



# ***El Ojo del Cóndor***

*una mirada diferente a nuestra geografía*

Número 9  
ISSN: 1853-9505



La revista El Ojo del Cóndor es una publicación del Instituto Geográfico Nacional.

## **El Paraná Medio**

Límites y variabilidad temporal / Conectividad, red de transporte e Hidrovía /  
Análisis territorial con SIG / Urbanización y riesgo / Rescate de datos hidrométricos históricos /  
Biodiversidad / Usos del suelo

*Incluye imagen satelital con interpretación.*

## **Expansión del dengue**

Sistema operativo de estratificación de dengue en Argentina, basado en tecnología espacial.  
Además, Repensando la Geomática Aplicada en la cuestión ambiental.

## **El nuevo portal de Gestión de Riesgo de Desastres**

También: Modelación y pronósticos en el Delta del Río Paraná / Sistema de Referencia Vertical Nacional /  
Evaluación de calidad de la información geográfica / Geotecnologías al servicio  
de la información geoespacial / Olimpíadas de Geografía

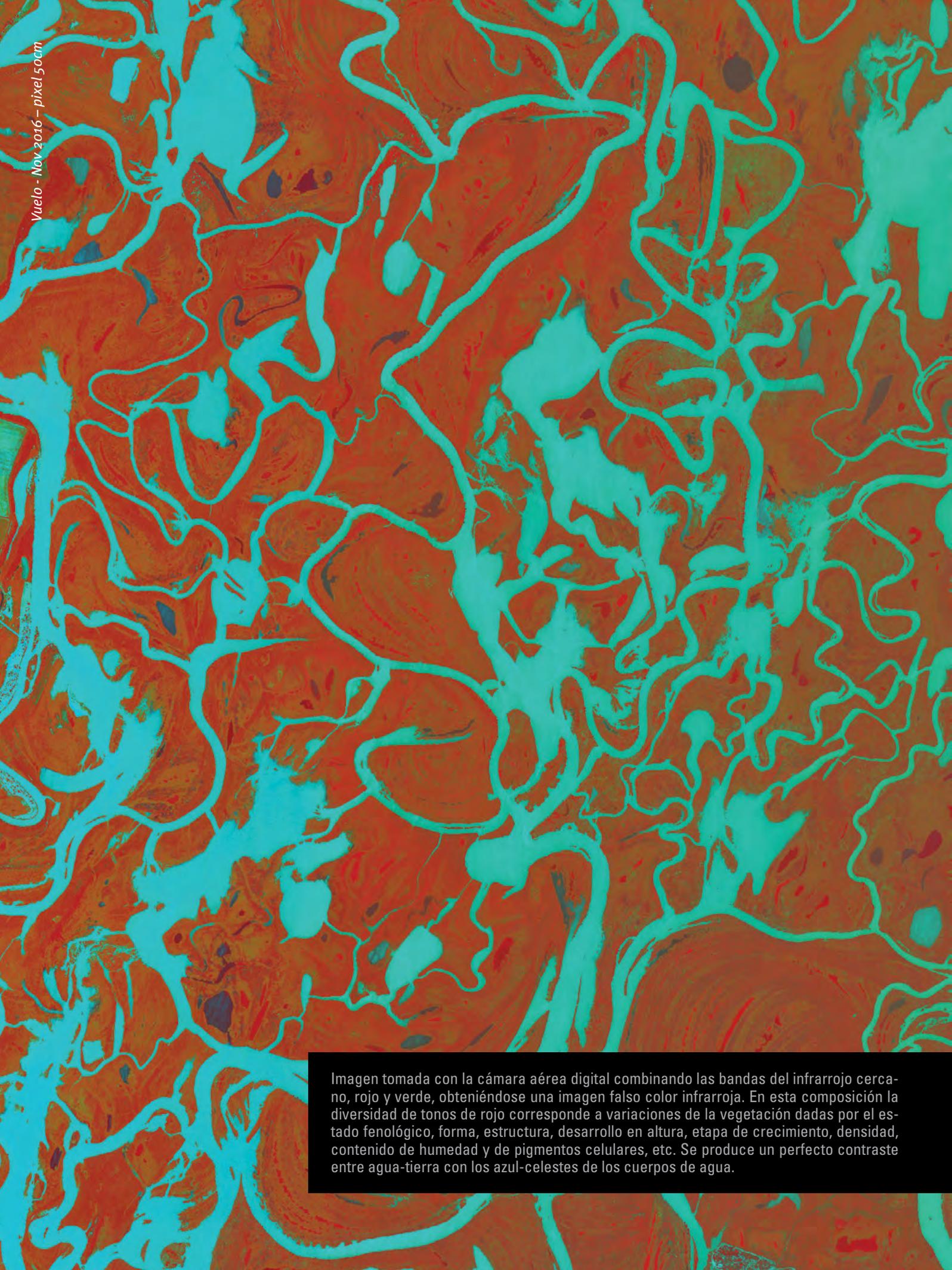


Imagen tomada con la cámara aérea digital combinando las bandas del infrarrojo cercano, rojo y verde, obteniéndose una imagen falso color infrarroja. En esta composición la diversidad de tonos de rojo corresponde a variaciones de la vegetación dadas por el estado fenológico, forma, estructura, desarrollo en altura, etapa de crecimiento, densidad, contenido de humedad y de pigmentos celulares, etc. Se produce un perfecto contraste entre agua-tierra con los azul-celestes de los cuerpos de agua.



Agrimensor Sergio Rubén Cimbaro  
Presidente del Instituto Geográfico Nacional

**E**stimados lectores, nos complace hacerles llegar el número 9 de la revista El Ojo del Cóndor. En esta oportunidad, tomamos como eje central de la publicación al río Paraná en su tramo medio, es decir, desde la confluencia con el río Paraguay hasta la ciudad de Diamante o Rosario, según los diversos autores.

El estudio del río Paraná medio, como toda área del territorio nacional que abordamos desde El Ojo del Cóndor, requiere de una mirada abarcadora de diferentes temáticas, o sea que no solo se describa la dinámica hidrológica del mismo, sino también que se lo contemple respecto de una mirada multidisciplinar donde se puedan observar diferentes aspectos, desde la historia tanto de su curso como de sus diferentes niveles de cauce, pasando por sus aspectos ambientales, su utilidad actual, y hasta como fuente de información para realizar una planificación territorial teniendo en cuenta sus características particulares y su funcionalidad natural.

Tomando el río Paraná medio como temática central de esta publicación, el riesgo por inundaciones cobra una particular relevancia, tanto en su relación con el espacio urbano y sus implicancias, como desde la gestión de la información para eventuales escenarios de amenazas, donde una de las herramientas fundamentales utilizadas para la integración de las diferentes fuentes de información son los Sistemas de Información Geográfica. Aprovechando este marco y con el propósito de brindar más herramientas para la integración de información, se expone el desarrollo de un trabajo interinstitucional con los organismos que forman parte de la Red de Organismos Científico-Técnicos para la Gestión Integral del Riesgo, este trabajo consiste en la presentación del nuevo Geoportal de Riesgo de Desastre que busca lograr la integración, interoperabilidad y acceso a la información que producen los organismos.

Como ya es habitual en nuestra revista, promovemos la participación de profesionales e investigadores vinculados con el área temática abordada, de manera tal de ampliar su base de conocimiento y estudio, como así también una manera de vincular al IGN con profesionales de otras áreas. En este sentido, quiero agradecer a los autores de los artículos que integran este número y que desarrollan sus actividades en la Universidad Nacional del Nordeste, la Universidad Nacional del Litoral, la Universidad Autónoma de Entre Ríos, la Universidad Tecnológica Nacional, la Universidad Nacional de La Plata, los centros regionales del CONICET así como en diversos organismos del estado provincial y nacional.

Continuamos con la presentación de artículos institucionales propios del IGN, como así también de otras instituciones o iniciativas interinstitucionales, actividad que nos enorgullece porque permite visualizar nuestros propios trabajos, y que otras instituciones consideren este espacio como una posibilidad de comunicación de las tareas que ellos realizan. Otra de las actividades que desarrollamos con mucho entusiasmo es la participación en el Programa Nacional de Olimpíadas de Geografía, ya que no solo nos permitió generar una categoría cartográfica dentro del programa, sino también que permite acercar el conocimiento de la geografía y cartografía a los estudiantes más jóvenes.

Sin más preámbulos, los invito nuevamente a disfrutar de este nuevo número y a seguir conociendo juntos las diversas regiones de nuestro país.

**1** Editorial

**4**



**El tramo medio del río Paraná:**  
sus límites, extensión y variabilidad  
hidrográfica  
*Ramiro Alberdi, Carlos G. Ramonell y  
M. Soledad Pereira*

**16**

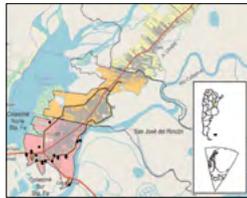


**Altura de las aguas  
en épocas de  
creciente y estiaje**

*Patricia P. Snaider y  
Mirta L. Ramírez*

**20** **Técnicas hídras  
en la producción de  
riesgos de desastre**

*M. Laura Visintini*



**31**

**Zooplankton:**  
la biodiversidad oculta

*Susana José de Paggi y  
Florencia Rojas Molina*



**Dossier: El Paraná Medio**

Incluye lámina central con imagen satelital del área de estudio.



**22** **Rescate de datos hidro-  
métricos históricos del río  
Paraná: su importancia en  
estudios hidroclimáticos.**

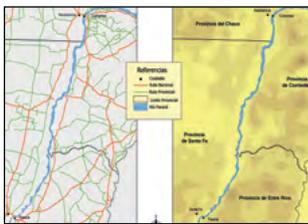
*Andrés Antico, Ricardo O. Aguiar y  
Mario L. Amsler*

**34**

**Usos del suelo y  
valoraciones diferenciadas  
del territorio en  
Puerto Reconquista**

*Emilas Darlene Carmen Lebus*

**10**



**Cohesión territorial en el  
Paraná medio.** Un análisis  
con sistemas de información  
geográfica y grafos.

*Oswaldo D. Cardozo, Juan A.  
Insaurralde y Cristian J. Da Silva*

**25** **Propuesta de estrategia  
de evacuación para la  
ciudad de Santa Fe  
frente a una crecida  
extraordinaria:**  
un análisis con SIG

*Sophie Mendizabal*

**38**

**Hidro vía Paraná-Paraguay**

*Fernando Avogradini, Julio Calzada,  
Jorge Moore y Daniel Murphy*

**14** **El Paraná Medio se impuso  
sobre el Antiguo Paraguay**

*M. Cristina Zilio, Analía Zamponi y  
Martha F. Roggiero*



**28**



**Elementos territoriales  
claves para  
la gestión del fuego  
en el Paraná medio**

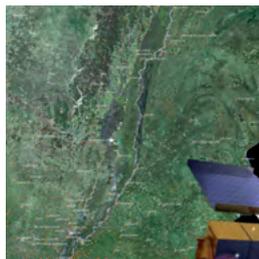
*Ricardo Castro-Díaz, Pamela  
Zamponi, Walter Sione y  
Pablo Aceñolaza*



**41** **Utilización de mosaicos  
fotogramétricos como  
complemento de  
relevamiento terrestre**

*Julio Perusini*

## Artículos libres



### 42 Sistema operativo de estratificación de dengue en Argentina basado en tecnología espacial

María V. Introini y Mario A. Lanfri

### 46 Repensando el papel de la Geomática Aplicada en la cuestión ambiental

Ricardo Castro-Díaz y Pamela Zamboni

## Institucionales

### 48 Proyecto “Diagnóstico sobre la situación actual de las metodologías y procedimientos empleados para la Evaluación de calidad de la IG en los Estados Miembros del IPGH”

Participación Argentina.

Ricardo Mansilla y Florencia Manduca

### 51 Modelación y Pronósticos en el Delta del río Paraná. Integración de instituciones estatales y colaboración ciudadana.

Juan A. Borús, Diego A. Piñón, Martín Sabarots Gerbec, Adrián González, Juan P. Giacosa

### 54 Sistema de Referencia Vertical Nacional 2016

Diego A. Piñón y Hernán J. Guagni

### 58 El nuevo portal de Gestión de Riesgo de Desastres. Una contribución del IGN al SINAGIR

Carolina E. Rewakowski e Ignacio Gatti

### 60 Geotecnologías al servicio de la información geoespacial.

Laura Pietrángelo

### 62 Participación de IGN en el Programa Nacional de Olimpiadas de Geografía

María Dolores Puente

### 64 CuriosaMente



Foto de Tapa:  
Barcaza en Hidrovía Paraná-Paraguay

Las opiniones expresadas en los artículos son de exclusiva responsabilidad de los autores, y pueden no coincidir con las del Instituto Geográfico Nacional.

Prohibida la reproducción total o parcial de contenidos e imágenes sin la autorización expresa de los autores.

La revista **El Ojo del Cóndor** es una publicación periódica del Instituto Geográfico Nacional



Ministerio de Defensa  
Presidencia de la Nación

Secretaría de Investigación, Política Industrial y Producción para la Defensa

Presidente:  
Ing. Mauricio Macri

Ministro de Defensa:  
Dr. Oscar Aguad

Subsecretario de Investigación Científica y Política Industrial para la Defensa:  
Ing. Mario Frigerio



Presidente del Instituto Geográfico Nacional  
Agrim. Sergio Rubén Cimbaro

#### CONSEJO EDITORIAL

Coordinadora  
Mg. María Dolores Puente

Editores  
Prof. Analía Almirón  
Ing. Laura Pietrangelo  
Prof. Adriana Vescovo  
Jorge Alba Posse

Asistente  
Lic. Carolina E. Rewakowski

Director de Arte  
Jorge Alba Posse

Correctora de estilo  
Milagros Schroder

Editor responsable:  
Instituto Geográfico Nacional

Esta revista se imprimió en los talleres gráficos del Instituto Geográfico Nacional. Avenida Cabildo 381 (C1426AAD) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, República Argentina.

Número 09 - Noviembre de 2018  
ISSN: 1853-9505

Queda hecho el depósito que marca la Ley N° 11.723

E-mail: [elojodelcondor@ign.gob.ar](mailto:elojodelcondor@ign.gob.ar)

# El tramo medio del río

## sus límites, extensión y variabilidad hidrográfica

Ramiro Alberdi\*, Carlos Guillermo Ramonell\*\* y María Soledad Pereira\*\*\*

Los ríos son sistemas naturales con una historia pluricentenaria. Su noción como “sistemas” parte de considerar la multiplicidad de variables que se interrelacionan en las dimensiones espacio-temporales que estos ambientes involucran. La cantidad de agua que circula, el volumen de sedimentos que se transporta y almacena provisoria o permanentemente en sus entornos (planicies aluviales), las superficies inundadas por las crecidas, son algunas de las características físicas que configuran la complejidad de los sistemas fluviales. Los ríos son elementos de considerable longitud, y por ello suelen atravesar áreas de distinta geología, pendiente y, eventualmente, clima, que les imponen cambios en una variedad de atributos: sinuosidad, relación ancho/profundidad, particularidades del sedimento; de ahí que la diferenciación por tramos, aún generales como “superior”, “inferior”, etc., emerge como una necesidad insoslayable para ubicar espacialmente un sector fluvial en el contexto de su cuenca de drenaje.

El río Paraná, con más de 2600 km de longitud en su derrotero Norte-Sur, atraviesa ambientes climáticos, biogeográficos y geológicos diferentes, con localidades ribereñas signadas por un dispar aprovechamiento de sus propiedades: pesca, ganadería, turismo, generación de energía, transporte de mercancías y extracción de áridos, junto a otras prácticas menos extendidas. Aquí se ofrece una caracterización de la hidrografía y límites territoriales de su “tramo medio”, cuyos extremos de aguas arriba y abajo sirvieron para di-

ferenciar, histórica y orientativamente, a esta porción del Paraná. Los límites laterales del tramo conforman un aspecto menos abordado en la bibliografía, por lo que se expondrá también una propuesta de delimitación.

Dado que el sistema del Paraná involucra una red de cauces de distinta jerarquía, se presentan sus peculiaridades en cuanto a variaciones morfológicas a mediano y largo plazo, en las que se reconocen cambios de cuantía desde una perspectiva humana. En esta línea se presentan modificaciones del cauce principal y sus islas en diferentes momentos de los últimos 150 años, así como de los cauces de menor jerarquía que completan la red hidrográfica del río en su tramo medio.

### LÍMITES DEL “PARANÁ MEDIO”

Desde las exploraciones geográficas completadas en la segunda mitad del siglo XIX, los ríos del planeta fueron diferenciados por tramos, aplicando el binomio “Superior” e “Inferior” según su proximidad a las cabeceras o por su recorrido aguas abajo de éstas; la trilogía Superior – Medio – Inferior es una prolongación de esa segmentación general, dadas las heterogeneidades comunes en los ríos de gran longitud. Para el río Paraná existe una vaga historia de su división por tramos, en la que incluso se distinguió un “Paraná Superior” de un “Alto Paraná”, en los extremos de aguas arriba, más divisiones como “Paraná Inferior”, “Pre-delta” y “Delta Superior”, en los de abajo.

Con relación al límite superior del tramo Medio, distintos autores coincidieron en ubicarlo en la confluencia con el río Paraguay; allí el Paraná adquiere una identidad hidrológica, sedimentológica y geomorfológica que se mantiene sin variaciones notables por cientos de kilómetros aguas abajo: con el aporte de las aguas del río Paraguay, el Paraná alcanza un caudal (promedio) de unos 17.100 m<sup>3</sup>/s, que apenas se incrementa un 6 % hasta Rosario por aportes de cursos tributarios (GIACOSA *et al.*, en: PAOLI Y SCHREIDER, 2000). El río Paraguay le añade también más de la mitad de los limos y arcillas que el Paraná transportará en suspensión hacia el río de la Plata, y que le confieren a sus aguas el color marrón característico; estos sedimentos finos, procedentes de la cuenca andina del río Bermejo, representan actualmente casi el 90 % de los limos y arcillas en tránsito por el Paraná Medio, ya que aportes similares desde el Paraná Superior disminuyeron drásticamente en las últimas décadas, al quedar retenidos en las presas de embalse de esa parte de la cuenca (AMSLER *et al.*, en: IRIONDO *et al.*, 2007).

En cuanto al límite inferior del tramo, el consenso es menos marcado. El estadounidense Thomas Page, luego del viaje exploratorio encomendado por su gobierno, describió el inicio del “gran delta fluvial” del Paraná en Diamante (Entre Ríos), impresionado por la altura de sus barrancas respecto de las que viera aguas abajo (PAGE, 1859). Este límite fue adoptado por académicos locales sin mayor discusión, aunque otros estudiosos del río (e. g., SOLDANO, 1947; varios autores en PAOLI Y SCHREIDER, 2000) lo posicionaron cerca de Rosario. Justamente, en esa zona la geomorfología de la planicie de inundación del río cambia, y hacia aguas abajo aparecen geofor-

\* Ingeniero Agrimensor, becario doctoral de la Universidad Nacional del Litoral (UNL), docente de la Facultad de Ing. y Cs. Hídricas de la UNL. ramiroalb76@gmail.com

\*\* Licenciado en Ciencias Geológicas, Prof. Titular de la Fac. de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la UNL. cgramonell@yahoo.com.ar

\*\*\* Dra. en Cs. Naturales, docente de la Facultad de Ing. y Cs. Hídricas de la UNL. mariasolepereira@gmail.com

# Paraná:

mas heredadas de la última ingresión del mar en tal ambiente, ocurrida hace unos 6000 años atrás (IRIONDO, 2004). El retroceso del mar permitió que el río avanzara desarrollando desde Rosario al sur morfologías deltaicas junto a otras de litoral marino (MINOTTI *et al.* en: SAyDS, 2013), inexistentes en las áreas de planicie fluvial más al norte. También el cauce principal modifica sus características aguas abajo de Rosario, adquiriendo una relación ancho/profundidad menor, mayor sinuosidad, y menor caudal debido a sucesivas bifurcaciones que, más aguas abajo aún, originan el delta actual del río desde la división Paraná Guazú - Paraná de las Palmas hasta su frente de avance sobre el río de La Plata.

Los límites laterales del Paraná Medio también fueron considerados de manera distinta en trabajos antecedentes. Aquí es preciso diferenciar dos términos que suelen usarse como sinónimos, pero que refieren a elementos distintos de un río: el de “planicie (o ‘valle’) de inundación” vs. “planicie (o ‘valle’) aluvial”. El primero tiene bases netamente hidrológicas, y refiere a al área que es ocupada por las aguas de inundación fluvial con una cierta frecuencia o regularidad en el tiempo. El segundo comprende la planicie en torno a un río donde se reconocen sedimentos y geoformas propias de la dinámica de inundación y el corrimiento lateral del cauce, que están más o menos al nivel de la altura de sus márgenes; esto también implica que esa planicie es anegada durante las inundaciones ordinarias del río, aunque según el enfoque que se adopte se definen áreas algo distintas en este sistema fluvial (FIGURA 1).

La FIGURA 1 muestra para toda la extensión del tramo medio los límites de la planicie aluvial (geomorfológica) diferenciándola de los límites de la planicie de inundación (hidrológica),

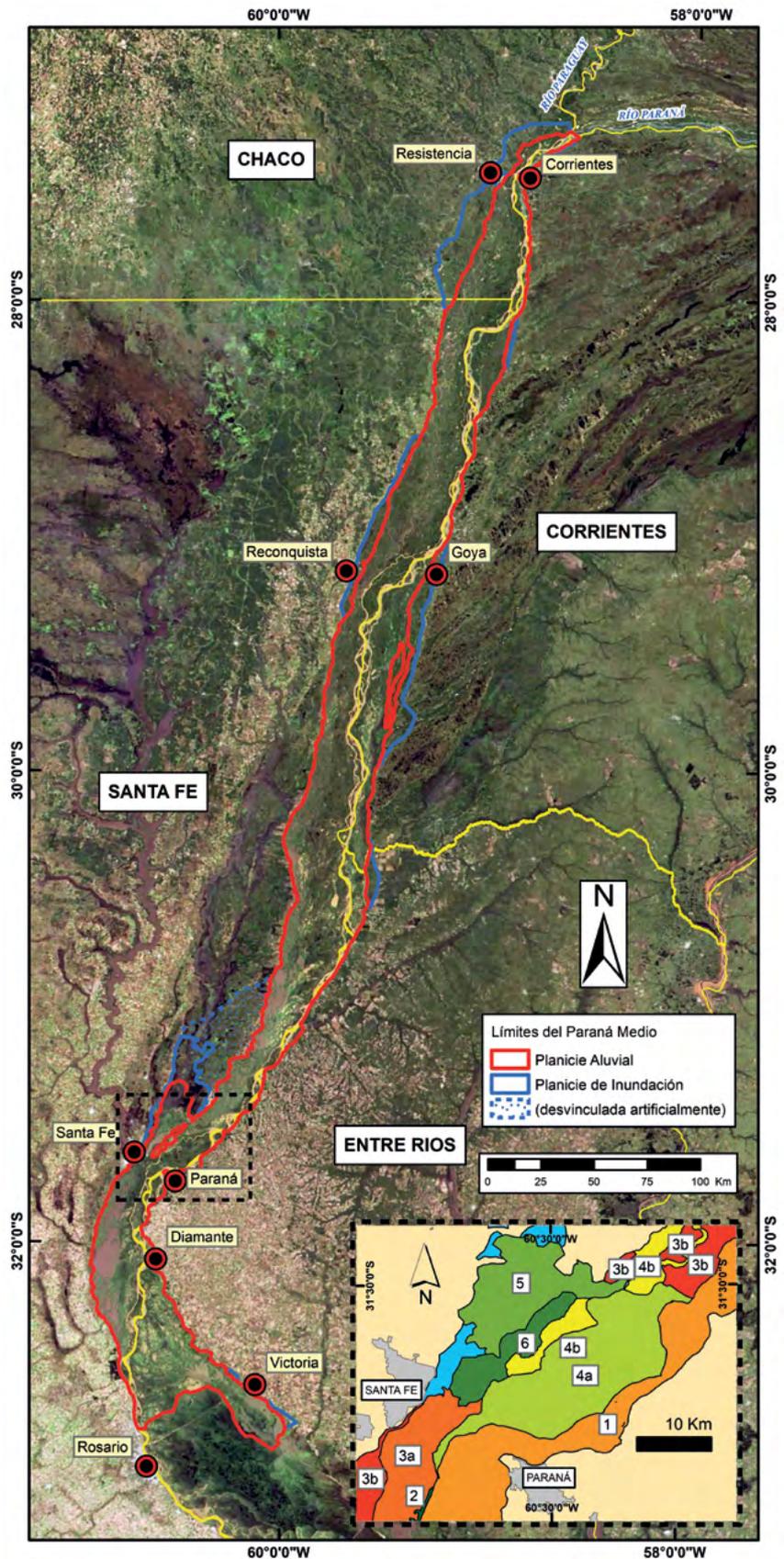


FIGURA 1: Extensión del tramo medio del río Paraná, con los límites de sus planicies aluvial y de inundación (la “desvinculación artificial” se debe a sucesivos alteos de una ruta provincial). En el recuadro: unidades geomorfológicas del río en torno a las ciudades de Santa Fe y Paraná.

para la cual se consideró el área anegada hacia fines de la gran crecida de 1982/83 (caudal máximo en el sistema: 61.100 m<sup>3</sup>/s; duración de la inundación: 460 días; área inundada: 20.800 km<sup>2</sup>), según se visualiza en imágenes satélite de esos tiempos. La recurrencia de esa crecida se evaluó como decamilenaria en ese momento, aunque eventos de inundación posteriores disminuyeron tal valoración a casi 70 años (PAOLI, 2010).

La extensión de planicies propuesta en FIGURA 1 difiere de otras delineadas con anterioridad, como las presentadas por HALCROW (1994) e IRIONDO (2007, en: IRIONDO *et al.*, 2007). Mientras que el primer estudio incorpora grandes áreas de planicie abandonadas por el sistema fluvial en el pasado geológico (e.g., la del “Bajo de los Saladillos”, FIGURA 1), el segundo autor interpreta que amplias zonas del área aquí mostrada fueron modeladas por tributarios locales y no por el sistema hidrográfico propio del Paraná en el tramo. De acuerdo a lo mapeado en la FIGURA 1, la planicie aluvial del Paraná Medio posee 675 km de longitud y un área de 18.150 km<sup>2</sup>. Su mayor ancho se encuentra hacia el límite inferior, alcanzando 50 km en el eje Rosario-Victoria; la parte más angosta, de unos 3,5 km, está entre las ciudades de Resistencia y Corrientes. El ancho promedio de la planicie aluvial es de 27 km, o sea, 10 a 15 veces más amplia que el ancho efectivo del cauce principal del sistema.

La planicie aluvial define los límites territoriales mínimos del Paraná, y es su área de funcionamiento natural: cualquier alteración que realice el hombre entre esos límites interaccionará, con consecuencias, en la dinámica y evolución del sistema, tanto en sus aspectos físicos, como químicos y ecológicos.

Ambas planicies definidas en FIGURA 1 no son homogéneas en toda su extensión. Se reconocen partes en su interior con diferentes asociaciones de geformas fluviales (es decir, unidades geomorfológicas distintas) que yacen incluso a niveles topográficos desiguales entre sí. Esto es consecuencia de la evolución, a través de cientos y miles de años, de los componentes hidrográficos que posee este sistema fluvial: precisamente, el río Paraná se

constituye como una red de cursos de distintos órdenes de tamaño, actividad hidro-sedimentológica y conectividad con el cauce principal, que constituye la columna vertebral del sistema, y sobre los cuales es preciso explayarse con más detalle.

### LA COLUMNA VERTEBRAL DEL SISTEMA

El cauce principal del río Paraná transporta el grueso de caudales líquidos y sólidos en el tramo medio. Por sus dimensiones, pertenece al reducido grupo de los “mega-ríos” del planeta, con quienes comparte un patrón de cauce múltiple en torno a islas y bancos de dispar tamaño (FIGURA 4), lecho arenoso y baja pendiente, del orden del cm/km (LATRUBESSE, 2008). El cauce principal posee un thalweg (o faja de máximas profundidades) bien definido, en el que llega a concentrarse más del 50% del caudal líquido circulante. Sobre su eje se sitúan límites territoriales provinciales, y por ello es importante resaltar su variabilidad morfológica en tiempos históricos, como la compendiada por SOBRERO *et al.* (2014). Estos autores distinguieron 13 segmentos del cauce principal en el tramo aguas abajo de Corrientes, atendiendo a su pendiente longitudinal y la composición de las márgenes, entre otros (FIGURA 2), y determinaron valores medios de ancho del cauce, profundidad y entrelazamiento (es decir, bifurcaciones en torno

a islas centrales) para los últimos 170 años, que resultaron ser característicos para la mayor parte de los segmentos, en cada momento evaluado (FIGURA 2, derecha). En la gráfica también se advierte cómo el ancho del cauce principal disminuye hacia aguas abajo, a la vez que aumenta la profundidad media en tal dirección. En la FIGURA 3 se ejemplifican los cambios en tamaño y morfología del cauce principal mediante imágenes y registros cartográficos de distintos años, que dan cuenta de los valores de FIGURA 2.

PEREIRA (2016) desarrolló un exhaustivo trabajo sobre las islas del cauce principal en el que demostró que, de la totalidad de las islas que existen en el tramo medio, el 57 % de ellas posee una antigüedad menor a 75 años y sólo el 18 % supera los 160 años. Las modificaciones en cantidad y extensión de las islas del tramo se presentan en FIGURA 4. En relación a ello, AMSLER *et al.* (2005) demostraron que las variaciones en caudales medios a intervalos de décadas (o caudales morfológicos, formativos de las dimensiones del cauce) conllevan a cambios en el ancho, la profundidad, y la cantidad de islas del cauce principal. Justamente, el promedio de caudales para los años considerados en la FIGURA 4 confirma ese postulado: entre 1970 y 2000 los caudales morfológicos se mantuvieron elevados y disminuyeron en la década siguiente, con cambios correlativos en el número y superficie total de islas.

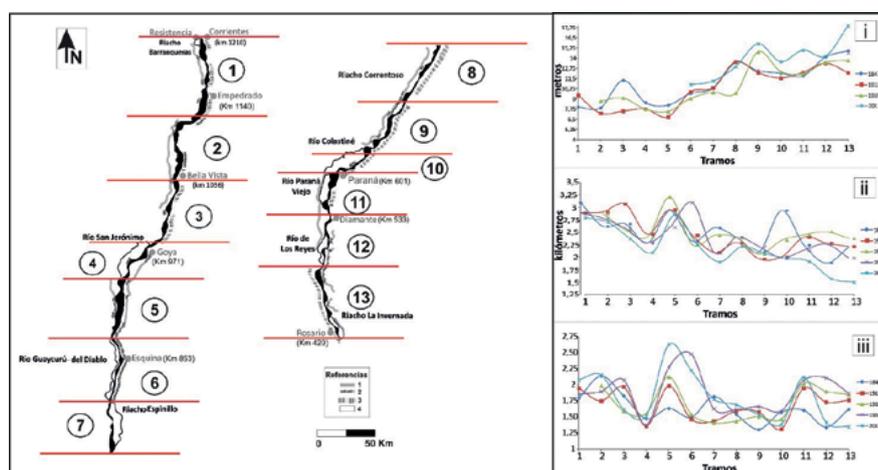


FIGURA 2: Segmentos del cauce principal del Paraná Medio, y (derecha) valores medios por segmento de parámetros morfológicos en los últimos 170 años: i) Ancho efectivo (sin islas) del cauce; ii) Profundidad media del thalweg; iii) Parámetro de entrelazamiento. 1-4: diferentes unidades sedimentarias en las márgenes del cauce (tomado de SOBRERO *et al.*, 2014).

