



Buenos Aires
Provincia

CiC COMISIÓN DE
INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación

2016

Seguimiento de las Obras Hidráulicas de
desagüe pluvial de la Región Capital
Evaluación Hidrológica e Hidráulica

Informe Trimestral 001



CENTRO DE SERVICIOS
TECNOLÓGICOS E
INNOVACIÓN PRODUCTIVA

7-11-2016

Seguimiento de las Obras Hidráulicas de desagüe pluvial de la Región Capital

Evaluación Hidrológica e Hidráulica

Informe Trimestral 001 (Agosto – Septiembre – Octubre de 2016)

Rev.	Fecha	Descripción de la/s enmienda/s	Edición	Revisión
A	31/10/2016	Versión de emisión	PGR	PGR
B	7/11/2016	Se agregan resultados en los capítulos 5 y 6	PGR	PGR
C				

Ficha Técnica

1. Documento Evaluación Hidrológica e Hidráulica		2. Convenio específico		3. Referencia al archivo original CBSOH_CIC_Informe_001.docx	
4. Título y subtítulos: Seguimiento de las Obras Hidráulicas de desagüe pluvial de la Región Capital Evaluación Hidrológica e Hidráulica			5. Período informado 01/08/2016 al 31/10/2016		
			6. Versión Informe Trimestral 001 (A - versión de emisión)		
7. Realización del estudio: 			8. Autoridades: Ing. Jorge Elustondo <u>Ministro</u> Ing. Armando De Giusti <u>Presidente CIC</u>		
9. Estudio realizado para: COMISIÓN BICAMERAL PARA EL SEGUIMIENTO, FISCALIZACIÓN Y CONTROL DE LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS EN LA RECONSTRUCCIÓN DE LA REGIÓN CAPITAL DE LA PROV. DE BUENOS AIRES (LEY N°14.527) http://www.senado-ba.gov.ar/Comision.aspx?id=68			10. Identificación abreviada: Comisión Bicameral (Ley. 14.527)		
			11. Autoridades: Senador Gabriel Monzó <u>Presidente</u> Diputada Valeria Amendolara <u>Vice Presidente</u>		
12. Unidad ejecutora del estudio: 			13. Identificación abreviada: CST		
			14. Director: Mg. Ing. Pablo G. ROMANAZZI pablo.romanazzi@cic.gba.gov.ar		
15. Notas: <u>Cítese:</u> Romanazzi, P. G., Carner, J.L. y Angheben, E.; "Seguimiento de las Obras Hidráulicas de la Región Capital"; Informe Trimestral 001; CST - PBA; noviembre de 2016.					
16. Resumen: <ul style="list-style-type: none"> • En este informe de avance se describen las tareas de gabinete y campo desarrolladas en el período comprendido entre agosto y octubre de 2016, correspondiente a la evaluación hidrológica e hidráulica de las mejoras del sistema pluvial en ejecución. • En el desarrollo del informe se incluyen los resultados y las conclusiones acerca de la situación hidrológica actual. 					
17. Palabras clave Hidrología de Superficie, Hidráulica urbana, Riesgo de inundación.			18. Tamaño y fecha del archivo protegido 856 KB 7/11/2016		
19. Confidencialidad Texto disponible bajo las condiciones establecidas en la cláusula de confidencialidad del convenio específico firmado por las partes.	20. Nro. de páginas 18	21. Nro. de figuras 9	22. Nro. de tablas 10	23. Nro. de fotos 1	

Seguimiento de las Obras Hidráulicas de desagüe pluvial de la Región Capital

Informe Trimestral 001

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	RESUMEN EJECUTIVO	5
2	INTRODUCCIÓN	6
3	GRADO DE PROTECCIÓN DE LAS OBRAS DE PRIMERA ETAPA	7
3.1	CARACTERÍSTICAS QUE DEFINEN LOS ESCENARIOS DE TORMENTA.....	8
3.1.1	<i>Tabla de Intensidades en función de la duración y la recurrencia de las tormentas.....</i>	<i>9</i>
4	PLAN DE TRABAJO DE LAS OBRAS EN EJECUCIÓN	11
5	EVALUACIÓN DEL TRAMO PAPELERA – EMPALME SISTEMA CALLE 11	12
5.1	EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LA CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN.....	13
6	ESTUDIO DE LOS RESERVORIOS DE LA CUENCA ALTA	15
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17
8	ANEXO DOCUMENTACIÓN.....	18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1: Ajuste de la PMP [mm] para duraciones inferiores al día.....	8
Figura 4-1: Obras de primera etapa en la cuenca del arroyo del Gato (Fuente: DPOH).....	11
Figura 5-1: Indicación del sistema de la calle 11 y el empalme con la canalización principal.	12
Figura 5-2: Hidrograma de caudales (escala izq.) y de alturas (der.) para 40m (Carrefour).....	13
Figura 5-3: Hidrograma de caudales (escala izq.) y de alturas (der.) para 40m (Papelera)	13
Figura 5-4: Hidrograma de caudales (escala izq.) y de alturas (der.) para 30m (Carrefour).....	13
Figura 5-5: Hidrograma de caudales (escala izq.) y de alturas (der.) para 30m (Papelera)	14
Figura 6-1: Ubicación de los reservorios en la cuenca del arroyo del Gato (Fuente: DPOH).....	15
Figura 6-2: Ubicación de las cuencas de aporte a los reservorios previstos por la DPOH.	16

