

# ANEXO I

## Índice

<b>Visita de campo del 11-10-2017 .....</b>	<b>2</b>
1.1    Parque Sarmiento .....	2
1.2    Entubamiento Arroyo Medrano .....	5
1.3    Reservorio Villa Martelli .....	12
1.4    Desembocadura Arroyo Holmberg .....	15
1.5    Desembocadura Arroyo Medrano .....	17

# Visita de campo del 11-10-2017

En los meses de agosto, septiembre y octubre de 2017 se realizaron visitas a diferentes áreas de la cuenca; algunas fueron de reconocimiento general y otras fueron planificadas por dependencias públicas. En particular, el día 11 de octubre de 2017 se realizó una recorrida por la traza del Arroyo Medrano, dentro de la Ciudad de Buenos Aires. La misma consistió en recorrer 5 puntos relevantes, los reservorios y el sistema pluvial del Parque Sarmiento, el entubamiento del Arroyo Medrano (visita al interior del mismo), el reservorio de Villa Martelli, la desembocadura del Arroyo Holmberg y la desembocadura del Arroyo Medrano.

La finalidad de la visita fue la de corroborar el estado de algunas obras y la información que se tenía mediante planos con respecto a puntos de conexiones, dimensiones, funcionamientos de la red pluvial y las desembocaduras. Asimismo, se pudo comprobar el estado de las redes y los reservorios, de sus mantenimientos y operaciones.

## 1.1 Parque Sarmiento

El ingreso al parque Sarmiento se realizó a través de la entrada de Avenida Ricardo Balbín en dirección a los reservorios. En la Figura 1 se observan las ubicaciones de las fotografías tomadas a modo de lograr una más clara representación de lo visto en el campo.



*Figura 1. Parque Sarmiento - Localización de las fotografías*

En la Figura 2 muestra el reservorio y allí pueden verse la conexión del mismo con el M15, conducto que luego se conecta con el entubamiento del Medrano (la Figura 11 muestra la conexión desde el interior

del conducto). Puede observarse el desnivel que el mismo presenta con respecto al resto del parque, la altura de sus paredes y también los canales de conducción para caudales bajos a modo de encauzarlos.



*Figura 2. Fotografía 1 - Reservorio Parque Sarmiento, ingreso al M15*

En la Figura 3 se muestra un canal lateral de colección de las aguas pluviales y la conexión del mismo al M15. El canal recorre todo el lateral del reservorio teniendo una longitud de aproximadamente 100 metros.



*Figura 3. Fotografía 2 - Reservorio Parque Sarmiento, canal de ingreso al M15*

La Figura 4 muestra una vista más amplia del reservorio, donde a la izquierda es donde se encuentra la descarga mencionada en la Figura 2 y en el extremo que se observa al fondo de la fotografía se ubica el canal de la Figura 3.





*Figura 4. Fotografía 3 - Reservorio de Parque Sarmiento*

En la Figura 5 se muestran las cámaras existentes en la superficie que forman parte de la curva que presenta el M15 antes de conectarse al entubamiento del Arroyo Medrano



*Figura 5. Fotografía 4 - Traza del M15, cámaras en curva de conexión con el Arroyo Medrano*



## 1.2 Entubamiento Arroyo Medrano

Se llevó a cabo una visita al interior del entubamiento del Arroyo Medrano. La misma fue realizada iniciando el descenso en la cámara ubicada cercana a la General Paz a la altura de las estaciones de servicio Shell, del lado de CABA. Desde allí se avanzó hacia el límite con la Provincia y luego se pudo recorrer hasta llegar, finalizando la visita, al parque Saavedra. El recorrido puede ver en la Figura 6 donde se muestran las ubicaciones de cada una de las fotografías que fueron tomadas.



*Figura 6. Recorrido en entubamiento de Arroyo Medrano - Localización de las fotografías*

En la Figura 7 se observa tanto la cámara de ingreso al entubamiento como el equipo con el que se realizó la visita. El equipo era tal que permitía mantenerse aislado del agua del arroyo, guantes para evitar cortes o lastimaduras, protección para los ojos en caso de salpicaduras y de un barbijo para evitar la inhalación de residuos tóxicos.

De las imágenes de los conductos pluviales que acometen al entubamiento se pudo observar que muchos de ellos están realizando vuelco de caudales bajos aún en tiempo seco (la visita fue realizada un día sin lluvias y no se habían registrado lluvias en la región en los días previos).



*Figura 7. Fotografía 5 - Parque Sarmiento - Punto de descenso al entubamiento del Arroyo Medrano*

En la Figura 8 se observa suciedad existente en una de las columnas a la altura del descenso en el parque Sarmiento. La suciedad se amontona contra las columnas y su altura es superior a medio metro. No todas las columnas presentan este nivel de suciedad, se presenta más comúnmente en reducciones y curvas.



*Figura 8. Fotografía 6 - Suciedad en columnas del conducto*

En la Figura 9 se observa el ingreso del conducto M18 al entubamiento del arroyo Medrano. Se evidencia que su sección es la de un *modelo* y que el mismo tiene un escalón de aproximadamente 20 centímetros en el punto de conexión.





*Figura 9. Fotografía 7 - Ingreso del M18 al conducto*

En la Figura 10 se observa, al final de la misma, el punto de conexión del entubamiento entre lo que corresponde a CABA y lo que proviene desde la Provincia.



*Figura 10. Figura 8 - Unión del entubamiento con conducto de Provincia de Buenos Aires*

En la Figura 11 se observa la conexión del M15 con el entubamiento del arroyo Medrano. En fotografías anteriores se había podido evidenciar los puntos de conexiones al mismo que existen en el parque y también las cámaras que forman parte de la curva que el mismo presenta previo a generar el empalme en cuestión.



*Figura 11. Fotografía 9 - Ingreso del M15 con el entubamiento*

En la Figura 12 se muestra el caudalímetro que está ubicado a la altura del Parque Sarmiento. El mismo presenta, a modo de protección, una reja que evita el impacto directo de cualquier suciedad con el aparato. El mismo se encuentra ubicado en el techo del conducto y en la reja de protección se evidencia la existencia de suciedad, por lo que se observa que el conducto funciona regularmente a sección llena.



*Figura 12. Fotografía 10 - Caudalímetro*

En la Figura 13 se observa que la sección del entubamiento presenta una disminución en su altura, esto se debe a que por ese punto pasa un conducto cloacal de grandes dimensiones. Esta reducción de altura es de aproximadamente 1 metro, dando una altura útil del entubamiento de 2,30 metros, y se desarrolla a la altura de la Av. Triunvirato.





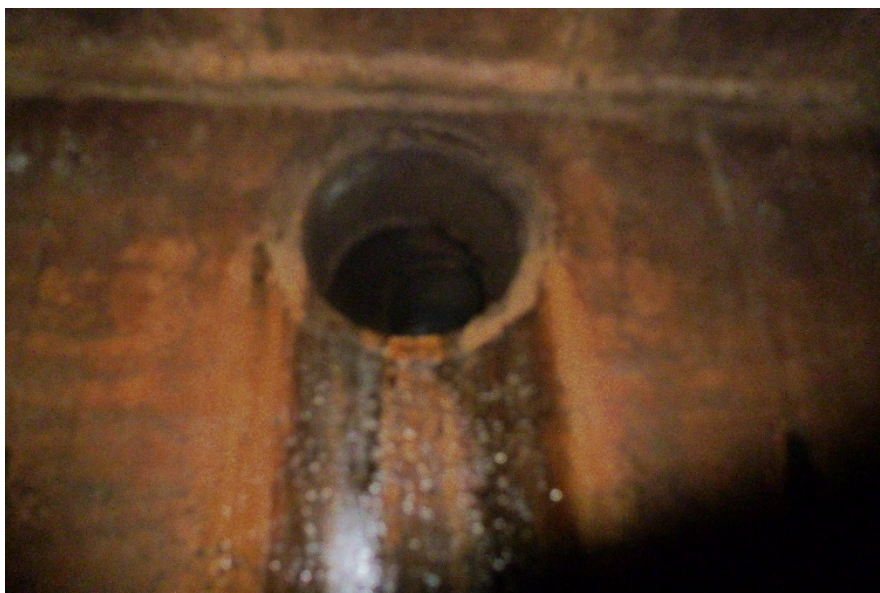
*Figura 13. Fotografía 11 - Reducción en entubamiento altura Av. Triunvirato*

En la Figura 14 se muestran puntos de ingreso de conductos, a la altura de la avenida Triunvirato, pluviales al entubamiento.



*Figura 14. Fotografía 12 – Descarga de dos conductos de diámetro de 500mm, altura Av. Triunvirato*

En la Figura 15 se muestran puntos de ingreso de conductos, a la altura de la calle Machain, pluviales al entubamiento.



*Figura 15. Fotografía 13 - Descarga de conducto de diámetro de 600mm, altura calle Machain*

En la Figura 16 se muestran puntos de ingreso de conductos, a la altura del Ferrocarril, pluviales al entubamiento.



*Figura 16. Fotografía 14 - Descarga de conducto altura Ferrocarril*

En la Figura 17 se muestra el ingreso del conducto pluvial en la altura de la calle Tronador.





*Figura 17. Fotografía 15 - Descarga de conducto de diámetro de 1000mm, altura calle Tronador*

En la Figura 18 se muestra el ingreso de un conducto pluvial de geometría de modelo a la altura del parque Saavedra.

