeficiente *n* de Manning para Escorrentía Superficial

Superficie	<i>n</i>
Asfalto liso	0,011
Hormigón liso	0,012
Revestimiento de hormigón basto	0,013
Madera pulida	0,014
Ladrillo con mortero de cemento	0,014
Arcilla vitrificada	0,015
Fundición de hierro	0,015
Tuberías de metal corrugado	0,024
Superficie de escombrera	0,024
Terreno improductivo (libre de residuos)	0,05
Terreno cultivado	
Cubierta de residuos < 20%	0,06
Cubierta de residuos > 20%	0,17
Pasto natural	0,13
Hierba	
Corta, pradera	0,15
Densa	0,24
Hierba <i>Bermuda</i>	0,41
Bosque	
Con cubierta ligera de arbustos	0,40
Con cubierta dense de arbustos	0,80

Fuente: McCuen, R. et al. (1996), Hydrology, FHWA-SA-96-067, Federal Highway Administration, Washington, DC.

Tabla 1 Coeficiente de Manning en Manual de Usuario SWMM 5.0 (GMMF , 2005)

Profundidad de almacenamiento: 5mm y 0,5mm para las zonas permeable e impermeable respectivamente. [mm]

Area impermeable sin almacenamiento en depresión: A falta de información precisa sobre la morfología futura de las areas permeables se adopta 50%

Numero de curva: Este depende de las condiciones geotécnicas del suelo así como de la cobertura en las zonas de estudio. Respecto del primer apartado se cita estudio de suelo realizado por JC Rosado y Asoc. en la localidad de Armstrong.

Un primer estrato de suelo arcilloso CL, de coloración Castaño rojizo claro y oscuro, con nódulos y raicillas, de consistencia medianamente compacta, que se extiende hasta una profundidad de 1,80 m aproximadamente.

Le sigue un estrato de suelo arcilloso CL, de coloración castaño rojizo claro, saturado, con nódulos cementados, de consistencia blanda, que alcanza una aproximada de 5,50 m.

Luego se detecta un manto de suelo arcilloso CL y limoso ML, de coloración castaño rojizo claro, con nódulos cementados, pirolusita y tosca calcárea, de consistencia entre medianamente compacta y compacta en algunos sectores, que alcanza una profundidad cercana a 9,50 m.

A continuación, y hasta el final de los sondeos realizados, el suelo detectado clasifica como limo ML, es de coloración castaño rojizo claro, húmedo, con nódulos cementados, pirolusita y tosca calcárea, de consistencia medianamente compacta, con zonas blandas.

El nivel de aguas subterráneas fue detectado a una profundidad de 3,40 m, durante la ejecución de los trabajos de campaña, realizados en el mes de octubre de 2008. (J. C. Rosado y Asociados, 2008)

En cuanto a la cobertura de la zona de estudio debe mencionarse que el relevamiento en campo arroja un porcentaje alto de zonas no urbanizadas con vegetación herbácea mayormente baja. No obstante lo antedicho, el horizonte previsto del proyecto considera que la zona será pasible de ser urbanizada con parcelas de dimensiones inferiores a los 500m<sup>2</sup>.

Con los factores considerados, la elección de los números de curva se realizó, en primera instancia mediante el uso de la tabla 2 que constan en el manual SWMM traducido por el Grupo Multidisciplinar de Modelación de Fluidos de la Universidad Politécnica de Valencia (GMMF, 2005) para las zonas urbanizadas y para el centro tradicionalista el tropero. Sin embargo, luego de iteraciones sucesivas, se adoptaron valores de 80 y 55 respectivamente; los cuales representan el fenómeno de escurrimiento de manera similar al estudio preliminar mediante método racional.

Descripción del Uso del Suelo	Tipo de Suelos			
	A	B	C	D
Tierra cultivada				
Sin tratamiento de conservación	72	81	88	91
Con tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastos y prados				
En malas condiciones	68	79	86	89
En buenas condiciones	39	61	74	80
Pradera				
En buenas condiciones	30	58	71	78
Terreno boscoso				
Poco denso, cubierta forestal pobre o inexistente	45	66	77	83
Buena cubierta forestal <sup>3</sup>	25	55	70	77
Espacios abiertos (césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.)				
En buenas condiciones (75% o más de hierba)	39	61	74	80
En pobres condiciones (50-75% de hierba)	49	69	79	84
Zonas comerciales (85% impermeable)	89	92	94	95
Polígonos industriales (72% impermeable)	81	88	91	93
Zona residencial <sup>4</sup>				
Tamaño medio de la parcela <sup>5</sup> (% Impermeabilidad <sup>6</sup> )				
< 500 m <sup>2</sup> (65%)	77	85	90	92
1000 m <sup>2</sup> (38%)	61	75	83	87
1500 m <sup>2</sup> (30%)	57	72	81	86
2000 m <sup>2</sup> (25%)	54	70	80	85
4000 m <sup>2</sup> (20%)	51	68	79	84
Aparcamientos pavimentados, tejados, caminos asfaltados, etc. <sup>7</sup>	98	98	98	98
Calles y carreteras				
Pavimentados, con cunetas y colectores de drenaje	98	98	98	98
Caminos de grava	76	85	89	91
Sucios	72	82	87	89

Tabla 2 Numero de Curva para escorrentía (CN) según SCS

Para fines ilustrativos el diseño de las cuencas se realizó sobre una captura satelital de la zona de estudios (véase figuras 6 y 7). Sin embargo, las dimensiones visibles de las cuencas, así como las longitudes de las canalizaciones no son estrictamente representativas de los parámetros hidráulicos e hidrológicos. Estos se ingresan en el software como datos asociados a cada elemento.



Figura 5 Cuenca en estudio modelada en SWMM



Figura 6 Detalle de elementos en salida de la cuenca - modelo SWMM

Para mayores detalles respecto de la conformación del modelado de la cuenca ver el ANEXO III – Esquemas y datos de la cuenca modelada.

## Modelo hidráulico

El modelado hidráulico en SWMM puede ser (en orden de complejidad y precisión):

Flujo uniforme: Representa la forma más simple de representar el comportamiento del agua en el interior de los conductos. Para ello se asume que en cada uno de los incrementos de tiempo de cálculo considerados el flujo es uniforme. De esta forma el modelo simplemente traslada los hidrogramas de entrada en el nudo aguas arriba del conducto hacia el nudo final del mismo, con un cierto retardo y cambio en el aspecto del mismo. Para relacionar el caudal con el área y el calado en el conducto se emplea la ecuación de Manning.

Onda cinemática: Este modelo hidráulico de transporte resuelve la ecuación de continuidad junto con una forma simplificada de la ecuación de cantidad de movimiento en cada una de las conducciones. Esta última requiere que la pendiente de la superficie libre del agua sea igual a la pendiente de fondo del conducto.

Onda dinámica: El modelo de transporte de la Onda Dinámica resuelve las ecuaciones completas unidimensionales de Saint Venant y por tanto teóricamente genera los resultados más precisos. Estas ecuaciones suponen la aplicación de la ecuación de continuidad y de cantidad de movimiento en las conducciones y la continuidad de los volúmenes en los nudos.

A los fines del presente trabajo se adoptó el modelo hidráulico de onda de dinámica. Este ofrece los resultados más precisos y aunque es el que requiere más tiempo de cálculo, debido a su complejidad, no representa esto un inconveniente debido a lo reducido del área en estudio.

## Lluvia

A los fines de que el modelo planteado tenga correlato con el planteo original (mediante método racional) Se adopta inicialmente una lluvia uniforme en la totalidad de la cuenca con una intensidad 32mm/hs. La misma corresponde a un evento de recurrencia 2 años y duración 80 minutos. Este último valor refiere al tiempo de concentración de la cuenca estimado mediante método racional modificado. Posteriormente y a los fines de analizar distintos escenarios se ingresan al modelo eventos pluviales varios, siempre considerando lluvia uniforme.

Al no haber disponibles curvas IDR de la localidad de Armstrong, se dispone utilizar las correspondientes a la localidad de Marcos Juárez para el dimensionado del conducto pluvial, considerando que las dos localidades se encuentran a menos de 60 km una de la otra.

Las curvas IDR están parametrizadas, para cada R, con ecuación del tipo DIT de tres parámetros:

$$i = c \cdot a^{\Phi} / b^{\delta} \quad (1)$$

Donde:

$$a = e^A \quad (2)$$

$$b = e^B \quad (3)$$

$$c = e^C \quad (4)$$

$$\Phi = 2,584458 \cdot (\ln T)^{3/8} - 2,252573 \quad (5)$$

$$\delta = (\ln d)^q \quad (6)$$

Los parámetros A B C y q, a implementar en las ecuaciones (2) (3) (4) y (6) fueron determinados por Caamaño Nelli *et al.* (2012); mediante estudios de regionalización lluvias, obteniéndose los siguientes resultados aplicables a recurrencias inferiores a 200 años y duraciones inferiores a 1440 minutos:

<b>A</b>	<b>0,41</b>
<b>B</b>	<b>0,147</b>
<b>C</b>	<b>5,132</b>
<b>q</b>	<b>1,64</b>

*Tabla 3 Parámetros de regionalización de lluvia para Marcos Juárez según Caamaño Neli*

Considerando como valor T en la ecuación (5) a las recurrencias de 2, 5 y 10 años (habituales para micro drenajes) y 50 años (como suceso extraordinario) se obtienen los siguientes parámetros a, b y c, que costan en la tabla 4.

Recurrencia	$\phi$	a	b	c
2	7,91E-07	1,507	1,158	169,355
5	0,837			
10	1,281			
50	2,058			

Tabla 4 Coeficientes para formula de intensidad de lluvia

Considerando duraciones 10, 40, 80, 120, 150 y 480 como valor d en la ecuación (6) obtenemos una familia de curvas IDR (figura 7). Los valores obtenidos constan en Tabla 5, resaltando los valores que se ingresarán al modelo.

R	Duración (min)					
	10	40	80	120	150	480
2	95,08	48,51	32,26	24,90	21,45	9,23
5	134,00	68,36	45,46	35,09	30,24	13,01
10	160,76	82,01	54,54	42,09	36,27	15,61
50	221,07	112,77	74,99	57,88	49,88	21,46

Tabla 5 Valores de Intensidad de lluvia en función de recurrencia y duración

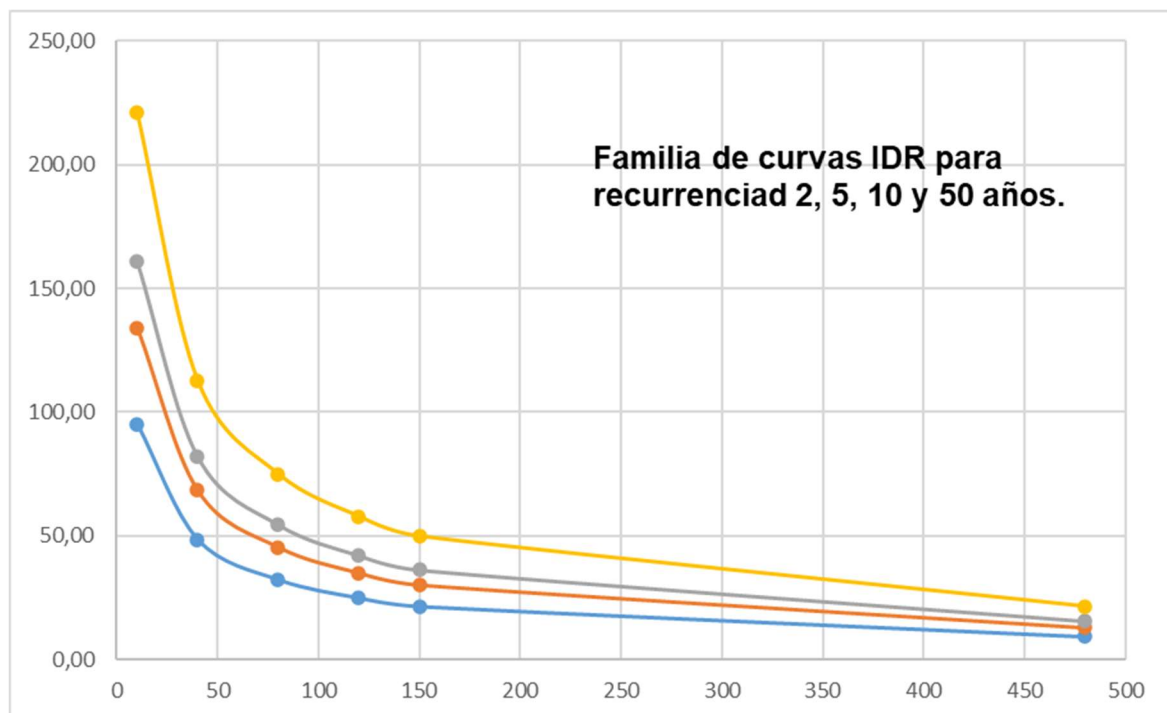


Figura 7 Familia de Curvas IDR de Marcos Juárez

## Diseño de reservorios

### Cuenca considerada

A los fines del dimensionado de los reservorios se adopta la subcuenca 1 como cuenca tipo y posteriormente el reservorio diseñado se introducirá en el modelo en las subcuencas de la 1 a la 15, con excepción de la 10 y 12 ya que éstas se presumen no urbanizables por alojar el centro de reciclaje y el centro tradicionalista respectivamente. En lo que respecta a las subcuencas 15 y 16, estas ya se encuentran urbanizadas, no cuentan con dispositivos de regulación de efluentes pluviales ni con espacios verdes en los cuales estos pudiesen implantarse. En cuanto a la cuenca tipo, se detallan en tabla 6 sus parámetros hidrológicos según método racional.

Área total	C	Tc	i	Q
3,62 Ha	0,69	38,73 min	114,81 mm/hs	0,80 m3/seg

*Tabla 6 Parámetros de subcuenca tipo para cálculo de reservorio.*

En el anexo I constan los métodos utilizados para el cálculo de tiempo de concentración y caudal máximo, sin embargo, cabe aclarar que en este punto se adoptaron coeficientes de escurrimientos para recurrencia de 100 años.

En este caso la intensidad está calculada para una duración de tormenta igual al tiempo de concentración de la cuenca y para una recurrencia de 50 años de acuerdo a la normativa vigente. El caudal refiere al caudal pico generado por dicho evento.

