

# IFRH 2016

3er ENCUENTRO DE INVESTIGADORES  
en Formación en Recursos Hídricos

06/07  
DE OCTUBRE  
/// EZEIZA ///  
BUENOS AIRES



RESÚMENES  
DE TRABAJOS

ORGANIZA



AUSPICIAN



Subsecretaría de Recursos Hídricos  
Ministerio del Interior  
Presidencia de la Nación



CAMARA ARGENTINA  
DE CONSULTORAS  
DE INGENIERIA



### COMITÉ EVALUADOR:

Lic. Gustavo Almeida / Ing. Nicolás D. Badano / Lic. Juan Bianchi / Ing. Juan Borús / Ing. Victor Burgos / Dr. José E. Castro / Ing. Silvana Castro / Lic. Carolina Cerrudo / Dr. Leandro Conte / Lic. Gonzalo Díaz / Bioq. Yanina El Kassisse / Ing. Matías Espantoso / Dr. Lorena Ferreira / Tco. Juan Pablo Figueroa Fornaro / Dra. Mauren Fuentes / Dra. Ana Rosa García / Ing. Pablo E. García / Ing. Juan Pablo Giacosa / Lic. Leandro Giordano / Lic. Carlos Gómez / Ing. Sergio Hanela / Ing. Luis Higa / Ing. Martín Irigoyen / Ing. Leandro D. Kazimierski / Ing. Emilio A. Lecertua / Ing. José Lobos / Dr. Raúl A. Lopardo / Ing. Msc. María Fernanda Lopolito / Dr. Homero Lozza / Ing. María Daniela Montagnini / Ing. José A. Morabito / Lic. Dora Ocampo / Dra. Agnes Paterson / Ing. Ezequiel Pecker Marcosig / Ing. Msc. Mariano Ré / Lic. Marisol Reale / Ing. Andrea Rico / Msc. María Inés Rodríguez / Lic. Valeria Rodríguez Salemi / Lic. Alejandra Rodríguez Speroni / Dra. Ariana Rossen / Dr. Carlos Rugerio / Msc. Marcia Ruiz / Ing. Analia Russo / Ing. Martín Sabarots Gerbec / Lic. Ana Paula Salcedo / Dr. Adrián Silva Busso / Ing. Alvaro Soldano / Dra. Dora C. Sosa / Ing. Pablo D. Spalletti / Lic. Martina Suaya / Lic. Damiano Tagliavini / Ing. Micaela Suriano / Ing. Nicolás Tomazin / Ing. Msc. Marcelo Uriburu Quirno / Sr. Santiago Valdés / Dra. María del Valle Venencio / Ing. Leticia Vicario / Lic. María Silvina Villemur / Lic. Rocío Vincentin

### COMITÉ EDITORIAL:

Bioq. Yanina El Kassisse / Ing. Juan Pablo Giacosa / Lic. Leandro Giordano / Tca. Bárbara Gómez / Ing. Sergio Hanela / Ing. Leandro D. Kazimierski / Ing. Emilio A. Lecertua / Lic. Valeria Rodríguez Salemi / Ing. Martín Sabarots Gerbec / Lic. Damiano Tagliavini / Dg. Lorena Vago.

### COORDINACIÓN GENERAL:

Lic. Mercedes Curbello / Lic. Juan Bianchi / Tco. N. Samuel Díaz / Bioq. Yanina El Kassisse / Ing. Juan Pablo Giacosa / Lic. Leandro Giordano / Tca. Bárbara Gómez / Ing. Sergio Hanela / Ing. Leandro D. Kazimierski / Ing. Emilio A. Lecertua / Lic. Marisol Reale / Lic. Valeria Rodríguez Salemi / Ing. Martín Sabarots Gerbec / Lic. Damiano Tagliavini

### DISEÑO GRÁFICO:

Dg. Lorena Vago

Anónimo

**IRFH 2016** - 3er. Encuentro de Investigadores en Formación en Recursos Hídricos: Resúmenes / editado por Martín Sabarots Gerbec ... [et.al.]. - 1a ed. - Ezeiza: Instituto Nacional del Agua, 2016.

120 p. : 29,7 x 21 cm.

ISBN 978-978-45194-6-7

1. Hidrología. 2. Hidráulica. 3. Calidad del Agua I. Sabarots Gerbec, Martín, ed. II. Título.

CDD 333.91

Fecha de catalogación: 07/09/2016

IMPRESO EN ARGENTINA

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo, en forma bianual y consecutiva, de un **Encuentro de Investigadores en Formación en Recursos Hídricos (IFRH)** confirma la importancia creciente que ha adquirido el agua como objeto de estudio en una gran diversidad de disciplinas científicas, así como la participación activa de los jóvenes en el desarrollo del conocimiento en la materia.

En este **3er Encuentro** reafirmamos nuestro objetivo de brindar un espacio de difusión e intercambio horizontal de ideas y experiencias por parte de los investigadores en formación, ya que creemos en la importancia de fomentar la producción de conocimiento hídrico en las nuevas generaciones. El resultado hasta el momento, ha sido altamente satisfactorio ya que nuevos investigadores y estudiantes se han ido incorporando de una edición a la otra, y algunos de los jóvenes que presentaron sus primeros avances en las ediciones anteriores, actualmente lo siguen haciendo pero, en muchos casos, como guías de nuevos integrantes de los diferentes grupos de trabajo que conforman este colectivo de investigación, desarrollo y aplicación tecnológica en temáticas hídricas. Esta continuidad natural, ratifica la necesidad de que el **IFRH** continúe como evento permanente en los próximos años.

Para los organizadores del **IFRH**, como parte de la comunidad hídrica en general y del **Instituto Nacional del Agua** en particular, eventos de este tipo significan no sólo un ámbito de divulgación de los trabajos de investigación y aplicación realizados en nuestras tareas cotidianas, sino también una oportunidad para interactuar e intercambiar información e ideas con estudiantes e investigadores de otras entidades que trabajan en temas afines, así como de establecer vínculos permanentes y potenciar mutuamente las capacidades de trabajo. Este encuentro constituye asimismo un ámbito de encuentro entre investigadores provenientes de diferentes disciplinas específicas que se nuclean en torno al agua. De esta forma, los participantes no solo se enriquecen del intercambio con pares de sus propias especialidades, sino que también encuentran la posibilidad de ampliar sus perspectivas incorporando visiones, inquietudes y propuestas de otras perspectivas disciplinarias en un tema tan transversal y complejo como resulta ser la temática hídrica en la actualidad.

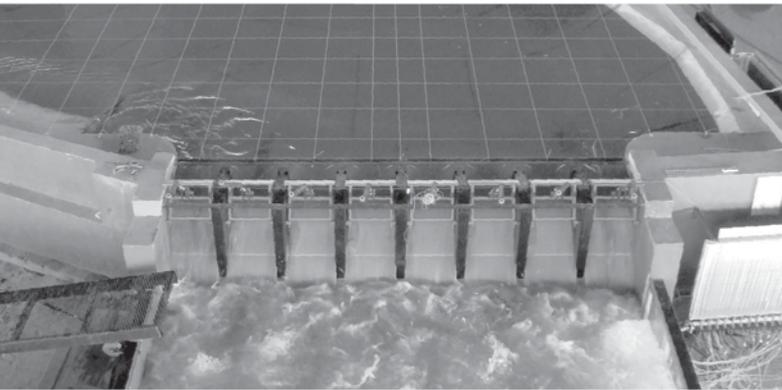
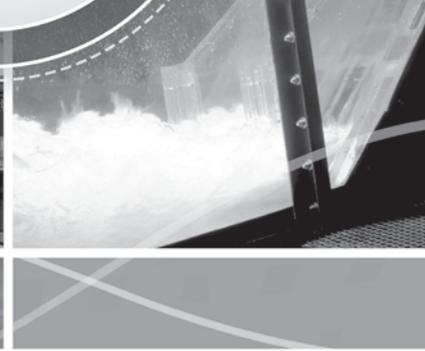
Estamos convencidos de que la investigación en Recursos Hídricos tiene una relevancia sumamente significativa en la calidad de vida de la población, y que requiere del compromiso y el trabajo conjunto, coordinado y transdisciplinario de todos los grupos de trabajo, tanto de la comunidad científica como de los diferentes organismos gubernamentales, entidades públicas y privadas, para el desarrollo de propuestas colectivas que resulten aplicables a la resolución de problemáticas hídricas concretas. Para ello, creemos que es necesario brindar a los investigadores en formación espacios de vinculación inter-institucional, así como promover y discutir conjuntamente las condiciones laborales más adecuadas para la sostenibilidad de los grupos y redes de trabajo dentro de la comunidad hídrica.

Por otra parte, el **IFRH 2016** coincide con el lanzamiento del nuevo Plan Nacional del Agua. El mismo plantea los siguientes ejes de la política hídrica nacional: Agua potable y saneamiento; Adaptación a los extremos climáticos; Agua para la producción; y Aprovechamientos multipropósito y biomasa. El mencionado plan, contempla asimismo cuatro ejes transversales: Preservación del recurso hídrico; Fortalecimiento de capacidades; Innovación; y Participación. En este marco, consideramos que el **IFRH** contribuye a la evaluación del estado del arte, la vinculación de los diferentes grupos de trabajo y a la generación de propuestas. Esperamos, por lo tanto, que este evento contribuya al surgimiento de ideas innovadoras e interacciones fructíferas que aporten a cada uno de los objetivos centrales de las diferentes dimensiones de la política hídrica.

## SUMARIO

	PÁG.
○ EJE TEMÁTICO 01	
POLÍTICA, ECONOMÍA Y CONFLICTO SOCIAL EN TORNO AL AGUA .....	05
○ EJE TEMÁTICO 02	
CALIDAD DEL AGUA Y DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO .....	31
○ EJE TEMÁTICO 03	
HIDROLOGÍA URBANA Y RURAL .....	59
○ EJE TEMÁTICO 04	
HIDRÁULICA APLICADA .....	105

# EJE TEMÁTICO 01



## POLÍTICA, ECONOMÍA Y CONFLICTO SOCIAL EN TORNO AL AGUA

*Gestión Integrada de los Recursos Hídricos /  
Economía del agua / Legislación / Conflictos  
por el agua / Consecuencias sociales de los  
instrumentos de gobernabilidad del agua /  
Planificación en el sector del agua a nivel  
nacional y local / Gestión de cuencas.*

## EL AGUA EN LAS INDUSTRIAS ALIMENTICIAS DE MENDOZA: ESTIMACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS HÍDRICOS ACTUALES Y ESCENARIOS FUTUROS

*Alicia Elena Duek*

*Centro de Economía, Legislación y Administración del Agua (CELA), Instituto Nacional del Agua (INA).*

E-mail: danaduek@hotmail.com

El objetivo de este trabajo es estimar el volumen de agua utilizada por las industrias alimenticias de la provincia de Mendoza, atendiendo a diferentes escenarios de eficiencia en la utilización del recurso hídrico. El problema de investigación se enmarca en el paradigma general del desarrollo sustentable y de manera más específica en los lineamientos de la gestión integrada de los recursos hídricos.

La metodología de trabajo se sustenta en información recolectada de entrevistas en profundidad realizadas a informantes calificados de diversos organismos de Mendoza, como también a personal idóneo de diversos establecimientos industriales alimenticios, seleccionados mediante una muestra dirigida. Para la construcción de escenarios se recurre a diversas fuentes de información secundaria, tanto locales como internacionales.

Entre los resultados, se estima que las industrias alimenticias de Mendoza utilizan un volumen de 19,65 hm<sup>3</sup> de agua por año; un manejo eficiente del recurso hídrico permitiría reducir el consumo en un 64%, es decir, a 7,11 hm<sup>3</sup>. Actualmente, 51% del consumo de agua por parte de las industrias alimenticias de Mendoza corresponde a los establecimientos localizados en la cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior. El segundo lugar, con un 33% del consumo, lo ocupan las industrias alimenticias que se encuentran en la cuenca de los ríos Atuel y Diamante, mientras que el 16% del consumo ocurre en la cuenca del río Tunuyán Superior. Asimismo, se estima que el 70% del agua total consumida corresponde a las industrias elaboradoras de conservas de frutas y hortalizas, el 16% a bodegas, el 8% a embotelladoras de agua mineral y el 6% restante abarca los consumos de las industrias olivícola, cervecera y de gaseosas.

## REESTATIZACIÓN DE SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO EN LA ARGENTINA. HACIA UN NUEVO MODELO DE GESTIÓN PÚBLICA

Damiano Tagliavini <sup>(1,3)</sup> y Melina Tobías <sup>(2,3)</sup>

(1) Instituto Nacional del Agua (INA).

(2) Instituto de Investigaciones Gino Germani (Facultad de Ciencias Sociales - UBA).

(3) Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

E-mail: damianotagliavini@gmail.com / melina.tobias@gmail.com

En los últimos quince años se puede evidenciar una tendencia global a la remunicipalización o re-estatización de empresas proveedoras de agua potable y saneamiento, que en las décadas previas habían sido privatizadas. El fracaso del modelo neoliberal de gestión privada del agua -expresado en la falta de expansión del servicio y la agudización de las desigualdades en relación al acceso- llevó a que en diversos países y ciudades, cada vez más, los gobiernos decidan retornar la gestión de los servicios urbanos de agua a control público.

En la Argentina, este proceso se tradujo en la rescisión de gran parte de los contratos de concesión a empresas trasnacionales y la creación de nuevas empresas de propiedad estatal. No obstante, este nuevo modelo adquiere ciertas características propias que lo diferencian tanto de la gestión privada como del viejo modelo estatal identificado con la empresa Obras Sanitarias de la Nación, a cargo del servicio durante gran parte del siglo XX.

El objetivo del presente trabajo es caracterizar los distintos casos de re-estatización del servicio de agua y saneamiento que han tenido lugar en la Argentina durante los últimos años y analizar sus principales similitudes y diferencias con respecto a los modelos previos de prestación. Para ello nos proponemos avanzar primero en la construcción de un "mapa de re-estatizaciones" del servicio de agua y saneamiento en Argentina. Y, segundo, trabajar con estudio de caso, tomando las re-estatizaciones de Agua y Saneamientos Argentinos (AySA) en Buenos Aires y el de Aguas Santafesinas (ASSA) en la Provincia de Santa Fe, buscando analizar las principales características de este "nuevo" modelo público de prestación. La metodología utilizada consiste en un abordaje cualitativo basando en la revisión de fuentes primarias (entrevistas a expertos y funcionarios del sector) y secundarias (revisión de normativa provincial y nacional).

## COOPERACIÓN CON BOLIVIA: PROYECTO DE DESARROLLO REGIONAL EN SANTA CRUZ

Victor H. Burgos<sup>(1,3)</sup> y Mauricio Buccheri<sup>(2,4)</sup>

(1) Centro Regional Andino (CRA), Instituto Nacional del Agua (INA).

(2) Centro de Economía, Legislación y Administración del Agua (CELA), Instituto Nacional del Agua (INA).

(3) Universidad Tecnológica Nacional - FRM / Instituto Reg. de Estudios del Agua (IREA).

(4) Universidad Nacional de Cuyo - Instituto Multidisciplinario de Ciencias Ambientales (ICA).

E-mail: vburgos@ina.gob.ar

En el presente artículo se presenta la sistematización de una experiencia sobre las actividades de asistencias técnicas 2012-2016 al Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz (GADSC) que el INA, a través del CRA con la colaboración del CELA, realizaron en el marco del Proyecto Múltiple Río Grande-Rositas (PMRGR), situado en el departamento homónimo, en el país vecino de Bolivia. Las mismas se llevaron a cabo a través del Fondo de Cooperación Argentina (FO.AR) del Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto de la Nación.

El FO.AR promueve iniciativas conjuntas de asistencias técnicas horizontales, a partir de las cuales, los Estados (a través de Ministerios, Universidades Nacionales o Gobiernos subnacionales) intercambian y adaptan soluciones a los desafíos socioeconómicos y ambientales, compartiendo el tiempo, los saberes y el esfuerzo de sus expertos para acompañar el fortalecimiento institucional de países socios.

El PMRGR, concebido inicialmente en los años 70', consiste en la ejecución de una represa, ubicada en el Departamento de Santa Cruz, para el aprovechamiento múltiple de la cuenca alta del Río Grande, que permitirá desarrollar una generación hidroenergética de 600 MW, riego de 165.000 hectáreas, regulación para control de inundaciones de 800.000 hectáreas, abastecimiento de agua potable e industrial y desarrollo del sector agroindustrial de la zona.

Las actividades realizadas relatadas cronológicamente y ordenadas en tres etapas, fueron influenciadas por diversos factores económicos y políticos, resaltando en todo momento el rol protagónico del INA, a saber: **1º etapa:** acercamiento del GADSC; **2º etapa:** estabilización y mesetización del proyecto; y **3º etapa:** reactivación del proyecto. Por último, se presenta un apartado con las lecciones aprendidas y beneficios no previstos derivados de las numerosas misiones realizadas, que redundaron en la formación y consolidación de la capacidad instalada en nuestras instituciones, para asistir en proyectos hídricos de envergadura tanto a nivel nacional como internacional.

## TRANSFERENCIA TÉCNICA EN EL USO EFICIENTE DEL AGUA EN CONSORCIOS DE RIEGO CON DATOS LOCALES. CUENCA DEL CONLARA, SAN LUIS

*Maria M. Hellmers<sup>(1)</sup>, Marisa M. Garbero<sup>(1)</sup>, Silvana Benitez, Claudio Saenz<sup>(2)</sup> y Mauricio Buccheri<sup>(2)</sup>*

*(1) Universidad Nacional de San Luis.*

*(2) Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.*

E-mail: odemadeleine@gmail.com

La cuenca del Conlara se encuentra ubicada al noreste de la provincia de San Luis y cuenta con precipitaciones que varían entre 500 y 600 mm. En los últimos años se observó una demanda creciente del recurso hídrico con fines variados, turismo, recreación y particularmente en sistemas de riego. El mayor uso del agua de ríos y de acuíferos en una región con limitantes de disponibilidad del recurso en períodos del año con alta demanda, hace que el uso sustentable del agua sea una estrategia de importancia.

Los usuarios del recurso hídrico, en general pequeños productores, se encuentran organizados en consorcios de riego con el propósito de recuperar las zonas irrigadas y democratizar el uso del agua. En la zona de estudio existe como principal inconveniente la falta de mantenimiento de los canales de riego que ha llevado a la proliferación de especies vegetales y produce, en consecuencia, la pérdida de agua en varios tramos del recorrido.

Las instalaciones de los establecimientos rurales para desarrollar la actividad son mínimas. En el ámbito laboral, un alto porcentaje de personas trabaja en el campo propio aunque la mayoría de los productores mantiene un ingreso económico proveniente de trabajo extrapredial y tienen el campo como actividad secundaria.

El presente trabajo presenta un proyecto interinstitucional que busca dar respuesta a los interesados (productores, profesionales y personal de gestión) en fundamentos básicos del riego y de su operación, a través de la caracterización del sistema, y contribuir asimismo a la preservación y utilización sustentable del agua mediante la implementación de herramientas sencillas con las cuales es posible mejorar las eficiencias en la conducción y aplicación del agua de riego, minimizar las consecuencias para usuarios y ecosistemas, y reducir la posibilidad de problemas de contaminación y degradación de la calidad de las aguas.

## LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO COMO PROBLEMÁTICA SOCIAL Y POLÍTICA EN SANTA FE: 2007-2015

Melisa Orta <sup>(1)</sup>, Gustavo Antón <sup>(2)</sup>, Margarita Portapila <sup>(3)</sup> y Gustavo Forte <sup>(2)</sup>

(1) Centro de Estudios Interdisciplinarios, Universidad Nacional de Rosario.

(2) Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires.

(3) Centro Internacional Franco Argentino de Ciencias de la Información y de Sistemas, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Universidad Nacional de Rosario.

E-mail: melisaorta@gmail.com / gustavoanton1976@hotmail.com / portapila@cifasis-conicet.gov.ar / gusforte@retina.ar

El trabajo describe y analiza el comportamiento de organismos gubernamentales, prestadores centralizados de servicios sanitarios y organizaciones de la sociedad civil en relación a la problemática social de la calidad del agua para consumo humano en la provincia de Santa Fe entre 2007-2015. Se evaluaron las acciones, comportamientos y decisiones de los diversos actores involucrados para hacer frente a la problemática; el modo como los diversos actores conceptualizan el problema y las relaciones de poder que se establecen entre ellos.

En 2007 el Ente Regulador de Servicios Sanitarios, emitió la Resolución N° 740/07 mediante la cual informó que de 362 prestadores del servicio, 237 presentaron desvíos en la calidad química del agua en relación a los parámetros fijados por el marco normativo vigente. En consecuencia, el Ente estableció plazos para llevar a cabo acciones tendientes a ofrecer diversas soluciones a los problemas de calidad de los respectivos servicios.

Se analizaron documentos oficiales tales como la Ley provincial N° 11.220/94, cinco decretos del Poder Ejecutivo provincial y veinte resoluciones emitidas por el Ente Regulador durante el período. Asimismo, se realizó un registro de la prensa escrita durante el período 2007-2015. Se seleccionaron para el análisis sesenta noticias de El Litoral de Santa Fe y La Capital de Rosario; y se realizaron y analizaron seis entrevistas en profundidad realizadas a referentes de los sectores gubernamentales y prestadores de los servicios sanitarios.

En la actualidad, la problemática bajo estudio sigue vigente, muchos prestadores no han logrado adecuarse a los parámetros de calidad exigidos por el Ente Regulador. La persistencia de esta cuestión está relacionada con la existencia de un modelo de gestión rígido de los servicios sanitarios que, a pesar de los reclamos persistentes de la ciudadanía, continúa rigiéndose por un marco normativo elaborado durante la etapa de privatización.

## SISTEMATIZACIÓN DE LA NORMATIVA ARGENTINA RELACIONADA CON EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN HÍDRICA, APLICABLE A ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES Y COMERCIALES

*Sergio D. Hanela, Alicia Duek, Damiano Tagliavini, Carlos E. Gómez, Eduardo A. Comellas, Marisol Reale, Yesica Russian, Marcelo B. Salinas*

*Instituto Nacional del Agua (INA).*

E-mail: shanela@ina.gob.ar / danaduek@hotmail.com / dtagliavini@ina.gob.ar

El presente trabajo tiene por objetivo desarrollar y analizar algunos de los principales resultados del Proyecto “Sistematización de la normativa argentina relacionada con el control de la contaminación hídrica, aplicable a establecimientos industriales y comerciales”. Dicho proyecto consistió en un relevamiento y sistematización de la normativa ambiental relacionada a los efluentes líquidos, a fin de facilitar su futura accesibilidad por parte de los usuarios y promover el análisis crítico del cuerpo normativo vigente. El alcance del mismo está limitado a la normativa Nacional, de la Provincia de Buenos Aires, de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y de la Provincia de Mendoza, contemplando también la normativa propia de la Cuenca Matanza Riachuelo.

El análisis consistió en la síntesis de 254 normas emitidas por más de 20 organismos distintos mediante la elaboración de fichas en una base de datos específicamente creada con este fin. Se elaboró una ficha por cada norma, volcando en ella sus principales contenidos, clasificados y ordenados para facilitar la posterior búsqueda de información específica dentro del amplio cuerpo normativo relevado. Se hizo especial énfasis en los requerimientos impuestos sobre los establecimientos industriales o comerciales. Los límites de vuelco requeridos por las diferentes normas, fueron tabulados y comparados, presentando una breve discusión sobre los mismos y algunas de las discrepancias encontradas entre ellos, aun cuando pueden ser aplicados sobre un mismo establecimiento.

El análisis de la información sistematizada reveló la gran complejidad que implica el cuerpo normativo actual para los establecimientos productivos y las superposiciones existentes entre diferentes organismos estatales encargados del control de los vertidos. Los resultados obtenidos son sumamente ilustrativos sobre la necesidad de una revisión del cuerpo normativo, ya que el fácil acceso y simple comprensión de la normativa, sin duda constituye el primer paso tendiente a su mayor cumplimiento.

## ACTUALIZACIÓN SOBRE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR ARSÉNICO EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA. IMPLICANCIAS JURISPRUDENCIALES

Clara María Minaverry<sup>(1)</sup>, Raúl Matranga<sup>(2)</sup> y Melina Macrini<sup>(2)</sup>

(1) Instituto de Investigaciones Jurídicas y Sociales Ambrosio Lucas Gioja, Facultad de Derecho, Universidad de Buenos Aires, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), y Departamento de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Luján.

(2) Departamento de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Luján.

E-mail: cminaverry@derecho.uba.ar

El objetivo general del presente trabajo es realizar una actualización sobre la evolución de los precedentes jurisprudenciales vinculados con la contaminación del agua por arsénico, en el ámbito de la Provincia de Buenos Aires, en Argentina.

Con esta finalidad, se realizará una selección de casos jurisprudenciales vinculados con la calidad del agua potable que se consume en el ámbito territorial mencionado. El mismo implicará la continuación del trabajo científico titulado *“La Problemática del Arsénico en el Servicio de Agua en la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Análisis de Casos Jurisprudenciales”*, publicado en el mes de Enero de 2016 en la Revista Internacional de Contaminación Ambiental de la Universidad Autónoma de México (Minaverry y Cáceres). Allí se analizó jurisprudencia correspondiente a reclamos realizados por habitantes de las ciudades de Lincoln, 9 de Julio, Carlos Casares y Junín. En este sentido, en el presente se sumará el estudio de reclamos registrados en las localidades de San Martín y de Chivilcoy, además de otros posibles casos que podrían incorporarse luego debido a que actualmente se encuentran cercanos a una etapa resolutive.

Posteriormente, se hará referencia al diseño institucional y regulatorio del servicio del agua, y como conclusiones preliminares se expondrán las implicancias vinculadas con las intervenciones realizadas por la Corte Suprema de Justicia de la Nación en la presente temática.

## “VINO LA MAREA Y NOS DEJÓ EN LA VÍA”. EXPERIENCIAS DE LAS INUNDACIONES DE PRODUCTORES FORESTALES EN UN ÁREA DEL DELTA INFERIOR DEL RÍO PARANÁ

*Cynthia Pizarro, Mercedes Ciccale Smit y Carlos Javier Moreira*

*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas - Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.*

E-mail: cpizarro@agro.uba.ar / mciccale@agro.uba.ar / moreirac@agro.uba.ar

El Delta del río Paraná está expuesto a frecuentes inundaciones originadas por tres factores: las provocadas por el sentido Norte - Sur del escurrimiento del río Paraná, las mareas del estuario y las crecientes provenientes del Río de la Plata denominadas sudestadas. Estos fenómenos tienen diversos impactos en las formas de vida de los lugareños y en sus actividades productivas, tales como la destrucción de sus viviendas y de los sistemas de manejo de agua, la pérdida de cultivos y ganado, las dificultades de comunicación con el continente, la interrupción de las actividades escolares, etc.

El objetivo de este trabajo es analizar las maneras en que los habitantes de un área del Delta experimentan las inundaciones y valoran sus consecuencias. Se trata de la Zona Núcleo Forestal que se especializó en la producción forestal a partir de mediados del siglo XX. En sus relatos, este proceso está siempre ligado a las inundaciones de 1959 y de 1982/83, a las que caracterizan como catástrofes. Estos eventos son rememorados no sólo porque tuvieron un alto impacto en las formas de vida locales, sino también porque son momentos que condensan las transformaciones económicas, sociales, políticas y culturales de la zona. Señalamos que en ambos eventos la configuración del riesgo y de la vulnerabilidad fue mayor para algunos lugareños que para otros. Es decir, los impactos tuvieron un carácter selectivo, de acuerdo a la configuración de las desigualdades sociales de clase, entre otras.

Además, argumentamos que fueron escenarios en los que se visibilizaron más fuertemente las tensiones del campo social local. De hecho, constituyeron una ventana de oportunidades que permitió a algunos productores familiares realizar un proceso de empresarialización que les permitió mejorar su posición económica, social, política y cultural, mientras que otros fueron excluidos del sistema productivo, contribuyendo al significativo despoblamiento de la zona.

## CONSTRUCCIÓN SOCIAL DEL RIESGO Y CONFLICTIVIDAD AMBIENTAL. LA EMERGENCIA DE UNA ARENA POSDESASTRE TRAS LA INUNDACIÓN DE SANTA FE DEL AÑO 2003

*Tamara Lucía Beltramino*

*Departamento de Sociología - Universidad Nacional del Litoral.*

E-mail: tamarabeltramino@yahoo.com.ar

El trabajo indaga en torno a las relaciones entre la construcción social del riesgo y la conflictividad ambiental en el caso de la inundación de Santa Fe en el año 2003, entendiendo que este evento hídrico ha sido un punto de inflexión para la comprensión y gestión del riesgo de inundaciones locales.

Partiendo del análisis del desastre socioambiental acontecido en 2003 y de la arena posdesastre del fenómeno que se produce entre 2003 y 2007 -año en que la ciudad vuelve a verse afectada por un evento hídrico- el artículo se desarrolla a partir de dos ejes centrales. En primer lugar, profundiza en torno a la desigual afectación urbana y social que este evento ha producido, y en segundo lugar, sobre el análisis de las dinámicas sociales que emergen tras el acontecer del fenómeno (protesta, segregación residencial, potenciación de las desigualdades).

La hipótesis central que guía el análisis es que frente a la inundación los diferentes sectores sociales se encuentran desigualmente expuestos, y cuentan con recursos diferentes para actuar e intervenir en el posdesastre. Simplificando este punto, es posible considerar que mientras que los sectores medios, se movilizan e intervienen en el espacio público denunciando la responsabilidad política, los sectores populares, no solo se encuentran desigualmente expuestos sino que también se encuentran potenciadamente amenazados, siendo su vulnerabilidad mucho mayor que la del resto de los actores sociales.