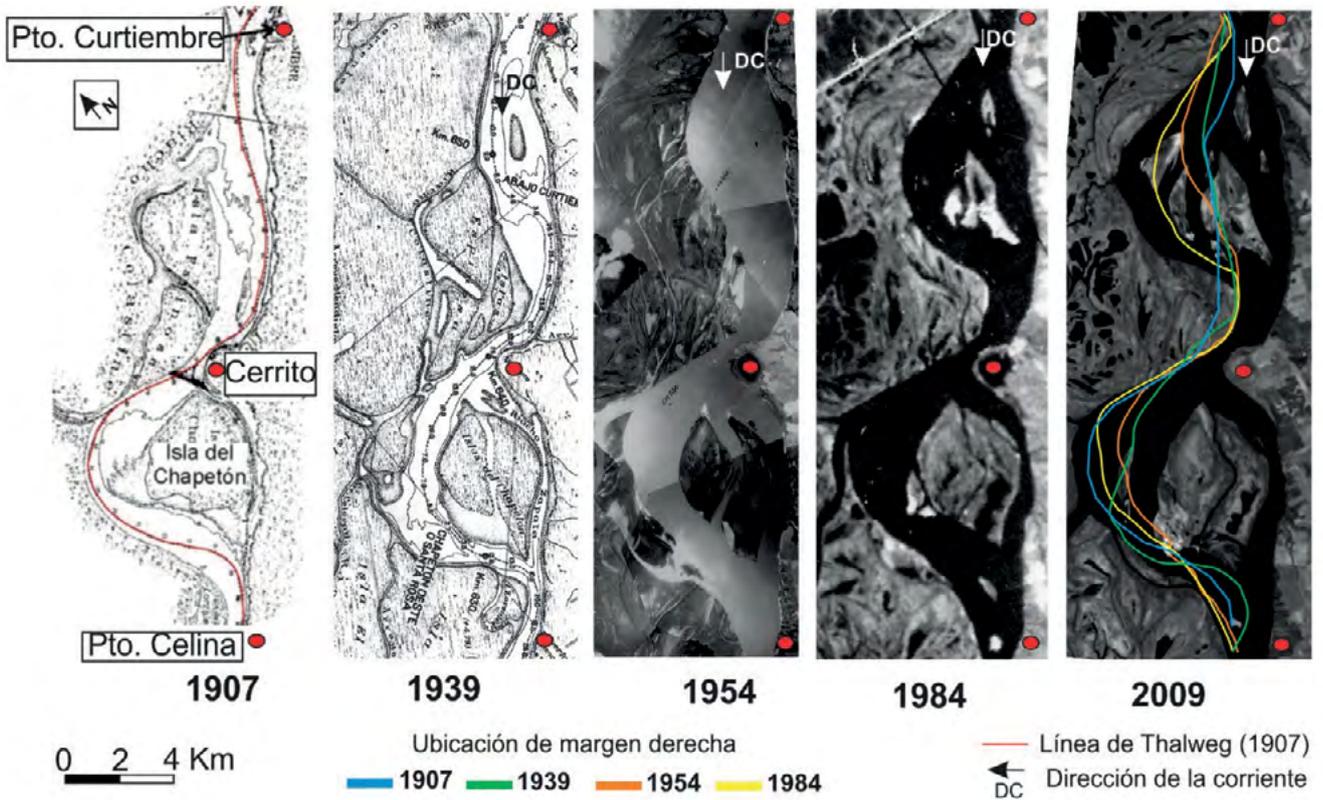


FIGURA 3: Cambios morfológicos del cauce principal del Paraná hacia el norte de las localidades de Paraná y Santa Fe, durante el siglo XX.

Esos cambios del cauce principal en el tiempo tienen un correlato en su entorno: la planicie aluvial y la red de cauces secundarios.

### LA RED DE CAUCES SECUNDARIOS

La miríada de cauces de variadas dimensiones que recorren buena parte de la planicie aluvial se conocen genéricamente como los “cauces secundarios” del sistema, habida cuenta el tamaño enorme del cauce principal. Estos cursos son de gran importancia hidro-ecológica ya que vinculan partes alejadas del sistema, distribuyendo espacialmente aguas y sedimentos que sólo en la sección Resistencia – Corrientes circulan mayormente por el cauce principal.

En un estudio de la planicie en torno al eje Paraná – Santa Fe, ALBERDI Y RAMONELL (2013) mostraron que las variaciones morfológicas de estos cursos es muy dispar a mediano plazo, y de fuertes implicancias territoriales: mientras en algunas zonas de la planicie no se notaron cambios, prácti-

camente (FIGURA 5a), en otras hubo variaciones sustantivas (FIGURA 5b), y hasta desarrollos de nuevos cauces distributarios (FIGURA 5c).

Se detectó, así, que ocurrieron transformaciones de índole hidrológica

además de las morfológicas en el sistema fluvial, manifestadas en aperturas y cierres de los cauces secundarios (FIGURA 6, TABLA 1).

De esta manera se advierte que los cambios hidrológicos de la red de

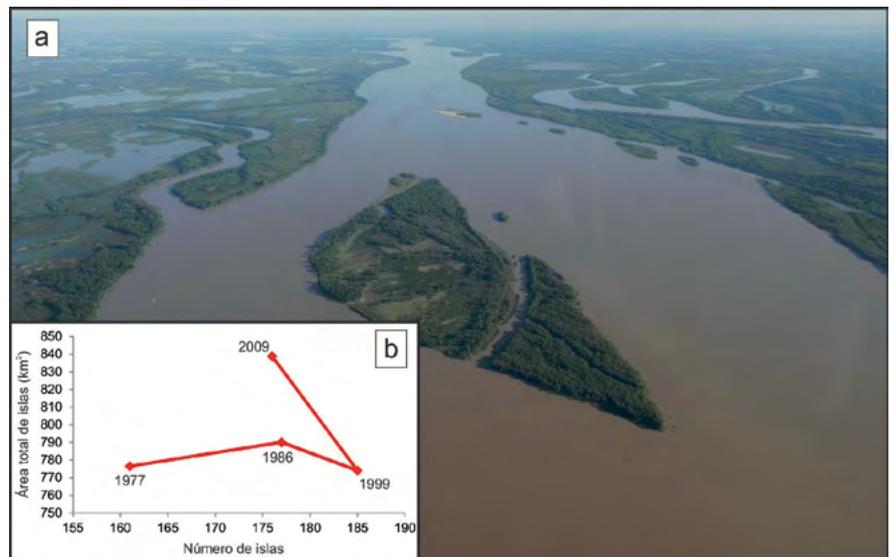


FIGURA 4: a) El cauce principal al sur de la localidad de Esquina. b) Variaciones en cantidad y área total de las islas del cauce principal del tramo medio, en cuatro momentos de los últimos 40 años (tomado de PEREIRA, 2016).

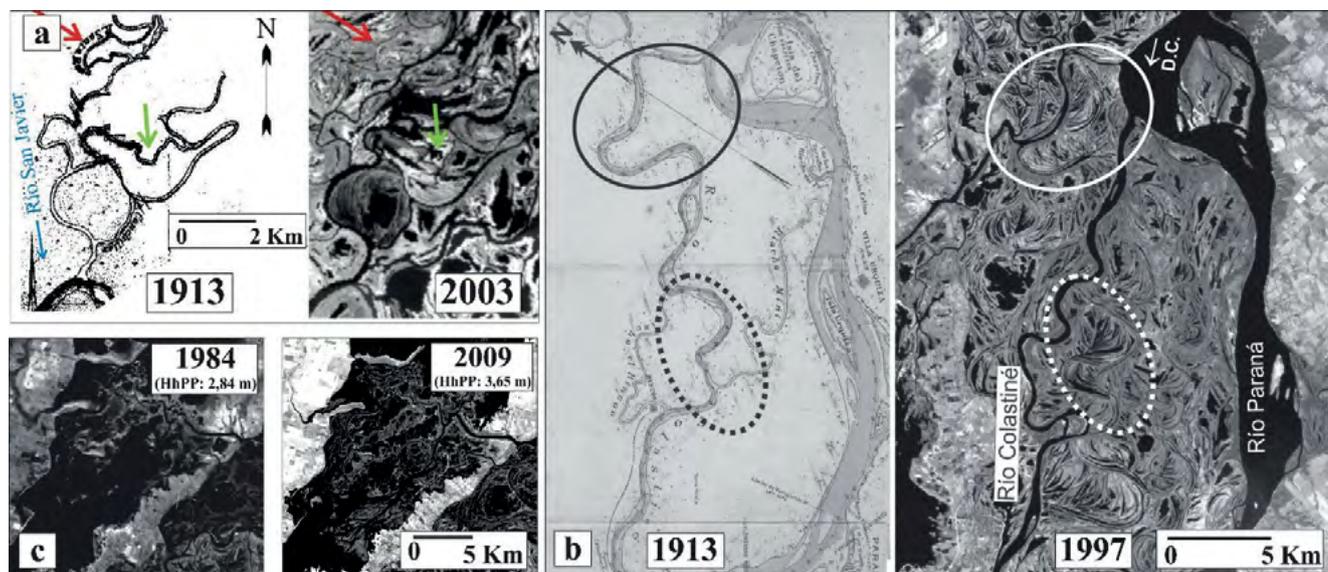


FIGURA 5: Comparativos de cauces secundarios del tramo medio al norte de las localidades de Paraná y Santa Fe, ilustrando la disparidad de evoluciones de sus trazas en el tiempo: a) río San Javier (los pocos cambios se indican con flechas); b) Río Colastiné; c) Desarrollo de cursos deltaicos en la laguna Setúbal originados en el A° Leyes. Fuente: RAMONELL et al., 2011, en: SAyDS, 2013.

cauces secundarios del río Paraná en su tramo medio puede ser importante en escalas de tiempo de una centuria o incluso menos. Además, estos cambios no son homogéneos en toda la planicie aluvial, sino que se distribuyen de acuerdo a particularidades de las unidades geomorfológicas y de los cauces que las recorren.

	Densidad de drenaje			
	1954	2009	Var. (%)	
Área total de estudio	0,86	0,80	-6,9	
Unidades Geomorfológicas	1	0,66	0,64	-4,0
	3b	0,85	0,95	12,5
	4a	0,92	0,44	-52,3
	4b	1,50	1,61	7,9
	5	1,00	1,38	37,8

TABLA 1.- Variación de la densidad de drenaje (longitud total de cauces por unidad de superficie) en las unidades geomorfológicas presentadas en FIGURA 1

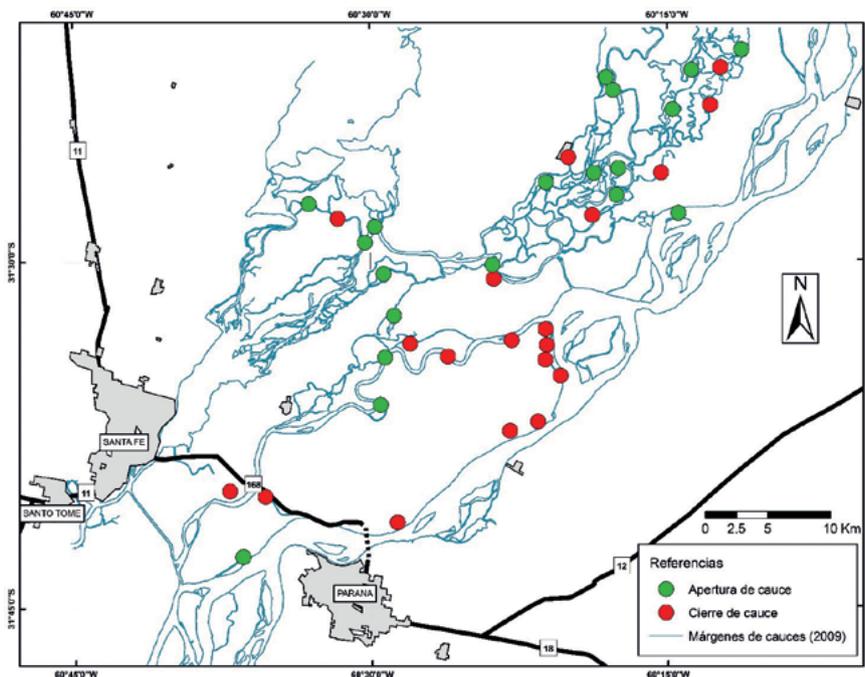


FIGURA 6: Distribución de cierres y aperturas de cauces secundarios de la planicie aluvial del Paraná entre 1954 y 2009, al norte de las ciudades de Santa Fe y Paraná (tomado de ALBERDI Y RAMONELL, 2013).



## CONSIDERACIONES FINALES

La identificación de un “tramo medio” del río Paraná fue concebida en sus orígenes como de ubicación geográfica general dada la gran longitud de este curso. Más allá de esto, una definición más precisa y fundamentada de sus límites, en particular de los laterales, tiene importantes implicancias territoriales, no sólo en relación al aprovechamiento sustentable del río o a problemas de inundación de poblaciones ribereñas, sino también por el sostenimiento de un ecosistema constituido como tal en una evolución varias veces centenaria.

En ese sentido, el río Paraná no debe visualizarse hidrográficamente como un intrincado conjunto de cauces que amerita actualizarse cada algunas décadas, sino bajo el enfoque de sistema fluvial, cuyo ámbito espacial es, mínimamente, el de su planicie aluvial, inmersa dentro de la extensión apenas mayor de su área de inundación (FIGURA 1).

Ese es el espacio donde sus componentes bióticos y abióticos varían y se interrelacionan en el tiempo, como se presentó mostrando exclusivamente la configuración del dre-

naje en tiempos históricos. De ello se desprende que el abordaje del río Paraná requiere de una mirada integral, multidisciplinar, y que garantiza, ante todo, los aspectos funcionales naturales de este vasto humedal. Ello, aun cuando se cuente con la tecnología para modificarlo con fines incluso antagónicos, como el de “terrestalizar” parte de su planicie, elevándola artificialmente al nivel de las llanuras circundantes.

### BIBLIOGRAFÍA:

- ALBERDI, R. Y RAMONELL, C. G. (2013). *Evaluación de cambios morfométricos recientes en cauces menores del Río Paraná Medio*. 6° Simposio Regional sobre Hidráulica de Ríos, 15 p., Santa Fe, Argentina.
- AMSLER, M. L., RAMONELL, C. G. Y TONIOLO, H. A. (2005). “Morphologic changes in the Paraná River channel (Argentina) in the light of the climate variability during the 20th century”. *Geomorphology*, 70: 257-278.
- IRIONDO M. (2004). The littoral complex at de Paraná mouth. *Quaternary International*, 114: 143-154.
- IRIONDO, M. H., PAGGI, J. C., PARMA, M. J. (Eds.), (2007). *The Middle Paraná River: Limnology of a Subtropical Wetland*. Springer-Verlag.
- LATRUBESSE, E. M., (2008). Patterns of anabranching channels: the ultimate end-member adjustment of mega rivers. *Geomorphology* 101 (1-2): 130-145.
- PAGE, T. J. (1859). *La Plata, the Argentine Confederation and Paraguay*. Harper & Brothers Publisher. New York, EE. UU. 644 pp.
- PAOLI, C. U. Y SCHREIDER, M. (2000). *El Río Paraná en su tramo medio. Una contribución al conocimiento y prácticas ingenieriles en un gran río de llanura*. Tomos 1 y 2. Centro de Publicaciones de la Univ. Nac. del Litoral, Argentina.
- PAOLI, C. U. (2010). “Cambios en la serie de caudales máximos en Ríos de la Región Litoral y su incidencia en parámetros de diseño”, en PAOLI, C. U & MALINOW, G. V. (Eds.): *Criterios para la determinación de crecidas de diseño en sistemas climáticos cambiantes*. Ediciones UNL. Santa Fe, Argentina. Pp. 103-113.
- PEREIRA, M. S. (2016). *El Río Paraná: geomorfología y morfodinámica de barras e islas en un gran río anabranching*. Tesis Doctoral. La Plata, Argentina. 381 pp.
- SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA NACIÓN (SAyDS) (2013). *Inventario de los humedales de Argentina. Sistemas de paisajes de humedales del corredor fluvial Paraná-Paraguay*. Proyecto GEF 4206 PNUD ARG/10/003. Buenos Aires, Argentina. 378 pp.
- SOBRERO, F., RAMONELL, C. G. Y PEREIRA M. S. (2014). Morphological changes of the main channel of the Paraná river in Argentina, from XIXth century to the present. *Aqua-LAC (revista del programa Hidrológico internacional para América Latina y el Caribe)*, 6: 50-62.
- SOLDANO, F. A. (1947). *Régimen y aprovechamiento de la red fluvial argentina*. Partes 1 y 2. Editorial Címera. Buenos Aires, Argentina. 541 pp.

# Cohesión territorial en el Paraná

## Un análisis con sistemas de información

Oswaldo Daniel Cardozo\*, Juan Ariel Insaurralde\*\* y Cristian Javier Da Silva\*\*\*

### INTRODUCCIÓN

Los análisis de conectividad en redes de transporte son una herramienta fundamental para el diagnóstico de la cohesión territorial, en vista de posibles intervenciones. Los espacios conectados ofrecen mejores oportunidades de acceso a diferentes puntos del territorio, mientras que, cuando la conexión no está asegurada, la accesibilidad se presenta como un problema y el resultado es un espacio con falta de cohesión o fragmentado.

En la realidad existen muchos elementos naturales y humanos de tipo lineales que pueden ser asimilados a redes, tales como ríos, carreteras, rutas del transporte público, líneas de ferrocarril, tendido eléctrico, ductos, etc. Sobre la base de sus características topológicas BOSQUE SENDRA (1998) afirma que es posible agruparlos en tres tipos básicos: a) Arcos o nodos aislados que no tienen conexiones entre ellos; b) Árboles, estructuras lineales conectadas por al menos un arco; c) Redes, donde los nodos tienen más de una conexión y pueden formar estructuras de mayor complejidad (ciclos y circuitos).

Distribución de la Red Vial y Densidad Vial en el Paraná Medio

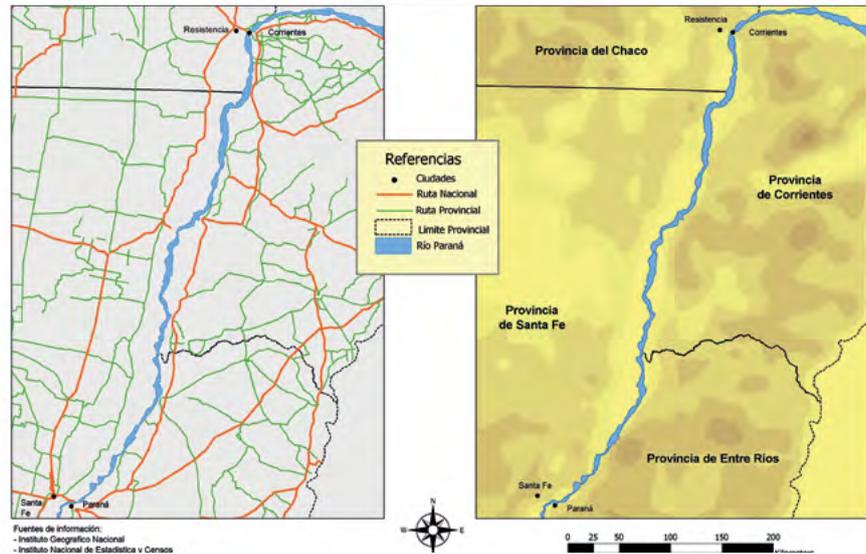


FIGURA 1: configuración actual de la red vial (izq.) y la densidad de rutas en el Paraná Medio (der.).

El río Paraná nace en Brasil de la confluencia de los ríos Grande y Paranaíba, formando el principal curso fluvial de la Cuenca del Plata. El marco espacial del presente es el Paraná Medio, uno de los tramos en que se divide al río desde la confluencia entre los ríos Paraná-Paraguay y la localidad de Diamante en la Provincia de Entre Ríos. Una primera aproximación sobre el tendido de la infraestructura vial en el Paraná Medio deja en evidencias las escasas conexiones entre ambas márgenes del río en un tramo de 720 km aproximadamente, lo que genera una importante brecha vial entre las provincias de Chaco y Santa Fe con Corrientes y Entre Ríos.

El condicionante natural impuesto por la presencia del río Paraná, es superada solo en dos puntos de conexión: Resistencia-Corrientes al norte y Santa Fe-Paraná al sur (FIGURA 1).

Esta situación no guarda similitud con otros tramos en la cuenca del Paraná ni con otros ríos de la Cuenca del Plata. Las conexiones sobre el río Paraná Superior (norte de Corrientes y Misiones) son 3 en 660 km, mientras que sobre el río Paraná Inferior (zona deltaica) son 2, pero en solo 350 km. Incluso sobre el río Uruguay (Entre Ríos y Corrientes), existen 5 conexiones en un tramo de algo más de 1000 km; tamaño desequilibrado la convierte en un área desfavorable y constituye un serio obstáculo para su futuro desarrollo.

\* Doctor, Prof. Adjunto, Departamento de Geografía, Facultad de Humanidades. UNNE. Campus Resistencia. odcardo@hum.unne.edu.ar

\*\* Doctor, Prof. Auxiliar. Departamento de Geografía, Facultad de Humanidades, UNNE Campus Resistencia. jainsaurralde@hum.unne.edu.ar

\*\*\* Profesor, Jefe de Trabajos Prácticos, Instituto de Geografía, Facultad de Humanidades. UNNE Campus Resistencia. cjdasilva@hum.unne.edu.ar



# medio. geográfica y grafos

## OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

Nos proponemos realizar un análisis de la conectividad vial por rutas de jurisdicción nacional y preferentemente pavimentadas. Al mismo tiempo, se pretenden evaluar escenarios alternativos frente a la posibilidad de construir nuevas conexiones viales en el marco de obras de aprovechamiento hidráulico y económico de este tramo del Paraná, previstas actualmente en el Plan Belgrano.

Para este tipo de análisis fue necesario el uso de técnicas apropiadas. En este sentido, la aplicación de medidas de conectividad basadas en la Teoría de Grafos junto a los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permitieron conocer y analizar el grado de conexión del área. Cabe señalar que la Teoría de Grafos, como rama de la Matemática, centra su análisis en las propiedades topológicas de una red, en base al estudio de la conectividad y adyacencia de sus elementos, para lo cual simplifica la estructura real de la red a una organización geométrica más sencilla constituida por arcos y nodos.

La conectividad es un concepto central en este tipo de análisis. Rodrigue et. al. (2006) la definen como un grafo donde para todos sus pares de nodos hay un arco de conexión, por lo tanto, existen varios niveles de conectividad dependiendo del grado en que cada par de nodos está conectado con el resto del grafo.

De esta forma, las medidas de conexión miden el grado de conectividad recíproca entre los nodos de la red a través de sus arcos, siendo posible además ponderarlos con datos reales como longitudes, tiempo, frecuencias, población, etc. En esto reside gran par-

te del interés en utilizar grafos, ya que el incremento de las conexiones a través del tiempo implica un aumento en la cohesión espacial del territorio donde se emplaza la red (CARDOZO et. al., 2009).

Conocida la escasa conectividad vial en el Paraná Medio, para el análisis partimos del interrogante “qué pasaría si...”, pensando en los resultados que obtendríamos modificando el actual grado de conexión en la red. Es aquí donde recurrimos a la Teoría de Grafos para evaluar el efecto de los cambios en las conexiones.

Existen una serie de índices que evalúan la estructura y conectividad del grafo. En nuestro caso se calcularon los índices Beta, Alfa y Número Ciclomático (NC), junto con otras medidas complementarias, las cuales se describen en la TABLA 1.

El índice Beta ( $\beta$ ) surge de dividir el número de arcos entre nodos e indica cómo el aumento del número de arcos en la red representa una mayor conectividad entre los nodos; sus resultados

varían entre 0 y 3, donde valores  $\beta < 1$  indican una red inconexa, valores  $\beta = 1$  indican redes con un circuito,  $\beta$  ente 1 y 3 representan redes complejas con mayor cantidad de nodos conectados.

Una aplicación interesante del índice  $\beta$  es su comparación con el valor máximo posible, lo cual, indica la máxima conexión que podría alcanzar la red, a partir del cual también es posible calcular el porcentaje de conectividad. Sin embargo, este resultado debe ser interpretado con precaución, porque un valor de  $\beta = 100\%$  es totalmente ideal y alejado de lo que realmente se podría concretar en el territorio.

El Número Ciclomático ( $\mu$ ) expresa el número de circuitos que posee la red y se calcula restando al total de arcos ( $a$ ) el número necesario para construir un árbol, sabiendo que el árbol es igual al número de nodos menos uno ( $n-1$ ).

La última medida de grafos corresponde al índice  $\alpha$ , el cual expresa la existencia de circuitos en la red, y adquiere mayor sentido cuando se lo compara con el máximo número posible de cir-

TABLA 1:

### Medidas de conexión propias de la Teoría de Grafos

Denominación	Expresión matemática
Índice Beta	$\beta = a / n$
Máximo de Beta	$\beta_{max} = n \cdot (n - 1) / 2$
Índice Alfa	$\alpha = (\mu / 2 \cdot n - 5)$ $\alpha = (\mu / 2 \cdot n - 5) \cdot 100$
Número Ciclomático	$\mu = a - (n - 1)$
Máximo posible de circuitos	$2 \cdot n - 5$
Árbol	$n - 1$

Fuente: Seguí Pons y Petrus Bey, 1991.

cuitos. Se obtiene del cociente entre el Número Ciclomático y el máximo posible de circuitos en la red; también se puede expresar en porcentaje a los fines comparativos.

Por otra parte, con las funciones de geoproceso disponibles en SuperGIS Desktop, se efectuó el cálculo de densidad vial basado en una función local de tipo kernel, a los efectos de poner en evidencia la brecha vial entre ambos márgenes del río Paraná. Así también, por medio de operaciones de superposición espacial y un radio de 50 km, se estimó la cantidad de población distribuida en torno a las 12 ciudades (nodos del grafo), para observar la afectación directa de las nuevas conexiones.

## RESULTADOS

Partiendo de un estado inicial del tramo conocido como Paraná Medio donde la red con 12 nodos y 12 arcos forma un solo circuito en más de 700 km de extensión, las únicas conexiones viales se dan entre los nodos Resistencia-Corrientes y Santa Fe-Paraná.

A partir de esos valores de base, se evalúan nuevas conexiones (igual número de nodos, pero con 18 arcos) que podrían darse en un futuro, sobre todo para ver cómo se modificaría la conectividad en la red (TABLA 2). Cabe

aclarar que no es objeto de este trabajo realizar un análisis del sitio de localización de los futuros puentes sobre el río Paraná, ya que nos enfocamos en evaluar sus impactos en la conectividad vial.

Al desconocer las obras que se ejecutarán concretamente, se decidió evaluar el escenario futuro con todas ellas, es decir, 6 nuevas conexiones (FIGURA 2) donde se incluye, además de las nuevas localidades por conectar, el nuevo puente entre Resistencia (posiblemente desde Barranqueras) y Corrientes, junto a la nueva conexión que reemplazará al túnel subfluvial entre Santa Fe y Paraná.

El índice Beta nos dice que actualmente tenemos una red simple con un solo circuito ( $\beta=1$ ), y que de aumentar las conexiones pasaríamos a una red de cierta complejidad ( $\beta=1.5$ ), lo que en términos de máxima conectividad representaría un aumento del orden del 10% respecto a la situación actual, teniendo siempre en cuenta que la conectividad máxima ( $\beta=100\%$ ) es prácticamente inalcanzable. Algo interesante en el análisis de este índice es observar cómo el incremento de sus valores conforme aumenta el número de arcos en la red (TABLA 3), lo cual es más realista y lógico de ocurrir, puesto que las conexiones (puentes) se concretarán en forma paulatina.

Considerando el Número Ciclomático, vemos que la situación actual nos muestra un solo circuito en la red, mientras que la situación futura presenta una red con 7 circuitos, aunque se debería considerar solo 5, teniendo en cuenta que las nuevas conexiones en Resistencia-Corrientes y Santa Fe-Paraná se dan entre ellos mismos y no con otros nodos de la red.

Según los valores del índice Alfa calculados, la red actual ( $\alpha=0,071$ ) tiene un 7% de todos los circuitos posibles, lo que nos lleva a pensar en una conecti-

TABLA 3:

Numero de arcos	Valores de $\beta$
12	1,00
13	1,08
14	1,17
15	1,25
16	1,33
17	1,42
18	1,50

vidad baja entre sus nodos, mientras que para la red futura se calcula un índice Alfa de  $\alpha=0,5$  lo que representa un 50% de los circuitos posibles, mostrando una clara ventaja frente a los valores de la red actual.

Si analizamos la población directamente relacionada (50 km de las ciudades) con las conexiones actuales, hablamos de algo más de 1.6 millones aproximadamente, mientras que con las nuevas conexiones el impacto directo aumenta casi un 20 % llegando a casi 2 millones de personas.

Sin embargo, más allá del impacto demográfico directo, el efecto se debe considerar a escala regional para el país y el continente, ya que por esas conexiones seguramente pasará buena parte del intercambio comercial entre Brasil y Chile que tiene vínculos con el mercado asiático (China, Japón, Australia, etc.).

