

CARACTERÍSTICAS Y EFECTOS DE LA CRECIDA DEL ARROYO LAS TURBIAS (SANTA FE) EN AGOSTO DEL 2015

GARDIOL, Mario Rubén

Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Dpto. de Cartografía y Agrimensura. 3000, Santa Fe, Argentina. (54) (342) 4575234/44. int. 178. mariogardiol@fich.unl.edu.ar

RESUMEN

En los últimos años el arroyo Las Turbias ha sufrido varias e importantes crecidas, sin embargo, no se disponen de datos técnicos de las mismas (altura, caudal, permanencia, velocidad, ancho de afectación). Debido a que el 10 de agosto de 2015 se produjo una crecida se realizaron trabajos de campo con el fin de determinar el alto de las aguas, anchos de afectación y efectos producidos en diferentes sectores de la subcuenca del arroyo al fin de establecer las características y efectos de dicha crecida. Este análisis permitió establecer que: el ancho de afectación aumenta un 4000% con respecto al ancho físico, un 60% de las alcantarillas fueron sobrepasadas por el agua, se produjeron principalmente procesos erosivos (en alcantarillas y caminos) y caídas de los postes de alambrados en toda la extensión de la subcuenca.

Palabras clave: crecida - características - efectos.

CHARACTERISTICS AND EFFECTS OF LAS TURBIAS STREAM FLOOD (SANTA FE) IN AUGUST 2015

ABSTRACT

In recent years the Las Turbias stream has suffered several major floods, but there are not technical data (height, flow rate, retention, speed, width of involvement). On August 10, 2015 a field work was done to determine the height of waters, widths affectation and effects in different sectors of the river basin to establish the characteristics and effects of that flood. This analysis established that the width of involvement increases 4000% over the physical width, 60 % of the sewers were overwhelmed by water, erosion (sewers and roads) and falls of fence posts are mainly produced the full extent of the subbasin.

Keywords: flood - characteristics - effects.

Introducción

Cuando se producen eventos de crecidas en un curso hidrográfico, las afectaciones que las mismas producen están relacionadas a la altura y velocidad alcanzada por las aguas y al ancho de afectación que tuvieron. Por lo tanto, es necesario dimensionar las consecuencias producidas por las crecidas para que dicha información sea utilizada por los tomadores de decisión y profesionales técnicos con el fin de evaluar futuras acciones a realizar para disminuir las afectaciones acontecidas. Lo ideal sería disponer de estaciones pluviométricas y freaticas distribuidas en toda la extensión de cada cuenca hídrica y de equipos automáticos para medir la altura de las aguas (o hidrómetros) y del caudal/velocidad emplazados en toda la extensión de cada curso hidrográfico, para establecer las características de las diferentes crecidas producidas en toda la extensión de cada cuenca. Además de una buena cantidad de imágenes de satélites que registren los eventos producidos a diferentes alturas de aguas, lo que permitiría relacionar el grado de afectación espacial según la altura alcanzada por las aguas.

No obstante, si analizamos las condiciones de los datos que se disponen de las diferentes cuencas y subcuencas hídricas en la provincia de Santa Fe, se aprecia una disponibilidad escasa de ellos y de imágenes satelitales que documenten dichos eventos. Específicamente, en el Plan Director de los Recursos Hídricos de la provincia de Santa Fe (Gobierno de Santa Fe, 2012) se destaca que se debería completar una red de monitoreo de variables hidrológicas, hidrogeológicas y de calidad de recurso a fin de mitigar la problemas hídricos a nivel provincial. Como consecuencia, esta falta de información obliga a la realización de trabajos de campos para registrar las alturas de las aguas, el ancho de afectación hídrica y los efectos producidos por la crecida.

