

AVANCES EN EL PROGRAMA DE MONITOREO HIDROMETEOROLÓGICO: ANALISIS DE EVENTOS REGISTRADOS EN ESTACIONES METEOROLÓGICAS

Fernández, German¹; Garat, Fermín I.¹; García, Alejandro¹; Espil Nosa, Francisco¹; Bianchi, Guillermo J.²

¹ Becarios y Alumnos de las carreras de Ingeniería Hidráulica y Civil FI-UNLP

² Integrante de la UIDET Hidrología – Dto. Hidráulica, FI-UNLP

UIDET Hidrología, Departamento de Hidráulica, Facultad de Ingeniería, UNLP Calle 47 N° 200, Piso 1, Oficina 3, La Plata – Tel. 0221-427-5223

contacto.infomet@gmail.com ; guillermo.bianchi@ing.unlp.edu.ar

INTRODUCCION

Con la finalidad de fortalecer el conocimiento de los fenómenos hidrometeorológicos que afectan a la región, alumnos y docentes de UIDET Hidrología conformaron en 2016 el grupo de trabajo INFOMET con capacidad para adquirir, centralizar y manejar datos para la previsión y estudio de tales eventos.

Continuando con los estudios anteriores (Ref. 1), el trabajo expone los avances realizados en el análisis de datos de estaciones existentes en la región de La Plata y sus alrededores, especialmente en las cuencas de los A°Martín-Carnaval, Rodríguez, del Gato y Maldonado (Ref. 2).

Junto a otro trabajo (Ref.3) se busca obtener un diagnóstico preliminar sobre la problemática de las redes de medición, su manejo y operatividad. En este caso, se analizó el potencial de las estaciones existentes identificando la calidad de los datos, los sectores de escasa información, sectores con excesiva superposición de información; datos no integrados en una base única; dificultades con el acceso a los datos y especialmente su grado de homogeneidad y consistencia.

Para ello se caracterizaron diferentes eventos significativos acontecidos durante 2018, incluyendo tormentas severas, situaciones con sudestadas, lluvias intensas y olas de calor; en todos los casos con la finalidad de conocer si las variables que gobiernan los fenómenos, dadas por los datos de las estaciones, pueden considerarse confiables y consistentes. Fue importante contar con estaciones instaladas y controladas por el grupo (instrumental normalizado y tecnológicamente adecuado para medir los parámetros meteorológicos) para verificar funcionamiento y dar validez a los datos de estaciones ajenas.

Las estaciones utilizadas se indican en la siguiente (Tabla 1). En principio, el conjunto de estaciones permite obtener una buena descripción de los eventos, especialmente su distribución temporal y espacial. Sin embargo, la heterogeneidad de instrumentos y de formas de medir y operar constituye una fuente de mayores errores y sesgos que merecen ser analizados como paso previo a toda inclusión en el banco de datos.

Dentro del proyecto se realizó una detallada explicación del tipo de instrumental que existe, es decir, describe los tipos de EMAs que se encuentran en la zona de estudio, como se encuentra instalado, explicando sus características principales y registros obtenidos a partir de él.

PARTE EXPERIMENTAL

Se recopilaron datos meteorológicos de 18 estaciones con el fin de identificar, evaluar, y describir la variabilidad de la información que se obtiene de cada evento, y así tratar de establecer posibles causas de sus anomalías, datos dudosos, datos alterados por la operación, por causas sistemáticas, etc. En todos los casos buscando

1	EMA B° Parque Castelli
2	EMA Berisso
3	EMA Bosque
4	EMA Brandsen
5	EMA Burzaco
6	EMA Facultad Informática
7	EMA La Plata (centro)
8	EMA La Plata (1y66)
9	EMA Magdalena I
10	EMA San Vicente
11	EMA Villa Arguello
12	EMA Villa Castells
13	EMA Villa San Carlos
14	EMA San Vicente (ACUMAR)
15	EMA Alm. Brown (ACUMAR)
16	EMA Pte. Perón
17	EMA Fcio. Varela (Municipio)
18	EMA La Boca (ACUMAR)

descartar estaciones de "mala calidad" y/o corrigiendo datos faltantes u erróneos para proceder a minimizar la variabilidad originada por uso operativo inadecuado.