TABLA 2:

### Conexiones (pares de ciudades) existentes y futuras en el Paraná Medio

Conexiones actuales		Posibles Conexiones futuras	
Resistencia	Corrientes	Resistencia	Corrientes
		Resistencia	Corrientes
		Villa Ocampo	Bella Vista
		Reconquista	Goya
		Alejandra	Esquina
		San Javier	La Paz
		Santa Fe	Paraná
Santa Fe	Paraná	Santa Fe	Paraná



## Red Vial en el Paraná Medio: conexiones actuales y futuras

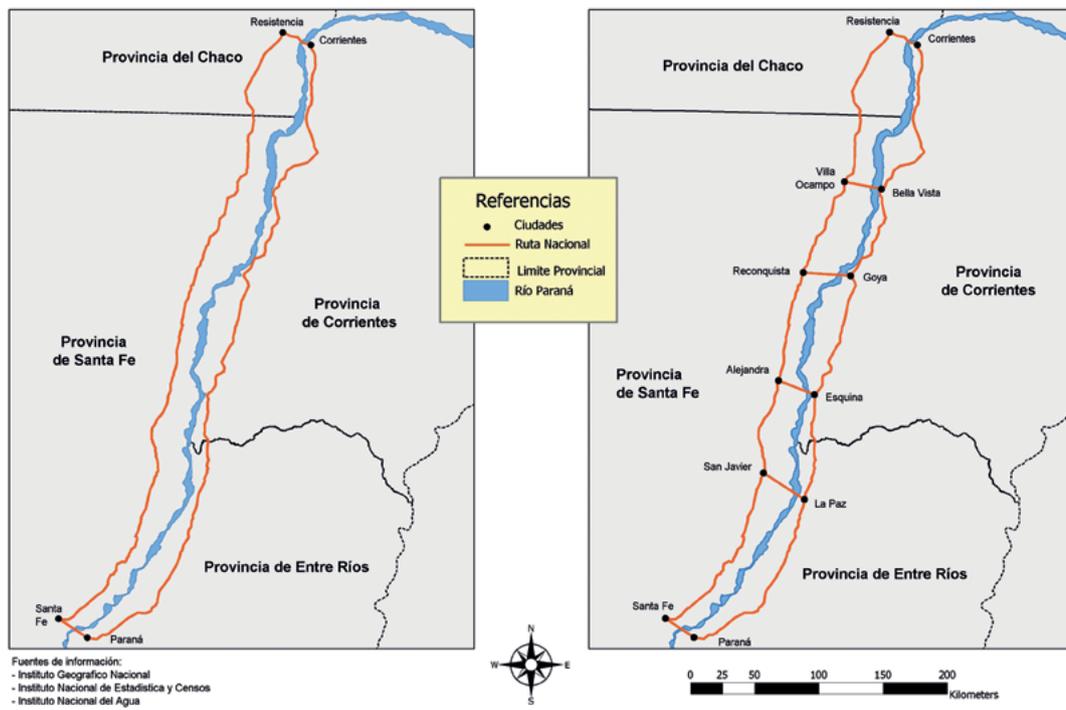


FIGURA 2: distribución de arcos-nodos para la red vial actual y con máxima conexión.

## CONSIDERACIONES FINALES

El análisis de conectividad y planteo de escenarios futuros mediante simulaciones basadas en métodos y técnicas apropiadas para el análisis de redes pone en evidencia el potencial que presenta el Paraná Medio para el desarrollo regional de concretarse las nuevas conexiones viales, aunque, como se ha señalado, el aumento de conexiones no implica necesariamente una mejora directa en otros aspectos.

Cabe destacar que esta perspectiva permite ensayar y analizar situaciones que a futuro se podrían dar, lo que

posibilita evaluar el impacto de las decisiones antes de su implementación: un ejercicio muy valorado en tareas de planificación territorial.

La serie de índices calculados a partir del análisis de grafos indica un aumento del 10% en la conectividad ( $\beta$ ) respecto a la situación actual, como así también, la cantidad de circuitos en la red (Número Ciclomático,  $\alpha$ ), lo que significa claramente un aumento en la cohesión territorial. Si consideramos el impacto demográfico directa (a menos de 50 km), hablamos de una población cercana a los 2 millones de personas.

Finalmente, aunque no por eso menos importante, es la cuestión ambiental. Los efectos positivos que tendrán las nuevas conexiones viales en el Paraná Medio no deben hacernos olvidar que, por tratarse de un ambiente acuático muy sensible, la magnitud de la intervención humana que representa la construcción de una represa o puente podría alterar su equilibrio natural y generar un problema mayor a la solución buscada con el aumento de conectividad.

### BIBLIOGRAFÍA

- BOSQUE SENDRA, J. (1997). *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid: Rialp.
- CARDOZO, O. D., PARRAS, M. A. y GÓMEZ, E. L. (2009). Teoría de Grafos y Sistemas de Información Geográfica aplicados al Transporte Público de Pasajeros en Resistencia (Argentina). *Transporte y Territorio*, (1), 13.
- RODRIGUE, J. P., COMTOIS, C. y SLACK, B. (2006). *The Geography of Transport Systems*. New York: Routledge.
- SEGUÍ PONS, J. M. y PETRUS BEY, J. M. (1991). *Geografía de Redes y Sistemas de Transporte*. Madrid: Síntesis.

### AGRADECIMIENTOS:

- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la República Argentina.
- Supergeo Technologies Inc. All rights reserved. Licencia de SuperGIS Desktop 10. 5F., No. 71, Zhouzi St., Neihu Dist., Taipei, 114, Taiwan.

# El Paraná Medio se impuso sobre

María Cristina Zilio\*, Analía Zamponi\*\* y Martha Florencia Roggiero\*\*\*

## Introducción

El Paraná y su tributario Paraguay integran la extensa cuenca del Plata, junto con el Uruguay y una densa red de afluentes. En el extenso recorrido del Paraná se destacan tres tramos. La confluencia con el Paraguay separa el Alto Paraná del Paraná Medio. El Delta del Paraná comienza hacia la latitud de Diamante (Entre Ríos). Con respecto al Alto Paraná, es necesario explicar que, desde que recibe las aguas del río Iguazú, sirve de límite entre Argentina y Paraguay. El río tuerce hacia el oeste y se ensancha, presentando islas en su lecho. Hasta Ituzaingó, ciudad correntina, el río atraviesa relieves volcánicos. Un vulcanismo muy antiguo relacionado con el nacimiento del Atlántico, visible en la “tierra colorada”, la riqueza en amatistas y otras piedras semipreciosas y la presencia de las Cataratas del Iguazú. La construcción de la Represa y Embalse de Yacyretá ha hecho desaparecer bajo sus aguas gran parte de ese paisaje prístino.

Para explicar los sucesivos cambios que ha sufrido el Paraná hasta que vence al Paraguay, tomaremos a la provincia de Corrientes como área de estudio.

## El Paraná Medio, hoy

Cuando el Paraguay desagua en el Paraná, frente a la localidad de Paso de la Patria, el segundo modifica su caudal, su color y su rumbo. Se hace mucho más caudaloso. Pierde transparencia ya que el Paraguay le aporta una importante cantidad de sedimentos que modifican constantemente su curso y forma bancos e islas. Gira bruscamente hacia el sur, controlado por una antigua falla geológica, cuyo labio levantado se encuentra al este (barrancas correntinas y enterrianas).

¿Siempre ha presentado estas características? No podemos utilizar la palabra “siempre” cuando hablamos de la historia geológica de la Tierra, ya que el planeta es un cuerpo dinámico, en permanente cambio.

## Sucesivos desplazamientos del antiguo Paraná

A lo largo de toda su existencia, el río Paraná ha modificado notoriamente su recorrido, en particular aguas abajo de Ituzaingó como consecuencia de cambios climáticos y geológicos (ZILIO et al, 2017). Mientras tanto, el antiguo río Paraguay era mucho más extenso. Se prolongaba hacia el sur a lo largo de la falla geológica mencionada (FIGURA 1).

Los momentos geológicos más significativos son relativamente recientes. Condiciones desérticas durante el período Jurásico (Mesozoico) favorecieron la formación de enormes dunas de arena (HERBST y SANTA CRUZ, 1995; ORFEO, 2005). Tiempo después, siempre en la era Mesozoica, los movimientos tectónicos relacionados con el nacimiento del Atlántico, produjeron el derrame superficial de lavas más voluminoso del planeta y reactivaron antiguas fallas precámbricas (ORFEO, 2005; ORFEO y NEIFF, 2008). Esas rocas cubrieron el gran desierto arenoso, con alta capacidad de almacenar y transmitir agua, confinando al Sistema Acuífero Guaraní. Algunos depósitos arenosos quedaron atrapados entre las rocas volcánicas.

Dos fallas precámbricas reactivadas controlaron el trazado de los ríos y de los esteros. Una, con dirección nortesur, representa el límite occidental de Corrientes y, hoy, está recorrida por un tramo del Paraná y su gran afluente, el Paraguay, pero en el pasado era recorrida en toda su extensión por el Paleo-Paraguay (antiguo Paraguay). La segunda falla se extiende de NE a SO, desde Ituzaingó a La Paz (Entre Ríos). Esta fractura dividió a la provincia en dos bloques tectónicos que, a su vez, fueron inclinados. El Iberá se encuentra sobre el bloque occidental, hundido (ORFEO y NEIFF, 2008).

En el Terciario antiguo, importantes movimientos generaron la entrada de un mar poco profundo y de aguas templadas que depositó sedimentos marinos en la región. Más tarde, mientras se formaban los Andes, ese mar se fue retirando y formando un enorme abanico fluvial sobre el antiguo fondo marino. Los sedimentos fluviales forman lomadas que toman una distribución radial. El vértice de este abanico esta-

\* Profesora Adjunta de la cátedra Geografía Física 2 del Departamento de Geografía de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación (FaHCE). Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Investigadora en el Centro de Investigaciones Geográficas / Instituto de Investigaciones en Humanidades y Ciencias Sociales (UNLP - CONICET). [criszilio@yahoo.com.ar](mailto:criszilio@yahoo.com.ar)

\*\* JTP de la cátedra Biogeografía del Departamento de Geografía de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación (FaHCE). Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Investigadora en el Centro de Investigaciones Geográficas / Instituto de Investigaciones en Humanidades y Ciencias Sociales (UNLP - CONICET). [analiazamponi@yahoo.com.ar](mailto:analiazamponi@yahoo.com.ar)

\*\*\* Ayudante Diplomado de la Cátedra Ecología General de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Centro Parasitológico y de Vectores (UNLP-CONICET CCT La Plata), Facultad de Ciencias Naturales y Museo. (FCNyM). Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Investigadora en el Centro de Investigaciones Geográficas / Instituto de Investigaciones en Humanidades y Ciencias Sociales (UNLP - CONICET). [martha@cepave.edu.ar](mailto:martha@cepave.edu.ar)

# el Antiguo Paraguay

## EL ANTIGUO PARAGUAY Y EL ABANICO FLUVIAL DEL ANTIGUO PARANÁ

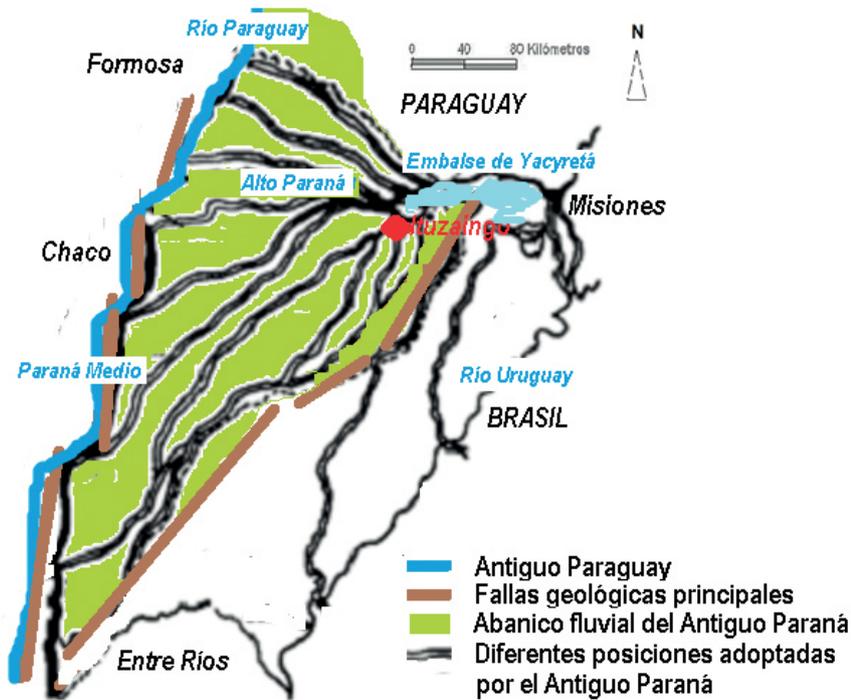


FIGURA 1: Presentación esquemática de los ríos actuales y pasados, las fallas geológicas, los desplazamientos del Paraná y el antiguo abanico (Adaptado del mapa de Popolizio, 1999).

### En síntesis:

ba ubicado en las cercanías de Ituzainguó, en los saltos de Apipé (hoy bajo el embalse de Yacyretá), donde terminan los afloramientos basálticos (HERBST, 2000). Este paleo-abanico llega por el norte hasta los esteros del Ñeembucú en la República de Paraguay.

Como consecuencia de una intensa interacción entre los cambios climáticos y los efectos de la tectónica, el Paleo-Paraná o río Ituzainguó ha ido migrando. Fue varias veces afluente del río Uruguay, se desplazó por distintos sectores del Iberá y, por último, alcanzó su posición actual (POPOLIZIO, 1999, 2001). Hace 10.000 años, el Iberá quedó desconectado del Paraná debido a la presencia de un antiguo albardón o lomada.

Cuando el Paraná capturó al Paraguay, el Iberá quedó desconectado del Paraná por el norte, aunque sus aguas siguen drenando de forma predominante hacia él, a través del río Corrientes.

A medida que fue desplazándose por la depresión del Iberá se fue modelando el paisaje de los esteros, a la vez que fue capturando sucesivamente diferentes segmentos del antiguo Paraguay.

Este es uno de los tantos ejemplos que demuestran que la Tierra no es un cuerpo estático. Si bien a simple vista aparenta ser siempre el mismo, nuestro planeta "está vivo" y en permanente cambio, producto de complejas interrelaciones y de una historia larga y compleja.

### BIBLIOGRAFÍA

HERBST, R. y SANTA CRUZ, J. (1995). *Mapa Geológico de la Provincia de Corrientes*. (Escala 1:500.000). Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos. Secretaría de Minería. Dirección Nacional del Servicio Geológico.

HERBST, R. (2000). La formación Ituzainguó (Plioceno) Estratigrafía y distribución. En: INSUGEO, *Serie Correlación Geológica* (pp. 181-190) Universidad Nacional de Tucumán, Miscelánea. 14.

ORFEO, O. (2005). Historia geológica del Iberá, provincia de Corrientes, como escenario de biodiversidad. En: INSUGEO, *Temas de la Biodiversidad del Litoral fluvial argentino II*, Universidad Nacional de Tucumán (pp. 71-78). Miscelánea, 14:

ORFEO, O. y NEIFF, J. (2008). "Esteros del Iberá: un enorme laboratorio a cielo abierto". En: *Sitios de interés geológico de la República Argentina* (PP. 415-425). Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Buenos Aires, Anales 46, I.

POPOLIZIO, E. (1999). *El Paraná, un río y su historia geomorfológica*. Centro de Geociencias Aplicadas. Facultad de Ingeniería. Facultad de Humanidades. UNNE. Resistencia. Síntesis de su Tesis Doctoral. Fecha de consulta: 09-08-2014, Recuperado de [www.salvador.edu.ar/geousal/uno/El\\_Parana\\_un\\_rio\\_y\\_su\\_historia\\_geomorfolgica.pdf](http://www.salvador.edu.ar/geousal/uno/El_Parana_un_rio_y_su_historia_geomorfolgica.pdf)

POPOLIZIO, E. (2001). *Los cambios de posición del valle del Río Paraná a lo largo de su historia geomorfológica*. Centro de Geociencias Aplicadas - Facultad de Humanidades - Facultad de Ingeniería - UNNE, Resistencia, Fecha de consulta: 07-08-2014, Recuperado de <http://www1.unne.edu.ar/cyt/2001/7-Tecnologicas/T-082.pdf>

ZILIO, C.; ZAMPONI, A. y ROGGIERO, M., "El Iberá: un mosaico de paisajes", en VALLEJOS, V. y POHL SCHNAKE, V. (Coordinadores), *Ñande Ivera (Nuestro Iberá)*. - *Encrucijadas hacia un destino de enajenación de los Esteros*. La Plata - Corrientes. Coedición FaHCE-UNLP-Moglia Ediciones, con referato. ISBN 978-950-34-1401-9. Cap. 2, pp. 44-80.

# Altura de las aguas en épocas de creciente y estiaje

Patricia Perla Snaider\* y Mirta Liliana Ramírez\*\*

## ALTURA DE LAS AGUAS

En épocas normales el caudal del Río Paraná que pasa bajo el puente General Belgrano que une las Ciudades de Corrientes y Resistencia es de 25.000 m<sup>3</sup>/s, pero el día 23 de junio de 1983 dicho caudal marcó un record: 58.000 m<sup>3</sup>/s, lo que significan 58.000.000 de litros de agua por segundo. En dicha fecha en la estación de aforo del Puerto Barranqueras el hidrómetro también alcanzó un record histórico de 8,60 metros de altura, al igual que el del Puerto de Corrientes que alcanzó los 9 metros, mientras que en el aforo de Chapetón -ubicado casi 600 km aguas abajo- su altura máxima llegó seis días después, el 29 de junio con 5,97 metros. En la TABLA 1 se indican las fechas en las que se registraron las máximas alturas de las aguas teniendo en cuenta los datos diarios desde el 1 de enero de 1980 hasta el 31 de diciembre de 2016 de las estaciones de aforo del Puerto de Corrientes y de Chapetón en la Provincia de Entre Ríos; publicados en la Base de Datos Hidrológica Integrada de la Subsecretaría de Recursos Hídricos del Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda, Presidencia de la Nación Argentina. Esta información fue volcada al gráfico de la FIGU-

AÑO	AFORO CORRIENTES			AFORO CHAPETÓN		
	FECHA	ALTURA MÁX (m)	DURACIÓN (días)	FECHA	ALTURA MÁX (m)	DURACIÓN (días)
1982	26 de Julio	7,26	6			
	12 de Diciembre	7,79	34	26 de Diciembre	5,51	14
1983	23 de Junio	9	223	1 de Enero	5,41	11
				17 de Marzo	5,78	53
				29 de Junio	5,97	95
	5 de Octubre	7,13	5			
1987	30 de Mayo	7,38	8			
1990	1 de Febrero	7,93	15			
	13 de Junio	7,17	4			
1992	8 de Junio	8,63	42	21 de Junio	5,93	22
1997	11 de Febrero	7,72	23			
1998	4 de Mayo	8,39	48	11 de Mayo	5,84	41
	18 de Octubre	7,29	14			
2013	7 de Julio	7,22	8			
2015	21 de Diciembre	7,41	15			
2016	9 de Enero	7,47	31	4 de Enero	5,56	48
	10 de Marzo	7,32	12	11 de Abril	5,04	4

TABLA 1: Eventos cuyas alturas sobrepasaron los niveles críticos: 7 m en el aforo de Corrientes y 5 m en el aforo de Chapetón. Fuente: Elaborado a partir de información obtenida de la Base de Datos Hidrológica Integrada, Subsecretaría de Recursos Hídricos, Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda. Disponible en: <https://www.mininterior.gov.ar/obras-publicas/rh-base.php>

RA 1, en el que se aprecia la evolución de la altura de las aguas, expresada en metros, durante los últimos 37 años y los momentos críticos o de evacuación para cada estación de aforo representada.

Los momentos en que las aguas superaron las marcas de evacuación -7 m en el aforo de Corrientes y 5 m en el de Chapetón- fueron varios, pero las crecientes más significativas que tuvo

la región, tanto por la magnitud de sus caudales como por la duración de la misma, fueron las siguientes:

- 1983: según Scarpati y Velasco (2002: 250) fue la mayor del siglo XX ya que todos los hidrómetros del Paraná Medio registran sus máximos históricos en esta inundación, a excepción de Santa Fe cuya altura máxima fue en la creciente de 1905. Los aforos han superado los 8 metros en Chaco y los 9 metros en Corrientes. Además, fue la que más tiempo duró ya que por más de 8 meses la altura de las aguas estuvieron por encima de los niveles críticos: 257 días, desde diciembre de 1982 hasta julio de 1983.

\* Profesora en Geografía. Sub-directora del Instituto de Geografía. Facultad de Humanidades. Universidad Nacional del Nordeste. [pasnaider@hum.unne.edu.ar](mailto:pasnaider@hum.unne.edu.ar)

\*\* Doctora en Cartografía, Sistemas de Información Geográfica y Teledetección. Licenciada y Profesora en Geografía. Directora del Instituto de Geografía. Vicedecana de la Facultad de Humanidades. Universidad Nacional del Nordeste. [lr Ramirez@hum.unne.edu.ar](mailto:lr Ramirez@hum.unne.edu.ar)

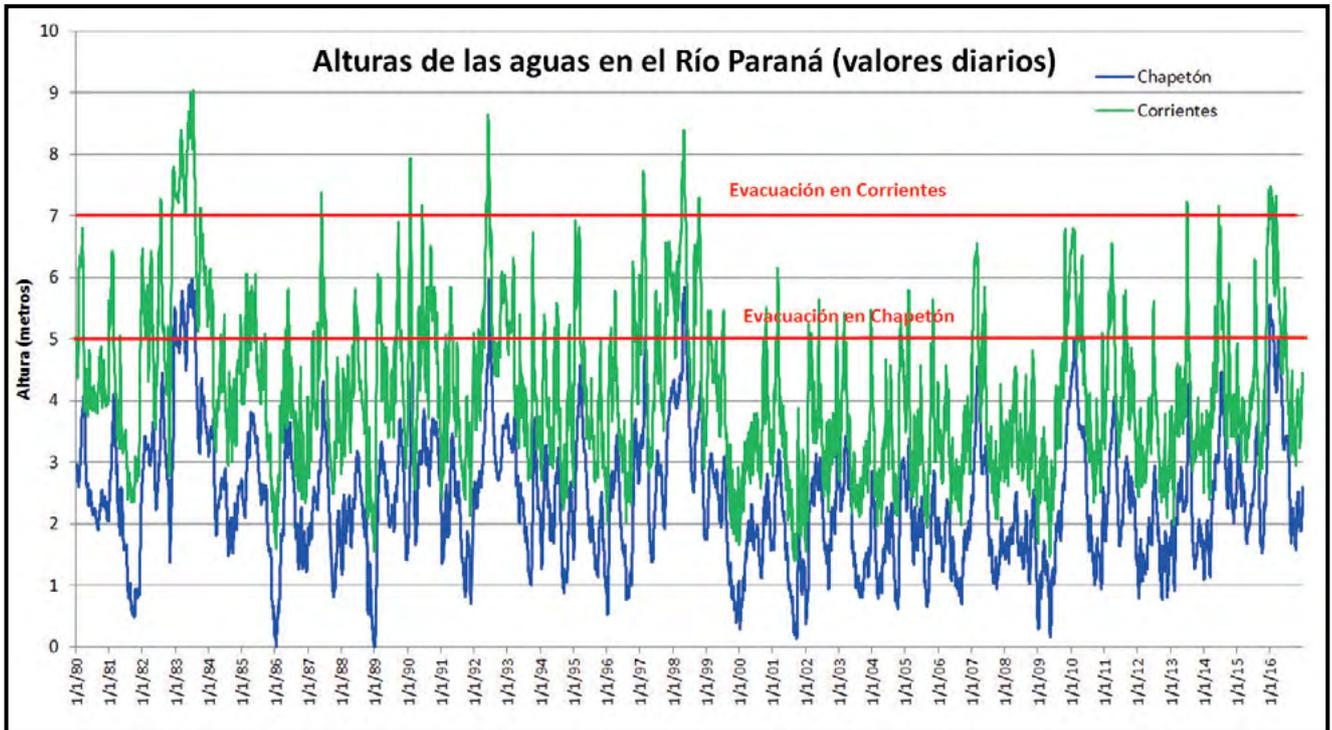


FIGURA 1: Altura de las aguas en el Río Paraná Medio.. Fuente: Elaborado a partir de información obtenida de la Base de Datos Hidrológica Integrada, Subsecretaría de Recursos Hídricos, Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda. Disponible en: <https://www.mininterior.gov.ar/obras-publicas/rh-base.php>

Estación de aforo	1983	1998	2016
Corrientes (Corrientes)	9.04	8.13	7.47
Santa Fe	7.35	7.26	6.61
Paraná (Entre Ríos)	6.83	6.72	6.23

TABLA 2: Altura de las aguas (metros) en los años de crecientes en diferentes estaciones de aforo del río Paraná medio.. Fuente: modificado y actualizado de SCARPATI y VELASCO (2002: 250).

- 1992: el 8 de junio el hidrómetro de Corrientes marcaba el valor máximo de 8,63 metros y casi dos semanas después, el 21 de junio, lo hacía unos 600 km aguas abajo con un registro de 5,93 en el aforo de Chapetón.
- 1998: el 4 de mayo llegó el pico máximo de la creciete en Corrientes, alcanzando los 8,39 metros, mientras que a la semana llegó a Chapetón con una altura de 5,84 metros.
- 2016: si bien comenzó a mediados de diciembre de 2015, el 9 de enero de 2016 se registró el mayor valor y duró incluso hasta el mes de marzo

en Corrientes, y hasta abril en Entre Ríos.

Si se observan los registros de los aforos hidrométricos ubicados en las ciudades capitales del Paraná Medio (TABLA 2) se advierte que, en todos los casos, los mayores guarismos se dieron en la creciete de 1983, seguidos por la del año 1998 y 2016.

Con respecto a las características de los picos de creciete, Paoli y Cacik (2000: 116) han realizado un estudio en el aforo de Corrientes y sostienen que el 45% de los mismos se dieron en los meses de febrero y marzo y el 22% de los picos en el trimestre mayo-junio-julio, la mitad de ellos específi-

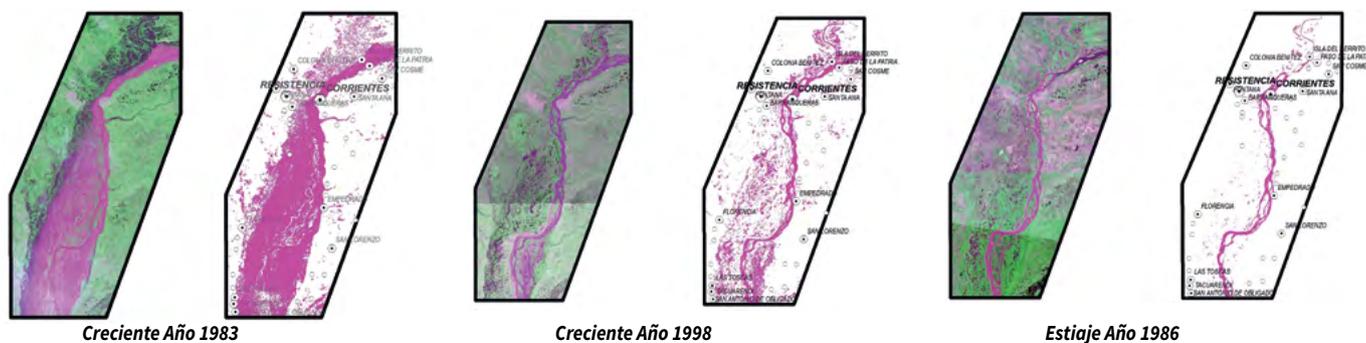
camente en junio. “Estos resultados simplemente confirman lo conocido acerca del régimen hidrológico del río Paraná, con dos períodos de crecidas, uno correspondiente a aportes del Alto Paraná (febrero y marzo) y otro debido tanto a crecidas del río Paraguay desfasadas por el efecto de El Pantanal como a crecidas violentas y cortas del río Iguazú” (PAOLI y CACIK, 2000: 116-117).

## LAS CRECIENTES

El perfil transversal del río Paraná es asimétrico a lo largo del curso medio ya que las barrancas de la margen izquierda, correspondientes a las provincias de Corrientes y Norte de Entre Ríos, son altas, mientras que las de la margen derecha que se ubican en el Chaco y Norte de Santa Fé son bajas y anegadizas y se inundan con las crecientes. La diferencia de alturas entre ambas márgenes se va invirtiendo paulatinamente al sur de la ciudad de

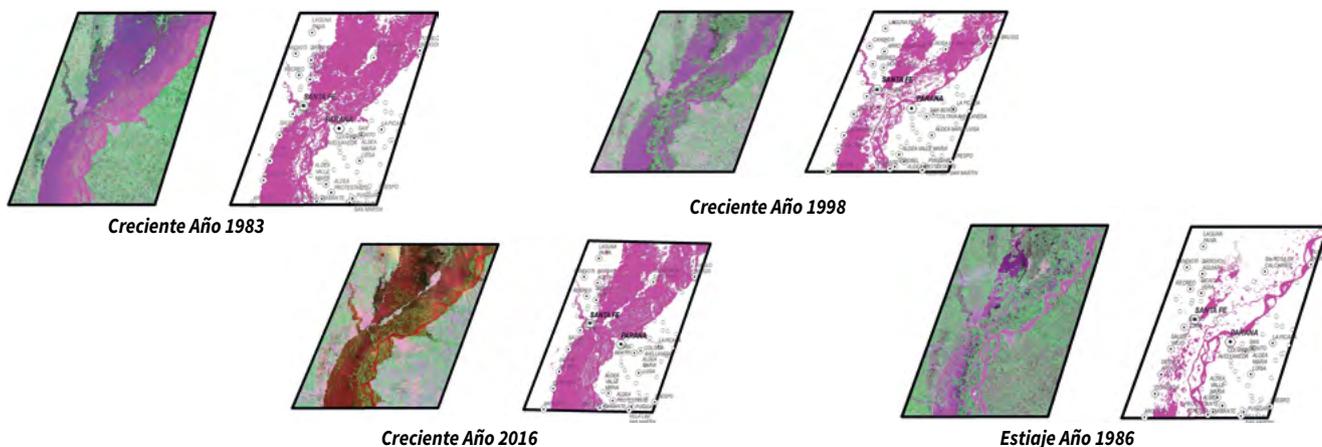
FIGURAS 2, 3 y 4: Superficie ocupada por las aguas en el Río Paraná Medio Norte.

Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes LANDSAT obtenidas del siguiente sitio: <https://landsatlook.usgs.gov/viewer.html>.



FIGURAS 5, 6, 7 y 8: Superficie ocupada por las aguas en el Río Paraná Medio Sur.

Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes LANDSAT obtenidas del siguiente sitio: <https://landsatlook.usgs.gov/viewer.html>.



Santa Fé, donde la orilla entrerriana desciende y la santafecina se eleva en altas barrancas.

El objetivo de esta contribución es mostrar las anomalías que presenta el valle de inundación del Río Paraná en su tramo medio tanto en épocas de crecidas extraordinarias como en momentos de estiaje. Para ello, se trabajó con dos áreas de estudio: una de ellas representa al sector Norte, donde se ubican las ciudades de Corrientes y Resistencia; y la otra, al sector Sur del curso medio con las ciudades de Santa Fe y Paraná como referentes, tal como se advierte en la FIGURA 1: Para analizar la superficie ocupada por las aguas en ambas áreas de estudio, tanto en épocas de crecientemente como en estiaje, se utilizaron imágenes del satélite Landsat descargadas del siguiente sitio: <https://landsatlook.usgs.gov/viewer.html>. Asimismo, la contribu-

ción muestra cuáles son las áreas pobladas más comprometidas en las jurisdicciones de Chaco, Corrientes, Santa Fe y Entre Ríos.