A los fines de considerar las condiciones precedentes de la subcuenca debemos determinar su tiempo de concentración y su caudal pico de manera de poder comparar situación antecedente (tabla 6) y precedente (tabla 7). El coeficiente de escurrimiento se adopta para Áreas no desarrolladas con uso de tierra no definido (según UDFCD en Riccardi (2004)) y el tiempo de concentración refiere al flujo mantiforme a lo largo de 290m desde el punto más alejado de la sub cuenca hasta el punto de desagüe.

Área total	C	Tc	i	Q
3,62 Ha	0,60	53,27 min	95,79 mm/hs	0,58 m3/seg

*Tabla 7 Parámetros de subcuenca no urbanizada para cálculo de reservorio.*

## Volumen a embalsar

Se utiliza para la determinación del volumen a embalsar el Modelo Generalizado de Mc Cuen. Como puede apreciarse en la Figura 9, este método compara hidrogramas triangulares antes y después de la urbanización cuyos picos corresponden a los tiempos de concentración de la cuenca.

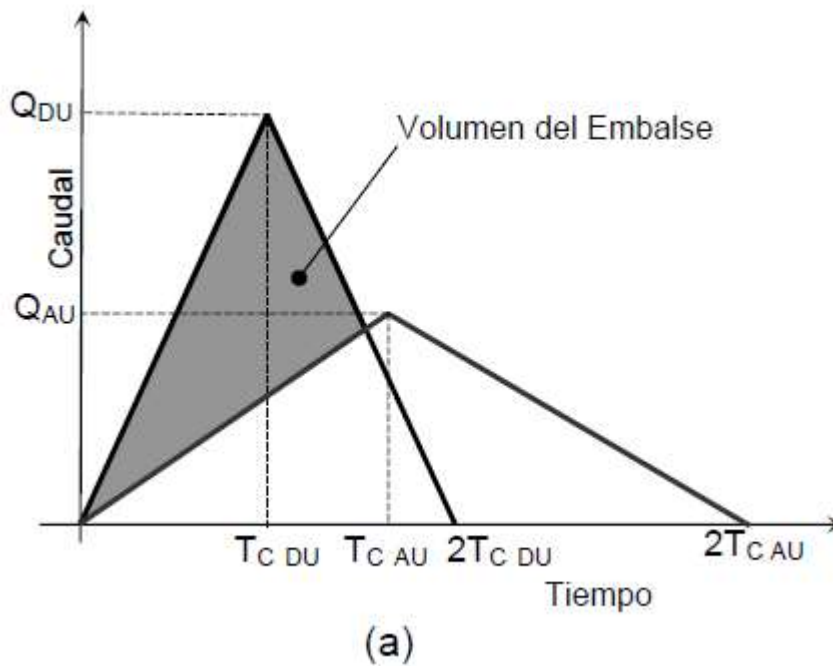


Figura 8 Hidrogramas triangulares - Modelo generalizado Mc Cuen

El método determina dos parámetros de comparación entre situación pasada y futura.

Primeramente, la relación entre caudales pico:

$$\alpha = \frac{Q_{AU}}{Q_{DU}} \quad (7)$$

Con los parámetros de las tablas 6 y 7 en la ecuación (7) se obtiene un alfa de 0,72. Esto implica una relación entre los tiempos a pico de hidrograma (en este método iguales al tiempo de concentración) de las situaciones precedente y consecuente según ecuación (8). Y cuyo resultado es 1,38

$$\gamma = \frac{T_{PAU}}{T_{PDU}} \quad (8)$$

El método plantea, para una relación  $\alpha > (2-\gamma)$ , una fórmulas de cálculo para el volumen a embalsar (ecuación (9))

$$\frac{V_{EMB}}{V_{DU}} = \frac{\gamma - \alpha}{\gamma + \alpha} \quad (9)$$

Teniendo un volumen de escurrimiento total futuro ( $V_{DU}$ ) de  $1858\text{m}^3$  y una relación  $V_{EMB}/V_{DU}$  de 0,311; el volumen a embalsar resulta  $578,2 \text{ m}^3$

### **Forma y dispositivo de regulación**

Se adopta como dispositivo de regulación un embalse en superficie (laguna artificial) de fondo y paredes de terreno natural con las siguientes dimensiones:

Ancho de fondo: 8m

Ancho en superficie: 13m

Largo de fondo: 47m

Largo en superficie: 52m

Taludes: 1:2

Alto total: 1,25m

Alto efectivo: 0,8m

Volumen a embalsar:  $600,89 \text{ m}^3$

El alto efectivo corresponde a la altura total del embalse menos una revancha de 0,35. Esta altura de pelo de agua se mantendrá gracias al dispositivo de regulación. Además, estos 80 cm corresponden al máximo impuesto por la norma.

El dispositivo de regulación será mediante un descargador de fondo cuyo caudal no habrá de superar el caudal máximo precedente a la urbanización y el otro será un

descargador superior cuyo filo se corresponderá con la altura máxima a embalsar, permitiendo el excedente de eventos pluviales de recurrencia superior a 50 años.

### **Orificio inferior:**

Se considera un orificio de pared gruesa cuya formula es:

$$Q = \mu A \sqrt{(2g H_0)} \quad (10)$$

Reemplazando A en (10) por su fórmula en relación al diámetro y despejando este valor resulta:

$$D = \sqrt{(Q / (\mu \pi 0,25 \sqrt{(2g H_0)})} \quad (11)$$

Teniendo:

$Q = 0,80 \text{ m}^3/\text{seg}$  [caudal máximo en situación precedente]

$\mu = 0,75$  [coeficiente de gasto adoptado]

$g = 9,8 \text{ m}/\text{seg}^2$

$H_0 = 0,45\text{m}$  [altura de pelo de agua máximo a centro de orificio]

El diámetro resulta: 0,506 m, a los fines de adoptar diámetros comerciales se opta por considerar el descargador de fondo con diámetro 500 mm

### **Orificio superior:**

Para el descargador superior se considera un vertedero circular. Sin embargo, las particularidades del proyecto en lo que respecta a la baja pendiente, resultarían en que este trabaje como un orificio ahogado. Utilizando la fórmula para diámetro pero considerando Z en lugar de H:

$$D = \sqrt{(Q / (\mu \pi 0,25 \sqrt{(2g z_0)})} \quad (12)$$

Teniendo:

$Q = 0,58 \text{ m}^3/\text{seg}$  [caudal máximo en situación precedente]

$\mu = 0,75$  [coeficiente de gasto adoptado]

$g = 9,8 \text{ m}/\text{seg}^2$

$z_0 = 0,45\text{m}$  [altura de pelo de agua máximo a centro de orificio]

El diámetro resulta: 0,676 m, a los fines de adoptar diámetros comerciales se opta por considerar el descargador superficial y la cañería de salida con diámetro 700 mm. La figura 10 presenta una representación esquemática de la disposición del sistema de descarga.

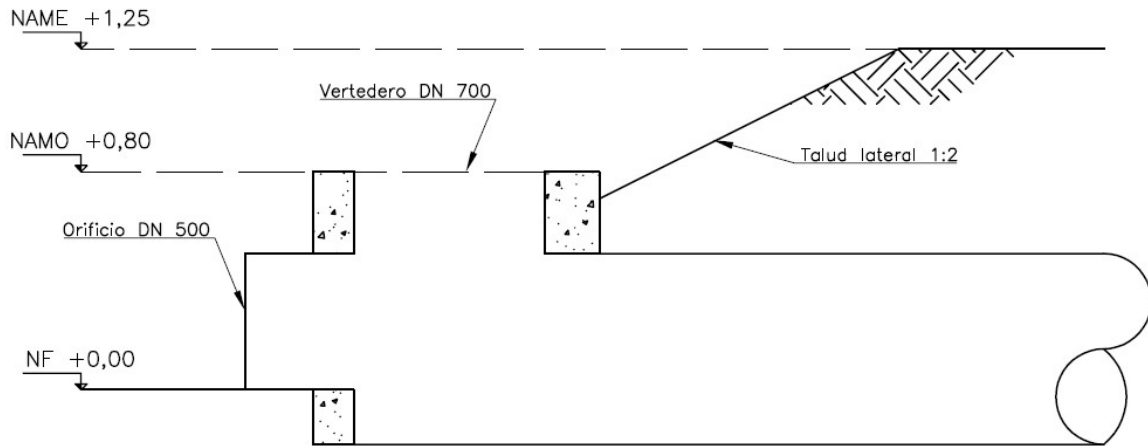


Figura 9 Esquema de descargador

## Modelado con reservorios

Se introdujeron los reservorios en el modelo, en cada una de las subcuencas mencionadas en el apartado anterior. De esta manera el escurrimiento de cada subcuenca se considera vertido en su totalidad en su reservorio y este a su vez descarga en el pluvial de manera inmediata través de un orificio y por medio de un vertedero cuando alcanza la cota del mismo (véase figura 10).



*Figura 10 Subcuencas con reservorios*

En un sentido estricto podría haberse sumado la conducción que va desde la estructura de descarga de los reservorios hasta el conducto principal para una aproximación mayor a la realidad. Sin embargo, se consideró que el tiempo en tránsito en dicho conducto puede considerarse despreciable a los fines del presente trabajo.

Se corrieron los mismos escenarios de precipitaciones uniformes para distintas recurrencias y duraciones.

## 4. Resultados

En los anexos ANEXO III – Resultados SIN reservorios. ANEXO IV – Resultados CON reservorios. Se volcaron los resultados arrojados por el software en cuanto inundaciones en nodos (bocas de registro) y en lo que respecta a caudales a lo largo del sistema de drenaje.

A continuación, se exponen matrices de resumen de los resultados obtenidos. En estas constan condiciones de servicio del sistema para las diferentes condiciones de recurrencia y duración. En cada apartado se explica el criterio considerado, se incluye la matriz con y sin reservorios y se incluyen conclusiones tanto del comportamiento del sistema base como de las variaciones introducidas por los reservorios.

### Porcentaje de líneas que trabajan a menos del 80% de sección llena:

En el proyecto original se adoptó como criterio para el diseño hidráulico de los conductos, que el tirante de agua en ellos no supere el 80% de la altura máxima del conducto. En las matrices 8 y 9 constan (en porcentaje sobre el total) cuantos conductos no superaron dicha condición.

		Recurrencia			
		2	5	10	50
Duración	10	5%	0%	0%	0%
	80	100%	11%	0%	0%
	150	100%	100%	100%	100%

Tabla 8 Matriz de resumen 1 - Sin reservorios

		Recurrencia			
		2	5	10	50
Duración	10	37%	0%	0%	0%
	80	100%	11%	32%	0%
	150	100%	100%	100%	100%

Tabla 9 Matriz de resumen 1 - Con reservorios

Se verifica para las condiciones de diseño ( $R = 2$  años y duración 80 minutos) que ningún tramo de cañería trabaja a más del 80% de su capacidad en ningún instante. Como primeros resultados en la variante con reservorios, que a priori parecen contra intuitivos, puede observarse una escasa variación en la proporción de cañerías que trabajan sobre el tirante de diseño.

### Porcentaje de líneas que trabajan a presión:

Se considera sección a presión a toda aquella que en algún punto del evento trabaja con una cota de pelo de agua superior al intrauno de la cañería. En las matrices 10 y 11 constan (en porcentaje sobre el total) cuantos conductos superaron dicha condición.

		Recurrencia			
		2	5	10	50
Duración	10	0%	100%	100%	100%
	80	0%	0%	100%	100%
	150	0%	0%	0%	0%

Tabla 10 Matriz de resumen 2 - Sin reservorios

		Recurrencia			
		2	5	10	50
Duración	10	0%	95%	100%	100%
	80	0%	0%	68%	100%
	150	0%	0%	0%	0%

Tabla 11 Matriz de resumen 2 - Con reservorios

Se aprecia que, para la recurrencia de diseño original del proyecto (2 años), se verifica en la totalidad de los casos que las secciones no trabajan a presión. También puede notarse que la duración máxima estudiada (150 min) nunca supera estos criterios, esto se debe a que la misma es muy superior al tiempo de concentración de la cuenca. Aquí se da una situación similar a los expuesto el punto anterior en cuanto a la variante con reservorios. Cabe mencionar que se consideran aquí los tramos de cañería que hayan trabajado a presión al menos un instante dentro del periodo estudiado. Este instante puede ser, por ejemplo, en el punto en que los reservorios están descargando tanto por el orificio de fondo como por el vertedero superior.

### Porcentaje de nodos con inundaciones:

Nudos de la red de drenaje en los cuales el pelo de agua supero la altura de terreno natural en al menos un instante del periodo simulado. Siendo los nudos de la red coincidentes con las bocas de registro ventiladas, un nudo inundado sería aquel en el

que el agua de lluvia “rebalsa” la boca de registro. En las matrices 12 y 13 constan (en porcentaje sobre el total) cuantos conductos presentaron dicha condición.

		Recurrencia			
		2	5	10	50
Duración	10	0%	94%	94%	94%
	80	0%	0%	6%	61%
	150	0%	0%	0%	0%

Tabla 12 Matriz de resumen 3 - Sin reservorios

		Recurrencia			
		2	5	10	50
Duración	10	0%	0%	0%	11%
	80	0%	0%	0%	11%
	150	0%	0%	0%	0%

Tabla 13 Matriz de resumen 3 - Con reservorios

Es de notar en este punto que los sucesos de inundación se dan mayormente para lluvias de corta duración y alta intensidad (siempre para recurrencias superiores a la de diseño). En este punto se notan las mejoras sustanciales que traen aparejadas la implementación de los reservorios. Un aspecto a tener en cuenta es que los puntos anegados son: BR1 y BR3, los cuales se encuentran en sub cuencas en las cuales no se consideraron reservorios y en el reservorio 6, el cual, debido a su cota respecto al conducto principal, merecería un estudio más pormenorizado de su descarga que aquel considerado dentro de los límites del presente trabajo.

### **Volumen máximo de inundación [ha-mm]:**

En los casos de inundación de nodos (tal y como se mencionó en el apartado anterior) el software considera un embalsamiento de los caudales excedentes en el nodo en cuestión. Esto representa el anegamiento de calzada y dicho volumen embalsado reingresa nuevamente a la red cuando las condiciones hidráulicas lo permiten. Constan en las matrices 14 y 15, el máximo volumen embalsado por el nodo mas comprometido de la red, en unidades según salida del software.