El instrumental de INFOMET utilizado para control, consistió en una Estación Meteorológica Automática (EMA), Marca Davis, modelo Vantage Pro 2, la cual cuenta con pluviógrafo de cangilones, anemómetro, y sensores de temperatura, humedad, radiación y presión. Los sensores de humedad y temperatura están ubicados en un "refugio" ventilado y libre de los rayos solares directos. La misma está ubicada en la terraza del Departamento de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería, sobre una superficie conformada por cemento con carpeta impermeabilizante, a una altura aproximada de 2 metros sobre la superficie de la terraza, y una altura total de 10 metros sobre el nivel del terreno natural. La instalación se complementa con el montaje de un pluviómetro del tipo B, el cual permite contrastar la información obtenida del pluviógrafo de la estación.

Los datos se ajustaron a un criterio de compilación, donde se seleccionaron y estudiaron 5 eventos acontecidos durante 2017 y 2018. De todos ellos, en este trabajo se presenta, a modo de ejemplo, el evento de los días 6, 7, 8 y 9 de Julio de 2018, en el que se analizan todas las variables de registradas en cada equipo.

Las variaciones observadas permiten reconocer ciertas condiciones de inestabilidad en algunas estaciones, cierto tipo de errores, sean groseros y/o sistemáticos, u otros aspectos que hacen a la calidad de los datos generados por las EMAs de la región.

En virtud de ello surgieron necesariamente los interrogantes que motorizan la investigación: Las preguntas más significativas que nos hicimos para llevar a cabo esta etapa del trabajo, incluyen las siguientes:

- ¿Permite la ubicación de los equipos meteorológicos obtener datos válidos en cantidad y calidad suficiente?
- ¿Están funcionando correctamente los equipos meteorológicos?
- ¿La base de los datos registrados por la red es suficientemente robusta con respecto a la consistencia, validez y confiabilidad de la información?

En el proceso de caracterización de los eventos se procedió a: a) En primer lugar se determinó el evento a analizar, con ello la cantidad de días; b) Luego se procede a identificar cuáles fueron las estaciones que registraron el evento, las que no lo registraron se estima a priori que pueden ser por deficiencia de mantenimiento, vandalismo, caída del sistema, entre otras cosas; c) A continuación se realiza la depuración primaria de los datos; d) Finalmente se reconocen cuáles de las variables se consideran relevantes y de utilidad para el análisis de los datos: la Precipitación, Temperatura, Humedad, Presión, Viento, Radiación (en ciertas estaciones pueden existir faltantes de datos de algún sensor pero no de la totalidad de variables); e) Se procede al análisis y comparación entre estaciones y a lo largo del evento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El fenómeno meteorológico analizado ocurrió el día 7 de Julio de 2018 en la ciudad de La Plata y sus alrededores.

Tratamiento de la variable precipitación: Tuvo características de lluvia de intensidad baja pero constante y continua a lo largo del día. El evento tuvo un pico de intensidad entre las 1am y 7 am del día 7 de Julio y fue acompañado con ráfagas de viento entre 20 y 30 km/h. Por otra parte, en la escala regional, la situación observada se había producido por el avance de un frente que circulaba en sentido aproximado WSW-ENE (Figura 1).