En las FIGURAS 2 a 8 se presenta la superficie ocupada por las aguas, tanto en los momentos de crecientemente extraordinarias sucedidas en 1983, 1998 y 2016<sup>1</sup> como durante un estiaje en el año 1986, para ambas áreas de estudio. Los valores derivados del procesamiento de tales imágenes, que expresan dicha superficie en kilómetros cuadrados y en proporción porcentual en relación con el tamaño total de cada área de estudio, fueron volcados en la TABLA 3. El sector que representa al Paraná Medio Norte tiene 9156 km<sup>2</sup>, de los cuales casi la mitad -el 44%- fue cubierto por agua durante la inundación del 83, un poco más de un cuarto -el 27%- en la del 98 y casi el 40% en la del 2016. Durante el estiaje el satélite

refleja agua sólo en un 5% de la superficie analizada. Por otra parte, el sector Sur tiene 6829 km<sup>2</sup>, de los cuales en más de la mitad -un 55%- aparece la cubierta acuosa en la crecientemente del 83 y en casi un cuarto -23%- en la del 98. En épocas de bajante el río ocupa un 13% del área analizada. Ahora bien, si se compara el incremento de la superficie ocupada por las aguas durante las crecientemente en relación con la ocupada en la bajante (TABLA 4) se puede advertir que en la inundación de 1983 el agua reflejada por la imagen tuvo un aumento del 700%, mientras que para el año 1998 fue del 390% y para el 2016 del 430%. Los guarismos que

<sup>1</sup> Cabe mencionar que para el área de estudio del Paraná Medio Sur durante la crecientemente de 2016 no se han podido procesar las imágenes satelitales correspondientes debido a que durante el período de inundación las mismas estuvieron cubiertas por nubes.

Área de estudio	Incremento de la superficie cubierta por agua		
	Junio 1983	Abril 1998	Enero 2016
Paraná Medio Norte	700%	390%	430%
Paraná Medio Sur	340%	83%	-----

TABLA 4: Incremento de la superficie ocupada por las aguas durante las crecientes en relación con la superficie ocupada por aguas en estiaje en las áreas de estudio: Paraná Medio Norte y Sur. Fuente: elaboración propia a partir del tratamiento de las imágenes Landsat.

representan al sector Sur muestran un incremento del 340% de la superficie acuosa para 1983 y del 83% para 1998. Es decir que el impacto que generan las crecientes en el Paraná Medio es mayor en el sector Norte ya que el agua se distribuye en un área que alcanza el doble de kilómetros cuadrados respecto del sector Sur. Tanto la topografía como la cercanía de este último sector con el Pre Delta del Pa-

raná son factores condicionantes de esta situación, sumado a ellos, el cauce del río es mucho más ancho que aguas arriba; en consecuencia la onda de creciente se atenúa enormemente. Al respecto, Paoli et al. (2000: 34) sostienen que el ancho de la planicie de inundación del Paraná, “que varía entre 13 km frente a Corrientes y 56 km en la sección Rosario-Victoria, señala la enorme extensión que puede abarcar

el Paraná en sus grandes avenidas”. Por otra parte, de todas las inundaciones analizadas, la de 1983 fue la más importante, no sólo porque registró las máximas alturas de las aguas sino también porque éstas se extendieron en una mayor superficie y permanecieron por más tiempo ya que superaron los 8 meses.

### LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS

El sector del Paraná medio se encuentra bajo un clima subtropical o templado cálido con un régimen térmico anual que fluctúa entre los 25 y 27°C de media mensual en enero y los 11,8° y 15°C

en julio, según los valores registrados en las estaciones meteorológicas de Paraná Aero y Resistencia Aero, respectivamente (FIGURA 9). Los montos anuales de precipitación rondan los 1200 mm y están bien distribuidos a lo largo de todo el año, aunque

con máximos equinocciales -que superan los 200 mm en el mes de Marzo en Paraná Aero- y una disminución de los montos mensuales invernales, siendo de entre 20 y 25 mm en Julio.

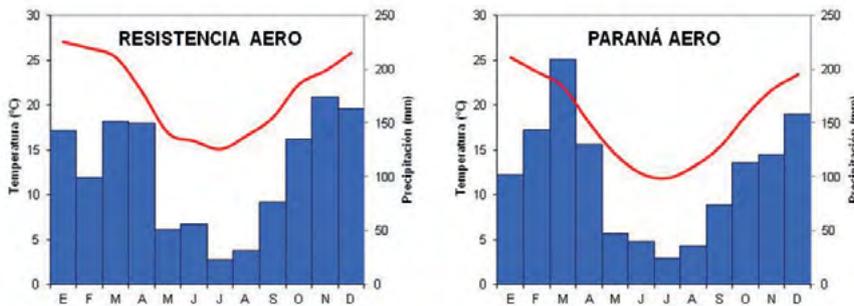


FIGURA 9: Histogramas de temperatura y precipitación (Promedio de la década 2001-2010). Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estadísticas Climatológicas 2001-2010. Fuerza Aérea Argentina.

### BIBLIOGRAFÍA

PAOLI, C. y P. CACIK (2000). Régimen de crecidas y análisis de caudales máximos. En: PAOLI, C. y M. SCHREIDER (editores). El río Paraná en su tramo medio. Contribución al conocimiento y prácticas ingenieriles en un gran río de llanura. Centro de Publicaciones, Secretaría de Extensión, Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina. Tomo 1. pp. 105-171.

PAOLI, C.; IRIONDO, M. y N. GARCÍA (2000). Características de las cuencas de aporte. En: PAOLI, C. y M. SCHREIDER (editores). El río Paraná en su tramo medio. Contribución al conocimiento y prácticas ingenieriles en un gran río de llanura. Centro de Publicaciones, Secretaría de Extensión, Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina. Tomo 1. pp. 27-68.

SCARPATI, O. y VELASCO, E. (2002). La inundación del Río Paraná del año 1998. En GAEA Anales de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, tomo 21-22, pp. 247-259.

# Técnicas hídricas en la producción de riesgos de desastre

María Laura Visintini \*

## Los riesgos de desastre en áreas urbanas

El estudio de los desastres “naturales” desde las Ciencias Sociales y Humanas ha puesto su principal eje en el análisis de su carácter social desde diferentes enfoques y perspectivas. Una de ellas, dentro de la Ecología política urbana, observa que a mayor inversión y sofisticación de las técnicas, mayor es la cantidad de población y bienes expuestos (SWYNGEDOUW & HEYNEN, 2003; COLLINS, 2010). A partir de esto, el análisis se centra en los procesos que producen espacios de riesgo de desastres puesto que algunas dinámicas urbanas estarían potenciando peligrosidades naturales y produciendo, de esta manera, nuevos y desiguales riesgos (MANSILLA, 2000; CALDERÓN, 1998; RÍOS, 2010). Es en la comprensión tanto de las formas de urbanización como de las técnicas implementadas en áreas expuestas a inundaciones donde deberían centrarse las respuestas para la reducción de riesgos de desastre.

Una de las zonas de expansión urbana de la ciudad de Santa Fe en los últimos 30 años se produce en dirección noreste sobre un área que se emplaza sobre el sector sur del valle de inundación del sistema del Paraná, entre el cauce principal del río Paraná y el cauce prin-

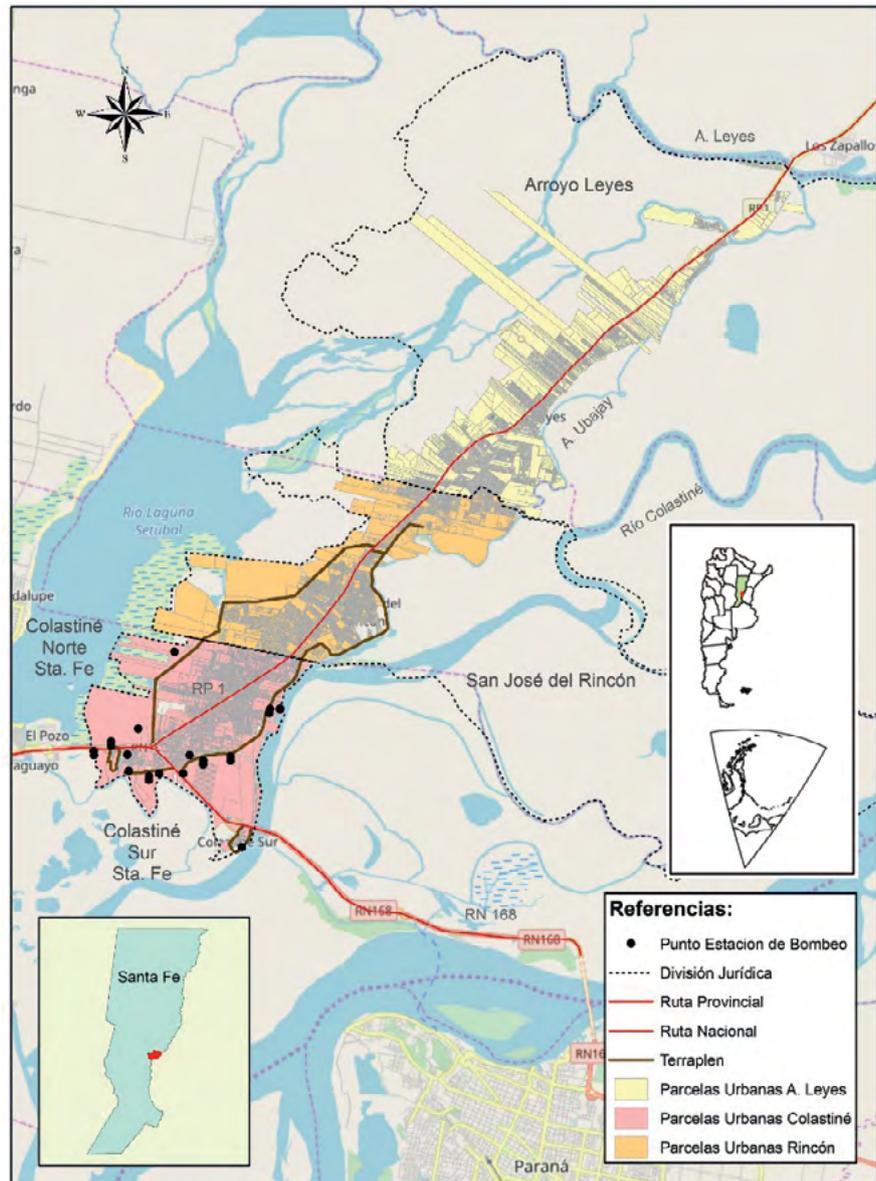


FIGURA 1: Elaboración propia con bases disponibles en IDESF-Santa Fe.

\* Profesora en Geografía. JTP del Seminario Interdisciplinario en Gestión de Riesgos FCJS-UNL (Santa Fe). mlvisintini@yahoo.com.ar



cipal del río San Javier y que administrativamente comprende a los barrios La Guardia-Colastiné Norte y Sur, pertenecientes al municipio de la ciudad de Santa Fe<sup>1</sup>, la ciudad de San José del Rincón y la localidad de Arroyo Leyes, zona que es conocida como “la costa santafesina” (ver FIGURA 1).

La consolidación de esta periferia en parte del aglomerado urbano santafesino se realiza aceleradamente sobre un área que durante el siglo XX estuvo afectada por sucesivas inundaciones<sup>2</sup> y está produciendo transformaciones espaciales significativas para la población que allí reside y sus actividades. Si bien el poblamiento del territorio data de la época colonial, el proceso más acelerado se experimentó en los últimos 30 años<sup>3</sup>.

La dotación de técnicas más importantes desde el punto de vista de la gestión de los desastres fueron los sistemas de defensa contra inundaciones y de infraestructura como la construcción de la Ruta Provincial N° 1 y la Ruta Nacional N° 168, que produjeron efectos importantes en cuanto a la interacción con la dinámica hídrica y la ocupación del territorio. La R. P. N°

1 permite la comunicación y el acceso a esta zona, pero además “funcionó” como defensa<sup>4</sup> hasta la inundación de 1992. Durante este evento más del 50% de la superficie urbana se inundó y se consideró entonces la ampliación del sistema para San José del Rincón y Colastiné Norte, la sobreelevación del existente y la dotación de estaciones de bombeo. Estas estaciones fueron construidas entre los años 1993 y 1996 y se aumentaron de 4,60 metros a un promedio a 9 metros.

## La activación del mercado inmobiliario y la amplificación de la amenaza

Las defensas se convirtieron entonces en la respuesta ante el embate de las inundaciones al tiempo que provocaron una sensación de seguridad sobre la abundante tierra vacante que fuera aprovechada por el mercado inmobiliario que reconvierte espacios otrora inundables en tierra habitable.

En las dos últimas inundaciones<sup>5</sup> la combinación entre lluvias excesivas y crecida extraordinaria del sistema hídrico y la defensa amplificó la amenaza hídrica, ya que si bien evitó el ingreso de aguas del río, se comportó como una trampa que impedía el escurrimiento, produciendo anegamientos, es decir, opera lo que Gilbert White denominó hacia la década del 40 como la “paradoja hidráulica” (RIBAS & SAURÍ, 2006), donde a mayor inversión y sofisticación de las técnicas, mayor es la cantidad de población y bienes expuestos (SWYNGEDOUW y HEYNEN, 2003) (COLLINS, 2010).

Se considera oportuno avanzar en estudios sobre los impactos que las dinámicas urbanas producen sobre áreas inundables como la creciente impermeabilización del suelo que la densificación urbana produce o los escurrimientos diferenciales, así como también la relación que estas tienen con los procesos que se articulan en la generación de ámbitos urbanos y que son desarrollados por el Estado, el sector inmobiliario y la sociedad civil.

<sup>1</sup> El distrito La Costa, para la Municipalidad de la ciudad de Santa Fe, comprende también los barrios: El Pozo, La Boca-Alto Verde, Pro Mejoras Alto Verde, Bajada Distéfano y Vuelta del Paraguayo. El recorte seleccionado, obedece a considerar a aquellos lindantes y ubicados sobre la R.P. N° 1 “Teófilo Mardreón”.

<sup>2</sup> Entre 1905 hasta 2016 hay registros de 15 crecidas donde la altura del río Paraná, según el hidrómetro ubicado en el Puerto de Santa Fe, superó el nivel de evacuación que son los 5,70 metros.

<sup>3</sup> El crecimiento de la población en términos absolutos para el período 1991-2010 fue para las tres localidades del 126% y el de la vivienda, superior al 130%, según datos del IPEC-INDEC.

<sup>4</sup> Durante las crecientes de 1959 y 1961 impidió el paso hacia el oeste, pero produjo una sobreelevación del nivel hasta que fue vencido y quedó cortado en varios tramos. La crecida de 1961 fue tomada como referencia para el replanteo del nivel de cota de la ruta hacia la finalización de su construcción en el año 1963. La creciente de 1966 volvió a sobrepasarla y se volvió a elevar hasta la altura que tiene actualmente.

<sup>5</sup> 29 de marzo de 2007, cuando cayeron casi 400 mm. durante una semana en toda la región y la altura del río a 5,76 metros, y entre diciembre de 2015 y abril de 2016 llovieron más de 800 mm. y el río tuvo una altura de 6,23 metros.

### BIBLIOGRAFÍA

- CALDERÓN, G. (1998). *Geografía de Riesgos. Fundamentos económicos y sociales*. (Tesis doctoral en Geografía).
- COLLINS, T. W. (2010). Marginalization, facilitation and the production of unequal risk: the 2006 Paso del Norte floods. *Antipode*, 42(2), 258-288.
- MANSILLA, E. (2000). *Riesgo y ciudad*. Universidad Nacional Autónoma de México. División de Estudios de Posgrado. Facultad de Arquitectura.
- RIBAS, A. y SAURÍ, D. (2006). De la geografía de los riesgos a las geografías de la vulnerabilidad. En Nogué, J. y Romero, J. (Eds.) *Las otras Geografías*. (285-299). Valencia: Tirant Lo Blanch. Col. Crónica.
- RÍOS, D. M. (2010). Urbanización de áreas inundables, mediación técnica y riesgo de desastre: una mirada crítica sobre sus relaciones. *Revista de Geografía Norte Grande* (47), 27-43.
- SWYNGEDOUW, E. y HEYNEN, N. C. (2003). Urban political ecology, justice and the politics of scale. *Antipode*, 35(5), 898-918.

# Rescate de datos hidrométricos su importancia en estudios hidroclimáticos

Andrés Antico\*, Ricardo O. Aguiar\*\* y Mario L. Amsler\*\*\*



FIGURA 1: Fotografía del puerto de Rosario publicada en un álbum de 1895 (FERRAZINI y Cía., 1895).

El caudal del río Paraná es el tercero más grande de Sudamérica y el sexto del mundo (SCHUMM y WINKLEY, 1994). Por lo tanto, los datos hidrométricos históricos de este río (por ejemplo, observaciones de altura del río) son cruciales para estudiar la variabilidad climática e hidrológica no solo a nivel nacional, sino también a nivel continental y global. Asimismo es importante destacar que estos datos son esenciales para conocer los cambios hidroclimáticos pasados, comprender los presentes y anticipar condiciones futuras. Queda clara entonces la importancia de preservar y hacer accesible esta información a la comunidad científica. Antes de la realización del trabajo aquí descrito, los datos hidrométricos más antiguos (siglo XIX) del Paraná solo se encontraban almacenados en formato papel, en un estado de suma fragilidad y accesibilidad limitada. Es por ello que

realizamos el rescate (escaneo-fotografiado, digitalización y control de calidad) de los datos hidrométricos históricos del Paraná a fin de garantizar su preservación y accesibilidad. Este rescate está descrito en detalle en una publicación más extensa (ANTICO et al., 2018). En el presente artículo presentamos una descripción más concisa destinada a lectores locales.

## FUENTES DE DATOS HIDROMÉTRICOS

La ciudad de Rosario tiene uno de los puertos comerciales más antiguos del país (ver FIGURA 1) donde la altura diaria del Paraná ha sido observada de forma ininterrumpida desde 1875 hasta la fecha. Se trata de los datos hidrométricos más viejos de toda la cuenca del Paraná. La mayoría de estos datos (1884–presente) están manuscritos en libros bien preservados que se encuentran en Rosario en la Delegación Paraná Inferior de la Dirección Nacional de Control de Puertos y Vías Navegables (DNCPVN) (ver los libros en FIGURA 2A). Es sabido que existieron planillas con anotaciones de alturas diarias observadas en Rosario entre 1875 y 1883 (ver GOULD, 1884; WOLFF, 1916). Estas planillas no se localizaron en organismos nacionales. No obstante, y afortunadamente, encontramos una lámina de papel con la gráfica del registro de altura diaria del Paraná en Rosario para 1875–1883 (documento B-VIIIa de SOULAGES y DUCLOUT, 1900).

\* Doctor en Climatología. Investigador del CONICET, Docente de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la Universidad Nacional del Litoral. [aantico@santafe-conicet.gov.ar](mailto:aantico@santafe-conicet.gov.ar)

\*\* Ingeniero en Recursos Hídricos, Profesional de la División Dragado, Relevamiento y Señalización de la Delegación Paraná Inferior de la Dirección Nacional de Control de Puertos y Vías Navegables, Docente de la Facultad Regional Rosario de la Universidad Tecnológica Nacional. [marflia@fibertel.com.ar](mailto:marflia@fibertel.com.ar)

\*\*\* Ingeniero en Recursos Hídricos, Investigador del CONICET en el Instituto Nacional de Limnología, Docente de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la Universidad Nacional del Litoral. [mamsler2003@yahoo.com.ar](mailto:mamsler2003@yahoo.com.ar)

# históricos del río Paraná:

## RESCATE DE DATOS HIDROMÉTRICOS

Obtuvimos imágenes electrónicas de las planillas de los libros de la DNCPVN mediante la utilización de un escáner portátil (ver FIGURA 2A y B). Los datos de las planillas escaneadas fueron digitalizados manualmente por teclado.

Además de escanear los libros de la DNCPVN, fotografiamos la lámina antes mencionada donde están graficadas las alturas del Paraná para 1875–1883. Luego, estas alturas fueron digitalizadas a partir de las fotografías. La combinación de estos datos digitalizados con aquellos obtenidos de los libros de la DNCPVN (1884–presente) permitió obtener el registro de altura de 143 años que se muestra en la FIGURA 2C. Notamos que este registro fue sometido a controles de calidad y se le corrigieron los errores causados por los hundimientos graduales de las escalas más antiguas (1875–1908).

También recopilamos 41 estimaciones de caudal del Paraná

en Rosario que nos posibilitaron construir curvas de descarga (altura-caudal) y convertir el registro de alturas en uno de caudales (ver ANTICO et al., 2018). Por una cuestión de espacio, aquí solo mostramos los datos de altura.

## EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LOS DATOS RESCATADOS EN ESTUDIOS HIDROCLIMÁTICOS

Las variaciones de altura hidrométrica observadas en Rosario son mayormente causadas por los cambios hidroclimáticos que ocurren aguas arriba en la cuenca del Paraná (ANTICO et al., 2018). Teniendo esto en cuenta, a continuación mostramos cómo los datos rescatados pueden ser usados para estudiar la variabilidad hidroclimática de la cuenca del Paraná.

Una relación entre el río Paraná y el fenómeno climático El Niño/La Niña fue hallada en estudios previos que solo abar-

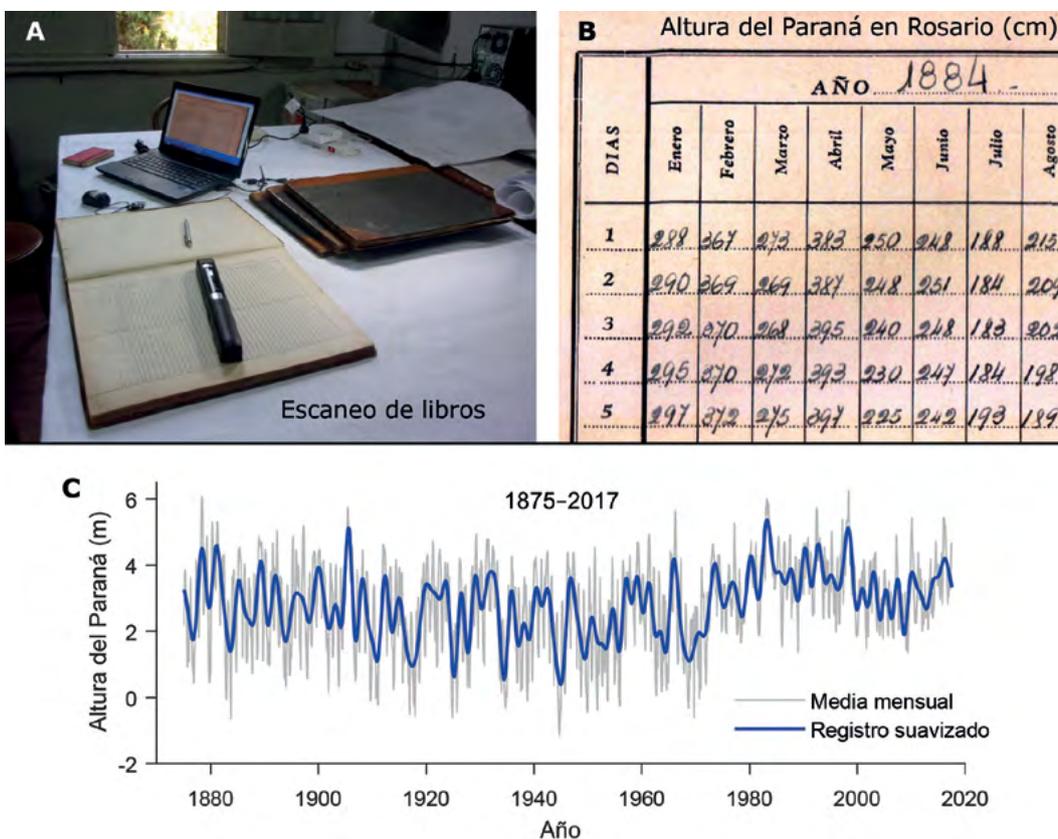


FIGURA 2. Rescate de datos históricos de altura del Paraná.

(A) Escaneo de los libros de datos de altura, realizado en la DNCPVN (Rosario) con el escáner portátil que se observa en la foto sobre el libro abierto.

(B) Ejemplo de una página escaneada de los libros de la DNCPVN; esta página contiene la planilla de alturas diarias observadas en 1884.

(C) Registro de altura media mensual del Paraná en Rosario para enero 1875–julio 2017 (curva gris), y una versión suavizada del mismo (curva azul); esta última se obtuvo mediante la utilización de un filtro FFT que elimina las oscilaciones de 2 o menos años de duración.

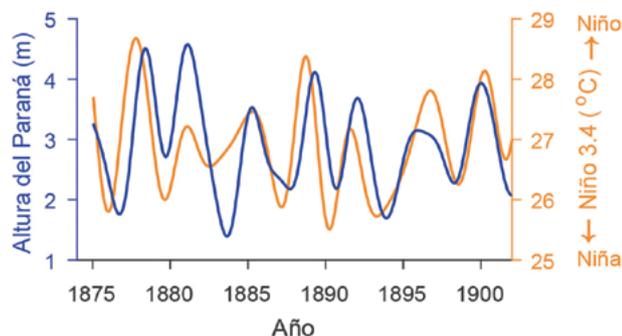


FIGURA 3: Relación observada entre la altura del Paraná y el fenómeno El Niño/La Niña durante los últimos 25 años del siglo XIX. Se muestra el mismo registro suavizado de altura de la FIGURA 2C. También se muestra el registro suavizado del índice El Niño 3.4, que es la temperatura de la superficie del mar promediada sobre una región del Océano Pacífico Tropical (5°S–5°N, 170°O–120°O). Este índice fue suavizado con el mismo método que se usó para el registro de altura (ver la leyenda de la FIGURA 2). Los picos y valles del registro de El Niño 3.4 corresponden a eventos El Niño y La Niña, respectivamente. Nótese que los máximos y mínimos de altura coinciden con episodios El Niño y La Niña, respectivamente.

caron los siglos XX y XXI (ver GARREAUD et al., 2009 y trabajos allí citados). Durante los eventos El Niño, la precipitación aumenta en la cuenca del Paraná y esto, a su vez, aumenta la altura y el caudal del Paraná. En cambio, los eventos La Niña están asociados a una reducción de la precipitación en la cuenca que disminuye la altura y el caudal del Paraná. El análisis de los datos rescatados muestra que esta relación observada entre El Niño/La Niña y el Paraná durante los siglos XX y XXI también existió en los últimos 25 años del siglo XIX (ver FIGURA 3). Este importante resultado demuestra la utilidad y el potencial de los datos rescatados para conocer variaciones hidroclimáticas pasadas.

## CONSIDERACIONES FINALES

El Estado Nacional ha invertido una gran cantidad de recursos durante más de cien años para obtener los datos aquí presentados. Entonces, la pérdida de este patrimonio implicaría haber realizado en vano un esfuerzo humano y económico de notable envergadura. Esto constituye otro motivo importante, además de los científicos e históricos, para realizar rescates de datos hidrométricos.

Los datos que rescatamos están disponibles en una base de datos online internacional (ver ANTICO et al., 2017). Así garantizamos la preservación y accesibilidad de los datos hidrométricos más antiguos del río Paraná.

Por último, mencionamos que estamos rescatando datos hidrométricos históricos no solo en la cuenca del Paraná, sino también en la cuenca del Uruguay, otro gran río del país y del mundo<sup>1</sup>. Nuestro principal anhelo es preservar datos históricos de estos dos grandes ríos para las generaciones presentes y futuras.

## AGRADECIMIENTOS

Numerosas personas e instituciones han colaborado en el rescate de información histórica. Por razones de espacio no se mencionan aquí; referimos al lector a ANTICO et al. (2018) para apreciar el listado correspondiente. En esta publicación queremos destacar la labor de las generaciones pasadas y

presentes del personal de la DNCPVN (Rosario) gracias a la cual existe la invaluable información que aquí mostramos. También destacamos la ayuda que recibimos del Museo Dr. Julio Marc (Rosario). El registro del índice El Niño 3.4 fue obtenido de la página web del GCOS Working Group on Surface Pressure ([http://www.esrl.noaa.gov/psd/gcos\\_wgsp/](http://www.esrl.noaa.gov/psd/gcos_wgsp/)). Este trabajo fue parcialmente financiado por la Universidad Nacional del Litoral a través de sus programas CAI+D y PIRHCA.

## BIBLIOGRAFÍA:

- ANTICO, A., AGUIAR, R. O. y AMSLER, M. L. (2017). Paraná River hydrometric data from Rosario City, Argentina: 1875 to 2017. *PANGAEA*. <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.882613>
- ANTICO, A., AGUIAR, R. O. y AMSLER, M. L. (2018). Hydrometric data rescue in the Paraná River basin. *Water Resources Research*, 54, 1368–1381. <https://doi.org/10.1002/2017WR020897>
- FERRAZINI y Cía. (1895). *Vistas de la ciudad de Rosario de Santa Fe, 2da edición*. Rosario: Ferrazini y Cía.
- GARREAUD, R.D., VUILLE, M., COMPAGNUCCI, R. y MARENGO, J. (2009). Present-day South American climate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 281, 180–195. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2007.10.032>
- GOULD, B.A. (1884). *Anales de la Oficina Meteorológica Argentina, Tomo IV*. Buenos Aires: Oficina Meteorológica Argentina.
- SCHUMM, S. A. y WINKLEY, B. R. (1994). The character of large alluvial rivers. En SCHUMM, S.A. y WINKLEY, B.R. (Eds.) *The variability of large alluvial rivers* (pp. 1–9). Nueva York: American Society of Civil Engineers.
- SOULAGES, E. y DUCLOUT, J. (1900). Memoria sobre las variaciones de altura del Río Paraná frente al Rosario. En *Concurso para la construcción y explotación de un puerto comercial en la ciudad de Rosario*. Buenos Aires: Ministerio de Obras Públicas, Inspección General de Navegación y Puertos.
- WOLFF, E. (1916). Informe de la Oficina Hidrométrica. En *Boletín Mensual Nro. 1* (p. 37). Buenos Aires: Oficina Meteorológica Nacional.

<sup>1</sup> Ver: [www.idare-portal.org/data/parana-uruguay-river-basin-project](http://www.idare-portal.org/data/parana-uruguay-river-basin-project)

# Propuesta de estrategia de evacuación para la ciudad de Santa Fe frente a una crecida extraordinaria: un análisis con SIG

Sophie Mendizabal\*

## INTRODUCCIÓN

En otoño de 2003, un periodo de fuertes lluvias provocó una crecida extraordinaria del río Salado e inundó gran parte de la ciudad de Santa Fe. La cota máxima alcanzó los 20.87 m en los barrios del Norte, o sea 8.87 m encima del nivel del río, y provocaron un total de 160 muertos, 1700 desaparecidos y más de 140.000 evacuados durante una semana entera. Cifras alarmantes cuando se sabe que el territorio está constantemente amenazado por las inundaciones. Efectivamente, la provincia santafesina está ocupada al 70% por zonas húmedas, lo que conlleva a desarrollar un enfoque integral de la omnipresencia del riesgo de inundación, sobre la base de un análisis espacial de calidad.