Se concluye sosteniendo que la significación pública del evento de 2003 no responde únicamente a la excepcionalidad o magnitud del fenómeno sino que es producto de la particular construcción social del riesgo que emerge en el posdesastre del evento en el cual se conjugan las críticas a las falencias en la gestión del desastre y las disputas sobre las causas y responsabilidades en torno al fenómeno de técnicos, afectados y funcionarios públicos.

## **COSA E' MANDINGA ¿SERÁ QUE CRECE LO MISMO Y SE INUNDA MÁS? UN APUNTE CRÍTICO SOBRE INUNDACIONES URBANAS PAMPEANAS Y CRECIDAS RIBEREÑAS**

*Leandro Giordano* <sup>(1,2)</sup>, *Carlos Ruggerio* <sup>(2)</sup>, *Pamela Flores* <sup>(2)</sup>, *Juan Bianchi* <sup>(1)</sup>

*(1) Sistemas de Información y Alerta Hidrológico (SlyAH), Instituto Nacional del Agua (INA).*

*(2) Área de Ecología, Instituto del Conurbano, Universidad Nacional de General.*

E-mail: lgiordano@ina.gob.ar

Partimos de la asunción que la frecuencia de inundación por crecida ribereña se ha incrementado en los últimos años para el caso de algunos asentamientos urbanos situados sobre la planicie chaco-pampeana, emplazados en el noreste de la provincia de Buenos Aires. Esta hipótesis forma parte de un marco teórico consensuado tanto por académicos como por tomadores de decisión, ampliamente difundido por los medios masivos de comunicación. A la vez, suele asumirse que el incremento en la periodicidad de la inundación se debe, principalmente, a cambios en la estructura temporal de la amenaza. En efecto, las posiciones más difundidas apoyan esta afirmación sobre la base de dos factores principales: (a) variación significativa en el régimen de precipitación o (b) prácticas de manejo inadecuadas. Aun así, identificamos elementos cuestionables en esto último, señalando la necesidad de un ejercicio crítico. Primeramente, en la elaboración de este discurso no se presenta información que dé cuenta de cambios en la frecuencia de la amenaza (o sus forzantes). Y más de fondo: la frecuencia de una inundación no es necesariamente la misma que la de una crecida y, de ahí, una equiparación directa puede llevar a una simplificación excesiva.

La inundación es un fenómeno emergente de la relación entre una amenaza hídrica y una forma de producir espacio (urbano). Luego, dada la expansión urbana experimentada en el noreste de Buenos Aires, resulta consecuente explorar si el incremento en la frecuencia del desastre puede explicarse en mayor medida por un incremento en exposición más que por cambios en la estructura temporal de la amenaza. Por tanto, hemos seleccionado como caso de estudio las crecidas ribereñas del río Luján sobre el tramo comprendido entre las rutas provinciales 42 y 6, analizando la estructura temporal de las variables hidrometeorológicas (precipitación, nivel hidrométrico/caudal) y socio-demográficas, tanto como su relación.

## AFECCIÓN DEL CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO SOBRE EL SISTEMA DE DRENAJE NATURAL EN EL DISTRITO DE LA COSTA

Jorge Collins<sup>(1,2)</sup>, Darío Tabernig<sup>(1)</sup>

(1) Centro Regional Litoral (CRL), Instituto Nacional del Agua (INA).

(2) Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas.

E-mail: collinsjorge@gmail.com / dftabernig@yahoo.com.ar

Al este de la ciudad de Santa Fe, en el valle aluvial del río Paraná, se encuentra el distrito "de la Costa", que abarca parte de la ciudad mencionada (Colastiné Norte) y poblaciones como San José del Rincón y Arroyo Leyes entre otras, con un crecimiento urbanístico y de infraestructura importante. Si bien existieron diversas obras para proteger la zona de las inundaciones cíclicas del río, es en la década de 1.990 que se da inicio a la construcción de los actuales anillos de defensas, favoreciendo significativamente el desarrollo demográfico. Desde aquella época hasta la actualidad dichas zonas como su entorno sufren modificaciones del drenaje natural interno, viéndose anegada en situaciones hidrológicas extremas, con difíciles soluciones de saneamiento. Un conocimiento del sistema natural antes de dicha expansión urbana, permite mejorar las diferentes alternativas de solución. Este trabajo consiste en el seguimiento histórico de diferentes imágenes y fotografías aéreas sobre la zona, apoyadas con cartas topográficas, topografías realizadas y unificadas todas, a un solo sistema de georreferenciación, identificándose las vías de escurrimiento, bajos, lagunas temporales, viviendas, caminos, vegetación, etc., confeccionando así, una cartografía temática temporal de la modificación del uso del suelo y de la ocupación de las componentes del sistema de desagüe natural.

Cabe destacar que desde la construcción y consolidación de las defensas, parte de la población de la ciudad de Santa Fe migró hacia esta zona en busca de un mejor bienestar de vida, y como consecuencia, produjo un incremento considerable de viviendas, aumentando las áreas impermeables y la ocupación de las líneas de escurrimiento, que sumado a la urbanización de zonas bajas dan como resultado grandes inconvenientes a la población que se ven agravados por la falta de una planificación ordenada.

## GESTIÓN DEL PELIGRO DE INUNDACIÓN EN CUENCAS SERRANAS. SISTEMA DE VENTANIA, PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Veronica Gil <sup>(1,2)</sup>, Jorge Gentile <sup>(1,2)</sup>, Alicia M. Campo <sup>(1,2)</sup>, Guillermo Jelinski <sup>(3,4)</sup> y Marta Crisafulli <sup>(4)</sup>

(1) Departamento de Geografía y Turismo - Universidad Nacional del Sur (UNS).

(2) Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

(3) Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

(4) Autoridad del Agua - Provincia de Buenos Aires (ADA).

E-mail: paula.zapperi@uns.edu.ar / baldalur@criba.edu.ar / amcampo@uns.edu.ar / jelinski@ing.unlp.edu.ar / crisafulli.m@ada.gba.gov.ar

La variabilidad temporal y espacial de las precipitaciones en el suroeste de la provincia de Buenos Aires es elevada dando lugar a ciclos húmedos y secos que inciden en la sociedad. Durante los ciclos húmedos se producen inundaciones y en los ciclos secos la escasez de agua produce bajos o nulos rendimientos en las cosechas, dificultades de abastecimiento de agua potable y activación de los procesos de desertificación. Esta región es la parte más austral de la llanura Chaco-Pampeana y su escasa pendiente se encuentra interrumpida por el Sistema de Ventania. Estas sierras generan un cambio en el comportamiento y los montos de las precipitaciones que se evidencia a lo largo de sus valles interserranos. Asimismo, es la mayor divisoria de aguas de la provincia y da origen a cuencas exorreicas y endorreicas de régimen pluvial (Sauce Grande, Sauce Corto, Sauce Chico, Napostá Grande, Chasicó, Pigüé, etc.). En estas cuencas se producen inundaciones, cuando se generan precipitaciones torrenciales en el área serrana, que afectan tanto a sectores poblados como rurales dañando infraestructura y produciendo pérdidas económicas y humanas. En el área los registros pluviométricos e hidrométricos presentan una escasa densidad espacial y diferencias notorias en la extensión temporal de las series. La gestión del riesgo de inundación es incipiente, lo cual agrava la vulnerabilidad de la sociedad involucrada. Por ello, el objetivo de este trabajo es evaluar el peligro potencial para generar crecidas de cuencas del Sistema de Ventania basado fundamentalmente en la caracterización hidrogeomorfológica de las cuencas a partir de índices morfométricos. La integración de características geomorfológicas, hidrográficas, climáticas y el análisis cuantitativo (mediante índices morfométricos) permitió definir subcuencas con mayor peligrosidad de generar crecidas que deriven en inundaciones para las cuencas altas de los arroyos Sauce Grande y Sauce Corto.

---

## POLÍTICA Y PODER EN TORNO AL CONFLICTO POR EL AGUA Y LA INVERSIÓN EN OBRAS EN MENDOZA (1943-1955)

*Laura Lorena Ortega*

*Incihusa (CONICET) y FCPYS (UNCUYO).*

E-mail: [lortegalaura77@mendoza-conicet.gov.ar](mailto:lortegalaura77@mendoza-conicet.gov.ar)

Asumiendo que el análisis sobre la eficiente utilización del recurso hídrico no debe circunscribirse solo a las cuestiones técnicas la presente propuesta busca considerar el impacto que tuvieron los aspectos políticos y sociales vinculados al gobierno del agua. Por ello adopta un enfoque interdisciplinar que se nutre tanto de la historia política como de las ciencias sociales pues intenta avanzar en el estudio cuestiones atinentes a los conflictos atravesados por los regantes de la provincia de Mendoza (Argentina) entre los años 1943 y 1955. En este sentido, se ha dicho que a partir de los años 40 comienza una nueva fase en la historia de las grandes obras hídricas y de su administración, pero no se ha profundizado -al menos para la provincia mencionada- en investigaciones que den cuenta cómo se dio este proceso, qué innovaciones respecto de las gestiones anteriores se realizaron, a qué sectores se benefició, qué instrumentos de política fueron utilizados, si hubieron conflictos por el uso de recurso y cómo de los resolvió, etc. De manera que surge la necesidad de complejizar la mirada sobre el pasado atendiendo a las particularidades político-institucionales del periodo, el que por cierto adquirió connotaciones especiales. Asimismo, interesa vislumbrar también acerca del rol que le cupo en esta temática a las instancias nacionales de gobierno y su relación con los intereses provinciales, y hasta de las micro-regiones mendocinas. Por último, es de destacar que el trabajo no constituye un estudio terminado sino que es presentado como un avance de una investigación en curso financiada con una Beca Posdoctoral CONICET, junto con la participación en un PIP de la misma institución.

## USOS DEL RÍO DESAGUADERO - SALADO EN LA ALTA CUENCA Y SUS CONSECUENCIAS EN LA PAMPA

*Roxana V. González y Pamela Pratts*

*Secretaría de Recursos Hídricos Gobierno de La Pampa.*

E-mail: [consulta\\_bdh@cpenet.com.ar](mailto:consulta_bdh@cpenet.com.ar) / [cdeih@cpenet.com.ar](mailto:cdeih@cpenet.com.ar)

La cuenca hidrográfica Desaguadero-Salado-Chadileuvú-Curacó se extiende sobre 300.000 km<sup>2</sup>, es la más extensa dentro de la Argentina y comprende parte de las provincias de Catamarca, La Rioja, San Juan, Mendoza, San Luis y La Pampa. Estos ríos son todos de régimen nival. El río llegó a tener, al entrar en La Pampa, un caudal promedio del orden de los 15,54 m<sup>3</sup>/s, con máximos registrados en 175,70 m<sup>3</sup>/s según estadísticas hidrológicas, en las estaciones de Aforo de Paso del Loro y Ruta 10 que constan en la base de datos Oficial de la Provincia de La Pampa.

Desde que comenzaron los aprovechamientos en las provincias de Mendoza y San Juan sobre los principales afluentes del Desaguadero-Salado-Chadileuvú, las aguas del río llegan a La Pampa esporádicamente y con muy poco caudal, esto se evidencia en forma más marcada a partir del año 2010 donde el caudal no supero 1 m<sup>3</sup>/s, con un mínimo registrado para Enero de 2014 en 0,06 m<sup>3</sup>/s. El río actualmente aporta caudales insignificantes con agua extremadamente salada cuyas determinaciones en laboratorio arrojaron valores de salinidad del orden de los 118 g/L, para febrero de 2013, imposible de ser consumida, ni siquiera como agua de bebida para el ganado.

En este trabajo se analiza a través de estadísticas, interpretación grafica de datos químicos y caudales de series históricas, sumada a la interpretación de imágenes satelitales de la cuenca baja, cuales han sido los impactos generados por los distintos aprovechamientos (doméstico, irrigación, industrial y energético) aguas arriba. Los resultados indican que la desaparición de los escurrimientos del Salado-Chadileuvú es un hecho que genera grandes perjuicios, provocando así una situación de desastre hídrico-ambiental, económico y social sobre todo a la provincia de La Pampa, en la cual todo el sistema de lagunas de Puelches se encuentra en estado crítico.

## MODELIZACIÓN ECONÓMICA HIDRO-ENERGÉTICA EN PRODUCCIONES AGROPECUARIAS PAMPEANAS DE LA CUENCA DEL RÍO COLORADO

*Roberto Mariano*

*Becario del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). INTA-Anguil.*

E-mail: marianorobertocarlos@gmail.com

La producción de alimentos y la suficiencia alimentaria plantean un gran reto ligado a la disponibilidad de agua y energía. Cuando se conjugan condiciones hidrológicas adversas con cultivos que poseen altos requerimientos de agua, la presión sobre los recursos hídricos y energéticos se acrecienta. La disminución del volumen glaciar observado en los Andes, acarrea riesgos de escases hídrica en las distintas regiones y para las diferentes actividades socioeconómicas que dependen del recurso. La cuenca argentina del río Colorado en la provincia de La Pampa posee condiciones climáticas semidesérticas, pero cuenta con potencialidad de utilización hídrica para el desarrollo productivo. Estudios recientes han revelado que el caudal de la cuenca ha disminuido y puede que la tendencia se extienda a lo largo de los próximos años. El costo y la disponibilidad de energía en las zonas rurales tiene una influencia decisiva en el desarrollo agrícola, principalmente en zonas de producción bajo riego. El consumo de agua y energía como tema estratégico plantea nuevos desafíos y oportunidades. La propuesta de trabajo tiene como objetivo mejorar la eficiencia hídrica y energética y los resultados económicos de las producciones agropecuarias pampeanas actuales y potenciales de la cuenca del río Colorado a través de un modelo económico hidro-energético. Se propone aplicar la Huella Hídrica y la Tasa de Retorno Energético como indicadores e insumos de eficiencia hídrica y energética. Se espera que el modelo económico hidro-energético beneficie la toma de decisiones estratégicas para los productores agropecuarios de la cuenca pampeana del río Colorado.

## POLÍTICA ECONÓMICA DE LOS SUBSIDIOS ENERGÉTICOS PARA RIEGO CON AGUA SUBTERRÁNEA EN MENDOZA, ARGENTINA

*Félix Sebastian Riera*

*Georg-August-Universität Göttingen - COIMBRA.*

E-mail: sriera@gwdg.de

Las políticas de recursos naturales en América Latina rara vez se identifican consistentes e independientes en el largo plazo. La provincia de Mendoza logra ambas características. Desde 1884, las instituciones se comprometen a una legislación que reconoce el agua como recurso clave para el desarrollo económico. Respecto al riego superficial, Mendoza es un caso excepcional en cuanto a organización y empoderamiento de los usuarios. Sin embargo, la gestión de las aguas subterráneas ha mostrado fallas en la conservación, tanto en cantidad como en calidad. La incorrecta política de subsidiar energía para riego agrícola ha permanecido demasiado tiempo vigente, sufriendo maniobras cada vez que se intenta eliminar el incentivo. Siguiendo un marco tripartito para el análisis político y económico, se revisaron las configuraciones institucionales del nexo agua-energía, y se analizaron los incentivos y comportamiento de las partes involucradas. Los resultados indican implicaciones conjuntas de políticas de agua y energía para la disponibilidad del agua subterránea. La tabla resultante del análisis despliega un mayor número de herramientas orientadas a la demanda y una participación relevante de la gestión colectiva. Durante los últimos 15 años, las políticas no han proporcionado incentivos económicos consistentes a los productores agrícolas que permitan considerar la degradación ambiental de los recursos de aguas subterráneas.

## GESTIÓN TERRITORIAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA REPÚBLICA ARGENTINA

Mario Néstor Zirulnikoff <sup>(1)</sup> y Efraín Barraza <sup>(2)</sup>

*(1) Docente de Extensión Universitaria en el Ciclo Básico Común de la Universidad de Buenos Aires.*

*(2) Jefe de Despacho; Asesor en la Comisión de Educación, Ciencia y Tecnología, Legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.*

E-mail: geoespacio@gmail.com / efrain.barraza@legislatura.gov.ar

El análisis pormenorizado del marco normativo que atañe tanto a la gestión como a la explotación de los recursos hídricos argentinos expone sus limitaciones para abordar el ordenamiento territorial.

Las nociones de hidrología, como aspecto científico para gestionar el recurso agua, no se han contemplado al elaborar normas de diversa jerarquía, que se superponen y hasta se neutralizan; las atribuciones jurisdiccionales originan conflictos y problemas, dificultando las iniciativas proactivas.

Por los efectos de tal situación la promoción de un desarrollo sostenible se esgrime como una consigna con escaso contenido; mientras aquella persista se incrementan los riesgos ambientales.

Propiciar una actualización normativa, acorde con las necesidades, las experiencias exitosas, las oportunidades de mejora que propone la disponibilidad tecnológica, y la evolución expansiva del conocimiento global aplicado en la gestión territorial, impone una revisión de sus métodos y procesos para superar las consecuentes limitaciones. Aplicando leyes de presupuestos mínimos, como la Ley General del Ambiente N° 25.675, pueden resolverse las controversias existentes.

Se abordan a su consideración innovaciones organizacionales para gestionar los recursos hídricos argentinos, que observan los aspectos doctrinarios, reseñan sus antecedentes locales, acuden a la tecnología disponible y explotan el conocimiento científico del Siglo XXI, destacando a la educación colectiva como una variable crucial al proponer y concretar la noción de Gobernanza.

## **BANCO DE DATOS HIDROMETEOROLÓGICOS DE SANTA CRUZ**

*Boris Gastón Díaz y María Cecilia Monserrat*

*Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) - Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Santa Cruz.*

E-mail: diaz.boris@inta.gob.ar

Una apropiada gestión del recurso hídrico, basada en criterios de sostenibilidad, exige conocer lo mejor posible entre otros factores, su disponibilidad, calidad, dinámica, formas de apropiación, uso y conservación, todos necesarios para asegurar la mejor accesibilidad por la población, su utilización en procesos productivos y su conservación para garantizar procesos ecológicos y servicios ecosistémicos. El punto de partida consiste en establecer el mejor registro posible de datos e información del recurso a partir del cual se puedan realizar caracterizaciones y modelizaciones sobre las que apoyar la mejor planificación, decisiones de uso y de conservación, tanto como parte de las acciones propias de autoridades de aplicación en la materia como de instituciones y profesionales que asesoren técnicamente o intervengan el recurso.

Se diseñó un SIG conteniendo el total de capas de geoinformación de interés para el diagnóstico, seguimiento y modelización de fenómenos asociados a la hidrometeorología regional, a partir del Sistema de Información Territorial oficial vigente en Santa Cruz hasta 2015. Se encuentra en preparación, catalogación, documentación y actualización permanente, una base de información hidrometeorológica a partir de la compilación, catalogación, ordenamiento, documentación y análisis de datos procedentes de bases nacionales y regionales de estadística hidrológica y meteorológica, tanto de Argentina como de Chile para regiones hidrográficas con recursos compartidos. También así de estudios regionales disponibles y aún de la generación de datos propios como parte de líneas de trabajo interinstitucionales de investigación y/o extensión en la región.

En el presente trabajo se presentan y describen los resultados y productos parciales logrados en el diseño y elaboración del banco de datos, como herramienta para realizar estudios descriptivos permanentes sobre el recurso agua a escala de cuencas hidrográficas, así como insumo a disposición de la autoridad provincial del agua para mejorar procesos de toma de decisión en el marco de la GIRH.

## HACIA LA INCORPORACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN LA GESTIÓN DEL RECURSO

*Armando Llop<sup>(1)</sup>, Mauricio Buccheri<sup>(1,2)</sup>, Eduardo Comellas<sup>(1,3)</sup>, Alicia Duek<sup>(1)</sup>, Carlos Marziali<sup>(1)</sup> y José Reta<sup>(1,4)</sup>*

*(1) Centro de Economía, Legislación y Administración del Agua (CELA), Instituto Nacional del Agua (INA).*

*(2) Instituto Multidisciplinario de Ciencias Ambientales (ICA) - Universidad Nacional de Cuyo.*

*(3) Facultad de Ciencias Económicas - Universidad Nacional de Cuyo.*

*(4) Agencia Provincial de Ordenamiento Territorial - Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial.*

**E-mail:** armandollop@yahoo.com.ar

Las aguas subterráneas representan el reaseguro para lograr la sustentabilidad y la estabilización productiva de las economías regionales en la zona árida Argentina, donde los sistemas de aguas superficiales están caracterizados por una alta variabilidad y tendencias declinantes en los derrames por efecto del cambio climático.

Este recurso altamente vulnerable es utilizado por todos los sectores de la economía, tales como: agua potable y saneamiento, agricultura bajo riego, industria, energía, turismo, uso público, uso ambiental, etc. La poca gravitación que históricamente los entes administradores le han asignado al agua subterránea, ha aletargado el uso conjunto de aguas, elemento sustantivo para una Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH).

Basado en el caso paradigmático de la provincia de Mendoza, el artículo recorre los principales aspectos que la Autoridad de Aplicación debiera realizar para poner en práctica la incorporación efectiva del agua subterránea en la gestión, única vía para el logro de una GIRH, poniendo en valor el rol estratégico que cumple en la mitigación de los impactos de los periodos de sequía, cada vez más frecuentes. En este trabajo, se revisan las disfuncionalidades técnicas y administrativas originadas por la falta de consideración del agua subterránea como el elemento importante del sistema hídrico, lo que ha involucrado una multitud de costos sociales y oportunidades perdidas.

## MODELOS DE PROSPECTIVA EN LA FRONTERA CIENTÍFICO-POLÍTICA. ALCANCES Y LIMITACIONES DE SU APLICACIÓN EN LA GESTIÓN INTEGRADA DEL RECURSO HÍDRICO

*Ana Murgida, Martín A. Kazimierski, Anahi Membribe, Mora Castro y Luciano D'Fabio*

*Inter-American Institute for Global Change Research (IAI).*

E-mail: animurgida@gmail.com

Como observadores-participantes de un proceso de investigación que aborda la adaptación al estrés hídrico en la región del Comahue -Argentina-, analizamos el uso de un modelo de prospectiva y su potencial como herramienta en la construcción de conocimiento aplicable a la gestión integrada del recurso hídrico.

Partimos del supuesto de que dicho proyecto es un campo de negociaciones donde equipos multidisciplinarios y sectores gubernamentales asociados a la gestión hídrica, conforman una red determinada por los alcances y limitaciones del modelo, resultando en un proceso de trabajo que presenta vinculaciones heterogéneas.

El estudio de dichas vinculaciones se desarrolló desde una perspectiva antropológica, empleando herramientas etnográficas como el trabajo de campo con entrevistas abiertas y observación participante. Estas permitieron rescatar los diálogos que destacan acuerdos y desacuerdos en torno a los datos y variables a ser incorporadas en el modelo de simulación.

La aplicación de teorías relacionales, Teoría de Boundary Work y Teoría de Redes Sociales, permitieron reconocer que si bien el uso de este modelo convoca al diálogo entre disciplinas y sectores de gobierno en un proceso construcción de conocimiento que denominamos trabajo de frontera, al mismo tiempo podría limitar la integración de datos y conocimientos que no fueron pensados al momento de su diseño.

Consideramos que a pesar de que el modelo constituye un resultado riguroso en términos científicos, como herramienta de gestión el aporte se da sobre una parcialidad de la realidad, y por lo tanto las decisiones del ámbito político, basadas en el mismo, se tomarán sobre ese recorte.

En este sentido, aunque el modelo constituye una potente herramienta para la planificación desde un enfoque integral y participativo, el tipo de variables que se consideran y las que quedan fuera del modelo aplicado, limitan un abordaje más abarcativo y completo en torno a la complejidad del estrés hídrico.

## ASPECTOS DE LA POLÍTICA AMBIENTAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA EN EL MARCO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

*Sabrina N. Ayala, Maximiliano S. Vita y María Carolina Ulla*

*Centro de Investigaciones Jurídicas y Sociales (CIJS), Facultad de Derecho, de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC).*

E-mail: abmculla@gmail.com

Es imposible eludir cómo la alarmante situación a nivel global sobre los cambios en el clima, está contribuyendo a la crisis mundial del agua. Ello se refleja en el incremento en el número de desastres naturales, tales como inundaciones y sequías, provocando impactos negativos en los recursos hídricos. En efecto, una de las principales consecuencias del Cambio Climático, son las alteraciones en el ciclo hidrológico, es decir, cambios en los regímenes de precipitación, en su intensidad, como así también, en la humedad de los suelos. Si a esta crisis global, la analizamos en el contexto local, Córdoba es la provincia que menos agua posee por habitante, por ser una provincia mediterránea, que pertenece a una región semiárida, con escasez de aguas superficiales, con manifestaciones de problemas de contaminación de los recursos hídricos (superficiales como subterráneos) en distintos sectores y con diversa intensidad, cuyas cuencas hídricas se encuentran muy degradadas por la deforestación, los incendios, el turismo, el rally y el crecimiento poblacional desmedido en las sierras.

En este contexto, la ponencia tiene como objetivo, en primera medida, brindar un panorama sobre el proceso de diseño, formulación e implementación las políticas públicas provinciales en materia de recursos hídricos; luego, establecer cómo se manifiesta la problemática del Cambio Climático en el proceso descrito anteriormente. Por último, ensayar algunas reflexiones sobre el Cambio Climático y su vinculación con la actual gestión integral del adecuado manejo ambiental de los recursos hídricos de la provincia de Córdoba.

## LA REGIÓN DEL TRIGO (¡Y DEL AGUA!)

*Pablo Ernesto Suárez*

*Centro de Estudios de América Latina Contemporánea.*

E-mail: pablosuarezdg@gmail.com

El presente trabajo se propone una mirada sobre la obra *“La región del Trigo”* de Estanislao Zeballos, desde la perspectiva de la historia del agua. Formalmente, el libro es un simple relato de viajes, en el cual el autor realiza comentarios sobre las distintas escalas que hace en su recorrido. Pero las características del autor, hacen que leyendo entre líneas (y no tanto) podamos ver un texto intencionado en mostrar las potencialidades productivas de Santa Fe. En 1883, Santa Fe no es aún *“la región del trigo”*. En este sentido, el título del libro denota una visión, un presagio optimista y productivo.

La historia del agua como disciplina, parece condenada a la tarea de abordar nuevamente, esta literatura para evidenciar -con una nueva mirada- aquello que siempre estuvo allí, y tratar de reescribir una historia integral de la especialidad, extractada de los intersticios de aquellos textos en los cuales quede en evidencia cuáles eran los imaginarios (políticos, económicos, artísticos, etc.) sobre el agua subyacentes en cada período histórico.

Ofrece pues entonces ésta, como otras obras de Zeballos, la oportunidad de ver a un funcionario de primera línea del Estado, haciendo el reconocimiento de una región que se considera estratégica para el proyecto económico que ese Estado se propone llevar a cabo, construyendo así una *“narrativa de la pradera feraz”*, que vendrá a reemplazar a la *“narrativa del desierto”*, más asociada con la etapa anterior y a sus libros más importantes: *Facundo*, *Martín Fierro* y *Una excursión a los indios ranqueles*; obras en que predominaban justamente las descripciones de la miseria en que vivían los habitantes, la escasa prodigalidad de la tierra y la ausencia de una presencia humana que fuera capaz de revertir aquella pobreza del entorno. El optimismo de Zeballos, comienza a revertir esta visión explicando las bases sobre las cuales se construiría el destino de prosperidad para la región, porque propone una serie de acciones para revertir tal situación.

## A EXPERIÊNCIA DE UM CURSO DE GRADUAÇÃO PARA ENGENHEIROS SOBRE A LEI DAS ÁGUAS BRASILEIRA, A LEI FEDERAL 9433

Marco Antonio Palermo<sup>(1)</sup> y Mario Thadeu Leme de Barros<sup>(2)</sup>

(1) Professor Assistente da EPUSP.

(2) Professor Titular de Recursos Hídricos da EPUSP.

E-mail: palermo@altamisa.com.br

Desde a promulgação da lei federal brasileira que criou o sistema brasileiro de gerenciamento de recursos hídricos, a lei federal 9433, está sendo ministrado nos cursos de graduação em engenharia civil e em engenharia ambiental da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), a disciplina Gerenciamento de Recursos Hídricos, que objetiva apresentar, discutir e aplicar os principais instrumentos de gestão do sistema brasileiro. Este trabalho apresenta um pequeno histórico do curso, da sua estrutura e, discute a percepção dos alunos diante dos conceitos que são ensinados. Tendo em vista a importância do tema, observou-se nos últimos anos um aumento expressivo de alunos interessados. Hoje o curso é também ministrado para outras áreas da Engenharia e para alunos de outros cursos de graduação em áreas correlatas. O curso é avaliado pelos alunos, tanto com questionários, como por manifestações enviadas por e-mails, etc. Desse modo, demonstra-se a importância de se levar ao conhecimento dos alunos de graduação conceitos fundamentais da gestão hídrica, abrindo inclusive mais um campo de atuação profissional nesta área estratégica.

## LAS COMUNICACIONES APLICADAS COMO ESTRATEGIA PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL AGUA - ESTUDIO DE CASO HISTORIAS DEL AGUA CONTADA POR NIÑOS - ÁREA EDUCACIÓN Y RESPONSABILIDAD SOCIAL ENTE REGULADOR DE SALTA

*Daniela Chaya y Patricia Maldonado*

*Ente regulador de los servicios Públicos de Salta.*

E-mail: danichaya@hotmail.com / dchaya@entereguladorsalta.gov.ar

Incluir las comunicaciones aplicadas como disciplina relacionada a los sectores de la información, educación y difusión de las cuestiones referidas a la gestión del agua. Analizar el marco legal vigente que las valide como tales dentro de los organigramas y jerarquías institucionales de los organismos públicos. Analizar el caso de Salta, como referencia y puntapié inicial de la mesa redonda y del debate para generar nuevas propuestas y mejorar las existentes.

Justificación o Motivación: Los medios de comunicación juegan un rol destacado en la generación de opinión pública en la sociedad y por ello son una herramienta eficiente para, a través de campañas a largo plazo, lograr cambios en la conducta de los ciudadanos.