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1: Intensidades [mm/h] según la expresión de Picandet.....	9
Tabla 3-2: Intensidad [mm/h] de diseño para diferentes recurrencias	9
Tabla 3-3: Comparación de Intensidades [mm/h] para una duración de 5'	9
Tabla 3-4: Comparación de Intensidades [mm/h] para una duración de 10'	10
Tabla 3-5: Comparación de Intensidades [mm/h] para una duración de 15'	10
Tabla 3-6: Comparación de Intensidades [mm/h] para una duración de 30'	10
Tabla 3-7: Comparación de Intensidades [mm/h] para una duración de 60'	10
Tabla 6-1: Comparación de Precipitaciones [mm] y volúmenes requeridos [Hm ³] para una duración de 3 horas.....	16
Tabla 6-2: Volúmenes requeridos para amortiguar una crecida de recurrencia 100 años.	16
Tabla 8-1: Listado de la documentación entregada en formato digital.....	18

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 3-1: Embocadura del conducto derivador de 143 (Tramo II).....	7
--	---

1 RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe forma parte de la tarea técnica desarrollada para la COMISIÓN BICAMERAL PARA EL SEGUIMIENTO, FISCALIZACIÓN Y CONTROL DE LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS EN LA RECONSTRUCCIÓN DE LA REGIÓN CAPITAL DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES (Leyes 14.527 y 14.778).

El objetivo global de esta tarea técnica es la de evaluar en forma sistemática y continua los avances producidos para el cumplimiento de las leyes citadas, a la vez de conformar un registro informático y de análisis que permita constituir la componente hidrológica / hidráulica de una línea de base y las condiciones futuras de las obras hidráulicas de desagüe pluvial que la Provincia de Buenos Aires viene desarrollando en la Región Capital (Municipios de La Plata, Berisso y Ensenada).

En esta oportunidad se incluyen los avances en las siguientes áreas de evaluación:

- **Grado de protección que brindan las obras hidráulicas en ejecución.**
- **Plan de trabajo e índices de avance físico de las obras.**
- **Tramo crítico del desagüe entre “Papelera y empalme sistema calle 11”**
- **Proyecto de “reservorios” en la alta cuenca del arroyo del Gato.**

Junto al presente informe se entrega un volumen de información digital que avalan las conclusiones a las cuales se arriban en cada capítulo y ofrecen también la posibilidad de integración a bases estandarizadas facilitando así su uso para otras componentes de análisis de la Comisión Bicameral.

2 INTRODUCCIÓN

El objetivo global de la presente tarea de seguimiento es conformar una base informática y de análisis hidrológico/ hidráulico para que se pueda adicionar como componente a la línea de base ambiental de las obras de desagüe pluvial que se vienen desarrollando en la Región Capital (La Plata, Berisso y Ensenada). En este informe trimestral, se presentan los avances en las siguientes áreas de evaluación:

- A. Grado de protección que brinda las obras en ejecución (capítulo 3).
- B. Plan de trabajo para la determinación del avance físico de las obras (capítulo 4).
- C. Evaluación del tramo crítico entre “Papelera y empalme del sistema de la calle 11” (capítulo 5).
- D. Proyecto de los reservorios de la alta cuenca del Arroyo del Gato (capítulo 6).

Este estudio fue llevado a cabo por el Centro de Servicios Tecnológicos e Innovación Productiva (CST) perteneciente a la Comisión de Investigaciones Científicas (CIC), Ministerio de Ciencia, Técnica e Innovación de la Provincia de Buenos Aires. La dirección y coordinación general del estudio estuvo a cargo del Mg. Ing. Pablo Romanazzi (Director del CST) con la participación del Mg. Ing. Enrique Angheben y del Ing. José Luis Carner.

Estas áreas de evaluación fueron consensuadas con los vecinos veedores y miembros de las asambleas barriales, así como también con la presidencia de la Comisión Bicameral, en una reunión que se llevó a cabo el 6 de septiembre de 2016 en la sede del CST de la CIC.

En el marco institucional se contó con el apoyo de:

- La comisión bicameral que se ocupa del control y fiscalización de las obras, en la figura de su Presidente, Senador Gabriel Monzó y del cuerpo de relatores, Abogs. Indalecio Pérez Galimberti y María José Piñero;
- la Dirección Provincial de Obras Hidráulicas (DPOH), Ministerio de Infraestructura de la Provincia de Buenos Aires, en la que actuaron personalmente su Director Provincial Ing. Mario Schaidler y los directores adjuntos Ings. Marcelo Rastelli y Marcela Tagle.

Finalmente, para las tareas de armado de las presentaciones e informes de avance, así como el apoyo de implementación de la herramienta SIG (Sistema de información Geográfica) para los modelos digitales del terreno e inventario de los desagües, se tuvo la participación de las licenciadas María Gabriela Calvetty y Yuly Moreno, asistentes de la UIDET Hidrología, Departamento de Hidráulica, Facultad de Ingeniería de la UNLP.

3 GRADO DE PROTECCIÓN DE LAS OBRAS DE PRIMERA ETAPA

El estudio del riesgo de inundación dentro de esta área de evaluación comprende los siguientes pasos:

- en primer lugar, la caracterización de la amenaza, en este caso los distintos escenarios de tormentas intensas de corta duración;
- en segundo lugar, la identificación de las zonas vulnerables y su exposición a la inundación;
- y finalmente, la evaluación del riesgo de inundación, donde se identifican en todos los sistemas existentes (actuales y con obras concluidas) las zonas con distintas probabilidades de inundación en función del escenario de tormenta que se considere.

En este capítulo se describen sintéticamente las características de los escenarios de tormentas de la región que se proponen para evaluar el riesgo de inundación y por ende del grado de protección que brinda las obras hidráulicas que se están construyendo actualmente.