		Recurrencia			
		2	5	10	50
Duración	10	0	20,65	35,64	64,5
	80	0	0	0,02	36,16
	150	0	0	0	0

Tabla 14 Matriz de resumen 4 - Sin reservorios

		Recurrencia			
		2	5	10	50
Duración	10	0	0	0	3,29
	80	0	0	0	1,01
	150	0	0	0	0

Tabla 15 Matriz de resumen 4 - Con reservorios

Nuevamente se observa una mejora substancial de los parámetros estudiados con la implantación de los reservorios.

Ahondando este aspecto, sería interesante determinar la mancha de inundación y su tirante máximo. Sin embargo, esta determinación debería realizarse mediante un análisis topográfico exhaustivo el cual no es el objeto del presente trabajo. Sin embargo, a los fines de visualizar de manera más tangible el resultado, se plantea en las matrices 16 y 17 el tirante de agua en cm de los volúmenes embalsados suponiendo un área de embalse de 0,2 Ha.

		Recurrencia			
		2	5	10	50
Duración	10	0	10,325	17,82	32,25
	80	0	0	0,01	18,08
	150	0	0	0	0

Tabla 16 Matriz de resumen 5 - Sin reservorios

		Recurrencia			
		2	5	10	50
Duración	10	0	0	0	1,645
	80	0	0	0	0,505
	150	0	0	0	0

Tabla 17 Matriz de resumen 5 - Con reservorios

El análisis anterior no considera trasvases entre subcuencas ni los desniveles dentro de la misma cuenca, pero se acepta como una idea somera de los inconvenientes que

estos anegamientos puedan generar. Cabe mencionar en este punto el elevado desnivel que se tiene entre los pavimentos existentes definitivos y proyectados y los umbrales de las casas (Ver ANEXO II), con lo cual los anegamientos generados para el escenario sin reservorios pueden considerarse inofensivos contra las propiedades, aunque si resultan en inconvenientes para la normal circulación.

Nuevamente podemos observar que en las peores condiciones posibles no se genera, en los escenarios con reservorios, siquiera problemas de anegamiento que interrumpan o dificulten la normal circulación en calzada.

### Duración máxima de inundación [hs]:

Como se mencionó en el apartado anterior, el volumen embalsado en superficie reingresa al sistema cuando las condiciones hidráulicas lo permiten. En las matrices 18 y 19 constan la duración máxima de anegamientos en el nodo más comprometido de la red para cada escenario

		Recurrencia			
		2	5	10	50
Duración	10	0	0,32	0,49	0,86
	80	0	0	0,01	1,47
	150	0	0	0	0

Tabla 18 Matriz de resumen 6 - Sin reservorios

		Recurrencia			
		2	5	10	50
Duración	10	0	0	0	0,2
	80	0	0	0	0,23
	150	0	0	0	0

Tabla 19 Matriz de resumen 6 - Con reservorios

Se aprecia en este punto que, aunque las lluvias de corta duración generen la mayor cantidad de puntos anegados, el mayor tiempo se da para la duración coincidente con el tiempo de concentración de la cuenca. Por último, vemos que el anegamiento en calzada para escenarios con reservorios no supera los 15 minutos de duración en ningún caso.

## 5. Conclusiones

Los análisis precedentes permiten afirmar que la implantación de reservorios evita de manera efectiva las situaciones de anegamiento en las subcuencas donde se los implementa para lluvias de recurrencia 50 años y para duraciones menores, iguales o mayores que el tiempo de concentración de la cuenca.

Los efectos de laminación se observan efectivamente para caudales pico, mientras que para sucesos de recurrencia baja y/o duraciones altas no se observan variaciones significativas en los caudales erogados al conducto. Esto se debe a la premisa de diseño del descargador del reservorio, el cual tiene al caudal máximo pre urbanizado como restricción, es decir, que caudales inferiores a este no se ven afectados por la laminación. En este punto cabe mencionar que la situación pre urbanizada del área en estudio, al igual que en la mayor parte del territorio provincial, no se encuentra una situación no antropizada sino campo cultivado ergo drenado. Este implica que los límites de caudales que se deben cumplir no llegan, ni siquiera desde la concepción teórica, a ser una remediación efectiva de la intervención en los sistemas hídricos afectados. Aunque el caudal máximo del sistema para lluvia R=50años y D=80min se reduce en un 40% con la implantación de los reservorios, el volumen total de escurrimiento se reduce en menos de un 2% debido a la infiltración en estos, suponiéndolos como excavados en terreno natural. En este aspecto se aprecia un punto a mejorar con respecto a la normativa vigente ya que el problema fundamental de cambio en el régimen de infiltración del área no se ve directamente abordado.

Si bien la implantación de reservorios limita el caudal máximo entrante en el conducto, esta disminución no resulta suficiente para evitar anegamientos en las subcuencas en las que no se consideraron reservorios por ya estar urbanizadas. Este es el caso de los puntos de diseño BR1 y BR2, los cuales siguieron presentando anegamientos.

Como conclusión general puede afirmarse la utilidad en términos de micro drenaje, o sea a nivel de subcuencas; de los reservorios hídricos. Sin embargo, no es viable afirmar que su implementación permita ampliar el radio de servicio de un conducto ya ejecutado o que su implantación sea un paliativo eficiente para problemas de anegamiento o desbordes en sistemas regionales. Estudios más amplios son necesarios para analizar el comportamiento a nivel regional de la normativa vigente pero el presente trabajo expone de manera inicial algunas flaquezas de la misma.

## 6. Bibliografía

- Camaño Nelli, G., Rico, A. F., & Dasso, C. M. (2012). El modelo DIT 3p para predicción de lluvias máximas. *III Taller sobre Regionalización de Precipitaciones Máximas* (págs. 71-82). Rosario: UNR Editora.
- GMMF . (2005). *Traducción al español: Manual de Usuario SWMM 5.0*. Valencia: UPV.
- IDESF. (11 de junio de 2023). *Visualizador*. Obtenido de Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Santa Fe: <https://www.santafe.gob.ar/idesf/visualizador/>
- INCOCIV. (2013). *Implementación de la ley provincial n° 11.730 zonificación y regulación del uso del suelo en áreas inundables en sistemas hídricos de la provincia de santa fe*.
- J. C. Rosado y Asociados. (22 de Octubre de 2008). Estudio de suelos para el diseño de la fundación de ampliación de una planta industrial. *Ruta Nac. N° 9 Km 397 - Armstrong*. Rosario, Santa Fe, Argentina.
- MIT Santa Fe. (31 de Agosto de 2016). Resolución 736/16. Santa Fe de la Vera Cruz, Santa Fe: Ministerio de Infraestructura y Transporte de la Provincia de Santa Fe.
- Provincia de Santa Fe. (16 de Mayo de 2000). Ley 11730. Santa Fe de la Vera Cruz, Santa Fe, Argentina.
- Riccardi, G. (2004). Esguerrimiento. En G. Riccardi, *Hidrología en medios antropizados*. Rosario: UNR.
- Riccardi, G. (2014). Embalses urbanos . En G. Riccardi, *Hidrología en medios antropizados*. Rosario: UNR.
- USEPA. (2023). Storm Water Management Model 5.2.3.

## 7. Anexos

# ANEXO I

Memoria de cálculo Pluvial Schaer

# INGENIERÍA HIDRÁULICA

## Memoria de Cálculo

**ARMSTRONG**

Conducto pluvial Schaer

MUNICIPALIDAD DE ARMSTRONG



ING. LUCIANO V. CASANOVA  
Zeballos 1276  
2000 - ROSARIO - SANTA FE  
Tel.: 0341-6002389

PROYECTÓ:  
Ing. Luciano V. Casanova

FECHA  
MAR-23

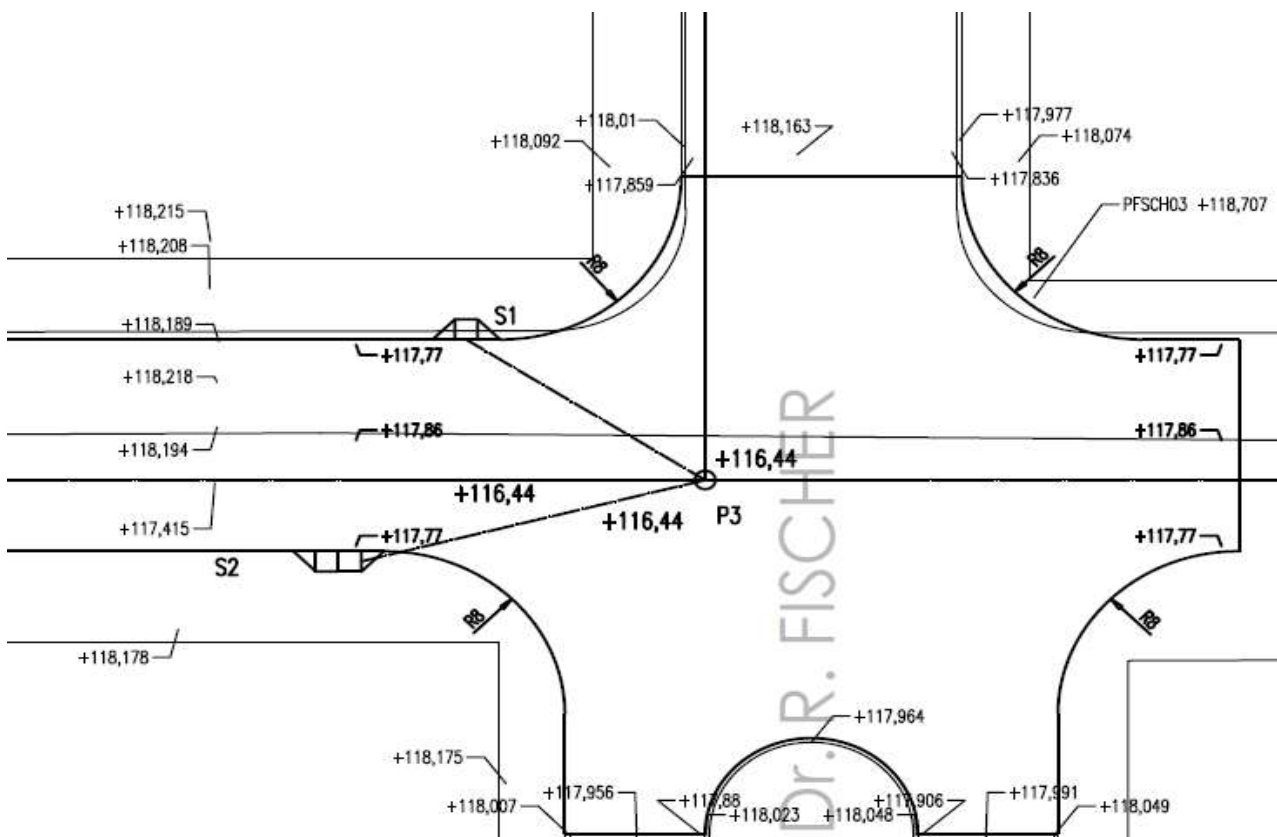
ARCHIVO: R03-PSCH-MCPu



**ARMSTRONG**  
Conducto pluvial Schaer  
Memoria de Cálculo

**1- Memoria descriptiva**

En la presente memoria de cálculo se realiza el análisis hidrológico urbano del área comprendida entre las calles Schaer, Camino 14, Saavedra Lamas y Democracia y del área entre las calles Fischer, Bv Villa María, San Nicolas y Schaer; en la localidad de Armstrong, Santa Fe. También se incluye el dimensionado hidráulico de los elementos que componen el denominado sistema menor de drenaje urbano, esto incluye los sumideros y el conducto pluvial que discurrirá bajo la calle Schaer, desde Democracia hasta desembocar en el "zanjón" paralelo al Camino 14. Se plantearán alternativas en la materialidad del conducto pluvial a fin de poder analizar la conveniencia económica de las mismas.



Intersección de Calle Schaer y Av. Dr. R. Fischer


**2- Bibliografía, informes y normas consultadas**

Orsolini, H. E.; Zimmermann, E. D.; Basile, P. A. - Hidrología. Procesos y Métodos  
Basile, P.A.; Riccardi, G.; Stenta, H. - Derivación y parametrización de curvas IDR para Rosario, Casilda y Zavalla.

Riccardi, G. et al - Hidrología en Medios Antropizados

Riccardi, G. et al - Publicación de trabajos del "III taller sobre regionalización de precipitaciones máximas"

Juan C. Rosado y Asoc. Estudio de suelo para fundación de planta industrial: Ruta Nac. N° 9 Km 397 - Armstrong (fecha: oct. 2018)

	ARMSTRONG
	Conducto pluvial Schaer
	Memoria de Cálculo

### 3- Materiales

Se han considerado los siguientes materiales para el planteo de alternativas del conducto pluvial.

Se enlistan sus coeficientes rugosidad

PEAD	0,010
Caños de H° premoldeado	0,013
Conducto de H°A° in situ	0,013

### 4- Hipótesis hidrológicas

#### 4.1. Caracterización De la cuenca y método

La cuenca en estudio cuenta con un ara aproximada de 75 Ha (cuenca pequeña) y presenta una pendiente de 0,07% en dirección SO-NE (muy baja pendiente). Dadas las condiciones, es apropiado el uso del método racional modificado considerándolas siguientes hipótesis:

- + La lluvia puede ser asumida uniforme en el espacio y en el tiempo,
- + La duración de las tormentas habitualmente excede el tiempo de concentración,
- + El escurrimiento es preponderantemente mantiforme,
- + El proceso de almacenamiento en canales es despreciable.

El proceso de cálculo será entonces el de estimar el tiempo de concentración en los distintos puntos de diseño de la red, asumir una lluvia de  $t = t_c$  y obtener el escurrimiento según modelo empírico.