	Estacion	Inicio de evento		Fin de Evento		Observaciones	Variacion Espacial	
		Día	Hora	Día	Hora		Orden en que empiezan	Orden en que terminan
1	EM B° Parque Castelli	7/7/2018	12:04 a. m.	7/7/2018	11:24 p. m.		EM San Vicente	EM San Vicente
2	EM Berisso	6/7/2018	11:34 p. m.	7/7/2018	4:14 p. m.		EM Brandsen	EM San Vicente (ACUMAR)
3	EM Bosque	7/7/2018	12:03 a. m.	7/7/2018	11:23 p. m.		EM Magdalenall	EM Pte. Perón
4	EM Brandsen	6/7/2018	6:20 p. m.	8/7/2018	2:55 a. m.		EM F. Informatica	EM Fcio. Varela (Muni)
5	EM Burzaco	7/7/2018	3:19 a. m.	8/7/2018	3:35 a. m.		EM San Vicente (ACUMAR)	EM Berisso
6	EM F. Informatica	6/7/2018	7:20 p. m.	7/7/2018	11:20 p. m.		EM La Boca (ACUMAR)	EM La Boca (ACUMAR)
7	EM La Plata (centro)	No Midio					EM Villa San Carlos	EM Villa Castells
8	EM La Plata (Pza Yrigoyen)	6/7/2018	11:48 p. m.	8/7/2018	2:27 p. m.	ver intermitencias	EM Berisso	EM F. Informatica
9	EM Magdalenall	6/7/2018	6:24 p. m.	8/7/2018	2:21 a. m.		EM La Plata (Pza Yrigoyen)	EM Bosque
10	EM San Vicente	6/7/2018	2:09 p. m.	7/7/2018	7:29 a. m.		EM Fcio. Varela (Muni)	EM B° Parque Castelli
11	EM Villa Arguello	7/7/2018	12:04 a. m.	7/7/2018	11:29 p. m.		EM Bosque	EM Villa Arguello
12	EM Villa Castells	7/7/2018	12:04 a. m.	7/7/2018	9:24 p. m.		EM B° Parque Castelli	EM Villa San Carlos
13	EM Villa San Carlos	6/7/2018	11:34 p. m.	7/7/2018	11:29 p. m.		EM Villa Castells	EM Magdalenall
14	EM San Vicente (ACUMAR)	6/7/2018	7:25 p. m.	7/7/2018	3:10 p. m.	ver intermitencias	EM Villa Arguello	EM Brandsen
15	EM Alm. Brown (ACUMAR)	No Midio					EM Pte. Perón	EM Burzaco
16	EM Pte. Perón	7/7/2018	1:15 a. m.	7/7/2018	3:40 p. m.	ver intermitencias	EM Burzaco	EM La Plata (Pza Yrigoyen)
17	EM Fcio. Varela (Muni)	6/7/2018	11:50 p. m.	7/7/2018	4:10 p. m.	ver intermitencias		
18	EM La Boca (ACUMAR)	6/7/2018	7:45 p. m.	7/7/2018	5:45 p. m.	ver intermitencias		

Figura 1: Desplazamiento espaciotemporal del evento

De la descripción regional de la variable se observó que la máxima precipitación registrada (acumulado del 7 julio) fue en EMA Brandsen con P=36,8mm. La estación INFOMET registro un acumulado de 24.4 mm. En el siguiente gráfico se presentan los registros pluviográficos acumulados en todas las estaciones.

En este caso de destaca la baja variabilidad temporal (Figura 2), apenas es posible percibir el desplazamiento temporal propio del avance frontal. También se observa una marcada homogeneidad de los periodos de mayor intensidad. En cuanto a la variación espacial, esta resultó más marcada comparativamente. Las estaciones del Casco Urbano de la Plata ubicados a poca distancia entre sí, acumularon valores similares.