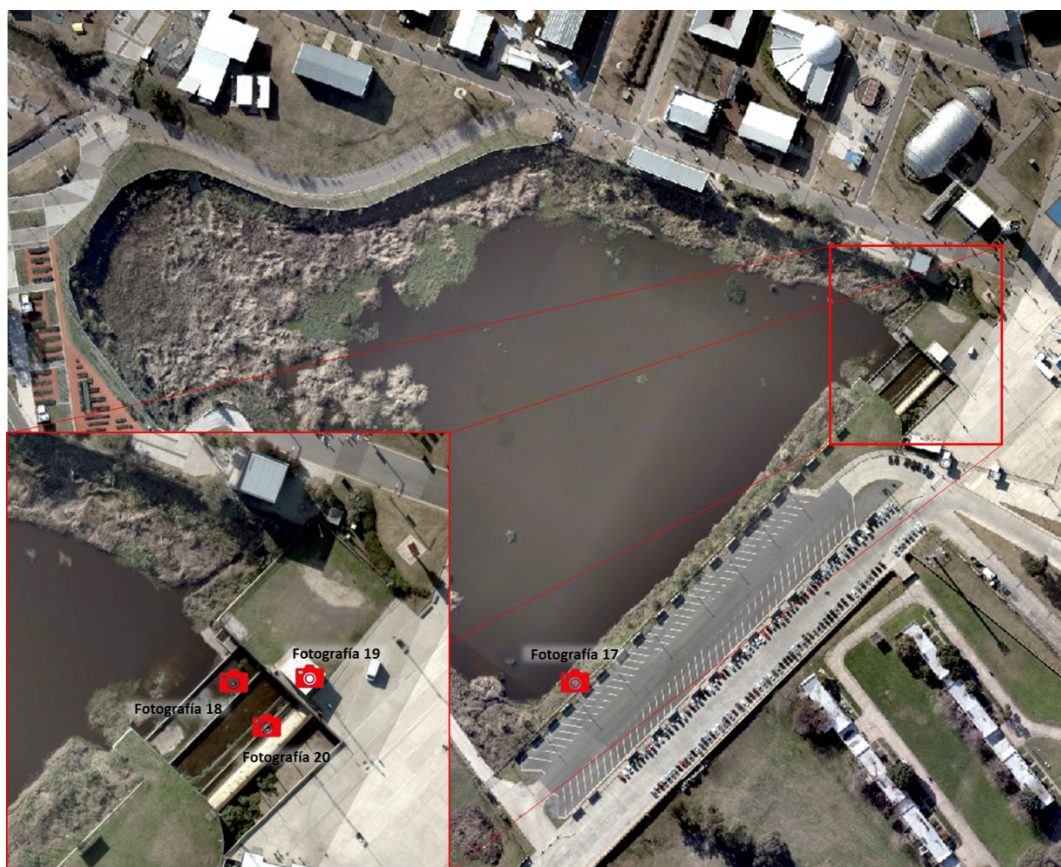


*Figura 18. Fotografía 16 - Descarga de conducto MOD altura Parque Saavedra*

### 1.3 Reservoirio Villa Martelli

Se realizó una visita al reservorio de Villa Martelli (predio de Tecnópolis), donde se pudo observar la extensión del mismo y la estructura de descarga del mismo al entubamiento del Medrano. Esta visita se realizó sobre la superficie, no hubo ingreso al entubamiento a esta altura del mismo.

Se pudieron constatar las dimensiones que el mismo presenta, tales como las alturas de los muros laterales, alturas de las descargas y sus extensiones. En la Figura 19 se muestra los puntos en los que fueron tomadas las fotografías de este relevamiento.



*Figura 19. Cuenca Villa Martelli - Localización de las fotografías*

En la Figura 20 se observa la extensión del reservorio de Villa Martelli.





*Figura 20. Fotografía 17 - Vista del cuenco Villa Martelli*

En la Figura 21 puede observarse la estructura que tiene el reservorio en conexión con el entubamiento. Dicho ingreso se produce sobrepasando la cota del vertedero, luego estabilizando el flujo y finalmente ingresando al cuenco. El vaciamiento del mismo se produce a través de conductos que se encuentran a la izquierda de la fotografía, siendo de pequeño diámetro permitiendo su lento vaciado y evitando el aporte de caudales al entubamiento durante el momento de estado de carga del mismo.



*Figura 21. Fotografía 18 - Vista de estructura de ingreso/egreso del entubamiento al cuenco*

En la Figura 22 se muestra el sistema de control de las compuertas de descarga del reservorio hacia el entubamiento.



*Figura 22. Fotografía 19 - Sala de máquinas de compuertas en Cuenca Martelli*

En la Figura 23 se muestra el dispositivo que se encuentra a la altura del vertedero que tiene la finalidad de realizar las mediciones de alturas de agua que se produzcan en el punto de ingreso del reservorio.





*Figura 23. Fotografía 20 - Medidor de alturas en Cuenca Martelli*

## 1.4 Desembocadura Arroyo Holmberg

Se realizó la visita a la desembocadura del arroyo Holmberg. Se pudo observar que en la descarga el conducto presenta dos secciones rectangulares y su altura de agua depende del nivel del Río de la Plata. En el lugar se cuenta con un sensor de mediciones de alturas de las aguas.



*Figura 24. Fotografía 21 - Desembocadura de Arroyo Holmberg*



*Figura 25. Fotografía 22 - Medidor de alturas en descarga de Arroyo Holmberg*



## 1.5 Desembocadura Arroyo Medrano

Al realizar la visita a la desembocadura del arroyo Medrano se pudo observar que en la zona se está llevando a cabo una obra de relleno en la margen izquierda del mismo, como se observa en la Figura 26.

La descarga fue rectificada y sus márgenes se encuentran protegidas a la erosión como puede ser observado en la Figura 27, fotografía donde puede observarse toda la traza de la desembocadura, estando el Río de la Plata a la derecha de la misma y la descarga del conducto a la izquierda.



*Figura 26. Fotografía 23 - Zona de relleno en descarga del Arroyo Medrano*



*Figura 27. Fotografía 24 - Descarga del Arroyo Medrano al Río de la Plata*

En la Figura 28 se observa el canal de descarga a la altura de la colectora de Cantilo, donde se evidencia un sistema de limpieza de suciedades que llegan a la desembocadura. Cuentan con una draga de pala y un sistema de tolva y rieles a modo de poder llevar a cabo la limpieza del mismo.



*Figura 28. Fotografía 25 - Descarga Arroyo Medrano altura Colectora Avenida Cantilo*



## ANEXO II. Precipitaciones máximas anuales (mm) OCBA (Villa Ortuzar)

	30	60	90	120	180	360	720	Pdiaria
1937	27	43	56	62	62	62	63	77.6
1938	20	24	26	29	30	34	61	63.9
1939	20	29	37	44	49	50	66	99.4
1940	34	39	40	41	46	47	108	138.2
1941	24	29	34	39	45	52	71	83.9
1942	24	38	47	51	54	57	75	86.4
1943	17	20	24	27	29	36	70	82.2
1944	29	36	41	50	50	50	102	108.7
1945	33	40	50	60	60	60	141	103.6
1946	35	51	59	63	64	67	77	99.8
1947	27	34	50	57	59	59	85	82.3
1948	31	39	41	41	46	46	77	80.8
1949	47	51	51	52	53	53	53	64.2
1950	13	19	25	30	30	30	85	97
1951	35	55	62	63	63	63	120	138.5
1952	43	48	48	48	50	50	92	100
1953	31	45	50	53	53	53	86	98.5
1954	20	22	26	27	28	28	81	77.3
1955	41	49	51	51	61	61	62	79.2
1956	17	18	19	19	32	33	33	71.5
1957	35	41	42	42	42	42	42	83.5
1958	38	40	40	40	40	40	60	68.3
1959	30	47	62	67	70	70	-888	118.7
1960	21	34	42	44	44	45	93	63.1
1961	33	38	41	43	57	60	80	87.6
1962	40	54	56	58	61	64	111	108.5
1963	32	35	40	47	56	74	126	76.1
1964	24	38	46	52	53	64	82	82.4
1965	25	25	25	32	38	47	47	62.8
1966	27	32	35	36	36	36	62	86.7
1967	23	23	24	27	28	30	77	81.5
1968	28	40	52	61	81	93	127	124.1
1969	60	82	88	88	88	88	88	95.6
1970	29	36	36	38	50	58	60	60.8
1971	42	48	50	53	55	68	95	83.6
1972	18	27	29	31	34	51	73	76.9
1973	24	43	64	85	96	100	103	104.2
1974	25	28	35	38	38	49	65	172.7
1975	26	29	31	33	36	44	56	104.9
1976	30	34	45	49	57	75	87	90
1977	27	38	41	49	63	72	73	74.1
1978	38	47	49	55	62	67	92	89.5
1979	24	27	30	33	43	61	71	89.4
1980	31	40	40	53	55	68	83	70.4
1981	27	31	37	39	46	46	71	78
1982		28			67	83	100	107
1983	31	37	39	41	41	41	73	65.1
1984	50	59	68	68	68	68	84	84.3
1985	29	52	61	71	82	106	248	188.4

1986	34	35	35	35	35	41	42	61.6
1987	70	72	74	76	80	91	104	109
1988	21	28	30	31	40	46	100	91.4
1989	26	45	57	66	75	98	119	142
1990	39	42	55	67	79	118	119	115.6
1991	31	45	56	57	59	60	69	85.6
1992	37	54		79	81	90	90	111.9
1993	21	30	32	35	50	80	90	91.6
1994	32	47	57	64	66	66	66	68.7
1995	27	27	28	37	48	53	53	53.7
1996	19	33	43	47	52	52	52	80.7
1997	41	49	52	62	66	84	107	100.7
1998	28	50	60	69	71	79	79	77.4
1999	20	25.8	30	36.2	49	77.4	104.9	101.8
2000	48.2	54	59.4	60.1	60.1	74.6	105.4	111.6
2001	55	98.3	125.1	131.8	141.3	143.6	143.6	145.5
2002	29.9	38.6	39.3	46.6	56.5	69.3	89.2	119.5
2003	49.9	79.9	88.8	93	99.7	109	109	116.3
2004	30.9	48	62.7	68.3	81.1	96.8	105.1	119
2005	27	37.8	38.3	38.8	43.9	52.3	68.4	74.8
2006	24	37.6	42.3	52.9	60.4	79.8	93.2	96.7
2007	39.4	53.1	62.5	62.9	65	65	65	65.4
2008	27.9	42.5	44.9	44.9	44.9	44.9	44.9	60
2009	53.7	57.1	58.3	58.3	58.3	58.6	71.8	72.6
2010	49.8	75.4	91.3	93.2	93.2	93.2	93.2	92
2011	21	30	34.3	39.7	43.8	51.2	66	83
2012	43	60	75.2	86.7	105.4	120.4	125.3	122
2013	48.4	69.8	80.2	100	110.3	110.3	110.3	159
2014	42	47.2	49.7	52.6	58.5	67	67.2	132
2015	24.2	32.6	49.1	55.4	71.4	79.3	79.3	85
2016	28.8	31.9	35	39.1	40.8	40.8	41.5	52



### ANEXO III. Tests de homogeneidad

#### a. Test de Mann - Kendall

A partir de los datos cronológicos de la muestra  $X_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$ , donde  $i$  representa el año de registro, se calcula:

$$S = \sum_{i=1}^{N-1} s(i)$$

Donde:  $s(i)$  es el número de valores de  $X_j > X_i$ , siendo  $i < j \leq N$ , o sea para cada valor  $X_i$  ordenado cronológicamente se calcula cuantos valores posteriores lo superan. Obviamente para el último valor no se define  $s(i)$  porque no existe valor posterior, por eso la suma de estos va hasta  $N-1$ .