## GEOMORFOLOGÍA DEL NORESTE ARGENTINO: ¿FACTOR EXPLICATIVO DE LA APARICIÓN DE INUNDACIONES?

La región del noreste de Argentina se caracteriza por: un substrato geológico sedimentario que cuenta con cualidades estratigráficas singulares, tales como la arena fina de cuarzo, la arcilla y los limos; la actividad del Paraná que influyó la sedimentación y el modelaje de los paisajes del noreste; una explotación forestal intensiva en el siglo XX causada por el comercio de la madera, que marcó una pérdida del 86.02% de los bosques en solamente 81 años y aumentó la frecuencia de aparición, la intensidad de las inundaciones y, asimismo, la exposición de la población. Conjuntamente, el número de construcciones, cada vez más creciente, incita a la población a permanecer en zonas inundables. El principal factor explicativo de la aparición de inundaciones, además de una carencia en los sistemas de evacuación de las aguas, es innegablemente por las cuantiosas cuencas subterráneas que cubren la totalidad de la ciudad. Permite entender por qué la evacuación natural de las aguas se vuelve difícil cuando los primeros milímetros aparecen. Esto sobreentiende que la continuidad vertical desempeña el mayor papel, lo que implica que las aguas de superficie estén en contacto casi permanente con las aguas subterráneas y, así, ocasionar un suelo totalmente saturado, lo que mantiene activo el proceso de inundación.

\* Geomática especializada en la Gestión de los Catástrofes y Riesgos Naturales, Diplomada de un Máster en Ingeniería y Gestión Territorial con mención Gestión de los Catástrofes Naturales y de un Máster en Ciencias Geomáticas para el Medio Ambiente y la Ordenación de Territorios. [sophie.geomatic@gmail.com](mailto:sophie.geomatic@gmail.com)

## OBJETIVO

Con el fin de responder a una prevención adaptada en caso de crecida extraordinaria futura, una evacuación eficiente resulta necesaria. Por consiguiente, el objetivo propone optimizar la accesibilidad de la población a las zonas de reagrupación seguras, en base a la creación de tres herramientas SIG.

## HERRAMIENTAS SIG Modelo Digital de Terreno (MDT) 3D

La creación de un MDT en 3D de la ciudad de Santa Fe tiene como propósito visualizar el terreno tomando en cuenta la relación entre la topografía y la ocupación del suelo. Para llegar a un modelo de calidad, se necesitaron varias salidas de campo mediante un altímetro dotado de un sistema de coordenadas, con el fin de completar el archivo shapefile de las curvas de nivel existente en la Municipalidad de Santa Fe. Se actualizaron los datos en las zonas carentes de curvas de nivel siguientes: Alto Verde, las costas sur y este, la ribera izquierda del río Salado y los puentes (puente colgante, puente Gobernador Oroño, ruta 11 y autopista Rosario-Santa Fe).

La etapa siguiente consistió en crear un Triangulate Irregular Network (TIN), o una red irregular de triángulos generada a partir del juego de curvas de nivel. A continuación, se configuró manualmente el factor de exageración vertical aplicado en el eje Z correspondiente al campo de elevación. Este método es interesante para los relieves llanos tales como la ciudad de Santa Fe cuyas altitudes varían entre 10.33 y 21 m para que las variaciones de la superficie queden bien visibles (FIGURA 1). Se pudo demostrar que existe una correlación entre el relieve y las inundaciones pasadas por la fuerte concentración de depresiones en la superficie en ciertas zonas de la ciudad.

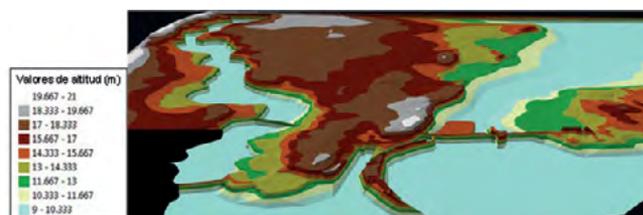


FIGURA 1 Resultado del Modelo Digital de Terreno 3D de Santa Fe en base al cálculo manual del factor de exageración vertical. Fuente: Sophie Mendizabal.

## Simulación de crecida de río: proyecciones al futuro

Una simulación de crecida de río tiene como finalidad identificar espacialmente las zonas potenciales de inundación con más riesgo y permite entender de qué manera una crecida de gran magnitud impactaría en la ciudad.

Para ese método de simulación hidrogeomorfológica estática en 2D, se usó primeramente el software ArcGIS para calcular una dirección de flujos en cada celda que compone el MDT y llegar a una estimación de subida “uniforme” de las aguas para entender cómo la crecida abraza las formas del relieve según el nivel de agua. En paralelo, se usó el software HEC-RAS en base a valores de la inundación de 2003 con el fin de comparar los resultados y sacar una media ponderada en los valores llevando a una simulación 3D dinámica (FIGURA 2).

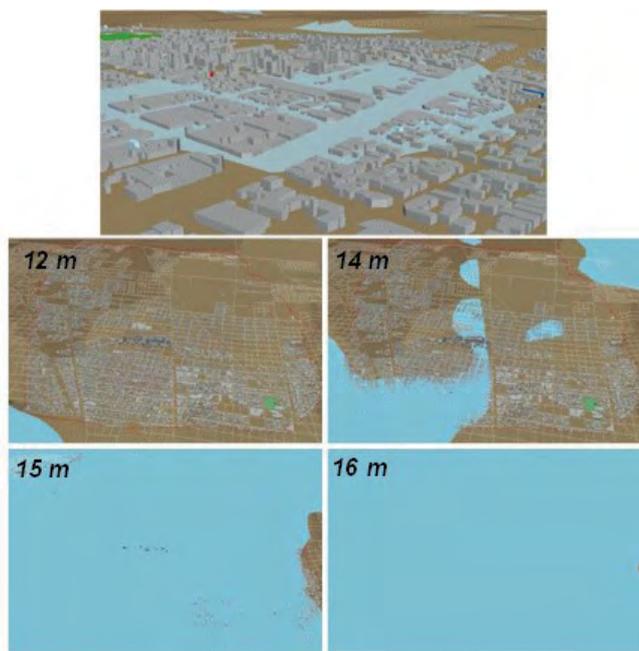


FIGURA 2 Resultado de la simulación dinámica 3D de crecida de río en la zona norte de la ciudad de Santa Fe. Fuente: Sophie Mendizabal.

Los resultados muestran que en el caso de que una inundación extraordinaria sobrepase los sistemas de defensa, primero se inundarían las costas del sur de la ciudad al mismo tiempo que en el oeste antes de llegar al noreste, donde se encuentra la parte más ancha de la laguna Setúbal. Al instante, el agua se expandiría en el norte, afectando los barrios en zonas de depresiones superficiales, para alcanzar poco a poco a los barrios céntricos y, así, terminar inundando los que están localizados en alturas más elevadas, encima de los 17 m de altitud.

## Cálculo de rutas de evacuación

Se elaboró un modelo macroscópico aplicándolo a una escala amplia, la ciudad entera, sin tomar en cuenta el carácter imprevisible de los comportamientos humanos con el fin de obtener resultados a tendencia general. Se utilizó la herramienta Network Analyst de ArcGIS para medir tiempos de desplazamiento pedestre en metro por minuto y optimizar la búsqueda de los caminos menos costosos en tiempo y distancia hacia las zonas de refugio (FIGURA 3). Esos planos, propuestos a la Dirección de Gestión de Riesgo de la Municipalidad, permitieron, por una parte, seleccionar un número consecuente de calles y así permitir una evacuación más fluida hacia los refugios. Por otra parte, se pudieron encontrar nuevos refugios que cumplen con la función (capacidad de acogida, camas, comida, primeros auxilios, etc.). Y por último, se propondrá a los bomberos un trayecto óptimo para ir a cada uno de los refugios en un solo viaje.

## CONCLUSIÓN

En este trabajo, se observó las diferentes variaciones presentes en la superficie de terreno del municipio de Santa Fe para así entender las acumulaciones de agua en ciertos barrios. Por otro lado, la simulación de crecida de río con método hidrogeomorfológico permitió identificar las zonas más impactadas para darles prioridad en cuanto a las medidas de protección. Y por último, gracias al cálculo de rutas óptimas hacia las zonas de reagrupación seguras se mejoró la planificación de la evacuación de los habitantes. Por consiguiente, este estudio inédito marcó una etapa de progresión innegable en la mejora de medidas de prevención y protección contra las crecidas de río en el territorio santafesino.

## BIBLIOGRAFÍA

MENDIZABAL, S. (2016). Modelización y planificación de la evacuación de la zona Norte en la ciudad de Santa Fe de la Vera Cruz (Provincia de Santa Fe, Argentina) contra el riesgo de inundación. *(Tesis inédita de Máster)*. Université Jean-Jaurès, Faculté de Sciences Humaines et Sociales. Toulouse, Francia.



FIGURA 3: Plano de evacuación de la zona de prueba en el norte de Santa Fe.  
Fuente: Sophie Mendizabal.

# Elementos territoriales claves para la

Ricardo Castro-Díaz\*, Pamela Zamboni\*\*, Walter Sione \*\*\* y Pablo Aceñolaza\*\*\*\*



## INTRODUCCIÓN

Yogüin es la palabra Chaná para denominar el fuego: principio activo de la relación entre la ganadería y el suelo en la región. Las implicaciones ambientales de su uso afectan directamente los recursos naturales y los servicios ambientales provistos por los ecosistemas del río Paraná en su tramo medio, en donde las afectaciones por la acelerada apropiación de la tierra para la ganadería dan paso a la configuración de diversas relaciones socioterritoriales productivas, culturales y ambientales isleñas. Este artículo presenta una serie de elementos efectivos para la planificación estratégica, siendo claves para la comprensión de la problemática desde la perspectiva del desarrollo sustentable. A partir de la definición del papel del fuego en la región, se explicitan los actores territoriales involucrados en la causalidad sistémica y variables asociadas a procesos de pampeanización presentes en la dinámica del lugar.

Los efectos del fuego han sido estudiados, en especial sobre la regeneración de biomasa (BRIGGS y KNAPP 1995) y en la dinámica de los ecosistemas (DEBANO et al. 1998; KOZLOWSKI 2012; ZAMBONI 2017). En este contexto la quema del suelo para fines productivos involucra las formas de apropiación del territorio, historia y tradición de las comunidades, técnicas agropecuarias e incluso temas culturales del ser humano (BOWMAN et al. 2011).

El uso tradicional del fuego está ampliamente extendido en la región debido a su asociación con la renovación de los pastizales para la producción ganadera. Por tanto, las autoridades locales buscan mejorar el actual sistema de control y seguimiento a las zonas afectadas por las quemas, mientras que los productores ganaderos requieren tener a disposición los criterios técnicos de su entorno para reducir los efectos de propagación del fuego. Así cobró impulso en los últimos años la ley provincial de manejo del fuego en las provincias asociadas al PM (Santa Fe, Corrientes y Entre Ríos).

La forma de abordar tal situación se debe centrar en reconocer que estos procesos, actualmente, se llevan a cabo con baja o nula planificación, acelerando la propagación de los incendios debido al estado del combustible al momento de la quema (ZAMBONI et al. 2013). Por esto, la Secretaría de Ambiente de Entre Ríos (2009) en el marco del Plan de Manejo del Fuego señala que la densidad de actas de infracciones es superior a las solicitudes de autorización para la quema. Lo que implica la necesidad de apoyar la tarea de seguimiento y control que ejercen las autoridades locales, priorizando la concienciación acerca las consecuencias de tales prácticas realizadas con poca previsión.

\* Geógrafo, Especialista en Cambio Climático y Protocolo de Kyoto, Especialista en Aplicativos SIG y Sensores Remotos, Magíster en Geomática y Doctor en Geografía. Docente-Investigador y posdoctoral del Centro Regional de Geomática (FCyT-UADER/CONICET).  
ircastrod@unal.edu.co

\*\* Licenciada en Biodiversidad, Magíster en Conservación y Gestión del Medio Natural, Doctora en Ciencias Biológicas, Docente Centro Regional de Geomática (FCyT-UADER).  
pamelazamboni@gmail.com

\*\*\* Ingeniero Agrónomo Especialista en Teledetección, SIG y Cartografía Doctor en Ciencias Aplicadas. Director Centro Regional de Geomática (FCyT-UADER).  
wsione@gmail.com

\*\*\*\* Licenciado y Doctor en Ciencias Biológicas. Investigador CONICET.  
acenolaza@gmail.com

# gestión del fuego en el Paraná medio

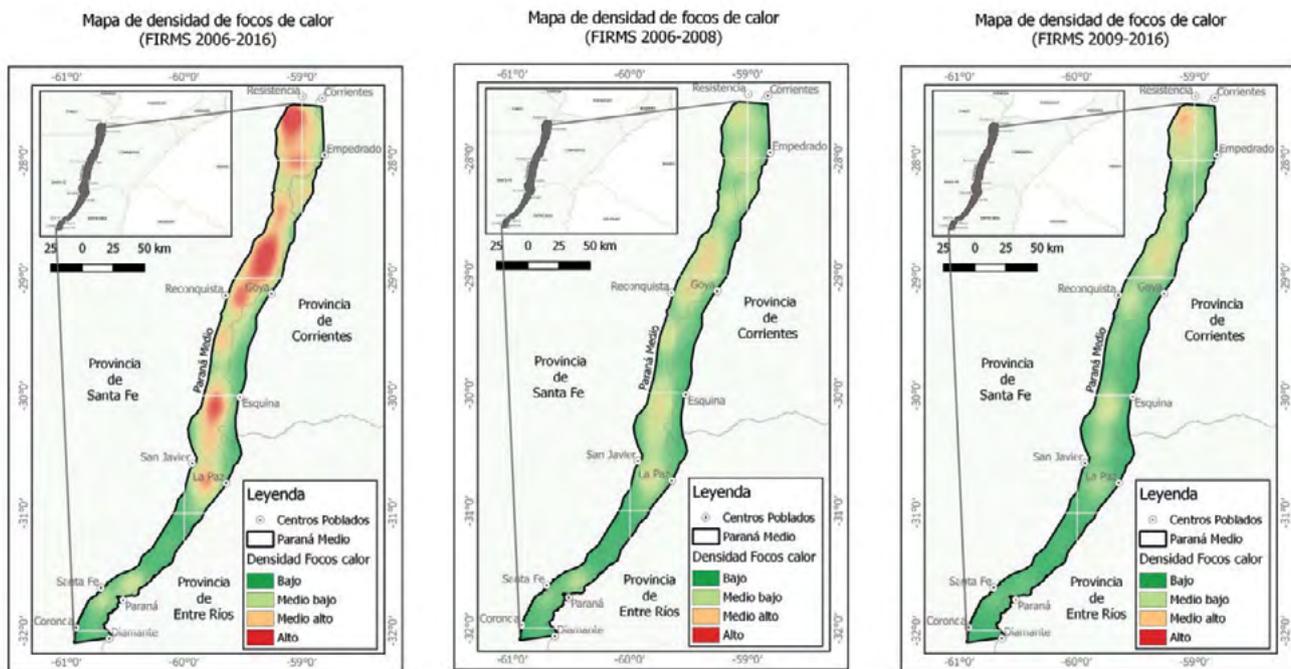


FIGURA 1: Mapas de densidad de focos de calor (Datos FIRMS-NASA) para el PM (ZAMBONI 2017).

## ELEMENTOS PARA LA GESTIÓN DEL FUEGO

Para el PM se identificaron más de 11.000 focos de calor para el período 2006-2016, de los cuales el 55% fue previo a la implementación de las normativas provinciales de manejo del fuego (2006-2008) (FIGURA 1). Los incendios del PM presentan un patrón de ocurrencia otoñal/invernal (70% de los focos de calor) con quemas asociadas al pastoreo en la región (ZAMBONI et al. 2013).

Por lo tanto, para reducir los efectos adversos de propagación, se debe reconocer la forma tradicional de manejo para la mejora del forraje dedicado a la producción pecuaria y la necesidad de involucrar participativamente a los actores territoriales en el diálogo sobre el uso sostenible del fuego.

## ACTORES TERRITORIALES: LIMITACIONES Y NECESIDADES

Los actores se tipifican según la causalidad de sus acciones e involucramiento en la cuestión del fuego en la región:

- Los productores ganaderos que utilizan el fuego como método básico para el manejo de pastizales requiriendo información estratégica y accesible sobre los ciclos asociados a la gestión del fuego para reducir la propagación del incendio hacia otros ecosistemas.

- Los técnicos de campo y extensionistas que asesoran sobre las pautas de manejo productivo ganadero en pastizales a los productores y evalúan la forma de instrumentalizar las normativas vigentes. Ellos requieren acceso a información aplicada a la zona particular de trabajo en islas, aumentando la evaluación in situ de las características del lugar con base en las condiciones ambientales preexistentes.

- Los pobladores de la región y zonas conexas visibilizan la problemática de los incendios en el deterioro del suelo, pérdida de coberturas vegetales y biodiversidad, pérdida del recurso forrajero y amplificación del riesgo por incendio. Muchos de ellos son asignados, en calidad de “puesteros”, por los productores para cuidar y proteger sus bienes, cumpliendo funciones de laboreo, pastoreo y vigilancia a los predios.

- La academia, las instituciones y las ONG llevan a cabo investigaciones sobre las características biofísicas del sector de islas, sirviendo de referencia sobre el conocimiento científico para los planes vinculados a la ordenación territorial.

Estos actores representan el sector productivo, poblacional e institucional del PM, ejemplificando la situación problemática asociada al fuego, desde la comprensión de sus medios de producción, formas de apropiación o nivel de involucramiento.

## ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS BASADAS EN EL USO DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Diversas instituciones, como el Centro Regional de Geomática (FCyT/UADER), SENASA, INTA, Dirección General de Recursos Naturales, Secretarías de Ambiente y Administración de Parques Nacionales, resultan de vital importancia para la gestión del fuego en el territorio a través de los Planes Provinciales de Manejo del Fuego (PPMF) sirviendo de base para nuevos procesos que involucren la producción, apropiación y retroalimentación del conocimiento para solventar los requerimientos en la toma de decisión. Dos principales estrategias pueden estar dirigidas con el fin de combinar los esfuerzos de estas instituciones teniendo como fin el uso de la información geográfica:

1. Uso de herramientas metodológicas de Tecnologías de Información Geográfica Participativas que requieren el continuo involucramiento de los actores territoriales participantes (BARRERA 2009; MASSERA Y FREDDO 2014).

Este proceso participativo, también se plantea dentro del Plan Provincial de Manejo del Fuego que busca el desarrollo de sistemas de alerta temprana de incendio para los Planes de Vigilancia desde la generación de información sobre el uso de la quema en fines productivos.

2. Promoción de la apropiación de la información científica existente, retroalimentación para la generación de nuevos datos y continuidad en nuevos espacios de concertación, diálogo y extensión con las instituciones provinciales, los actores territoriales y la academia bajo el amparo del PPMF y el desarrollo del Sistema Informativo de Alerta de Incendios, procurando “la distribución en el tiempo de los recursos para la prevención y, determinar el funcionamiento de la red de detección y los medios de extinción” (AMBIENTE, 2009) ■

### BIBLIOGRAFÍA

- BARRERA, S. (2009). Reflexiones sobre Sistemas de Información Geográfica Participativos (SIGP) y cartografía social. *Cuadernos de Geografía*, (18), 9.
- BOWMAN, D. M., BALCH J., ARTAXO, P., BOND, W. J., COCHRANE, M. A., D'ANTONIO, et al. (2011). The human dimension of fire regimes on Earth. *Journal of biogeography* 38 (12), 2223-2236.
- BRIGGS, J. M. y KNAPP, A. K. (1995). Interannual variability in primary production in tallgrass prairie: climate, soil moisture, topographic position, and fire as determinants of aboveground biomass. *American Journal of Botany*, 1024-1030.
- DEBANO, L. F., NEARY, D. G. y FFOLIOTT, P. F. (1998). *Fire effects on ecosystems*. Nueva York: John Wiley & Sons.
- KOZLOWSKI, T. T. (2012). *Fire and ecosystems*. Amsterdam: Elsevier
- MASSERA, C. B. y FREDDO, B. V. (2014). SIG participativo: construcción de una cultura de información democrática. *Comunitaria*: 71.
- PROVINCIA DE CORRIENTES (2006) Ley No. 5590. Ley Provincial de Manejo del Fuego. Boletín Oficial de la provincia, 8 de marzo de 2006. Argentina
- PROVINCIA DE ENTRE RÍOS (2008) Ley No. 9868. Ley Provincial de Manejo del Fuego. Boletín Oficial de la provincia, 28 de septiembre de 2008. Argentina.
- PROVINCIA DE SANTA FE (2000) Ley No. 11872. Ley Provincial de Manejo del Fuego. Boletín Oficial de la provincia, 30 de noviembre de 2000. Argentina.
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE (2009). Plan Provincial de Manejo del Fuego. Gobierno de Entre Ríos. Paraná.
- ZAMBONI, L. P. (2017). Dinámica del fuego en el Complejo Litoral de Río Paraná, integrando información satelital y de terreno, Universidad Nacional de Salta. Doctorado en Ciencias Biológicas.
- ZAMBONI, L. P., TENTOR, F. R., SIONE, W. F., HARDTKE, L., DEL VALLE, H. F., QUIGNARD, I. y ACEÑOLAZA, P. G. (2013). Patrones espacio-temporales de incendios en el Complejo Litoral del Río Paraná. *Interciencia*, 38(9), 634.

# Zooplankton: la biodiversidad oculta

Susana José de Paggi \* y Florencia Rojas Molina \*\*

## INTRODUCCIÓN

El río Paraná Medio es parte de un importante macrosistema fluvial y como tal constituye una compleja red de ambientes acuáticos fluviales y lénticos conectados entre sí. La gran diversidad de su fauna y flora está sustentada por la alta heterogeneidad ambiental de su planicie lateral de inundación y su ubicación biogeográfica. Su macrofauna está compuesta por vertebrados de distinto tamaño y grupos zoológicos, pero hay otra diversidad oculta a nuestros ojos en sus aguas turbias. Es la compuesta por microinvertebrados asociados en comunidades que habitan tanto en los ríos como en las lagunas de la planicie. Entre ellos, la comunidad zooplanctónica ocupa un lugar destacable por su riqueza

de especies y por su ubicación en las cadenas tróficas, ya que es el “regulador” de la densidad y composición de las microalgas del fitoplancton de las que se alimenta, y a su vez sustenta al nivel trófico de los peces, siendo el alimento obligado en los primeros estadios de desarrollo de estos y un recurso importante en los adultos de muchos peces y aún de aves asociadas a los ambientes acuáticos.

## QUIÉNES INTEGRAN EL ZOOPLANKTON

Esta comunidad que vive en suspensión en el agua, está integrada principalmente por tres grandes grupos: Rotíferos, Cladóceros y Copépodos (FIGURAS 1-3). Son microscópicos, transparentes, de formas delicadas, muy variadas e hidrodinámicas, protegidas con finas lorigas o exoesqueletos de quitina. Respecto del tama-

ño, el orden es salvo excepciones, Rotíferos < Cladóceros < Copépodos (<100 µm a >1000 µm). Su ciclo de vida es menos de dos semanas en los Rotíferos a poco más de un mes en Cladóceros y más extenso en Copépodos. Funcionalmente, pueden ser detritívoros, herbívoros y carnívoros.

La composición del zooplankton del Paraná Medio ha sido analizada durante varias décadas en su canal principal, desde la confluencia con el río Paraguay hasta Diamante, centrado principalmente en el área Paraná – Santa Fe), incluyendo cauces menores y lagunas (JOSÉ DE PAGGI y PAGGI, 2007).

Se conocen hasta el momento unas 450 especies. Muchas de ellas de distribución cosmopolita, algunas pantropicales, pero también se encuentran especies endémicas de la región Neotropical, en especial de la fauna

\* Doctora en Ciencias Naturales - Investigador de Conicet (retirada)

\*\* Doctora en Ciencias Biológicas - Investigador de Conicet



FIGURA 1: Rotífero, Género *Asplanchna*. Tamaño 650 µm.



FIGURA 2: Cladócero, Género *Ceriodaphnia*. Tamaño 430 µm.



FIGURA 3: Copépodo, Género *Cyclops*, hembra y macho. Tamaño de la hembra (sin sedas de la furca) 853 µm.

amazónica. El río es un corredor fluvial, que constituye una importante vía de penetración de dicha fauna hacia el sur. Por otro lado, las tres grandes cuencas suramericanas (Orinoco, Amazonas y Del Plata) comparten muchas especies debido a que sus planicies de inundación están hidrológicamente conectadas, al menos temporalmente (MORELLO, 1984), lo que ha contribuido a la dispersión.

### ESTRATEGIAS DE SUPERVIVENCIA DE LOS ORGANISMOS DEL ZOOPLANCTON

En los ríos los zooplanctontes son sometidos al arrastre o advección de los flujos unidireccionales. Como respuesta, la comunidad está compuesta principalmente de Rotíferos, estrategias "r", con ciclos de vida cortos, alta tasa reproductiva y rápido desarrollo embrionario. Estos, a diferencia de Cladóceros y Copépodos, hacen una mejor selección del alimento pudiendo rechazar el ingreso de partículas minerales suspendidas en el agua (arenas, arcillas, etc.).

Por otro lado, los ambientes de la planicie, como todos los dulciacuícolas, son altamente inestables ya que muchos de ellos sufren desecación. Es así que los tres grupos de zooplanctontes convergen en adaptaciones a tal inestabilidad, desarrollando evolutivamente estrategias de supervivencia para los momentos más desfavorables tales como los estados de quiescencia (reducción extrema del metabolismo) o de dormancia. Esto implica la producción de huevos de resistencia o durables (FIGURA 4), con gruesas cubiertas, que pueden permanecer por décadas enterrados en los sedimentos conservando su viabilidad. Ello asegura la persistencia de las especies en el sistema y también su dispersión. En el río Paraná se ha observado que las grandes masas de plantas flotantes que son arrastra-



FIGURA 4: Rotífero, Género Filinia, tamaño cuerpo 150 µm, con huevo de resistencia.

das por la corriente, transportan huevos de resistencia de numerosas especies, que conservan su viabilidad y con ello la capacidad de "repoblar" nuevos ambientes (BATTAUZ *et al.* 2016). También se observó que el pez más abundante del Paraná, el sábalo, *Prochilodus platensis*, que posee hábitos iliófagos, cuando succiona el "barro" del fondo, ingiere huevos de resistencia que han sedimentado. El análisis del tracto final de su intestino ha mostrado huevos de numerosas especies del zooplancton, que también fuera del intestino conservan su viabilidad (BATTAUZ *et al.*, 2015) y por lo tanto pueden ser dispersados en sus rutas migratorias.

### EL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DEL RÍO Y SU RELACIÓN CON EL ZOOPLANCTON

Si bien las comunidades biológicas son reguladas por un complejo entramado de factores físicos y biológicos, el régimen hidrológico con su alternancia de inundación y sequía, aguas altas-aguas bajas, con cambios asociados de caudal, sedimento transportado, velocidad de corriente, duración e intensidad de estas fases, constituye el macrofactor que regula la abundancia y distribución de las especies zooplanctónicas (JOSÉ DE PAGGI y PAGGI, 2007, 2014).

Durante aguas bajas, los cauces presentan una menor rigurosidad física

al tener menor caudal y velocidad de corriente. Los ambientes del sistema se encuentran "menos conectados o desconectados" entre sí y presentan una identidad más definida. Así en el canal principal, secundarios y tributarios, las poblaciones alcanzan su mayor abundancia, principalmente si hay un acople de aguas bajas y temperaturas cálidas; en algunos años se han registrados densidades de casi 150 individuos por litro en el canal principal y más de 1000 individuos por litro en las lagunas (JOSÉ DE PAGGI, 2007). Ocurren sucesiones rápidas en la composición de las especies por las interacciones bióticas, como la competencia entre especies y la depredación, principalmente por peces. También este aislamiento en períodos cálidos favorecería la eclosión de huevos de resistencia aumentando la diversidad taxonómica o diversidad alfa (número de especies por ambiente).

A medida que el río aumenta su nivel, gradualmente se establecen las conexiones hidrológicas entre ambientes del canal principal y la llanura, favoreciendo el intercambio de agua, nutrientes y organismos. Finalmente, los ambientes pierden su identidad y hay una gran homogenización, en general la abundancia del zooplancton en unos y otros es baja, pero hay una gran redistribución de las especies por el flujo del agua.

## EL ZOOPLANCTON DEL RÍO PARANÁ Y LOS CAMBIOS AMBIENTALES

Desde el comienzo de la civilización, el hombre ha ubicado sus asentamientos en las orillas de los ríos debido a los servicios que estos prestan. De este modo, estos sistemas han sido expuestos gradualmente a múltiples amenazas derivadas de la actividad humana, como manipulaciones hidrológicas, uso de la tierra, introducción de especies exóticas, etc. Todas ellas influyen en el comportamiento de las comunidades biológicas a distintas escalas (TOCKNER *et al.*, 2010), las que por lo tanto, pueden ser indicadoras tempranas de los cambios que ocurren. El escenario del Paraná Medio no escapa a estas consideraciones, así, la construcción de represas aguas arriba, los cambios en la estacionalidad y duración de las fases de inundación-se-

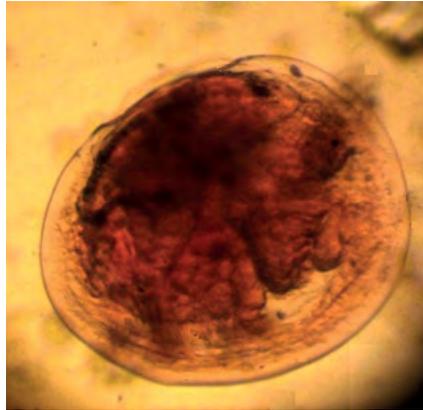


FIGURA 5: Larva de *Limnoperna fortunei*.  
Tamaño 320  $\mu$ m

quía relacionado posiblemente con la variabilidad climática (GARCÍA Y MECHOSO, 2005) y las invasiones biológicas podrán ser ejemplo de ello. En los años 90 se registró la presencia del molusco invasor asiático *Limnoperna fortunei*, cuya dieta, además de algas, incluye Rotíferos y Cladóceros, pudiendo impactar en la abundancia

del zooplancton (ROJAS MOLINA *et al.*, 2015). Los estudios de largo plazo, han indicado cambios en el zooplancton del río. Desde fines de los años 90, considerando solamente los momentos más productivos (aguas bajas), se observó una sostenida disminución de la abundancia del zooplancton, de casi 100 veces (JOSÉ DE PAGGI *et al.*, 2014). En las últimas décadas, las larvas de *L. fortunei* (FIGURA 5) pasaron a ser un componente más del zooplancton, a veces más abundantes que los Rotíferos (ROJAS MOLINA *et al.*, 2015). La complejidad de factores interactuantes, el orden temporal en que se registran y la ubicación espacial de estas alteraciones impiden dilucidar el alcance de los efectos individuales pero nos alertan de la necesidad de controles permanentes de las comunidades biológicas, el zooplancton entre ellas, para un mejor conocimiento y manejo del recurso y su sustentabilidad.