#### 4.2. Curva Intensidad-Duración-Recurrencia

Al no haber disponibles curvas IDR de la localidad de Armstrong, se dispone utilizar las correspondientes a la localidad de Marcos Juárez para el dimensionado del conducto pluvial, considerando que las dos localidades se encuentran a menos de 60 km una de la otra. Las curvas IDR están parametrizadas, para cada R, con ecuación del tipo DIT de tres parámetros:


$$i = c \cdot a^{\Phi} / b^{\delta}$$

donde  $a = e^A$                        $b = e^B$                        $c = e^C$

$$\Phi = 2,584458 \cdot (\ln T)^{3/8} - 2,252573$$

$$\delta = (\ln d)^q$$

Los parámetros A B C y q fueron determinados por Caamaño Nelli et Al; mediante estudios de regionalización lluvias, obteniéndose los siguientes resultados:

	<b>ARMSTRONG</b>
	Conducto pluvial Schaer
	Memoria de Cálculo

<b>A</b>	<b>0,41</b>
<b>B</b>	<b>0,147</b>
<b>C</b>	<b>5,132</b>
<b>q</b>	<b>1,64</b>

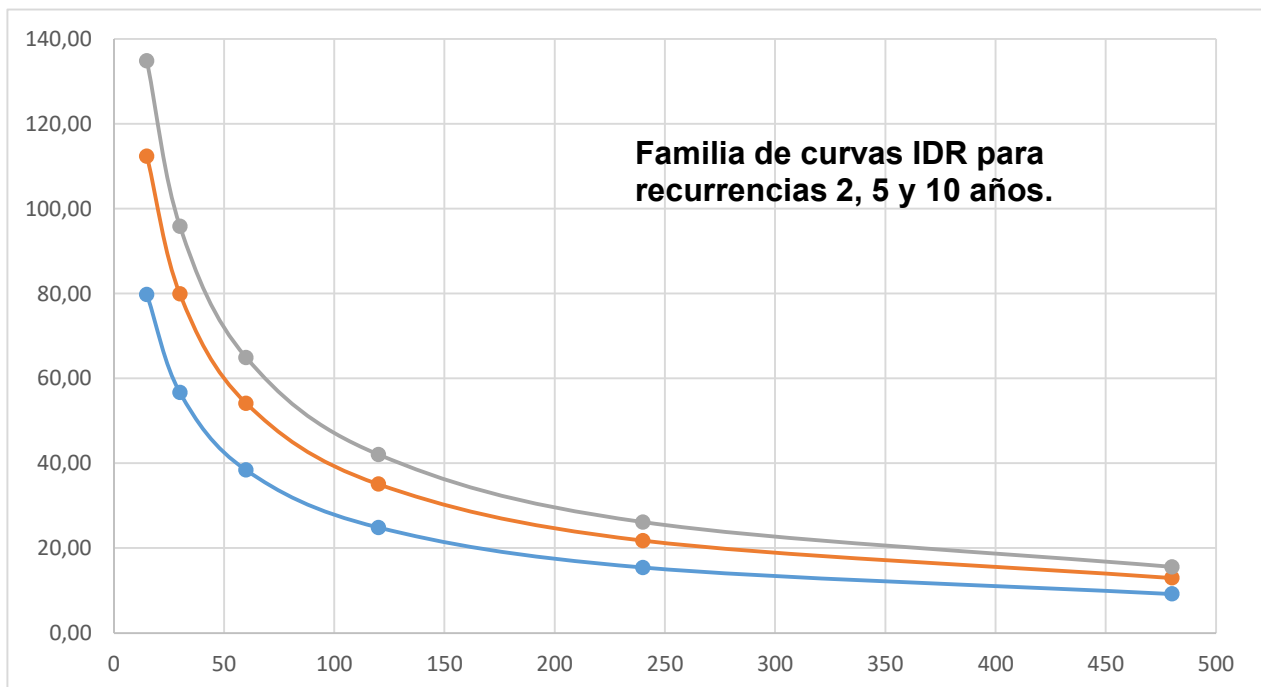
Parámetros validos para recurrencias inferiores a 200 años y duraciones inferiores a 1440 minutos

Considerando recurrencias de 2, 5 y 10 años (habituales para microdrenajes) se obtienen los siguientes parámetros:

Recurrencia	$\phi$	a	b	c
2	7,91E-07	1,507	1,158	169,355
5	0,837			
10	1,281			

La familia de curvas resulta:

R	15	30	60	120	240	480
2	79,75	56,69	38,42	24,90	15,47	9,23
5	112,39	79,89	54,14	35,09	21,80	13,01
10	134,83	95,84	64,95	42,09	26,15	15,61



Basándose en las recomendaciones dadas por Ricardi et al, en su manual "hidrología en medios antropizados" y considerando el uso eminentemente residencial del área en estudio se adopta una recurrencia de diseño de 2 años.


	<b>ARMSTRONG</b>
	Conducto pluvial Schaer
	Memoria de Cálculo

Tabla 3.11. Valores recomendados de Recurrencia en Diseño de Obras Hidráulicas

<b>Pequeñas Obras Hidráulicas</b>		
Drenaje agrícola	5 a 50 años	
Drenaje de obras viales	10 a 50 años	
Drenaje urbano		
<b>Zona residencial</b>	Microdrenaje	Macro drenaje
Zona comercial	2 años	100 años
Áreas públicas	5 años	100 años
Áreas de negocios	5 a 10 años	100 años
Pequeños diques	2 a 50 años	
Pistas de aeropuertos	5 años	
<b>Obras Intermedias</b>		
Según tipo y objetivo	hasta 10000 años	
<b>Grandes Obras Hidráulicas</b>		
Vertederos	se recomienda varias alternativas (10000 años) y PMP	


### 4.3. Coeficientes de escurrimiento

El presente proyecto aspira a tener un horizonte de al menos 30 años en cuanto a la proyección de crecimiento urbano del área en estudio. Sin embargo, un estudio del crecimiento demográfico en base a datos censales resultaría un ejercicio estéril considerando que el cambio del uso de suelo resulta abrupto y depende en muchas ocasiones del cambio de titularidad de los terrenos. Considerando lo antedicho se supone a toda el área de estudios como urbanizada, según los reglamento urbanos actuales, a excepción de los parques definidos por el municipio, el centro de reciclado municipal y el Centro Tradicionalista "El Tropero". A continuación se enlistan los coeficientes de escurrimiento.

#### 4.3.1 Áreas urbanizadas

La reglamentación urbana actualmente vigente no tiene restricción en FOS ni FOT, cuenta con altura máxima igual al 1,3 del ancho de calle y no permite la implantación de industrias en el área en estudio. Se adopta un coeficiente de escurrimiento para viviendas múltiples (separadas), con un porcentaje de área impermeable del 50% y para la recurrencia en estudio, según UDFCD (1984).

$$C = 0,45$$

	ARMSTRONG
	Conducto pluvial Schaer
	Memoria de Cálculo

#### 4.3.2 Parques

Se adopta un coeficiente de escurrimiento para parques recreacionales, con un porcentaje de área impermeable del 13% y para la recurrencia en estudio, según UDFCD (1984).

$$C = 0,15$$

#### 4.3.3 Centro Tradicionalista

Se adopta un coeficiente de escurrimiento para parques, con un porcentaje de área impermeable del 7% y para la recurrencia en estudio, según UDFCD (1984).

$$C = 0,10$$

#### 4.3.4 Centro de reciclaje

Se adopta un coeficiente de escurrimiento para área industrial, con un porcentaje de área impermeable del 80% y para la recurrencia en estudio, según UDFCD (1984).

$$C = 0,71$$

#### 4.3.5 Calles

Se adopta un promedio ponderado de los coeficientes correspondientes a calle pavimentada y superficies con césped sobre suelo arcilloso, para la recurrencia en estudio, según UDFCD (1984).

Característica	(%)	C
Zona Impermeable	50%	0,87
Zona Permeable	50%	0,05
Coef. de Escorrentía Ponderado		0,46



**ARMSTRONG**  
Conducto pluvial Schaer  
Memoria de Cálculo

#### 4.4. Puntos de diseño y definición de subcuencas

Se considera punto de diseño a cada punto donde se ubica una boca de registro, en estos también se ubican las bocas de tormenta y son también los puntos donde pueden disponerse cambios de secciones. Cada punto tendrá su área de aporte, coeficiente de escurrimiento ponderado. A continuación se enlista:

P diseño	Ubicación	Área total	Área urbana	Área parquizada	Área especial	C ponderado
1	Schaer y San Lorenzo	3,62 Ha	2,12 Ha	0,22 Ha	0,00 Ha	0,43
2	Schaer y San Nicolas	5,59 Ha	3,45 Ha	0,21 Ha	0,00 Ha	0,44
3	Schaer y Fischer	5,50 Ha	3,28 Ha	0,26 Ha	0,00 Ha	0,44
4	Schaer y Santa Fe	3,51 Ha	2,34 Ha	0,00 Ha	0,00 Ha	0,45
5	Schaer y Floresta	3,52 Ha	1,81 Ha	0,46 Ha	0,00 Ha	0,41
6	Schaer y Moreno	3,49 Ha	2,32 Ha	0,00 Ha	0,00 Ha	0,45
7	Schaer y Martínez	3,49 Ha	2,32 Ha	0,00 Ha	0,00 Ha	0,45
8	Schaer y Bergara	3,50 Ha	2,32 Ha	0,00 Ha	0,00 Ha	0,45
9	Schaer y Barrios	3,49 Ha	2,32 Ha	0,00 Ha	0,00 Ha	0,45
10	Schaer y Paraná	3,49 Ha	1,17 Ha	1,05 Ha	0,57 Ha	0,40
11	Schaer y Radical	3,02 Ha	2,06 Ha	0,00 Ha	0,00 Ha	0,45
12	Schaer y Elisa	3,25 Ha	0,00 Ha	0,00 Ha	2,65 Ha	0,17
13	Schaer y J M Rosas	4,46 Ha	2,45 Ha	0,00 Ha	0,00 Ha	0,45
14	Schaer y Malvinas	2,26 Ha	1,22 Ha	0,00 Ha	0,00 Ha	0,45
15	Schaer y Camino 14	4,51 Ha	3,08 Ha	0,00 Ha	0,00 Ha	0,45

### 5- Diseño hidráulico

#### 5.1 Tiempo de concentración

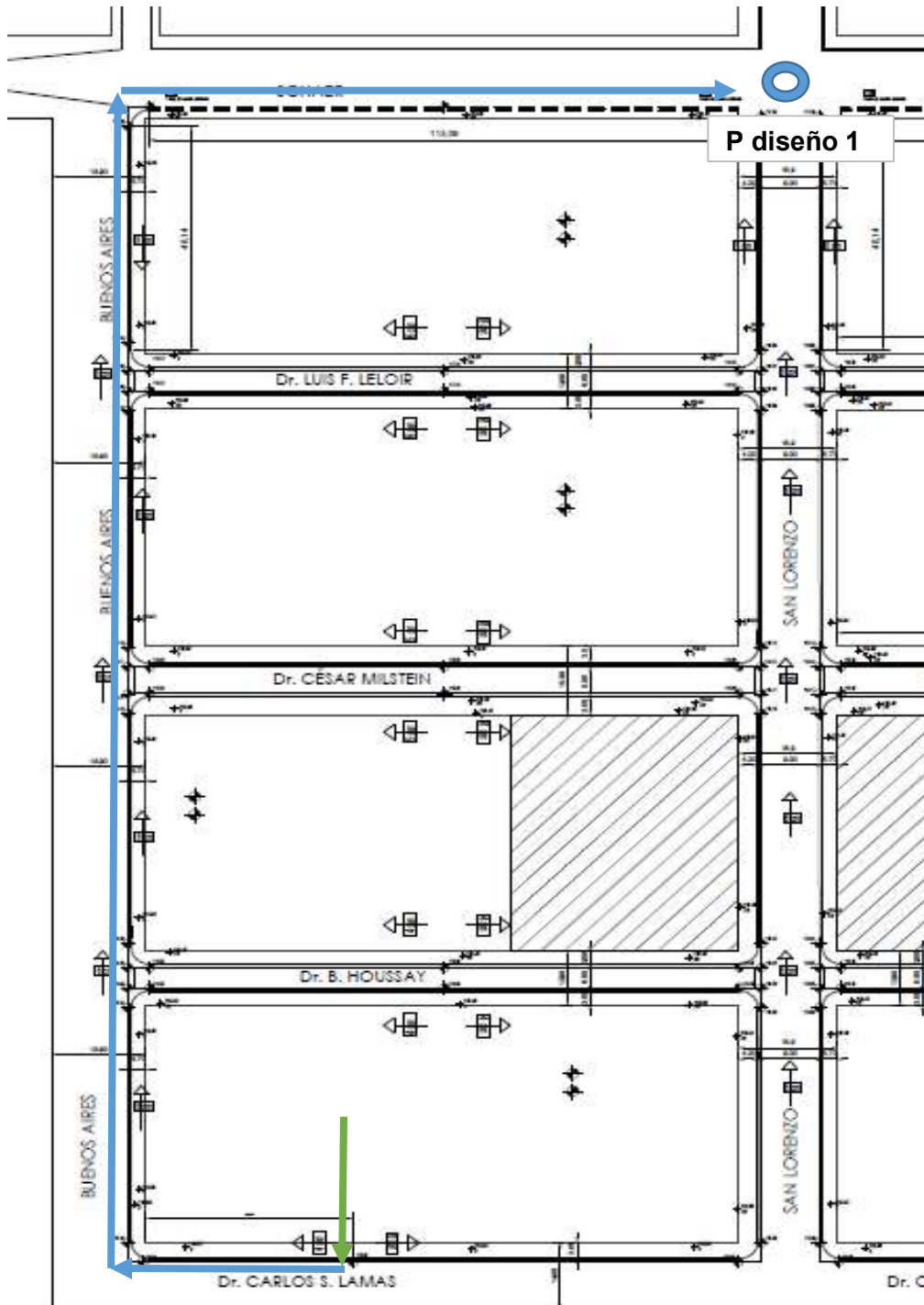
El tiempo de concentración de cada punto de diseño está determinado por el tránsito de la escorrentía en flujo mantiforme (dentro de los lotes) mas el flujo en canal abierto (en cunetas). Para el análisis de este tiempo serían necesarios los diseños de cordón cuneta de toda el área en estudio. Sin embargo, se aprecia por la información suministrada por el municipio, que los loteos futuros seguirán el trazado urbano y diseño hidráulico que se adoptó en el área delimitada por calles Buenos Aires, Lamas, Fischer y Schaer.