Asimismo se calcula:

$$T = \sum_{i=1}^{N-1} t(i)$$

Donde:  $t(i)$  es el número de valores de  $X_j < X_i$ , siendo  $i < j \leq N$ , o sea para cada valor  $X_i$  ordenado cronológicamente se calcula cuantos valores posteriores son menores.

Con los valores “ $S$ ” y “ $T$ ” calculados, se define el índice: “ $I = S - T$ ”, que debe ser próximo a cero si la hipótesis nula es verdadera. Por lo tanto debe verificarse que:

$I < I_{\text{crítico}}(\alpha)$ , o sea que el índice “ $I$ ” calculado sea menor que un valor de “ $I_{\text{crítico}}$ ” tabulado en función del tamaño de la muestra y según diferentes niveles de significación ( $\alpha$ ).

Para tamaños de muestra mayores a 10, se puede utilizar una forma simplificada, donde se transforma el índice “ $I$ ” a “ $V$ ” por la expresión:

$$V = \frac{I - 1}{\sqrt{\frac{N(N-1)(2N+5)}{18}}}$$

Los valores de “ $V_{\text{crítico}}$ ”, obtenidos de una distribución normal, para diferentes niveles de significación “ $\alpha$ ” son:

Nivel de significación “ $\alpha$ ”	0.01 (1%)	0.05 (5%)	0.1 (10%)
<b>Vcrítico</b>	2.33	1.64	1.28

Estos valores de “ $V_{\text{crítico}}$ ” se comparan con los “ $V$  calculados”, si resultan los calculados menores que los críticos se acepta la hipótesis nula de igualdad de submuestras.

Los resultados obtenidos al aplicar el Test de Mann-Kendall a las Precipitaciones Máximas de Villa Ortuzar para el período 1937 – 2016, en duraciones de 1 hora y 3 horas se muestran en la Tabla 1. Se destacan los valores donde se “Rechaza la Hipótesis de Homogeneidad” con su correspondiente nivel de significación.

Tabla 1. Test de Mann-Kendall. Precipitaciones máximas anuales

Estación	Serie	V calculado	Nivel de significación superado
Villa Ortuzar	1937 – 2016 dur= 1 hora	2.23	5%
Villa Ortuzar	1961 – 2016 dur= 1 hora	2.11	5%
Villa Ortuzar	1971 – 2016 dur= 1 hora	2.08	5%
Villa Ortuzar	1937 – 2016 dur= 3 horas	3.09	1%
Villa Ortuzar	1961 – 2016 dur= 3 horas	1.97	5%
Villa Ortuzar	1971 – 2016 dur= 3 horas	1.74	5%

## b. Test de Smirnov

Es de interés cuando se sospecha apriori a partir de que año se presentan interferencias. Por lo tanto de los  $X_i$  valores se han identificado previamente dos submuestras  $X_1, X_2, \dots, X_n$  y  $X_{n+1}, X_{n+2}, \dots, X_{n+m}$ , siendo la longitud de cada muestra “n” y “m” respectivamente y la cantidad de datos total (n+m).

Para la aplicación del test se deben ordenar todos los datos de menor a mayor sin distinción de submuestras. Para cada valor de  $X_i$  ordenado se calculan:

$R(i)$ : que es el número de valores de  $X$  menores o iguales a dicho  $X_i$  que pertenecían a la primer submuestra (n).

$S(i)$ : que es el número de valores de  $X$  menores o iguales a dicho  $X_i$  que pertenecían a la segunda submuestra (m).

Luego se calcula el índice “d(i)” con la siguiente expresión:

$$d(i) = \left[ \frac{R(i)}{n} - \frac{S(i)}{m} \right]$$

Esta diferencia tiende a cero cuando la hipótesis nula es verdadera. Se determina “D” que es el máximo valor absoluto de “d(i)” y se calcula “Z” con la siguiente expresión:



$$Z = D \sqrt{\frac{n * m}{n + m}}$$

Se contrasta éste “Z calculado” con el valor de “Z crítico” en función al nivel de significancia “ $\alpha$ ” adoptado. Los valores de “Z crítico”, obtenidos de la función de Smirnov, son:

Nivel de significación “ $\alpha$ ”	0.01 (1%)	0.05 (5%)	0.1 (10%)
<b>Zcrítico</b>	1.628	1.358	1.224

Si  $Z \leq Z_{cri}$ , entonces se acepta la hipótesis nula, considerando que las dos submuestras son iguales estadísticamente.

Los resultados obtenidos al aplicar el Test de Smirnov se muestran en la Tabla 2. Se destacan los valores donde se Rechaza la Hipótesis Nula con su correspondiente nivel de significación. Cuando se acepta la  $H_0$  (no hay diferencia entre las submuestras) se indica (-).

Tabla 2. Test de Smirnov.

Estación	Serie	Año de separación	Zcalculado	Nivel de significación superado
Villa Ortuzar	1937 – 2016 dur= 1 hora	1960	0.85	-
		1965	0.81	-
		1970	1.01	-
		1975	1.04	-
		1980	1.28	10%
		1985	1.34	10%
		1990	1.25	10%
Villa Ortuzar	1961 – 2016 dur= 1 hora	1980	1.20	-
		1985	1.24	10%
		1990	1.18	-
Villa Ortuzar	1971 – 2016 dur= 1 hora	1985	0.90	-
		1990	1.01	-
Villa Ortuzar	1937 – 2016 dur= 3 horas	1960	1.37	5%
		1965	1.62	5%
		1970	1.44	5%
		1975	1.57	5%
		1980	1.82	1%
		1985	1.48	5%
		1990	1.27	10%
Villa Ortuzar	1961 – 2016 dur= 3 horas	1980	1.26	10%
		1985	1.06	-
		1990	1.10	-

Villa Ortuzar	1971 – 2016 dur= 3 horas	1985	0.81	-
		1990	1.05	-



ANEXO III. Estimación de PMP

Precipitaciones diarias máximas anuales  
ordenadas (mm)

	Villa Ortuzar	Aeroparque	Palomar	Castelar	Don Torcuato
1	188.4	190.8	201.5	189.0	212.6
2	172.7	184.5	142	178.0	200
3	159	169.8	131.2	160.0	155
4	145.5	152.3	126	123.5	136
5	142	150	124	122.5	133
6	132	131	121	119.5	131.5
7	124.1	129	119	115.0	131
8	119.5	128	110	115.0	128
9	119	125	110	113.5	126.6
10	116.3	122.4	106.5	110.5	110
11	115.6	119.6	105.2	109.5	108
12	115	114.1	102.4	106.0	100.4
13	111.9	110	102	101.0	96.7
14	111.6	110	101	96.5	95
15	109	109.8	100.4	96.5	94.8
16	108.5	108.7	95.2	93.0	94.8
17	107	108	95	92.0	94
18	104.9	105	95	90.0	90.8
19	104.2	103	93.2	89.5	89.5
20	101.8	102	92	88.4	84
21	100.7	101	90	88.0	83.1
22	96.7	100.5	90	87.5	78
23	92	99	86	87.0	77.5
24	91.6	95.3	83.6	86.9	76.1
25	91.4	95.2	82	86.6	68
26	90	93.9	78.4	86.5	64
27	89.5	89	77.6	86.0	61.7
28	89.4	84	77.5	85.0	59.9
29	88.3	83	77	83.0	59.5
30	88	82	76	83.0	57.3
31	87.6	81	74	81.5	54.8
32	86.7	80.9	72	78.0	50
33	86	80	71.9	78.0	
34	85	79.2	71.3	77.5	
35	84.3	79	71	76.5	
36	84	78.8	69.5	74.5	
37	83.6	78.5	68.8	72.0	
38	83	76.1	68.8	71.0	
39	82.4	74.5	68.7	70.0	
40	81.5	74.2	68.3	68.0	
41	76.9	73.3	68	67.5	
42	75	73	68	66.5	
43	73.5	72.3	68	65.5	
44	72.4	69.1	67	65.0	
45	72.3	68.6	64	65.0	
46	71.2	67.5	64	<b>63.5</b>	

47	71	67.2	62.1	63.5
48	68.7	66.8	60.3	60.3
49	68.2	64.9	59.7	59.0
50	68	64.3	59	58.8
51	64.9	53.4	56.6	57.5
52	62.8	52.3	55.5	56.5
53	58.1	52.2	55	56.2
54	55.6	51	52.6	54.4
55	51.9	51	42	53.0
56	49.4			51.4

	Villa Ortuzar	Aeroparque	Palomar	Castelar	Don Torcuato
MEDIA (mm)	95.2	95.0	85.4	87.1	100.1
DESVIO STD (mm)	28.70	32.26	27.47	28.73	39.15
MAX (mm)	188.4	190.8	201.5	189	212.6
N	56	55	55	56	32

	Villa Ortuzar	Aeroparque	Palomar	Castelar	Don Torcuato
Fom	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99
Fod	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98
F1m	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01
F1d	1.00	1.00	1.00	1.00	1.03
k adoptado	10	10	10	10	10
<b>PMPc diaria (mm)</b>	<b>382</b>	<b>418</b>	<b>360</b>	<b>374</b>	<b>493</b>
factor P24hs - Pdiaria	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13
<b>PMPc 24 hs (mm)</b>	<b>432</b>	<b>472</b>	<b>407</b>	<b>423</b>	<b>557</b>



# Incremento en las precipitaciones máximas en la cuenca del Arroyo Medrano debido al cambio climático

## 1.1 Cambio climático. Generalidades

Existe evidencia científica respecto a que el patrón de lluvias en la porción inferior de la cuenca del Plata está en aumento, y que la perspectiva en el futuro mediano es tener mayores precipitaciones que las actuales. Los antecedentes mayoritariamente reflejan los incrementos en las precipitaciones anuales y/o variaciones estacionales; y en forma mucho menos frecuente, la evolución esperada en las tormentas severas.