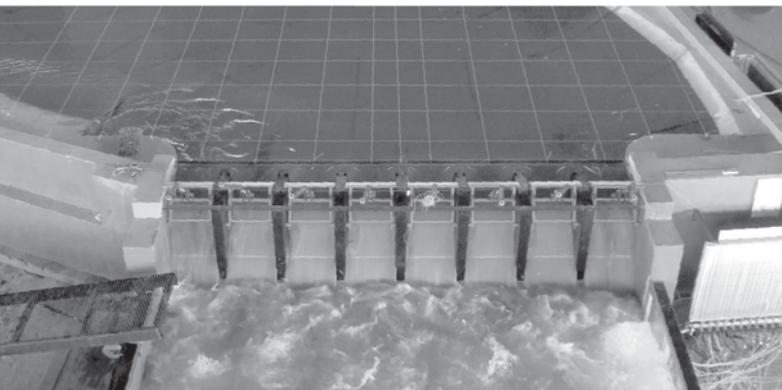
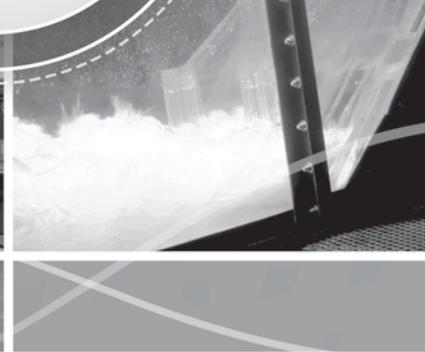
Sin embargo, bajo nuestra hipótesis, sostenemos que no son suficientes como herramienta única, para lograr un cambio social en las conductas referidas a la gestión del agua.

En este trabajo pretendemos poner sobre la mesa de debate el tema de las Comunicaciones sociales aplicadas (CSA), entendidas éstas como el estudio teórico y metodológico de los procesos de comunicación con el fin de proponer soluciones aplicables a los diversos problemas de la sociedad, en este caso el de generar una nueva conciencia sobre el agua.

Puntualmente, se debatirá sobre la necesidad de instaurar a las CSA dentro el ámbito organizacional estatal, dándole sustento a través de la legislación vigente y avalando su desarrollo como disciplina profesional a la hora de difundir, informar, educar y concientizar sobre el agua.

Se demostrará que los temas propuestos fueron aplicados en el trabajo institucional del Ente Regulador de Servicios Públicos de la Provincia de Salta "*Historias del agua contada por niños*" con resultados favorables, en cuanto al cambio de paradigma respecto al uso y conservación del agua.

# EJE TEMÁTICO 02



## CALIDAD DEL AGUA Y DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO

*Estudios de calidad en cuerpos de agua / Indicadores de contaminación / Efecto de descargas contaminantes sobre los cuerpos de agua / Análítica ambiental / Métodos de potabilización de agua para consumo humano / Tecnologías de remoción de contaminantes en efluentes de origen doméstico e industrial / Técnicas de minimización de descargas contaminantes y ahorro de agua / Tecnologías de remediación de recursos hídricos contaminados.*

## EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE UN ARROYO URBANO EN LA CIUDAD DE PILAR (CUENCA BAJA DEL ARROYO SAN LORENZO)

Daniel Olmedo<sup>(1)</sup>, Nidia Fossati<sup>(2)</sup> y Liliana Ríos<sup>(2)</sup>

(1) Instituto de Ciencias Ambientales - Universidad Nacional de Pilar.

(2) Laboratorio de Ecología Básica y Aplicada - Universidad Nacional de Pilar.

E-mail: adanielolmedo@gmail.com / ncfdavalos@hotmail.com / lilianarioscazal@hotmail.com

El presente trabajo se realizó sobre la cuenca baja del arroyo San Lorenzo que atraviesa el sector sur de la ciudad de Pilar, Departamento de Ñeembucú, proponiendo como objetivo evaluar la calidad de sus aguas con la medición de algunos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, de acuerdo a la Resolución 222/02 de la Secretaría del Ambiente (SEAM). Los parámetros analizados fueron: Oxígeno Disuelto, Turbidez, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), pH, Nitritos y Bacterias Coliformes Fecales. Se realizaron muestreos puntuales en 3 sitios estratégicos contrastando con variaciones temporales de la calidad del agua del arroyo San Lorenzo, definidos en investigaciones antecedentes. También fueron consideradas las condiciones en la que se encontraba el cauce en su paso por la zona urbanizada conjuntamente con encuestas aplicadas a los pobladores asentados sobre el mencionado curso hídrico. Los resultados obtenidos mostraron una variación entre las clasificaciones 2 y 3 para calidad de aguas superficiales y altos niveles de Coliformes Fecales que establecen que no son aptas para fines recreativos de contacto primario y prohibido para el consumo humano. Se observó condiciones de deterioro del cauce debido principalmente a la falta de planificación urbana y a su uso como sumideros de residuos sólidos, de aguas residuales domésticas y de excretas de la población aledaña.

Con base en todo lo expuesto se sugirió implementar un plan de monitoreo y gestión del recurso hídrico pero a causa de una falta de gestión de las autoridades locales aún no se cuentan con estos planes, con lo cual, el arroyo San Lorenzo sigue actualmente en un estado de progresivo deterioro.

## CARACTERIZACIÓN ECOTOXICOLÓGICA DEL ARROYO CAÑUELAS (PROVINCIA DE BUENOS AIRES)

*Verónica Sykora*<sup>(1)</sup>, *Araceli Clavijo*<sup>(2)</sup>, *Facundo Briacchi*<sup>(1)</sup>, *Leandro Iaconis*<sup>(1)</sup>, *Samuel Diaz*<sup>(1)</sup>, *Carlos Gomez*<sup>(1)</sup>, *Eliana Munarriz*<sup>(2)</sup>, *Ariana Rossen*<sup>(1)</sup>

*(1) Laboratorio Experimental de Tecnologías Sustentables (LETS), Centro de Tecnología del Uso del Agua (CTUA), Instituto Nacional del Agua (INA).*

*(2) Instituto de Investigaciones en Biociencias Agrícolas y Ambientales, CONICET - Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.*

E-mail: averonicasykora@gmail.com

Los ensayos ecotoxicológicos constituyen una herramienta indispensable para la evaluación del efecto tóxico de contaminantes presentes en muestras ambientales sobre los sistemas biológicos. A pesar de la relevancia de la información que aportan no siempre son tenidos en cuenta por los organismos de gestión.

Se seleccionó como sitio de estudio el Arroyo Cañuelas perteneciente a la cuenca del Matanza-Riachuelo (provincia de Buenos Aires, Argentina) por presentar un alto nivel de contaminación producto de descargas industriales, urbanas y agrícolas.

El objetivo de este trabajo fue evaluar las características tóxicas del agua del arroyo Cañuelas mediante ensayos ecotoxicológicos estandarizados.

Se tomaron muestras de agua en tres puntos del arroyo Cañuelas durante los meses de noviembre y diciembre del 2015 y febrero del 2016. La caracterización ecotoxicológica se realizó mediante ensayos con semillas de lechuga (*Lactuca sativa*) y con nematodos (*Caenorhabditis elegans*). Para ello se registró la elongación del tallo y de la raíz de *L. sativa*, y el crecimiento de *C. elegans*. Se complementó este estudio con determinaciones fisicoquímicas.

*L. sativa* mostró una respuesta diferente entre tallo y raíz. El tallo presentó una elongación significativamente mayor respecto del control para todas las muestras analizadas, mientras que la raíz resultó ser más sensible con una disminución significativa en su elongación asociada a las descargas río arriba de efluentes con alto contenido orgánico. El ensayo con *C. elegans* reveló efectos tóxicos en muestras cuyos parámetros fisicoquímicos determinados se adecuaron a la normativa de la Autoridad de Cuenca del Matanza-Riachuelo (ACUMAR). Debido a que las respuestas tóxicas de ambos ensayos se presentaron en diferentes muestras, se verifica la complementariedad de los ensayos ecotoxicológicos para detectar diferentes contaminantes en cuerpos de agua.

Este trabajo sustenta la necesidad de incorporar ensayos ecotoxicológicos con organismos de diferentes niveles tróficos para la evaluación de la calidad del agua.

## ESTUDIO DE CALIDAD AMBIENTAL EN LA CUENCA DEL ARROYO SALADILLO, PROVINCIA DE SANTA FE - HACIA LA OBTENCIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN DE CALIDAD

*Esteban Collins, Silvana Castro, Alejandro Felizia y Jorge Collins*

*Centro Regional Litoral (CRL), Instituto Nacional del Agua (INA).*

E-mail: collinsesteban@gmail.com / silvanalcastro@gmail.com

La cuenca del Arroyo Saladillo perteneciente al sistema del río Paraná, se encuentra situada en el Sur de la Provincia de Santa Fe, Argentina, ocupando parte de los departamentos Rosario, San Lorenzo, Caseros, Constitución y General López. Posee una superficie de 3144 Km<sup>2</sup>, una longitud del curso principal de 145 Km con dirección OSO a ENE y una pendiente media de 5.7 10<sup>-4</sup>. Cuenta con siete tributarios: A° Candelaria, los canales Sanford-Arequito, Aldea-La Esperanza, Copacabana, Eguiluz y las Cañadas del Saladillo y de los Leones.

El A° Saladillo presenta problemas de contaminación como consecuencia de los efluentes industriales, las descargas pluviocloacales y los residuos sólidos urbanos, sumando un deterioro de sus márgenes y áreas inundables, los que provocan importantes daños ambientales. En el año 2009 la Provincia de Santa Fe comienza un Plan de Saneamiento de la Cuenca del A° Saladillo, incluido dentro del “*Programa Recuperación de la Calidad de los Cuerpos de Aguas Superficiales, tanto Lóticos como Lénticos*”. A partir del año 2013, el CRL-INA trabaja en forma conjunta con la provincia dentro de este Programa de Recuperación de los Cuerpos de Aguas Superficiales para determinar la calidad ambiental de cada sistema.

El presente trabajo muestra el desarrollo de un índice de calidad, partiendo del ICA NSF modificado utilizado en el Río Suquía de la Provincia de Córdoba, que permite brindar información sobre la calidad ambiental del A° Saladillo, en pos de generar una herramienta sencilla de evaluación de la calidad del agua con la información disponible, lo cual hace que sus resultados sean complementarios a la hora de evaluar la calidad ambiental.

Los puntos de monitoreo son cinco y se ubican a lo largo del Arroyo Saladillo, analizándose los períodos 2008 al 2014.

## CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO DEL RÍO COLORADO (ARGENTINA). SITUACIÓN HISTÓRICA Y ACTUAL

*Carolina Aumassanne, Masseroni M. Lujan, Fontanella Dardo, Perez Micaela, Sartor Paolo, Zamora Damián*

*Agencia de Extensión Rural de INTA 25 de Mayo, La Pampa; Estación Experimental Agropecuaria INTA Anguil, La Pampa.*

E-mail: [aumassanne.carolina@inta.gob.ar](mailto:aumassanne.carolina@inta.gob.ar)

La calidad del agua para riego afecta el rendimiento de los cultivos y a las propiedades del suelo, la misma está determinada principalmente por la cantidad y tipo de sales que la constituyen. El objetivo de este trabajo es analizar la variabilidad inter e intra-anual de la calidad de agua para riego en 25 de Mayo, La Pampa. Para ello se cuenta con registros de la serie histórica de caudales, conductividad eléctrica (CE) y total de sólidos disueltos (TSD), desde 1965 a 2009, de la estación Punto Unido, la cual constituye el ingreso al sistema bajo riego de 25 de Mayo. Además, desde septiembre de 2013 se monitorea el pH, CE y TSD, de manera periódica.

Se observa una relación inversamente proporcional entre la CE y el caudal. Los menores valores de CE y TSD se presentan durante el verano, coincidentes con los valores de mayor caudal, y la mayor demanda de riego. Al ser una cuenca de régimen nival, las oscilaciones de caudal se deben a los aportes de agua por deshielo nival, aunque también se presentan crecidas pluviales de poca duración. El valor máximo de CE admitido, para ingresar a los sistemas de riego en la cuenca, es de 1.8 mmhos/cm. Los valores de CE rondan entre 0.5-2.9 mmhos/cm y el TSD varió entre 270 y 2490 mg/l.

El monitoreo periódico de la calidad del agua es esencial para el manejo sustentable de los sistemas bajo riego. La información generada permite la toma de decisiones a los organismos encargados de la gestión del agua, a nivel local y de cuenca. En casos que la CE sea una limitante, se deberían utilizar cultivos tolerantes a sales, sistemas de riego de alta eficiencia de aplicación que minimizan el aporte de sales al suelo, junto a un adecuado sistema de drenaje.

## SISTEMA AUTÓNOMO DE MEDICIÓN DE ALTURA, TEMPERATURA Y CONDUCTIVIDAD DEL AGUA EN CAUCES HÍDRICOS CON TRANSMISIÓN DE DATOS EN TIEMPO REAL

*Christian Javier Torres Hermosa, Fabián Lobos Maciel, Fernando Pio Barrios, Carlos Alberto Romero, Carolina Recalde y Claudio Rodrigo Chávez*

*Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción.*

**E-mail:** [cjtorresh@gmail.com](mailto:cjtorresh@gmail.com) / [fbn.lobos@gmail.com](mailto:fbn.lobos@gmail.com) / [carolinarecalde@gmail.com](mailto:carolinarecalde@gmail.com)

El sistema autónomo de medición, consiste en un prototipo de operación íntegramente remota y autónoma, cuya función es recabar datos de nivel, temperatura y conductividad del agua en cursos hídricos del territorio Paraguayo, con transmisión de datos en tiempo real vía GPRS. Instalado en la Administración Nacional de Navegación y Puertos (ANNP) situado en el Puerto de Asunción, sobre el margen izquierdo del Río Paraguay, para el mismo se desarrolló una interfaz de usuario, disponible vía WEB, la que se encarga de la gestión de los datos recolectados y la presentación de las mediciones en tiempo real, como así también de los registros históricos almacenados en la base de datos.

## **EMBALSE SAN ROQUE: ÍNDICE EXPEDITIVO DE CALIDAD DE AGUA**

*Daniela Arán, María Inés Rodríguez, Silvana Halac, Marcia Ruiz y Carolina Sada*

*Centro de la Región Semiárida (CIRSA), Instituto Nacional del Agua (INA).*

E-mail: daniaran91@gmail.com

Los embalses son reservorios de agua utilizados para satisfacer las necesidades de la sociedad y la eutrofización de éstos es un problema muy frecuente. Frente a casos de eutrofización, es fundamental la evaluación de la calidad de agua a través del monitoreo, interpretación y reporte de los resultados. Para ello se formulan Índices de Calidad de Agua (ICA), expresiones simples de una combinación de parámetros, que se resumen en un número, rango, descripción verbal, o color. El Embalse San Roque, principal fuente de provisión de agua para la ciudad de Córdoba, presenta un avanzado estado de eutrofia y su valoración a corto y largo plazo es relevante para su gestión. En este trabajo se propuso una valoración inmediata a partir de la formulación de un ICA expeditivo.

A partir de bibliografía y características particulares del embalse, se definieron parámetros cuantitativos y cualitativos que se combinan en un ICA expresado como una sumatoria ponderada de las variables seleccionadas. Las mismas fueron: transparencia del disco de Secchi, color y olor del agua y oxígeno disuelto. Además se asoció a los valores del ICA una escala de condición de calidad de agua observada. Su aplicación y alcance fueron evaluadas utilizando datos históricos del embalse y se compararon los resultados con los arrojados por otros ICAs de lagos. El valor obtenido junto con observaciones a campo, dan fundamento al ICA y permiten una difusión inmediatamente posterior al monitoreo.

El índice propuesto es muy útil por ser de carácter instantáneo y de fácil aplicación debido a la simplicidad de medición de los parámetros que incluye. Debe destacarse que la metodología propuesta no suplanta a la determinación analítica de variables fisicoquímicas, sino que es un indicador expeditivo, económico y sencillo para la detección de situaciones críticas o que requieran estudios más profundos.

## ESTUDIO PRELIMINAR PALEOLIMNOLÓGICO DEL EMBALSE SAN ROQUE (CÓRDOBA, ARGENTINA)

María Florencia Degano <sup>(1)</sup>, María Inés Rodríguez <sup>(1)</sup> y Eduardo Piovano <sup>(2)</sup>

(1) Centro de la Región Semiárida (CIRSA), Instituto Nacional del Agua (INA).

(2) CONICET, Universidad Nacional de Córdoba.

E-mail: degano.mf@gmail.com

El estudio de la paleolimnología es de suma importancia para determinar cualquier tipo de información preservada en los sedimentos lacustres, lo que permite reconstruir la naturaleza y/o variabilidad ambiental de un lago o embalse y de su entorno, en el pasado.

En el presente trabajo se estudia el registro sedimentario del Embalse San Roque (Córdoba, Argentina), a través de un testigo de 80 cm de longitud (127 años de depositación de sedimentos), en el que se analizan distintos indicadores o “proxies”. Estudiando éstos sedimentos se pudo reconstruir la variación temporal del estado de trófico del embalse (materia orgánica y fósforo), estimar una tasa de sedimentación y reconocer tres facies sedimentarias, la facies A o de fangos laminados a macizos, la facies B o de fangos macizos a laminados, y la facies C o fangosa, con material macizo y gelatinoso. Los valores de susceptibilidad magnética, materia orgánica y carbonatos en cada una de la facies corresponden a una condición ambiental en particular dada por variaciones en el pH, temperatura y estado trófico. Es significativo agregar que se trata de un embalse que es fuente de agua potable para toda la ciudad de Córdoba y poblaciones aledañas, por lo que el estudio de sus aguas y sedimentos es de gran utilidad y relevancia para toda la sociedad.

## EVALUACIÓN ESTACIONAL DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO TUNUYÁN (MENDOZA) MEDIANTE EL ANÁLISIS CONJUNTO DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS - MICROBIOLÓGICOS Y *C. ELEGANS* COMO INDICADOR TOXICOLÓGICO

Araceli Clavijo<sup>(1,2)</sup>, Ariana Rossen<sup>(3)</sup>, Daniel Calvo<sup>(4)</sup>, Santa E. Salatino<sup>(5)</sup>, Florencia Kronberg<sup>(1,2)</sup>, Aldana Moya<sup>(7)</sup>, José Morábito<sup>(5,6)</sup> y Eliana Munarriz<sup>(1,2)</sup>

(1) Instituto de Investigaciones en Biociencias Agrícolas y Ambientales, CONICET-Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

(2) Cátedra de Bioquímica, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

(3) Laboratorio Experimental de Tecnologías Sustentables (LETS), Instituto Nacional del Agua (INA).

(4) Dirección de Servicios Hidrológicos (DSH), Instituto Nacional del Agua (INA).

(5) Centro Regional Andino (CRL), Instituto Nacional del Agua (INA).

(6) Facultad de Ciencias Agrarias (UNCuyo).

(7) Cátedra de Protección Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

E-mail: a.clavijo@agro.uba.ar

Cada vez más las agencias internacionales de protección ambiental recomiendan incluir bioensayos de toxicidad para complementar la evaluación de la calidad de las muestras.

El presente trabajo se inscribe en esta línea de investigación. La cuenca del río Tunuyán (Mendoza, Argentina) es hoy uno de los oasis regadíos más productivos de la provincia, desarrollado en base a la disponibilidad de un recurso hídrico -superficial y subterráneo- de buena calidad. Su creciente demanda alerta sobre los posibles impactos de actividades antrópicas que puedan deteriorar la calidad del agua.

En este trabajo se realizó una comparación estacional (primavera-verano y otoño-invierno) de la calidad del río Tunuyán en siete (7) puntos de muestreo. Para ello, se realizaron determinaciones fisicoquímicas y bacteriológicas de acuerdo a las técnicas del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater y se construyó el Índice de Calidad de Agua (ICA) basado en el índice canadiense (CCMEWQI). Para complementar este análisis se incluyó el bioensayo estandarizado de toxicidad con el nematodo *Caenorhabditis elegans*.

Los análisis estadísticos multivariados mostraron una marcada diferencia estacional entre las medias de diversos parámetros de calidad del agua. Los valores de ICA resultaron más bajos durante la estación estival en la cual también disminuyó el crecimiento del nematodo. Se observó una débil correlación positiva entre ambas variables, que indicaría que la toxicidad no siempre está directamente relacionada con el deterioro de calidad descrito por parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos.

Como conclusión, se refuerza la idea de que la calidad del agua debe ser evaluada con un enfoque integral que incluya la evaluación del impacto de estresores ambientales a fin de proporcionar alertas tempranas de potenciales riesgos. Así mismo, los resultados permiten validar el uso del nematodo *C. elegans* como una herramienta de evaluación de la toxicidad del medio acuático que complementa estudios de calidad ambiental.

## CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA CON FINES DE RIEGO, EN EL NORTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

*Alejandra S. Bernárdez y Osvaldo Valenzuela*

*INTA Estación Experimental Agropecuaria, San Pedro.*

E-mail: [bernardez.alejandra@inta.gob.ar](mailto:bernardez.alejandra@inta.gob.ar) / [valenzuela.osvaldo@inta.gob.ar](mailto:valenzuela.osvaldo@inta.gob.ar)

Dada la existencia de datos puntuales y la falta de sistematización de información sobre la calidad de agua que se utiliza en las producciones intensivas del área de influencia de la EEA INTA San Pedro, surge la necesidad de caracterizar y clasificar el recurso. Se plantea el objetivo de crear una base de datos del recurso agua subterránea y valorar su aptitud para riego en los partidos de San Nicolás, Ramallo, San Pedro, Baradero y Zárate. Se muestrearon 81 pozos, y se determinó pH, salinidad, calcio, magnesio, sodio, potasio, bicarbonatos, carbonatos, cloruros y sulfatos, el boro no fue determinado. El 87,7% de las aguas muestreadas son bicarbonatadas sódicas y el resto bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas. El pH promedio es 7,63 ( $\pm 0,39$ ), la salinidad 0,85 dS.m<sup>-1</sup> ( $\pm 0,15$ ), el RAS 7,65 ( $\pm 3,44$ ) y el CSR 6,09 ( $\pm 1,84$ ). De acuerdo a Riverside, el 43,2% es C3-S2, agua altamente salina y de sodicidad media, el 19,8% es C3-S1, agua altamente salina y sodicidad baja, el 13,6% es C3-S3, agua altamente salina y sodicidad elevada, el 11,1% es C2-S1, agua de salinidad media y sodicidad baja y el 12,3% es C2-S3, agua de salinidad media y sodicidad elevada. Según el esquema FAO, el 90,1% de las muestras se asocian a problemas de salinidad leves a moderados, mientras que el 80,2% están asociados a problemas leves a moderados de infiltración. En cuanto a la toxicidad por sodio, el 46,9% provocarían inconvenientes en riego por superficie y un 95,7% en riego por aspersión. Se concluye que aunque se trate de riego complementario, en la mayoría de los casos relevados se debe realizar alguna práctica de manejo para evitar que ocurran procesos de salinización, alcalinización y sodificación, los cuales dependerán del sistema productivo y su topografía.

## APTITUD QUÍMICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA PARA EL RIEGO AGRÍCOLA EN EL VALLE DEL TULUM, SAN JUAN, ARGENTINA

Silvia Mérida <sup>(1,2)</sup> y José Urnicia <sup>(1,2)</sup>

(1) Centro Regional de Agua Subterránea (CRAS), Instituto Nacional del Agua (INA).

(2) Universidad Nacional de San Juan.

E-mail: meridasilvia@yahoo.com.ar

La calidad del agua es esencial para la producción exitosa de cultivos, esta afecta tanto a los rendimientos de los mismos como a las características físicas del suelo, incluso si todas las demás condiciones y prácticas de producción son favorables.

En este trabajo, se discuten las propiedades físicas y químicas de las captaciones de agua subterránea ubicadas en el Valle del Tulum, teniendo como objetivo principal el determinar la conveniencia o limitaciones de estas aguas que se pretende usar para riego agrícola.

La metodología aplicada consistió, teniendo como base los análisis de agua realizados por el Instituto Nacional del Agua en perforaciones distribuidas en todo el valle, en el trazado de una serie de mapas temáticos con el contenido observado de iones principales y metales trazas disueltos; que fueron posteriormente superpuestos con otros mapas como el de superficies cultivadas por tipo de cultivo y el de estructura del suelo.

Los resultados obtenidos permitieron visualizar rápidamente la variación espacial de la mineralización del agua en el acuífero y la delimitación de zonas: con las mejores características químicas para el riego utilizando estas fuentes, aquellas en las que los valores de tolerancia son superados para los cultivos existentes traducándose a futuro en menor productividad, y aquellas en las que propiedades del suelo como la permeabilidad puede afectarse por causa de iones como el sodio.

## ÁREAS DE PROTECCIÓN DE PERFORACIONES PARA AGUA POTABLE EN EL VALLE DEL TULUM, SAN JUAN, ARGENTINA

Silvia Mérida <sup>(1,2)</sup> y José Urnicia <sup>(1,3)</sup>

(1) Centro Regional de Agua Subterránea (CRAS), Instituto Nacional del Agua (INA).

(2) Universidad Nacional de San Juan. Facultad de Ingeniería.

(3) Universidad Nacional de San Juan. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

E-mail: meridasilvia@yahoo.com.ar

El explosivo crecimiento de la población urbana, la construcción de nuevos barrios y el mayor número de emprendimientos en los departamentos del Gran San Juan (Capital, Rivadavia, Santa Lucía, Chimbass y Rawson) han producido cambios en las fuentes de agua potable del sistema de abastecimiento de la provincia, donde las aguas subterráneas van ganando terreno. En la actualidad el 40 por ciento del agua que beben los pobladores del Valle del Tulum proviene de pozos, cuando hace tan sólo 10 años atrás el volumen que se extraía del subsuelo era solamente del 7 por ciento.

La importancia de estas captaciones como fuentes de suministro de agua potable ha llevado a proponer su protección mediante el establecimiento de zonas alrededor de los pozos en las que se establecen restricciones al uso del territorio y a actividades que supongan un riesgo de contaminación, de forma que sean más limitadas o prohibitivas cuanto más cercano este el pozo.

Como metodología se aplicó el trazado de áreas dispuesta por Wyssling, delimitando para cada perforación tres áreas: una de captura para la zona de inspección sanitaria, otra de protección microbiológica y la última de protección contra contaminantes de degradación lenta.

El resultado obtenido es la confección de un mapa con la zonificación correspondiente para cada perforación y otro teniendo en cuenta la interferencia de áreas.

## **EXPERIENCIAS DE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DEL AGUA RESIDUAL DOMICILIARIA EN TRES MUNICIPIOS COSTEROS DE LA PATAGONIA**

*Mauricio Faleschini*

*Laboratorio de Oceanografía Química y Contaminación de Aguas (CESIMAR-CENPAT-CONICET).*

E-mail: mfaleschini@cenpat-conicet.gob.ar

La reutilización de agua residual tratada representa un desafío para los Municipios, en particular aquellos en los que existe escasez de agua dulce. En este trabajo se analizan tres municipios patagónicos que desarrollan alternativas diferentes en el tema de reuso del agua tratada. Puerto Pirámide posee un sistema de lagunas de estabilización reciente y enfrenta un desafío interesante en el manejo del agua tratada por estar ubicada en el centro de un Área declarada Patrimonio Natural de la Humanidad, cuenta con un incipiente riego con agua tratada y tiene proyectado su ampliación. Puerto Madryn ha experimentado una destacada evolución en el manejo del agua residual domiciliaria. Desde una planta de tratamiento con lagunas aireadas mecánicamente y derrame del agua tratada en el mar, hasta la construcción de una nueva planta de tratamiento con un eficiente tratamiento y reuso total del agua. Trelew no cuenta con un sistema de tratamiento formal (pensado como una obra de ingeniería), sino que se han aprovechado depresiones pre-existentes para el vuelco del agua y tratamiento natural en el terreno, asemejándose a un sistema de lagunas de estabilización. Sin embargo, al estar limitados en las opciones de disposición final y no haber desarrollado experiencias de reuso, el excedente se derrama en el ejido de Rawson, provocando problemas políticos, jurídicos y ambientales. El resultado de estas experiencias nos muestra que es posible alcanzar un manejo integral del agua residual tratada. La experiencia de Puerto Madryn, sirve como ejemplo de que es posible colectar, tratar y reutilizar el agua domiciliaria con diversos beneficios: ahorro de agua potable, protección del ambiente, desarrollo de actividades agrícolas/ganaderas en sitios con escasez hídrica, integración económica de sectores marginados de la sociedad. La difusión de estas experiencias es una buena herramienta para su incorporación en nuevos Municipios.

## FITOEXTRACCIÓN DE PB, CR, NI, Y ZN POR LA PLANTA ACUÁTICA *LIMNOBIU LAEVIGATUM* Y SU POTENCIAL USO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Daniela S. Arán<sup>(1)</sup>, Carlos .A. Harguinteguy<sup>(1)</sup>, Alicia Fernández Cirelli<sup>(2)</sup> y María Luisa Pignata<sup>(1)</sup>

(1) Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV), CONICET y Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba.

(2) Instituto de Investigaciones en Producción Animal (INPA) UBA -CONICET, Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (CETA) y Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires.

E-mail: daniaran91@gmail.com

La contaminación de ambientes acuáticos representa un problema a escala mundial, donde los metales pesados están ampliamente distribuidos. Para la remediación, una de las técnicas promisorias es la fitorremediación a través del uso de macrófitas acuáticas. Se propuso analizar la acumulación de plomo, cromo, níquel y zinc y las respuestas al estrés de la macrófita flotante de vida libre *Limnobium laevigatum*.

*L. laevigatum* fue expuesta a una mezcla de concentraciones crecientes de Cr, Ni, Pb y Zn, donde las concentraciones más bajas se correspondieron con los valores establecidos en la Ley Nacional 24051/91 y la más alta con los valores máximos de descarga permitidos en la Provincia de Córdoba [DiPAS, Decreto 415/99]. La cosecha de las plantas se realizó cada una semana durante 28 días. Se analizó la acumulación de metales, parámetros fisiológicos y parámetros morfológicos. La comparación entre los tratamientos y los tiempos de exposición se realizó mediante ANOVA a dos factores.