Además de esto, ya se ha comenzado a volcar en el modelo matemático del sistema pluvial las actualizaciones de las obras ya terminadas y en ejecución para poder evaluar la efectividad de las mismas. Todo ello apoyado también por trabajo de campo con inspección visual de los avances de los diferentes frentes de obra (Foto 3.1).



Foto 3-1: Embocadura del conducto derivador de 143 (Tramo II).

3.1 CARACTERÍSTICAS QUE DEFINEN LOS ESCENARIOS DE TORMENTA

Las características de los escenarios de tormenta se propone definirlos de la siguiente manera para poder evaluar la amenaza como componente del riesgo. En todos los casos se consideran tormentas intensas (de más de 50 mm/h), de corta duración (comprendida dentro del intervalo de un día) y de tipo convectivo (gran concentración espacial y de frecuente ocurrencia en períodos estivales).

- **Escenario I – Tormentas ordinarias:** de acuerdo con las estadísticas de volúmenes de precipitación diaria en la región del Gran La Plata, son aquellas tormentas que expresadas como lámina de agua acontecen en el rango de 50 a 100 mm, de mediana a baja intensidad y con duraciones que van desde 6 horas a 24 horas;
- **Escenario II – Tormentas extraordinarias:** son aquellas tormentas que también presentan volúmenes expresados como lámina de agua en el rango de 50 a 100 mm, de mediana a alta intensidad y con duraciones inferiores a las 6 horas;
- **Escenario III – Tormentas severas:** son aquellas que presentan intensidades altas a muy altas (mayores a 50 mm/h y llegando a superar los 100 mm/h) que se mantienen sin disminuir su tasa de aporte en intervalos que superan los 20 minutos y pueden llegar a las 3 horas de duración (tormenta de abril de 2013);
- **Escenario IV – Precipitación máxima probable (PMP):** es la estimación de la PMP para el gran La Plata elaborada para la región capital en función de la serie de máximos de precipitación diaria desde 1911 a la fecha (Romanazzi, 2014) y que fija un límite máximo de precipitación (en mm) para todo el rango horario hasta las 24 horas .

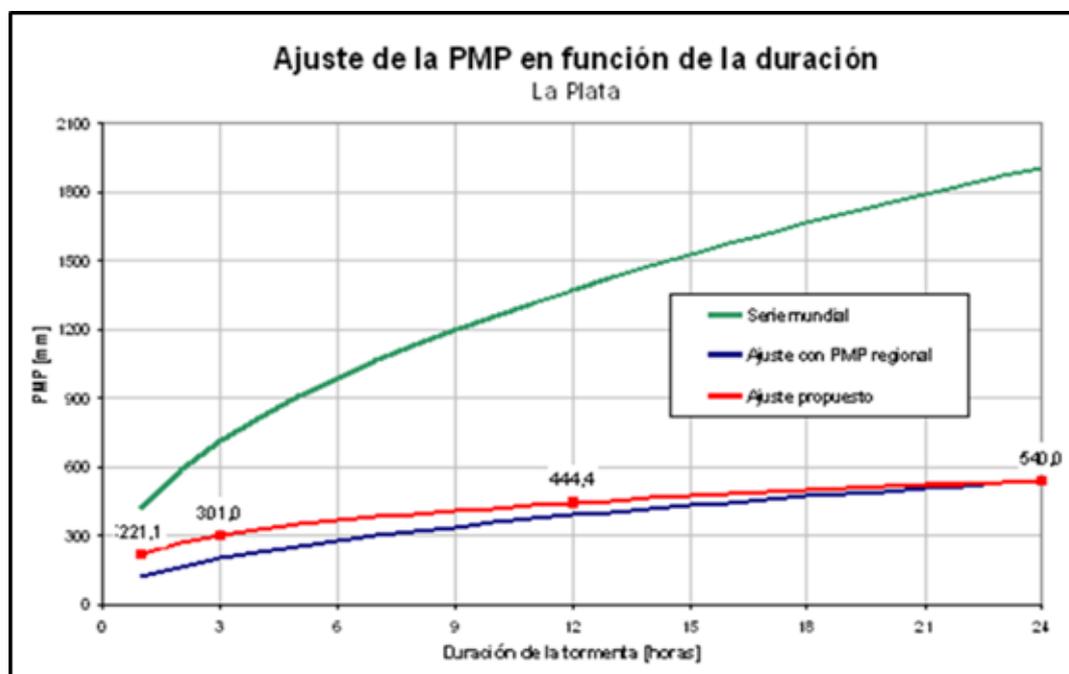


Figura 3-1: Ajuste de la PMP [mm] para duraciones inferiores al día.

Con estos escenarios se cargará el modelo matemático del desagüe para poder evaluar la efectividad de las obras de desagüe pluvial existentes y en construcción.

3.1.1 Tabla de Intensidades en función de la duración y la recurrencia de las tormentas.

A continuación, se presentan distintas tablas que vinculan las intensidades de las tormentas con su duración y recurrencia. La idea es apreciar lo incompleto que puede ser caracterizar una tormenta sólo con la definición de su recurrencia o período medio de retorno.