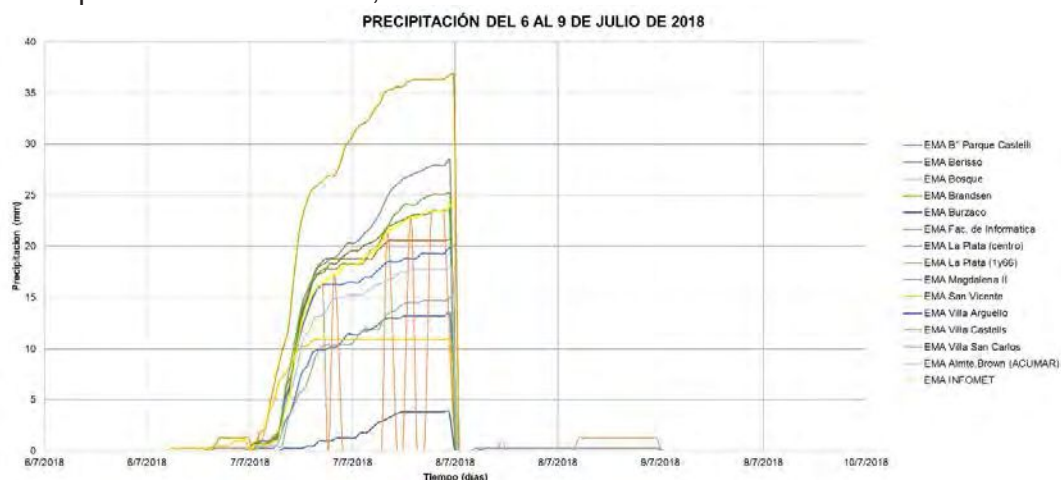


Figura 2

Para una comparación más detallada y una mejor aproximación se subdivide al área en estudio en sub-áreas. En primer lugar, tenemos en la Figura 3, al casco urbano. Como singularidad, se observa aquí que la estación EMA La Plata (centro), no registró el evento, situación que resultó bastante frecuente en muchas estaciones para diferentes eventos.



Figura 3

El otro sector diferenciado en cuanto a variabilidad espacial se trata de la subárea Berisso (Figura 4), donde observamos que la acumulación fue distinta a pesar de estar cerca, EMA Berisso: 20,6mm y EMA Villa San Carlos: 18 mm.



Figura 4

Tratamiento de la variable Temperatura: A partir del análisis de las temperaturas graficadas en el siguiente gráfico se reconoce que el día viernes 6 se observó un progresivo aumento de las temperaturas, hasta alcanzar un rango de 10 °C a 14 °C entre las 12 y 16 horas, con un pico máximo de 14,7 °C registrado a las 13:24 horas y ya en las últimas horas del viernes se produjo una disminución significativa de la temperatura, manteniéndose estable hasta el domingo. Las líneas negras corresponden a las estaciones del que opera el SMN, Ezeiza Aero y La Plata Aero, consideradas como las de mejor calidad y consistencia, a efectos del análisis comparativo. Ya en un chequeo preliminar se detectaron

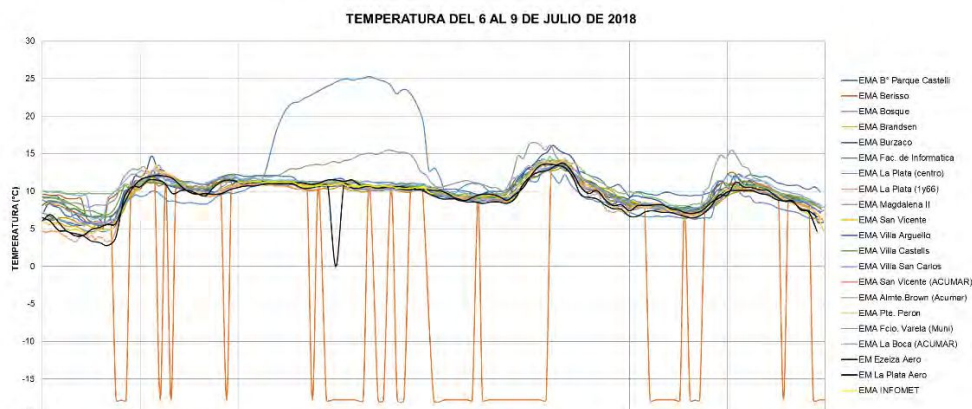


Figura 5

registros anómalos causales de rechazo (Figura 5): la EMA Facultad de Informática acusa un error repetitivo en la temperatura (detectado también en otros períodos de la serie disponible); también se observa un período sin registro en la estación La Plata Aero. También resultan significativas las variaciones de temperatura de la estación EMA La Plata (centro). En el caso de Magdalena II las variaciones responderían a la ausencia de sistemas nubosos sobre la estación (a verificar), a diferencia del resto. Todas aquellas consideradas inconsistentes fueron descartadas en nuestros análisis.