### BIBLIOGRAFÍA

- BATTAUZ, Y., JOSÉ de PAGGI y S. B. y PAGGI, J. C. (2015). Endozoochory by an ilyophagous fish in the Paraná River floodplain: a window for zooplankton dispersal. *Hydrobiologia*, 755 (1), 161-171.
- BATTAUZ, Y., JOSÉ de PAGGI, S. B. y PAGGI, J. C. (2016). Macrophytes as dispersal vectors of zooplankton resting stages in a subtropical riverine floodplain. *Aquatic Ecology*, 1-11.
- GARCÍA, N. O. y MECHOSO, C. R. (2005). Variability in the discharge of South American rivers and in climate. *Hydrological Sciences Journal* 50, 459 – 477.
- JOSÉ DE PAGGI, S. B. y PAGGI, J. C. (2007). Zooplankton. En IRIONDO M. H., PAGGI, J. C. & PARMA. M. J. (Eds.). *The Middle Paraná River*. (pp. 229-249). Alemania: Springer Germany.
- JOSÉ DE PAGGI, S. B. y PAGGI, J. C. (2014). El zooplancton de los grandes ríos sudamericanos con planicie de inundación. *Revista FABICIB* 18, 166-194.
- JOSÉ DE PAGGI, S. B., DEVERCELLI, M. y ROJAS MOLINA, F. R. (2014). Zooplankton and their driving factors in a large subtropical river during low water periods. *Fundamental and Applied Limnology* 184, 125-139.
- MORELLO, J. (1984). Perfil ecológico de Sudamérica. Características estructurales de Sudamérica y su relación con espacios semejantes del planeta. Argentina: Ediciones Cultura Hispana ICI.
- ROJAS MOLINA F., JOSÉ DE PAGGI S. y PAGGI J.C. 2015. Impacts of *Limnoperna fortunei* on zooplankton. En: BOLTOSKOY D. (Ed.) *Limnoperna fortunei: the ecology, distribution and control of a swiftly spreading invasive fouling mussel*. Springer (pp.177-190). Suiza: Springer International Publishing Switzerland
- TOCKNER, K., PUSCH, M., BORCHARDT, D. y LORANG, M. S. (2010). Multiple stressors in coupled river-floodplain ecosystems. *Freshwater Biology*, 55 (1), 135-151.



# Usos del suelo y valoraciones diferenciadas del territorio en Puerto Reconquista

Emilas Darlene Carmen Lebus \*

## Encuadre y sustento del estudio

Este trabajo es parte de un proyecto de investigación titulado “El Río Paraná como escenario de conflicto. Actividades productivas, territorialidades y sujetos en las riberas de la Región Nordeste después del 2000”, aprobado por la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la UNNE, Resol. N°: 985/14 del CS (Consejo Superior de la UNNE). Código: CH02-2014; período de ejecución: 2015-2018.

El estudio de los diferentes destinos (usos) que los habitantes dan a la ocupación o utilización de un lugar permite descubrir situaciones que entrañan conflictos territoriales.

*\* Profesora y Licenciada en Geografía. Magister en Epistemología y Metodología de la Investigación Científica. Doctoranda en Ciencias Cognitivas. Docente e Investigadora Categoría II. Facultad de Humanidades, Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Departamentos de Geografía y de Ciencias de la Información.*

emilaslebus@gmail.com

Dichos usos conllevan una “apropiación diferenciada” del espacio, donde el “territorio” expresa la lucha por su control, pues, siguiendo el planteo de Robert Sack (1986), la territorialidad humana no es una apetencia instintiva (como en los animales) sino una estrategia de control de un área mediante el ejercicio del poder. La territorialidad se construye mediante las motivaciones, intereses y tácticas para controlar un grupo, sus acciones o sus recursos controlando el territorio. Esto se liga al grado de poder que un sujeto (persona, grupo o institución) maneja en la trama de poder socio-político que sostiene un proceso de ocupación territorial. Schneider y Peyré Tartaruga sostienen que la delimitación de áreas específicas “*se hace territorio* solamente cuando sus límites son utilizados para influenciar el comportamiento de las personas a través del control de acceso de sus límites” (2006:76; la cursiva es mía: E.L.). Para entender estos procesos hay que considerar –siguiendo a Milton Santos, 2000)- el modo especial (singular) en que una po-

blación construye y organiza un espacio con fines productivos, en este caso, centrado en el recurso “agua”, el “río” y, por ende, históricamente, vinculado a la actividad pesquera. Por ello, “Jaaukanigás” es el signo-‘nombre’ de esta formación geográfica (o espacio concreto) donde el tiempo ha ido ligando a la gente (ribereños) con el agua.

## Metodología de estudio

Los resultados parciales de esta investigación –que aquí se presentan- surgieron del análisis de los datos obtenidos en el terreno, mediante observación directa y participante (en situaciones de conversación con lugareños) y entrevistas. Esta información se comparó con cartas topográficas e imágenes satelitales (impresas, del IGN, y las obtenidas del Google Earth entre 2015 y 2016). Se contrastaron las expresiones de los entrevistados con registros propios sobre los hechos y fotografías tomadas. El conocimiento surgió relacionando conceptos con datos de la realidad observada.

## Resultados hallados

La ribera paranaense en el área circundante a Puerto Reconquista muestra una complejidad en los usos del suelo, con una clara tendencia a la reestructuración de los usos tradicionales hacia una lógica de acumulación, asociada al poder económico (de nuevos actores) y a diversos fines productivos que buscan establecerse en la ribera. El modo de vida predominante, en el común de la población del puerto, es la pesca. Pero en el puerto también converge la pesca de-

portiva (el famoso Concurso Argentino de Pesca del Surubí y la pesca como recreación –otros concursos menores que se realizan con frecuencia-). Esta actividad es liderada por pescadores foráneos al puerto, radicados en la conurbación Reconquista-Avellaneda o en otras ciudades de Argentina o el mundo.

Estas actividades “aparentan” desarrollarse sin ningún tipo de conflicto. Y aunque no se registran actos de violencia física, sí existe una puja de intereses por el uso de la ribera. Existen largaderos y guarderías de lanchas privados con un uso selecto de lugares destinados a pescadores deportivos, de ingresos medios-altos y altos. En contrapartida, los pescadores comerciales, o los que pescan para vivir, residentes del puerto, son desplazados cada vez más en su acceso al río, quienes disponen de un espacio muy reducido para largar sus lanchas. Para éstos, el río está cada vez más lejos. Uno de los entrevistados –sin rodeos- señaló: “Nos estamos quedando sin río”.

Además, los propios lugareños reconocen la transformación en la ribera: un espacio vulnerable, un territorio permeable al ingreso de droga, cuyo consumo se ha expandido entre los jóvenes y hasta en los niños del barrio. Las problemáticas sociales (hacinamiento, promiscuidad, maltrato, explotación en los escasos puestos de trabajo existentes en el lugar), sumado a los insuficientes mecanismos de control y a la inseguridad, definen un escenario muy complejo, donde prima el desamparo. Las expresiones de los lugareños aluden al puerto como “tierra de nadie”, lo que significa, como contradicción dialéctica, ‘tierra de todos’. Es decir, cualquiera puede apropiarse del territorio, cambiarle el destino rápidamente, imponer otros usos, desplazar a antiguos ocupantes, marginarlos o excluirlos (casi siempre en forma paulatina). (FIGURA 1)



FIGURA 1: Embarcaciones de pescadores comerciales, confinadas en un reducto. La barcaza de más lejos (privada) transporta hacienda vacuna de las islas.

Fuente: fotografía propia. Emilias Lebus. Octubre 2016.



FIGURA 2. Arriba, las areneras privadas. Abajo, galpones para usos relacionados a la pesca deportiva: privatización del frente fluvial.

Fuente: fotografías propias. Emilas Lebus. Octubre 2016.

La convergencia de distintas lógicas de poder, en una trama compleja, explica por qué la gran mayoría de la gente del puerto no es dueña de su terreno; no hay títulos que resguarden la pertenencia de la tierra, lo que contribuye a una mayor vulnerabilidad. El derecho deviene aquí de la instalación ancestral en el lugar, aunque en los últimos años se radicó población no oriunda del puerto, acarreado una tensión latente, a nivel del imaginario colectivo, relacionada con los usos del suelo.

La falta de saneamiento y servicios básicos (agua potable de calidad, cloacas y medidas de protección ante inundaciones -que es un fenómeno recurrente-), más la dilación en tomar medidas estructurales para revertir situaciones de vulnerabilidad social y lograr condiciones de habitabilidad dignas, explica por qué la gente se percibe abandonada a su propia suerte. Un dato que refuerza esta idea es que la pesca deportiva, principalmente el Concurso Argentino de Pesca del Surubí, en 30 años no ha realizado ninguna re-inversión en el puerto; el principio de solidaridad social no se cumple en este caso e incluso -como bien lo señalan los mismos pescadores oriundos de la ribera- tal evento los perjudican, pues se les obliga a suspender su oficio -la pesca- varios días antes. Además éstos se sienten perseguidos (por ej. si alguien caza un carpincho para dar de comer a sus hijos), mientras se permite a pescadores de la ribera correntina, de Goya -donde está prohibido pescar-, entrar en riachos e islas del lado santafesino a hacer estragos en el río (capturando peces fuera de medida o generando depredación de carpinchos). El espacio acuático mismo se convierte en un territorio conflictivo, donde se evidencia un problema de inacción e incompatibilidad de jurisdicciones, legislaciones y controles respectivos.

Por otra parte, la gestión municipal -según los entrevistados- está más preocupada por recaudar votos en épocas de elecciones o por adecuar espacios públicos del puerto sólo en ocasiones especiales. Pero no hay acciones sostenidas por mejorar la higiene, el alumbrado, las calles o crear infraestructura que signifique un cambio cualitativo de las condiciones de vida de la población local. Asimismo, las empresas areneras, que han acaparado cada vez más espacio para su actividad y que son las que más tránsito generan, tampoco realizan mantenimiento (Ver FIGURA 2).

Pero, sin duda, uno de los hechos más expresivos de la conflictividad subyacente por el territorio es la privatización de la ribera, con una ocupación intensiva del frente fluvial del San Jerónimo, brazo del Paraná, cuyo control garantiza una conexión directa con el curso principal del río Paraná. Cada vez más avanza la radicación de empresas que construyen enormes galpones y depósitos orientados al turismo y la pesca deportiva. Esto desplazó a la población local del frente fluvial, la vista al río, quedando el barrio confinado tierras adentro. Incluso más al sur, donde se extiende un área recreativa pública que se llena de visitantes los días feriados, también tiende a la ocupación privada de enclaves selectos junto al río: casas de fin de semana y campings privados. Son llamativos los carteles indicadores de ese uso "particular", rotulados con la expresión: "Propiedad Privada; no pasar", signo del proceso antes mencionado. (FIGURA 3: nótese la amplitud de las instalaciones sobre el frente fluvial San Jerónimo, en contraste con el resto).



FIGURA 3. Usos del suelo en Puerto Reconquista: diferentes sectores / Fuente: Elaboración propia sobre imagen del Google Earth. Octubre 2016.

## Conclusiones

Podemos destacar las siguientes ideas síntesis:

- 1.- Existe una marcada tendencia a la ocupación del frente fluvial por grupos más poderosos, ligados a otras actividades económicas que no es la pesca como medio de vida. Existe pues un desplazamiento territorial de la actividad originaria de la población del lugar: la pesca comercial o de subsistencia. Aparece el poder económico como táctica para lograr el corrimiento de sus límites de operatividad y disponer así del suelo con otros fines.
- 2.- Es muy significativa la tendencia a la privatización del frente fluvial, lo que genera un cambio de percepción y de vivencia de los lugareños, habitantes ligados al río.

- 3.- Se aprecia una tensión entre la pesca deportiva y la comercial y/o de subsistencia, asociada a un *conflicto permanente en el espacio mismo del río*.
- 4.- Estos procesos definen situaciones de colisión de intereses por el control del territorio con distintos fines.
- 5.- El puerto, por pertenecer a un área "Sitio Ramsar", tiene múltiples posibilidades de desarrollo sustentable, pero también suscita mayor apetencia por la disponibilidad y control del territorio, lo que exige una planificación estratégica y participativa que involucre principalmente a los lugareños.

### BIBLIOGRAFÍA

SACK, R. (1986). *Human territoriality: its theory and history*. Cambridge: Cambridge University.

SANTOS, M. (2000). *La naturaleza del espacio*. Barcelona: Ariel.

SCHNEIDER, S. y PEYRÉ TARTARUGA, I. (2006). Territorio y enfoque territorial: de las referencias cognitivas a los aportes aplicados al análisis de los procesos sociales rurales. En MANZANAL, M.; NEIMAN, G. y LATTUADA, M. (Org.) *Desarrollo Rural. Organizaciones, Instituciones y Territorio*. (pp. 71 - 101). Buenos Aires: Ed. Ciccus.



Fernando Avogradini\*, Julio Calzada\*\*, Jorge Moore\*\*\* y Daniel Murphy\*\*\*\*

La extensión total de la hidrovía Paraná - Paraguay es de 3400 kilómetros aproximadamente y va desde Puerto Cáceres (Brasil) hasta el puerto de Nueva Palmira (Uruguay), de los cuales 849 kilómetros los recorre sobre el límite este de la provincia de Santa Fe y 707 están en Paraná Medio.

El principal actor del transporte fluvial en el escenario de Paraná Medio es la barcaza. La mercadería baja en barcas desde Bolivia y Paraguay, principalmente, a los puertos argentinos y uruguayos para su posterior transbordo a buques de ultramar y despacho final al exterior. Se trata de mercadería en tránsito al exterior, exportada finalmente por Paraguay y Bolivia (y una ínfima cantidad por Brasil).

En el año 2016 cerca de 7 millones de toneladas de granos y subproductos de Paraguay y Bolivia (principalmente) llegaron al Gran Rosario y a Nueva Palmira (Uruguay) (BOLSA DE COMER-

CIO DE ROSARIO, 2017), nodos que compiten por esas cargas (ver CUADRO 1) y que están aguas debajo de Paraná Medio.

Los grandes del negocio granario (Cargill, Bunge, COFCO, Dreyfus) operan en casi todos los países involucrados (Paraguay, Bolivia, Argentina y Uruguay). En algunos lugares tienen fábricas y puertos (como en el Gran Rosario) y en otros lugares compran granos para exportar FOB a sus propias traders internacionales o compradores finales en el exterior. Deciden, con estrategia globalizada, en qué país latinoamericano operar, si utilizan su propio puerto o si contratan los servicios portuarios de terceros. Hay autonomía en el manejo de la estrategia logística y empresaria. No obstante ello, hay un universo de otras pequeñas, medianas y grandes empresas exportadoras que juegan en el negocio granario y logís-

tico latinoamericano, aunque con volúmenes menores.

Este enorme movimiento de cargas es posible por la existencia de la hidrovía Paraná - Paraguay.

Esta hidrovía Paraguay-Paraná es el sistema fluvial formado por los ríos Paraguay y Paraná desde el Puerto de Cáceres (km 3442), en la República Federativa del Brasil, al Puerto de Nueva Palmira (km 140), en la República Oriental del Uruguay, incluyendo los brazos de desembocadura del río Paraná y el Canal Tamengo, afluente del río Paraguay, compartido por la República de Bolivia y la República Federativa del Brasil (MUÑOZ, 2011). El recorrido total es de 3442 km y atraviesa los territorios de los países del Mercosur. La superficie total del área de influencia directa de la hidrovía es de aproximadamente 1,75 millones de km<sup>2</sup>, con una pobla-

\* Ingeniero, Secretaría de Proyectos Especiales e Innovación Social - Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. avogradini0@gmail.com

\*\* Doctor, Director de Informaciones y Estudios Económicos - Bolsa de Comercio de Rosario. jcalzada@bcr.com.ar

\*\*\* Licenciado, Director Instituto Provincial (Santa Fe) de Estadísticas y Censos. jorgeamoore@gmail.com

\*\*\*\* Licenciado en Economía - Universidad Católica Argentina. fdmurphy@fibertel.com.ar

<b>Mercadería que bajo de Paraguay y Bolivia a puertos argentinos y uruguayos. Año 2016 (en tn.)</b>	
<b>Lugar de destino</b>	<b>toneladas</b>
<b>Nueva Palmira (Uruguay)</b>	<b>2.867.511</b>
<b>Gran Rosario/Bahía Blanca</b>	<b>3.372.111</b>
<b>Importación temporaria al Gran Rosario (Mercosur on line)</b>	<b>852.733</b>
<b>Total General</b>	<b>7.092.355</b>

CUADRO 1. Fuente. Bolsa de Comercio de Rosario



# -Paraguay



ción de alrededor de los 17 millones de habitantes. Este inmenso territorio comprende un área con grandes potencialidades para el desarrollo integral de la región, en donde se produce principalmente soja y sus derivados, algodón, girasol, trigo, lino, mineral de hierro, manganeso y otros productos industriales y agroindustriales. Por su propia morfología, los ríos que forman la hidrovía constituyen una vía navegable natural que, a diferencia de la mayoría de los grandes valles del mundo, se suceden con una inclinación mínima que no requiere de la construcción de sistemas de esclusas para posibilitar el transporte fluvial.

A fin de comprender lo que la navegación significa en este sistema fluvial, hay que tener en cuenta que las embarcaciones tipo de la hidrovía, llamadas “convoyes” o “trenes de empuje”, son formaciones de barcazas de escaso calado, propulsadas por un remolcador de empuje, en donde cada una de las barcazas mide aproximadamente 12x48 metros y tiene una capacidad de carga de 1.500 toneladas. Actualmente, las embarcaciones que navegan por la hidrovía alcanzan en general un máximo de aproximadamente 20 barcazas, es decir, son formaciones de las denominadas “convoy de 4x5”, que pueden transportar hasta 30.000 toneladas y miden aproximadamente 300 metros de eslora por 48 metros de manga.



A la fecha, el Programa Hidrovía Paraguay - Paraná ha logrado un desarrollo sin precedentes en estos ríos. Entre 1988 y 2010 el transporte de mercaderías se multiplicó, pasando de 700.000 a casi 17,4 millones de toneladas al año. En cuanto al volumen transportado, la soja y sus derivados son los productos más importantes, seguidos por el hierro y los combustibles. El tráfico de bajada supera cuatro veces al de subida y el 80% de este último corresponde a los combustibles.

La hidrovía Paraguay - Paraná es el proyecto de valor logístico y estratégico más importante para Paraguay, porque hoy día constituye un troncal fundamental en el desempeño de su

<b>Movimiento estimado de transporte de granos, aceites y subproductos por puertos y fábricas aceiteras del Gran Rosario, Argentina. -En toneladas</b>		
Rubro	Año 2016	Año 2013
Granos de origen argentino que arribaron a los puertos y fábricas del Gran Rosario por distintos modos de transporte (vial, ferroviario e hidrovial)	65.837.807	50.902.855
Granos de origen extranjero que ingresaron al Gran Rosario por la hidrovía Paraná-Paraguay (en barcaza)	903.029	4.099.307
Subproductos de origen extranjero que ingresaron al Gran Rosario por la hidrovía Paraná-Paraguay	1.735.546	1.018.699
Aceites vegetales de origen extranjero que ingresaron al Gran Rosario por la hidrovía Paraná-Paraguay	726.216	340.057
Granos de origen extranjero que ingresaron como importación temporaria al Gran Rosario por la hidrovía Paraná-Paraguay	852.733	**
Total mercadería de origen nacional y extranjero que ingreso al Gran Rosario por distintos modos de transporte	70.055.330	56.360.918
Granos de origen argentino que arribaron a los puertos y fábricas del Gran Rosario por ferrocarril	10.534.049	8.653.485
Granos de origen argentino que arribaron a los puertos y fábricas del Gran Rosario por barcaza (por río Paraná)	329.189	509.029
Granos, aceites y subproductos de origen nacional y extranjero que arribaron a los puertos y fábricas del Gran Rosario por barcaza (por río Paraná)	4.217.524	5.967.092
Granos de origen argentino que arribaron a los puertos y fábricas del Gran Rosario por camión	54.974.569	41.740.341
Cantidad de camiones que ingresaron a los puertos y fábricas del Gran Rosario (vehículos pesados con capacidad de carga estimada en 28tn.)	1.963.377	1.490.726
Cantidad de vagones ferroviarios que ingresaron a los puertos y fábricas del Gran Rosario (Vagones con capacidad de carga estimada en 50tn.)	210.681	173.070
Cantidad de barcazas que llegaron a los puertos y fábricas del Gran Rosario con mercadería de origen nacional y extranjero (Barcaza con capacidad de carga estimada en 1.500tn.)	3.031	3.978
Buques de Ultramar que entraron al Gran Rosario a buscar granos, aceites y subproductos y a cargar y descargar mercadería de distinta naturaleza y procedencia: fertilizantes, azúcar, ect.	2.420	2.200

\*\* En enero 2016 se volvió a autorizar la importación temporaria de soja de Paraguay y Bolivia, que permite su trituración en las fábricas del Gran Rosario

CUADRO 2. Fuente. Bolsa de Comercio de Rosario

comercio exterior, con el 80% de lo que importa y exporta (5 DÍAS, 2017).

De acuerdo a las estimaciones de la Bolsa de Comercio de Rosario (2017), en el 2016 habrían ingresado a las terminales portuarias y fábricas del Gran Rosario aproximadamente 3.031 bar-

cazas, transportando 903.029 toneladas de granos (para ser industrializados y/o exportados), 1.735.546 toneladas de harinas y 726.216 toneladas de aceites paraguayos y bolivianos en tránsito al exterior, a lo que habría que sumar 852.000 toneladas de importación temporaria de granos (ver CUADRO 2).

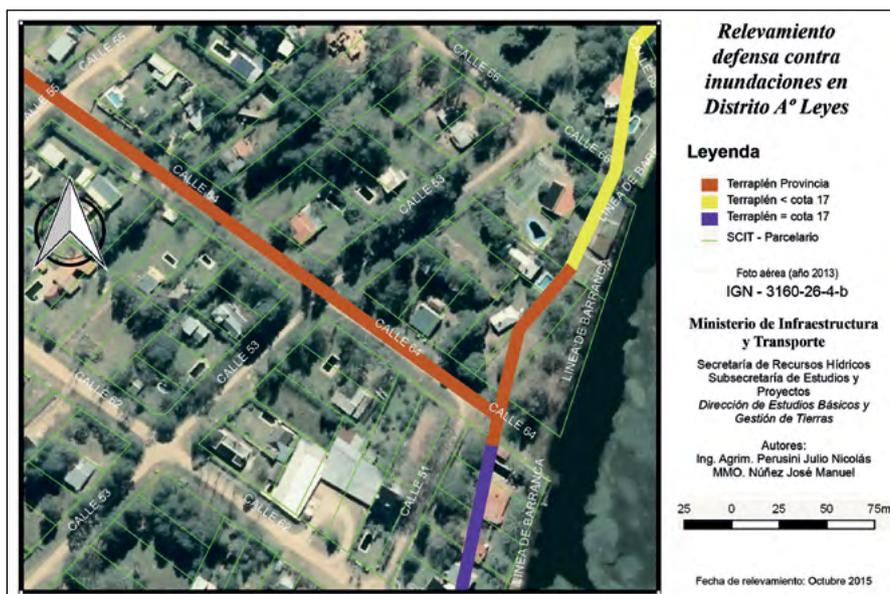
BOLSA DE COMERCIO DE ROSARIO. (2014). Gran Rosario con 1,5 millón de camiones, 4 mil barcazas y 170 mil vagones con granos en 2013. Recuperado de: [www.bcr.com.ar/Publicaciones/](http://www.bcr.com.ar/Publicaciones/)  
 BOLSA DE COMERCIO DE ROSARIO. (2017). Siete millones de tn de granos y subproductos bajan por la hidrovía a los puertos argentinos y uruguayos. Rosario: Dirección de Informaciones y Estudios Económicos. Recuperado de: [www.bcr.com.ar/Publicaciones/](http://www.bcr.com.ar/Publicaciones/)

BOLSA DE COMERCIO DE ROSARIO. (2017). Fuerte crecimiento logístico en el 2016 para transporte de agrograneles en el Gran Rosario. Rosario: Dirección de Informaciones y Estudios Económicos. Recuperado de: [www.bcr.com.ar/Publicaciones/](http://www.bcr.com.ar/Publicaciones/)  
 BOLSA DE COMERCIO DE ROSARIO. (2017). Capacidad de molienda en el Mercosur ampliado. Recuperado de: [www.bcr.com.ar/informativo\\_semanal](http://www.bcr.com.ar/informativo_semanal)

MUÑOZ, J. (2011) El transporte por la Hidrovía Paraguay-Paraná. Revista de la Bolsa de Comercio de Rosario, (pp. 28-32). Recuperado de: [www.bcr.com.ar/Revista\\_Institucional/](http://www.bcr.com.ar/Revista_Institucional/)  
 5 DIAS. (2017). Uruguay prevé año récord en sus puertos gracias a cargas paraguayas. Recuperado de: <http://www.5dias.com.py/uruguay-prev-aorcord-en-sus-puertos-gracias-a-cargas-paraguayas/>

# Utilización de mosaicos fotogramétricos como complemento de relevamiento terrestre

Julio Perusini \*



cercanas a la misma tapadas por la vegetación, distancias a esquinas, etc.)

Toda la información obtenida en campo, sumada a la digitalización de Planimetría de Defensas y Cierres Laterales con la Ruta N° 1 del Distrito Arroyo Leyes realizada oportunamente por la Dirección Provincial de Vialidad y la base parcelaria catastral del Servicio de Catastro e Información Territorial, permitieron obtener la cartografía georreferenciada con la información deseada por capas, posibilitando de alguna manera evaluar el estado de las defensas, las modificaciones que sufrieron, las construcciones que se hicieron sobre ellas, la afectación parcelaria de la obra, la situación particular de cada parcela involucrada, la identificación de los inmuebles y sus propietarios, las acciones a seguir para cada caso en particular y en general, con el fin de garantizar la conservación del terraplén de defensa y establecer pautas y políticas de acción para ello que derivaron en nuevas normativas y acciones específicas llevadas a cabo por la Provincia.

Como conclusión podemos decir que bajando con información digital georreferenciada (fotografías aéreas de buena resolución y cartografía de base), utilizando y combinando diferentes herramientas, métodos de relevamiento y fundamentalmente con la puesta a disposición de la información disponible de distintos organismos, se logró hacer un trabajo técnico eficiente, económico, optimizando tiempos y recursos.

La tarea llevada a cabo por la Dirección General de Estudios Básicos y Gestión de Tierras de la Subsecretaría de Estudios y Proyectos<sup>1</sup> consistió en un relevamiento planimétrico con el fin de obtener la ubicación u estado de ocupación de una obra de defensa. Para esta tarea fue necesario generar una cartografía de detalle en la que se identificara cada una de las parcelas que se encuentren afectadas por terraplenes de defensas contra inundaciones puntualmente en el Distrito Arroyo Leyes, Provincia de Santa Fe.

Esta zona, que pertenece al valle de inundación con características de ambiente costero, se presenta de difícil acceso naturalmente por su vegetación, sumado a las obstrucciones por edificaciones, muros, cercos, cerramientos y demás intervencio-

nes realizadas por propietarios de inmuebles en donde se encuentra emplazada la obra. Esto hace que sea una tarea casi imposible la de transitar o recorrer la obra en cualquier tipo de vehículo y hasta de a pié.

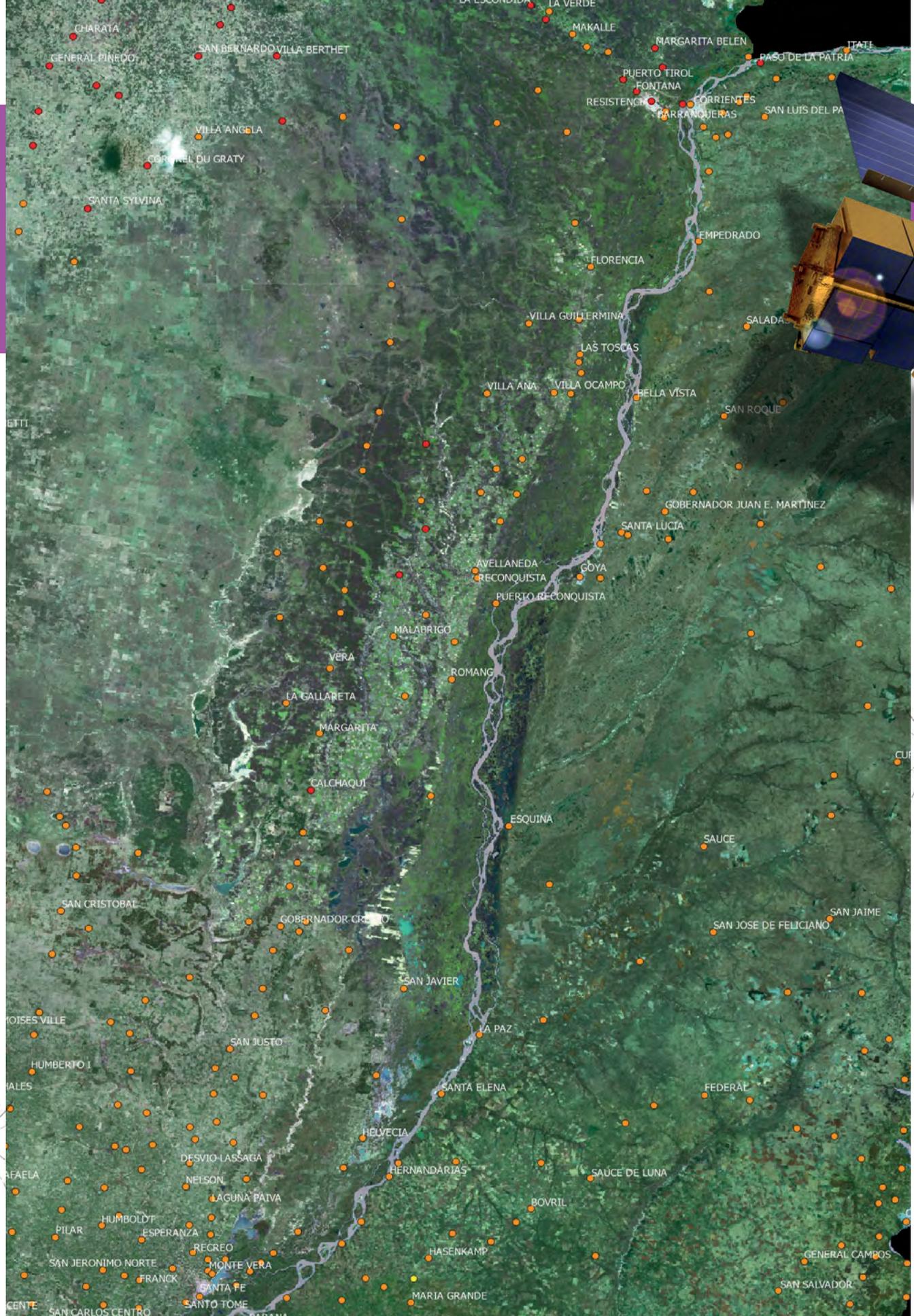
Atendiendo a las condiciones adversas que presenta el sector y a que los datos a relevar requieren en principio la presencia in situ se analizaron las posibilidades para complementar o suplir parte del trabajo de campo con otros métodos de levantamiento y recopilación de datos, lo que devino en la utilización de Mosaicos Georreferenciados en escala 1:25.000 suministrados por la Oficina Provincial del IGN de Santa Fe.