Tabla 3-1: Intensidades [mm/h] según la expresión de Picandet

D [min]	R [años]					
	2	5	10	25	50	100
5	106,7	128,2	147,3	176,9	203,2	233,4
10	87,3	104,8	120,4	144,6	166,1	190,8
15	73,9	88,8	102,0	122,5	140,7	161,6
30	51,1	61,4	70,5	84,6	97,2	111,7
60	32,2	38,6	44,4	53,3	61,3	70,4
90	23,8	28,6	32,9	39,5	45,3	52,1
120	19,1	22,9	26,3	31,6	36,3	41,7
180	13,8	16,6	19,1	22,9	26,4	30,3

Tabla 3-2: Intensidad [mm/h] de diseño para diferentes recurrencias

D [min]	R [años]					
	2	5	10	25	50	100
17	69,7	83,7	96,2	115,5	132,7	152,4
24	58,2	69,9	80,3	96,4	110,8	127,2
30	51,1	61,4	70,5	84,6	97,2	111,7
40	42,6	51,1	58,7	70,5	81,0	93,1
50	36,6	44,0	50,5	60,7	69,7	80,0
60	32,2	38,6	44,4	53,3	61,3	70,4

Tabla 3-3: Comparación de Intensidades [mm/h] para una duración de 5'

R [años]	Intensidad [mm/h]				
	Picandet	Villa Ortúzar	Rühle	DiPSOH - 2p	DiPSOH - 3p
2	106,7	146,2	131,7	241,7	232,8
5	128,2	182,9	160,3	247,3	301,2
10	147,3	206,8	181,9	249,9	346,5
25	176,9	237,5	210,5	252,4	403,8
100	233,4	282,5	253,7	255,1	488,5

Tabla 3-4: Comparación de Intensidades [mm/h] para una duración de 10'

R [años]	Intensidad [mm/h]				
	Picandet	Villa Ortúzar	Rühle	DiPSOH - 2p	DiPSOH - 3p
2	87,3	101,3	103,3	138,9	134,3
5	104,8	129,4	126,6	151,6	173,8
10	120,4	147,6	144,2	158,8	199,9
25	144,6	171,1	167,5	166,8	232,8
50	166,1	188,3	185,1	172,2	257,3
100	190,8	205,7	202,7	177,2	281,6

Tabla 3-5: Comparación de Intensidades [mm/h] para una duración de 15'

R [años]	Intensidad [mm/h]				
	Picandet	Villa Ortúzar	Rühle	DiPSOH - 2p	DiPSOH - 3p
2	73,9	81,2	86,2	100,5	97,6
5	88,8	104,9	106,1	113,9	126,1
10	102,0	120,3	121,2	121,8	145,0
25	122,5	140,2	141,2	130,9	168,9
50	140,7	154,7	156,3	137,2	186,7
100	161,6	169,4	171,5	143,1	204,3

Tabla 3-6: Comparación de Intensidades [mm/h] para una duración de 30'

R [años]	Intensidad [mm/h]				
	Picandet	V. Ortúzar	Rühle	DiPSOH - 2p	DiPSOH - 3p
2	51,1	54,8	59,3	57,8	56,7
5	61,4	72,0	73,7	69,8	73,2
10	70,5	83,1	84,7	77,4	84,1
25	84,6	97,7	99,2	86,5	97,9
50	97,2	108,2	110,1	93,1	108,2
100	111,7	119,1	121,1	99,4	118,4

Tabla 3-7: Comparación de Intensidades [mm/h] para una duración de 60'

R [años]	Intensidad [mm/h]				
	Picandet	V. Ortúzar	Rühle	DiPSOH - 2p	DiPSOH - 3p
2	32,2	35,9	38,0	33,2	33,2
5	38,6	47,8	47,8	42,8	42,8
10	44,4	55,4	55,2	49,2	49,2
25	53,3	65,5	65,0	57,2	57,2
50	61,3	72,9	72,4	63,1	63,1
100	70,4	80,5	79,8	69,0	69,0

4 PLAN DE TRABAJO DE LAS OBRAS EN EJECUCIÓN

Para la elaboración de este plan de trabajo que sirve para confirmar un índice de avance de las obras, en el período informado se han hecho gestiones para poder recopilar la información básica que apunta al control del avance físico de las obras:

De la DPOH se ha recibido a principios de octubre de 2016 una carpeta conteniendo los planes de trabajo firmados en los contratos con las diferentes empresas o UTE a cargo de los diferentes tramos de ejecución. El listado es conocido y se presenta mensualmente por la DPOH a la Comisión bicameral. Para resumir estos en la cuenca del arroyo del Gato (las obras con mayor actividad en este momento), se consignan las mismas en el siguiente esquema:



Figura 4-1: Obras de primera etapa en la cuenca del arroyo del Gato (Fuente: DPOH).

Se ha consensado con las autoridades de la DPOH denominar a todas las obras (de ésta y de todas cuencas restantes) en ejecución, licitadas y a licitar como obras de 1ª Etapa, diferenciando así a las obras que son complementarias y que aún se encuentran en etapa de proyecto (susceptible luego de ser denominadas como de 2ª Etapa).

En las últimas semanas se ha recibido también las actas de medición de los avances físicos de las obras ítem por ítem, así como también las características de las obras recientemente licitadas. Con este material se elaborará un cuadro comparativo de avances de obra y se elaborará un índice propio para informarlo a la Comisión Bicameral todos los meses.

5 EVALUACIÓN DEL TRAMO PAPELERA – EMPALME SISTEMA CALLE 11

De la misma manera que en el capítulo anterior se ha recibido material del proyecto modificado para el tramo comprendido entre el puente del Camino Centenario y el empalme con el sistema de la calle 11.

Esta área de evaluación surge porque este tramo se había establecido primitivamente con un ancho de canalización de 40 m y en las últimas versiones se estableció un ancho de 30 m en iguales condiciones que el tramo de aguas arriba ya ejecutado.

Desde el punto de vista del diseño hidráulico, los cambios de sección se producen cuando hay cambios de pendiente longitudinal o cuando se producen ingresos laterales de caudal (como es el caso del empalme con el sistema de calle 11). No es este el caso (no hay cambio de pendiente ni hay ingresos laterales (salvo el ya apuntado), por lo que no se hace más que dar continuidad a lo que ya limita el gasto desde su tramo superior, es decir, un caudal que no supera los 400 m³/s en régimen permanente y uniforme para una profundidad de la corriente de 3 m. Esto significa un incremento de 4 veces en la capacidad de conducción previa a las obras de mejora.