ARMSTRONG  
Conducto pluvial Schaer  
Memoria de Cálculo

En vista a lo antedicho solo se calculará el tiempo de concentración para el punto de diseño 1 (Schaer y San Lorenzo) y se adoptará el mismo para todos los puntos para el cálculo de los caudales a tomar por las bocas de tormenta mediante método racional. En el caso del cálculo del colector mediante método racional modificado se considerará además el transito del flujo en el colector.

A continuación se esquematiza el recorrido considerado del flujo mantiforme y en cuneta





ARMSTRONG
Conducto pluvial Schaer
Memoria de Cálculo

### 5.1.1 Flujo mantiforme

Se utiliza la fórmula de la UDFCD, Denver, CO

$$T_{mantiforme} = 0,70 * (1,1 - CR_{5años}) * L^{0,5} * S^{-0,33}$$

L: longitud escurrimiento (m). Menor a 500 m

S: pendiente (m/m)

CR 2 años: coef. De escurrimiento Método racional para R= 10 años

L =	30,00 m	largo aprox. de lotes con frente al sur
CR =	0,45	ver apartado 4.3.1
S =	0,001	pendiente estimada de lote hasta cordón cuneta

$$T_{mant.} = 24,35 \text{ min}$$

### 5.1.2 Flujo En cuneta

Se considera una cuneta standard a un 75% de su capacidad de conducción según la siguiente fórmula:

$$V = \frac{0,75}{\eta} * S^{1/2} * y^{2/3}$$

V: velocidad media en cuneta (m/s)

$\eta$ : número de Manning según características de la cuneta

S: pendiente de la cuneta considerada (m/m). Se obtiene en función de la diferencia de cotas de los puntos extremos de la misma sobre la longitud considerada.

y: tirante en cuneta.

Habiendo obtenido la velocidad, se obtiene el tiempo de transito como:


$$T_{cuneta} = \frac{L}{V}$$

L: longitud de la cuneta (m)

En este caso resulta:

$\eta$ =	0,013	hormigón in situ
S =	0,13%	
y =	0,05 m	configuración típica

$$V = 0,29 \text{ m/s}$$

	ARMSTRONG
	Conducto pluvial Schaer
	Memoria de Cálculo

$$L = 412,00 \text{ m}$$

$$T \text{ cuneta} = 1425 \text{ s}$$

$$T \text{ cuneta} = 23,74 \text{ min}$$

El tiempo de concentración para los puntos de diseño resulta:

$$T_c = T \text{ mant.} + T \text{ cuneta}$$

$$T_c = 48,10 \text{ min}$$

## 5.2 Caudal según método racional

Aplicación del método Racional, donde el caudal máximo de escurrimiento se estima según la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{C * i * A}{360} \text{ (m}^3/\text{s)}$$

Q: caudal máximo de escorrentía (m<sup>3</sup>/seg)

C: coeficiente de escorrentía ponderado según la sup drenada

i: intensidad de la lluvia para la duración considerada

A: superficie drenada (Ha)

P diseño	Área total	C	i	Q
1	3,62 Ha	0,43	43,71	0,19 m <sup>3</sup> /seg
2	5,59 Ha	0,44	43,71	0,30 m <sup>3</sup> /seg
3	5,50 Ha	0,44	43,71	0,29 m <sup>3</sup> /seg
4	3,51 Ha	0,45	43,71	0,19 m <sup>3</sup> /seg
5	3,52 Ha	0,41	43,71	0,18 m <sup>3</sup> /seg
6	3,49 Ha	0,45	43,71	0,19 m <sup>3</sup> /seg
7	3,49 Ha	0,45	43,71	0,19 m <sup>3</sup> /seg
8	3,50 Ha	0,45	43,71	0,19 m <sup>3</sup> /seg
9	3,49 Ha	0,45	43,71	0,19 m <sup>3</sup> /seg
10	3,49 Ha	0,40	43,71	0,17 m <sup>3</sup> /seg
11	3,02 Ha	0,45	43,71	0,17 m <sup>3</sup> /seg
12	3,25 Ha	0,17	43,71	0,07 m <sup>3</sup> /seg
13	4,46 Ha	0,45	43,71	0,25 m <sup>3</sup> /seg
14	2,26 Ha	0,45	43,71	0,12 m <sup>3</sup> /seg
15	4,51 Ha	0,45	43,71	0,25 m <sup>3</sup> /seg

## 5.3 Dimensionado de bocas de tormenta

A fin de captar los caudales propios de cada subcuenca, se dispondrán bocas de tormenta combinadas en las ochavas suroeste. Se adopta este tipo de bocas de tormenta por combinar la gran capacidad de drenaje de las bocas horizontales con la fiabilidad frente a las obstrucciones de las bocas verticales.



**ARMSTRONG**  
Conducto pluvial Schaer  
Memoria de Cálculo

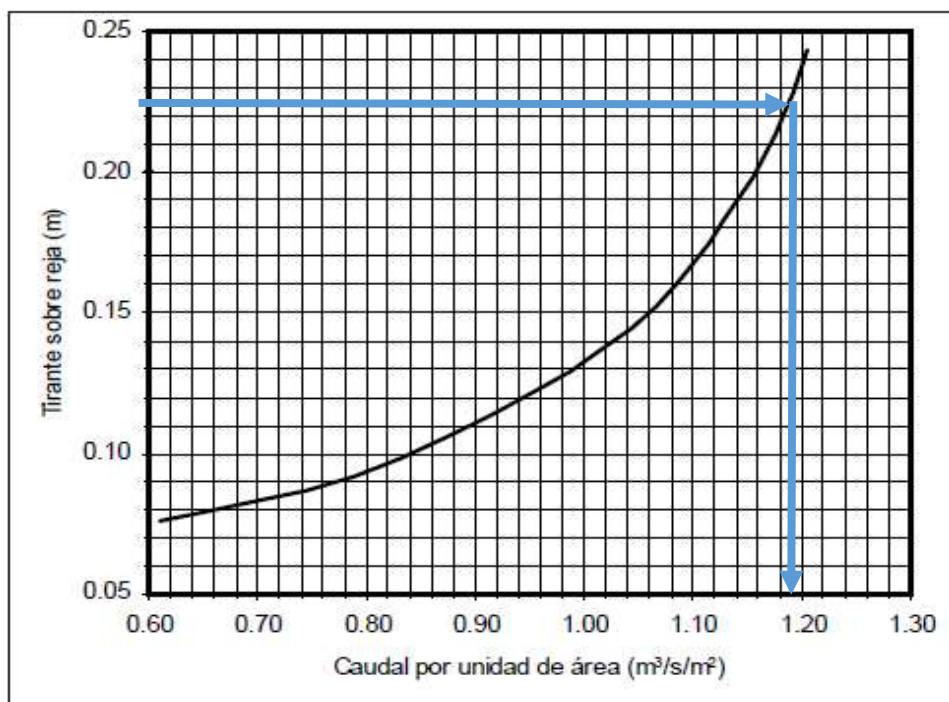
Se plantean una boca tipo y en base a su capacidad de drenaje se adopta la cantidad de bocas a disponer en cada esquina. El cálculo se hará para toda la traza para disponibilidad de futuras pavimentaciones, sin embargo, de la calle Fischer hacia el sur se dispondrán captaciones de zanja tipo.

Se adopta para los cálculos de drenaje vertical y horizontal, un desnivel de 15cm hacia abajo desde la cota de pavimento. Y un tirante máximo de 7,5cm sobre cota de pavimento a fin de evitar que se sobrepase la cota de coronamiento de calzada y haya trasvases entre las cuencas.

### 5.3.1 Reja horizontal


Será de fundición gris o nodular, planchuelas soldadas o barras lisas. Se deberá asegurar una superficie drenante útil no menor a 0,3m<sup>2</sup>

Considerando las condiciones de borde determinadas en el apartado 5.5 se tendrá un tirante máximo en la reja 22,5cm. De gráfico se obtiene el caudal por unidad de área.



Capacidad específica de una boca de tormenta horizontal. Adaptación de UDFCD(1984)

$$\begin{aligned}
 Q / A &= 1,18 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m} \\
 A &= 0,30 \text{ m}^2 \\
 Q &= 0,354 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

	ARMSTRONG
	Conducto pluvial Schaer
	Memoria de Cálculo

### 5.3.2 Reja vertical

Será de fundición gris o nodular, planchuelas soldadas o barras lisas. Se deberá asegurar una altura útil de 0,2m y un largo total de 1m. El caudal teórico se calcula como:

$$Q = C_v L y_0^{1.5}$$

$C_v$ : coeficiente de descarga de vertedero

L: Longitud de vertedero

$y_0$  = tirante en cuneta

$$C_v = 1,718 \quad \text{para } y_0 \leq 1.0 \text{ h. Vertedero flujo libre}$$

$$L = 0,95 \text{ m}$$

$$y_0 = 0,150 \text{ m}$$

$$Q = 0,095 \text{ m}^3/\text{seg}$$

### 5.3.3 Capacidad total

La capacidad teórica total será la suma de las capacidades de ambas rejjas:

$$Q_{\text{hor}} = 0,354 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q_{\text{ver}} = 0,0948 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q_{\text{total}} = 0,449 \text{ m}^3/\text{seg}$$


Este valor teórico debe ser afectado por un porcentaje admisible de capacidad.

Condición	Tipo de boca de tormenta	Porcentaje admisible de capacidad teórica (%)
Punto bajo	Vertical	80
Punto bajo	Horizontal	50
Punto bajo	Combinada	65

Resultando la capacidad real:

$$Q_{\text{real}} = 0,292 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Con el valor obtenido se calcula la cantidad de sumideros a ubicar en cada punto de diseño.

	ARMSTRONG
	Conducto pluvial Schaer
	Memoria de Cálculo

P diseño	Q	Cantidad de sumideros
1	0,19 m3/seg	1
2	0,30 m3/seg	2
3	0,29 m3/seg	2
4	0,19 m3/seg	1
5	0,18 m3/seg	1
6	0,19 m3/seg	1
7	0,19 m3/seg	1
8	0,19 m3/seg	1
9	0,19 m3/seg	1
10	0,17 m3/seg	1
11	0,17 m3/seg	1
12	0,07 m3/seg	1
13	0,25 m3/seg	1
14	0,12 m3/seg	1
15	0,25 m3/seg	1

La cantidad de sumideros calculada es mínima para cada punto de diseño pudiendo adoptarse sumideros extra en caso de requerirse el drenaje de puntos bajos que surgiesen del diseño de pavimento.

En cuanto a los puntos de diseño 4 en adelante, se calcula la cantidad de sumideros para futuras obras de pavimento definitivo en tanto que actualmente los escurrimiento pluviales por zanja de la zona comprendida al este de Av. Fischer serán tomados por captaciones de zanjas.

#### 5.4 Cálculo de colector

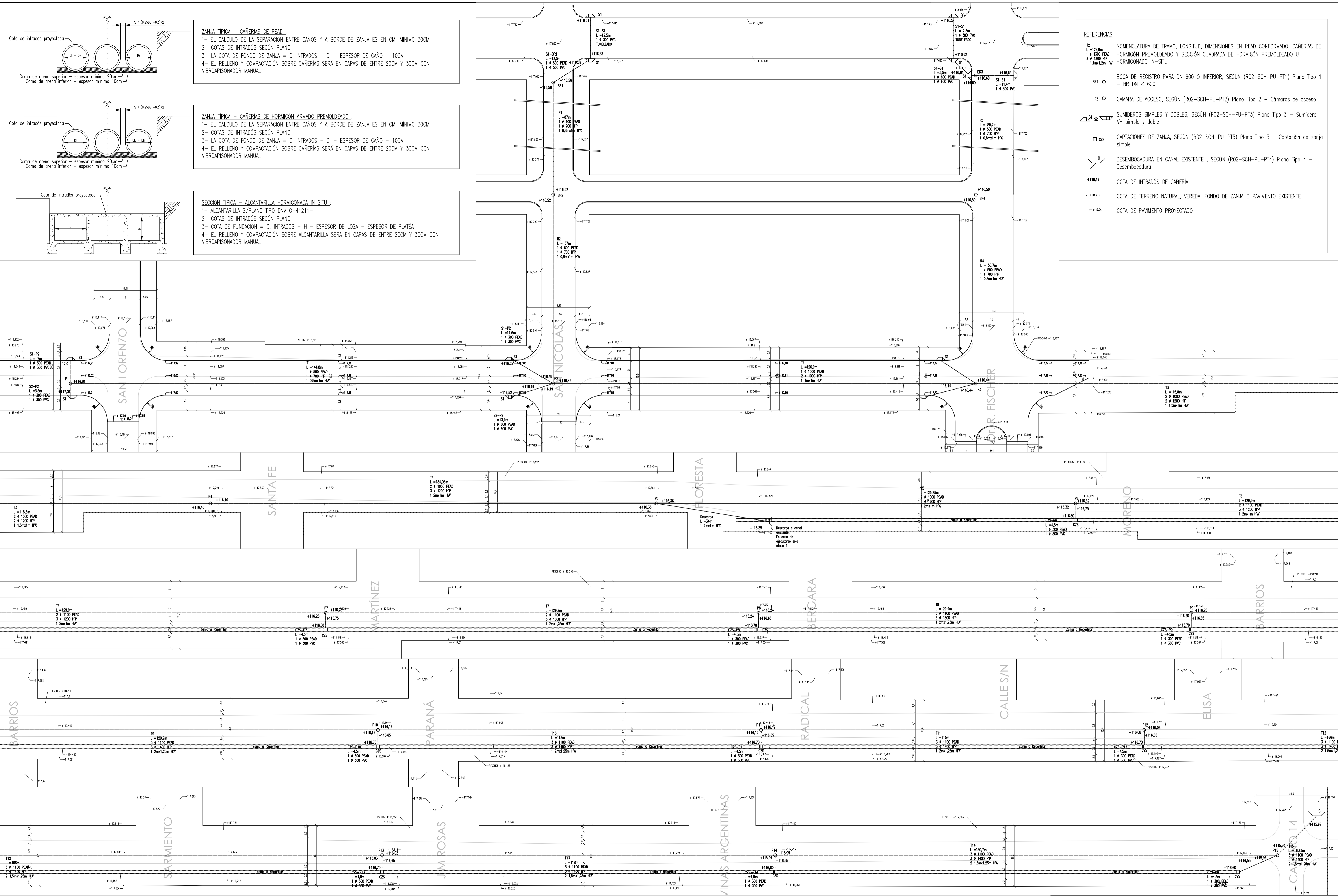
El cálculo del colector se realiza mediante método racional modificado, calculando para cada punto de diseño el área, coeficiente de escurrimiento, y tiempo de concentración de la suma de las subcuencas que confluyen al punto en estudio. Se anexan planillas de cálculo para alternativas estudiadas

### 6- Consideraciones finales

La escasa pendiente de la cuenca, sumado a la cota del canal existente paralelo al camino 14 han condicionado la altura máxima del desagüe a plantear. No obstante los esfuerzos tendientes a generar una solución hidráulicamente viable y a su vez compatible con las condiciones geométricas mencionadas, se deberá realizar como obra complementaria el desmalezado, ensanchamiento, profundización y perfilado del canal mencionado desde su inicio en Schaer y Camino 14, hasta su desembocadura en el canal de drenaje de FFCC Central Córdoba.