En los primeros días de agosto del año 2015, se produjo un temporal en el norte de la provincia de Buenos Aires y centro-sur de la provincia de Santa Fe. Este evento afectó principalmente a las localidades bonaerenses de Salto, San Antonio de Arco, Mercedes, Luján y Arrecifes, provocando una inundación histórica que produjo 3 muertos y 20.000 evacuados y auto evacuados (Clarín, 2015). En el caso de la provincia de Santa Fe afectó principalmente a las localidades de Casilda, Venado Tuerto, Salto Grande, Arroyo Seco, Chabas, Totoras y Carcarañá produciendo 200 evacuados, cortó o desvió el tránsito en varias rutas nacionales (A012, 33,34) y provinciales (14, 18) y fueron afectadas muchas hectáreas de campos (TN, 2015). Según la Bolsa de Comercio de Rosario (El Once, 2015) en la región de Santa Fe hubo precipitaciones que superaron los 150 mm y en la región de Buenos Aires superaron los 200 mm.

Una de las subcuencas afectadas por dicho temporal correspondió a la del arroyo Las Turbias que se encuentra en la provincia de Santa Fe entre $61^{\circ}55'48''$ y $61^{\circ}09'54''$ de longitud oeste y $32^{\circ}27'18''$ y $32^{\circ}16'00''$ de latitud sur, presenta una superficie de 919 km² e integra la cuenca Carrizales-Monje. Limita al norte con las localidades de Centeno, El Trébol y María Susana, al oeste con Bouquet, al sur con Montes de Oca,

Las Rosas y San Genaro, al oeste con Díaz y Casalegno (Fig. 1). El sector inferior de la subcuenca corresponde desde la desembocadura en la cañada Carrizales (al este) hasta la ruta nacional N° 34, el sector intermedio al comprendido entre la ruta nacional N° 34 hasta la ruta provincial N° 13 y el sector superior desde la ruta provincial N° 13 hasta la naciente de la subcuenca. Es necesario destacar que paralelo a la ruta nacional N° 34 y provincial N° 13 (hacia aguas abajo) se encuentran vías férreas relacionadas a las empresas Ferrocarriles General Belgrano (FCGB) y Nuevo Central Argentino (NCA) respectivamente.

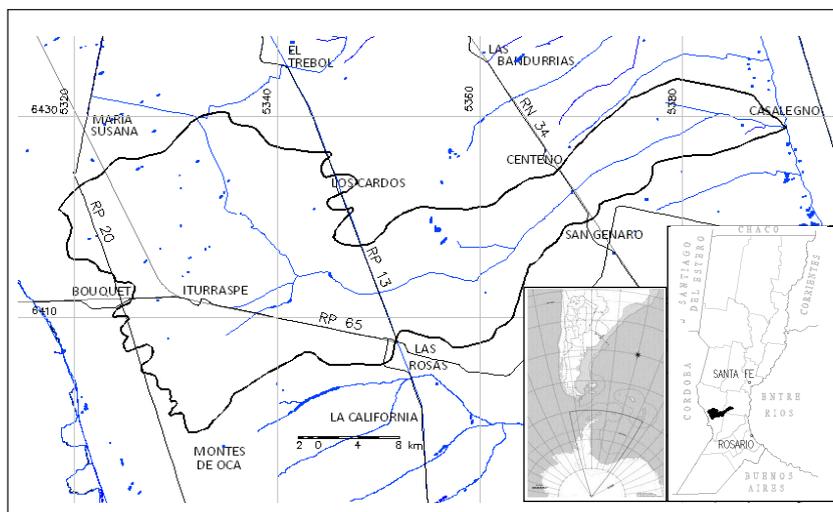


Fig. 1: Localización de la subcuenca del arroyo Las Turbias

Según Palman (2012), el ritmo de las inundaciones en el arroyo de Las Turbias, en promedio, es de una inundación cada dos años y los principales factores que intervienen en los problemas de anegamiento son: la baja capacidad de escurrimiento, la interferencia de las vías de comunicación sumado al sub-dimensionamiento de las obras de arte, el manejo inadecuado del suelo, las canalizaciones clandestinas y la incapacidad del arroyo para evacuar los excedentes pluviales. A partir del año 2007, según los datos ofrecidos por productores agropecuarios (Gardiol, 2015), casi todos los años se producen picos de crecidas de diferentes magnitudes donde los más elevados fueron los de los años 2007, 2012 y 2013.