Además de la utilización de los Mosaicos se realizaron tareas de apoyo en campo con equipos GPS y Estación Total Laser para ajustar y agregar información necesaria que no es visible en las fotografías aéreas (ubicación de eje de la defensa, bordes de terraplén, pié de taludes, cercos perimetrales, muros, edificaciones sobre defensa o

\* Perito Topocartógrafo, responsable Oficina IGN Santa Fe, Servicio de Catastro e Información Territorial de la provincia de Santa Fe.

jperusini@santafe.gov.ar

<sup>1</sup> perteneciente a la Secretaría de Recursos Hídricos del Ministerio de Infraestructura y Transporte de la Provincia de Santa Fe



Estratificación del riesgo medioambiental para la temporada 2017 en la región del Paraná Medio.

# Sistema operativo de estratificación de dengue en Argentina basado en tecnología espacial

María V. Introini\* y Mario A. Lanfri\*\*

## INTRODUCCIÓN

Desde 2011 y como resultado de la interacción entre el Ministerio de Salud de la República Argentina y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales, se encuentra operativa una plataforma informática dedicada al dengue. El sistema utiliza tecnología geoespacial e integra información de distintas fuentes para determinar zonas de riesgo de circulación viral de dengue. La tarea se centró en el desarrollo de una estratificación basada en la situación ambiental, epidemiológica y entomológica para más de 3.000 localidades. La plataforma fue desarrollada con software libre y siguiendo estándares de la Agencia Espacial Europea, específicamente para la estratificación de riesgo de transmisión de dengue. No obstante, el modelo general puede aplicarse con otras patologías de transmisión vectorial tales como chagas, malaria y leishmaniasis y las nuevas arbovirosis transmitidas por *Aedes aegypti*: zika y chikungunya, así como en otros países pertenecientes a la región sur de América Latina.

El dengue, el cual incluye la fiebre del dengue, la fiebre hemorrágica del dengue y el síndrome de choque del dengue, es una de las principales enfermedades tropicales reemergentes, considerada de gran importancia no sólo en términos de morbilidad y mortalidad, sino también por su impacto económico. La enfermedad infecta entre 50 y 100 millones

de personas cada año y es responsable de más de 500.000 hospitalizaciones por año. En promedio, mueren 22.000 personas anualmente debido a la enfermedad, por lo que es tres veces superior a la mortalidad de la gripe AH1N1 en 2009. El agente causal es un flavivirus, transmitido a los seres humanos por la picadura del mosquito *Aedes aegypti*, el principal vector no sólo de dengue, sino también de fiebre amarilla, zika y chikungunya. Existen cuatro serotipos de virus diferentes (DEN 1, 2, 3, 4), y la infección con cualquiera de ellos da como resultado síntomas similares a los de la gripe que proporcionan protección específica contra ese serotipo, pero sólo inmunidad parcial contra los demás. Una segunda infección con otro serotipo puede desencadenar una forma más grave de la enfermedad, el dengue hemorrágico. La detección oportuna de casos y el acceso a la asistencia médica adecuada disminuyen las tasas de mortalidad por debajo del 1%, de allí la importancia de tener un sistema de vigilancia epidemiológica y asignación de recursos adecuados.

Varios factores ambientales, incluyendo los biofísicos y los sociales, constituyen una red compleja que determina la propagación de enfermedades transmitidas por vectores. Los factores demográficos, antropogénicos y bioclimáticos actúan específicamente sobre las poblaciones de insectos mientras que las condiciones climáticas influyen en su distribución espacio-temporal.

En los últimos años, se han realizado avances en la epidemiología del dengue y otras enfermedades transmitidas por vectores, como la malaria, la leishmaniasis y la fiebre hemorrágica argentina, gracias al concepto interdisciplinario denominado epidemiología panorámica, que tiene como uno de sus

objetivos el producir modelos de riesgo predictivo basados en datos de campo y en elementos del paisaje captados por sensores remotos. Debido al éxito de la epidemiología panorámica, resultó adecuado implementar estas ideas en proyectos operativos, útiles tanto para las autoridades sanitarias como para los investigadores. Este desafío impulsó, en un contexto interdisciplinario e interinstitucional, el desarrollo de un proyecto de aplicación de la información espacial a la salud humana y de un sistema de alerta temprana (EWS) basado en la tecnología geoespacial. En todas las etapas de este desarrollo se siguieron las normas para proyectos de informática espacial de la Agencia Espacial Europea. El presente trabajo describe el diseño e implementación del sistema de Estratificación del Riesgo de Dengue a nivel Nacional (ERDN) con el fin de apoyar las actividades de gestión estratégica del Ministerio de Salud.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Como consecuencia de los requerimientos de usuario (RECUADRO 1), el sistema fue diseñado para generar un producto denominado Estratificación del Riesgo de Dengue a nivel Nacional. Se trata de una capa vectorial en formato shapefile (EPSG 4326, datum WGS84) donde cada localidad/ciudad está representada por un punto y posee variables o atributos a través de un archivo .dbf asociado. La estratificación se lleva a cabo mediante algoritmos que se alimentan con cuatro bloques de información, incluyendo datos ambientales capturados en forma remota por el espectrorradiómetro de imágenes de resolución moderada (MODIS), datos virales, datos entomológicos y datos de control vectorial.

\* Bióloga, Coordinadora Área Enfermedades Transmitidas por Mosquitos. Dirección Nacional de Epidemiología y Análisis de Situación de Salud, Ministerio de Salud de la Nación. [mvintroni@gmail.com](mailto:mvintroni@gmail.com)

\*\* Licenciado en Física, Responsable de la Unidad CAEARTE y Emergencias Ambientales, Comisión Nacional de Actividades Espaciales. [lamfri@conae.gov.ar](mailto:lamfri@conae.gov.ar)

### Descripción del algoritmo de riesgo a nivel nacional

Además del ambiental, hay otros tres componentes que están basados en la información que los agentes/usuarios de la salud a nivel provincial cargan al sistema por medio de un archivo en formato .xls. Cada uno de los componentes resume los diferentes aspectos sugeridos para la evaluación del riesgo de dengue (OPS, 1995), a saber:

(i) "Actividades de Control" es el bloque que caracteriza a la localidad en cuanto a las acciones de control de poblaciones de mosquitos que se desarrollan periódicamente. Evalúa tanto la periodicidad de las acciones como la capacidad de respuesta de la institución a cargo del control vectorial;

(ii) "Circulación Viral" es el componente relacionado con la circulación autóctona actual e histórica del virus en la localidad especificada. Tiene en cuenta el método de vigilancia del síndrome, la transmisión autóctona, los flujos de población, la densidad de población y la proximidad de fronteras;

(iii) "Entomológica" es el componente que considera la presencia actual del vector en la localidad dada. Evalúa índices entomológicos y el porcentaje de casas con suministro de agua de red, tomando en consideración los hábitos de la población en cuanto a mantener reservas de agua almacenada que pueden ser criaderos potenciales para el vector.

Estos componentes son evaluados por agentes de salud provinciales o locales, valorando el riesgo desde 1 (más bajo) a 4 (más alto).

El riesgo total (RT) de circulación del virus del dengue se calcula en cada localidad, sobre la base de cuatro componentes complementarios, como sigue:

$$RT = Ve * (Vi + Vamb + Ac) \quad (\text{ecuación 1})$$

donde  $Ve$  es el componente entomológico,  $Vi$  el viral,  $Vamb$  el ambiental y  $Ac$  el componente relacionado con las actividades de control realizadas.

Mientras que cada uno de estos componentes tienen valores de 1 a 4, el resultado final se expresa usando una capa vectorial de tipo punto clasificando riesgo bajo, medio, alto y muy alto, visualizada con cuatro colores.

### Componente ambiental [Vamb]

El riesgo ambiental es el promedio geométrico de dos partes: (a) las macrocondiciones bio-geográficas que determinan la presencia del vector (considerado estacionario o no dependiente del tiempo); y (b) un componente que implica tanto el desarrollo dinámico de la población del vector como la duración del ciclo viral, siendo ambos dependientes de la temperatura.

$$Vamb = \sqrt{PPV * CVCV} \quad (\text{ecuación 2})$$

### Componente de probabilidad de presencia vectorial [PPV]

Para calcular la probabilidad de presencia del vector de dengue, aplicamos ideas de modelado ecológico utilizando variables históricas ambientales y datos de localización de presencia de la especie vectorial. Para ello, usamos 451 sitios argentinos de presencia de *Ae. aegypti* reportados en la literatura complementados con datos del Ministerio de Salud relacionados con brotes de dengue. Además, se utilizaron 461 sitios de pseudo-ausencias obtenidas de un generador de azar.

El conjunto de datos históricos ambientales consta de 18 variables en formato ráster con un tamaño de píxel de 1 km. Para la generación de mapas de probabilidad de presencia vectorial se utilizaron dos enfoques diferentes y el resultado

operativo final fue la media geométrica entre ellos. La primera metodología fue el método de Máxima Entropía (PHILLIPS et al., 2006). Se realizaron 10 repeticiones reservando el 25% de los puntos de presencia para la validación.

La segunda metodología fue una regresión logística (MARTÍNEZ-FREIRÍA et al., 2008), utilizando el método de Wald forward stepwise, en el cual se incluyen todos los variables con valores significativos ( $P < 0,05$ ). Las áreas donde la presencia de mosquitos es cero tienen un riesgo nulo de circulación del virus del dengue.

### Componentes de riesgo del ciclo vectorial y del ciclo viral [CVCV]

Siguiendo a FOCKS et al. (1993), estimamos este componente de riesgo como proporcional al número de periodos de incubación extrínseca viral (EIP) completados en cada localidad. Tanto EIP como la vida útil del mosquito son funciones de la temperatura media diaria. El enfoque es similar al aplicado por CARBAJO et al. (2001), donde actualizamos dinámicamente el EIP como una función de la temperatura en el marco de un sistema operativo.

Debido tanto a la cobertura espacial como a la resolución temporal requerida, se utilizaron los datos de temperatura de la superficie terrestre (TST) del sen-

Este sistema operativo se basa en los siguientes requerimientos establecidos por los usuarios luego de varias reuniones con los responsables de la toma de decisiones de salud a nivel nacional y provincial:

- (i) ser capaz de soportar múltiples enfermedades y múltiples escalas de riesgo;
- (ii) estimar la estratificación del riesgo mediante la aplicación de un enfoque multifactorial a nivel nacional para todas las localidades;
- (iii) producir también cartografía de riesgo a nivel urbano;
- (iv) facilitar la toma de decisiones;
- (v) actualizar las condiciones ambientales usando datos de teledetección;
- (vi) integrar información como la circulación viral, la urbanización, los datos de campo entomológicos y la población;

(vii) ser ampliable para cubrir otros países en la región sin cambios significativos;

(viii) hacer accesible la información y los mapas a través de Internet (interfaz de usuario basada en SIG);

(ix) ser desarrollados a bajo costo (preferiblemente open source);

(x) ser gratuitos para todos los usuarios finales;

(xi) ser operativo, funcionando de manera constante por un tiempo de vida esperado mayor a 5 años;

(xii) ser amigable con el usuario para interactuar con el personal no especializado en informática en las provincias;

(xiii) orientado a, eventualmente, involucrar el país completo.

RECUADRO 1: Requerimientos del usuario



FIGURA 1. Componente de incubación del virus: números de EIP completados en un año (en función de los datos diarios de temperatura, LST) utilizando el algoritmo explicado en el texto para cada localidad.

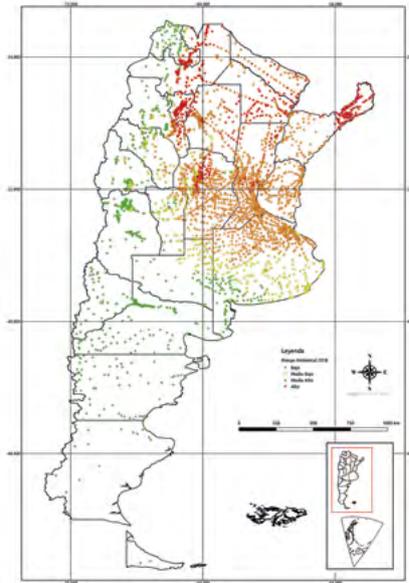


FIGURA 2. Estratificación del riesgo medioambiental combinando la probabilidad de presencia vectorial y los componentes dinámicos de incubación del virus. El riesgo es estandarizado y clasificado en cuatro categorías (incrementando del azul al rojo).

sor MODIS a bordo de los satélites Terra y Aqua, lo que posibilitó estimar la TST con un error de 1 °C.

El ciclo de vida de *Aedes aegypti* es determinado por factores ambientales, principalmente la temperatura, por ejemplo, se ha reportado que el rango de 0 °C a 40 °C es adecuado para la supervivencia del mosquito (CARBAJO et al., 2001). Basado en esto, nuestro modelo simplificado comienza en la estación fría y toma en cuenta un año de datos. Los pasos de la simulación dinámica del ciclo del mosquito son:

- (i) evaluación de la temperatura:  $T > 16$  °C inicia la simulación;
- (ii) cálculo de grados-día: los días favorables se acumulan en términos de grados diarios para que el mosquito llegue a ser adulto;
- (iii) cálculo de los EIP completados: utilizando FOCKS et al (1993), se calcula diariamente el porcentaje de EIP completados y, suponiendo que la vida media del mosquito es de 20 días, se acumula ese porcentaje al correspondiente de los días anteriores hasta obtener el 100%; y
- (iv) se contabiliza el número de EIP completos.

Para asegurar el conteo de ciclos completos, cada vez que la temperatura desciende por debajo de 5 °C el ciclo se reinicia, recomenzando en el paso (i).

La aplicación de esta regla a lo largo de la serie temporal correspondiente a un año permite calcular el número de ciclos virales en cada localización. Por ejemplo, la aplicación del algoritmo anterior a las localidades del norte de la Argentina (subtropical) en un año típico resulta en unos 16 ciclos completos; mientras que en el centro de nuestro país (templado) sólo se completan unos 11 ciclos. Después de una normalización, esta capa ráster se añade al componente de presencia del vector para generar la capa "estratificación de riesgo ambiental" para cada localidad de Argentina.

Este producto se calcula dos veces al año. El resultado para la campaña 2017 se presenta en la FIGURA 1, donde se observa que casi todas las localidades del país son capaces de desarrollar al menos un ciclo EIP. La estratificación del riesgo ambiental resultante de la ecuación 2 se muestra en la FIGURA 2.

## CONCLUSIÓN

Se desarrolló un sistema operativo para la estratificación de Dengue en Argentina basado en tecnología espacial. Los requisitos iniciales del sistema (RECUADRO 1) fueron provistos por el Ministerio de Salud y el diseño, implementación y mantenimiento de la plataforma fue desarrollado en colaboración con la Comisión Nacional de Actividades Espaciales en Argentina (CONAE). El servidor se encuentra operativo y en red desde el 2011 en el sitio web <http://dengue.caearte.conae.gov.ar>. En este artículo sólo describimos la metodología para la estratificación de riesgo de dengue por localidad, para mayor información, remitirse a PORCASI et al (2011).

## BIBLIOGRAFÍA:

CARBAJO, A. E., SCHWEIGMANN, N., CURTO, S. I., DE GARÍN, A. y BEJARÁN, R. (2001). Dengue transmission risk maps of Argentina. *Tropical Medicine and International Health*, 6, 170-183.

FOCKS, D. A., HAILE, D. G., DANIELS, E. y MOUNT, G. A. (1993). Dynamic life table model for *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Analysis of the literature and model development. *Journal of Medical Entomology*, 30, 1003-1017.

MARTÍNEZ-FREIRÍA, F., SILLERO, N., LIZANA, M. y BRITO, J. C. (2008). GIS-based niche models identify environmental correlates sustaining a contact zone between three species of European vipers. *Diversity and Distributions*, 14, 452-461.

OPS (1995). Dengue y dengue hemorrágico en las Américas. Guías para su prevención y control. *Publicación Científica N° 548*. Washington.

PHILLIPS S., ANDERSON R., SCHAPIRE R. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190, 231-259.

PORCASI, X., ROTELA, C., INTROINI, M. V., FRUTOS, N., LANFRI, S., PERALTA, G., DE ELIA, E., LANFRI, M. A. y SCAVUZZO C.M. (2012). An operative dengue risk stratification system in Argentina based on geospatial technology. *Geospatial Health*, 6(3), S31-S42.

# Repensando el papel de la Geomática Aplicada en la cuestión ambiental

Ricardo Castro-Díaz\* y Pamela Zamboni\*\*

## INTRODUCCIÓN

Para la ciencia aplicada es necesario el uso de tecnologías que incidan en la exploración, modelación y análisis de las condiciones de sustentabilidad del desarrollo económico actual en concordancia con la sostenibilidad en el uso de los recursos naturales. Por este motivo, se reconoce el manejo de datos geográficos, objeto de estudio de la Geomática, como aporte fundamental para el análisis de los fenómenos terrestres. Así, contamos con una serie de campos científicos que utilizan geotecnologías como la teledetección, los sistemas de posicionamiento global y los sistemas de información geográfica en complemento con una creciente disponibilidad de información para el estudio del territorio con injerencia en la toma de decisiones. BUZAI (2011) identifica tal organización en diferentes dimensiones incluyendo cuatro campos del conocimiento y su sintetización como instrumento resultante de diversas manifestaciones del conocimiento científico (FIGURA 1).

Estos procesos territoriales no son más que el resultado de los continuos

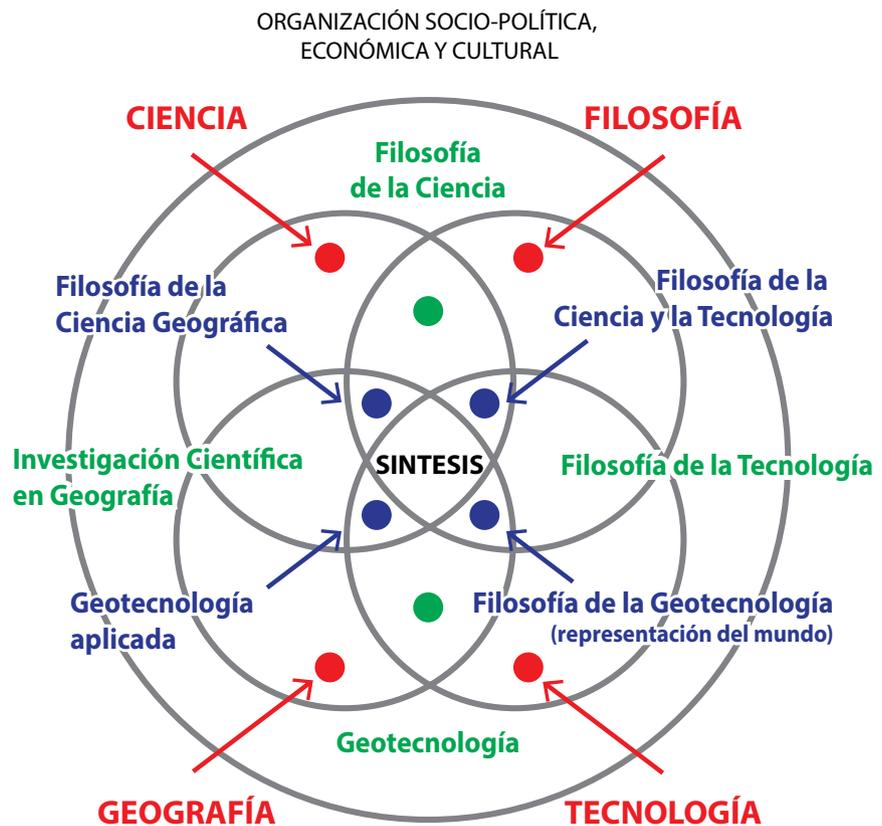


FIGURA 1. Organización socio-política, económica y cultural. Extraído de Buzai (2011)

impactos ambientales que amenazan la producción tradicional y a gran escala, acelerados por el desgaste de los recursos naturales, causado por los acelerados procesos antropogénicos.

Tales consecuencias suelen estar asociadas a los fenómenos de desertificación, erosión, cambios en la cobertura vegetal y el suelo, salinización, eutrofización y destrucción del hábitat y pérdida de biodiversidad.

Aunque el comportamiento y dinámica de estos procesos no es predecible, se puede aumentar el campo de acción y solución a través del uso de métodos que recopilen datos a una escala espacial mayor y con alta itinerancia temporal. De esta forma se puede llegar a modelar la complejidad que subyace a estos fenómenos, siendo necesario el uso organizado de la información geoespacial sobre los elementos sistémicos de la Tierra, mar y atmósfera.

\* Geógrafo, Especialista en Cambio Climático y Protocolo de Kyoto, Especialista en Aplicativos SIG y Sensores Remotos, Magíster en Geomática y Doctor en Geografía. Docente-Investigador y posdoctoral del Centro Regional de Geomática (FCyT-UADER/CONICET). [ircastrod@unal.edu.co](mailto:ircastrod@unal.edu.co)

\*\* Licenciada en Biodiversidad, Magíster en Conservación y Gestión del Ambiente y Doctora en Ciencias Biológicas. Docente-Investigador Facultad de Ciencia y Tecnología (UADER). [pamelazamboni@gmail.com](mailto:pamelazamboni@gmail.com)

En este contexto, la necesidad de nuclear diferentes perspectivas metodológicas permitió el surgimiento de la Geomática, que se define como la aproximación sistémica, multidisciplinaria e integrada para la selección de instrumentos y las técnicas apropiadas de recolección, almacenamiento, integración, modelación, análisis, manejo, transformación, despliegue y distribución de datos espacialmente georeferenciados de diferentes fuentes con características de exactitud definidas y continuidad en un formato digital (GOMARASCA, 2010).

Su aplicación y uso imperante se ha demostrado frente al comportamiento y dinámica de las cuestiones ambientales como el cambio climático y los servicios ambientales (CASTRO-DÍAZ, 2013; 2017) que requieren del uso de datos (espaciales, espectrales, temporales, dimensionales, demográficos, etc.) para el abordaje de incertidumbres ante los escenarios pasados, presentes y futuros del cambio global.

La ciencia posmoderna, postulada por FUNTOWICZ y RAVETZ (2000), nos lleva a considerar que el futuro de la Geomática Aplicada debe dialogar sobre sus rasgos conceptuales, la reconsideración de objetivos y su capacidad científica (i.e. paradigmas), logrando generar nuevos acercamientos e influencias en la toma participativa de las decisiones del territorio. Esto quiere decir que nuestra ciencia se debe incorporar en la directiva de generación de datos alrededor de la información ambiental y la búsqueda del empoderamiento coordinado entre la academia, las instituciones y la comunidad. Sin embargo, afrontar los cambios necesarios para el uso intensivo de datos espaciales que, con el aumento de las tecnologías conduce a más posibilidades de aplicación, requiere la reformulación del papel del investigador y del pensador espacial tradicional. Esto se debe principalmente a la necesidad del trabajo inter y transdisciplinar que reconozca

nuevas formas de explicación y resolución de los fenómenos asociados al cambio climático y global.

Finalmente, se debe reconocer que el futuro de la Geomática Aplicada consiste en profundizar en cuestiones tales como la superación del fordismo disciplinario hacia la transdisciplinarietà, los estudios de transformaciones territoriales que superan las escalas tradicionales de la geografía, la caracterización de las relaciones socio-naturales, la determinación de causalidades sistémicas que conducen a la dinámica de los fenómenos espaciales y la modelización de los escenarios futuros vinculados al cambio climático y global.

#### BIBLIOGRAFÍA:

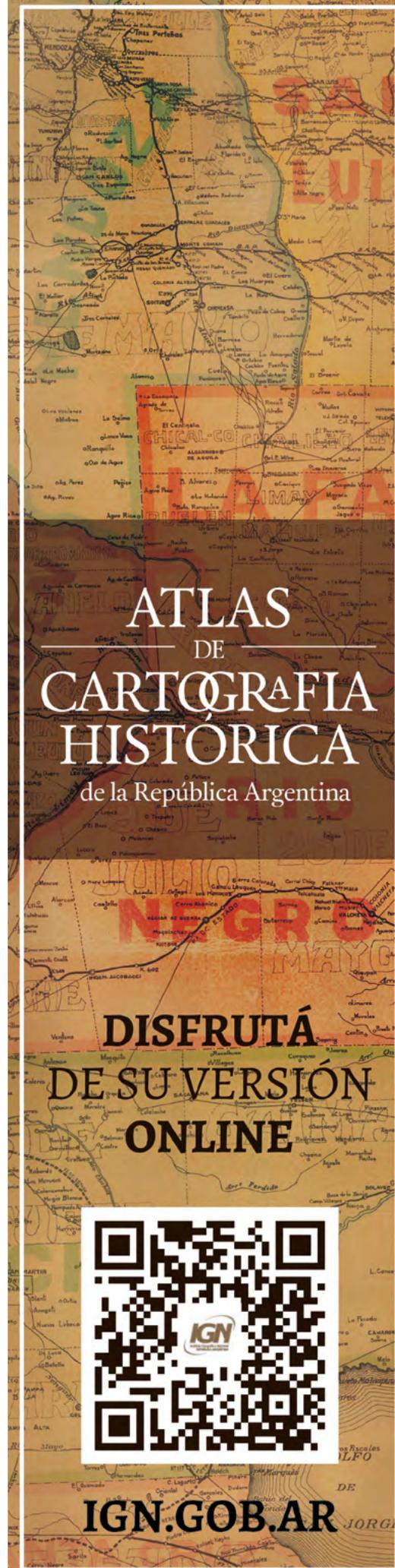
BUZAI, G. L. (2011). La geotecnología: ¿Nuevo paradigma de la geografía o paradigma geográfico de la ciencia? *Revista Catalana de Geografia*. IV época 16(42).

CASTRO-DÍAZ, R. (2013). Implicancias de la resiliencia espacial en la prestación de servicios ambientales en cuencas norandinas. *Contribuciones Científicas*. 25: 71-87.

CASTRO-DÍAZ, R. (2017). *La cuestión energética y la vulnerabilidad social ante el cambio climático: focos de calor en el AGBA-GLP*. Trabajo presentado en jornada Interdisciplinaria sobre Cambio Climático, "PIUBACC Una década de desafíos", en Buenos Aires.

FUNTOWICZ, S. O. y RAVETZ, J. R. (2000). *La ciencia posnormal: ciencia con la gente*. Buenos Aires: Icaria editorial.

GOMARASCA, M. A. (2010). Basics of geomatics. *Applied Geomatics*. 2(3): 137-146.



# Proyecto “Diagnóstico sobre la situación actual de las metodologías y procedimientos empleados para la Evaluación de calidad de la IG en los Estados Miembros del IPGH” Participación Argentina.

Ricardo Mansilla\* y Florencia Manduca\*\*

*Contar con Información Geográfica (IG) de calidad en un proceso de toma de decisiones es de vital importancia. En el pasado, su disponibilidad representaba una limitante fundamental al momento de llevar a cabo su utilización. Sin embargo, en la actualidad con el incremento y disponibilidad de las geotecnologías es posible obtener grandes volúmenes de datos. Ahora el desafío consiste en diferenciar los datos e información de relevancia y utilizar aquellos que posean la calidad que el usuario necesita (calidad externa) para ciertas aplicaciones (aptitud de uso).*

*Los productores de IG oficial a nivel local, nacional y regional tienen la responsabilidad de compartir su IG, la que probablemente han elaborado a partir de fuentes en diferentes formatos, a distintas escalas y empleando diversas técnicas cartográficas, con los desajustes cartográficos y errores que ello conlleva. Sin embargo, a pesar de la importancia de los aspectos de la calidad de la IG, al momento de realizar el trabajo y por parte de los organismos oficiales, casi no existían estudios relativos a la situación actual sobre las metodologías y procedimientos empleados para la Evaluación de calidad de la IG en los Estados Miembros del Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH).*

## EL PROYECTO

El Proyecto “Diagnóstico de la situación actual sobre las metodologías y procedimientos empleados para la Evaluación de calidad de la IG en los Estados Miembros del IPGH” se enmarca en los Proyectos de Asistencia Técnica 2016. Estos son convocados cada año por dicha Institución para desarrollar sus objetivos y misión.

La Sección Nacional del Ecuador presentó la iniciativa a las comisiones de Cartografía y Geografía. El proyecto fue constituido de forma colaborativa buscando identificar las metodologías, procedimientos y normas que se están aplicando en el ámbito de la calidad de la IG en varios países de América Latina. Se ha estructurado a través de grupos

de trabajo organizados por países en los que participaron profesionales de nueve Estados miembros del IPGH, además de España como país observador.

## OBJETIVO

El propósito principal fue elaborar un diagnóstico de la situación actual de las metodologías, procedimientos y normas desarrollados por las instituciones oficiales productoras de cartografía de los países participantes para la Evaluación de calidad de la IG. En cuanto a sus objetivos específicos se propuso establecer una red multidisciplinaria de profesionales para la generación de conocimiento relacionado con la cali-

dad de la IG dentro del IPGH; conocer el tipo de metodologías, procedimientos y normas para la Evaluación de calidad de la IG en los países participantes y de manera general de los países miembro del IPGH; plantear una propuesta de un espacio colaborativo panamericano para debatir, compartir, replicar y mejorar experiencias en torno al control y evaluación de calidad de la IG; y publicar y difundir los resultados obtenidos en el estudio.

## JUSTIFICACIÓN

Siendo la IG un factor fundamental para la toma de decisiones, sus dos aspectos más críticos resultan ser la accesibilidad y su calidad. La accesibilidad a la IG oficial se está resolviendo de manera normalizada por medio de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE), las cuales ofrecen numerosos recursos de IG a través de los geoportales. Sin embargo, el aspecto de la

\* Licenciado en Sistemas de Información Geográfica, ex Coordinador de la Infraestructura de Datos Espaciales del Instituto Geográfico Nacional. [rmansilla@ign.gov.ar](mailto:rmansilla@ign.gov.ar)

\*\* Geógrafa Profesional, Dirección de Información Geoespacial, Instituto Geográfico Nacional. [fmanduca@ign.gov.ar](mailto:fmanduca@ign.gov.ar)



El IGN participó en las reuniones de trabajo, jornadas y talleres que se llevaron a cabo en la ciudad de Quito, República del Ecuador, como cierre de las actividades del Proyecto “Diagnóstico de la situación actual sobre las metodologías y procedimientos empleados para la Evaluación de la Calidad de la Información Geográfica en los Estados Miembros del IPGH” en noviembre del 2016.

calidad de la IG continúa pendiente. El inconveniente suele residir en que no se conoce la calidad de la información que está disponible en esos geoportales y tampoco se tiene un conocimiento aproximado de cuál es el estado actual sobre las metodologías y procedimientos que se están aplicando por parte de los organismos productores de cartografía oficial para evaluar esta calidad.