La bioacumulación de los metales fue mayor en las raíces que en las hojas y mostró una estrecha relación con el tiempo y la concentración. Por sus altos niveles de acumulación, la planta acuática estudiada puede considerarse como una especie hiperacumuladora de Zn y Ni. *L. laevigatum* mostró ser tolerante a los metales a medianas concentraciones, mostrando síntomas de toxicidad a altas concentraciones más de 21 días de exposición. Los efectos tóxicos se vieron reflejados en la disminución de los pigmentos fotosintéticos, el aumento de la oxidación de clorofila a, la disminución del largo de la raíz, del número de brotes y el aumento de hojas cloróticas.

Teniendo en cuenta la capacidad de acumulación y su nivel de tolerancia, *L. laevigatum* es una especie de interés para su uso en fitorremediación de aguas contaminadas con niveles moderados de metales y en las primeras semanas de exposición.

## EXPERIENCIAS EN LA CUANTIFICACIÓN DE OZONO DISUELTO EN AGUA MEDIANTE COLORIMETRÍA CON ÍNDIGO

Arantza Marulanda Garmendia<sup>(1,2)</sup>, Sergio Hanela<sup>(1)</sup>, Carlos E. Gómez<sup>(3)</sup> y Roberto Candal<sup>(4)</sup>

(1) Programa de Tecnología de Tratamiento (PTT), Centro de Tecnología del Uso del Agua (CTUA), Instituto Nacional del Agua (INA).

(2) Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Facultad de Ingeniería (FI), Universidad de Buenos Aires (UBA).

(3) Laboratorio Experimental de Tecnologías Sustentables (LETS), Centro de Tecnología del Uso del Agua (CTUA), Instituto Nacional del Agua (INA).

(4) Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental (3iA), Universidad Nacional de San Martín (UNSAM).

E-mail: amarulanda@hytsa.com.ar / shanela@ina.gob.ar

El ozono es un agente oxidante que se utiliza en la desinfección de agua para consumo humano y también para el tratamiento de efluentes líquidos de origen industrial. Dado que el ozono se genera en forma gaseosa, su pasaje al líquido obedece a fenómenos de transferencia de masa. Por otra parte, el ozono se descompone rápidamente en medio acuoso. Estas condiciones introducen dificultades para la cuantificación del ozono en medio líquido, que es un parámetro empleado por ejemplo, para determinar su dosificación como desinfectante. En este trabajo se presentan experiencias obtenidas a partir de la puesta a punto de una técnica analítica para cuantificar ozono disuelto en agua mediante una determinación colorimétrica estandarizada que emplea índigo trisulfonato de potasio. Se analizó la bibliografía disponible respecto a la técnica, se efectuaron cálculos preliminares y se realizaron diversos ensayos a fin de verificar en el laboratorio la linealidad del método respecto a la concentración de índigo. Los resultados obtenidos fueron comparados con los datos de bibliografía para verificar el comportamiento de la técnica respecto a la concentración de ozono disuelto, la linealidad y el rango de trabajo. Como etapa intermedia, se ensayó la cinética de descomposición del ozono en agua, a fin de determinar las condiciones óptimas para la obtención de las soluciones de referencia a emplear posteriormente en la calibración del método.

## BIODEPURACIÓN DE NITRÓGENO Y FÓSFORO EN AGUAS CONTAMINADAS POR PARTE DE MICROALGAS Y BACTERIAS CO-INMOVILIZADAS

Jose Ignacio Zaballa<sup>(1)</sup>, Mariano F. Zanon<sup>(1)</sup>, Carolina Cuello<sup>(2)</sup>, Juan Ignacio Gori<sup>(1)</sup>, Raul Vaccaro<sup>(3)</sup> y Claudia M. Ribaudó<sup>(1)</sup>

(1) Cátedra de Bioquímica, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

(2) Centro de Investigación en Química Orgánica Biológica, Universidad Tecnológica Nacional.

(3) Cátedra de Economía, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

E-mail: zaballa@agro.uba.ar

El nitrógeno (N) y el fósforo (P), se encuentran en niveles que frecuentemente, resultan contaminantes tanto en aguas provenientes de efluentes cloacales, de origen domiciliario o de actividades ganaderas como de lixiviados provenientes de plantas operadoras de RSU. El objetivo de este trabajo fue evaluar los procesos biodepurativos llevados a cabo por bacterias PGPRs y microalgas co-inmovilizadas en matriz de alginato, de contaminantes nitrogenados y fosforados presentes en las aguas domiciliarias residuales, para luego reutilizar las capsulas recuperadas como biofertilizantes sobre cultivos de interés agrícola. Se utilizaron las siguientes cepas de microorganismos, y en las siguientes combinaciones: *microalga Chlorella vulgaris*, combinada con las bacterias *Pseudomonas pseudoalcaligenes* BNM 0522 (PAC) y *Azospirillum brasilense* FT 326 (AB), y por otro lado *microalga Scenedesmus dimorphus* en combinación con las bacterias PAC, AB y *Bradyrhizobium japonicum* E 109. Como efluente se utilizó un medio sintético, con agregados de N y P en forma de sales de  $\text{NO}_3\text{K}$  y  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  respectivamente. Los resultados de los ensayos de depuración de nutrientes reflejaron una reducción en el contenido de P a las 12 h, logrando un mayor nivel de depuración en aquellos tratamientos donde bacteria y alga coexistieron. A las 48 h se alcanzaron valores de depuración que oscilaron valores entre 46 a 75% para los distintos tratamientos. Con respecto a la evolución del contenido de N se obtuvo también a las 48 h de iniciado el ensayo la tasa máxima de remoción, siendo nuevamente la combinación de BACTERIAS + MICROALGAS la que logró una reducción de entre el 50 al 79% para PGPR-*Scenedesmus* y PGPR-*Chlorella* respectivamente. El tratamiento que alcanzó mayores tasas de reducción tanto de P como de N, resultó ser la combinación de *C. vulgaris* junto a *P. pseudoalcaligenes*.

## REMOCIÓN DE CROMO HEXAVALENTE EMPLEANDO *SALVINIA* MINIMA BAJO CONDICIONES CONTROLADAS DE LABORATORIO

*Bárbara M. Gomez*<sup>(1)</sup>, *Valeria Rodríguez Salemi*<sup>(1)</sup>, *Carlos Gomez*<sup>(1)</sup> y *Laura de Cabo*<sup>(2)</sup>

(1) Centro de Tecnología del Uso del Agua (CTUA), Instituto Nacional del Agua (INA).

(2) Museo Argentino de Ciencias Naturales "B. Rivadavia".

E-mail: [barbaramarion@gmail.com](mailto:barbaramarion@gmail.com)

La contaminación del medio acuático por metales pesados se ha convertido en un serio problema debido a su alta toxicidad y persistencia en el medio ambiente. Su tratamiento por lo general es difícil y costoso. La fitorremediación, mediante el uso de macrófitas flotantes, ofrece una prometedora tecnología debido a su gran potencial para acumular metales pesados. El objetivo de este trabajo fue estudiar la tasa de absorción y el factor de bioconcentración (FBC) de cromo en *Salvinia minima* durante 8 días de exposición bajo condiciones controladas de temperatura e iluminación (fotoperiodo 16:8 / luz:oscuridad) Se trabajó con plantas obtenidas de la laguna de San Vicente, Buenos Aires, Argentina. Las mismas fueron colocadas en recipientes plásticos de 24 L de capacidad con agua de la laguna adicionada con ~ 5 mg/L de cromo hexavalente. Se realizaron mediciones del metal en el tejido por triplicado a los 0, 1, 2, 4, 7 y 8 días de comenzada la experiencia. La tasa de absorción fue máxima a las 24 hs de exposición ( $117,2 \text{ mg Cr} \times \text{Kg biomasa}^{-1} \times \text{día}^{-1}$ ) y luego decayó. El Factor de Bioconcentración (FBC) aumentó hasta el 7<sup>mo</sup> día (65,8) y luego se mantuvo constante. Los resultados aportan información relevante en cuanto a la dinámica de remoción de cromo por *Salvinia minima* y muestran que la capacidad de bioacumulación de la misma ha alcanzado su saturación luego de 7 días de exposición.

## REMOCIÓN DE CONTAMINANTES ACOPLADA A LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE ALTO VALOR AGREGADO MEDIANTE EL CULTIVO DE MICROALGAS: UNA APROXIMACIÓN RENTABLE AL TRATAMIENTO DE EFLUENTES

José Ignacio Zaballa<sup>(1)</sup>, María Carolina Cuello<sup>(2)</sup>, Juan Ignacio Gori<sup>(1)</sup>, Claudia Mónica Ribaudó<sup>(1)</sup>, Raúl Ernesto Vaccaro<sup>(2)</sup> y Ester Chamorro<sup>(3)</sup>

(1) Cátedra de Bioquímica, Facultad de Agronomía, UBA.

(2) Cátedra de Economía General, Facultad de Agronomía, UBA.

(3) Centro QUIMOBÍ, UTN, Resistencia.

E-mail: zaballa@agro.uba.ar

La contaminación ambiental, por liberación de lixiviados sin tratar, es consecuencia de la falta de conciencia de sus efectos nocivos y la no sanción por incumplimiento de las leyes. Paralelamente debe contemplarse la incapacidad financiera de algunas PyMES y/o municipios, para instalar equipos de tratamiento convencional. El desarrollo de tecnologías innovadoras de descontaminación de efluentes, debe enfocarse en la sinergia de costos. Esto se logra acoplando servicios de tratamiento, con procesos productivos. Es decir, usar contaminantes como materia prima para producción de biomasa, y extraer metabolitos de interés comercial. El objetivo del trabajo es optimizar los parámetros del crecimiento microalgal, en conjunto con la mejor combinación de efluentes, para obtener metabolitos de alto valor agregado y la mayor descontaminación. Como medio de cultivo se utilizaron efluentes provenientes de Lincoln (Prov. Bs.As.): 1.- lixiviados de una planta de tratamiento de RSU, ricos en metales (Mg, Ca, etc); y 2.- efluentes de un tambo, ricos en Nitrógeno y Fósforo. Se evaluó la velocidad de crecimiento y producción de biomasa, en efluentes solos y combinados. La biomasa sufrió extracciones con solventes orgánicos de uso industrial (hexano, acetona, etc.). Dichos extractivos fueron analizados cualitativamente por cromatografía fina en placa y cuantitativamente por cromatografía en columna. Los resultados muestran mayor eficiencia de descontaminación al mezclar efluentes que por separado. Las reducciones obtenidas van entre: 42-85% para N-NO<sub>3</sub>-y 18-84% para otras especies químicas. La biomasa registrada varió entre 0,8 y 2 g/l. Los metabolitos de mayor interés comercial extraídos fueron beta-caroteno, licopeno, y ficocianina entre otros. En conclusión, sería factible realizar un manejo sustentable en la descontaminación de los residuos, ya que al combinar los diferentes efluentes se podría maximizar la generación de biomasa y compuestos de alto valor. Esto permitiría construir bio-refinerías y obtener una renta económica de los desperdicios de las actividades humanas.

## BIORREMEDIACIÓN DEL EFLUENTE DE UN FRIGORÍFICO UTILIZANDO MICROALGAS NATIVAS EN FOTOBIORREACTORES A ESCALA PILOTO

*Felipe Sabbatté, Adelina Nashiro, Raúl Bini, Belen Mayer, Fleite Santiago, Alicia Fabrizio de Iorio, Agustín Rearte*

*Cátedra de Química Analítica; Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.*

E-mail: tarearte@agro.uba.ar

La descarga de efluentes contaminados sin tratamiento es una problemática ambiental con gran impacto en cuerpos acuáticos. Es necesario proponer sistemas de tratamientos innovadores de bajo costo y eficientes. La utilización de microalgas en el tratamiento de efluentes es una tecnología novedosa e incipiente. Sus altas tasas de crecimiento y absorción de nutrientes, y las aplicaciones de la biomasa, son algunas de las características que las hacen una alternativa de bajo costo y alta eficiencia para el tratamiento de efluentes. El objetivo del trabajo fue evaluar el tratamiento del efluente de un frigorífico a partir de microalgas nativas en fotobiorreactores (FBR) a escala piloto a campo. Se utilizaron dos tipos de FBRs con inyección de CO<sub>2</sub>: piletón abierto tipo raceway (200 l) y plano vertical cerrado (45 l). Se desarrollaron las experiencias utilizando co-cultivos de dos cepas aisladas y seleccionadas en estudios previos (*Chlorella* sp. y *Franceia* sp.). Los FBRs se operaron en modo discontinuo hasta alcanzar la fase estacionaria y luego se operaron en modo semicontinuo a una tasa de dilución 0,2d<sup>-1</sup> (TRH 5días) durante 10 días. Se monitoreó absorbancia, irradiancia, pH, oxígeno disuelto, densidad celular, y biomasa seca. Se tomaron muestras para análisis en laboratorio de nutrientes mayoritarios, DQO, DBO<sub>5</sub> del efluente y análisis bioquímico de la biomasa generada. En los ensayos discontinuos el FBR plano presentó una cinética de crecimiento y remoción de nutrientes más elevada que el raceway, sin embargo este alcanzó una concentración de biomasa final mayor. En el modo de operación en semicontinuo, los FBR planos presentaron una mayor productividad en biomasa y remoción de nutrientes (% remoción DBO 87%; P-PRS 99,9%; NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 28%) respecto de los raceways. La utilización de microalgas en el tratamiento del efluente de un frigorífico es una alternativa viable y eficiente con producción de biomasa microalgal de valor agregado.

## DETERMINACIÓN DEL PARÁMETRO ALCALINIDAD MEDIANTE CROMATOGRAFÍA IÓNICA

*Juan Manuel Triszcz, Macarena F. Martínez, Damián E. Ferulo Barcelo y José Luis Barrio*

*Laboratorio Central - Sector Química Mineral, Agua y Saneamientos Argentinos S.A. (AySA S.A.).*

E-mail: [juan\\_m\\_triszcz@aysa.com.ar](mailto:juan_m_triszcz@aysa.com.ar)

En el presente trabajo se propone un método cromatográfico automatizado, rápido y sencillo, para la determinación conjunta del parámetro alcalinidad y aniones mayoritarios-minoritarios presentes en diferentes cuerpos de agua. En la realización de los ensayos fue empleado un cromatógrafo iónico (Dionex®, ICS-3000) que operó con inyección en modo secuencial y en condición de carga full-loop (25 µl). El tiempo total de corrida por muestra fue de 13 minutos lográndose reportar y cuantificar 10 parámetros (cloruros, sulfatos, nitratos, fluoruros, nitritos, bromuros, cloratos, fosfatos y arseniatos), todos presentes en concentraciones variables dependiendo de las fuentes de la matriz acuosa. Como metodología de detección fue empleada una celda conductimétrica estabilizada a 35°C, donde previamente fue instalada un supresor electrolítico con la finalidad de disminuir la señal de fondo generada por el eluyente (KOH). Las condiciones óptimas fueron determinadas, recurriendo a una separación en gradiente (23 - 52 mM KOH), en función de los iones minoritarios. Como criterio analítico de optimización de método fue evaluada la resolución y asimetría de los picos, como así también la sensibilidad, límites de detección y cuantificación, la especificidad, el ámbito dinámico lineal y los porcentajes de recuperación sobre diferentes matrices acuosas. La incorporación de la determinación del parámetro alcalinidad reviste un gran interés desde el punto de vista técnico y operativo, siendo una alternativa a la metodología clásica, eficiente para la disminución de los tiempos de análisis y de los costos asociados al mismo. Cabe destacar que mediante los rangos de concentración seleccionados, para cada analito, se contemplan más del 99% de las muestras que se analizan diariamente en nuestro Laboratorio Central (AySA S.A.) evitando la realización de acondicionamientos previos.

## ELIMINACIÓN DEL HERBICIDA 2,4-D MEDIANTE EL PROCESO DE FOTO-FENTON Y FOTO-PEROXIDACIÓN SOLAR CON BAJAS CONCENTRACIONES DE FE (III) Y H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Anna Serra-Clusellas<sup>(1,4)</sup>, Laura de Angelis<sup>(1)</sup>, Liliana M. Bertini<sup>(1)</sup>, Jorge D. Stripeikis<sup>(1)</sup>, María M. Fidalgo de Cortalezzi<sup>(1,2)</sup> y Julián A. Rengifo-Herrera<sup>(3)</sup>

(1) Departamento de Ingeniería Química, Instituto Tecnológico de Buenos Aires - ITBA.

(2) Department of Civil and Environmental Engineering, University of Missouri, Columbia, Missouri, USA.

(3) Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas "Dr. J.J. Ronco" (CINDECA), Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP-CCT La Plata, CONICET.

(4) Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

E-mail: anna.serra.clusellas@gmail.com

Este trabajo muestra los resultados de la investigación efectuada para tratar 500 ml de una solución de 1 mg/l del herbicida 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético) mediante el proceso de foto-Fenton y foto-peroxidación solar utilizando bajas concentraciones de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (3, 6, 10 y 20 mg/l) y/o sales de Fe (III) (0,6 mg/l). Los experimentos fueron llevados a cabo bajo radiación solar, a pH neutro y pH = 3,6, y a un caudal de recirculación de 12 l/h. La investigación se realizó con dos matrices distintas: i) agua Milli-Q y ii) una matriz de agua superficial simulada (0,1 mg/l F<sup>-</sup>, 7,8 mg/l Cl<sup>-</sup>, 11,5 mg/l SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, 61,0 mg/l HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> y 5,0 mg/l de ácidos húmicos).

Los resultados de eliminación de 2,4-D en la solución patrón testigo muestran una degradación primaria del 90% en un  $t_{3mW,n} = 334$  min mediante el proceso de foto-peroxidación (ausencia de Fe (III)), utilizando una  $[H_2O_2]_0 = 20$  mg/l, a  $pH_0 = 7$ . La presencia de 0,6 mg/l Fe (III) no aumenta el rendimiento del tratamiento bajo dichas condiciones.

A  $pH_0 = 3,6$ , solamente es necesario aplicar un  $t_{3mW,n} = 111$  min de foto-peroxidación solar con una  $[H_2O_2]_0 = 3$  mg/l para alcanzar una  $[2,4-D] < 100$  µg/l (límite fijado en el Código Alimentario Argentino para agua potable). Bajo estas mismas condiciones y una concentración de 0,6 mg/l Fe (III), se alcanza la eliminación total del herbicida en un  $t_{3mW,n} = 26$  min.

Utilizando la matriz de agua superficial simulada, solamente se obtiene la degradación total del herbicida a  $pH_0 = 3,6$  en un  $t_{3mW,n} = 142$  min o  $t_{3mW,n} = 35$  min, en ausencia o presencia de Fe(III), respectivamente.

Este estudio demuestra que el proceso de foto-peroxidación y foto-Fenton solar (utilizando concentraciones de Fe (III) similares a las que se encuentran en aguas superficiales), pueden postularse como tecnologías apropiadas para eliminar contaminantes orgánicos emergentes/prioritarios.

## ¿CÓMO PRIORIZAR LA INVESTIGACIÓN REGIONAL DE FÁRMACOS EN TANTO CONTAMINANTES EMERGENTES?

María Jimena Berneri <sup>(1)</sup> y Guido Enrique Mastrantonio <sup>(2)</sup>

(1) Becaria doctoral CONICET.

(2) Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.

E-mail: jberneri@biol.unlp.edu.ar

Actualmente, no se cuenta con datos suficientes respecto de los contaminantes emergentes (CE) presentes en líquidos residuales, que permitan establecer criterios para estimar los riesgos ambientales, o proponer valores guía. En los líquidos residuales urbanos (RLU), los fármacos ofrecen desafíos adicionales, porque dependen de las prácticas terapéuticas, definidas a su vez por las patologías prevalentes locales y las tendencias de mercado del país involucrado.

Se implementa un estudio retrospectivo para sintetizar la información disponible globalmente de fármacos presentes en RLU. Se pretende una orientación para la implementación de censos ambientales adaptados a contexto.

Se identificaron, desde 2012 a la fecha, un total de 95 fármacos detectados en LRU en trece países: ocho europeos (España, Rusia, Italia, Alemania, Portugal, Francia, Rumania, Bélgica), uno asiático (China), dos latinoamericanos (Brasil, Argentina) y dos norteamericanos (EEUU, Canadá). Éstos fueron hallados en rangos de entre 0,01- 150.000 ng/l, tanto en RLU sin tratar como tratados. Considerando los reportes simultáneos en líquidos sin tratar y en tratados, fue posible valorar la persistencia de 57 fármacos.

Con los datos recabados, fue posible clasificar a los fármacos reportados al día de la fecha en cuatro grupos, caracterizados por sus altas o bajas concentraciones ambientales y sus altas o bajas persistencias. Dentro del grupo de más relevancia, por sus mayores concentraciones y persistencias, habría un conjunto de siete fármacos que debieran ser de mayor atención a escala global: dos  $\beta$ -bloqueantes (metoprolol, sotalol), un antibiótico (triclocarbán), un diurético (hidroclorotiazida), un antidepresivo (citalopram) y dos AINE (diclofenac, nimesulida). De ellos, son irrelevantes en la Argentina el triclocarbán (uso poco frecuente) y la nimesulida (prohibida desde 2009), reduciendo la lista de prioridades a cinco fármacos.

Con este trabajo, se propone además un criterio para establecer prioridades en la búsqueda de riesgos ambientales por CE, adecuados al contexto.

## **CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA DE LA CUENCA DE SANTA ROSA CON MÉTODOS MULTIVARIADOS Y PREDICCIÓN ESPACIAL DE CONTAMINANTES**

*Romina Battistella<sup>(1)</sup>, Irene Ortega<sup>(1)</sup>, Mónica Morvillo<sup>(2)</sup> y Patricia Luna<sup>(1)</sup>*

*(1) Centro Regional de Aguas Subterráneas (CRAS), Instituto Nacional del Agua (INA).*

*(2) Departamento de Geología. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales - Universidad Nacional de San Juan.*

**E-mail:** rbattistella@ina.gob.ar

La exploración de nuevas zonas para la explotación del agua subterránea en la cuenca de Santa Rosa, provincia de Catamarca, está motivado por el creciente aumento de la frontera agrícola y la necesidad de afrontar períodos de bajas precipitaciones. Los recursos hídricos subterráneos de esta cuenca, revisten un interés estratégico ya que son utilizados para consumo humano, ganadería y riego. La detección de contaminantes de origen antrópico y natural, como Nitrato, Arsénico y Boro, es de especial importancia para determinar la aptitud del agua subterránea y así mejorar la calidad de vida de los pobladores y sus actividades agrícolas. Las mediciones físico-químicas determinadas en el CRAS, a partir del muestreo de 72 perforaciones en la región, fueron analizadas con métodos estadísticos multivariados -Componentes Principales y Clúster- y tomadas como base para la construcción de mapas predictivos del Arsénico, Boro, Fluoruro y conductividad eléctrica, con la técnica geostadística Kriging. Del análisis multivariado se dedujeron dos clases de aguas en la región, sódica bicarbonatada y sódica sulfatada bicarbonatada, cuyas caracterizaciones iónicas fueron representadas con diagramas circulares. Por otra parte, se determinó para cada perforación el grado de restricción del uso para riego según la guía de la Food and Agriculture Organization (FAO).

## CALIDAD DEL AGUA EN ZONAS BAJO RIEGO: SITUACIÓN DEL CINTURÓN VERDE DE MENDOZA, ARGENTINA

Daniela Cónsoli<sup>(1)</sup>, Jose Zuluaga<sup>(1,2)</sup>, Alejandro Drovandi<sup>(1,2)</sup> y Emilio Rearte<sup>(1)</sup>

(1) Facultad de Ciencias Agrarias - UNCuyo.

(2) Centro Regional Andino (CRA), Instituto Nacional del Agua (INA).

E-mail: dconsoli@fca.uncu.edu.ar

El Oasis Norte de Mendoza ha soportado un gran crecimiento urbano-industrial, donde no siempre se depuran los efluentes y se desarrolla una agricultura intensiva, principalmente en la zona del “Cinturón Verde”, que demanda grandes cantidades de agua para riego, plaguicidas y fertilizantes, cuyos excesos provocan un impacto negativo aguas abajo, donde el recurso se usa para riego y consumo humano. Esta zona es monitoreada por este grupo de investigación desde 1999, evaluando parámetros de calidad del agua de riego superficial y subterránea, así como de drenaje a lo largo del ciclo agrícola. Con financiamiento del INA-CRA y de la SECTYP-UNCuyo para el bienio diciembre 2013 - diciembre 2015, se han evaluado 7 muestreos en 11 sitios diferentes, para monitorear nitratos, fosfatos, pH y conductividad, etc. Las relaciones existentes entre los diversos parámetros permiten determinar la calidad del agua y dar recomendaciones para un manejo más sustentable del área. Para una mejor interpretación se analizó la tendencia desde agosto de 2012. En general, los valores de pH están comprendidos entre 7 y 8, siendo característicos de las aguas de Mendoza. Las aguas analizadas se agrupan en tres de las categorías de Riverside. Las subterráneas, con los menores valores de salinidad, pertenecerían a la categoría C3 (categoría 1 según FAO). Las de drenaje corresponden a la categoría C4 (categoría 2 de FAO), excluyendo al Arroyo Leyes, que pertenece a la categoría C5 o categoría 3 según FAO. Analizando RAS y CEA, a este punto le corresponde la categoría C5S1, de “baja peligrosidad sódica y muy alta salinidad”. El resto de las aguas, en general, se encuentran en la categoría C3S1, de “salinidad media a alta y baja peligrosidad sódica”, cuyo uso para el riego debería restringirse a suelos de moderada a buena permeabilidad y en cultivos de mediana tolerancia a la salinidad.

## CALIDAD DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO BLANCO Y EMBALSE POTRERILLOS, MENDOZA, ARGENTINA

*Daniela Cónsoli<sup>(1)</sup>, Alejandro Drovandi<sup>(1,2)</sup>, Jose Zuluaga<sup>(1,2)</sup> y Cora Dediol<sup>(1)</sup>*

*(1) Facultad de Ciencias Agrarias - UNCuyo.*

*(2) Centro Regional Andino (CRA), Instituto Nacional del Agua (INA).*

*E-mail: dconsoli@fca.uncu.edu.ar*

A pesar de la estratégica ubicación del Embalse Potrerillos en la cuenca Norte de Mendoza, ni el embalse ni los afluentes del Río Blanco han sido estudiados exhaustivamente en función de la problemática de la contaminación del agua. Debido a las modificaciones producidas en el uso del suelo en la cuenca del Río Blanco durante los últimos años, en estudios desarrollados desde el año 2005 por este equipo de trabajo, se ha informado acerca de modificaciones negativas tanto en aspectos cuantitativos como cualitativos del recurso hídrico, ocasionadas principalmente por el aumento de la actividad humana y el consecuente incremento de vertidos y residuos contaminantes. Entre los objetivos propuestos para el presente estudio se encuentran los de monitorear variables físico-químicas y biológicas del agua, así como realizar propuestas para una gestión más sustentable del recurso hídrico en el área.

Con financiamiento del INA-CRA y de la SECTYP-UNCuyo para el bienio diciembre 2013 - diciembre 2015, se realizaron 8 muestreos en 9 puntos seleccionados de la cuenca del Río Blanco y Embalse Potrerillos. Para una mejor interpretación se analizó la tendencia desde agosto de 2012. Se determinaron parámetros como pH, CEA, oxígeno disuelto, nitratos, fosfatos, bacterias aerobias mesófilas, coliformes totales y termoresistentes. Los resultados se han comparado con la normativa respectiva, reportándose en general aguas con buenas características de calidad físicoquímica, sin embargo, los valores de bacterias coliformes totales y termoresistentes en general sobrepasan los límites del Código Alimentario Argentino para agua potable, lo que si bien no limitaría su uso para el riego, constituye un potencial problema para la salud humana. Estos valores podrían explicarse a partir de la influencia de desagües domiciliarios, así como por deposiciones de animales, observados alrededor de los puntos muestreados, generando picos de contaminación en ocasión de los deshielos primaverales.

## ¿PUEDEN INDUCIRSE PROCESOS FOTOQUÍMICOS ABIÓTICOS PARA LA DESINFECIÓN Y DETOXIFICACIÓN EN AGUAS SUBTERRÁNEAS NATURALES?

Julián Andrés Rengifo Herrera<sup>(1)</sup>, Héctor Mario Gutiérrez Zapata<sup>(2)</sup> y Janeth Sanabria<sup>(2)</sup>

(1) Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas “Dr. J.J. Ronco” (CINDECA), Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP-CCT La Plata, CONICET.

(2) Grupo de Investigación en Procesos Avanzados de Oxidación para Tratamientos Químicos y Biológicos-GAOX, Escuela de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Facultad de Ingenierías, Universidad del Valle, Cali, Colombia.