No obstante lo consignado en el párrafo anterior, se comenzó a analizar con un modelo matemático el tramo en cuestión para evaluar con mayor detalle la geometría de la sección transversal y desarrollo de su componente longitudinal (curvas y contracurvas) para detectar algún posible inconveniente en un sector vital para el desagüe de la cuenca hacia el Río de La Plata.

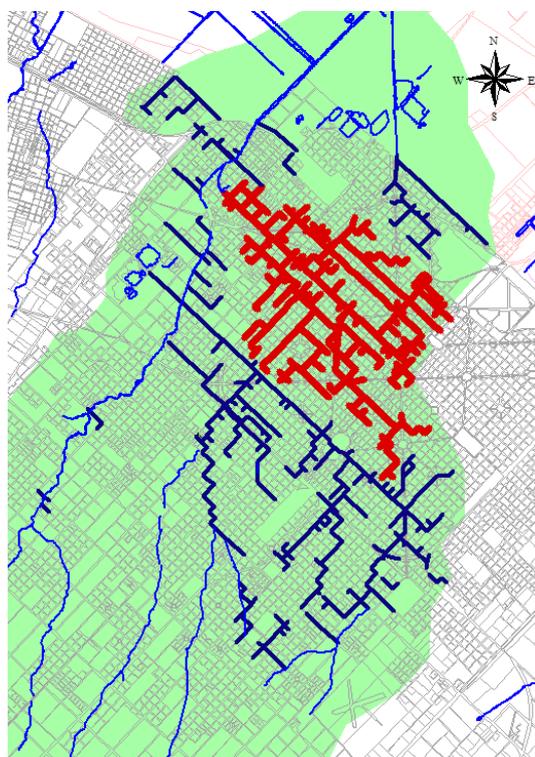


Figura 5-1: Indicación del sistema de la calle 11 y el empalme con la canalización principal.

5.1 EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LA CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN.

Se presenta aquí un solo ensayo con el modelo SWMM de la cuenca del arroyo del Gato para una tormenta del tipo II, es decir, una precipitación que se ubica en el intervalo 50 a 100 mm con una duración menor a las 6 horas. En particular se simuló el escurrimiento para una precipitación cercana a los 100 mm con una duración total de 3 horas. Como se muestra en las siguientes figuras para las secciones de canal frente al Hipermercado Carrefour y para la Papelera, el flujo presenta picos de tirante mayores a 2,50 m que trae aparejados posibles desbordes ya sea que se considere el ancho de 30 o de 40 m:

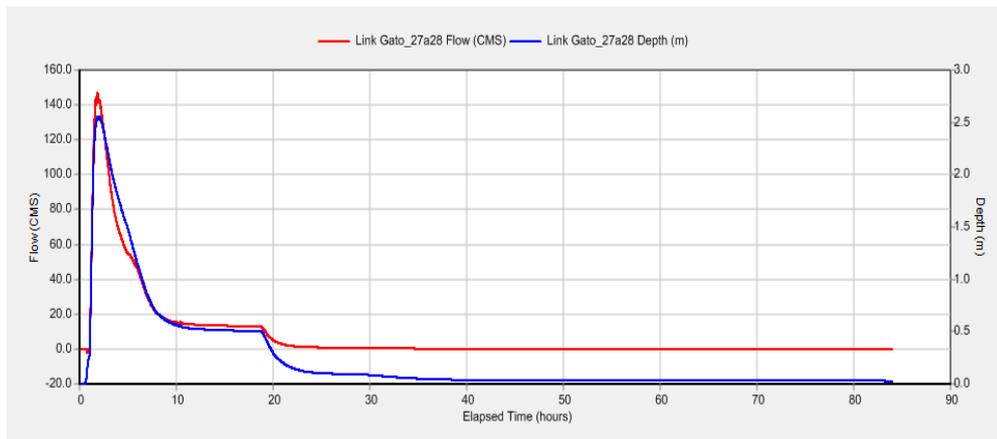


Figura 5-2: Hidrograma de caudales (escala izq.) y de alturas (der.) para 40m (Carrefour)

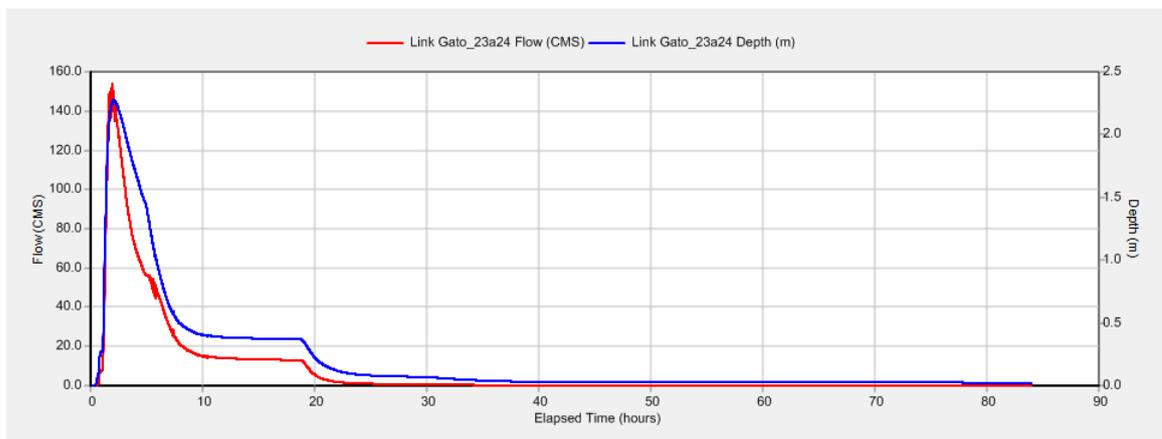


Figura 5-3: Hidrograma de caudales (escala izq.) y de alturas (der.) para 40m (Papelera)