El presente trabajo tiene como objetivo determinar las características y efectos o consecuencias de la crecida del arroyo Las Turbias producida el 10 de agosto de 2015, tratando de identificar principalmente las alturas de las aguas, anchos de afectación y efectos producidos.

Materiales y métodos

Inicialmente se decidió realizar una búsqueda de antecedentes en diferentes organismos y entidades públicas y privadas (de carácter nacional, provincial, municipal, regional y local). A nivel cartográfico se pudo disponer de 6 cartas topográficas realizadas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN, antiguamente denominado IGM) en el año 1959 a escala 1:50.000 (denominadas Centeno, San Genaro, María Susana, Las Rosas, Bouquet y El Trébol) que cubren en forma parcial la subcuenca, archivos vectoriales con información vial, férrea, hidrográfica, parcelaria, curvas de nivel, límites de cuencas y subcuencas, límites políticos y toponímica (aportado por el Servicio de Catastro e Información Territorial) y planos de la ruta provincial N° 13 (año 1961 y 1995) suministrado por la Dirección Provincial de Vialidad.

Como datos técnicos específicos sobre las obras realizadas en el arroyo Las Turbias se tuvo acceso a diferentes expedientes (desde 1940 hasta la actualidad) disponibles en el Centro de Documentación del Ministerio de Infraestructura y Transporte. Principalmente se accedió a los planos de reacondicionamiento del arroyo Las Turbias (desde el km 0 a 68,026) realizados en el año 2012, que presentaba una planialtimetría y un perfil longitudinal de dicha obra, ubicación de los puntos fijos y características de las alcantarillas. Para recopilar datos de precipitación se recurrió a la Dirección Provincial de Comunicaciones (DCP) del Ministerio de Gobierno y Reforma del Estado, al INTA, a instituciones intermedias y a registros realizados por los productores agropecuarios (que dieron como resultado un promedio entre 90 a 150 mm en los días 8, 9 y 10 de agosto en toda la extensión de la subcuenca). También se realizó una recopilación de registros fotográficos de dicho evento a través de documentaciones realizadas por los productores, diarios regionales e instituciones locales.

A continuación se realizó un análisis de la cobertura de las cartas topográficas en relación a la extensión del curso hidrográfico y se observó que a partir del km 8,600 existía dicha cobertura. Luego se procedió a identificar y ubicar puntos fijos altimétricos materializados por el IGN próximos al arroyo Las Turbias y se realizaron trabajos de campo a fin de verificar la existencia de los mismos. De los 14 puntos fijos identificados en las cartas topográficas, 4 estaban materializados, 4 estaban rotos y 6 no se encontraron.

Debido a que la cobertura de puntos fijos del IGN era escasa se decidió adoptar los puntos fijos realizados para el reacondicionamiento del arroyo, los cuales están materializados en el cabezal aguas abajo de las alcantarillas construidas en dicha obra o en clavos en postes de alambrados y con cotas relacionados al sistema altimétrico nacional. Posteriormente, partiendo de dichos puntos fijos se realizaron mediciones altimétricas por medio de un nivel óptico (South NL28) y planimétricas con una cinta métrica. En las mediciones próximas a las ruta provincial N° 13 y nacional N° 34 se utilizó una estación total (Kolida KTS440) ya que las distancias eran mayores y se desea relevar otros elementos físicos (postes de tendido eléctrico, puentes viales, puentes férreos, postes de alambrados, postes telegráficos, guardarail, etc.). El objetivo era realizar mediciones en las marcas dejadas por la crecida

tanto en altura como en el ancho de inundación. Además se realizaron registros fotográficos de las marcas y efectos producidos aguas abajo y aguas arriba de las alcantarillas o puentes.