# ANEXO II

## Plano Pluvial Schaer




**ZANJA TÍPICA - CAÑERÍAS DE PEAD :**  
 1- EL CÁLCULO DE LA SEPARACIÓN ENTRE CAÑOS Y A BORDE DE ZANJA ES EN CM. MÍNIMO 30CM  
 2- COTAS DE INTRADOS SEGÚN PLANO  
 3- LA COTA DE FONDO DE ZANJA = C. INTRADOS - DI - ESPESOR DE CAÑO - 10CM  
 4- EL RELLENO Y COMPACTACIÓN SOBRE CAÑERÍAS SERÁ EN CAPAS DE ENTRE 20CM Y 30CM CON VIBROPISONADOR MANUAL

**ZANJA TÍPICA - CAÑERÍAS DE HORMIGÓN ARMADO PREMOLEADO :**  
 1- EL CÁLCULO DE LA SEPARACIÓN ENTRE CAÑOS Y A BORDE DE ZANJA ES EN CM. MÍNIMO 30CM  
 2- COTAS DE INTRADOS SEGÚN PLANO  
 3- LA COTA DE FONDO DE ZANJA = C. INTRADOS - DI - ESPESOR DE CAÑO - 10CM  
 4- EL RELLENO Y COMPACTACIÓN SOBRE CAÑERÍAS SERÁ EN CAPAS DE ENTRE 20CM Y 30CM CON VIBROPISONADOR MANUAL

**SECCIÓN TÍPICA - ALCANTARILLA HORMIGONADA IN-SITU :**  
 1- ALCANTARILLA S/PLANO TIPO DNV 0-41211-1  
 2- COTAS DE INTRADOS SEGÚN PLANO  
 3- COTA DE FUNDACIÓN = C. INTRADOS - H - ESPESOR DE LOSA - ESPESOR DE PLATEA  
 4- EL RELLENO Y COMPACTACIÓN SOBRE ALCANTARILLA SERÁ EN CAPAS DE ENTRE 20CM Y 30CM CON VIBROPISONADOR MANUAL

- REFERENCIAS:**
- T2 L=125,3m  
1 # 1300 PVD  
2 # 1200 HP  
1 1,4mm1,2m HK
  - BR1 O BOCA DE REGISTRO PARA DN 600 O INFERIOR, SEGÚN (R02-SCH-PU-P1) Plano Tipo 1 - BR DN < 600
  - PS O CAMARA DE ACCESO, SEGÚN (R02-SCH-PU-P2) Plano Tipo 2 - Cámaras de acceso
  - S1 S2 SUMIDEROS SIMPLES Y DOBLES, SEGÚN (R02-SCH-PU-P3) Plano Tipo 3 - Sumidero VH simple y doble
  - C1 C2 C3 C4 C5 CPTACIONES DE ZANJA, SEGÚN (R02-SCH-PU-P5) Plano Tipo 5 - Captación de zanja simple
  - C DESEMBOCADURA EN CANAL EXISTENTE , SEGÚN (R02-SCH-PU-P4) Plano Tipo 4 - Desembocadura
  - +116,49 COTA DE INTRADOS DE CAÑERÍA
  - +116,219 COTA DE TERRENO NATURAL, VEREDA, FONDO DE ZANJA O PAVIMENTO EXISTENTE
  - +117,24 COTA DE PAVIMENTO PROYECTADO

**NOTAS:**  
 1- LAS DIMENSIONES EN PLANO ESTAN EXPRESADAS EN METROS.  
 2- LAS COTAS SON EN MSNM  
 3- LA EJECUCIÓN DEL PRESENTE PLUVIAL ESTÁ SUPEDITADA A LA REUBICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE (LINEA DE MEDIA TENSIÓN, CAÑERÍA TRONCAL DE AGUA POTABLE DN 90 Y SERÁ PREVIA A LA EJECUCIÓN DEL PAVIMENTO PROYECTADO SEGÚN (R02-SCH-PA) Plano general de pavimento - Schaar e/ Democracia y Fischer  
 4- PREVIO EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS SE DEBERÁN REALIZAR LOS SONDEOS DE INSTALACIONES EXISTENTES, PARA MAS INFORMACIÓN RESPECTO DE ESTAS VER (R02-SCH-INT) Plano de interferencias - Línea MT a reubicar

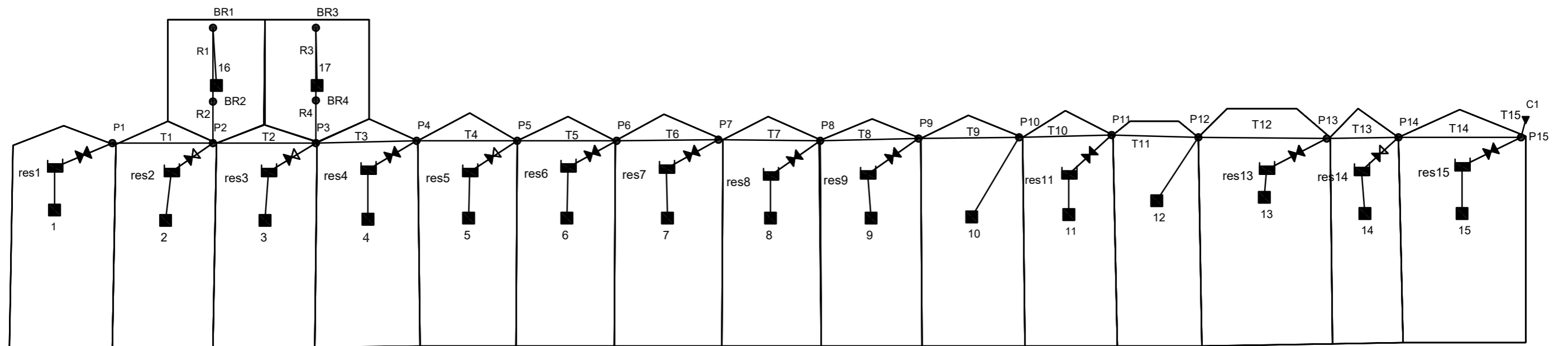
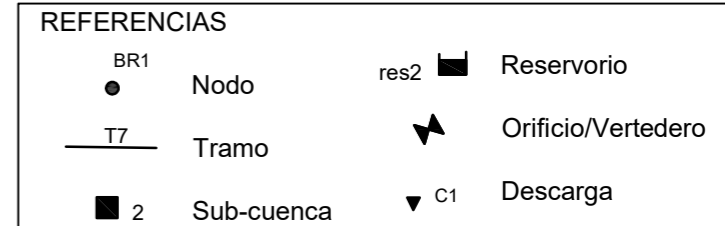
  
 Ing. Luciano V. Casanova  
 Zeballos 1276-2000 - ROSARIO - SANTA FE  
 inglucivanov@gmail.com  
 Tel. 341-6022889

**OBRA:** PAVIMENTO Y PLUVIAL SCHAEER  
**UBICACIÓN:** ARMSTRONG - PROVINCIA DE SANTA FE  
**PLANO:** SISTEMA PLUVIAL SCHAEER PLANO GENERAL  
**Comitente:** MUNICIPALIDAD DE ARMSTRONG  
**Confitección:** ING. LUCIANO V. CASANOVA  
**Fecha:** MAR-23 **Escala:** 1:500

**R03-SCH-PU**  
**REV.: 03**

## ANEXO III

Esquemas y datos de la cuenca modelada



Orificios						
Línea	Nudo Entrada	Nudo Salida	Tipo de Orificio	Coef. Descarga	Forma	diam. m
1	res1	P1	BOTTOM	0,75	CIRCULAR	0,5
2	res2	P2	BOTTOM	0,75	CIRCULAR	0,5
3	res3	P3	BOTTOM	0,75	CIRCULAR	0,5
4	res4	P4	BOTTOM	0,75	CIRCULAR	0,5
5	res5	P5	BOTTOM	0,75	CIRCULAR	0,5
6	res6	P6	BOTTOM	0,75	CIRCULAR	0,5
7	res7	P7	BOTTOM	0,75	CIRCULAR	0,5
8	res8	P8	BOTTOM	0,75	CIRCULAR	0,5
9	res9	P9	BOTTOM	0,75	CIRCULAR	0,5
11	res11	P11	BOTTOM	0,75	CIRCULAR	0,5
13	res13	P13	BOTTOM	0,75	CIRCULAR	0,5
14	res14	P14	BOTTOM	0,75	CIRCULAR	0,5
15	res15	P15	BOTTOM	0,75	CIRCULAR	0,5

Conductos							
Nombre	Nudo Entrada	Nudo Salida	Longitud m	Forma	alto o diam. m	ancho m	Vanos
T1	P1	P2	144,8	CIRCULAR	0,7	0	1
R1	BR1	BR2	87	CIRCULAR	0,7	0	1
R2	BR2	P2	57	CIRCULAR	0,7	0	1
R3	BR3	BR4	89,2	CIRCULAR	0,7	0	1
R4	BR4	P3	56,7	CIRCULAR	0,7	0	1
T2	P2	P3	126,9	CIRCULAR	1	0	1
T3	P3	P4	115,8	RECT_CLOSED	1	2	1
T4	P4	P5	134,05	RECT_CLOSED	1	2	1
T5	P5	P6	125,75	RECT_CLOSED	1	2	1
T6	P6	P7	129,9	RECT_CLOSED	1	2	1
T7	P7	P8	129,9	RECT_CLOSED	1,25	2	1
T8	P8	P9	129,9	RECT_CLOSED	1,25	2	1
T9	P9	P10	129,9	RECT_CLOSED	1,25	2	1
T10	P10	P11	115	RECT_CLOSED	1,25	2	1
T11	P11	P12	115	RECT_CLOSED	1,25	2	1
T12	P12	P13	166	RECT_CLOSED	1,25	1,5	2
T13	P13	P14	118	RECT_CLOSED	1,25	1,5	2
T14	P14	P15	150,7	RECT_CLOSED	1,25	1,5	2
T15	P15	C1	16,75	RECT_CLOSED	1,25	1,5	2

Subcuencas					
Nombre	Salida	Área Total Ha	Porcent. Imperm.	Anchura m	Pend.
1	res1	3,62	48%	150	0,12%
2	res2	3,55	30%	150	0,12%
3	res3	3,47	48%	150	0,12%
4	res4	3,51	50%	150	0,12%
5	res5	3,52	45%	150	0,12%
6	res6	3,49	50%	150	0,12%
7	res7	3,49	50%	150	0,12%
8	res8	3,5	50%	150	0,12%
9	res9	3,49	50%	150	0,12%
10	P10	3,49	44%	150	0,12%
11	res11	3,02	50%	120	0,12%
12	P12	3,25	15%	120	0,12%
13	res13	4,46	50%	180	0,12%
14	res14	2,26	50%	90	0,12%
15	res15	4,51	50%	180	0,12%
16	BR1	2,04	30%	150	0,12%
17	BR3	2,03	48%	150	0,12%

Salida		
Nombre	Cota del Fondo m (IGN)	Tipo de Vertido
C1	114,67	NORMAL

Reservorios		
Nombre	Cota del Fondo m (IGN)	Prof. Máxima m
res1	116,66	1,25
res11	116,12	1,25
res13	116,06	1,25
res14	115,97	1,25
res15	115,92	1,25
res2	116,6	1,25
res3	116,52	1,25
res4	116,5	1,25
res5	116,31	1,25
res6	116,17	1,25
res7	116,16	1,25
res8	116,13	1,25
res9	116,06	1,25

Nudos			
Nombre	Cota del Fondo m (IGN)	Prof. Máxima m	Área Inundació m2
BR1	115,87	1,8	1400
BR2	115,82	1,94	1400
BR3	115,9	1,73	1400
BR4	115,8	1,94	1400
P1	116,21	1,7	1400
P2	115,49	2,36	1400
P3	115,44	2,53	1400
P4	115,4	2,35	1400
P5	115,36	2,2	1400
P6	115,32	2,1	1400
P7	115,03	2,38	1400
P8	114,99	2,39	1400
P9	114,95	2,36	1400
P10	114,91	2,68	1400
P11	114,87	2,5	1400
P12	114,83	2,53	1400
P13	114,78	2,53	1400
P14	114,74	2,48	850
P15	114,68	2,49	1400

Vertederos							
Nombre	Nudo Entrada	Nudo Salida	Altura de cresta	Coef. Descarga	Forma	alto m	ancho m
ve1	res1	P1	0,8	1,8	RECT_OPEN	0,2	2,2
ve11	res11	P11	0,8	1,8	RECT_OPEN	0,2	2,2
ve13	res13	P13	0,8	1,8	RECT_OPEN	0,2	2,2
ve14	res14	P14	0,8	1,8	RECT_OPEN	0,2	2,2
ve15	res15	P15	0,8	1,8	RECT_OPEN	0,2	2,2
ve2	res2	P2	0,8	1,8	RECT_OPEN	0,2	2,2
ve3	res3	P3	0,8	1,8	RECT_OPEN	0,2	2,2
ve4	res4	P4	0,8	1,8	RECT_OPEN	0,2	2,2
ve5	res5	P5	0,8	1,8	RECT_OPEN	0,2	2,2
ve6	res6	P6	0,8	1,8	RECT_OPEN	0,2	2,2
ve7	res7	P7	0,8	1,8	RECT_OPEN	0,2	2,2
ve8	res8	P8	0,8	1,8	RECT_OPEN	0,2	2,2
ve9	res9	P9	0,8	1,8	RECT_OPEN	0,2	2,2



Ing. Luciano V. Casanova  
Zeballos 1276 -2000 - ROSARIO - SANTA FE  
inglvcasanova@gmail.com  
Tel.: 341-6002389

OBRA: PLUVIAL SCHAEER  
UBICACIÓN: ARMSTRONG - PROVINCIA DE SANTA FE

PLANO: SISTEMA PLUVIAL SCHAEER  
PLANO GENERAL

Comitente:  
Confecciono: ING. LUCIANO V. CASANOVA  
Fecha: FEB-24 Escala: 1:500

**Anexo III**  
REV.: 03

# ANEXO IV

## Resultados SIN reservorios

## ANEXO IV – Resultados SIN reservorios.

Como parámetros del funcionamiento del sistema pluvial, se adoptaron los siguientes criterios:

Inundaciones en nudos: Nudos de la red de drenaje en los cuales el pelo de agua supero la altura de terreno natural. Siendo los nudos de la red coincidentes con las bocas de registro ventiladas, un nudo inundado sería aquel en el que el agua de lluvia “rebalsa” la boca de registro. Constan en el informe el tiempo en que el nudo permanece inundado y el volumen de agua embalsada en el mismo.