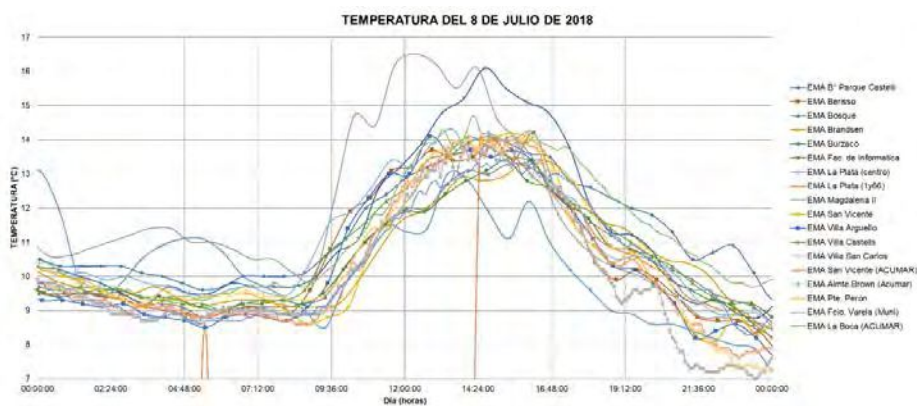


Figura 6- Marcha diaria de las

Análisis de temperaturas para un día: A partir del análisis comparativo de temperaturas diarias de las estaciones de la región, se puede observar que la mayoría de las estaciones tienen una gran semejanza en la marcha de los datos especialmente en los horarios matutinos (para esta época del año), aunque diferenciándose en sus máximos de temperatura y desfases. En cuanto a los intervalos de medición de una determinada estación, lo que puede llegar a ser un problema es la sincronización horaria del artefacto. A partir de determinada hora (9:00 a 10:00 hs.) en todas las estaciones se puede apreciar un ascenso homogéneo de la temperatura por efecto de la radiación solar. Las temperaturas máximas y mínimas varían según el tipo de exposición y ubicación de las estaciones. Las emplazadas en regiones urbanas presentan un mayor rango de variación de temperaturas, y variaciones temporales para el pico de temperatura máxima, uno coincidente con las estaciones suburbanas y otro luego de un intervalo de 2 a 3 horas, probablemente resultado de la influencia de la radiación emitida por la zona urbana. Luego de estos picos el descenso es suave hasta alcanzar las temperaturas mínimas (Figura 6).

Otra variable estudiada y comparada es la presión atmosférica (Figura 7) resaltando, que horas antes del comienzo del evento de precipitación del sábado, la presión atmosférica obviamente disminuyó considerablemente, anunciando el comienzo de la lluvia.

Figura 8: Temperaturas 6, 7, 8 y 9 de Julio

Los registros cuestionables de la presión, como se observa en la Figura 7, son los de EMA Bosque y EMA Berisso (detenta un ruido o salto). Un método determinante de la calidad