Finalmente, se procesaron los datos medidos en campo para generar una planilla que represente las características de la crecida y los efectos producidos (Tabla 1 y Tabla 2). También se analizaron los registros fotográficos de las obras de artes realizados previamente y posteriormente a la crecida y se realizó una representación planialtimétrica de la misma.

Resultados y Discusión

Se definió la extensión sobre la cual se realizaría el análisis evaluando los planos de reacondicionamiento recopilados, correspondiendo desde el km 11,092 al 68,026. En dicha área de análisis se localizan 62 puntos fijos (31 materializados en alcantarillas y 31 en postes de alambrado) y 54 alcantarillas.

Para realizar las mediciones altimétricas en campo inicialmente se buscaron las marcas (rastrajo, pasto, etc.) dejadas por el agua en los alambrados, alcantarillas, postes, caminos y campos. Luego se ejecutaron entre 6 a 12 mediciones altimétricas a cada lado del arroyo (aguas arriba y aguas debajo de la alcantarilla) y con cinta métrica se dimensionó el ancho de afectación de la crecida. De las 25 secciones donde se realizaron las mediciones sobre el curso principal, 17 puntos fijos estaban en alcantarillas y 3 en postes de alambrados localizados en caminos públicos y 4 en alcantarillas y 1 en poste de alambrado localizados en propiedades privadas. Además, se realizaron mediciones en 2 secciones, sobre un tributario del arroyo principal denominado Las Castañas y que no está considerado en este análisis.

En la Tabla 1 se presentan la identificación y progresiva de la sección medida, el promedio de las alturas medidas a la izquierda y derecha de la alcantarilla en las proximidades de la misma y a una mayor distancia (campo), la altura promedio del pelo de agua (PA) en esa sección, el ancho de inundación y el desnivel del PA en sentido longitudinal y transversal al curso hidrográfico. En algunas secciones no se pudieron realizar mediciones de las alturas de agua y anchos de inundación ya que no se tuvo acceso o dificultad para identificar las marcas.

Al analizar los datos de las alturas de agua se aprecia que el valor del PA en la proximidades de la alcantarilla es generalmente mayor que al valor observado en campo. Esta situación daría a comprender que cuando el agua de la crecida llega a la alcantarilla esta actúa como barrera elevando el nivel de las aguas y luego dicho nivel disminuye hacia el sector del campo; como consecuencia, se genera un desnivel del PA en sentido transversal que varía desde unos centímetros hasta 35 cm. También el nivel agua disminuye al superar el cabezal (aguas arriba) de la alcantarilla y, según las mediciones realizadas en los alambrados aguas abajo y arriba de la alcantarilla, se producen desniveles en sentido longitudinal que varían desde algunos centímetros hasta 28 cm.

En el caso del ancho de inundación, en el sector superior de la subcuenca se encuentra la laguna Bosio (por lo que la magnitud del ancho es bastante elevado), en la próxima sección (Giordanino M.) el ancho (de 315 m) se va incrementando hasta la sección Motura (530 m), luego allí se reduce a aproximadamente 400 m hasta llegar a la sección Ruta 13. En la próxima sección (Ruta 13-Brioschi) el ancho es de 184 m, luego aumenta a 400 m y se mantiene hasta la sección PF35-cactus y luego comienza a aumentar hasta llegar a la sección Ruta 34 con 1350 m. En la siguiente sección (Mangiaterra) el ancho es de 350 m, luego en la sección PF35 aumenta (a 730 m) y luego disminuye nuevamente a valores próximos a 400 m y se mantiene hasta la sección PF13.