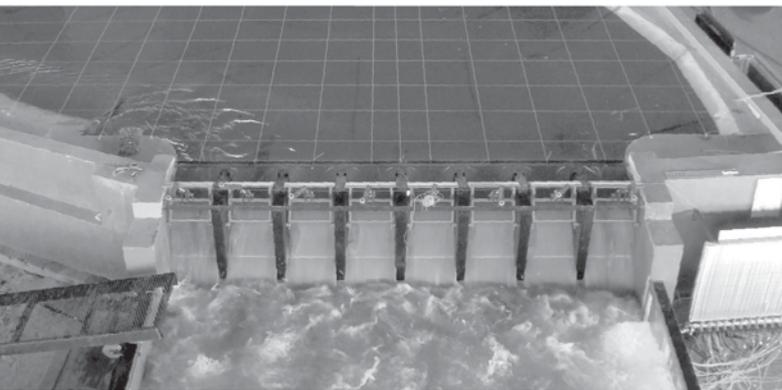
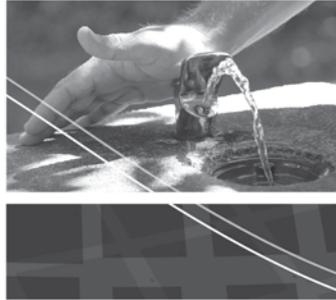
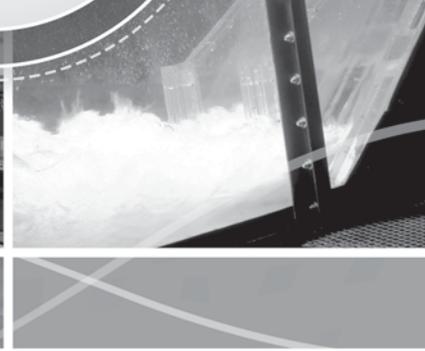
E-mail: julianregifo@quimica.unlp.edu.ar

En este trabajo se usaron efluentes subterráneos reales provenientes de un área rural en Colombia. Posteriormente a estos efluentes se les adicionó separadamente una cepa bacteriana de *Escherichia coli* K12 en una concentración cercana a los  $10^7$ – $10^6$  UFC ml<sup>-1</sup> y una concentración de 24.3 mg l<sup>-1</sup> de ácido 2,4-diclorofenoxiacético, conocido como 2,4-D, uno de los herbicidas más utilizados y con una alta solubilidad en agua a fin de simular una contaminación microbiológica y química respectivamente. Cabe destacar que estas aguas ya contienen naturalmente hierro en una concentración cercana a 0.3 mg l<sup>-1</sup>. Posteriormente se adicionó 10 mg l<sup>-1</sup> de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y se irradió (300 W m<sup>-2</sup>) con un simulador solar. Los microorganismos fueron cuantificados a través de dos procedimientos, cultivabilidad, usando técnicas convencionales de conteo en placa (CP) y viabilidad usando recuento directo de células viables-Hibridación Fluorescente in situ (DVC-FISH). El 2,4-D fue cuantificado usando cromatografía líquida de HPLC.

Los resultados obtenidos revelaron que fueron necesarios 60 min de irradiación solar simulada para reducir completamente la cultivabilidad de las células de *E. coli* K-12 mientras que para reducir totalmente su viabilidad, fueron requeridos 360 min. Esta disminución tanto en viabilidad como en cultivabilidad puede ser el resultado de procesos fotoquímicos entre los que podemos encontrar los procesos foto-Fenton, inducidos en el medio natural por la adición de peróxido de hidrógeno y la irradiación solar simulada, los cuales generan radicales hidroxilo altamente oxidantes, capaces de atacar a los microorganismos. Por otro lado, el 75.2% del 2,4-D adicionado fue degradada luego 180 minutos de irradiación solar simulada. Se detectó por HPLC, en los primeros minutos de la reacción, la formación de su principal subproducto de degradación, el 2,4-diclorofenol (2,4-DCP), el cual también fue posteriormente degradado. Esto demuestra que la utilización de luz solar y de hierro naturalmente presente puede ser una alternativa promisorio para detoxificar y desinfectar aguas subterráneas.



# EJE TEMÁTICO 03



## HIDROLOGÍA URBANA Y RURAL

*Procesos hidrológicos / Adquisición y procesamiento de datos hidrológicos / Cuencas experimentales / Hidrología estadística / Hidrometeorología / Hidrometría / Cambio climático / Eventos extremos / Sistemas de alerta / Sensoriamiento remoto.*

## LOS FORZANTES CLIMÁTICOS DE LA PRECIPITACIÓN DE PRIMAVERA EN LA CUENCA DEL RÍO BERMEJO

Sabrina N. Ayala<sup>(1)</sup>, Maximiliano S. Vita Sánchez<sup>(1)</sup> y Marcela H. González<sup>(1,2)</sup>

(1) Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos. FCEyN - UBA.

(2) Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera - CONICET/UBA; UMI-IFAECI/CNRS.

E-mail: snayala55@gmail.com

Las actividades agrícola y ganadera, sumadas al transporte ferroviario, se ven afectadas por la variabilidad interanual de la precipitación en la cuenca del río Bermejo. El objetivo del presente estudio es encontrar los posibles forzantes de dicha variabilidad para el trimestre septiembre-octubre-noviembre (SON). A partir de datos de precipitación mensual en 1981-2010, se subdividió a la región en tres subcuencas (superior, media e inferior). Utilizando los datos del reanálisis del NCEP/NCAR se construyeron mapas de correlación lineal simultánea entre las anomalías de precipitación en SON y variables meteorológicas, con la finalidad de establecer patrones de circulación que afecten la lluvia. Se encontró que en las subcuencas superior e inferior la intensificación del anticiclón semipermanente del océano Atlántico sumado a una anomalía positiva de vapor en esa región de la atmósfera, genera mayor advección de humedad que favorece la precipitación. Por otro lado, las anomalías de temperatura superficial del mar relacionadas a El Niño y el dipolo del Océano Índico activan trenes de ondas que se desplazan meridionalmente hacia latitudes más altas y arriban a Argentina, con sistemas de precipitación asociados. La lluvia también se ve favorecida durante la fase negativa de la Oscilación Antártica, debido al mayor transporte meridional de energía. Se observó que en la subcuenca media todas las señales descriptas se debilitan. Con el fin de determinar si estas señales estuvieron presentes previamente a la lluvia se calcularon los campos de correlación desfasada entre la precipitación en SON y las variables en agosto. Los resultados indicaron que los mismos forzantes estuvieron presentes, además de otra señal relacionada con la entrada del monzón sudamericano, lo cual permite afirmar cierto grado de predictabilidad que podría utilizarse para construir modelos de predicción estadística de la precipitación estacional.

## ANÁLISIS COMPARATIVO DE CURVAS IDR OBTENIDAS A PARTIR DE ESTIMACIONES REMOTAS DE PRECIPITACIÓN DE LA MISIÓN SATELITAL TRMM Y DE MEDICIONES PLUVIOGRÁFICAS IN SITU

*Daiana Carla Scasserra y Marcelo Uriburu Quirno*

*Instituto de Ingeniería Sanitaria, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires.*

E-mail: dscasserra@hotmail.com

Las curvas Intensidad-Duración-Período de Retorno (IDR) son utilizadas con el fin de elaborar tormentas de diseño para el dimensionamiento de obras hidráulicas y de infraestructura y para otros usos en planificación territorial. Vinculan, en un sitio dado, la intensidad media de precipitación en un intervalo determinado con su período de retorno. Su construcción se realiza mediante un análisis de frecuencia de las mediciones pluviográficas, por lo que resumen la estadística local de lluvia.

La representatividad de la tormenta de diseño obtenida está directamente relacionada con la cercanía entre la estación pluviográfica y el área de estudio. La escasez de información pluviográfica con longitud de registro lo suficientemente prolongada como para hacer un análisis estadístico válido reduce la confiabilidad de los parámetros estimados de las curvas. En los últimos años, en Argentina y en otros países del mundo, la cantidad de estaciones pluviográficas no sólo es escasa sino que desciende progresivamente.

Con este trabajo se pretende aportar a una solución para la falta de información mediante la utilización de estimaciones remotas de intensidad obtenidas satelitalmente por la misión TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission), en un grillado de 25 km de lado. Se realizó un análisis comparativo entre las IDR obtenidas tanto de mediciones in situ como de estimaciones remotas, con el objetivo de evaluar la bondad de la información satelital y su potencialidad para cubrir sitios no instrumentados. El registro TRMM disponible (unos 15 años hasta su reciente salida de servicio) es suficientemente prolongado para evaluar intensidades asociadas a períodos de retorno de hasta 30 años, compatibles con los requerimientos de muchas obras hidráulicas. Existe desde 2014 una misión continuadora, GPM, de mayor resolución espacial, que proseguirá engrosando las bases de datos de precipitación para una estadística más confiable.

El análisis se ha realizado en la localidad de Augsburg, Bayern, Alemania.

---

## REGIONALIZACIÓN PLUVIOMÉTRICA EN LA PROVINCIA DE SANTA FE (ARGENTINA)

*Agostina Zucarelli y Marta Paris*

*Universidad Nacional del Litoral - Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas.*

E-mail: agostinazucarelli@gmail.com

Numerosos estudios se sustentan en datos e información pluviométrica. Sin embargo, con frecuencia, la escasez de estaciones confiables, los elevados costos de mantenimientos de las redes de medición y la falta de registros con longitud y distribución espacial considerable, dificultan la obtención de los resultados esperados. Ello lleva a la necesidad de optimizar la red de mediciones existentes y definir regiones que permitan la transferencia de información de un sitio a otro dentro de zonas en donde se mantengan las características pluviométricas. En el presente trabajo se aplica el método estadístico multivariado de agrupamiento para la identificación de regiones pluviométricas homogéneas en la provincia de Santa Fe que consideren las variaciones mensuales de la precipitación. Los datos empleados en esta investigación son los registrados en la red de mediciones de la Dirección de Comunicaciones de la Provincia en el período 2006 a 2014. A partir de los resultados obtenidos, mediante el empleo de índices de confiabilidad propuestos por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), se clasifican las estaciones pluviométricas y se proponen medidas de optimización de la red de medición actual.

## ANÁLISIS DE TORMENTAS MEDIDAS EN SUPERFICIE PARA LA CALIBRACIÓN HIDROLÓGICA DEL RADAR METEOROLÓGICO ARGENTINO RMA1- CÓRDOBA

*Mariano E. García, Federico R. Masin, Gastón H. Petroli, Mariano Corral, Ricardo Ingaramo, Alberto Villa Uria y Andres Rodriguez*

*Laboratorio de Hidráulica - Centro de Estudios y Tecnología del Agua (CETA) - Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFN) - Universidad Nacional de Córdoba (UNC).*

E-mail: mariog1290@gmail.com / fedee.masin@gmail.com / gaston.petroli@gmail.com

Los radares meteorológicos permiten la elaboración de pronósticos con una adecuada definición espacial y temporal, pero producen estimaciones muy poco precisas de la intensidad de lluvia caída en un punto. Por ello es necesario integrar los datos del radar con registros pluviométricos de superficie, a fin de ajustar los algoritmos que permiten realizar la transformación de los ecos medidos por el radar en precipitación u otras variables meteorológicas de interés.

En este trabajo se presenta el relevamiento de eventos pluviométricos en la Provincia de Córdoba ocurridos dentro del área de cobertura del radar meteorológico RMA1 (perteneciente al Sistema Nacional de Radares Meteorológicos), registrados simultáneamente por el radar y por estaciones meteorológicas automáticas.

Para cada evento individual, se superpone la mancha abarcada por el evento detectado por el radar con un mapa que contiene las estaciones meteorológicas de superficie. En esta intersección de imágenes se determina cuales estaciones caen dentro de la tormenta para luego ingresar a la base de datos pluviométricos administradas por distintos organismos para bajar los datos correspondientes: Instituto Nacional del Agua, CIRSA (19 estaciones - tecnología Alert), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA (8 estaciones), Ministerio de Agricultura y Agua de Córdoba (19 estaciones - tecnología Omixom), Subsecretaría de Recursos Hídricos de Córdoba (45 estaciones - tecnología Alert y Omixom), Bolsa de Cereales (36 estaciones). Con esos datos se procede a la construcción de los hietogramas para cada estación correspondientes a la tormenta analizada.

Esta información permitirá iniciar el proceso de calibración hidrológica del radar RMA1, experiencia pionera de este tipo en el país.

## TENDENCIAS A LARGO PLAZO EN LA PRECIPITACIÓN EXTREMA EN TUCUMÁN

Flavia M. Bazzano<sup>(1,2)</sup>, Teresita Heredia<sup>(3)</sup> y Ana G. Elias<sup>(2,3)</sup>

(1) Laboratorio de Construcciones Hidráulicas, Dpto. de Construcciones y Obras Civiles, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán.

(2) Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET.

(3) Laboratorio de Física de la Atmósfera, Dpto. de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán.

E-mail: flaviabazzano@gmail.com

Se analizan las lluvias extremas registradas en Tucumán (26,79° S, 65,20° W) durante el período 1974-2014 para detectar tendencias a largo plazo y sus posibles causas. Las variaciones de frecuencia e intensidad son estudiadas en el contexto del calentamiento global y de forzantes naturales, tales como El Niño, medido a través del Índice de Oscilación del Sur (SOI), y el Modo Anular del Sur (SAM).

Se encuentran tendencias lineales negativas en tres de los cuatro índices extremos analizados, aunque resultan estadísticamente significativas solo en los casos de la precipitación total anual y del número de días con precipitación por año. Este resultado no concuerda con el efecto del calentamiento global esperado sobre Tucumán, según el cual aumentaría la precipitación en la región. Se observan otras variaciones a largo plazo que podrían estar relacionadas con los patrones de variabilidad climática de gran escala de la SAM y El Niño.

Este trabajo pretende contribuir al estudio de los eventos extremos, cuya importancia reside en su aplicación en la planificación de estrategias de mitigación de daños y de adaptación, ya que las lluvias máximas son uno de los factores causantes de las recurrentes inundaciones en la región.

## DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE TENDENCIAS EN LA PRECIPITACIÓN EXTREMA EN TUCUMÁN

*Flavia M. Bazzano*<sup>(1,2)</sup>, *Teresita Heredia*<sup>(3)</sup> y *Ana G. Elías*<sup>(2,3)</sup>

*(1) Laboratorio de Construcciones Hidráulicas, Dpto. de Construcciones y Obras Civiles, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán.*

*(2) Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET.*

*(3) Laboratorio de Física de la Atmósfera, Dpto. de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán.*

E-mail: flaviabazzano@gmail.com

A partir de los registros diarios de lluvias registrados en 32 estaciones ubicadas en la región comprendida entre las latitudes 26.1°S y 27.8°S y longitudes 64.8°O y 66.0°O, abarcando el período 1954-2015, se analizaron las tendencias en la precipitación extrema y el patrón espacial de las mismas.

El calentamiento global induciría un aumento en la humedad del aire y en la intensidad de las precipitaciones en algunas regiones del planeta. A su vez algunas simulaciones y evidencias empíricas predicen que climas más cálidos debido al aumento del vapor de agua resultarían en eventos de precipitación más intensos.

La distribución espacial de las tendencias obtenidas en nuestro caso, con valores negativos y positivos, estaría parcialmente de acuerdo con la ubicación de Tucumán, que se encuentra en una región geográfica intermedia entre tropical y subtropical.

## ANÁLISIS DE LAS VARIACIONES TEMPORALES DE LA TEMPERATURA, EVAPORACIÓN DE TANQUE TIPO “A” Y EVAPOTRANSPIRACIÓN ESTIMADA CON LA ECUACIÓN DE PENMAN EN LA REGIÓN PAMPEANA

María Florencia D’Andrea<sup>(1)</sup>, María Victoria Feler<sup>(2)</sup>, Julie Céline Brodeur<sup>(1)</sup>

(1) CONICET / Instituto de Recursos Biológicos. INTA Castelar.

(2) Instituto de Clima y Agua. INTA Castelar.

E-mail: dandrea.florencia@inta.gob.ar / florencia.dandrea@gmail.com

La evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) suele calcularse a partir de datos climáticos empleando ecuaciones como la de Penman, debido a la dificultad de tomar mediciones a campo. Sin embargo, este parámetro del balance hidrológico también puede ser estimado desde una superficie de agua, utilizando un tanque evaporimétrico (Tanque tipo “A”), el cual integra en su medición el efecto de las variables empleadas en las ecuaciones como radiación solar, temperatura y velocidad del viento.

Los objetivos para este trabajo son: (1) la compilación de datos de evaporación de Tanque tipo “A” (E<sub>tan</sub>) disponibles de las estaciones agrometeorológicas del INTA para región pampeana, (2) la evaluación de las tendencias de temperatura, E<sub>tan</sub> y evapotranspiración estimada con la ecuación de Penman (E<sub>tp</sub>) en el tiempo.

Se han recopilado series de datos históricos de E<sub>tan</sub> para las estaciones agrometeorológicas de la región pampeana pertenecientes al INTA de Anguil, Barrow, Balcarce, Hilario Ascasubi, Marcos Juárez, Paraná y San Pedro. Se examinaron las tendencias de los promedios anuales de temperatura, E<sub>tan</sub> y E<sub>tp</sub> para las estaciones en las que fue posible.

Si bien la temperatura media aumentó significativamente para la mayoría de las estaciones de la región, no se observó el mismo patrón para E<sub>tan</sub> y E<sub>tp</sub>, evidenciando la posibilidad de variaciones en otros parámetros que afectan la capacidad evaporativa, tales como la radiación solar y la velocidad del viento.

## ESTIMACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE TORMENTAS INTENSAS, MEDIANTE ISOYETAS ELÍPTICAS, EN ZONAS DE LIMITADA DISPONIBILIDAD DE DATOS

*Jorge Fabián Bonilla*

*Centro Regional Andino (CRL), Instituto Nacional del Agua (INA).*

E-mail: jbonilla@ina.gob.ar / jbonilla@live.com.ar

El objetivo del trabajo es presentar un nuevo método para la obtención de la distribución espacial y la curva de decaimiento, para tormentas intensas mediante el uso del modelo de isoyetas elípticas.

Para caracterizar las tormentas de diseño, se necesita establecer en primer lugar la relación entre la intensidad esperada de las mismas para una determinada duración y recurrencia. Este procedimiento arroja como resultado una serie de curvas conocidas como I-D-F y debe ser acompañado por la distribución espacial y temporal esperada.

Cuando los datos pluviométricos disponibles son limitados, se producen inconvenientes al momento de la determinación de los parámetros correspondientes a las tormentas de diseño. En particular cuando el número de estaciones que registraron un evento en forma simultánea es menor que 5, la construcción de isoyetas no es factible realizarla con una adecuada aproximación.

Mediante la combinación de un complejo proceso matemático, el criterio para la determinación de ciertas hipótesis y un proceso iterativo realizado mediante un software creado específicamente, se logra determinar cuál es la forma más adecuada del decaimiento espacial en las cercanías del núcleo de la tormenta.

El decaimiento espacial permite generalizarlo a distintas áreas mediante la creación de una curva decaimiento en función del área y generar un modelo de isoyetas elípticas que puede ser aplicado a una cuenca, para estudiar los efectos hidrológicos esperados como respuesta a una precipitación intensa.

El modelo fue aplicado a las tormentas históricas registradas en el piedemonte de la Ciudad de Mendoza, seleccionando en forma aleatoria 3 o 4 pluviómetros, dentro de los disponibles, dando excelentes resultados respecto a la distribución espacial de las mismas, en comparación con las curvas obtenidas mediante estudios de mayor profundidad.

## HERRAMIENTAS EMPLEADAS POR EL DEPARTAMENTO DE HIDROMETEOROLOGÍA DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL (SMN) PARA EL ANÁLISIS DEL ESTADO HÍDRICO EN ARGENTINA

*Carolina Cerrudo<sup>(1,3)</sup>, Gonzalo Díaz<sup>(1)</sup>, Sabrina Juarez<sup>(1)</sup>, Karina Flores<sup>(1)</sup>, Lorena Ferreira<sup>(1)</sup> y Ramiro Saurral<sup>(2,3)</sup>*

*(1) Servicio Meteorológico Nacional (SMN, Argentina).*

*(2) Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera, CONICET-UBA - UMI IFAECI/CNRS.*

*(3) Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, FCEyN-UBA.*

E-mail: ccerrudo@smn.gov.ar / gdiaz@smn.gov.ar

Este trabajo presenta una breve descripción de las herramientas operativas de monitoreo y predicción de factores ambientales que conducen a la generación de anegamientos e inundaciones, desarrolladas e implementadas por el Departamento de Hidrometeorología del SMN.

Dentro del monitoreo diario y predicción de precipitación, se desarrolló una herramienta que utiliza en forma operativa las estimaciones satelitales de precipitación en un período de 10 días provenientes del satélite TRMM 3B42RT, y los pronósticos a 6 días del modelo ETA-SMN. Este producto se actualiza en forma diaria y se realiza para cada subcuenca dentro de la Cuenca del Plata.

Respecto de la hidrometría, se efectúa el seguimiento diario de las alturas hidrométricas publicadas por la Prefectura Naval Argentina. Complementando esta información, se encuentra en proceso la implementación operativa del modelo hidrológico VIC (Variable Infiltration Capacity) a escala regional, que resuelve los balances de agua y energía del sistema. Dicho modelo es forzado mediante el modelo meteorológico GFS (Global Forecasting System).

El monitoreo del contenido de agua en la superficie del suelo se efectúa a partir del análisis de imágenes satelitales provenientes de diversas fuentes para determinar regiones críticas donde la ocurrencia de precipitación y/o la crecida de algún río puede tener un impacto. Esta información se complementa con informes provistos por medios de comunicación y organismos gubernamentales.

A partir de la información recopilada se elabora un resumen de la situación hídrica presente, el cual se actualiza dos veces por semana dentro del informe de Perspectiva Semanal, destinado a tomadores de decisión de la defensa civil y gestión de riesgo.

A futuro se propone incorporar nuevas estimaciones satelitales de precipitación (Global Precipitation Measurement mission) en el monitoreo, y como forzante para el modelo VIC. Asimismo se propone evaluar el forzado del VIC con distintos modelos de pronóstico meteorológico (GFS Ensemble, WRF, ETA, etc.).

## DIFUSIÓN DE ESTUDIOS Y AVANCES EN LA TEMÁTICA DEL FENÓMENO EXTREMO DE LA SEQUÍA, EN LA REGIÓN CENTRAL DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

Leticia Vicario<sup>(1,2)</sup> y Carlos Marcelo García<sup>(2,3)</sup>

(1) Centro de la Región Semiárida (CIRSA), Instituto Nacional del Agua (INA).

(2) Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba (FCEfYN-UNC).

(3) Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

E-mail: lvicariotm@gmail.com / lvicario@ina.gob.ar

La escasez de precipitaciones durante un tiempo considerable puede adoptarse como una definición conceptual del fenómeno de la sequía y es considerado un proceso hidrológico extremo. En Argentina los antecedentes relacionados a esta temática tienen, predominantemente, un enfoque climático y agrícola. Específicamente los estudios sobre las sequías hidrológicas o sobre la relación entre distintos tipos de sequías son escasos. Para avanzar y profundizar el análisis sobre este fenómeno crítico extremo con características complejas y debido a la precariedad de información en el área de interés existen limitaciones que requieren de un esfuerzo mayor e interdisciplinario. Dentro de la región central de Argentina, se realizó un primer avance a nivel de cuenca, a través de la Tesis de Maestría de la autora (2008) en la cuenca del dique San Roque de la provincia de Córdoba. Actualmente, algunos estudios se han llevado a cabo y otros están en etapa de desarrollo relacionados a las sequías en dos cuencas de diferentes características, fundamentalmente, en el tipo de sistema de la unidad hidrográfica y en el tamaño. Las mismas son: la cuenca del río San Antonio ubicada en la región semiárida y serrana de la provincia de Córdoba y donde se emplaza la red telemétrica del INA-CIRSA y la cuenca del río Carcarañá cuya mayor parte se ubica dentro de la llanura pampeana. Se realizaron estudios para la identificación y evaluación tanto de las variables hidrometeorológicas como de índices apropiados de sequías meteorológicas e hidrológicas, respectivamente. Además, se continúa trabajando en la caracterización del comportamiento de las variables de lluvia y caudal e índices representativos y su relación entre sí. Por esto, el presente trabajo tiene como finalidad informar y divulgar los estudios que se están desarrollando en el CIRSA en la temática de la sequía.

## INFLUENCIA DEL DÉFICIT HÍDRICO SOSTENIDO Y PORTAINJERTOS SOBRE EL CRECIMIENTO VEGETATIVO Y RENDIMIENTO EN DURAZNERO (*PRUNUS PERSICA* CV. *PAVIA ATHERINA*)

*Daiana Mateo, Carlos Puertas y Antonio Weibel*

*INTA Estación Experimental Agropecuaria Junín, Mendoza, Argentina.*

E-mail: mateo.daiana@inta.gob.ar

En plantaciones con alta densidad y riego, el exceso de vigor es un problema para el manejo de los montes frutales. Esto es aún más crítico con el uso de portainjertos vigorosos y variedades de maduración temprana. Durante dos temporadas, 2014-15 y 2015-16 se estudió el comportamiento de duraznero var. Pavie Catherine injertado sobre dos portainjertos Garfinem 1 y Cadaman frente a situaciones de déficit hídrico. Se aplicaron tres niveles de riego: T100, con reposición del 100% de la Etc; T66 y T33, con reposición del 66% y 33% del T-100 respectivamente. Se realizaron mediciones de estado hídrico de planta crecimiento vegetativo, rendimiento y Calidad.

En 2014-15 el portainjerto Cadaman mostró 43% menos peso seco de poda respecto de Garfinem 1, aunque no se diferenció por el nivel de riego. Este comportamiento concuerda con el menor estado hídrico, medido a través del Potencial Hídrico de Tallo (PHT), registrado en Cadaman. Respecto a niveles de riego, sólo se observaron diferencias en los valores de PHT durante los meses de mayor demanda evaporativa (diciembre-enero-febrero), No se observaron diferencias en rendimiento, aunque sí se manifestó un adelanto de madurez en T-66 y T-33, respecto a T-100 en 2015-16. Con respecto a Calidad, Cadaman tuvo 16 y 11% menos firmeza de pulpa en la primera y segunda pasada de cosecha respectivamente. Los sólidos solubles (SS) mostraron diferencias en los dos ciclos para nivel de riego. T-33 tuvo en promedio 7,64% mayor SS que T-100.

## EVALUACIÓN DE PRODUCTOS SATELITALES DE HUMEDAD DEL SUELO, DERIVADOS DE SENSORES DE MICROONDAS, EN LA PAMPA ARGENTINA

Federico Carballo<sup>(1)</sup>, Héctor Salgado<sup>(1,2)</sup> y Stella Maris Zabala<sup>(2,3)</sup>

(1) Departamento Meteorología, Servicio de Hidrografía Naval.

(2) División Estadística, Universidad Nacional de Lujan.

(3) Cátedra de Riego, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Buenos Aires.

E-mail: pulpero@gmail.com

Se presenta una recopilación de los avances en la evaluación de diferentes productos de humedad edáfica superficial derivados de fuentes satelitales, disponibles de manera gratuita, con frecuencia diaria, comparándolos entre sí y con mediciones de campo. Esta información, con resolución espacial del orden de los 25km, es de gran utilidad para estudios, planificación, pronóstico hidrológico, meteorológico, climático, y de producción agrícola, tanto a escala regional como global. En particular, para pronósticos meteorológicos mediante modelos, el dato de humedad del suelo (HS) influye significativamente en la calidad de las previsiones a corto plazo. En la zona piloto, ubicada en el centro de la Provincia de Buenos Aires, se midió la HS superficial (en los primeros 10cm del suelo), durante el año 2013 mediante sondas dieléctricas calibradas con método gravimétrico. Los productos satelitales testeados provienen de los sistemas AMSR2 (obtenidos mediante los algoritmos JAXA y LPRM derivados de las Bandas C y X, respectivamente), ASCAT, SMOS y Aquarius. La mejor correspondencia entre los productos satelitales se obtiene entre SMOS y Aquarius, y entre SMOS y LPRM, con valores de coeficiente de correlación  $r$  entre 0,6 y 0,7 en ambos casos. El mejor ajuste de regresión lineal con las mediciones in situ se logró con los productos ASCAT ( $r = 0,7$ ). Los resultados son comparables con los obtenidos por investigadores en otras partes del mundo, bajo diversas condiciones ambientales y fisiográficas.

## ESTIMACIÓN DE LA FRACCIÓN DE AGUA SUBPIXEL UTILIZANDO IMÁGENES MODIS. APLICACIÓN EN UNA CUENCA DEL SUR DE LA PROVINCIA DE SANTA FE

*Eugenia Chiarito y Erik D. Zimmermann*

*Centro Universitario Rosario de Investigaciones Hidroambientales (CURIHAM).*

*Departamento de Hidráulica. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Universidad Nacional de Rosario.*

E-mail: [echiarit@fceia.unr.edu.ar](mailto:echiarit@fceia.unr.edu.ar)

Se estudia la aplicación de una metodología para el monitoreo de inundaciones en zonas de llanura, a partir de la combinación de información de bandas del rango visible e infrarrojo cercano de imágenes de resolución moderada, para una tormenta registrada en la Cuenca del Arroyo Ludueña, al Sur de la provincia de Santa Fe.

El procedimiento consiste en comparar la fracción de agua sub-píxel estimada en dicha cuenca en dos imágenes desfasadas temporalmente: con anterioridad e inmediatamente posterior a la ocurrencia del evento de precipitación. Para ello se utilizan reflectancias de la banda 5, y la diferencia de reflectancias 1 y 2, de la plataforma MODIS, identificando para cada fecha los píxeles de agua pura, los píxeles de tierra completamente seca, y las condiciones intermedias entre estos dos estados.

Los resultados reflejan la robustez del método, constituyéndose mapas donde quedan evidenciadas las regiones de la cuenca que quedan completamente cubiertas por el agua frente a tales eventos, identificando claramente las áreas más anegadas.

La disponibilidad de información de estas características con relativa inmediatez a la hora de tomar decisiones en el marco de la ocurrencia de una inundación redunda en la ventaja de su aplicación.