Caudales en líneas: Caudal máximo en m<sup>3</sup>/seg transportado por cada línea de la red. Se incluye el porcentaje usado de la capacidad máxima del conducto y el porcentaje respecto del máximo tirante del conducto.

### R01-SCH-R2-D10

#### Resumen de Inundación en Nudos

No hay inundación en ningún nudo.

#### Resumen de Caudal en Líneas

Línea	Caudal	Caudal	Nivel
	Máximo	Máx/	Máx/
	CMS	Lleno	Lleno
T1	0,402	81%	81%
R1	0,15	68%	90%
R2	0,136	64%	94%
R3	0,24	78%	78%
R4	0,218	72%	86%
T2	0,753	158%	95%
T3	1,258	91%	94%
T4	1,526	119%	96%
T5	1,755	133%	97%
T6	2,017	155%	96%
T7	2,288	128%	96%
T8	2,537	142%	95%
T9	2,767	155%	94%
T10	2,948	155%	92%
T11	3,107	164%	89%
T12	2,997	123%	87%
T13	3,148	121%	86%
T14	3,225	115%	86%
T15	3,636	106%	92%

## R01-SCH-R2-D80

### Resumen de Inundación en Nudos

No hay inundación en ningún nudo.

### Resumen de Caudal en Líneas

Línea	Caudal	Caudal	Nivel
	Máximo	Máx/	Máx/
	CMS	Lleno	Lleno
T1	0,174	35%	43%
R1	0,072	32%	43%
R2	0,072	34%	45%
R3	0,104	34%	41%
R4	0,103	34%	44%
T2	0,354	74%	62%
T3	0,618	45%	63%
T4	0,785	61%	65%
T5	0,936	71%	65%
T6	1,101	85%	64%
T7	1,269	71%	71%
T8	1,435	80%	72%
T9	1,6	90%	71%
T10	1,747	92%	70%
T11	1,888	99%	69%
T12	1,925	79%	67%
T13	2,126	82%	67%
T14	2,232	79%	65%
T15	2,436	71%	65%

## R01-SCH-R2-D150

### Resumen de Inundación en Nudos

No hay inundación en ningún nudo.

### Resumen de Caudal en Líneas

Línea	Caudal	Caudal	Nivel
	Máximo	Máx/	Máx/
	CMS	Lleno	Lleno
T1	0,085	17%	27%
R1	0,034	15%	26%
R2	0,033	16%	20%
R3	0,052	17%	28%
R4	0,051	17%	23%
T2	0,172	36%	35%
T3	0,295	21%	34%
T4	0,366	29%	35%
T5	0,43	33%	35%
T6	0,498	38%	29%
T7	0,561	31%	39%
T8	0,623	35%	39%
T9	0,682	38%	39%
T10	0,733	39%	38%
T11	0,782	41%	37%
T12	0,79	32%	35%
T13	0,855	33%	34%
T14	0,887	32%	33%
T15	0,952	28%	33%

## R01-SCH-R5-D10

### Resumen de Inundación en Nudos

Nudo	Horas	Volumen Máximo
	Inundado	Estanc, ha-mm
BR1	0,32	13,84
BR2	0,03	0,09
BR3	0,3	11,69
BR4	0,01	0,04
P1	0,28	9,7
P2	0,01	0,03
P4	0,01	0,07
P5	0,22	9,37
P6	0,23	20,65
P7	0,15	9,66
P8	0,11	4,51
P9	0,09	9,22
P10	0,02	1,03
P11	0,02	0,65
P12	0,01	0,48
P13	0,01	0,85
P14	0,01	0,67

### Resumen de Caudal en Líneas

Línea	Caudal	Caudal	Nivel
	Máximo	Máx/	Máx/
	CMS	Lleno	Lleno
T1	0,561	113%	100%
R1	0,755	340%	100%
R2	0,731	344%	100%
R3	0,746	240%	100%
R4	0,743	247%	100%
T2	1,161	244%	100%
T3	1,805	131%	100%
T4	2,391	187%	100%
T5	2,853	216%	100%
T6	3,617	279%	100%
T7	4,637	260%	100%
T8	5,333	299%	100%
T9	6	336%	100%
T10	6,226	328%	100%
T11	5,64	297%	100%
T12	5,359	219%	100%
T13	7,007	270%	100%
T14	8,201	292%	100%
T15	11,936	347%	100%

## R01-SCH-R5-D80

### Resumen de Inundación en Nudos

No hay inundación en ningún nudo.

### Resumen de Caudal en Líneas

Línea	Caudal	Caudal	Nivel
	Máximo	Máx/	Máx/
	CMS	Lleno	Lleno
T1	0,268	54%	71%
R1	0,122	55%	84%
R2	0,122	58%	89%
R3	0,164	53%	77%
R4	0,161	53%	85%
T2	0,566	119%	92%
T3	0,973	71%	93%
T4	1,222	96%	96%
T5	1,445	109%	98%
T6	1,684	130%	98%
T7	1,932	108%	98%
T8	2,176	122%	98%
T9	2,421	136%	98%
T10	2,643	139%	97%
T11	2,846	150%	95%
T12	2,895	118%	94%
T13	3,208	124%	94%
T14	3,359	120%	93%
T15	4,015	117%	96%

## R01-SCH-R5-D150

### Resumen de Inundación en Nudos

No hay inundación en ningún nudo.

### Resumen de Caudal en Líneas

Línea	Caudal	Caudal	Nivel
	Máximo	Máx/	Máx/
	CMS	Lleno	Lleno
T1	0,125	25%	33%
R1	0,05	22%	31%
R2	0,049	23%	27%
R3	0,076	25%	33%
R4	0,075	25%	28%
T2	0,251	53%	45%
T3	0,431	31%	44%
T4	0,536	42%	45%
T5	0,628	48%	45%
T6	0,727	56%	41%
T7	0,822	46%	50%
T8	0,916	51%	51%
T9	1,007	56%	50%
T10	1,083	57%	49%
T11	1,156	61%	47%
T12	1,166	48%	46%
T13	1,262	49%	45%
T14	1,309	47%	44%
T15	1,405	41%	43%

## R01-SCH-R10-D10

### Resumen de Inundación en Nudos

Nudo	Horas	Volumen Máximo
	Inundado	Estanc, ha-mm
BR1	0,49	22,62
BR2	0,38	10,16
BR3	0,47	24,34
BR4	0,28	7,14
P1	0,44	21,76
P2	0,01	0,06
P4	0,14	0,78
P5	0,35	23,47
P6	0,35	35,64
P7	0,27	22,41
P8	0,22	14,79
P9	0,17	13,93
P10	0,01	1,46
P11	0,03	1,5
P12	0,01	0,94
P13	0,01	0,34
P14	0,01	1,2

### Resumen de Caudal en Líneas

Línea	Caudal	Caudal	Nivel
	Máximo CMS	Máx/ Lleno	Máx/ Lleno
T1	0,66	132%	100%
R1	0,81	365%	100%
R2	0,81	381%	100%
R3	0,776	250%	100%
R4	0,777	258%	100%
T2	1,281	269%	100%
T3	2,091	152%	100%
T4	2,613	204%	100%
T5	3,122	237%	100%
T6	4,451	343%	100%
T7	5,007	281%	100%
T8	5,624	315%	100%
T9	5,877	329%	100%
T10	5,728	302%	100%
T11	6,046	319%	100%
T12	5,853	240%	100%
T13	6,948	268%	100%
T14	7,937	283%	100%
T15	11,295	328%	100%

## R01-SCH-R10-D80

### Resumen de Inundación en Nudos

Nudo	Horas	Volumen Máximo
	Inundado	Estanc, ha-mm
P1	0,01	0,02

### Resumen de Caudal en Líneas

Línea	Caudal	Caudal	Nivel
	Máximo	Máx/ Lleno	Máx/ Lleno
	CMS		
T1	0,47	94%	100%
R1	0,161	72%	100%
R2	0,173	81%	100%
R3	0,209	67%	100%
R4	0,206	68%	100%
T2	0,732	154%	100%
T3	1,253	91%	100%
T4	1,584	124%	100%
T5	1,894	144%	100%
T6	2,222	171%	100%
T7	2,552	143%	100%
T8	2,883	162%	100%
T9	3,213	180%	100%
T10	3,514	185%	100%
T11	3,797	200%	100%
T12	3,894	159%	100%
T13	4,308	166%	100%
T14	4,521	161%	100%
T15	4,946	144%	100%

## R01-SCH-R10-D150

### Resumen de Inundación en Nudos

No hay inundación en ningún nudo.

### Resumen de Caudal en Líneas

Línea	Caudal	Caudal	Nivel
	Máximo	Máx/	Máx/
	CMS	Lleno	Lleno
T1	0,156	0,31	0,37
R1	0,064	0,29	0,35
R2	0,062	0,29	0,34
R3	0,097	0,31	0,37
R4	0,095	0,31	0,33
T2	0,315	0,66	0,52
T3	0,538	0,39	0,52
T4	0,666	0,52	0,53
T5	0,779	0,59	0,53
T6	0,902	0,69	0,5
T7	1,023	0,57	0,59
T8	1,14	0,64	0,59
T9	1,255	0,7	0,58
T10	1,352	0,71	0,57
T11	1,444	0,76	0,55
T12	1,454	0,6	0,53
T13	1,573	0,61	0,53
T14	1,632	0,58	0,51
T15	1,752	0,51	0,51

## R01-SCH-R50-D10

### Resumen de Inundación en Nudos

Nudo	Horas	Volumen Máximo
	Inundado	Estanc, ha-mm
BR1	0,86	45,29
BR2	0,76	31,09
BR3	0,81	48,9
BR4	0,69	32,13
P1	0,78	50,9
P2	0,62	20,04
P4	0,54	29,25
P5	0,6	52,57
P6	0,59	64,5
P7	0,5	51,74
P8	0,45	44,06
P9	0,38	36,08
P10	0,02	1,22
P11	0,03	3,8
P12	0,02	3,56
P13	0,01	0,34
P14	0,01	0,55

### Resumen de Caudal en Líneas

Línea	Caudal	Caudal	Nivel
	Máximo	Máx/	Máx/
	CMS	Lleno	Lleno
T1	0,738	148%	100%
R1	0,845	381%	100%
R2	1,072	504%	100%
R3	0,839	270%	100%
R4	1,165	386%	100%
T2	1,568	329%	100%
T3	2,733	199%	100%
T4	3,473	272%	100%
T5	4,726	358%	100%
T6	4,742	365%	100%
T7	5,882	330%	100%
T8	6,195	347%	100%
T9	5,372	301%	100%
T10	6,829	360%	100%
T11	6,426	339%	100%
T12	6,603	270%	100%
T13	7,501	289%	100%
T14	8,512	303%	100%
T15	10,408	303%	100%

## R01-SCH-R50-D80

### Resumen de Inundación en Nudos

Nudo	Horas	Volumen Máximo
	Inundado	Estanc, ha-mm
BR1	1,47	36,16
BR2	0,91	21,04
BR3	1,39	30,83
BR4	0,52	10,21
P1	1,38	29,49
P2	0,41	6,66
P4	0,17	1,8
P5	0,65	19,38
P6	0,87	26,01
P7	0,29	7,72
P9	0,01	0,01

### Resumen de Caudal en Líneas

Línea	Caudal	Caudal	Nivel
	Máximo CMS	Máx/ Lleno	Máx/ Lleno
T1	0,778	156%	100%
R1	0,992	447%	100%
R2	0,811	382%	100%
R3	0,726	234%	100%
R4	0,721	239%	100%
T2	1,477	310%	100%
T3	2,1	153%	100%
T4	2,236	175%	100%
T5	2,465	187%	100%
T6	3,092	238%	100%
T7	3,325	186%	100%
T8	3,637	204%	100%
T9	3,97	222%	100%
T10	4,292	226%	100%
T11	4,704	248%	100%
T12	4,863	199%	100%
T13	5,497	212%	100%
T14	5,824	207%	100%
T15	6,607	192%	100%

## R01-SCH-R50-D150

### Resumen de Inundación en Nudos

No hay inundación en ningún nudo.

### Resumen de Caudal en Líneas

Línea	Caudal	Caudal	Nivel
	Máximo	Máx/	Máx/
	CMS	Lleno	Lleno
T1	0,236	47%	53%
R1	0,098	44%	54%
R2	0,092	43%	57%
R3	0,146	47%	50%
R4	0,137	46%	54%
T2	0,459	96%	70%
T3	0,785	57%	71%
T4	0,972	76%	73%
T5	1,14	86%	73%
T6	1,324	102%	72%
T7	1,507	84%	77%
T8	1,684	94%	77%
T9	1,86	104%	77%
T10	2,01	106%	75%
T11	2,149	113%	73%
T12	2,16	88%	71%
T13	2,343	90%	70%
T14	2,434	87%	69%
T15	2,618	76%	68%

### Matrices

Las siguientes matrices, resumen el contenido arriba expuesto, considerando condiciones de servicio de la red.