Tabla1: Características de la crecida

Sección		PA izquierdo		PA derecho		PA promedio	Ancho inundación	Desnivel PA	
identificación	prog.	alc.	campo	alc.	campo			long.	trans.
Laguna Bosio	68026	102,03	101,93			101,93	1150	10	10
Giordanino M.	65979		100,84	100,99		100,93	315		15
Tauriano	64283			100,23	100,09	100,13	384	11	14
Motura	63151		99,48	99,63		99,46	530	17	15
Antinori	60478	96,80	96,68			96,72	190 (i)		12
ASP 1	57450	94,23		94,20	94,05	94,26	390	2	15
ASP2	56258		93,03	93,25		93,06	168 (i)	2	22
Eucaliptus	54994	92,42	92,28	92,38	92,10	92,31	386		14
Eucalip-Giord. S	52105	89,59	88,29		89,42	89,40	380	26	17
Giordanino S.	51034	88,37	88,13	88,33	88,10	88,22	240		23
Giord. S-Ruta 13	49315	86,58	86,70	86,65	86,54	86,53	382	28	11
Ruta 13	47505	85,27	84,56	85,16	84,99	84,90	390		17
Ruta 13-Brioschi	43268	80,54	80,30	80,63	80,33	80,50	184	23	30
Piatti-Lavas	37673	69,00	68,52	69,17	68,90	68,82	420 (x)	10	27
Lavas-San Genaro	33163	62,87	63,01	62,85	62,82	62,86	380	5	3
PF 35-cactus	29154		59,50	59,77	59,44	59,45	340	10	27
La Lolilla	26782	57,61	57,70	57,77	57,52	57,58	460	10	25
La Lolilla-Ruta 34	24996	56,07	55,80	56,22	56,24	56,08	520	15	-2
Ruta 34	23660		56,75	56,10	55,43	56,09	1350		35
Mangiaterra	22862	53,64	53,10	53,71	53,41	53,57	350		34
PF 25	20625	52,06	51,94	51,97	51,88	52,03	730 (x)	10	12
PF 24	20059	51,42	51,06	51,39	51,32	51,36	170 (d)	6	7
Los Aromas	17313			49,00	48,96	48,94	400 (d)		4
Bartorelli	13855	45,64	45,02	45,63	45,51	45,39	210 (i)	17	60
PF 13	11092	42,27	42,09	42,11	42,04	42,14	400		18

(i)= izquierdo, (d)= derecho, (x)= derrame lateral. Los valores están representados en metros, los desniveles del PA son en centímetros.

En la Tabla 2, se presenta la diferencia de altura entre las aguas de la crecida (con respecto a la cota de calzada de las alcantarillas) y los efectos producidos por la misma, según lo observado en los registros fotográficos realizados en el campo. Analizando las diferencias de nivel entre la altura del agua de la crecida en relación a la cota de calzada de la alcantarilla se observa que, de las 23 alcantarillas medidas, solamente 9 no fueron superadas. En el sector superior de la subcuenca, de las 10 alcantarillas medidas 6 no fueron superadas, en el sector intermedio de las 7 alcantarillas 1 no fue superada y en el sector inferior de las 6 alcantarillas 2 no fueron superadas. Además, estas obras de artes sufrieron procesos de erosión en forma parcial en alcantarillas distribuidas en toda la subcuenca y, en forma total en el sector inferior de la subcuenca donde la erosión produjo el corte del camino de acceso a la misma.

Tabla 2: Efectos de la crecida

Sección		Alcantarilla		Efecto				
Identificación	Prog.	PA	erosión	alabrado	animal	surco	erosión	deposito
Laguna Bosio	68026			PI - PT			C - CAM	C - CC -CU
Giordanino M.	65979	-5		VI			C - P - CA	CC -CU
Tauriano	64283	-11		VI			C	CU
Motura	63151	-24		VI		X	CAM	CC
Antinori	60478			VI - PT - A			CAM - P	CC
ASP 1	57450	-13	parcial	VI - PT - PI		X	C - CAM	C - CC -CU
ASP2	56258	20		A			CAM	CC - CA
Eucaliptus	54994	-29		VI - PT			CAM- P	C
Eucalip-Giord. S	52105	27		VI - PT - A			CAM - P	CC
Giordanino S.	51034	42	parcial	VI - PI - A			C	C
Giord. S-Ruta 13	49315	35		PT - A			P	CC
Ruta 13	47505	-148	parcial	VI - PI				CC
Ruta 13-Brioschi	43268	307		PT - A			P - C	C - CC
Piatti-Lavas	37673	54	parcial	VI - PT - PI			CA	C
Lavas-San Genaro	33163	-29		PT - A	X		CA	
PF 35 - cactus	29154	32		VI - PT - A	X			C - CU
La Lolilla	26782	10		VI - PI - A	X		CA	C
La Lolilla-Ruta 34	24996	38		VI			CA	
Ruta 34	23660	103	p / total	VI			C - CA	C
Mangiaterra	22862	5	parcial	VI - PI			CA	C - CU - CA
PF 25	20625	84		VI - PI - A			CA	C - CU
PF 24	20059	-3		VI - PT - A		X	CAM - CA	C - CU
Los Aromas	17313	45	total	VI - PI - A			C - P - CA	C - CU
Bartorelli	13855	-14	parcial	PI - PT - A	X		C - CA	C - CU
PF 13	11092	28		VI - PT - A		X	CAM - CA	C