## **ELABORACIÓN DE MAPAS DE FRECUENCIA DE INUNDACIÓN A TRAVÉS DE IMÁGENES LANDSAT**

*Tomás Manuel Calvi*

*Sistemas de Información y Alerta Hidrológico (SiyAH), Instituto Nacional del Agua (INA).*

E-mail: tomas\_calvi@yahoo.com.ar

La elaboración de un mapa de frecuencia de píxeles inundados es una actividad útil para el análisis de la dinámica de expansión/contracción del agua en superficie. El presente trabajo pretende exponer una metodología simple para la producción de esta capa de información, insumo para la evaluación de la peligrosidad hídrica, particularmente aplicada en sistemas hidrológicos comprendidos en la Cuenca del Plata. El procedimiento se apoya en la discriminación de píxeles inundados mediante la aplicación de valores umbrales (thresholds) a un conjunto de índices normalizados (agua, vegetación y suelo) obtenidos sobre la base de información provista por los sensores TM, ETM y OLI (LANDSAT). Mediante la iteración de esta metodología de clasificación sobre series extensas es posible obtener un estimado de la frecuencia de inundación a nivel píxel. A la vez, han de tomarse los cuidados suficientes a fin de excluir del análisis aquellas capturas cubiertas por nubes, para lo cual se proponen una serie de alternativas. Si bien los sensores ópticos no permiten obtener información de superficie durante los instantes de gran cobertura nubosa, la historia es extensa y los datos han sido liberados recientemente facilitándose su descarga masiva a través de la web. Asimismo, la resolución espacial de los sensores TM, ETM y OLI resulta adecuada para el estudio de la dinámica de inundación algunos sistemas de pequeña extensión localizados en zonas peri-urbanas, sometidas a un acelerado proceso de transformación. Finalmente, la información generada puede constituir una capa valiosa dentro del análisis de riesgo hídrico en esquemas de evaluación multicriterio.

## EVALUACIÓN PRELIMINAR DE UN SISTEMA DE ASIMILACIÓN DE DATOS DE RADAR BASADO EN EL FILTRO DE KALMAN POR ENSAMBLES

*Paula Maldonado, Juan Ruiz y Celeste Saulo*

*Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (FCEN-UBA), Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CONICET-UBA), Instituto Franco Argentino sobre Estudios de Clima y sus Impactos (UMI-IFAECI), Servicio Meteorológico Nacional.*

E-mail: paula.maldonado@cima.fcen.uba.ar

El sudeste de Sudamérica es una región con gran potencial para el desarrollo de sistemas convectivos intensos que tienen asociados eventos meteorológicos severos, como ser precipitaciones extremas en cortos periodos de tiempo que pueden dar lugar a inundaciones. Desde el punto de vista del impacto que este tipo de eventos pueden producir en la población, resulta sumamente importante mejorar la capacidad para predecir la ocurrencia de los mismos. Para ello, los pronósticos a muy corto plazo generados a partir de modelos numéricos con alta resolución espacial son una herramienta sumamente útil, especialmente si los mismos son inicializados a partir de observaciones con alta resolución espacial y frecuencia temporal, como la que aportan los radares meteorológicos.

El presente trabajo busca avanzar en el desarrollo de un sistema de asimilación de datos en muy alta resolución (retícula inferior a 4 km) capaz de asimilar datos de radar para generar pronósticos a muy corto plazo de eventos convectivos severos en Argentina. Una situación caracterizada por convección húmeda y profunda en el centro de Argentina se eligió para ilustrar el funcionamiento del sistema de asimilación, que utiliza la técnica Local Ensemble Transform Kalman Filter (LETKF) acoplada con el modelo de mesoescala Weather Research and Forecasting (WRF). Los resultados son alentadores ya que el sistema de asimilación es capaz de reconstruir en forma razonable la estructura del sistema convectivo, y a su vez contribuyen a identificar aspectos que permitan optimizar el funcionamiento del mismo. Asimismo, los datos generados a partir del proceso de asimilación de datos podrían ser utilizados para inicializar pronósticos de precipitación en cuencas a muy corto plazo, para inundaciones repentinas.

## **USO DE OBSERVACIONES SATELITALES PARA LA DELIMITACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAGUNAS EN EL BAJO RÍO PARANÁ**

*Maira Gayol, Natalia Morandeira, Rafael Grimson y Patricia Kandus*

*Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental 3iA, Universidad Nacional de San Martín.*

E-mail: [mgayol@unsam.edu.ar](mailto:mgayol@unsam.edu.ar)

Los humedales de la planicie de inundación del Paraná se expresan como paisajes complejos donde el desarrollo de la vegetación está condicionado por la velocidad de los flujos de agua, la frecuencia e intensidad de inundación, la tasa de sedimentación y otros disturbios. El área de estudio se encuentra en Entre Ríos frente a la localidad de Puerto Gaboto y se caracteriza por extensos bajos ocupados con un mosaico de comunidades de herbáceas y gran cantidad de lagunas. La vegetación arraigada y flotante de las lagunas responde rápidamente a disturbios y cambios ambientales. El objetivo de este trabajo fue delimitar y caracterizar las lagunas del área de estudio. A partir del análisis del NDVI de 83 imágenes satelitales ópticas Landsat 5-TM y 8-OLI, se identificaron 303 lagunas con una superficie total de 58,6 km<sup>2</sup> (23% del área). Para cada laguna se determinaron parámetros morfométricos y conectividad a cursos de agua. El 97% de las lagunas posee una superficie inferior a 1,3 km<sup>2</sup> y el 11% está conectado con al menos un curso de agua. En el contexto del pulso de inundación 2010-2011 se caracterizaron las lagunas según el porcentaje de las siguientes coberturas: agua con alta concentración de sedimentos, agua con baja concentración de sedimentos, vegetación verde con agua, vegetación verde sin agua y vegetación seca. Para ello se realizaron clasificaciones supervisadas en siete escenas Landsat 5-TM que representan diferentes momentos del pulso. Según la sucesión de los porcentajes de coberturas, se definieron ocho grupos de lagunas mediante el algoritmo k-means. El grupo con mayor cobertura espacial (73% de la superficie de lagunas) está compuesto por lagunas vegetadas que presentan con predominancia la siguiente transición: agua con alta concentración de sedimentos (período de aguas altas), vegetación seca (período de aguas bajas), y finalmente vegetación verde (hacia el final del pulso).

## CLASIFICACIÓN DE HUMEDALES SEGÚN SU RÉGIMEN DE INUNDACIÓN EN LA LLANURA COSTERA DE AJÓ (BUENOS AIRES): RELEVANCIA DE LA SELECCIÓN DE ESCENAS SATELITALES DE RADAR

*Laura San Martín<sup>(1,2)</sup>, Natalia Morandeira<sup>(1,2)</sup>, Rafael Grimson<sup>(1,2)</sup> y Patricia Kandus<sup>(1)</sup>*

*(1) Instituto de Investigaciones en Ingeniería Ambiental (3iA), Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), Campus Miguelete.*

*(2) Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET).*

E-mail: lsanmartin@unsam.edu.ar

La Llanura Costera de Ajó, al sur de la Bahía Samborombón, es un sistema complejo de humedales costeros. El paisaje está formado por una red intrincada de canales de marea activos e inactivos, con intercalación de ambientes terrestres. Los aportes de agua provienen de precipitaciones, acuíferos y mareas, que al conjugarse determinan el desarrollo de humedales con diferente régimen de inundación. El comportamiento hídrico y las características geomorfológicas de cada tipo de humedal se reflejan en la vegetación presente en ellos. El objetivo de este trabajo es la clasificación y mapeo de los humedales según su variación temporal con énfasis en los criterios de selección de imágenes que reflejen esta variabilidad. Debido a la extensión, dificultad de acceso, cobertura vegetal y variabilidad temporal de los humedales, cobra importancia el uso de series multitemporales de imágenes satelitales de radar. Dada la baja resolución temporal de estas imágenes, la selección de escenas resulta clave para que la variabilidad del sistema quede representada. Para realizar este análisis se seleccionaron seis grupos de imágenes: tres de ellos corresponden a todas las imágenes obtenidas durante un año (2007, 2008 y 2010) que representan la variabilidad intraanual y fenológica, dos incluyen todas las imágenes obtenidas el mismo mes en diversos años (marzo 2007 a 2011 y octubre 2007 a 2010) que representan la variabilidad interanual con la misma fenología y uno de ellos se compone de una escena de un período inundado y una de un período seco. El procesamiento de las imágenes incluyó el filtrado, segmentación y clasificación según la variación temporal de cada segmento, su forma y tamaño. La exactitud de cada clasificación obtenida se evaluó mediante datos de campo georreferenciados. Los resultados preliminares muestran que los datos interanuales son los más indicados para la clasificación de humedales según su régimen de inundación.

## SISTEMA AUTÓNOMO DE MEDICIÓN DE ALTURA Y TEMPERATURA DEL AGUA EN CURSOS HÍDRICOS CON TRANSMISIÓN DE DATOS EN TIEMPO REAL

*Christian Torres, Fabián Lobos, Fernando Barrios, Nilda Recalde, Carlos Romero y Rodrigo Chávez*

*Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción.*

E-mail: [cjtorresh@gmail.com](mailto:cjtorresh@gmail.com)

El sistema hidrográfico paraguayo forma parte de la cuenca del río de La Plata, una de las mayores del mundo, y posee una importante reserva subterránea, el Acuífero Guaraní. En la actualidad en Paraguay se publican boletines de alturas hidrométricas del río Paraguay utilizando medidores no registradores del tipo escala limnimétrica; lo que motivó el desarrollo de un sistema autónomo de medición de altura y temperatura del agua en cursos hídricos, con transmisión de datos en tiempo real, ininterrumpida y de libre acceso a los usuarios. El mismo consiste en un conjunto de sensores ultrasónicos y electrofísicos, que registran y transmiten los datos a través de una red GPRS a una base de datos central, previa programación del software del microcontrolador y unida luego a la página web, desplegándose toda la información en un único sitio. El dispositivo cuenta con un sistema de suministro de energía, compuesto por un panel solar y una batería, que le da al sistema una autonomía de 4 días. El primer prototipo está montado en el Puerto de Asunción, en la margen izquierda del Río Paraguay, departamento Central, donde se encuentra recopilando datos a intervalos de 10 minutos. El dispositivo se encuentra en funcionamiento desde el 24 de enero del 2016, registrando hasta el momento, una media de 43 200 mediciones al día, que una vez promediadas, generan la información en un intervalo de 10 minutos. Hasta la fecha el sistema dispone de aproximadamente 10 000 datos que reflejan el comportamiento del río Paraguay, tanto en altura como en temperatura.

## SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DE INUNDACIONES PARA PRODUCTORES DE LA CUENCA DEL RÍO LUJÁN

*Beatriz Zumalave, Marcelo Roca, Juliana Dueñas y Guillermo Quiroga*

*Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) - Área Metropolitana de Buenos Aires.*

E-mail: [bzumalave@gmail.com](mailto:bzumalave@gmail.com) / [zumalaverey.beatriz@inta.gob.ar](mailto:zumalaverey.beatriz@inta.gob.ar)

Las últimas inundaciones ocurridas en la cuenca del Río Luján han dejado secuelas ambientales, económicas y productivas. Infinidad de productores han sufrido daños con diferentes porcentajes de afectación debido a la acción directa o indirecta del exceso hídrico y en todos los casos la incertidumbre y el desconcierto frente a un posible nuevo evento preocupa a la comunidad local.

Una red de alerta temprana para productores locales frente a eventos de inundación en la cuenca del Río Luján es fundamental para que los mismos puedan conocer la situación hídrica en tiempo real, lograr la evacuación en seco y prevenir daños humanos, productivos y materiales.

La red de vínculos para lograr la evacuación en seco potenciará las soluciones en la emergencia y permitirá la formación técnica de un número creciente de productores que hoy están aislados institucionalmente. Asimismo, con el desarrollo de estrategias tecnológicas participativas se modificarán ciertas prácticas utilizadas para cultivar por otras que puedan adaptarse a las nuevas condiciones ambientales, resistir el anegamiento o detener el avance del agua sobre las producciones.

La Estación Experimental Agropecuaria del Área Metropolitana de Buenos Aires del INTA, en carácter de actor central en el territorio por medio de sus equipos técnicos acompañará el proyecto aportando su experiencia, apoyo técnico y humano.

## EL PROYECTO “SISTEMA DE MONITOREO Y ALERTA HIDROMETEOROLÓGICO EN LA CUENCA DEL RÍO LUJÁN” COMO APORTE PARA UNA GESTIÓN INTEGRADA DE LA CUENCA

*Leonardo Rivero, María José Denegri y Silvia Jara*

*Universidad Nacional de Luján.*

E-mail: [Leonardo\\_rivero70@hotmail.com](mailto:Leonardo_rivero70@hotmail.com)

La cuenca del río Luján abarca una superficie de 3.000 km<sup>2</sup>, presenta un régimen pluvial con crecidas rápidas y posteriores desbordes e inundaciones afectando zonas rurales y urbanas. Esta problemática requiere del conocimiento de la dinámica del río, del monitoreo de variables hidrometeorológicas y el desarrollo de herramientas de apoyo para un sistema de alerta temprana. El monitoreo y la evaluación son componentes clave de las actividades de gestión de cuencas cuyo objetivo consiste en ayudar a los responsables de la gestión y a las partes interesadas a aprender juntos, con miras a mejorar la planificación y la implementación de programas.

Gestionar es tomar una serie de decisiones en función de la información disponible que lleven a realizar acciones que aseguren el logro de los objetivos propuestos. La Gestión Integrada de Recursos Hídricos es “el proceso que promueve el desarrollo y la gestión coordinados del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa, sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales, es por ello que el Departamento de Tecnología de la UNLu elabora el Proyecto de un Sistema de monitoreo y alerta hidrometeorológico en la Cuenca del Río Luján con estaciones automáticas distribuidas en toda la cuenca del río Luján como aporte técnico-científico a la Gestión Integrada de la misma.

La UNLu centrará su accionar en el sistema de monitoreo y la coordinación de la participación de todas las instituciones intervinientes asegurando su operatividad. Se instalarán y pondrán en funcionamiento estaciones meteorológicas automáticas, estaciones hidrométricas automáticas y pluviómetros digitales. La GIRH es un reto para las prácticas, las actitudes y los conocimientos profesionales convencionales, confronta los intereses sectoriales entrelazados y requiere que el recurso hídrico sea gestionado holísticamente para el beneficio de todos.

## SISTEMA DE GESTIÓN DE ALERTAS. INA - CIRSA

*Carlos G. Catalini<sup>(1,2)</sup>, Andrea F. Rico<sup>(1)</sup>, Clarita M. Dasso<sup>(1,3,4)</sup>, M. Eugenia Capone<sup>(1)</sup> y Nadia Mortarino<sup>(1)</sup>*

*(1) Centro de la Región Semiárida (CIRSA), Instituto Nacional del Agua (INA).*

*(2) Universidad Católica de Córdoba.*

*(3) Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.*

*(4) Universidad Nacional de Córdoba.*

E-mail: arico@ina.gob.ar

La provincia de Córdoba ha sido afectada en los últimos años por eventos meteorológicos severos que han causado inundaciones repentinas con consecuencias trágicas y daños en la infraestructura pública y privada de la región.

Ante esta situación, la previsión y la detección temprana mediante un sistema de alerta eficaz son el punto de partida para adoptar decisiones políticas correctas a fin de disminuir el impacto que podrían tener las lluvias intensas.

El INA-CIRSA ha desarrollado una aplicación en línea denominada SGA, Sistema de Gestión de Alertas, para ser empleado en los sistemas de Alerta Temprana de Lluvias, operados por el Ministerio de Gobierno de la Provincia de Córdoba a través de su Dirección de Defensa Civil y de acceso público mediante el portal del Instituto Nacional del Agua.

Los sistemas de adquisición de datos a tiempo real, utilizados por el Sistema Telemétrico del INA-CIRSA y por las estaciones telemétricas que conforman la red de la Provincia de Córdoba son estándares tipo ALERT, sensores remotos emplazados en campo los cuales envían datos hidrometeorológicos a tiempo real mediante enlaces VHF al momento de ocurrir un evento y son receptados por un servidor y visualizados mediante un paquete computacional designado DataWise.

A partir de estos datos a tiempo real, los operadores del SGA cargan los valores de precipitación que se encuentran ordenados en mapas, por cuencas y posteriormente, en función de los umbrales definidos para cada cuenca, generan los niveles de alerta.

En este trabajo se muestra el funcionamiento del SGA y resultados obtenidos por el sistema para los meses de febrero-marzo 2016.

## MAPA DE PELIGROSIDAD COMO HERRAMIENTA PARA EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE OBRAS DE ATENUACIÓN DE CRECIDAS

*Facundo Ortiz, Julieta Buscetti, Mercedes del Blanco y José Luis Carner*

*Laboratorio de Hidromecánica - Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata, Argentina.*

E-mail: ortizfacundo@hotmail.com.ar / buscetti.julieta@gmail.com / mercedes.delblanco@ing.unlp.edu.ar / lcarner@gmail.com

En el presente trabajo se ha implementado la metodología para cartografiar la peligrosidad de eventos de inundación ribereña en la cuenca Matanza-Riachuelo con fines de evaluar la factibilidad de obras estructurales como medida de mitigación del riesgo asociado a dichos eventos. Se analizaron, en particular, una serie de reservorios de baja estatura destinados a la laminación de grandes crecidas.

Para tal fin se desarrolló un modelo hidrológico de la cuenca y modelo hidrodinámico unidimensional del principal sistema fluvial que permiten describir el comportamiento físico del fenómeno, tanto en la condición actual como en la situación correspondiente a la implementación de las obras proyectadas. En base a los resultados de estas modelaciones se han construido los mapas de peligrosidad a partir del procesamiento de los mismos mediante herramientas de SIG y la selección de las variables o indicadores más representativos.

El análisis de la factibilidad de una obra mediante esta metodología permite la evaluación de la misma a partir de una visión más amplia de las bondades que presenta, conformándose una mejor herramienta para la toma de decisiones en un proceso de gestión de inundaciones con fines de establecer la convivencia sustentable entre la sociedad y los fenómenos naturales que la amenazan.

## VARIACIÓN ESPACIAL DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE SOPORTE Y PROVISIÓN EN LA CUENCA DE LA REGIÓN METROPOLITANA DE BUENOS AIRES

*Gabriela Civeira*

*Instituto de Suelos INTA.*

E-mail: [civeira.gabriela@inta.gob.ar](mailto:civeira.gabriela@inta.gob.ar)

La Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA) ha sufrido cambios debido a la acción de múltiples factores, entre ellos el incremento de las áreas urbanizadas y la disminución de las áreas vegetadas y productivas. La pérdida de las áreas vegetadas y productivas por efecto de la urbanización, genera un proceso de deterioro de las funciones y los servicios ecosistémicos (SE). Es indispensable la promoción de una red de espacios verdes metropolitanos de usos múltiples (i.e. reservas naturales, corredores biológicos, parques hortícolas, producción de alimentos) de alto valor ambiental, paisajístico y cultural que están destinados a la producción primaria y conservación de los SE. Los SE de soporte físico y de regulación que proporcionaron los suelos de la RMBA fueron analizados utilizando los datos de las series de suelos a nivel de municipio. Para este análisis se utilizó el Índice de productividad (IP). Este índice se calcula con datos de clima y de variables del suelo (drenaje, profundidad, textura, salinidad, alcalinidad, materia orgánica, CIC y erosión) por lo tanto sirve para estimar a los SE porque es un índice integrativo. El IP presentó un amplio rango entre los municipios, la variación geográfica estuvo asociada con la distribución espacial de los diferentes grupos taxonómicos de los suelos y las particularidades del relieve. El IP no fue afectado por los niveles de urbanización y las coronas de la RMBA, como variables explicativas. Las modificaciones derivadas de los usos implicaron cambios funcionales y que generan erosión hídrica. La disminución en el control de la erosión hídrica debido a un reemplazo de un tipo de uso por otro (por ejemplo cultivos a edificios) ha sido observada en los ecosistemas urbanos. La reversibilidad de los estados de degradación, específicamente a los que involucran a la pérdida y erosión del suelo resulta ser muy baja.

## APLICACIÓN DE UN MODELO HIDROLÓGICO DISTRIBUIDO EN UNA CUENCA URBANA. AVANCES

*Pablo Tomás Stehli<sup>(1)</sup>, Juan Francisco Weber<sup>(1)</sup> y Leandro Redin Vestena<sup>(2)</sup>.*

*(1) Laboratorio de Hidráulica - Dpto. de Ingeniería Civil, Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional.*

*(2) Laboratório de Hidrologia, Departamento de Geografia, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava - Paraná - Brasil.*

E-mail: pablo\_stehli@hotmail.com / jweber@civil.frc.utn.edu.ar / lvestena@unicentro.br

El trabajo consiste en la aplicación del modelo espacialmente distribuido TREX en una cuenca urbana. Para lo anterior, en primer lugar se realiza la modelación con TREX de una cuenca urbana teórica. Esta cuenca, también es modelada con el modelo semi-distribuido SWMM. A ambos modelos, se los ingresa con los mismos parámetros de infiltración, lluvia y rugosidad. Los resultados muestran que ambos modelos tienen respuestas similares, observándose una mayor facilidad y rapidez en la creación del modelo a simular con TREX.

Sin embargo, TREX no modela bocas de tormenta ni conducciones, las cuales son elementos hidráulicos comunes en cuencas urbanas. Por lo anterior, se procede a la modificación del código fuente de TREX para que el mismo modele las bocas de tormenta en sus distintos tipos. Para el modelado de las conducciones se establece un procedimiento de trabajo en conjunto entre TREX y SWMM.

Finalmente, con el objetivo de la modelación de la cuenca del Rio Cascavel, en el estado de Paraná, Brasil, se procede a realizar una modelación de prueba en un sector específico de esta cuenca con el fin de evaluar el funcionamiento de TREX previamente modificado y del procedimiento establecido. No se encontraron inconvenientes en el funcionamiento de TREX modificado y el procedimiento establecido se consideró correcto. De esta forma se han obtenido resultados espacialmente distribuidos en la cuenca con una gran rapidez y facilidad para generar el modelo. Resta automatizar el ingreso de los distintos elementos que forman el modelo SWMM.

## VALIDACIÓN DE UN MODELO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO EN UNA CUENCA URBANA CON INFORMACIÓN GENERADA POR LOS AFECTADOS A INUNDACIONES

*Federico García Rojo, Mariano Re, Leandro Kazimierski y Nicolás Badano*

*Programa de Hidráulica Computacional (PHC), Laboratorio de Hidráulica (LHA), Instituto Nacional del Agua (INA).*

E-mail: federico.garciarojo@gmail.com

La cuenca del arroyo Dupuy, ubicada en la localidad de Laferrere (La Matanza) en la Región Metropolitana de Buenos Aires, durante los últimos años ha sufrido numerosas inundaciones producto de distintos eventos hidrometeorológicos. Estas precipitaciones han ocasionado el desborde del arroyo Dupuy y, en algunos casos, del río Matanza-Riachuelo (del cual el primero es tributario).

La población estimada de esta cuenca es de 250.000 habitantes. La frecuencia y magnitud de los eventos sumado a la gran cantidad de afectados motivó un estudio de la dinámica del agua en la misma, con el objetivo de desarrollar herramientas para la implementación de medidas no estructurales de mitigación de las inundaciones (principalmente sistemas de alerta temprana).

Para analizar la dinámica del agua en la cuenca se implementó un modelo numérico hidrológico-hidráulico con el software EPA SWMM. El grado de detalle de esta implementación implicó la utilización de una metodología automática para la generación del modelo llevada a cabo con el software ConuPy. En esta cuenca, la carencia de observaciones sistemáticas de las variables típicas de validación de estos modelos, implicó la utilización de información que indirectamente permitió caracterizar a distintos eventos de precipitación y su impacto sobre la cuenca. Vecinos Autoconvocados del Arroyo Dupuy es una organización de inundados que persigue la implementación de las medidas necesarias para mitigar esta situación y que registra cada uno de los eventos que impactan sobre la cuenca. La validación de este modelo se realizó a partir de un registro fotográfico de áreas inundadas, a partir de las cuales se estimaron niveles de agua en calle, y de una caracterización de cada evento sufrido en la que se detalló información vinculada a la permanencia del agua, volumen precipitado, los niveles alcanzados y un orden de gravedad del evento de acuerdo a la percepción de los afectados.

## **EVALUACIÓN PRELIMINAR DE UN SISTEMA DE PRONÓSTICO DE PRECIPITACIÓN A MUY CORTO PLAZO**

*Aldana Arruti<sup>(1)</sup>, Juan Ruiz<sup>(2,3)</sup> y Paola Salio<sup>(2,3)</sup>*

*(1) Servicio Meteorológico Nacional (SMN).*

*(2) Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA).*

*(3) Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (DCAO).*

**E-mail:** aarruti@smn.gov.ar

En Argentina, existen diversas regiones con condiciones meteorológicas capaces de generar eventos meteorológicos de alto impacto. A su vez, dichos eventos pueden generar episodios de precipitación muy intensa dando lugar a inundaciones, causando enormes perjuicios para la población. Por ello, se busca avanzar en la mejora del pronóstico a muy corto plazo (nowcasting) de este tipo de eventos.

En el presente trabajo se propone desarrollar y evaluar un modelo de pronóstico a muy corto plazo basado en técnicas de extrapolación del campo de reflectividad. Partiendo de la hipótesis de que los sistemas precipitantes en las escalas temporales asociadas al nowcasting (1 a 6 horas) pueden describirse a partir de su movimiento observado en imágenes previas sucesivas, se implementó un método advectivo semi-lagrangiano de extrapolación del campo de reflectividad, basado en la determinación de los vectores desplazamiento entre campos sucesivos empleando diversas técnicas. Así también, se estudió la dependencia de la calidad del pronóstico de reflectividad a distintas medidas de similitud utilizadas en el cálculo del campo de movimiento y al post-procesamiento del mismo.

Se encontró que la técnica de extrapolación propuesta presenta un buen desempeño una vez que los sistemas de precipitación ya se encuentran desarrollados, sin embargo muestra un bajo rendimiento cuando los sistemas presentan fuertes tasas de crecimiento e intensificación. Se logró capturar adecuadamente el campo de movimiento del sistema convectivo en escalas espaciales del orden de los 100 km, sin embargo al intentar representar las componentes de menor escala no se obtuvieron buenos resultados. Evaluando el rendimiento del pronóstico y el tiempo de cálculo del mismo los mejores resultados se obtuvieron usando el error cuadrático medio como medida de similitud, un control de calidad de los vectores desplazamiento basado en la detección de extremos locales y un intervalo temporal de 10 minutos entre las imágenes de reflectividad.

## ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE MEDIDAS DE REGULACIÓN EN LAS CUENCAS MEDIAS Y ALTAS DE LOS ARROYOS LUDUEÑA Y SAN LORENZO

*Jorge Collins y Germán Abendaño*

*Centro Regional Litoral (CRL), Instituto Nacional del Agua (INA).  
Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas.*

E-mail: collinsjorge@gmail.com / germanabendano@yahoo.com.ar

En los años 2012 y 2013 se produjo lluvias que superaron en algunas estaciones pluviométricas los 230 mm causando en las cuencas de los arroyos Ludueña y San Lorenzo, anegamientos de importancia en las áreas rurales y urbanas de los distritos de Funes, Roldán, San Jerónimo Sur, Rosario, afectando no solo los cascos ya urbanizados sino también emprendimientos urbanísticos que se desarrollan en forma acelerada hacia el oeste de la ciudad de Rosario. El estudio tuvo su eje en el análisis de la capacidad de regulación de la cuenca media y alta, a través de embalses distribuidos en la cuenca, con el objetivo de atenuar los picos de las crecidas mejorando de esta manera el funcionamiento del sistema actual, que se encuentra al límite sobre todo el sistema de entubados que descargan los excesos al río Paraná. Los resultados obtenidos permiten determinar la capacidad de regulación de la cuenca media y alta del Arroyo Ludueña y del Arroyo San Lorenzo y las subcuencas que más inciden en la formación del caudal máximo en la salida. El estudio fue realizado a partir de la implementación de modelos matemáticos tanto hidrológicos como hidráulicos aplicados a escenarios hidrológicos generados por diferentes tormentas estadísticas y condiciones de humedad del suelo. La implementación de estos reservorios de retención permite disminuir hasta llegar a la anulación de los desbordes de los canales Salvat e Ibarlucea antes de la desembocadura del Arroyo Ludueña.

## ESTUDIO DEL IMPACTO DEL CRECIMIENTO DEL NIVEL FREÁTICO EN EL EJIDO URBANO DE S. J. DEL RINCÓN

*Mariano Héctor Bianchi y Rodrigo Rubén Nicuesa*

*Centro Regional Litoral (CRL), Instituto Nacional del Agua (INA).*

E-mail: marianob128@hotmail.com / rodrigorubennicuesa@gmail.com

El estudio se desarrolló en la localidad de San José del Rincón. La ubicación geográfica y altimetría de esta zona que se encuentra dentro del valle aluvial del Río Paraná, rodeada por la Laguna Setúbal en el oeste y por el Arroyo Ubajay al este, circunvalada por un terraplén de defensa y atravesada en su parte central por la Ruta Prov. N° 1, hace que normalmente y en forma natural, los niveles freáticos se encuentren cercanos a la superficie.

Esta característica determina que, en ocasión de precipitación y/o crecida del sistema fluvial circundante, en algunas zonas se registren afectaciones por sobreelevación del nivel freático.

Esta situación se ve agravada dada la intensa urbanización a la que está siendo sometida ésta región, sin la necesaria construcción de obras hídricas de infraestructura.

En definitiva la combinación de factores naturales y antrópicos inciden en los niveles freáticos y generan inconvenientes de distinta índole e intensidad, con una tendencia al agravamiento de ésta situación en el futuro.

El objetivo del estudio consistió en analizar el comportamiento actual y futuro del nivel de la napa freática en el ejido urbano y vincularlos con los niveles hidrométricos observados.

Para realizar el seguimiento de la evolución de los niveles hidrométricos, y vincularlos con los niveles observados en el Hidrómetro del Puerto de Santa Fe, se instalaron dos escalas y para el seguimiento de la evolución de los niveles freáticos se instalaron dos piezómetros.

Se elaboraron series de mediciones de niveles freáticos, superficiales (A° Ubajay y Laguna Setúbal) y pluviométricos para distintos eventos y en zonas con distinto grado de urbanización en San José el Rincón.