Entre las causas del calentamiento global, Barros V. y otros (2005), en “El cambio climático y la costa argentina del Río de la Plata” indica “: En el último siglo y medio, como consecuencia de la actividad humana hubo un aumento del 30% de la concentración del CO<sub>2</sub>, un 150% del metano y un 16% del óxido nitroso en la atmósfera. Por otra parte, en los últimos 150 años también hubo un aumento de 0,6°C en la temperatura de la superficie terrestre en ambos hemisferios.” En los impactos del cambio climático (predicciones para el siglo XXI) los modelos climáticos globales generan proyecciones para ciertos aspectos globales:

- Aumento de la precipitación en general, pero con disminución en algunas regiones;
- Aumento del nivel medio del mar. Se prevé que en el año 2100 estará unos 60cm más alto que en la actualidad;
- Problemas de inundación en áreas costeras, deltas y costas de estuarios, con las consiguientes migraciones y traslados de las poblaciones costeras;
- Cambio ecológico sin precedentes desde que el hombre habita el planeta (extinción de especies y ecosistemas);
- Se afectaría la agricultura, los recursos hídricos y los sistemas costeros;
- El impacto sería mayor en los países en desarrollo que dependen más de los recursos naturales y tienen menor capacidad de adaptación.

En el estudio llevado a cabo por el Centro de Investigaciones de Mar y la Atmósfera (CIMA) con respecto al Cambio climático en Argentina, tendencias y proyecciones (2015), se analizaron las temperaturas en la región. En más de la mitad de la región húmeda la temperatura media anual aumentó en más de 0,5°C entre 1960 y 2010 y en promedio en más de 0,3°C. La mayor parte de este aumento se registró por un salto a principios de la década de 1980.

En la Tabla 1 se muestran los valores medios, mínimos y máximos de las temperaturas para la provincia de Buenos Aires y la variación de cada uno de los trimestres analizados.

Tabla 1. Valores medios y cambios de la temperatura media en Buenos Aires

		Temperaturas en Buenos Aires entre los años 1950 – 2010 [°C]				
		<i>DEF</i> <sup>1</sup>	<i>MAM</i> <sup>2</sup>	<i>JJA</i> <sup>3</sup>	<i>SON</i> <sup>4</sup>	<i>Anual</i>
<b>Temperatura media</b>	<i>Medio</i>	21,0	11,9	9,9	17,9	15,2
	<i>Cambio</i>	0,5	0,4	0,5	1,0	<b>0,6</b>
<b>Temperatura mínima</b>	<i>Medio</i>	14,2	6,4	4,2	11,3	9,0
	<i>Cambio</i>	1,0	0,5	0,6	1,1	<b>0,8</b>
<b>Temperatura máxima</b>	<i>Medio</i>	27,6	17,4	15,6	24,6	21,4
	<i>Cambio</i>	-0,1	0,3	0,4	0,8	<b>0,4</b>

A continuación, en la Figura 1, se muestran las comparativas de las temperaturas para el período 1960-2010 para la región litoral - mesopotámica.

En la zona de la cuenca del A° Medrano y próximas, las temperaturas medias anuales se incrementaron entre 0.5 a 1°C; las temperaturas mínimas en 1°C y las máximas entre 0 a 0.5°C.

<sup>1</sup> Diciembre, enero y febrero.

<sup>2</sup> Marzo, abril y mayo.

<sup>3</sup> Junio, julio y agosto.

<sup>4</sup> Septiembre, octubre y noviembre.

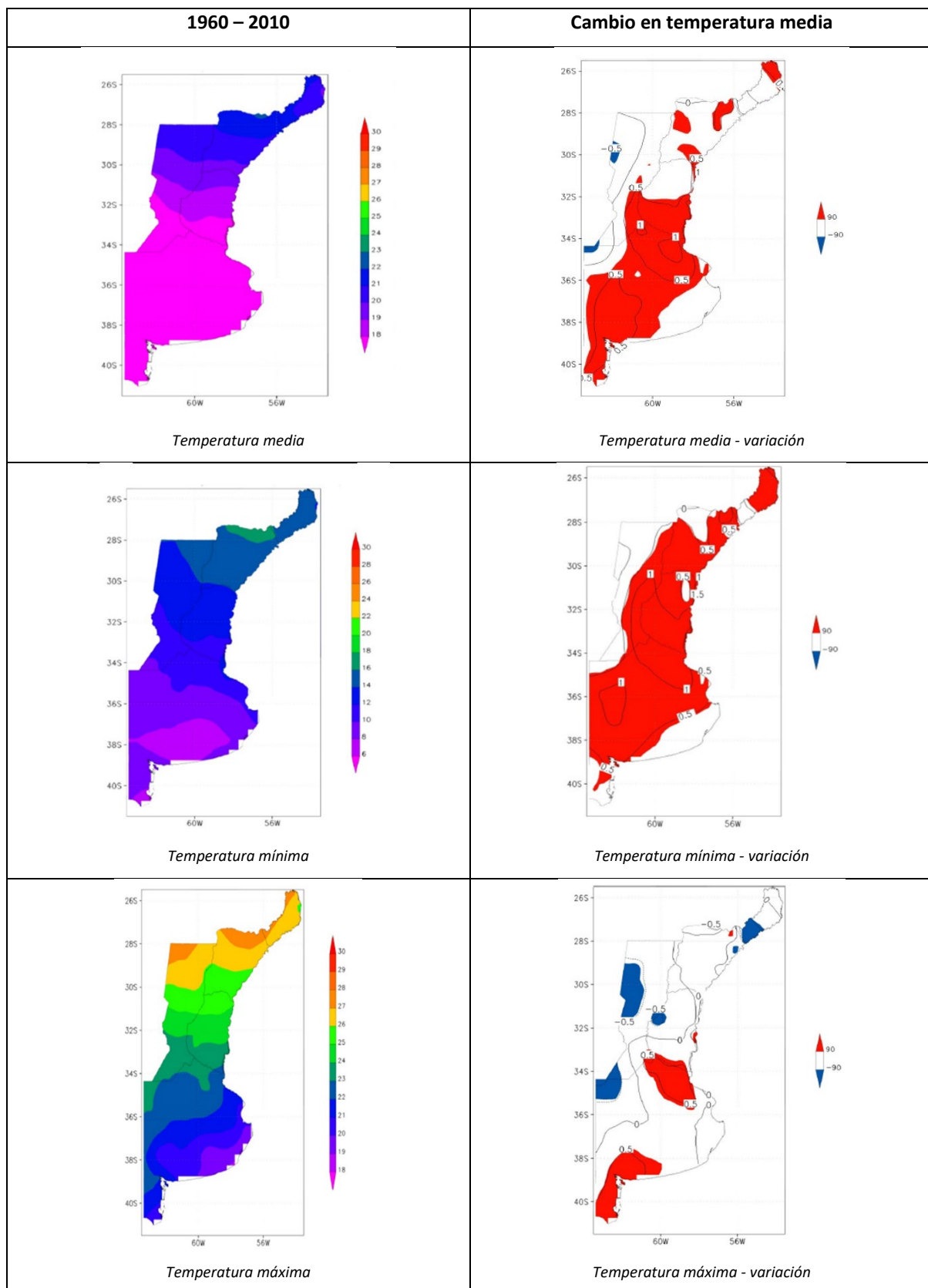


Figura 1. Temperatura media anual [°C] en el período 1960-2010  
FUENTE: CIMA 2015

En casi toda la región húmeda la precipitación aumentó en la segunda mitad del siglo XX. Entre 1690 y 2010, hubo aumentos en la precipitación de entre 100 y 200 mm.



A continuación, en la Figura 2, se observan los gráficos de las variaciones anuales de las precipitaciones, tanto para la media anual como para las 4 estaciones del año. Para cada uno de ellos se muestra la pendiente media.