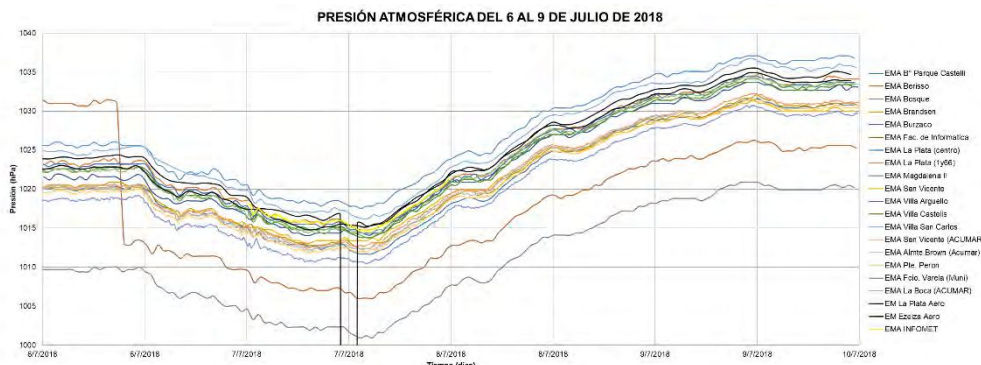


Figura 7

de los datos consistió en hacer un análisis comparado de las variables que permita detectar anomalías en los sistemas de medición informales. En este sentido, para la comparación del evento del 7 de Julio del 2018, se procedió a calificar las estaciones de acuerdo un indicador de calidad. Aquí se encuentra graficado en una escala colorimétrica, aplicable a cada variable de relevancia, que identifica cuales son las menos confiables, o por lo menos estaban fuera del rango de variación de las demás y cuáles no quedan rechazadas. A partir del análisis estadístico se identificaron los diferentes apartamientos anómalos.

Seejemplifica el procedimiento aplicado para la variable Temperatura en escala de colores (Figura 8). Se indica con amarillo los datos rechazados a priori, que no se tuvieron en cuenta para calcular los parámetros Máximo, Medio, Mínimo y desvío estándar. En celeste aquellas que se encuentran fuera del +/- un desvío estándar; azules aquellas que se encuentran fuera del +/- 1,5 desvío estándar y verdes aquellas que no manifiestan ningún error.

Estacion	6/7/2018			7/7/2018			8/7/2018			9/7/2018		
	Max.	Med.	Min.	Max.	Med.	Min.	Max.	Med.	Min.	Max.	Med.	Min.
1 EM B* Parque Castelli	12,30	9,84	5,90	12,20	11,48	10,60	14,10	11,41	9,60	12,30	10,57	9,30
2 EM Berisso	11,60	9,84	5,00	11,20	10,75	9,80	14,20	10,58	8,40	12,40	9,17	7,30
3 EM Bosque	12,00	9,46	6,50	11,20	10,69	9,70	13,30	10,49	8,80	10,90	8,91	7,60
4 EM Brandsen	12,10	8,65	4,80	11,20	10,38	9,90	13,40	10,54	8,50	10,20	8,47	6,90
5 EM Burzaco	14,70	9,13	5,50	11,20	11,02	10,70	16,10	11,27	8,80	10,90	9,02	5,90
6 EM F. Informática	11,60	9,34	6,60	11,40	10,70	9,80	13,40	10,48	9,00	10,50	8,90	7,80
7 EM La Plata (centro)	10,00	7,54	4,60	25,30	20,62	9,90	13,10	10,25	7,90	11,80	7,54	6,20
8 EM La Plata (Pza Yrigoyen)	11,70	4,90	-17,80	11,10	0,94	-17,80	14,00	-4,63	-17,80	11,30	-0,01	-17,80
9 EM Magdalena I	13,40	10,54	7,90	15,50	13,53	11,20	16,50	11,71	8,60	15,50	9,78	6,30
10 EM San Vicente	12,90	8,49	4,30	11,50	10,82	10,30	14,20	10,45	8,10	10,50	8,40	5,80
11 EM Villa Arguello	12,10	9,05	5,50	11,10	10,62	9,60	14,10	10,42	8,20	12,00	8,93	7,10
12 EM Villa Castells	12,20	9,79	6,90	11,70	10,94	10,10	14,10	10,80	8,60	11,40	9,00	7,30
13 EM Villa San Carlos	12,80	10,38	6,40	11,70	11,24	10,40	14,30	11,03	8,90	12,20	9,54	7,60
14 EM San Vicente (ACUMAR)	13,10	7,96	3,30	11,10	10,47	9,80	14,10	10,29	7,60	10,70	8,34	6,10
15 EM Alm. Brown (ACUMAR)	13,10	8,83	5,40	11,40	10,72	9,90	14,20	10,05	7,00	Midió hasta las 5am		
16 EM Pte. Perón	13,50	8,56	4,40	11,40	10,93	10,30	14,20	10,60	7,20	10,80	8,54	4,80
17 EM Fco. Varela (Muni)	12,80	9,22	5,60	11,70	10,60	9,90	13,40	10,37	8,30	10,30	8,55	7,10
18 EM La Boca (ACUMAR)	11,60	10,51	9,70	11,60	11,14	10,60	14,70	11,24	9,30	10,90	9,38	7,90