Finalmente, la densidad temporal de las mediciones ha sido variable de acuerdo al nivel de las variables analizadas, siendo mayor durante el desarrollo de una crecida del río Paraná.

## REDES DE DRENAJE SUPERFICIAL A PARTIR DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN EN LA CIUDAD DE BAHÍA BLANCA

*Paula A. Zapperi*<sup>(1,3)</sup>, *Beatriz Aldalur*<sup>(1,2)</sup>, *Alicia M. Campo*<sup>(1,3)</sup>, *Guillermo Jelinski*<sup>(4,5)</sup> y *Marta Crisafulli*<sup>(5)</sup>

(1) Departamento de Geografía y Turismo - Universidad Nacional del Sur (UNS).

(2) Departamento de Ingeniería - Universidad Nacional del Sur (UNS).

(3) Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

(4) Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de La Plata (UNLP).

(5) Autoridad del Agua - Provincia de Buenos Aires (ADA).

E-mail: paula.zapperi@uns.edu.ar / baldalur@criba.edu.ar / amcampo@uns.edu.ar / jelinski@ing.unlp.edu.ar / crisafulli.m@ada.gba.gov.ar

La capacidad de respuesta ante la ocurrencia de inundaciones es un componente fundamental de los Sistemas de Alerta Temprana. El establecimiento de rutas de evacuación y su señalización constituyen puntos clave al momento de concientizar a la población en cuanto a su accionar durante la inundación de sus viviendas. La identificación de las principales líneas de escurrimiento es un punto de importancia para la definición de posibles vías de evacuación. Asimismo, la obtención y análisis de un Modelo Digital de Elevación (MDE) constituye una herramienta idónea para la delimitación de áreas inundables y conforma la base para la realización de un modelo de escurrimiento. El objetivo del presente trabajo es mostrar las redes de escurrimiento natural para la ciudad de Bahía Blanca que se definieron a partir de MDE obtenidos de imágenes radar y cartas topográficas. Se utilizó el software Global Mapper v15.1 para procesar la información altimétrica de las imágenes del Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) -30 m de resolución- y de las cartas topográficas del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Las redes obtenidas brindaron una orientación de los sectores que encauzan el escurrimiento y en los que pueden generarse anegamientos. Se identificó la concordancia entre la disposición de las mismas y la ubicación de los sectores en donde se producen anegamientos con mayor frecuencia.

## MEJORA DE LA ESTIMACIÓN DE CAUDALES FLUVIALES EN URUGUAY

*Santiago Narbondo, Magdalena Crisci y Christian Chreties*

*Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental - Facultad de Ingeniería - Universidad de la República - Uruguay.*

E-mail: snarbondo@fing.edu.uy

La modelación hidrológica es una herramienta fundamental para la gestión sustentable de los recursos hídricos de Uruguay, ya que permite analizar la disponibilidad del recurso en cuencas no aforadas y bajo diferentes escenarios potenciales. Por otra parte, constituye una herramienta de singular importancia en la comprensión del funcionamiento del ecosistema fluvial en su conjunto, integrándola con otros modelos: hidrodinámicos, sedimentológicos y de funcionamiento ecológico.

En el presente trabajo se analiza la performance en la estimación de caudal diario de dos modelos hidrológicos de simulación continua en cuencas representativas del Uruguay. Se implementaron los modelos GRJ4 (Génie Rural à 4 paramètres Journalier), de paso diario concentrado basado en la cuantificación de la humedad del suelo, y el modelo propuesto por Geetha et al. (2008), basado en la adaptación continua del método del Numero de Curva. Ambos fueron implementados en cuencas de diferentes características geomorfológicas y de suelos, apuntando a obtener una buena representación del comportamiento de éstas en todo el territorio. Considerando que se trata de modelos de código abierto, se efectuaron diferentes modificaciones en sus códigos de forma de incluir parámetros que representen las características físicas propias de las cuencas.

Los resultados obtenidos mostraron que las modificaciones propuestas mejoran notablemente los indicadores de las funciones objetivo utilizadas para ambos modelos. Sin embargo para caudales bajos uno de los modelos no demuestra tal comportamiento, por lo que se propuso una nueva modificación del código combinando ciertos aspectos de ambos modelos, logrando así mejorar los indicadores para cualquier rango de caudal.

## ESTUDIOS DE LA DINÁMICA DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO COLORADO, ARGENTINA

*Carolina Aumassanne<sup>(1)</sup>, María Eugenia Beget<sup>(2)</sup>, Paolo Sartor<sup>(1)</sup>, Dardo Fontanella<sup>(1)</sup>, Carlos Di Bella<sup>(2)</sup>, Patricio Oricchio<sup>(2)</sup> y Fernanda Gaspari<sup>(3)</sup>*

*(1) Agencia de Extensión Rural de INTA 25 de Mayo, La Pampa.*

*(2) Instituto de Clima y Agua, INTA, Hurlingham, Buenos Aires.*

*(3) Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata.*

E-mail: [aumassanne.carolina@inta.gob.ar](mailto:aumassanne.carolina@inta.gob.ar)

La cuenca del río Colorado está atravesando cambios en el uso y la cobertura del suelo a partir de la expansión de la agricultura bajo riego. Esto cobra particular importancia en sistemas áridos y semi-áridos donde la evapotranspiración constituye uno de los principales componentes del balance de agua. A su vez, en un contexto de variabilidad climática en el que el agua escasa debe ser destinada también al uso urbano, industrial y petrolero, resulta primordial conocer los impactos potenciales que estos cambios tendrían sobre la hidrología regional. Además, al ser una cuenca de régimen nival, resulta sumamente importante aquí conocer la variabilidad espacial y temporal de la cobertura de nieve.

Se aborda este sistema aplicando diversas herramientas como sensores manuales, datos satelitales y modelos de simulación de cultivos de manera de cuantificar la dinámica del agua y su relación con el uso, la cobertura del suelo y el clima. A escala de lote, en establecimientos productivos de maíz y alfalfa bajo riego por gravedad y por aspersión, se estimaron variables biofísicas del cultivo, se determinaron propiedades físicas, químicas y humedad del suelo y se cuantificó la evapotranspiración y la eficiencia del uso del agua. A escala de cuenca, se determinaron cambios en el uso y cobertura del suelo, se estimó el balance de agua, se caracterizó la red de drenaje de la cuenca alta en cuanto a la elevación, pendiente y orientación, y se estudió la relación de la cobertura de nieve en la cuenca alta con la disponibilidad y calidad del agua del Colorado. A partir de dichos estudios se espera obtener una visión integradora del uso del agua útil para técnicos, responsables políticos y tomadores de decisión a modo de sentar bases para el ordenamiento territorial y la gestión de los recursos hídricos de la cuenca.

## **ANÁLISIS REGIONAL DE FRECUENCIAS BASADO EN MOMENTOS-L PARA CAUDAL MÁXIMO Y MÍNIMO DE CUENCAS DE LA REGIÓN DE CUYO, ARGENTINA**

*Carolina Lauro, Alberto I.J. Vich*

*CONICET-CCT-MENDOZA. Instituto Argentino de Nivología Glaciología y Cs. Ambientales.*

E-mail: [clauro@mendoza-conicet.gob.ar](mailto:clauro@mendoza-conicet.gob.ar)

La planificación de los recursos hídricos requiere conocer la variabilidad del caudal en términos probabilísticos. El objetivo es determinar la magnitud de las variables de caudal anual, máximo y mínimo, para diferentes periodos de retorno y obtener un cuantil en sitios sin información a partir del de Análisis Regional de Frecuencias basadas en momentos-L. La ventaja del método utilizado es que permite paliar el déficit temporal de información mediante la transferencia toda la información hidrológica disponible en un espacio geográfico más amplio del que corresponde a una cuenca en particular.

Se analizaron 79 sitios de aforos desde el río Bermejo hasta el río Santa Cruz, desde los 21° S a 51° S, sobre la cordillera de Los Andes. Luego, se efectuó un análisis exploratorio de datos (AED), la normalidad, independencia y aleatoriedad es aceptada en el 4% de las series analizadas. Se detectaron tendencias crecientes en el noroeste y centro-oeste argentino y decreciente en Los Andes patagónicos. Los cambios abruptos se producen en la década del 70.

Se identificaron regiones homogéneas para cada una de las variables analizadas, mediante pruebas de Discordancia y Heterogeneidad. La adopción de la distribución de mejor ajuste se realizó por medio de la medida ZDIST. Para el caudal anual se ajustó la función de distribución Gumbel, para el caudal máximo la General de Valores Extremos y para el caudal mínimo la Normal.

Se establecieron los límites del error al 90%, se evaluó la incertidumbre de las estimaciones de cuantiles para 12 frecuencias mediante el error cuadrático medio relativo y desvío relativo medio, en base a procesos de simulación del tipo de Monte Carlo. Los errores promedio, varían entre 9,48 y 17,86%; los desvíos promedios son bajos, entre 0,59 y 9,59%.

## ANÁLISIS DEL EFECTO DE ENSO Y DEL PDO EN EL RÍO PARANÁ Y PARAGUAY

Micaela Suriano<sup>(1)</sup> y Rafael Seoane<sup>(1,2)</sup>

(1) Instituto Nacional del Agua (INA).

(2) Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA) - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

E-mail: msuriano@ina.gob.ar

Este trabajo tiene como objetivo analizar el impacto conjunto de dos indicadores de la variabilidad climática natural sobre series observadas de caudales en escala trimestral y mensual, en ríos de Argentina. Con un enfoque estadístico se estudia la magnitud de la asociación entre El Niño-Oscilación del Sur (ENSO) y la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO) y sus efectos sobre el caudal promedio trimestral y mensual, en el río Paraná y en el Paraguay. Si bien existen estudios que muestran la influencia del fenómeno ENSO para Sudamérica y la Argentina, resulta importante mejorar el conocimiento de su relación con el PDO, debido a que este último responde definiendo propiedades estadísticas diferentes para periodos de los datos hidrológicos del orden de veinte o treinta años. Los resultados muestran que cuando coincide la fase positiva del PDO (PDO+) con El Niño (EN), en Paraná y Paraguay, en la mayoría de los casos hay un incremento de los caudales. Cuando coincide La Niña (LN) con la fase negativa del PDO (PDO-), se observa que los caudales tienden a disminuir. A partir del análisis con el método de Bootstrap, se ve muy diferenciados los intervalos de confianza para el caso que coincide EN con PDO+ con respecto a LN con PDO-. Este trabajo contribuye a un mejor entendimiento del impacto de fenómenos climáticos en los caudales de ríos de nuestro país, lo que permite una interpretación más adecuada de las series hidrológicas históricas y por ende una mejora en el pronóstico y en la planificación del recurso.

## **ANÁLISIS HIDROCLIMÁTICO EN ESTACIONES CENTENARIAS DEL RÍO URUGUAY Y PARANÁ**

*Melanie Meis y María Paula Llano*

*Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (DCAO, FCEN-UBA) - CONICET.*

**E-mail:** mmeis@at.fcen.uba.ar

La Cuenca del Plata localizada entre 14° y 37° S y entre 43° y 67° O, presenta una superficie de 3.6 millones de km<sup>2</sup>. Es una fuente capaz de proveer agua para la ganadería, la agricultura y la generación de energía. Es por ello, que resulta necesario profundizar estudios hidroclimáticos que permitan optimizar el uso de los ríos que comprenden dicha cuenca hídrica.

El período temporal 1909-2013 es estudiado para las estaciones: Corrientes, Túnel Subfluvial, Timbúes (pertenecientes al Río Paraná) y Paso de los Libres (Río Uruguay). Se realiza una comparación climatológica: ondas anuales medias, comportamiento de máximos y mínimos absolutos, y desvíos típicos. Se estudian las distribuciones empíricas acumuladas anuales de caudal, obteniéndose que las cuatro estaciones presentan una distribución lognormal con un 95% de confianza. Además, se correlacionan valores de anomalías mensuales de caudal entre las cuatro estaciones mediante Rank Kendall, donde la correlación aumenta al disminuir la distancia geográfica entre las estaciones (río Paraná). En el caso de la estación Paso de los Libres, la mejor relación con el río Paraná sería a través de la estación Corrientes.

La presencia de ciclos de anomalías de caudales es estudiada mediante espectro simple, encontrándose un comportamiento distinto en cuanto a la distribución de energía entre las estaciones del río Paraná y la estación representativa del río Uruguay. Se profundiza el análisis anterior con la metodología wavelets observándose ondas entre los 8 y 10 años presentes en diferentes momentos del período de análisis. Por último, los espectros cruzados entre todos los pares de estaciones posibles son estudiados hallándose que al disminuir la distancia la cantidad de ondas que se hacen presentes en las dos estaciones aumenta. Mientras, que el espectro cruzado de las estaciones del río Paraná con la estación del río Uruguay presenta una coherencia menor.

## AVANCES EN EL CONOCIMIENTO DE LA RESPUESTA HIDROLÓGICA Y SEDIMENTOLÓGICA DE LA CUENCA DEL A° SECO CASA DE PIEDRA, LAS HERAS, MENDOZA

Victor H. Burgos<sup>(1,2)</sup> y Ana Paula Salcedo<sup>(1)</sup>

(1) Centro Regional Andino (CRA), Instituto Nacional del Agua (INA).

(2) Universidad Tecnológica Nacional - FRM / Instituto Reg. de Estudios del Agua (IREA).

E-mail: vburgos@ina.gob.ar

La ciudad de Mendoza y sus localidades aledañas, ubicadas en el sector distal del piedemonte precordillerano, se encuentra sometida a riesgo aluvional durante el verano. Importantes tormentas convectivas de altas intensidades y corta duración producen escorrentías en cauces secos, que amenazan a la población ubicada aguas abajo.

En los años 80', se puso en funcionamiento el primer sistema hidrometeorológico en tiempo real, compuesto por una red telemétrica de pluviómetros ubicados al oeste de la ciudad, para la recolección de datos y en pos de la conformación de un sistema de alerta. En este contexto, el presente trabajo contribuye en el análisis de los fenómenos aluvionales, tomando como caso de estudio, la cuenca del A° seco Casa de Piedra.

El área de estudio se ubica entre 32°44' y 32°52' de latitud S y 68°55' a 69°07' de longitud O. La cuenca posee un área de 97 Km<sup>2</sup>, un desnivel de más de 2.200 m con una cota máxima que llega a los 3.400 msnm.

El objetivo del presente estudio es avanzar en el conocimiento del comportamiento hidro-sedimentológico de la cuenca, para obtener: a) caudales para distintas recurrencias de tormentas, b) tiempos de respuesta según la ubicación crítica del núcleo de tormenta, c) curvas isocronas para establecer alertas, y d) carga sólida de los hidrogramas simulados. Dentro de un entorno SIG, se procesan y comparan tres metodologías para la obtención de isocronas, dos métodos de estimación de producción de sedimentos y un análisis de la tormenta patrón respecto a su ubicación crítica y decaimiento espacial. Los resultados obtenidos (no validados o calibrados por ausencia de aforos) se ponen a discusión, enfatizando la contribución al sistema de alerta hidrológico del Gran Mendoza. Conocer la amenaza hídrica posibilitará una adecuada Gestión Integral de Crecidas, minimizando las incertidumbres y analizando múltiples escenarios de potencial ocurrencia.

## ANÁLISIS ESPACIO-TEMPORAL DEL RIEGO POR PIVOTE CENTRAL EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES EN EL PERIODO 1995-2015

*Nestor José Barrionuevo, Ariel German y Cynthia Waldman*

*Instituto de Clima y Agua. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.*

E-mail: [Barrionuevo.nestor@inta.gob.ar](mailto:Barrionuevo.nestor@inta.gob.ar) / [German.ariel@inta.gob.ar](mailto:German.ariel@inta.gob.ar) / [Waldman.cynthia@inta.gob.ar](mailto:Waldman.cynthia@inta.gob.ar)

El advenimiento del riego por aspersión en cultivos extensivos mediante el sistema de pivote central en la República Argentina, pudo realizarse por la implementación de políticas públicas orientadas a la disminución en los aranceles de importación de bienes de capital, que permitió incorporar nuevas tecnologías de riego a principios de la década del noventa. El objetivo de este trabajo consistió en realizar un análisis espacio temporal de los círculos de riego por pivote central, como sistema de riego complementario en cultivos extensivos en la provincia de Buenos Aires en el período 1995 - 2015. Para tal fin se utilizaron imágenes provenientes de los sensores Thematic Mapper del satélite Landsat 5, Extended Thematic Mapper del satélite Landsat 7 y Operational Land Imager del Landsat 8, obtenidas del Servicio Geológico de Estados Unidos. Como metodología se empleó la clasificación visual de las mismas, generando capas de información en formato vectorial que se incorporaron a un sistema de información geográfica. Como resultado preliminar del análisis, se observó la preponderancia de círculos de riego en la zona norte, específicamente en los partidos de Pergamino; Rojas; Salto; Bartolomé Mitre y Carmen de Areco, en el Sudeste, en los partidos de Balcarce; Lobería y General Alvarado y en el Sudoeste en Coronel Suarez y General Lamadrid.

## EFFECTO DEL RIEGO DEFICITARIO CONTROLADO EN TRES ESPECIES DE PLANTAS ORNAMENTALES CULTIVADAS EN MACETA

*Gabriel A. Lorenzo, María Eugenia Dans, Marina Lucero y Alba Mascarini*

*Cátedra de Floricultura - Facultad de Agronomía - Universidad de Buenos Aires.*

E-mail: lorenzo@agro.uba.ar

El sector productivo de la planta ornamental ha experimentado un crecimiento muy rápido en las últimas décadas coincidiendo con el desarrollo de la jardinería y el paisajismo. El valor económico final de la planta ornamental se fija en función de su calidad y presentación final, esto explica la necesidad de un ajuste riguroso en la nutrición, riegos, manejo ambiental, plagas, calendarios de comercialización, etc. El agua es uno de los factores más importantes para la producción, compitiendo además con otros usuarios, llegando a ser limitante para el cultivo de las plantas tanto por su calidad como por su disponibilidad. El uso del agua para riego en muchos casos se hace sin un criterio objetivo que evite el derroche, y el impacto ambiental se agrava cuando se considera que altos niveles de elementos contaminantes pueden alcanzar las napas subterráneas si el drenaje es excesivo. El objetivo de este trabajo fue evaluar si la aplicación de un déficit hídrico controlado sostenido durante todo el ciclo del cultivo afecta la calidad final de las plantas. Se utilizaron 3 especies: *Cyclamen persicum* (CP), *Primula obconica* (PO) y *Begonia semperflorens* (BS), las cuales se cultivaron durante 3 meses en macetas de 12 cm. Las plantas se regaron cada 2 a 3 días según la demanda atmosférica, y se aplicaron 3 dosis de riego: 100, 50 y 25 cm<sup>3</sup> por maceta y por riego. Para evaluar la calidad se determinó altura y diámetro de planta (BS) y número de hojas (CP y PO). Se encontró que tanto para CP como PO pueden obtenerse plantas de calidad reduciendo sensiblemente la dosis de riego, ya que no hubo diferencias significativas en la calidad final, mientras que BS sufrió una reducción de calidad solo en la dosis de 25 cm<sup>3</sup>, al menos en condiciones de otoño-invierno.

## ENCUESTA DE USO DE LA INFORMACIÓN METEOROLÓGICA EN EL MANEJO DEL AGUA DE RIEGO. OASIS NORTE DE MENDOZA

*Regina Aguilera*

*Universidad Nacional de Cuyo.*

E-mail: regiaguilera@gmail.com

Desde la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNCuyo, se pretende desarrollar una encuesta para conocer la situación agrícola en cuanto al uso de la información meteorológica para el manejo del agua de riego como punto de partida para la elaboración de un servicio climático.

La encuesta se plantea en forma online a través de los formularios de Google y en formato papel. El muestreo es no probabilístico, intencional, a fin de llegar a asesores típicos pertenecientes al Oasis Norte de Mendoza y obtener estimaciones de proporciones que orienten sobre el estado del uso de la información meteorológica y la necesidad del servicio en el sector. Cuenta con una primera parte con preguntas personales: edad, grado de formación, función que desempeña en la propiedad y características de la explotación (fuente de agua de riego, tipo de riego, entre otras), como base para integrar mejor los resultados; importancia asignada al agua en la producción agropecuaria, percepción que se tiene de la escasez y medidas tomadas al respecto. Por otra parte, se indaga sobre el uso de la información meteorológica propia y de estaciones meteorológicas estatales y su utilidad en el manejo del riego. Finalmente se cuestiona sobre el conocimiento de la cantidad de agua necesaria para sus cultivos por ciclo y el interés en una herramienta que permita calcularla de manera más eficiente. Un apartado extra hace referencia al uso de la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET<sub>0</sub>), su cálculo y balance hídrico para el manejo del riego.

A partir de estas encuestas se relevará el uso que este sector de regantes hace de la información meteorológica para el cálculo del agua de riego y la necesidad de servicios que contribuyan a ello.

## ESTUDIO DE LA RELACIÓN ENTRE TURBIDEZ Y CONCENTRACIÓN DE SEDIMENTOS EN SUSPENSIÓN EN FUNCIÓN DE LA GRANULOMETRÍA EN EL RÍO DE LA PLATA

Giuliana Berden<sup>(1)</sup>, Claudia Simionato<sup>(2,4)</sup>, Ana Dogliotti<sup>(3)</sup> y Diego Moreira<sup>(1,2,4)</sup>

(1) DCAO - UBA.

(2) UMI IFAECI/CNRS - CONICET - UBA.

(3) IAFE.

(4) CIMA - CONICET - UBA.

E-mail: giuliberden@gmail.com / simionato@cima.fcen.uba.ar / adogliotti@gmail.com / moreira@cima.fcen.uba.ar

El problema de los sedimentos en estuarios y mares costeros es complejo. Esto hace que las observaciones sean indispensables para describir y entender los procesos que localmente son importantes y para calibrar y validar los modelos numéricos. De esta manera, las aplicaciones generalmente se realizan a través de estudios de modelado numérico apoyados por observaciones in situ y/o remotas. Existe un considerable interés en el uso de datos remotos para proporcionar mapas sinópticos de material particulado en suspensión (MPS) en aguas costeras. Sin embargo aún no se dispone de algoritmos que sean válidos a nivel global para estimar las concentraciones de sedimentos a partir de observaciones satelitales. Las observaciones remotas son generadas a partir de las propiedades ópticas (como la absorción y dispersión) del agua y sus componentes. De esta manera, a partir de las observaciones remotas se puede obtener por ejemplo información de la turbidez, definida como la dispersión de la luz a 90° con respecto a una sustancia de referencia (Formazina). Luego, a partir de una relación local entre turbidez y MPS pueden obtenerse mapas de MPS a partir de sensores remotos (Dogliotti et al. 2005).

Se sabe que la relación entre la turbidez y la concentración de MPS es principalmente afectada por la distribución del tamaño de partículas y en menor medida por el tipo de sedimentos (composición). En el Río de la Plata Moreira et. al. 2013 encontró una relación lineal entre ambas variables que presenta gran dispersión. En este trabajo se analizó la variación de la relación entre turbidez y MPS considerando diferentes patrones de granulometría en el Río de la Plata a partir de datos de turbidez, MPS y granulometría obtenidos durante las campañas realizadas el marco del Proyecto FREPLATA IFREMER realizados entre 2009-2010.

## MEDICIÓN DE PARÁMETROS HIDRÁULICOS IN SITU DE CAUCES NATURALES

*Ravotti Nicolás y Weber Juan Francisco*

*Laboratorio de Hidráulica, Dpto. Ingeniería Civil, UTN Facultad Regional Córdoba.*

E-mail: nicolas.ravotti@gmail.com / jweber@civil.frc.utn.edu.ar

En gran parte de la región semiárida de la Argentina en general, y en las Sierras de Córdoba en particular, ocurren crecidas repentinas de los ríos y arroyos que producen inundaciones en sus áreas ribereñas. Un sistema de alerta temprana de crecidas contribuye a garantizar la seguridad de la población ubicada en las márgenes de los cauces naturales, pero estos equipos son en general de origen importado, y tanto su mantenimiento como su actualización se tornan dificultosos.

La idea es crear un equipo que integre un pluviógrafo y un limnígrafo, de desarrollo íntegramente nacional, autónomo, de bajo costo, de sencilla reparación y/o actualización y que sea capaz de competir en el mercado. El equipo debe además procesar y enviar mediciones a través de un módulo de comunicación GSM.

Debido a su versatilidad y bajo costo, se optó por utilizar la Plataforma libre Arduino para el desarrollo del hardware, logrando muy buenos resultados en las etapas de medición, con un sensor ultrasónico para medir niveles y con un sensor de cangilones para medir lámina de lluvia.

El sensor de cangilones funciona con un circuito de tiempo real entregando datos pluviográficos de hasta 10 muestras por segundo con una resolución de 0,2 mm.

El sensor de niveles fue puesto a prueba frente diversas superficies y a distintas distancias. Primero frente a superficies sólidas y planas, logrando un buen patrón de corrección que permite un error por debajo del centímetro (con resolución de 1 mm). Luego las mediciones se hacen frente a agua en reposo, sin notar diferencias con lo anterior. Por último se mide frente a agua agitada, donde es notable el aumento en la dispersión de las muestras sin alterar el error de la media.

Estos resultados alientan el desarrollo del equipo antes mencionado, objeto de este trabajo.

## APLICACIÓN DEL CRITERIO GEOMORFOLÓGICO PARA EVALUACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE LA AMENAZA POR CRECIENTES REPENTINAS

Ana Rydzewski<sup>(1,2)</sup>, David Moya<sup>(1)</sup> y Mauro Lanfranco<sup>(1)</sup>

(1) Centro de la Región Semiárida (CIRSA), Instituto Nacional del Agua (INA).

(2) Facultad de Filosofía y Humanidades - Departamento de Geografía - Universidad Nacional de Córdoba.

E-mail: chicheski@gmail.com

El presente trabajo, tiene por objetivo evaluar la efectividad de la metodología de zonificación de amenaza por crecientes repentinas generada a partir de la aplicación del criterio geomorfológico e histórico. El principio de esta metodología se basa en que la dinámica fluvial deja improntas en el territorio susceptibles de ser identificadas y evaluadas en función de su nivel de actividad, tanto en el pasado geológico como en el histórico reciente, de acuerdo a la posición relativa de los niveles de terrazas fluviales, litología y estructuras que condicionan el desarrollo de la llanura de inundación.

Para ello, se analizó la respuesta de las fajas fluviales de los ríos Guanusacate y Saldán en las crecientes ocurridas en febrero de 2015, en función de la zonificación establecida en las cartas de amenaza correspondiente a los años 2014 y 2010 de los ejidos urbanos de las localidades de Jesús María y Unquillo. La selección de ambos casos, se debe a que corresponden a los dos dominios principales que caracterizan la geomorfología de Córdoba, relieve serrano y de llanura, cuyas particularidades le confiere comportamientos específicos a la dinámica fluvial ante eventos de crecientes repentinas.

Los resultados obtenidos corroboraron los niveles de inundabilidad y de erosión establecidos en la cartografía previa, demostrando la efectividad de la aplicación de este método ante eventos ordinarios y extremos.

En base a ello, podemos concluir que la zonificación de amenaza por crecientes repentinas basada en el criterio geomorfológico, brinda información primordial para lograr una gestión prospectiva del riesgo, mediante la implementación de políticas públicas que establezcan una ocupación territorial acorde a las condiciones ambientales potencialmente adversas, garantizando de este modo el mínimo nivel de vulnerabilidad por exposición física.

## RED SOLIDARIA DE INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN HÍDRICA EN EL NOROESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

*Gonzalo Martinez y Walter Cravero*

*Centro Regional Litoral (CRL), Instituto Nacional del Agua (INA).*

E-mail: martinezgonzalo@hotmail.com.ar

El presente proyecto describe los criterios y las metodologías aplicadas para la conformación actual de la Red Solidaria de Intercambio de Información Hídrica, en adelante RSIIH, en el N.O de la provincia de Buenos Aires. Forma de operación con aplicación de las nuevas tecnologías de información y comunicación (NTIC).

Se distinguen tres aristas como base: Primero se contemplan las definiciones, normativas y consideraciones técnicas, y apreciaciones generales que se emplean para la conformación e implementación de una Red Hidrometeorológica tipo. Segundo, análisis de antecedentes que se emplearon para la configuración e implementación de la primera RSIIH que se desarrolló en los partidos de Villegas y Florentino Ameghino de la provincia de Buenos Aires, durante año 2001 a 2006. Finalmente se desarrolla la metodología y los criterios que se utilizaron para el diseño y conformación de la red, con un desarrollo completamente nuevo de la página web ([www.rsiih.com.ar](http://www.rsiih.com.ar)), más eficaz que se adecua a los sistemas modernos y con una ampliación de la zona de operación que abarca los partidos de: General Villegas, Florentino Ameghino, General Pinto, Leandro N Alem, Lincoln, General Viamonte, Arenales, Junín y Rojas.

La RSIIH actual se puede concebir como una ágil y poderosa herramienta de información, fundamentalmente para el sector agrícola ganadero, promoviendo el intercambio de datos en el N.O de la provincia de Buenos Aires mediante el uso una página Web que es carácter público y de fácil acceso. Otra significativa importancia de los datos proveniente de la red, es el desarrollo de balances hídricos del sistema y en la aplicación de diferentes modelos matemáticos de simulación para la zona de aplicación.

La RSIIH se ha generado gracias a la asociación de buenas voluntades, de seres unidos que actúan sin fines de lucro, desarrollando funciones de observadores y operadores para diferentes episodios lluviosos.