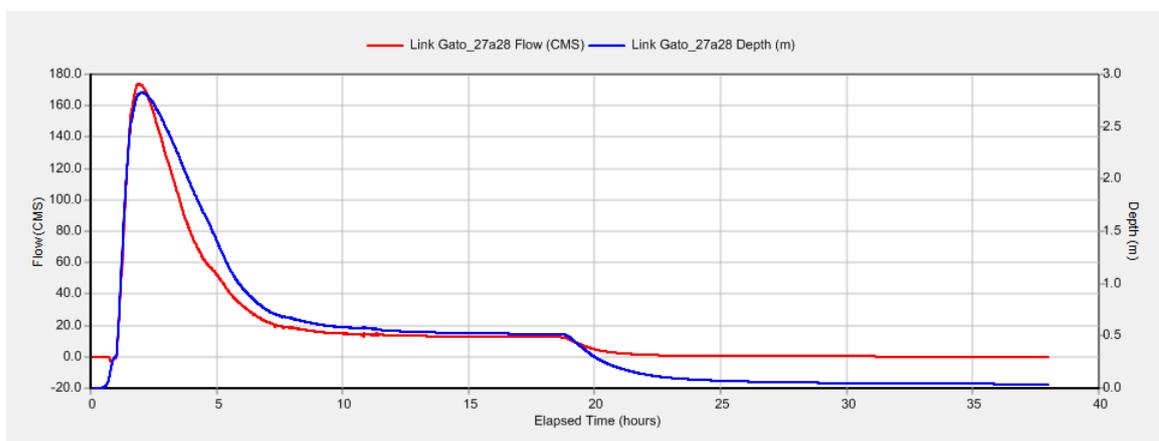


Figura 5-4: Hidrograma de caudales (escala izq.) y de alturas (der.) para 30m (Carrefour)

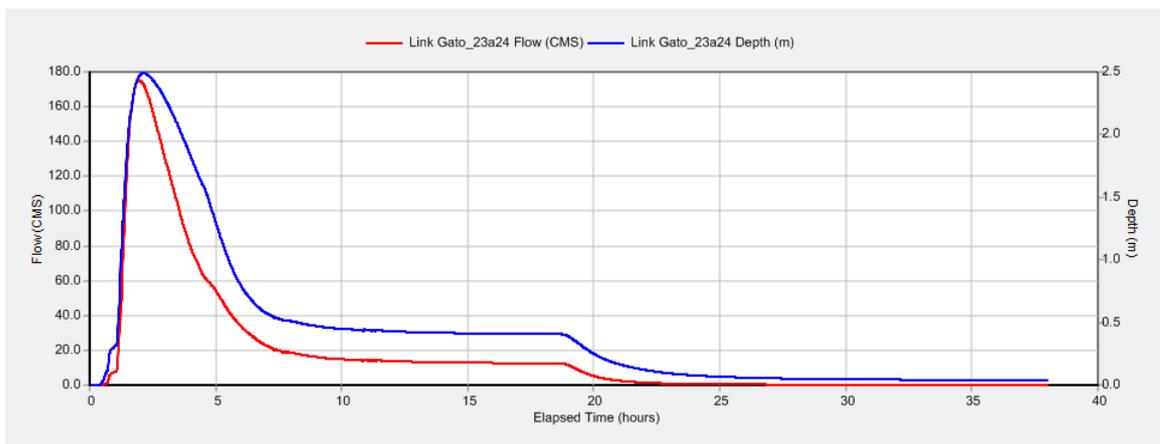


Figura 5-5: Hidrograma de caudales (escala izq.) y de alturas (der.) para 30m (Papelera)

En síntesis, para esta primera prueba de simulación se puede concluir que este tramo tan sensible del desagüe no conduciría sin desbordes a los caudales generados por una tormenta del tipo II (Escenario II), es decir, aquellas que en este informe se denominan como extraordinarias.

Se seguirán desarrollando casos como este para investigar los límites físicos de la canalización próxima a su materialización a fin de anticipar efectos negativos y proponer mejoras.

6 ESTUDIO DE LOS RESERVIORIOS DE LA CUENCA ALTA

Aquí también, la información de los reservorios se refiere a proyectos que se orientan a producir retenciones temporarias en la cuenca alta del arroyo del Gato.

No se tiene conocimiento de que haya alguna iniciativa similar en otras cuencas de la región, lo cual también abre la evaluación en este sentido en esta área.

Se ha recibido de la DPOH los esquemas y emplazamientos de estos reservorios que están pensado como “Parques inundables”.