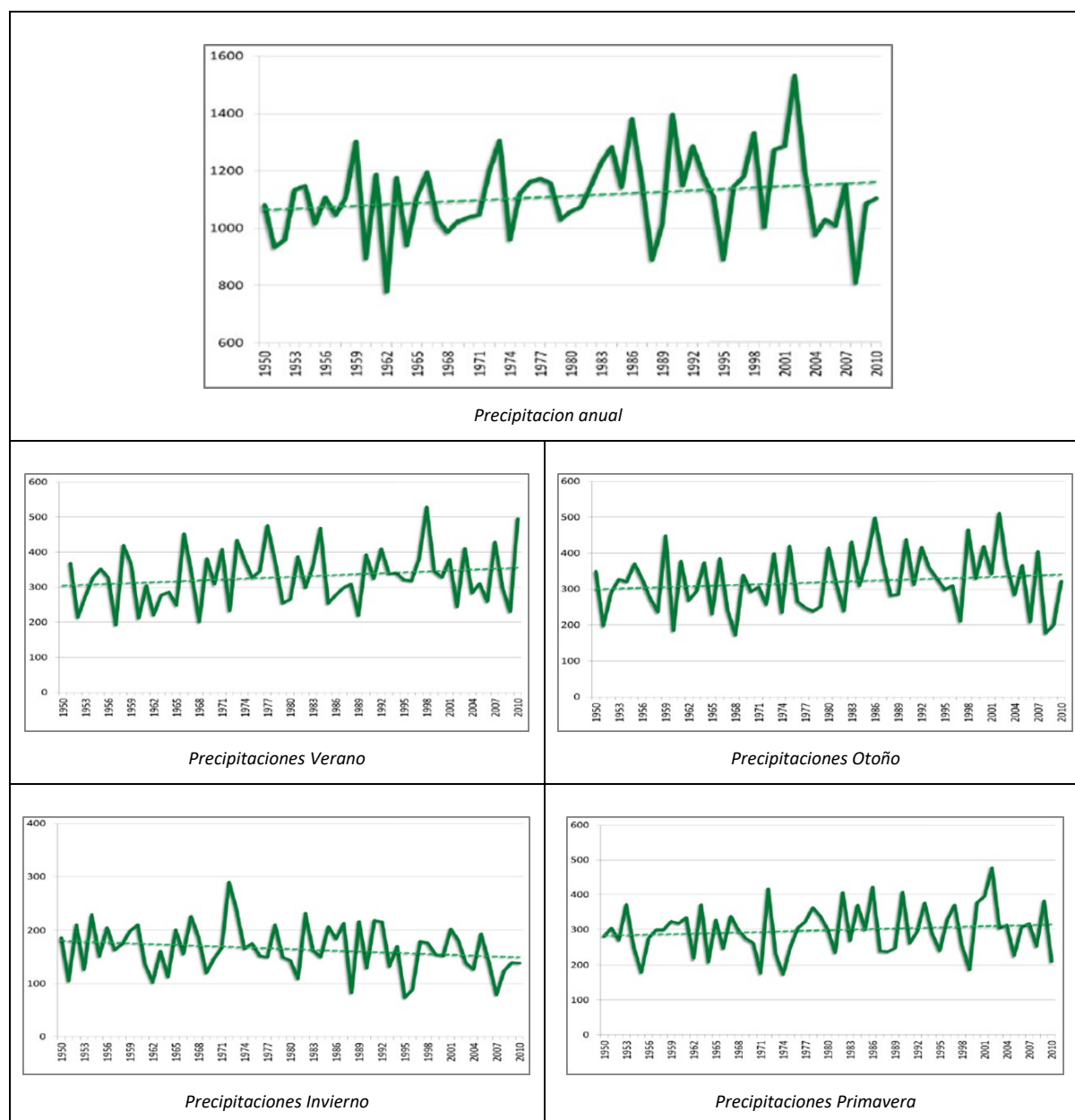


Figura 2. Precipitaciones anuales y estacionales [mm], período 1960-2010

FUENTE: CIMA (2015)

La precipitación media anual aumentó y esto se produjo prácticamente en todas las estaciones, excepto invierno en el que hubo una disminución.

En el futuro cercano, la precipitación media no tendrá mayores cambios y con bastante certeza no se revertirá el aumento registrado entre 1960-2010. Para el futuro lejano y en el escenario RCP8.5 (corresponde a escenario de extremo calentamiento al que se llegaría si no hubiera restricciones a las emisiones globales) habría un aumento del orden del 10%, pero los modelos presentan un importante grado de incertidumbre, por lo que no es posible descartar aumentos mayores.

Los índices calculados indican que habrá una tendencia a que las precipitaciones extremas aumenten con el tiempo y en forma más pronunciada con el escenario RCP8.5. Para el futuro cercano, aunque también habría una tendencia general hacia mayores precipitaciones extremas en casi todos los modelos y escenarios, en algunos inclusive las diferencias con respecto al presente son nulas o hasta negativas.

Es por todo esto que se puede concluir, con los datos observados entre 1960 y 2010, que el calentamiento regional se aceleraría en el siglo XXI y el aumento en las precipitaciones registradas no se revertiría, sino por el contrario, habría una tendencia hacia mayores precipitaciones extremas, pero con incertidumbre en cuanto a la magnitud de los cambios.

Asimismo, en la referencia “Cambio Climático 2014, mitigación del cambio climático - Resumen para responsables de políticas y Resumen técnico” del IPCC, (pág 56), se indica:

Los escenarios que describen cómo podría evolucionar el futuro identifican los factores fundamentales del desarrollo humano que influyen en las emisiones del GEI (Gases de Efectos Invernaderos) y en nuestra capacidad para responder al cambio climático. Los escenarios abarcan una amplia gama de futuros posibles porque el desarrollo humano está determinado por un gran número de factores, entre ellos la toma de decisiones. Los escenarios pueden utilizarse para integrar los conocimientos acerca de los motores de las emisiones de GEI, las opciones de mitigación, el cambio climático y los impactos del clima.

Un elemento importante de los escenarios es la proyección del nivel de interferencias humanas en el sistema climático. Con este fin, se ha elaborado un conjunto de cuatro “trayectorias de concentración representativas” (RCP<sup>5</sup>). En 2100 estas trayectorias alcanzan niveles de forzamiento radiactivo de 2,6<sup>6</sup>; 4,5; 6,0<sup>7</sup> y 8,5<sup>8</sup> vatios por metro cuadrado ( $W.m^{-2}$ ), que se corresponden a una concentración de 450, 650, 850 y 1370 ppm  $CO_2eq$ , que abarcan el intervalo de forzamiento climático antropógeno del siglo XXI. El RCP8.5 es un escenario de extremo calentamiento al que se llegaría si no hubiera restricciones a las emisiones globales y el RCP4.5 es de emisiones moderadas.

Los escenarios que describen cómo evoluciona el futuro sin medidas adicionales y explícitas para mitigar el cambio climático y con la adopción de medidas para limitar las emisiones de GEI, suelen incluir proyecciones socioeconómicas, además de información relativa a las emisiones, la concentración y el cambio climático. Los escenarios de referencia comprenden una amplia gama de hipótesis sobre el crecimiento económico (en las que los ingresos por habitante en 2100 aumentan de tres a ocho veces), la demanda de la energía (con una disminución de la intensidad energética en 2100 de entre el 40% y el 80%) y otros factores, en particular, la intensidad de carbono en la energía.

## 1.2 Precipitaciones máximas con cambio climático

### 1.2.1 Experiencias Internacionales

La Tabla 5 que se acompaña a continuación, presenta criterios normalmente utilizados en diversos países de Europa para contemplar efectos del cambio climático en los escenarios de diseño (DHI: Water Resources Climate Change – Guidelines, 2012).

---

<sup>5</sup> Hacen referencia a la parte de la trayectoria de concentración hasta el año 2100, para las cuales los modelos de evaluación integrados han producido los correspondientes escenarios de emisión. Las trayectorias de concentración ampliadas describen ampliaciones de las trayectorias de concentración representativas entre 2100 y 2500 calculadas utilizando normas sencillas generadas a partir de las consultas con las partes interesadas y no representan escenarios plenamente coherentes.

<sup>6</sup> Trayectoria en la que el forzamiento radiactivo alcanza el valor máximo a aproximadamente  $3W.m^{-2}$  antes de 2100 y posteriormente disminuye (la correspondiente trayectoria de concentración ampliada en el supuesto de que sean constantes las emisiones después del 2100);

<sup>7</sup> Trayectorias intermedias en las cuales el forzamiento radiactivo se estabiliza a aproximadamente  $4,5/6 W.m^{-2}$  después del 2100 (la correspondiente trayectoria de concentración ampliada en el supuesto de que sean constantes las concentraciones después del 2150).

<sup>8</sup> Trayectoria alta para la cual el forzamiento radiactivo alcanza valores superiores a  $8,5 W.m^{-2}$  en 2100 y siguen aumentando durante un lapso de tiempo (la correspondiente trayectoria de concentración ampliada en el supuesto de que sea constantes las emisiones después de 2100 y sean constantes las concentraciones después de 2250).

Tabla 2. Guías europeas de factores de ajuste para cambio climático en diseño de inundaciones y diseño de tormentas

País	Variable	Guía	Referencia
<i>Bélgica</i>	Diseño de inundaciones	30% de incremento para el año 2100	Boukhris and Willems (2008)
<i>Bélgica</i>	Diseño de tormentas	30% de incremento para el año 2100	Willems (2011)
<i>Dinamarca</i>	Diseño de tormentas	20, 30 y 40% de incremento para períodos de retorno de 2, 10 y 100 años para el 2100	Arnbjerg-Nielsen (2008)
<i>Alemania (Bavaria)</i>	Diseño de inundaciones (100 años de período de retorno)	15% de incremento para el año 2100	Hennegriff et al (2011)
<i>Alemania (Baden-Wurtemberg)</i>	Diseño de inundaciones	Incrementos de entre 0 y 75% para el 2050 dependiendo de las ubicaciones y el período de retorno	Hennegriff et al (2011)
<i>Noruega</i>	Diseño de inundaciones	20, 30 y 40% de incremento para el 2100 basado en región, temporada y dimensiones de cuencas	Lawrence and Hisdal (2011)
<i>Reino Unido</i>	Diseño de inundaciones	20% de incremento para el 2100	DEFRA (2006)
<i>Reino Unido</i>	Diseño de tormentas	10, 20 y 30% de incremento para el 2040, 2070 y 2100	DEFRA (2006)

De la misma se deduce que se proponen incrementos en los eventos de diseño que en general se desarrollan entre un 20 – 30%, incrementándose a futuro, con casos del 40% de incremento a 2100.

Como ejemplo de aplicación realizados por Halcrow para la Agencia Ambiental del Reino Unido, se menciona que la aplicación habitual para consideración del cambio climático en simulaciones para determinar áreas de riesgo hídrico con 100 años de recurrencia resultaba en incrementar el evento en un 20% (100+CC).