PI= poste inclinado, PT= poste tumbado, VI= varilla inclinada, A= corto alambre, C= camino, P= poste, CAM= campo, CA= cauce, CU= cuneta. Los valores del PA están expresados en centímetros

En relación a los efectos producidos por la crecida, se pudo apreciar que los postes de los alambrados estaban inclinados o tumbados, con las varillas inclinadas y hasta los alambres cortados en toda la extensión de la subcuenca. La muerte de animales se observó en el sector intermedio e inferior de la subcuenca y el efecto de surcos en el campo en el sector superior e inferior de la subcuenca. Los procesos erosivos se observaron en los caminos de toda la extensión de la subcuenca, en los postes principalmente en el sector superior, en el campo en los sectores superior e inferior y en el cauce del arroyo en el sector intermedio e inferior. En relación al lugar donde se produjeron depósitos del material transportado por las aguas de la crecida se advirtió que aconteció en los caminos localizados en toda la extensión de la subcuenca, en los campos del sector superior, en las cunetas de los caminos en el sector superior e inferior y en el cauce casi no se apreciaron depósitos de material.

Al comparar los registros fotográficos de las obras de artes (en 13 secciones) realizados previamente (entre junio y septiembre del 2014) y, posteriormente, a la crecida se aprecian en todas las secciones procesos erosivos en ambas márgenes y siendo éstos de mayor magnitud en el sector intermedio e inferior de la subcuenca. En relación a la representación planialtimétrica de la crecida se observó que las rutas 13 y 34 actúan como represas (elevando la cota de la crecida); siendo esta más notable en la ruta 34 (Fig. 2). Además, se aprecia una gran elevación de la cota en la sección Ruta 13-Brioschi que está relacionada al angosto valle de inundación y altos niveles topográficos en los bordes de dicho valle.