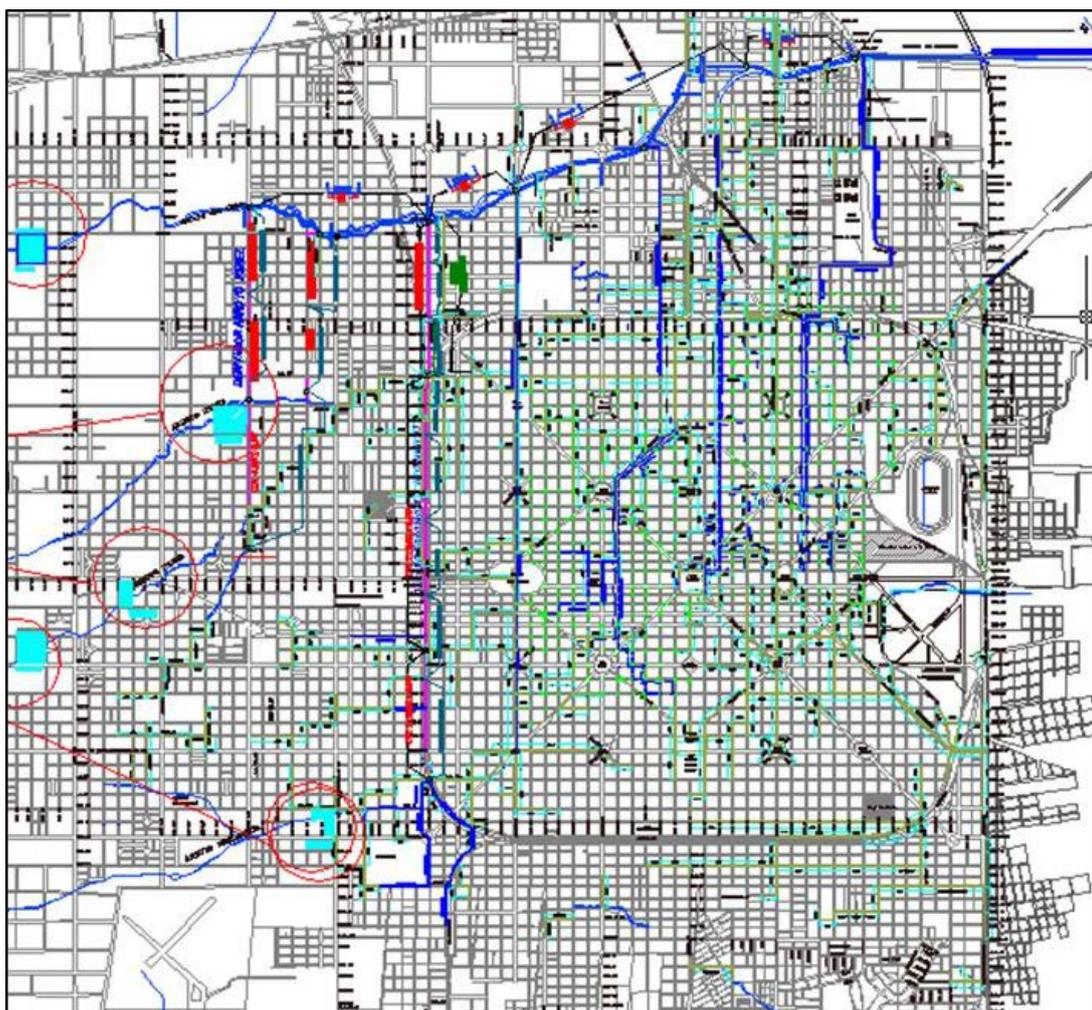


Figura 6-1: Ubicación de los reservorios en la cuenca del arroyo del Gato (Fuente: DPOH).

De los estudios preliminares que se han venido desarrollando por el equipo técnico se puede anticipar que la funcionalidad de los reservorios propuestos estaría limitada a tormentas correspondientes al Escenario I (tormentas ordinarias) y ser prácticamente ineficaz su presencia para otros escenarios de tormentas. Para poder evaluar esto se compararon distintas situaciones para tormentas que por su duración (3 horas) y magnitud corresponde clasificarlas como pertenecientes al Escenario II.

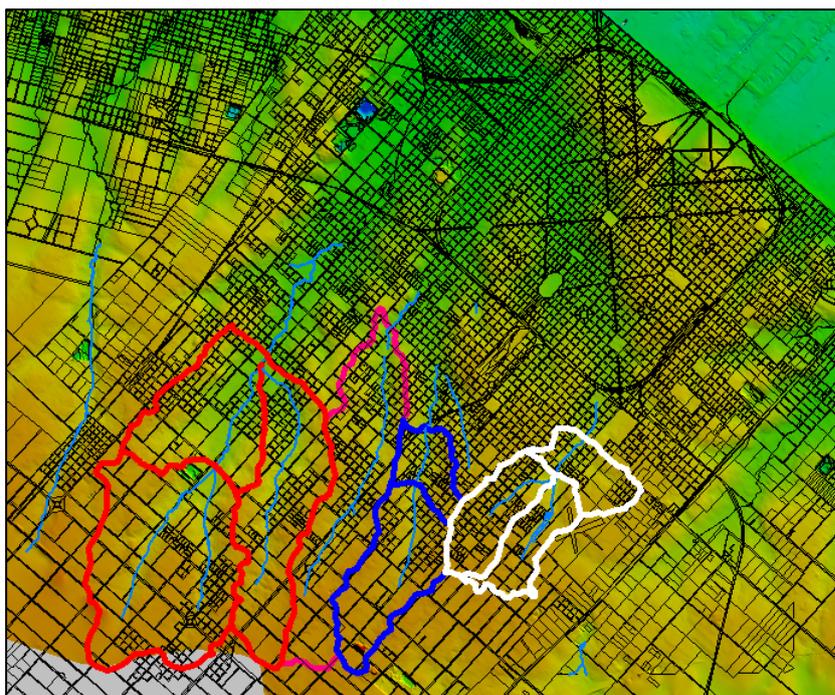


Figura 6-2: Ubicación de las cuencas de aporte a los reservorios previstos por la DPOH.

Tabla 6-1: Comparación de Precipitaciones [mm] y volúmenes requeridos [Hm³] para una duración de 3 horas.