### 1.2.2 Estimación con datos proyectados del CIMA

El análisis de las precipitaciones máximas anuales, considerando los datos históricos, del futuro cercano y del futuro lejano, se realizó a partir de la información de la base de datos del CIMA (Centro de Investigación del Mar y Atmósfera).

Se procedió a tomar datos de 3 sitios (estaciones) cuya triangulación encierra a la cuenca en estudio, según se indica en la Figura 3.



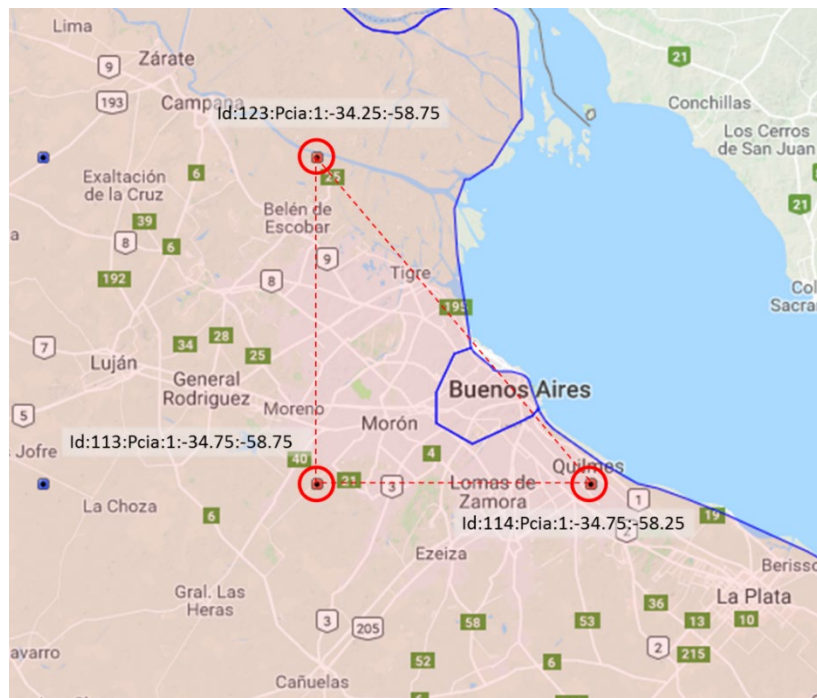


Figura 3. Estaciones con información de precipitación proyectada utilizada

Desde su sitio web ([http://3cn.cima.fcen.uba.ar/3c\\_inicio.php](http://3cn.cima.fcen.uba.ar/3c_inicio.php)) se realizó la descarga y el posterior análisis de la variable de Índices Climáticos para la precipitación máxima de frecuencia anual. La base de datos presenta precipitaciones máximas diarias anuales (Rx1) y máximas anuales acumuladas en 5 días (Rx5), habiéndose utilizado el escenario RCP 8.5 (el más desfavorable).

Para este estudio en particular, y teniendo en cuenta la magnitud y características de la cuenca de aportes, se utilizaron los datos de precipitaciones máximas diarias (Rx1). En la base de datos se encuentran los siguientes períodos:

- Datos históricos: 1961 – 1990;
- Futuro cercano: 2015 – 2039;
- Futuro lejano: 2075 – 2099.

Los modelos climáticos regionales (MCRs) disponibles en el CIMA y analizados son los siguientes:

- *CMCC-CM*: Es un modelo de circulación general de atmósfera-océano, compuesto por los modelos ECHAM5 atmosférico, NEMO (OPA8.2) para océanos y LM2 para océanos-hielo.
- *MRI-CGCM3*: Desarrollado por el Meteorological Research Institute (MRI). Está compuesto de un set de modelos de sistemas de la tierra de MRI y de modelos de atmósfera-suelo, aerosol y océano-hielos;
- *CCSM4*: Desarrollado por la University Corporation for Atmospheric Research (UCAR) con fondos de la National Science Foundations (NSF), Department of Energy (DoE) y Aeronautics and Space Administration (NASA). Incluye 4 submódulos que son tierra, océano-hielo, océano y atmósfera.
- *NorESM1-M*: El Norwegian Earth System Model (NorESM) fue desarrollado por UniResearch AS, Bjerknes Center University of Bergen, Center for Intern Climate and Environmental Research (CICERO), Norwegian Meteorological Institute, Department of Geosciences, University of Oslo, Norwegian Computing Center, Norwegian Institute for Air Research y Norwegian Polar Institute. Se basa en el CCSM4 con la diferencia de las interacciones de radiación por aerosoles y nubes.

Los valores medios de cada período en los 3 sitios, para cada modelo, resultan muy similares; utilizándose en las comparaciones a continuación los valores medios, promedios entre los sitios analizados, los cuales pueden observarse en la siguiente tabla:

Tabla 3. Valores medios de precipitaciones máximas diarias anuales en cada período

Precipitación máxima diaria (Rx1day)				
Período	<i>CCSM4</i>	<i>CMCC-CM</i>	<i>MRI-CGCM3</i>	<i>NorESM1-M</i>
Datos históricos (1961 – 1990)	64	96	55	37
Futuro cercano (2015 – 2039)	75	119	55	41
Futuro lejano (2075 – 2099)	88	137	63	46

Las relaciones entre las medias de los datos históricos respecto a las medias de series de datos futuros, tanto para el escenario cercano como lejano, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4. Relaciones entre los valores medios históricos y los futuros

Relaciones entre valores medios futuros e históricos				
período	<i>CCSM4</i>	<i>CMCC-CM</i>	<i>MRI-CGCM3</i>	<i>NorESM1-M</i>
Datos históricos (1961 – 1990)	1.0	1.0	1.0	1.0
Futuro cercano (2015 – 2039)	1.16	1.24	0.99	1.11
Futuro lejano (2075 – 2099)	1.36	1.43	1.14	1.23

En la siguiente Figura se presentan los resultados de los análisis de los datos extraídos y presentados en las tablas anteriores:

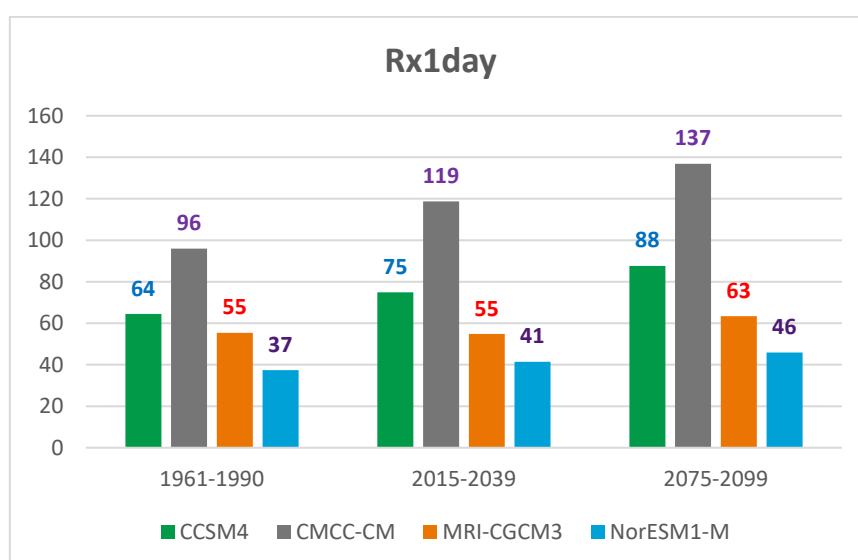


Figura 4. Promedio de precipitaciones máximas diarias anuales Rx1. RCP 8.5

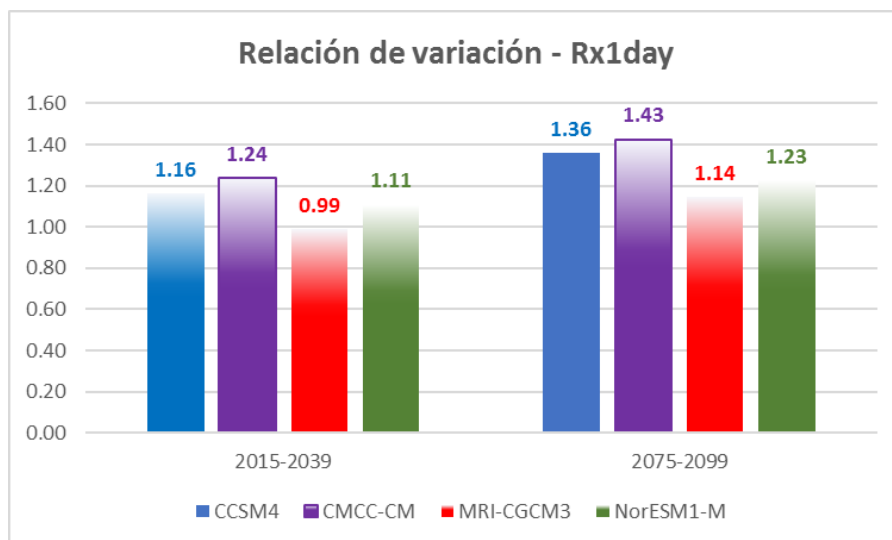


Figura 5. Relación entre valores medios históricos y futuros. Rx1 RCP 8.5

Se observa que los pronósticos indican incrementos de la precipitación máxima diaria (media anual), en la gran mayoría de los casos. Para el caso del período de futuro cercano, aquel que presenta la mayor variación de la precipitación máxima diaria es CMCC-CM con aproximadamente un 24%, lo sigue el CCSM4 con 16% y, por último, los que presentan la menos variación son MRI-CGCM3 y NorESM1-M.

Se observa que las relaciones presentan un incremento que va desde un 0% al 24% para el caso del futuro cercano y de entre el 14% y el 43% para el futuro lejano.

Tomando los dos modelos que producen mayores incrementos, se tiene para el futuro cercano que la media de las precipitaciones diarias máximas anuales se incrementaría en un 20%, y para el largo plazo en 40%.