## PATRONES DE TEMPERATURA DE MAR Y CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA ASOCIADOS A EVENTOS HÚMEDOS Y SECOS EN EL COMAHUE

*Paula Elisa Romero<sup>(1)</sup>, Eugenia María Garbarini<sup>(1)</sup> y Marcela Hebe González<sup>(1,2)</sup>*

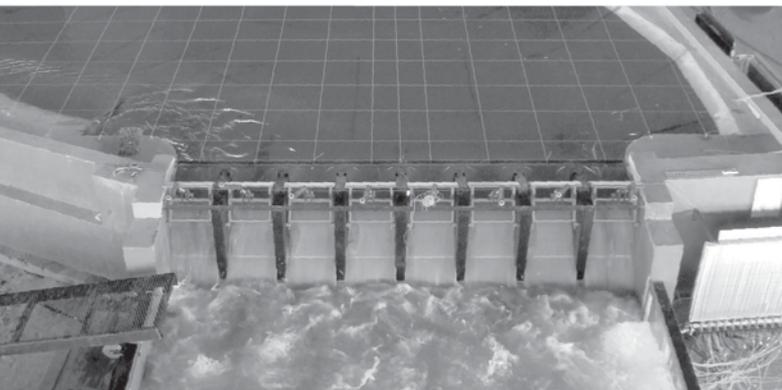
*(1) Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos. FCEyN - UBA.*

*(2) Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera - CONICET / UBA; UMI-IFAECI/CNRS.*

**E-mail:** spaulaelisaromero@gmail.com / eugenia.garbarini@yahoo.com.ar

La región del norte patagónico está compuesta por varias cuencas: la de los ríos Limay, Neuquén, Negro y Colorado. Las dos primeras cuencas son relevantes para la generación de energía hidroeléctrica y se ubican en la zona del Comahue. Las otras cuencas son áridas, pero con valles donde prospera el cultivo de frutales. El objetivo de este trabajo es identificar patrones comunes previos y simultáneos observados en los campos de temperatura de la superficie del mar, de circulación hemisférica (geopotencial y viento en diferentes niveles) y regional (viento en capas bajas, disponibilidad de humedad) para los años secos y años húmedos. La clasificación de años en secos y húmedos se realizó teniendo en cuenta los percentiles 75 y 25 en las series de precipitación estacional promedio areal en cada cuenca para el período 1985-2012. Se observó que los excesos y déficits de lluvia se producen principalmente en la época invernal que es cuando la precipitación es máxima. Con el fin de determinar los patrones previos que permitan establecer la posibilidad de un evento extremo, se elaboraron los campos compuestos de las anomalías de distintas variables meteorológicas en los meses anteriores a los extremos hídricos (húmedos y secos) utilizando datos de reanálisis NCEP. Los resultados indican que los años secos se asocian a la presencia de anomalías frías en el Pacífico tropical en el verano previo, seguidos de anomalías cálidas que se intensifican en otoño e invierno, así como también anomalías cálidas en el Océano Índico desde el verano anterior y a una tendencia al Atlántico frío en la costa patagónica. Se observó, además, una intensificación del Anticiclón del Pacífico y del Atlántico en el verano anterior y un debilitamiento de las bajas subpolares en el sur patagónico en el otoño previo. Para los años húmedos se observó la configuración opuesta.

EJE  
TEMÁTICO  
04



## HIDRÁULICA APLICADA

*Mecánica de fluidos e hidráulica fundamental /  
Hidráulica de ríos / Hidráulica marítima  
y costera / Métodos numéricos en hidráulica /  
Obras hidráulicas / Hidráulica de aguas  
subterráneas.*

## DESCRIPCIÓN DEL PERFIL DE VELOCIDAD SOBRE UNA MANTA GEOSINTÉTICA

*Luciano Hergenreder<sup>(1)</sup>, Martín Irigoyen<sup>(2)</sup> y Pablo Spalletti<sup>(2)</sup>*

*(1) Estudiante de Ing. Hidráulica y Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de La Plata.*

*(2) Programa de Hidráulica Fluvial, Laboratorio de Hidráulica (LHA), Instituto Nacional del Agua (INA).*

E-mail: luciano.hergenreder@outlook.com

En el presente trabajo se evaluaron los perfiles de velocidad desarrollados sobre una manta geosintética de 16mm de espesor nominal. Los datos experimentales fueron obtenidos mediante un equipo ADV en un canal de laboratorio. Se evaluaron las expresiones propuestas por Hytiris, et al. (2001) para la determinación de los parámetros geométricos intervinientes en la ley logarítmica (altura de rugosidad equivalente y altura de desplazamiento) mediante el ajuste de los perfiles medidos con respecto a la ecuación teórica, previa obtención de la velocidad de corte a través del análisis de perfiles de tensiones de Reynolds y velocidad. Finalmente fueron reformuladas las expresiones para la obtención de los parámetros citados y se definió un rango de aplicación para el ajuste satisfactorio de la ley.

## EROSIÓN EN RÍOS SECOS PEDEMONTANOS EN MENDOZA. ESTUDIO DE CASO: RÍO SECO CHAÑARES

*Luis Enrique Guisasola, Patricia Susana Infante*

*Maestría en Ingeniería Ambiental e Instituto de Hidráulica, Facultad de Ingeniería, UNCuyo.*

E-mail: lguisasola@fing.uncu.edu.ar

Los ríos secos de Mendoza han sido objeto de estudios parciales, por lo cual la información existente relativa la pluviometría, aforos y los relevamientos sistemáticos son escasos.

La observación de la acción continua del Arroyo Chañares, desde 2005 ha permitido verificar que la gran energía de transporte del cauce, quien se encuentra muy lejos de alcanzar una cota de equilibrio. La fundación de la estructura del puente, es directa a 6,80 metros por debajo del nivel original del cauce.

Las tormentas convectivas estivales llevaron el nivel original del cauce a más de cuatro metros por debajo de ese nivel en poco más de cuatro años, sin obras de mitigación.

Este efecto ha tratado de ser mitigado con la construcción de 5 tipos de obras, desde gaviones hasta combinaciones de enrocados con acrópodos prefabricados, resultando todas ellas fusibles, careciendo de disipación energética de salida. Con el colapso de cada obra, la esbeltez de las columnas llegó hasta siete metros. La erosión llegó muy cerca del nivel de desplante. Las sucesivas crecidas que se sucedían luego de la construcción de cada obra rellenaba aguas arriba con material fino hasta el nivel de cauce de la primera obra, cambiando el tipo de confinamiento. Durante la temporada 2015-2016, se sucedieron no menos de 15 crecidas. Con distintos escenarios, 25, 50 y 100 años de recurrencia, es necesaria una obra de mitigación compuesta de, por lo menos de dos cuencos amortiguadores, para salvar una diferencia de cotas de cuatro metros.

La superposición de jurisdicciones que favorece el abandono de los ríos secos, que los libera a una única actividad, la extracción de áridos para la construcción. Esta actividad, desarrollada durante más de treinta años ha provocado enormes alteraciones en el comportamiento de los tramos medios de los ríos secos, perjudicando a las estructuras de comunicación.

## DINÁMICA DEL PROCESO EROSIVO PROVOCADO POR UN JET PLANO VERTICAL SOBRE UN LECHO DE MATERIAL GRANULAR

*Mariela Bottelli<sup>(1)</sup>, Marcelo Piva<sup>(2)</sup>, Roman Martino<sup>(2)</sup> y Agnes Paterson<sup>(1)</sup>*

*(1) Departamento de Hidráulica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires.*

*(2) Grupo de Medios Porosos, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires.*

E-mail: mpiva@fi.uba.ar

En este trabajo se investiga experimentalmente la acción erosiva de un jet o chorro hidrodinámico que penetra desde abajo hacia la superficie de un lecho formado por material no consolidado. Este fenómeno aparece ligado a variados problemas prácticos y fundamentales, entre los que pueden citarse como ejemplos la rotura o pinchadura de conductos subterráneos a presión, la degradación de terreno útil debido a problemas de sifonaje o la degradación de terreno debido al desplazamiento ascendente de aguas (aguas de surgencia). Para caudales menores al de fluidización, la estructura del flujo puede dividirse en dos zonas que presentan dinámicas muy diferentes. Por un lado la zona del chorro propiamente dicha, donde las velocidades del flujo son elevadas y la presencia de granos es pequeña, y por otro una zona de circulación en el interior del lecho permeable, que debido a su baja velocidad puede modelizarse (en primera aproximación) como un flujo de Darcy. La zona de canalización se genera una vez superada una condición umbral para poner en movimiento a las partículas de sedimento (fluidización del lecho). En primer lugar, se presentará el dispositivo experimental que fue diseñado y construido para estudiar la fluidización del lecho producida por un jet plano de pared en geometría 2D. A continuación se presentarán los resultados de los primeros ensayos realizados sobre la evolución espacio-temporal de la capa de sedimento y el campo de velocidades del flujo durante el proceso de canalización.

## MEDICIÓN DE LA EVOLUCIÓN TEMPORAL DE UN CAUCE ALUVIAL EN CANALES DE LABORATORIO CON UN SENSOR DE MOVIMIENTO

*Matías Bupo y Juan F. Weber*

*Laboratorio de Hidráulica, Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional.*

E-mail: mbupo@civil.frc.utn.edu.ar / jweber@civil.frc.utn.edu.ar

Desde el lanzamiento al mercado de los sensores de movimiento, diversos investigadores han desarrollado numerosas aplicaciones para el uso de estos instrumentos aplicados a diferentes ramas de la ciencia.

El objetivo planteado es presentar una técnica no intrusiva que permite medir la evolución del lecho de un cauce aluvial, trazado sobre una mesa de arena en un canal de laboratorio, con la utilización del dispositivo mencionado, el cual permite realizar mediciones instantáneas de la geometría bajo el agua a lo largo de toda la duración del experimento y con intervalos de tiempo prefijados por el laboratorista.

En vista de las potencialidades ya conocidas de estos sensores para realizar relevamientos sobre superficies secas, se decide evaluar la capacidad que poseen para realizar mediciones a través del agua. Se encontró que el sensor de movimiento es capaz de medir bajo el agua limpia y también con ciertos niveles de turbiedad. Los valores de profundidad obtenidos presentan errores sistemáticos respecto de los de referencia, razón por la cual estas lecturas deben ser corregidas. Para mencionada corrección se estableció experimentalmente una ley que relaciona la profundidad del flujo con el error cometido generado ( $R^2 > 0,99$ ).

Se lograron realizar mediciones de la geometría del cauce en experimentos de 48 hs. de duración (en intervalos de 10 minutos en promedio) con una precisión comparable a los relevamientos realizados sobre superficies secas. A partir de ellas fue posible determinar la evolución de diversos parámetros de interés, tales como el ancho del cauce, volumen de sedimento erosionado o depositado, evolución de hoyas de erosión, etc.

## TRANSPORTE DE SEDIMENTOS POR JETS

*Vanina Rubio<sup>(1)</sup>, Paula Matsuyama<sup>(1)</sup>, Marcelo Piva<sup>(2)</sup>, Roman Martino<sup>(2)</sup>, Agnes Paterson<sup>(1)</sup>*

*(1) Departamento de Hidráulica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires.*

*(2) Grupo de Medios Porosos, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires.*

E-mail: mpiva@fi.uba.ar

En este trabajo se estudia la eficiencia de barrido de un sistema lineal de chorros de agua o jets que impactan sobre un lecho granular, depositado en la base de un canal de laboratorio. En vías navegables, las operaciones de dragado se realizan para aumentar la profundidad náutica y así garantizar las condiciones de tráfico y evitar riesgos de encallamiento. En la actualidad, está prohibido el vertimiento de suelos contaminados, extraídos por dragado, en zonas de relleno ribereñas. Ante esta restricción, una solución posible es el desplazamiento del sedimento de la zona de muelle hacia el centro del canal mediante jets en cortina con un movimiento de barrido transversal al eje del canal. Las mediciones de laboratorio se proponen evaluar la eficiencia de esta metodología, con vistas a determinar estrategias que optimicen el proceso de barrido.

Se presenta un estudio experimental sobre la dinámica de sedimentos movilizados por un sistema de jets. El trabajo se lleva a cabo en el Laboratorio de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería de la UBA. El sistema experimental consiste en un arreglo lineal de 27 jets de 1 mm de diámetro que impactan sobre un lecho granular con ángulo de ataque variable. La capa de sedimentos es arena tamizada con un diámetro medio de 450 micrones y está sumergida en un canal de 20 cm de tirante. El arreglo de jets es alimentado por una bomba centrífuga que permite velocidades máximas de aproximadamente 1,5m/s en la boca de jet. El arreglo se desplaza longitudinalmente al canal con velocidad controlada. Se estudia el desplazamiento de la capa de sedimentos en función del caudal, ángulo de inclinación, distancia al lecho y velocidad de avance de los jets. El estudio utiliza técnicas complementarias, por un lado se determina la masa de sólidos transportada por pesada simple y por el otro se determina la variación en el espesor de la capa de sedimentos mediante un sistema óptico de cámara CCD y tratamiento de imágenes.

## **CARACTERIZACIÓN DE LOS SEDIMENTOS DE FONDO DEL RÍO DE LA PLATA**

*Diego Moreira y Claudia Simionato*

*Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera. CONICET-UBA y UMI/IFAECI.  
Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, FCEN-UBA.*

**E-mail:** [moreira@cima.fceb.uba.com](mailto:moreira@cima.fceb.uba.com)

Durante 2009 y 2010, se recogieron datos in situ (perfiles CTD y de turbidez, muestras de agua y de sedimento de fondo) en 26 sitios del Río de la Plata, durante seis campañas oceanográficas en el marco del experimento FREPLATA/FFEM. Las muestras de sedimentos de fondo fueron procesadas utilizando un analizador de tamaño de partículas por láser (CILAS) para obtener la distribución granulométrica de cada muestra. Se aplicaron nuevas metodologías estadísticas para estudiar la distribución de los sedimentos en el fondo a partir de los nuevos datos colectados en comparación con los datos históricos reportados por otros autores. Los sedimentos de fondo son transportados hacia el mar y tienen una distribución gradacional de texturas progresiva, desde arena en la parte superior, limo en el estuario intermedio y limo arcilloso y arcilla en la desembocadura. A lo largo de esta costa se encuentra limo más grueso en el sedimento de fondo. Este hecho está relacionado en parte con el diferente tipo de descarga del río Paraná y Uruguay y con las corrientes de marea que actúan resuspendiendo los sedimentos. Por otro lado, el viento y las olas favorecen la mezcla vertical durante las tormentas, aumentando la concentración en la superficie. Sobre la costa norte del río intermedio predomina el limo fino en los sedimentos de fondo. La mayor concentración arcilla se encuentra sobre la Barra del Indio, donde probablemente la floculación juega un rol importante en la decantación de los sedimentos más finos en suspensión. En la zona exterior, arena de origen marino prevalece en los sedimentos de fondo.

## ANÁLISIS HIDRÁULICO DE UN TRAMO DE TERRAPLÉN FERROVIARIO ENTRE CONCORDIA Y CHAJAR

*Ignacio Adolfo Cueto y Santiago Julio Pastine*

*Laboratorio de Mecánica de Suelos, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires (UBA).*

E-mail: nachoacueto@hotmail.com

La proyección de una vía ferroviaria tiene en cuenta numerosos factores, pero entre ellos no siempre se considera la influencia de la hidrología de la zona donde se implantará la obra.

En el presente proyecto se estudia la hidrología de una zona de Entre Ríos, la cual posee una línea ferroviaria que la cruza de sur a norte en el tramo comprendido entre las ciudades Concordia y Chajarí. Los taludes del terraplén de la vía en cuestión acusan, prácticamente desde su inauguración, problemas de estabilidad, contando con numerosos deslizamientos a lo largo de su vida en servicio, mermando la capacidad productiva de la línea en cuestión.

Se revisaron informes de estudios geotécnicos e informes que acusan deslizamientos luego de precipitaciones intensas y que el agua en el terraplén supera la cota de intradós de las alcantarillas instaladas. El Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Facultad de Ingeniería de la UBA, realizó en el año 2015 una campaña de revisión en la cual se observó que las alcantarillas en cuestión eran escasas y no tenían el mantenimiento adecuado.

El objetivo del presente trabajo es analizar la situación presente de la hidrología de la zona, dividir la cuenca de análisis en subcuencas a partir de la construcción de un modelo digital de elevación del terreno en base a datos del IGN y satelitales, identificar los cursos naturales de agua y los puntos donde deben implantarse alcantarillas debido a la interposición del terraplén ferroviario al curso natural del agua en el terreno, determinar los caudales de diseño mediante la implementación de modelos hidrológicos continuos en base al software HEC-HMS y diseñar las alcantarillas necesarias a través del software HEC-RAS.

## MODELACIÓN CUASI-BIDIMENSIONAL DE ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL EN CAUCE PRINCIPAL DEL TRAMO PARANÁ INFERIOR KM 410-452

Florencia Peruzzo<sup>(1,2,4)</sup>, Gerardo Riccardi<sup>(1,2,3)</sup> y Pedro Basile<sup>(1,2)</sup>

(1) Departamento de Hidráulica-Escuela de Ingeniería Civil, FCEIA, UNR.

(2) Centro Universitario Rosario de Investigaciones Hidroambientales, FCEIA, UNR.

(3) Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Rosario.

(4) Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas.

E-mail: fperuzzo@fceia.unr.edu.ar

En este trabajo se presenta el avance de la investigación que tiene como objetivo la simulación de escurrimiento superficial cuasi-bidimensional en un tramo del río Paraná Inferior comprendido entre el km 410 y el km 452 de la ruta de navegación Santa Fe - Océano, con el fin de describir variables de flujo como velocidad y niveles para diferentes estados en todo el dominio espacial con un modelo de complejidad reducida. Asimismo se indagaron ventajas y desventajas respecto al abordaje cuasi-bidimensional y su contrastación con la descripción del flujo por parte de un modelo bidimensional completo también constituido en el tramo. El modelo de simulación implementado es el CTSS8RIO, al cual se le ha acoplado la plataforma de pre y postprocesamiento de datos y resultados bajo entorno de ventanas SIMULACIONES 2.0, siendo de tipo difusivo simplificado no contemplando efectos inerciales ni cierre de turbulencia, ambos software de desarrollo propio. Hasta el momento se avanzó en la constitución del modelo digital del fondo a partir de datos recopilados de relevamientos existentes (DNVN-DPI) con una discretización cuadrangular del dominio de 20 m x 20 m. El modelo quedó conformado por 228.531 celdas y 454.134 vinculaciones. La condición de borde aguas arriba se constituyó con 102 celdas en las que se distribuye el caudal total ingresante. La condición de borde aguas abajo está constituida por 39 celdas con su correspondiente altura de agua asociada al caudal entrante. Además, el modelo ha sido calibrado y validado para estados de flujo permanente en un rango de aguas bajas a altas comprendiendo caudales entre 11.640 m<sup>3</sup>/s hasta 28.600 m<sup>3</sup>/s. Como parámetro de calibración fue considerado el coeficiente de rugosidad de Manning de las celdas. Los resultados en términos de niveles de agua y caudales han resultado satisfactorios considerando la baja complejidad del modelo.

## SIMULACIÓN CUASI-2D EN CAUCE PRINCIPAL DEL TRAMO PARANÁ INFERIOR KM 234-480

Florencia Peruzzo<sup>(1,2,4)</sup>, Gerardo Riccardi<sup>(1,2,3)</sup> y Pedro Basile<sup>(1,2)</sup>

(1) Departamento de Hidráulica-Escuela de Ingeniería Civil, FCEIA, UNR.

(2) Centro Universitario Rosario de Investigaciones Hidroambientales, FCEIA, UNR.

(3) Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Rosario.

(4) Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas.

E-mail: fperuzzo@fceia.unr.edu.ar

En la presente investigación se persigue como objetivo la implementación y explotación de herramientas computacionales que permitan la descripción hidrodinámica de las variables hidráulicas velocidades, niveles y caudales en el dominio espacial bidimensional, preponderantes en los mecanismos de flujo tanto en cauce principal, cauces secundarios y valle aluvial en grandes ríos de llanura. La simulación del escurrimiento se realiza en el río Paraná Inferior, que comprende el tramo desde el km 234 al km 480, mediante un modelo de baja complejidad. En trabajos antecedentes se implementó satisfactoriamente un modelo hidrodinámico basado en un esquema de celdas irregulares interconectadas de gran tamaño en un tramo incluido dentro de este dominio, por lo que se propone en esta investigación mejorar el nivel de detalle mediante el empleo de una malla cuadrangular optimizando la descripción de las variables de flujo. En el estado actual de avance se ha logrado llevar adelante la modelación del curso principal empleando un modelo matemático hidrodinámico cuasi-2D de baja complejidad con una grilla de cálculo cuadrangular de 100 m x 100 m. El modelo constituido en el cauce principal quedó compuesto por 50.236 celdas y 97.131 vinculaciones. Se llevaron adelante simulaciones en flujo permanente en un rango de caudales comprendido entre  $11.640 \text{ m}^3/\text{s} \leq Q \leq 28.600 \text{ m}^3/\text{s}$  calibrando el coeficientes de resistencia de Manning con aceptables resultados en términos de niveles y continuidad de caudales.

## ESTUDIO DEL RECURSO ENERGÉTICO MARINO SOBRE EL ESTUARIO DEL RÍO GALLEGOS

*Federico Zabaleta<sup>(1)</sup>, Nicolás Buono<sup>(1)</sup>, Raúl Cáceres<sup>(1)</sup>, Nicolás Tomazin<sup>(2)</sup> y Roberto Cecotti<sup>(1)</sup>*

*(1) Laboratorio de Hidromecánica - Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de La Plata.*

*(2) Programa de Hidráulica Marítima, Laboratorio de Hidráulica (LHA), Instituto Nacional del Agua (INA).*

E-mail: fede.zabaleta@gmail.com / nicolasbuono8@hotmail.com

El estuario del Río Gallegos se presenta como un sitio con enorme potencial para el aprovechamiento de las corrientes oceánicas. La gran amplitud de marea presente en la región, en conjunto con la geomorfología característica del estuario, generan zonas con excelentes condiciones para la explotación del recurso a partir de sistemas hidrocinéticos.

Los estudios desarrollados en el presente trabajo se basaron en un análisis hidrodinámico y morfológico completo a partir de una modelación matemática avanzada, de manera tal de predecir a mediano plazo y gran escala, los campos de corrientes y la dinámica costera que afecta la región. Tales modelos numéricos fueron validados a través de mediciones de campo sobre las diversas variables involucradas. A su vez, se realizó un análisis detallado de los campos de vientos, las condiciones de oleaje y su influencia sobre la zona de interés, utilizando un modelo espectral para la generación y transformación de olas.

Si bien el estudio de las corrientes resulta de carácter fundamental para caracterizar la magnitud del recurso, un análisis sin la presencia de estructuras resulta insuficiente para determinar el verdadero potencial aprovechable. La extracción de energía puede generar modificaciones significativas sobre la hidrodinámica del estuario, afectando a su vez los patrones de erosión y sedimentación que se manifiestan sobre el mismo.

En consecuencia, se realizaron simulaciones numéricas representando las turbinas a través de expresiones que modifican la ecuación de cantidad de movimiento, con el fin de evaluar el impacto de los turbogrupos sobre las corrientes y la dinámica sedimentológica que se desarrolla en la zona de estudio. Dado que la metodología propuesta posee un sustento teórico y no ha sido validada con mediciones en situaciones reales, se desarrollaron distintos escenarios de modelación, a fin de evaluar la sensibilidad del impacto sobre el sector de interés.

## ESTUDIO DE LA SENSIBILIDAD DE UN MODELO BAROTRÓPICO 2D PARA LA PREDICCIÓN DEL NIVEL DEL MAR

*Matías G. Dinapoli, Claudia G. Simionato y Diego Moreira*

*Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera - CONICET/UBA; UMI-IFAECI/CNRS*

E-mail: [matias.dinapoli@cima.fcen.uba.ar](mailto:matias.dinapoli@cima.fcen.uba.ar) / [simionato@cima.fcen.uba.ar](mailto:simionato@cima.fcen.uba.ar) / [moreira@cima.fcen.uba.ar](mailto:moreira@cima.fcen.uba.ar)

Tradicionalmente, el seguimiento de los sistemas acuáticos se hizo mediante mediciones ad hoc puntuales en el espacio y el tiempo. El uso combinado de datos obtenidos por medición in situ y teledetección permite un mejor abordaje del problema. Debido a la dinámica y la complejidad de los ecosistemas marinos, y el desafío que representa determinar la interacción entre la gran variabilidad natural y el impacto del hombre, el problema sólo puede resolverse mediante el uso extensivo de modelos físico-matemáticos en combinación con observaciones directas. Esto ha llevado al desarrollo de una nueva rama de las ciencias del mar, conocida como Oceanografía Operacional, que tiene como objetivo poner en disponibilidad datos producidos en base a observaciones y modelos de alta calidad tanto para estudios científicos como para aplicaciones prácticas.

El objetivo de este trabajo es desarrollar un modelo hidrodinámico barotrópico para el pronóstico del nivel del mar y las corrientes medias en la Plataforma Continental Norte argentina, con énfasis en el Río de la Plata y su Frente Marítimo, que constituya la base para el desarrollo a mediano plazo de un sistema operativo experimental. Para ello, se implementa un modelo de la comunidad oceanográfica, ROMS\_AGRIF, a la región de interés y se estudia la sensibilidad de las soluciones a diferentes condiciones de contorno, dominio de integración, técnicas de anidado, resolución espacial, e incertezas en los valores de los parámetros del modelo y el forzante atmosférico.

## **APORTE DE LOS MODELOS GLOBALES, REGIONALES Y LOCALES EN EL MANEJO COSTERO. CASO PRÁCTICO DE APLICACIÓN EN LA LOCALIDAD DE MAR DEL TUYÚ**

*Leonardo S. Peralta, Carlos A. Haspert y Federico Haspert*

*Programa de Hidráulica Marítima, Laboratorio de Hidráulica (LHA), Instituto Nacional del Agua (INA).*

E-mail: [speralta@ina.gob.ar](mailto:speralta@ina.gob.ar) / [chaspert@ina.gob.ar](mailto:chaspert@ina.gob.ar) / [fhaspert@gmail.com](mailto:fhaspert@gmail.com)

Se presenta en este trabajo la aplicación del modelo de propagación de oleaje espectral SWAN que permite simular la energía contenida en las ondas en su propagación regional desde superficies oceánicas hasta zonas costeras. Se aplica el mismo a un caso práctico en la localidad de Mar del Tuyú.

El objetivo es minimizar el proceso de erosión costera, que puede poner en riesgo la principal actividad económica del lugar: el turismo. Mediante el empleo del modelo, se pretende obtener los valores extremos de ola en la zona, para proponer y evaluar una obra de defensa que detenga la erosión costera, ya que la misma constituye una seria amenaza para el desarrollo sostenible de dicha localidad.

Para tal fin, se ha recopilado y evaluado información de olas en aguas profundas y vientos proveniente de modelos globales, y así definir condiciones extremas para determinar escenarios de cálculo. Por su parte, utilizando información cartográfica para describir la batimetría en el área, se genera un modelo digital de elevación del terreno sobre el que se aplica el modelo numérico, utilizando como forzante el campo de vientos que actúa sobre la superficie libre. Se han considerado dos situaciones diferentes: la situación actual de playa sin ningún tipo de protección artificial, y una configuración para la obra de protección consistente en un conjunto de rompeolas de cinco unidades.

Como producto de las metodologías descritas y por medio de la interacción con sistemas de información geográfica (SIG) y planillas de cálculo, se obtienen los resultados en proximidades a la costa de Mar del Tuyú.

En función del conjunto de escenarios analizados puede establecerse que es esperable que la presencia de un sistema de rompeolas en la zona de estudio produzca una importante reducción de las alturas de olas que se propagan hasta la costa.

## CÁLCULO DE LA DISPERSIÓN LONGITUDINAL CON TRAZADOR FLUORESCENTE EN CAMPO, EN LABORATORIO Y MODELACIÓN NUMÉRICA

*Lucas Palman, Ana M. Alvarez, Martín Pez, Verónica Lanza y Alfredo Trento*

*Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Universidad Nacional del Litoral.*

E-mail: [lucaspalman@gmail.com](mailto:lucaspalman@gmail.com)

El estudio del transporte de sedimentos finos, floculados o no, y de otros constituyentes asociados, como por ejemplo los metales pesados, mediante la aplicación de modelos numéricos 1D y 2DH, involucra el uso de parámetros como el coeficiente de dispersión longitudinal DL que combina los efectos de la turbulencia y la advección diferencial del escurrimiento. Uno de los métodos para determinarlo consiste en el uso de trazadores fluorescentes en campo, técnica ampliamente reconocida en la bibliografía.

En tal sentido, en abril de 2014 se realizó una campaña en un tramo de 5 km en el río Salado inferior (prov. de Santa Fe). En la misma se determinó DL utilizando como trazador fluorescente Amidorodamina G Extra y una sonda multiparámetro YSI 6600 para medir la fluorescencia. Los resultados obtenidos fueron muy satisfactorios y generaron nuevos interrogantes, principalmente referidos a la interacción de los sedimentos suspendidos y la fluorescencia. Para considerar este aspecto, y medir bajo situaciones controladas de laboratorio, se ha diseñado, construido y puesto en funcionamiento un reactor cilíndrico de acrílico, en el que se están llevando adelante distintos ensayos que permitirán avanzar en estudios específicos relacionados con la medición de concentración de sedimentos, fluorescencia, turbiedad y tamaños de flóculos. Se ha caracterizado la hidrodinámica del reactor para distintas rpm y calibrado los sensores de turbiedad y rodamina, lo cual permitirá analizar distintas configuraciones y relaciones posibles de las variables en estudio. Se cuenta con instrumental solidario al reactor para las distintas determinaciones: un equipo LISST 25X para medir tamaño y distribución de flóculos, Sonda YSI 6600 con sendos sensores para turbiedad y rodamina, FlowTracker ADV para medir velocidades en dos direcciones y una batería de filtrado para determinar concentraciones de sedimentos finos. Simultáneamente, se puso en funcionamiento el sistema computacional 2DH SisBaHiA® que permitirá representar la hidrodinámica del tramo.