Villa Ortúzar DPOH Manual PMDU			Precipitación D = 3 hr (mm)					
			R = 2 años	R = 5 años	R = 10 años	R = 20/25 años	R = 50 años	R = 100 años
			52,75	70,01	82,59	94,45	112,06	124,45
			41,44	59,14	71,85	88,96	102,35	116,20
Cuenca	Superficie Ha	Superficie Km ²	Escorrentía Superficial Hm ³					
			R = 2 años	R = 5 años	R = 10 años	R = 20/25 años	R = 50 años	R = 100 años
del Gato	2101,45	21,01	0,388	0,515	0,607	0,695	0,824	0,915
Pérez N	712,01	7,12	0,131	0,174	0,206	0,235	0,279	0,310
Pérez S	560,36	5,60	0,103	0,137	0,162	0,185	0,220	0,244
Regimiento	439,66	4,40	0,081	0,108	0,127	0,145	0,172	0,192

En efecto, del cuadro anterior se desprende que para las tormentas ensayadas los volúmenes disponibles para producir una amortiguación son realmente pequeños.

Tabla 6-2: Volúmenes requeridos para amortiguar una crecida de recurrencia 100 años.

Volumen Reservorios (Hm ³)	R 100 - R 2	R 100 - R 5	R 100 - R 10	R 100 - R 20	R 100 - R 50
Cuenca Total A° del Gato	0,527	0,400	0,308	0,221	0,091
Cuenca Total A° Pérez Norte	0,179	0,136	0,104	0,075	0,031
Cuenca Total A° Pérez Sur	0,141	0,107	0,082	0,059	0,024
Cuenca Total A° Regimiento	0,110	0,084	0,064	0,046	0,019

De la misma manera, los volúmenes para regular una crecida centenaria varían en función del caudal de salida, lo cual en el gráfico anterior se han referido también a su recurrencia. Aquí también puede visualizarse que en la medida que se exija un caudal de salida menor (para protección del sistema aguas abajo del reservorio), el volumen requerido para el reservorio aumenta significativamente. Se seguirá investigando el verdadero límite de regulación de las obras propuestas.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Análisis estadísticos de valores extremos

- Beirlant, Jan et al. (2005); "Statistics of extremes"; Wiley.
- Caamaño Nelly, G., et al. (2003); "Lluvias de Diseño: conceptos, técnicas y experiencias", Ed. Científica Universitaria, Córdoba.
- Castillo, E. (1988); "Extreme value theory in engineering"; Acad. Press.
- Coles, Stuart (2001); "An introduction to statistical modeling of extremes values"; Springer.
- De Hann, Laurens y Ferreira, Ana (2006); "Extreme value theory, an introduction"; Springer.
- Gumbel, E. J. (2004); "Statistics of extremes"; Red. 1958, Dovel publications.
- Romanazzi, P. (2014); "Aproximación a la estimación estadística de la precipitación máxima probable para La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina"; II Congreso Internacional de Hidrología de Llanuras, Santa Fe, Argentina.

Base de datos de desastres

- Emergency Events Database (EMDAT) & Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED); <http://www.emdat.be/>
- Sistema de inventario de efectos de desastres (Desinventar online); <http://online.desinventar.org/>
- United Nations office for disaster risk reduction (UNISDR); <http://www.unisdr.org>.

Diseño hidrológico e hidráulico

- Brown, S.A., Stein, S. M. y Warner, J. C. (2001); "Urban Drainage design manual", HEC-22.
- Dingman, S. L. (2002); "Physical Hydrology"; 2a Ed, Prentice Hall.
- Loague, K. (2010); "Rainfall – runoff modelling"; BPH4, IASH.
- Ministerio de Infraestructura de la Provincia de Buenos Aires (2011); "Manual para el diseño de Planes Maestros"; La Plata.
- Romanazzi, P. (2011); "Caracterización y tratamiento de la inundación urbana: el caso de la cuenca del arroyo del Gato en el partido de La Plata"; Laboratorio de Hidrología, Facultad de Ingeniería, UNLP; <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/26662>; La Plata.
- Rühle, F.G.O. (1963); "Determinación del derrame máximo superficial de las cuencas imbríferas", DNV, 1966. Revista "La Ingeniería", N° 987.
- Singh, V. P. (1988); "Hydrologic Systems, Vol. I, Rainfall-Runoff Modeling", Prentice Hall.
- Singh, V. P. (1989); "Hydrologic Systems: Vol. II - Watershed Modeling", Prentice Hall.
- Viessman, W. y Lewis, G. (2003), "Introduction to Hydrology", 5a Ed., Prentice Hall.

Simulación matemática de sistemas de desagüe

- Brunner, G. W. (2010); "HEC-RAS, River analysis system user's manual, version 4.1 ", US Army Corps of Engineers, Institute of water resources, Hidrologic Engineering Center (HEC).
- Romanazzi, P. (2014); "Evaluación del desagüe existente y proyectado con un modelo dual: cuenca arroyo del Gato, La Plata, Buenos Aires, Argentina"; II Congreso Internacional de Hidrología de Llanuras, Santa Fe, Argentina.

8 ANEXO DOCUMENTACIÓN

Documentos en Formato Digital

Esta memoria es acompañada por un DVD que contiene toda la información recopilada y generada por este estudio en formato digital. El mismo ha sido organizado como sigue:

Tabla 8-1: Listado de la documentación entregada en formato digital

CARPETA DEL DVD	CONTENIDO
01_ Informes	- Informe trimestral.
02_ Figuras y cartografía	- Figuras insertadas en el texto del informe final. - Ídem anterior, formato A3.
03_ Datos y Planillas	- Planillas varias
04_ Fotografías	- Fotos de las visitas a obra
05_ SIG	- Bases del relevamiento y componentes .shp