Se hace notar que:

- Los valores de media y desvío estándar en la serie de precipitaciones máximas diarias anuales Villa Ortuzar 1961-1990 y 1961-2016 (utilizada en el proyecto), no difieren significativamente, resultando las estimaciones para recurrencias medias y bajas, utilizando estos 2 períodos, similares.

Tabla 5. Precipitación anual máxima diaria para diferentes recurrencias (series observadas en Villa Ortuzar)

Recurrencia (años)	Valores de Precipitación anual máxima diaria para diferentes recurrencias (mm)	
	Serie 1961 – 1990	Serie 1961 - 2016
2	88	90
5	113	116
10	133	133

- Los modelos climáticos muestran un rango de incertidumbre importante en cuanto a su habilidad para representar extremos climáticos particularmente vinculados a la precipitación (Camiloni, 2012). Por ende, las series de precipitaciones máximas diarias anuales obtenidas de los modelos de simulación (Rx1), deben tomarse como un indicador y no como valores absolutos, debido precisamente a la baja capacidad que tienen los modelos de representar los valores de precipitación en esa escala temporal.



En función de lo expresado previamente, y teniendo en cuenta que se pretende un análisis de sensibilidad, se propone realizar simulaciones que contemplen el cambio climático (CC) incrementando los eventos pluviométricos en un 20% para un horizonte a 2040 y de un 40% para un horizonte a 2100, tomando como indicadores los dos modelos que proyectan mayores incrementos.

## 1.3 Referencias

El cambio climático y la costa argentina del Río de la Plata, Barros V. y otros, 2005

Water Resources Climate Change – Guidelines. How to achieve sustainable adaptation. Danish Hydraulic Institute DHI, 2012.

Cambio climático en la ciudad de Buenos Aires: cambios observados y escenarios futuros. Camilloni, I; 2012.

“Cambio Climático 2014, mitigación del cambio climático - Resumen para responsables de políticas y Resumen técnico” del IPCC,

Plan de Acción frente al Cambio Climático 2020. Buenos Aires Ciudad. 2015.

Cambio climático en Argentina, tendencias y proyecciones. Centro de Investigaciones de Mar y la Atmósfera (CIMA), 2015.

## ANEXO II.5: LISTADO DE DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA ANALIZADO

### CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA

- Plan Director de Ordenamiento Hídrico de la Ciudad de Buenos Aires (PDOH), (Halcrow – IATASA – Latinoconsult, 2006),
- Informe de las Precipitaciones Ocurridas en el País Durante el mes de abril 2013 (Servicio Meteorológico Nacional),
- Características Meteorológicas del Evento de Precipitaciones Intensas ocurridas el 2 de abril de 2013 (Servicio Meteorológico Nacional -25 de abril de 2013),
- Estudio sobre la inundación ocurrida los días 2 y 3 de abril de 2013 en las ciudades de La Plata, Berisso y Ensenada. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ingeniería. Departamento de Hidráulica. Mayo 2013.
- Proyectos Ejecutivos para varias Cuencas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y Estudios Complementarios del Riachuelo. Programa de Gestión del Riesgo Hídrico de la Ciudad de Buenos Aires. Préstamo BIRF N° 7289-AR. Estudio Hidrodinámico del Riachuelo, Serman & Asoc. – O. Grimaux & Asoc. – ATEC – DHI. 2014.
- Informe de máximos de precipitación registrados en la Estación Observatorio Central Buenos Aires - Villa Ortúzar, desde enero 2000 a diciembre 2016 (formato Excel).

### MODELACIÓN MATEMÁTICA

- Informe de relevamiento aéreo LIDAR/fotográfico (“INFORME DE RED.PDF”, Consultores Argentinos Asociados S.A.);
- Informe de configuraciones del ajuste de red primaria y secundaria (“AJUSTE\_RAP.PDF” y “AJUSTE\_RAS.PDF”, Trimble Business Center);
- Informes de procesamiento de líneas base (Trimble Business Center);
- Formulario de información de la Estación GNSS Permanente IGM1 (“IGM1.PDF”, Red Argentina de Monitoreo Satelital Continuo);
- Monografías de los puntos de GPS (Consultores Argentinos Asociados S.A.);
- Red de desagües pluviales de la municipalidad de Vicente López (“OBRAS HIDRAULICAS.DWG”, Mantelectric I.C.I.S.A.);
- Plano con cotas de centro de esquinas (“COTAS CENTRO DE ESQUINAS.DWG”);
- Planialtimetría y perfiles longitudinales de adecuación de los desagües pluviales de las cuencas Holmberg y Zufriategui (“110-PR-1001-PL01.DWG”, Dirección Provincial de Saneamiento y Obras Hidráulicas);
- Informe, presentación y presupuesto de la adecuación de los desagües pluviales de las cuencas Holmberg y Zufriategui (“INFORME FINAL HOLMBERG-10-10-2013.DOC”, DISPSOH – Departamento de Proyectos);
- Planialtimetría General de la adecuación y limpieza de conductos de la cuenca del A° Medrano (“110-2017-01-PL01a03V13-0-2017.DWG”, Dirección Provincial de Obras Hidráulicas);

- Planos de planta y cortes de la adecuación y limpieza de conductos de la Cuenca del A° Medrano ("110-2017-01-PL04-V13-1-2017.DWG", Dirección Provincial de Obras Hidráulicas);
- Plano de obra de adecuación entre reservorio y A° Medrano desembocadura en Parque Sarmiento ("110-2017-01-PL05a06-V13-1-2017.DWG", Dirección Provincial de Obras Hidráulicas);
- Planos de identificación de proyectos de los municipios de San Martín, Tres de Febrero y Vicente López ("SANMARTIN.dwg", "TRESDEFEBRERO.DWG", "VICENTELOPEZ.DWG", Dirección Provincial de Hidráulica – Laboratorio de hidrología – Facultad de Ingeniería UNLP);
- Base de datos de los desagües pluviales del conducto Martín Coronado, Martín Coronado, Villa Bosch ("TFE-001.WPD", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de los desagües pluviales Ramal VII, Caseros ("TFE-002.WPD", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de los desagües pluviales de Ramal 1 y Subramal 1ª, Martín Coronado, Villa Bosch ("TFE-003.WPD", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de los desagües pluviales en calle Río Deseado – Ramal 10, Martín Coronado, Villa Bosch ("TFE-004.WPD", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de los desagües – Desviador Arroyo Maldonado – Arroyo Morón – Ramales, Caseros, Ciudadela, José Ingenieros ("TFE-005.WPD", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de los desagües pluviales Ramal VIII, Caseros ("TFE-006.WPD", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de los desagües pluviales en Tres de Febrero – Ramal IV, Caseros ("TFE-007.WPD", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de los desagües pluviales en Tres de Febrero, Caseros ("TFE-008.WPD", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de los desagües pluviales en el sector comprendido entre Camino de Cintura y Arroyo Morón – Primera Etapa, El Libertador, Churruca, 11 de septiembre, Loma Hermosa, Pablo Podesta, Martín Coronado, Remedios de Escalada de San Martín, Villa Bosch, Ciudad Jardín ("TFE-009.WPD", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de mejoramiento del canal existente entre calles Santa Fé y Gral. Urquiza, Ciudadela ("TFE-010.WPD", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de desagües pluviales en Ciudadela Sur, Ciudadela ("TFE-011.WPD", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de obra de desviación del Arroyo Maldonado hacia el Arroyo Morón, Ciudadela, Caseros, Villa Sarmiento, Haedo, El Palomar ("TFE-012.WPD", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de la reconstrucción del entubamiento del zanjón Sarmiento, Ciudadela ("TFE-013.WPD", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de desagües pluviales – Ramal I – Conducto Martín Coronado, Martín Coronado, Villa Bosch ("TFE-014.WPD", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de desagües pluviales en Caseros Sud – Ramal VI, Caseros ("TFE-018.WPD", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de canalización y rectificación del Arroyo Morón desde el FCGU hasta el Río Reconquista, Remedios de Escalada de San Martín, el Libertador ("TFE-018.WPD", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);



- Base de datos de los desagües pluviales del canal H Yrigoyen, Munro ("LOP-007.DOC", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de los desagües pluviales del canal Holmberg, Florida ("LOP-008.DOC", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de los conductos de desagües pluviales en calle Monteverde y Santa María de Oro, Olivos ("LOP-009.DOC", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de los desagües pluviales en Barrio Gaynor, Villa Martelli ("LOP-011.DOC", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de los desagües pluviales en Villa Martelli, Villa Martelli ("LOP-013.DOC", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos del entubamiento del A° Medrano, Villa Martelli ("LOP-014.DOC", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de los desagües pluviales en Canal Bermúdez, Munro ("LOP-015.DOC", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos del entubamiento del A° Medrano, Villa Martelli ("LOP-016.DOC", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de los desagües pluviales en Canal Bermúdez, Munro ("LOP-017.DOC", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de los desagües pluviales en Vicente López – Canal Bermúdez, Munro ("LOP-018.DOC", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de saneamiento de los pueblos del partido de San Martín, Villa Ballester, General San Martín, Villa Lynch, Villa Chacabuco, Villa Libertad, Caseros, Santos Lugares, Saenz Peña, Villa Raffo, Ciudadela ("SMA-003.WPD", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de desagües por conductos en calle Ituzaingó, General San Martín, Villa Maipú ("SMA-004.WPD", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de desagües en Ramos Mejía, Ramos Mejía, Ciudadela ("SMA-005.WPD", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de desagües de Villa Diehl, Villa Maipú ("SMA-006.WPD", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de proyectos de desagües, General San Martín, Villa Maipú, Villa Chacabuco ("SMA-007.WPD", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de dcroquis de inspección, Villa Lynch ("SMA-008.WPD", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de canalización y rectificación del Arroyo Maldonado, Ciudadela, Ramos Mejía, San Justo, Isidro Casanova ("SMA-009.WPD", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de saneamiento de la cuenca del Arroyo Medrano, Ciudadela, Ramos Mejía, San Justo ("SMA-010.WPD", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de desagües pluviales – 1ra etapa (cuenca del Arroyo Medrano), General San Martín, Villa Yapeyú, Villa Maipú, Villa Chacabuco, Villa Lynch, Villa Parque Presidente Alcorta, Saenz Peña ("SMA-012.WPD", Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);