#### Porcentaje de líneas que trabajan a menos del 80% de sección llena

		Recurrencia			
		2	5	10	50
Duración	10	5%	0%	0%	0%
	80	100%	11%	0%	0%
	150	100%	100%	100%	100%

#### Porcentaje de líneas que trabajan a presión

		Recurrencia			
		2	5	10	50
Duración	10	0%	100%	100%	100%
	80	0%	0%	100%	100%
	150	0%	0%	0%	0%

### Porcentaje nodos con inundaciones

		Recurrencia			
		2	5	10	50
Duración	10	0%	94%	94%	94%
	80	0%	0%	6%	61%
	150	0%	0%	0%	0%

### Volumen máximo de inundación [ha-mm]

		Recurrencia			
		2	5	10	50
Duración	10	0	20,65	35,64	64,5
	80	0	0	0,02	36,16
	150	0	0	0	0

### Altura máxima de inundación [cm]

Considerando area de inundación 0,2 Ha

		Recurrencia			
		2	5	10	50
Duración	10	0	10,325	17,82	32,25
	80	0	0	0,01	18,08
	150	0	0	0	0

### Duración máxima de inundación [hs]

		Recurrencia			
		2	5	10	50
Duración	10	0	0,32	0,49	0,86
	80	0	0	0,01	1,47
	150	0	0	0	0

# ANEXO V

Resultados CON reservorios

## ANEXO V – Resultados CON reservorios.

Como parámetros del funcionamiento del sistema pluvial, se adoptaron los siguientes criterios:

Inundaciones en nudos: Nudos de la red de drenaje en los cuales el pelo de agua supero la altura de terreno natural. Siendo los nudos de la red coincidentes con las bocas de registro ventiladas, un nudo inundado sería aquel en el que el agua de lluvia “rebalsa” la boca de registro. Constan en el informe el tiempo en que el nudo permanece inundado y el volumen de agua embalsada en el mismo.

Caudales en líneas: Caudal máximo en m<sup>3</sup>/seg transportado por cada línea de la red. Se incluye el porcentaje usado de la capacidad máxima del conducto y el porcentaje respecto del máximo tirante del conducto.

### R01-SCH-res-R2-D10

#### Resumen de Inundación en Nudos

No hay inundación en ningún nudo.

#### Resumen de Caudal en Líneas

Línea	Caudal	Caudal	Nivel
	Máximo	Máx/	Máx/
	CMS	Lleno	Lleno
T1	0,335	67%	67%
R1	0,157	71%	68%
R2	0,141	67%	73%
R3	0,249	80%	63%
R4	0,237	79%	68%
T2	0,668	140%	81%
T3	1,070	78%	82%
T4	1,293	101%	85%
T5	1,489	113%	85%
T6	1,721	133%	85%
T7	1,990	112%	87%
T8	2,234	125%	87%
T9	2,477	139%	85%
T10	2,574	136%	84%
T11	2,717	143%	82%
T12	2,587	106%	80%
T13	2,786	107%	80%
T14	2,842	101%	79%
T15	3,131	91%	79%

## R01-SCH-res-R2-D80

### Resumen de Inundación en Nudos

No hay inundación en ningún nudo.

### Resumen de Caudal en Líneas

Línea	Caudal	Caudal	Nivel
	Máximo	Máx/	Máx/
	CMS	Lleno	Lleno
T1	0,172	34%	43%
R1	0,072	32%	42%
R2	0,071	33%	44%
R3	0,104	34%	41%
R4	0,103	34%	43%
T2	0,351	74%	61%
T3	0,61	44%	62%
T4	0,776	61%	64%
T5	0,926	70%	65%
T6	1,091	84%	64%
T7	1,256	70%	71%
T8	1,425	80%	71%
T9	1,592	89%	71%
T10	1,72	91%	70%
T11	1,864	98%	68%
T12	1,895	78%	67%
T13	2,102	81%	66%
T14	2,206	79%	65%
T15	2,414	70%	64%

## R01-SCH-res-R2-D150

### Resumen de Inundación en Nudos

No hay inundación en ningún nudo.

### Resumen de Caudal en Líneas

Línea	Caudal	Caudal	Nivel
	Máximo	Máx/	Máx/
	CMS	Lleno	Lleno
T1	0,078	16%	26%
R1	0,034	15%	26%
R2	0,033	16%	20%
R3	0,052	17%	28%
R4	0,051	17%	23%
T2	0,159	33%	34%
T3	0,267	19%	32%
T4	0,335	26%	33%
T5	0,397	30%	33%
T6	0,465	36%	27%
T7	0,529	30%	38%
T8	0,592	33%	38%
T9	0,654	37%	38%
T10	0,692	36%	37%
T11	0,743	39%	36%
T12	0,748	31%	34%
T13	0,818	32%	34%
T14	0,854	30%	33%
T15	0,923	27%	32%

## R01-SCH-res-R5-D10

### Resumen de Inundación en Nudos

No hay inundación en ningún nudo.

### Resumen de Caudal en Líneas

Línea	Caudal	Caudal	Nivel
	Máximo	Máx/	Máx/
	CMS	Lleno	Lleno
T1	0,392	79%	98%
R1	0,245	110%	100%
R2	0,248	117%	100%
R3	0,359	116%	100%
R4	0,336	112%	100%
T2	0,963	202%	100%
T3	1,523	111%	100%
T4	1,747	137%	100%
T5	1,993	151%	100%
T6	2,241	173%	100%
T7	2,579	144%	100%
T8	2,87	161%	100%
T9	3,101	174%	100%
T10	3,276	173%	100%
T11	3,524	186%	100%
T12	3,312	136%	100%
T13	3,479	134%	100%
T14	3,521	125%	100%
T15	4,299	125%	100%

## R01-SCH-res-R5-D80

### Resumen de Inundación en Nudos

No hay inundación en ningún nudo.

### Resumen de Caudal en Líneas

Línea	Caudal	Caudal	Nivel
	Máximo	Máx/	Máx/
	CMS	Lleno	Lleno
T1	0,264	53%	69%
R1	0,122	55%	80%
R2	0,119	56%	84%
R3	0,164	53%	72%
R4	0,161	54%	81%
T2	0,56	118%	90%
T3	0,96	70%	90%
T4	1,213	95%	92%
T5	1,444	109%	94%
T6	1,669	129%	94%
T7	1,897	106%	95%
T8	2,129	119%	95%
T9	2,362	132%	95%
T10	2,547	134%	94%
T11	2,763	146%	92%
T12	2,811	115%	91%
T13	3,124	120%	91%
T14	3,283	117%	91%
T15	3,889	113%	95%

## R01-SCH-res-R5-D150

### Resumen de Inundación en Nudos

No hay inundación en ningún nudo.

### Resumen de Caudal en Líneas

Línea	Caudal	Caudal	Nivel
	Máximo	Máx/	Máx/
	CMS	Lleno	Lleno
T1	0,115	23%	31%
R1	0,05	23%	31%
R2	0,049	23%	25%
R3	0,076	25%	33%
R4	0,075	25%	28%
T2	0,234	49%	42%
T3	0,392	29%	42%
T4	0,493	39%	43%
T5	0,583	44%	43%
T6	0,682	53%	39%
T7	0,778	44%	49%
T8	0,873	49%	49%
T9	0,965	54%	49%
T10	1,021	54%	48%
T11	1,097	58%	46%
T12	1,103	45%	45%
T13	1,205	46%	44%
T14	1,258	45%	43%
T15	1,359	40%	42%

## R01-SCH-res-R10-D10

### Resumen de Inundación en Nudos

No hay inundación en ningún nudo.

### Resumen de Caudal en Líneas

Línea	Caudal	Caudal	Nivel
	Máximo	Máx/	Máx/
	CMS	Lleno	Lleno
T1	0,398	80%	100%
R1	0,301	135%	100%
R2	0,3	141%	100%
R3	0,457	147%	100%
R4	0,457	152%	100%
T2	1,027	216%	100%
T3	1,749	127%	100%
T4	1,998	156%	100%
T5	2,262	171%	100%
T6	2,488	192%	100%
T7	2,789	156%	100%
T8	3,091	173%	100%
T9	3,367	189%	100%
T10	3,92	207%	100%
T11	4,127	218%	100%
T12	3,887	159%	100%
T13	4,181	161%	100%
T14	4,747	169%	100%
T15	9,117	265%	100%

## R01-SCH-res-R10-D80

### Resumen de Inundación en Nudos

No hay inundación en ningún nudo.

### Resumen de Caudal en Líneas

Línea	Caudal	Caudal	Nivel
	Máximo	Máx/	Máx/
	CMS	Lleno	Lleno
T1	0,296	30%	30%
R1	0,164	16%	16%
R2	0,165	17%	17%
R3	0,212	21%	21%
R4	0,213	21%	21%
T2	0,6	60%	60%
T3	1,055	106%	106%
T4	1,354	135%	135%
T5	1,515	152%	152%
T6	1,76	176%	176%
T7	2,02	202%	202%
T8	2,303	230%	230%
T9	2,572	257%	257%
T10	2,737	274%	274%
T11	2,986	299%	299%
T12	3,052	305%	305%
T13	3,462	346%	346%
T14	3,667	367%	367%
T15	4,613	461%	461%

## R01-SCH-res-R10-D150

### Resumen de Inundación en Nudos

No hay inundación en ningún nudo.

### Resumen de Caudal en Líneas

Línea	Caudal	Caudal	Nivel
	Máximo	Máx/	Máx/
	CMS	Lleno	Lleno
T1	0,145	29%	35%
R1	0,064	29%	35%
R2	0,063	29%	32%
R3	0,097	31%	37%
R4	0,095	32%	32%
T2	0,296	62%	49%
T3	0,494	36%	49%
T4	0,617	48%	50%
T5	0,727	55%	50%
T6	0,849	65%	48%
T7	0,97	54%	57%
T8	1,089	61%	57%
T9	1,204	67%	56%
T10	1,275	67%	55%
T11	1,368	72%	53%
T12	1,374	56%	52%
T13	1,5	58%	51%
T14	1,566	56%	50%
T15	1,692	49%	49%

## R01-SCH-res-R50-D10

### Resumen de Inundación en Nudos

Nudo	Horas	Volumen Máximo
	Inundado	Estanc, ha-mm
BR3	0,2	3,29
res6	0,12	2,26

### Resumen de Caudal en Líneas

Línea	Caudal	Caudal	Nivel
	Máximo	Máx/	Máx/
	CMS	Lleno	Lleno
T1	0,398	80%	100%
R1	0,437	197%	100%
R2	0,435	205%	100%
R3	0,632	204%	100%
R4	0,632	210%	100%
T2	1,145	241%	100%
T3	1,995	145%	100%
T4	2,358	184%	100%
T5	2,631	199%	100%
T6	2,858	220%	100%
T7	3,084	173%	100%
T8	3,428	192%	100%
T9	3,662	205%	100%
T10	4,494	237%	100%
T11	4,824	254%	100%
T12	4,666	191%	100%
T13	6,07	234%	100%
T14	6,577	234%	100%
T15	9,04	263%	100%

## R01-SCH-res-R50-D80

### Resumen de Inundación en Nudos

Nudo	Horas	Volumen Máximo
	Inundado	Estanc, ha-mm
BR1	0,23	1,01
BR3	0,09	0,16

### Resumen de Caudal en Líneas

Línea	Caudal	Caudal	Nivel
	Máximo	Máx/ Lleno	Máx/ Lleno
	CMS		
T1	0,38	76%	100%
R1	0,256	115%	100%
R2	0,26	122%	100%
R3	0,317	102%	100%
R4	0,312	104%	100%
T2	0,794	167%	100%
T3	1,316	96%	100%
T4	1,664	130%	100%
T5	2,037	154%	100%
T6	2,45	189%	100%
T7	2,832	159%	100%
T8	3,202	179%	100%
T9	3,568	200%	100%
T10	3,873	204%	100%
T11	4,23	223%	100%
T12	4,338	178%	100%
T13	4,952	191%	100%
T14	5,255	187%	100%
T15	11,101	323%	100%

## R01-SCH-res-R50-D150

### Resumen de Inundación en Nudos

No hay inundación en ningún nudo.

### Resumen de Caudal en Líneas

Línea	Caudal	Caudal	Nivel
	Máximo	Máx/	Máx/
	CMS	Lleno	Lleno
T1	0,22	44%	50%
R1	0,1	45%	48%
R2	0,091	43%	52%
R3	0,147	47%	48%
R4	0,142	47%	49%
T2	0,437	92%	67%
T3	0,723	53%	67%
T4	0,904	71%	69%
T5	1,066	81%	70%
T6	1,251	96%	69%
T7	1,437	80%	75%
T8	1,618	91%	75%
T9	1,794	101%	74%
T10	1,903	100%	73%
T11	2,044	108%	71%
T12	2,046	84%	69%
T13	2,238	86%	69%
T14	2,337	83%	67%
T15	2,53	74%	67%

### Matrices

Las siguientes matrices, resumen el contenido arriba expuesto, considerando condiciones de servicio de la red.

#### Porcentaje de líneas que trabajan a menos del 80% de sección llena

		Recurrencia			
		2	5	10	50
Duración	10	37%	0%	0%	0%
	80	100%	11%	32%	0%
	150	100%	100%	100%	100%

#### Porcentaje de líneas que trabajan a presión

		Recurrencia			
		2	5	10	50
Duración	10	0%	95%	100%	100%
	80	0%	0%	68%	100%
	150	0%	0%	0%	0%

### Porcentaje nodos con inundaciones

		Recurrencia			
		2	5	10	50
Duración	10	0%	0%	0%	11%
	80	0%	0%	0%	11%
	150	0%	0%	0%	0%

### Volumen máximo de inundación [ha-mm]

		Recurrencia			
		2	5	10	50
Duración	10	0	0	0	3,29
	80	0	0	0	1,01
	150	0	0	0	0

### Altura máxima de inundación [cm]

Considerando area de inundación 0,2 Ha

		Recurrencia			
		2	5	10	50
Duración	10	0	0	0	1,645
	80	0	0	0	0,505
	150	0	0	0	0

### Duración máxima de inundación [hs]

		Recurrencia			
		2	5	10	50
Duración	10	0	0	0	0,2
	80	0	0	0	0,23
	150	0	0	0	0