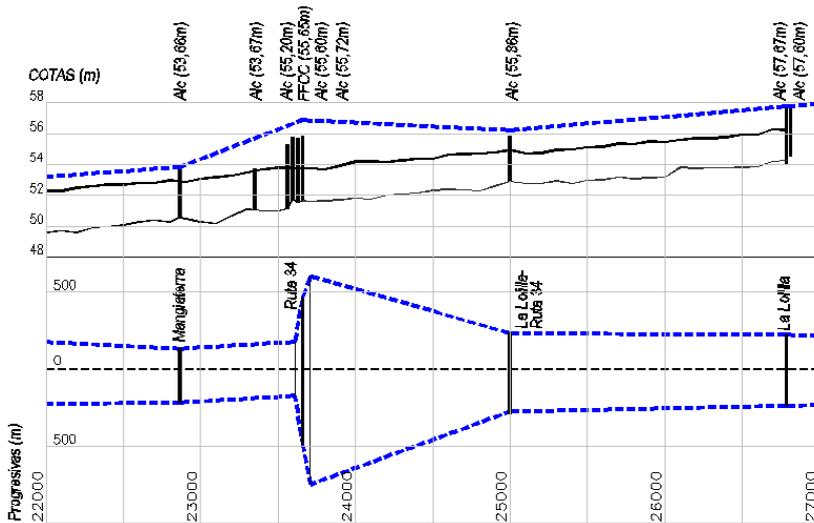


Fig. 2: Representación planialtimétrica de la crecida

Conclusiones

De la extensión total del arroyo Las Turbias se realizó un análisis en un 83% de su recorrido (57 km) a través de mediciones planialtimétricas en 25 secciones. De las 54 alcantarillas existentes en esa extensión se midió un 42% (23 alcantarillas) donde se estableció que un 60% (14) fueron superadas por las aguas de la crecida del 10 de agosto de 2015. El arroyo presenta un ancho físico de 10 m y que en la crecida de 2015 presentó un ancho de afectación próximo a los 400 m en casi toda su extensión.

Dicho evento produjo procesos erosivos en las alcantarillas y caminos localizados en toda la extensión de la subcuenca y en postes, campos (surcos) y cauces en diferentes sectores de la misma. Dichos procesos también generaron depósitos de materiales en los caminos distribuidos en toda la subcuenca y en campos y cunetas localizados en diferentes sectores de la misma. También se afectaron alambrados en toda la extensión de la subcuenca y la muerte de animales en el sector intermedio e inferior de la subcuenca.

En relación al escurrimiento, las alcantarillas elevan el nivel del agua y las mismas superan a las propias alcantarillas y a los caminos de accesos a las mismas. La ruta provincial N°13 y nacional N°34 actúan como represas y el mayor ancho de afectación se produce en la ruta 34 (de 1350 m) debido a la poca sección de las alcantarillas (32 m²) mientras que en la ruta 13 (de 390 m) la sección de las alcantarillas es de 78 m².

Se considera que por medio de estas mediciones se pudieron establecer las principales características y efectos de la crecida. En un futuro podrían realizarse los mismos trabajos en el resto de las cuencas hídricas de las que no se dispone información.

Agradecimientos

Este análisis corresponde a una etapa del proyecto de investigación CAID 2011 “Aplicación de procesos fotogramétricos terrestres en cuencas hidrográficas sin registros hidrológicos sistemáticos, en el contexto de la variabilidad climática” financiado por la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la Universidad Nacional del Litoral.

Referencias

- Clarín (2015).Llega a 20.000 la cantidad de afectados por las inundaciones bonaerenses. [En línea]. [Consulta: 6 de abril 2016]. Publicada el 11-08-2015.
http://www.clarin.com/sociedad/inundaciones-evacuados-lluvia-salto-san_antonio_de_areco-lujan-arrecifes_0_1410459128.html
- El Once (2015). Más de 220 evacuados en Santa Fe y gran cantidad de campos inundados.[En línea]. [Consulta: 6 de abril 2016]. Publicada el 11-08-2015.
<http://www.elonce.com/secciones/sociedad/429222-mnas-de-220-evacuados-en-santa-fe-y-gran-cantidad-de-campos-inundados.htm>

- Gardiol, M. (2015). Análisis de datos e información proporcionados por productores agropecuarios afectados por las crecidas del arroyo Las Turbias (Santa Fe). *Contribuciones Científicas GÆA* 27, 109-117.
- Gobierno de Santa Fe (2012). Plan director de los recursos hídricos de la provincia de Santa Fe. Informe 2: diagnóstico de la región 4, cuenca de los arroyos Monje, Colastiné, y de Los Padres. Ministerio de Agua, Servicios Públicos y Medio Ambiente de la provincia de Santa Fe, Instituto Nacional del Agua y Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación.
- Palman, L. (2012). Reacondicionamiento del canal principal arroyo Las Turbias. Proyecto final de Carrera. FICH. UNL.
- TN (2015). Hay 200 evacuados y rutas cortadas por el temporal en Santa Fe.[En línea]. [Consulta: 6 de abril 2016]. Publicada el 11-08-2015.
http://tn.com.ar/sociedad/hay-200-evacuados-y-rutas-cortadas-por-el-temporal-en-santa-fe_609741