- Base de datos de proyecto de Ciudad del libertador – Verificación de la nivelación, Ciudad Jardín del Libertador (“SMA-016.WPD”, Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de desagües pluviales en la ciudad de San Martín – II etapa, General San Martín, Villa Libertad, Villa Ayacucho, Villa Monteagudo, Santos Lugares (“SMA-017.WPD”, Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de desagües pluviales complementarios en Villa Golf Club “San Andrés”, Villa Ballester, Villa Márquez de Aguado, Villa Parque San Lorenzo (“SMA-018.WPD”, Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de desagües pluviales en la localidad de J. L. Suárez, J. L. Suárez, Villa Ballester (“SMA-019.WPD”, Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de desagües pluviales en la localidad de J. L. Suárez, J. L. Suárez, Villa Ballester (“SMA-020.WPD”, Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de entubamiento zanjón José Ingenieros, Villa Gral. Las Heras, Villa Coronel Zapiola, Villa Gral. Guido, Villa Gral. Sucre (“SMA-021.WPD”, Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de desagües pluviales en zona norte de J. L. Suárez, Villa Necochea, Villa Matorras (“SMA-022.WPD”, Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de ampliación de desagües pluviales en J. L. Suárez, Ciudad Jardín del Libertador (“SMA-023.WPD”, Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de reestructuración de desagües pluviales en la Av. Perdriel, General San Martín, Villa Maipú (“SMA-024.WPD”, Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos del entubamiento zanjón calle 11 de septiembre, J. L. Suárez, Villa Godoy Cruz (“SMA-025.WPD”, Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de desagües pluviales en Villa Bosch, Billinghamurst, Villa Libertad, Villa J. M. de Pueyrredón, Villa Coronel Zapiola, Villa Bosch (“SMA-026.WPD”, Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de rectificación y limpieza del Arroyo Medrano, General San Martín, Villa Maipú (“SMA-028.WPD”, Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Base de datos de obras de mejoramiento y limpieza de cursos de agua en el conurbano, Ciudad Jardín del Libertador (“SMA-030.WPD”, Convenio DPH – Fac. Ing. UNLP);
- Relevamientos de Altimetría. Valores de cota y largo de los sumideros en 13767 sitios, General San Martín (“viajes\_hasta\_34\_corregido\_version\_2”, archivo digital de shapefile, Período del relevamiento: 2013 (noviembre/diciembre) a 2014 (enero/febrero/marzo));
- Relevamiento de badenes y tipo en 4198 sitios, General San Martín (“badenes\_hasta\_34\_corregido\_version\_2”, archivo digital de shapefile, Partido de General San Martín);
- Hitos de referencia., General San Martín (“Hitos\_371”, archivo digital de shapefile);
- Ejes de calles actualizado al 2010, General San Martín (“Ejes\_371.SHP”, archivo digital de shapefile, Datos de toponimia y alturas de inicio/ finalización);
- Fracciones censales para el año 2010, General San Martín (“Fracc\_371”, archivo digital de shapefile, Fracciones con nomenclatura);
- Radios censales para el año 2010. General San Martín (“Rad\_371”, archivo digital. Radios censales con nomenclatura);

- Representación gráfica de contorno de manzanas, General San Martín (“Manz\_371”, archivo digital de shapefile, Manzanas generadas a partir de los ejes de calles pre censales con datos de nomenclatura de fracción y radio censal);
- Polígonos de manzanas 2010., General San Martín (“Polyg\_371”, archivo digital de shapefile);
- Ejes de calles actualizado al 2010, Tres de Febrero (“Ejes\_840”, archivo digital de shapefile, Datos de toponimia y alturas de inicio/ finalización);
- Hitos de referencia, Tres de Febrero (“Hitos\_840”, archivo digital de shapefile);
- Radios censales para el año 2010, Tres de Febrero (“Rad\_840”, archivo digital, Radios censales con nomenclatura);
- Polígonos de manzanas 2010, Tres de Febrero (“Polyg\_840”, archivo digital de shapefile);
- Representación gráfica de contorno de manzanas, Tres de Febrero (“Manz\_840”, archivo digital de shapefile, Manzanas generadas a partir de los ejes de calles precensales con datos de nomenclatura de fracción y radio censal);
- Fracciones censales para el año 2010, Tres de Febrero (“Fracc\_840”, archivo digital de shapefile, Fracciones con nomenclatura);
- Hitos de referencia, Vicente López (“Hitos\_861”, archivo digital de shapefile);
- Ejes de calles actualizado al 2010, Vicente López (“Ejes\_861, archivo digital de shapefile”, Datos de toponimia y alturas de inicio/ finalización);
- Radios censales para el año 2010, Vicente López (“Rad\_861”, archivo digital, Radios censales con nomenclatura);
- Polígonos de manzanas 2010, Vicente López (“Polyg\_861”, archivo digital de shapefile);
- Representación gráfica de contorno de manzanas, Vicente López (“Manz\_861”, archivo digital de shapefile, Manzanas generadas a partir de los ejes de calles precensales con datos de nomenclatura de fracción y radio censal);
- Fracciones censales para el año 2010, Vicente López (“Fracc\_861”, archivo digital de shapefile, Fracciones con nomenclatura);
- Red pluvial, área de la cuenca del Arroyo Maldonado (“red pluvial”, archivo digital de shapefile, Red pluvial con datos asociados en la tabla de atributos).

#### FUENTES DE INFORMACIÓN SIG

- Dirección de Planeamiento Urbano – Municipalidad de General San Martín (2014): “MAPA DE INFRAESTRUCTURA DE AGUA Y CLOACAS (AYSA)”.
- Dirección de Vialidad (2008): “INFORMACIÓN DE TRÁNSITO MEDIO DIARIO ANUAL (TMDA) DE VEHÍCULOS SOBRE LAS PRINCIPALES RUTAS”. Provincia de Buenos Aires;
- Dirección General de Estadísticas y Censos – Ministerio de Hacienda – Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (2015): “LOCALIZACIÓN DE VILLAS, ASENTAMIENTOS Y NHT POR COMUNA, CIUDAD DE BUENOS AIRES. AÑO 2015”. En: [www.estadisticaciudad.gob.ar/](http://www.estadisticaciudad.gob.ar/)
- Halcrow (2011): Proyecto Antecedente “PLAN MAESTRO DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES. SISTEMA DE GESTIÓN SECTORIAL”. Crédito del Banco Mundial. De dicho proyecto antecedente se obtuvieron capas de información digital en formato shapefile (.shp);

- Halcrow (2011): Proyecto Antecedente “PROGRAMA DE MANEJO URBANO AMBIENTAL SOSTENIBLE DE LA CUENCA DEL RÍO RECONQUISTA” Cooperación Técnica AR-T1083. BID, Comité de Cuenca del Río Reconquista. Banco Interamericano de Desarrollo. Subsecretaría de Urbanismo y Vivienda – Ministerio de Infraestructura – Provincia de Buenos Aires. De este proyecto antecedente se tomaron archivos digitales en formato shapefile (.shp);
- Halcrow (2013): Proyecto Antecedente “ANÁLISIS HIDRÁULICO CUENCA DEL ARROYO MEDRANO”. Subsecretaría de Recursos Hídricos, Secretaría de Obras Públicas. De este proyecto antecedente se tomaron en cuenta archivos digitales en formato shapefile (.shp);
- Instituto Geográfico Nacional (IGN) - Ministerio de Defensa - Presidencia de la Nación (2017): “GEODATOS”. Archivos digitales en formato shapefile (.shp). Escala de información al 1=250.000, siendo los datos actualizados en el período 2015-2017. En: <http://www.ign.gob.ar/>;
- Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina (2001): “DATOS CENSALES PARA EL CENSO NACIONAL DE POBLACIÓN, HOGARES Y VIVIENDA” INDEC;
- Ministerio de Educación de la Provincia de Buenos Aires (2007): Establecimientos Educativos;
- Ministerio de Infraestructura del Gobierno de la Provincia – Provincia de Buenos Aires (2017): GEOINFRA. En: [www.geolibre.geobasig.com.ar/](http://www.geolibre.geobasig.com.ar/)
- Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires (2007): Establecimientos de Salud;
- Open Street Map OSM (2017): Open Street Map Full Planet;
- Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible - OPDS (1998): “DATOS DE INDUSTRIAS DE LA DIRECCIÓN DE ORDENAMIENTO URBANO Y TERRITORIAL” – SSVyU;
- Portal de Geosalud de la Provincia de Buenos Aires (2017): “PORTAL DE EDUCACIÓN PERMANENTE EN GEOSALUD”. Archivos digitales en formato fichero Keyhole Markup Zip (. kmz). En: <http://www.ms.gba.gov.ar/sitios/geosalud/category/mapas-interactivos/>;
- Secretaría de Transporte de la Nación (2008): “BOLETOS VENDIDOS POR ESTACIÓN”. Ministerio de Transporte. Provincia de Buenos Aires.
- Unidad de Sistemas de Información Geográfica. Gobierno de la Nación. Dirección General de Proyectos de Ciudad Inteligente y Gobierno Abierto. Ministerio de Modernización, Innovación y Tecnología (2017): “INICIATIVO DE DATOS PÚBLICOS Y TRANSPARENCIA DE LA CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES”. En: <https://data.buenosaires.gob.ar/>. Se identificaron capas digitales de información útiles al proyecto en formato shapefile (.shp) y tabular (xls, csv);
- World Database on Protected Areas – WDPA e International Union for Conservation of Nature - IUCN (2017): “WDPA DATASET”. Archivos digitales en formato shapefile (polígonos y puntos) con el fin de comprobar si estaban incluidas en el área de estudio. En: [www.protectedplanet.net](http://www.protectedplanet.net)