Figura 8

En conclusión, este método permitió identificar los comportamientos de las estaciones, frente a diversos eventos, con el objeto de verificar si se repiten los errores o son puntuales. También es aplicable para saber cuál es la variable que sufre dicho error, el origen del mismo y sus posibles soluciones.

Como casos singulares de calidad se reconoció el adecuado comportamiento de las estaciones EMA Brandsen, EMA Villa Castells, EMA Florencio Varela (Municipalidad). Para el período estudiado se observaron errores de tipo sistemático en la estación EMA Facultad de Informática.

Frente a los resultados alcanzados, al abrir la discusión sobre el relevamiento realizado quedan pendientes algunas preguntas y observaciones:

- ¿Porque hay estaciones que no registraron el evento? La EMA Facultad de Informática y EMA La Plata 1y66, falló todos los días en el evento de Julio.
- Existen variables que registran con errores sistemáticos, caso Patm en EMA Berisso y EMA Bosque, caso de la temperatura EMA Burzaco. ¿posible falta de calibración?
- Ciertos datos anómalos no reconocen errores, pero: ¿Influye la ubicación en la región? Además, observamos que hay estaciones que bajo condiciones severas no miden el evento o que se “caen” durante el mismo, representando situaciones de menor confiabilidad o cuestionables a la hora de tener en cuenta sus datos. Muchos de estos inconvenientes se tratarán puntualmente en la etapa de extensiva del proyecto cuando se pueda trabajar en conjunto con los propietarios y operarios de estas, lo que permitirá reducir al mínimo este tipo de errores.

CONCLUSIONES

Se han aplicado técnicas para detectar datos inconsistentes en 18 estaciones informales de la región. Las comparativas de las variables temporales han permitido la detección de anomalías en los de sistemas de medición.

Mediante el análisis de la marcha de cada variable se extrajeron conclusiones, no sólo de la calidad de los datos, sino también del comportamiento integral de patrón hidrometeorológico registrado.

Se puede establecer que la información disponible es suficientemente variada pero no siempre confiable, ya que se trata de datos de estaciones que no están normalizadas ni homologadas de acuerdo con las exigencias mínimas de instalación y operación.

Se reconoce el inconveniente de la continuidad de la información, ya que están frecuentemente afectadas por hechos vandálicos o falta mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Jornadas ITE, (2017). **“Propuesta para la implementación de un programa de extensión aplicado al monitoreo hidrológico”** UIDET Hidrología. Bianchi G., Fernández, G., Garat, F., García, A.
- [2] Departamento de Hidráulica, (2013). **“Estudio sobre la inundación ocurrida los días 2 y 3 de abril de 2013 en las ciudades de La Plata, Berisso y Ensenada”**. Departamento de Hidráulica, Facultad de Ingeniería, UNLP. Bianchi. G., colaboración estudios hidrológicos, La Plata.
- [3] Jornadas ITE, (2019). **“Evaluación de la representatividad espacial de las estaciones”** UIDET Hidrología. Fernández, G., Garat, F., García, A., Espil Nosa, F. y Bianchi G. (inédito)