El informe del año 2010 denominado Tendencias a futuro en la gestión de Información Geoespacial: La visión de cinco a diez años, elaborado por la Iniciativa de las Naciones Unidas sobre la Gestión Global de la Información Geoespacial, indica: “Al reconocer el incremento en las fuentes de datos, uno de los papeles clave de la autoridades nacionales cartográficas y catastrales de los países (NMCAs) para los siguientes cinco a diez años será, por ende, el de definir y mantener los estándares de calidad y los regímenes actuales de información con respecto de los datos que el gobierno requiriera para efectos de cumplir con sus operaciones”.

En este contexto, el Proyecto pretende ser el punto de partida para conocer el estado actual y formular una propuesta para la evaluación de calidad de la

IG desde la perspectiva panamericana, que abra un espacio para debatir, compartir y generar conocimiento multidisciplinario en ámbito de la calidad de la IG para la toma de decisiones.

### PARTICIPANTES

El proyecto fue dirigido por Elena G. Chicaiza, miembro correspondiente a la Comisión de Cartografía de la Sección Nacional de Ecuador perteneciente al IPGH. Como se mencionó anteriormente, se estructuró de forma colaborativa a través de grupos de trabajo organizados por países. España intervino como miembro observador y estuvo representado por su equipo de expertos encabezado por el Dr. Francisco Javier Ariza López.

Los países participantes fueron: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, España, México, Panamá, Uruguay y Venezuela. El equipo de trabajo de Argentina estuvo coordinado por el Lic. Ricardo Mansilla del Instituto Geográfico Nacional (IGN), quien se encargó de estimular constantemente la participación, integrar todos los aportes recibidos en cada etapa y representó a nuestro país en la reunión técnica científica del proyecto llevada a cabo en la ciudad de Quito, Ecuador.

### METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología para realizar el diagnóstico se planificó y se llevó a cabo en cuatro fases, que se detallan a continuación.

**FASE 1** Preparatoria. Subdividida en tres instancias: conformación y organización del equipo de trabajo; elaboración del plan de trabajo; selección de las técnicas para la recopilación de la información en cada uno de los países participantes.

**FASE 2** Recopilación y análisis. Subdividida en tres instancias: recopilación de información de estudios donde se hayan utilizado metodologías y procedimientos para la evaluación de calidad de la IG; análisis del marco legal e institucional regulatorio en torno al tema de calidad de la IG; identificación y clasificación de diferentes metodologías, procedimientos y normas empleadas para la evaluación de calidad de la IG.

**FASE 3** Diagnóstico. Subdividida en tres instancias: análisis del grado de adopción de las normas ISO TC/211 sobre calidad y su modo de aplicación; análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) de la situación de la evaluación de calidad de la IG en cada uno de los países participantes; análisis prospectivo y tendencial de las metodologías, procedimientos y normas de la IG en cada país participante.

**FASE 4** Propositiva. Subdividida en cuatro instancias: realización de foros de debate encaminados a plantear soluciones a los problemas encontrados y potenciar las oportunidades detectadas; elaboración de una propuesta para advertir el papel crucial de la evaluación y control de la IG; edición y maquetación del informe; publicación y difusión de los resultados del proyecto.

Al mismo tiempo, la gestión y coordinación del proyecto se ejecutó a través de un espacio colaborativo creado con diversas herramientas de Google: Drive, Sites, Group, Hangouts, Formularios, Documentos, entre otras, de tal forma que las reuniones virtuales, recursos y todo el material generado se encuentren disponibles en la nube.

## APLICACIÓN

El proyecto se llevó a cabo entre febrero y diciembre del año 2016. La fase de Recopilación y análisis se basó en temas vinculados a los cuerpos nacionales de normalización, a los organismos nacionales productores de IG y a las políticas de geoinformación. En Argentina se llegó a la conclusión de que existe la necesidad de generar una política a nivel nacional sobre implementación de procedimientos de evaluación de calidad de la IG. Existe información dispersa y no integrada sobre qué se encuentra en las distintas entidades públicas. Las normas de la familia ISO 19.100 no son muy conocidas, razón por la cual desde la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA) se promueve su conocimiento y aplicación. Los escasos organismos que las usan y aplican no las adquieren en forma oficial.

En la etapa de Diagnóstico se realizó una encuesta sobre adopción e implementación de normativa referida a la calidad de la IG, la cual fue difundida al interior de cada país y se utilizó como herramienta para la realización del Análisis FODA de calidad de la IG. El análisis en Argentina fue realizado de manera conjunta por Ecuador y Uruguay. Entre las recomendaciones destacan que se debe profundizar la colaboración entre instituciones, utilizando el ámbito de IDERA con el objetivo de generar un grupo de investigación a nivel nacional. En cuanto a normativas, recomiendan estudiar, adoptar y desarrollar normas propias, utilizando como referencia a las normas ISO 19.131/2007 y 19.157/2013. Por último, recomiendan trabajar y lograr apoyo en tareas de investigación y desarrollo en el área de la calidad de la IG, tomando como embrión primario, pero no menos importante, las acciones llevadas adelante por el IGN al apoyar los procesos de capacitación en el ámbito del Instituto Nacional de la Administración Pública (INAP).

En esta misma etapa, Argentina y México participaron como elaboradores del análisis FODA de Chile. Al mismo tiempo, nuestro país y Chile estuvieron a cargo de la realización del análisis FODA de México.

En la etapa Propositiva se desarrolló un Modelo de Madurez, utilizando los conceptos de Modelo de Madurez de Capacidades, el cual está organizado en cuatro áreas de procesos para la evaluación de calidad de IG: estratégica, táctica, operativa y social. El fin es evaluar el grado de avance en los aspectos relativos a gestión y evaluación de calidad de IG en cada país. Para implementar esta herramienta se conformaron dos grupos de trabajo. El Grupo 1 fue el encargado de investigar y definir conceptos claves. El Grupo 2, del cual Argentina formó parte, acordó un cuestionario (teniendo en cuenta las definiciones elaboradas por el otro grupo) con el objetivo de definir el nivel de madurez de cada país.

Si bien se llevaron a cabo reuniones virtuales de manera periódica, en el mes de noviembre de 2016 se realizó una reunión técnica científica del proyecto en Quito, Ecuador, denominada Jornadas de Evaluación de calidad de la IG en América Latina. Este encuentro estuvo encaminado a plantear soluciones a los inconvenientes encontrados en las fases anteriores y potenciar las oportunidades detectadas. Argentina estuvo representada por el Lic. Ricardo Mansilla, Coordinador de la IDE del IGN y representante nacional en el proyecto, quien realizó una presentación sobre "Situación actual, acciones llevadas a cabo y proyectadas sobre la gestión de la calidad de la IG en IDERA".

## RESULTADOS OBTENIDOS

El beneficio para cada país participante fue la obtención de un informe de su situación actual, de las metodologías y procedimientos para el control y evaluación de calidad de la IG, lo cual contribuirá a la puesta en práctica de acciones de mejora. A partir de ahora se dispone de un grupo de profesionales que forma parte de una red de especialistas en evaluación de calidad de la IG desde el contexto interdisciplinario de las comisiones del IPGH. Finalmente, se concientizó a los gobiernos de la importancia de contar con IG de calidad para la toma de decisiones.

## PERSPECTIVAS A FUTURO

Los resultados finales permitirán establecer las bases para definir un marco panamericano de evaluación de calidad de la IG y la creación de una red multidisciplinaria de profesionales para debatir, compartir, replicar y mejorar experiencias en torno al control y evaluación de la IG. Durante el 2018 se realizarán publicaciones con los resultados obtenidos.

Ya existe un camino trazado y nuestro país se encuentra transitándolo. Es necesaria la participación colaborativa de las instituciones y organismos de todos los niveles para que juntos sigamos avanzando.

## BIBLIOGRAFÍA:

INICIATIVA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE LA GESTIÓN GLOBAL DE LA INFORMACIÓN GEOESPACIAL (UN-GGIM) (2013). *Tendencias a futuro en la gestión de información geoespacial: La visión de cinco a diez años*. Nueva York. Recuperado de: <http://ggim.un.org/docs/UN-GGIM%20tendencias%20a%20futuro-%20DEF.pdf>

INSTITUTO PANAMERICANO DE GEOGRAFÍA E HISTORIA (2015). *Programa de asistencia técnica del IPGH - 2016*. Ciudad de México. Recuperado de: [comisiones.ipgh.org/CARTOGRAFIA/Inf-Tec/2016/CART-07-2016\\_ECU.pdf](http://comisiones.ipgh.org/CARTOGRAFIA/Inf-Tec/2016/CART-07-2016_ECU.pdf)

UNIVERSIDAD DEL JAÉN (2013). *Fundamentos de la Evaluación de la Calidad de la Información Geográfica*. Jaén: Publicaciones de la Universidad del Jaén.

# Modelación y Pronósticos en el Delta del río Paraná. Integración de instituciones estatales y colaboración ciudadana.

Juan Agustín Borús\*, Diego Alejandro Piñón\*\*, Martín Sabarots Gerbec\*\*\*, Adrián González\*\*\*\*, Juan Pablo Giacosa\*\*\*\*\*

## DELTA DEL RÍO PARANÁ

El Delta del río Paraná comprende un área de 1.750.000 Ha desde su nacimiento en la localidad de Diamante (Entre Ríos) hasta su desembocadura en el estuario del Río de la Plata (Figura 1).

La región constituye una zona de intensa actividad productiva, teniendo en cuenta que es atravesada por la principal vía fluvial comercial estratégica para Argentina y países limítrofes. Además se desarrolla una importante actividad ganadera-forestal-apícola en la zona de islas. Desde el punto de vista ambiental, contiene un reducto de humedales únicos que resultan determinantes en distintos procesos hidrológicos, biológicos y geomorfológicos.

Dada la singular geomorfología de este Delta y su régimen hidrológico, vastas áreas productivas quedan expuestas a frecuentes inundaciones. Las debidas a las crecidas del río Paraná responden a procesos generados en su extensa cuenca de aporte y muestran un régimen claramente fluvial, con una afectación que puede durar meses. En con-

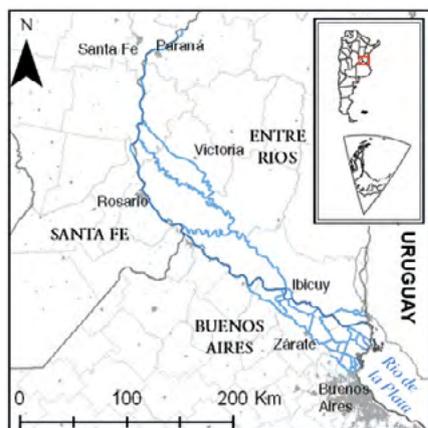


FIGURA 1.

traste, las crecidas en el estuario, por efecto meteorológico regional, provocan ascensos de corto plazo que pueden alcanzar en el Bajo Delta impactos significativos. Desde el punto de vista de la navegación, las bajantes también son críticas, por el alto volumen comercial de la vía navegable.

Surge por lo dicho la necesidad de incrementar las capacidades de predicción de situaciones hídricas adversas para la población y sus medios de vida. El Estado Nacional ha asumido el compromiso de apoyar las actividades que se desarrollan en el Delta a partir de la colaboración conjunta de: el Instituto de Tecnología Agropecuaria (INTA), el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y del Instituto Nacional del Agua (INA).

## REQUERIMIENTOS DE PRONÓSTICO

A partir de las grandes crecidas registradas en 1959, 1966 y 1983, se tomó conciencia de la necesidad de disponer de herramientas de anticipación de eventos extremos en la región. Se creó el Sistema de Alerta Hidrológico de la Cuenca del Plata para atender las grandes crecidas y bajantes fluviales en el actual INA y se conformó el Departamento de Mareología en el servicio de Hidrografía Naval. Los organismos nacionales comenzaron su acción conjunta coordinando actividades con el INTA; especialmente con el Instituto de Clima y Agua y la Estación Experimental Delta del Paraná. En todo este proceso se fue caracterizando el requerimiento de pronóstico asociado a las diferentes actividades en isla y tierra firme. Para responder adecuadamente comenzó una tarea de gestión de información básica y de herramientas de modelación.

## HERRAMIENTAS DE MODELACIÓN

Durante muchos años el seguimiento de los eventos de crecida o bajante fue realizado sobre la base de modelos de regresión basados en un análisis estadístico de las series de lecturas. El intercambio de información con los usuarios regionales del recurso hídrico fue permitiendo incorporar el conocimiento cimentado en la experiencia ante las crecidas mencionadas y en las ocasiones de bajadas prolongadas de nivel. Este procedimiento, si bien fue fructífero, no alcanza hoy para satisfacer las necesidades de monitoreo y pronóstico ni permite incorporar todas las herramientas para tal fin. Las acciones llevadas a cabo entre los organismos mencionados apuntan a

\* Ing., Director de la Dirección de Sistemas de Información y Alerta Hidrológico de Instituto Nacional del Agua / jborus@ina.gov.ar

\*\* M.Sc. Agrim., Director General de Servicios Geográficos. Instituto Geográfico Nacional. dpinon@ign.gov.ar

\*\*\* Ing., Programa de Hidráulica Computacional - Instituto Nacional del Agua, Coordinador del Proyecto Delta por parte del INA / msabger@gmail.com

\*\*\*\* Lic. (MSc.) Agencia de Extensión Rural Delta, EEA Delta del Paraná - INTA, Coordinador del Proyecto Delta por parte del INTA / gonzalez.adrian@inta.gov.ar

\*\*\*\*\* Ing., Dirección de Sistema de Información y Alerta Hidrológico, Área de Modelación y Pronóstico Hidrológico / jpgiacosa@ina.gov.ar

potenciar la capacidad de respuesta ante eventos extremos. Desde 2015 el INA desarrolla un proyecto interno de modelación hidrodinámica con propósitos múltiples; modelación numérica que, mediante el planteo de expresiones matemáticas basadas en la física del escurrimiento del agua en cursos naturales, permite obtener con cierta precisión el nivel del agua y el caudal que circula en una sección del curso modelado; ambas variables determinadas para un instante dado en función de los caudales ingresantes al sistema y las condiciones que la situación hídrica impone en la descarga de dicho curso. Se puede modelar un único curso o una red de estos, como es el caso del Delta del Paraná.

Esta modelación apunta a potenciar la capacidad de seguimiento de la dinámica fluvial con vistas a cuantificar impactos y lograr una sistemática anticipación a las emergencias. Los modelos ya están desarrollados y disponibles para asimilar la información que se vaya logrando como resultado de la gestión en las islas.

### INFORMACIÓN BÁSICA

Se dispuso desde un principio de las lecturas a paso diario correspondientes a las escalas hidrométricas que desde comienzos del siglo XX fueron dispuestas a lo largo de la vía navegable en el río Paraná, todas ubicadas en los puertos más activos o en las principales localidades ribereñas. Se destacan dos limitaciones importantes: las escalas tenían una cota de cero poco conocida o poco confiable (para la modelación hidrodinámica se requiere que todas las lecturas del nivel del agua, que se hacen a lo largo de los cursos, estén referidas a un mismo plano) y no se disponía de escalas de referencia en las islas.

Para superar estas limitaciones se han llevado adelante acciones tendientes a lograr un adecuado referenciamiento del cero de las escalas existente. A su vez, se ha proyectado instalar nuevas escalas en sitios de islas estratégicos;



FIGURA 2. Relevamiento del cero de la Escala de Tigre. Personal del IGN.

que puedan ser atendidas por productores o pobladores, a los cuales se denomina “referentes locales”.

### RELEVAMIENTO DE LOS CEROS DE LAS ESCALAS

En el marco de esta labor interinstitucional el IGN en forma conjunta con el INA realizaron mediciones en 15 (quince) sitios en los que se encuentran emplazados limnógrafos de registros automáticos de niveles y escalas hidrométricas de lectura directa. Dichas me-

diciones tuvieron por objeto establecer la posición y la cota de los puntos fijos materializados en las proximidades de dichos instrumentos; a fin de lograr luego, mediante la determinación del desnivel existente entre los puntos fijos y el cero de los instrumentos, obtener la cota de dichos ceros respecto del Cero IGN. Todo esto con una precisión conocida y acotada.

La campaña tuvo una duración de 13 (trece) días, comprendidos entre el 6 de Diciembre de 2016 y el 18 del mismo mes. Se visitaron los sitios donde

LOCALIDAD	INSTRUMENTO	UBICACIÓN	COTA CERO	OBSERVACIÓN
TIGRE	Escala	Acceso libre. Al lado de la Prefectura.	-0,01	
CAMPANA	Escala	Muelle. Desarrollos Portuarios S.A.	0,42	
ZÁRATE	Escala	Prefectura Naval Argentina	0,24	Escala sobre muelle de madera de la prefectura.
BARADERO	Escala 1	Muelle público.	0,60	Escala nueva.
RAMALLO	Escala	Muelle público	1,62	
SAN NICOLÁS	Escala	Muelle privado	3,91	
VILLA CONSTITUCIÓN	Escala	Muelle privado	1,98	
SANTA FE	Escala 1	Muelle público	8,38	Las dos escalas están muy próximas la una de la otra.
	Escala 2		8,37	
PARANÁ	Escala	Muelle público	9,43	Bulón en la DNVN.
DIAMANTE	Escala	Muelle de Diamante	6,75	
VICTORIA	Escala 1	Muelle público	1,56	Ambas escalas están muy cerca. El muelle está en frente de la Prefectura.
	Escala 2		1,54	
ROSARIO	Escala	Muelle en la DNVN – DPI. Puerto de Rosario	2,92	
SAN LORENZO	Escala	Muelle en Puerto San Martín	3,31	Bulón en predio de la PNA. Escala detrás de predio de YPF.
SAN PEDRO	Escala 1	Muelle Privado. Consorcio de Gestión Puerto San Pedro.	0,71	Distancia entre escalas 60m.
	Escala 2		0,72	
IBICUY	Escala	Muelle de PNA	0,46	

PNA: Prefectura naval Argentina. YPF: Yacimientos Petrolíferos Fiscales.

DNVN-DPI: Dirección Nacional de Puertos y Vías Navegables. Delegación Paraná Inferior.



FIGURA 3. Punto fijo materializado en el puerto Puerto de Santa Fe para el referenciamiento de las escalas.

se encuentran emplazados los hidrómetros. Las localidades visitadas y los correspondientes ceros de escala obtenidos se presentan en la (tabla1).

Como resultado de la campaña se alcanzaron los siguientes objetivos:

- La actualización del cero de las escalas hidrométricas emplazadas en los puertos visitados respecto del cero del IGN.
- El relevamiento de la cota de la tapa superior de los limnígrafos encontrados en dichos sitios.
- La constitución de un bulón o mojón altimétrico con cota conocida en las proximidades del instrumental hidrométrico en cada uno de los puertos.

Es oportuno resaltar la importancia del último ítem en el listado anterior. La implantación de dichos puntos de medición en cada uno de los puertos permitirá renovar o relocalizar el instrumental hidrométrico en dichos sitios, pudiendo determinar el cero IGN de los nuevos elementos de forma ágil con una simple nivelación geométrica (determinación de la diferencia de nivel entre el bulón y el cero del nuevo instrumento), de corto recorrido, ya que el punto de cota conocida se encuentra en el sitio de interés.

### REFERENTES LOCALES

La propuesta de identificación de los referentes locales, tiene como objetivo fortalecer el rol de los mismos, los cuales actúan como observadores cotidianos de los fenómenos hidrometeorológicos que se desencadenan en forma de eventos particulares, en cada uno de los lugares donde desarrollan sus actividades productivas. No sólo es necesario conocer con precisión sus necesidades de pronóstico sino además mejorar el conocimiento de la dinámica fluvial en puntos de interés especialmente elegidos. Tanto INTA

como INA establecieron proyectos internos que apuntan a lograr esos objetivos. Ambas instituciones han acordado un conjunto de acciones establecidas a través de un convenio de cooperación, que tiene como objetivo establecer un marco de actuación para la colaboración en actividades de investigación científica, asistencia técnica, cooperación académica y formación de investigadores y técnicos, encarando la actividad en forma conjunta.

El INTA, con sus estaciones experimentales, juega un rol fundamental en el establecimiento de referentes locales debido a su alto grado de inserción en el territorio, el conocimiento de los sistemas productivos de los lugares y el contacto permanente con los potenciales referentes.

Se han definido distintos sitios donde resulta necesario la constitución de referentes, a los cuales se tiene considerado dotar de instrumental de medición (automático o manual) de niveles. Es este el caso del Sr. Jorge Zemek, un productor del Delta Frontal, que por su estrecho vínculo con personal de la Estación Experimental Inta-Delta, ubicada sobre la margen del Río Paraná de las Palmas en la localidad de Campana; se encuentra en la actualidad prestando este servicio en forma voluntaria, asistido por personal de la Estación Experimental.



FIGURA 4. Instalación de una escala hidrométrica y sensor de nivel sobre el Canal Seoane. Sr. Y Sra. Zemek junto con personal del INTA y del INA.

# Sistema de Referencia Vertical

## Antecedentes históricos de la red de nivelación nacional

Diego Alejandro Piñón \* y Hernán Javier Guagni \*\*

En el año 1913, el Instituto Geográfico Militar (IGM) – cuya denominación fuera sustituida por la de Instituto Geográfico Nacional (IGN) mediante el Decreto 554/09– inició las labores geodésicas y topográficas tendientes a la construcción y medición de la red de nivelación de la República Argentina. Hacia fines del año 1919, el IGM había determinado las alturas provisorias de 1045 puntos (construidos por personal del IGM y de otras reparticiones) en las provincias de Buenos Aires y Santa Fe, a partir de la nivelación de 1620 km (INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR, 1922).

Los trabajos de nivelación realizados hasta el año 1919 demostraron que “si bien se alcanzaba con ellos la precisión anhelada, no daban el rendimiento suficiente con relación al tiempo empleado y a la gran extensión del país, carente de bases altimétricas para sus obras públicas” (INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR, 1928: 41). En ese marco, y con el propósito de proseguir los trabajos de nivelación en forma metódica y precisa, el IGM desarrolló un proyecto denominado Red Fundamental de alta precisión (FIGURA 1), en el cual fueron considerados “el interés general del país y los propios de cada provincia” (INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR, 1928: 41). Dicho proyecto, también incluyó la redacción de los reglamentos que estipulaban el método de construcción y medición de los pilares altimétricos.

Con respecto a la determinación del datum vertical, un trabajo publicado por el Ing. Geóg. Mamelio Coliva en el año 1912 expresó lo siguiente: “entre los primeros y más urgentes trabajos que deberán ocurrir a la formación de la carta topográfica argentina, se hallan los que se refieren al nivel medio del mar [NMM], estudios que permitirán establecer la superficie de nivel fundamental, llamada también de comparación, horizonte de todas las nivelaciones y base de toda operación geodésica” (INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR, 1912: 63). En ese sentido, y siendo que el IGM no poseía un mareógrafo, las cotas provisionales de los puntos altimétricos comenzaron a basarse en un origen (también denominado “cota cero”) determinado por la Dirección General de Navegación y Puertos del Ministerio de Obras Públicas (MOP) a partir de una serie de observaciones realizadas con un mareógrafo localizado en el puerto de Mar del Plata. Esta información fue suministrada al IGM mediante un expediente del MOP con fecha 9 de septiembre de 1924 (INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR, 1928).

\* M.Sc. Agrim., Director General de Servicios Geográficos.  
dpinon@ign.gob.ar

\*\* Ing. Agrim., Resp. de la RN-Ar y del CPC-Ar. Dirección de Geodesia.  
hguagni@ign.gob.ar

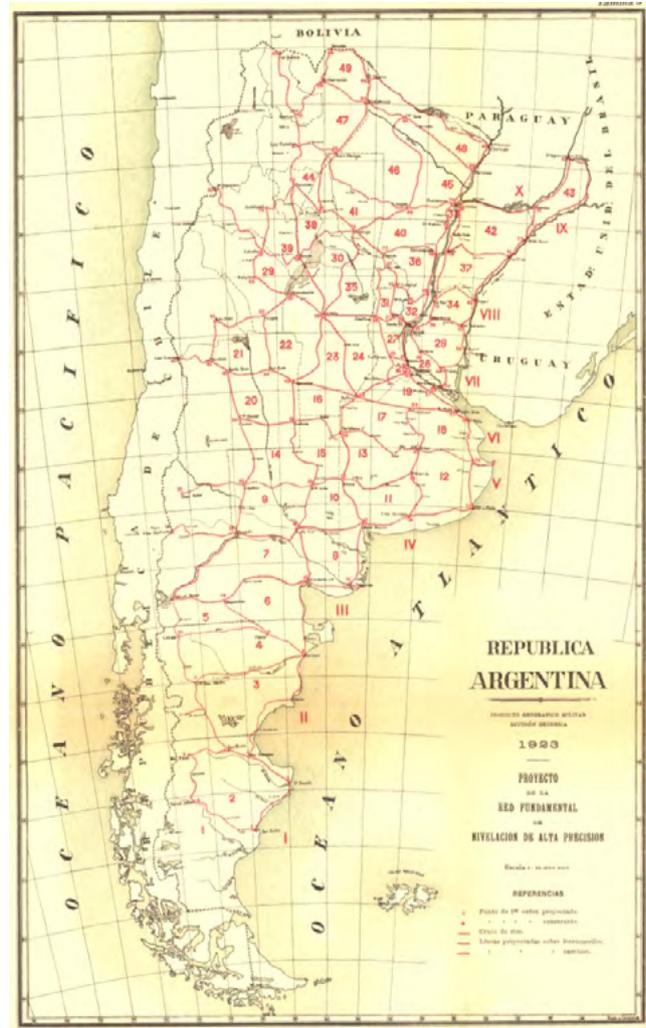


FIGURA 1: Proyecto de la Red Fundamental de alta precisión de la República Argentina de 1923

El 18 de septiembre de 1941 se sancionó la Ley 12696 (también denominada Ley de la Carta), que establece entre sus artículos que el IGM es el responsable de ejecutar los “trabajos geodésicos fundamentales” necesarios para la confección de la cartografía del territorio Nacional. En este marco, y debido a que los polígonos de nivelación medidos hasta aquel entonces fueron considerados demasiado extensos y la separación entre sus puntos excesiva (ambas condiciones impuestas por razones económicas), el IGM resolvió: a) prescindir del conjunto de nivelaciones realizadas hasta el año 1945; b) iniciar nuevas operaciones previstas por la Ley de la Carta; y c) proyectar la construcción y medición de una nueva red de nivelación de alta precisión (FIGURA 2) (INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR, 1949). Estas operaciones fueron enmarcadas dentro de una serie de normas generales definidas en un compendio deno-

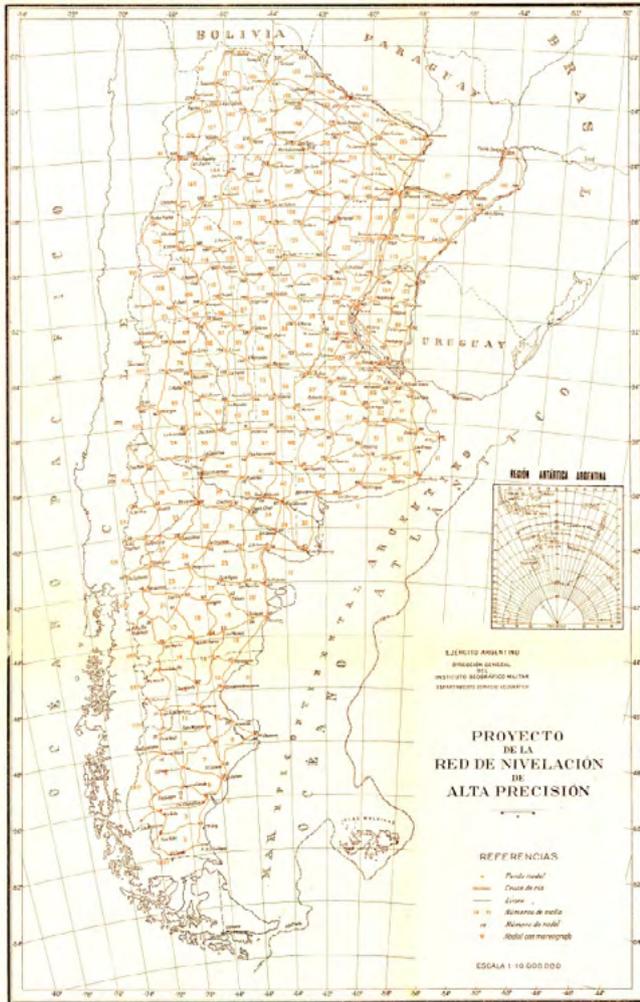


FIGURA 2: Proyecto de la red de nivelación de alta precisión de la República Argentina de 1946

minado Instrucciones Técnicas para la Ejecución de los Trabajos Geodésicos, entre las cuales cabe mencionar las siguientes (Instituto Geográfico Militar, 1946): a) los polígonos de la red de alta precisión debían tener un desarrollo perimetral de alrededor de 500 km (antiguamente de 1000 km); b) la separación entre los pilares debía ser de aproximadamente 2,6 km (en el año 1952 este valor fue llevado a 3,2 km); c) los errores de las nivelaciones debían calcularse a partir de las fórmulas recomendadas por la Asociación Internacional de Geodesia (IAG por sus siglas en inglés) luego de la Asamblea General celebrada en la ciudad de Edimburgo en el año 1936; d) tenían que utilizarse los método de medición fraccionada, con visuales horizontales máximas de 50 m y nivel de anteojo con vidrio de caras plano-paralelas y lectura con micrómetro óptico sobre miras de invar con doble escala; y e) las discordancias entre

dos nivelaciones (“en ida” y “en vuelta”) no podían superar los siguientes valores:

$$\begin{aligned} \rho_{\max} [\text{mm}] &= 3\sqrt{L[\text{km}]} && \text{cuando la línea era de alta precisión} \\ \rho_{\max} [\text{mm}] &= 5\sqrt{L[\text{km}]} && \text{cuando la línea era de Precisión} \\ \rho_{\max} [\text{mm}] &= 7\sqrt{L[\text{km}]} && \text{cuando la línea era Topográfica} \end{aligned}$$

En el año 1947, se vio la necesidad de erigir el Punto Altimétrico de Referencia Normal (PARN) para dar cumplimiento a la proyectada reglamentación de la Ley de la Carta. Para ello, se recabaron informes de la Dirección General de Minas y Geología, la Dirección General de Yacimientos Petrolíferos Fiscales y la Dirección de General del Servicio Meteorológico Nacional, que señalaron (desde el punto de vista sísmico-geológico) a la sierra de Tandil como un sitio favorable para el emplazamiento del PARN. En el mes de noviembre de 1949 se inició la excavación para materializar el PARN en el Parque Independencia de la ciudad de Tandil. Esta labor se extendió durante 59 días hasta llegar a una profundidad máxima de 16,4 metros (ver FIGURA 3). Finalmente, en el año 1952 se vinculó el nodal construido en la Plaza Rocha de Mar del Plata con el PARN (INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR, 1951).

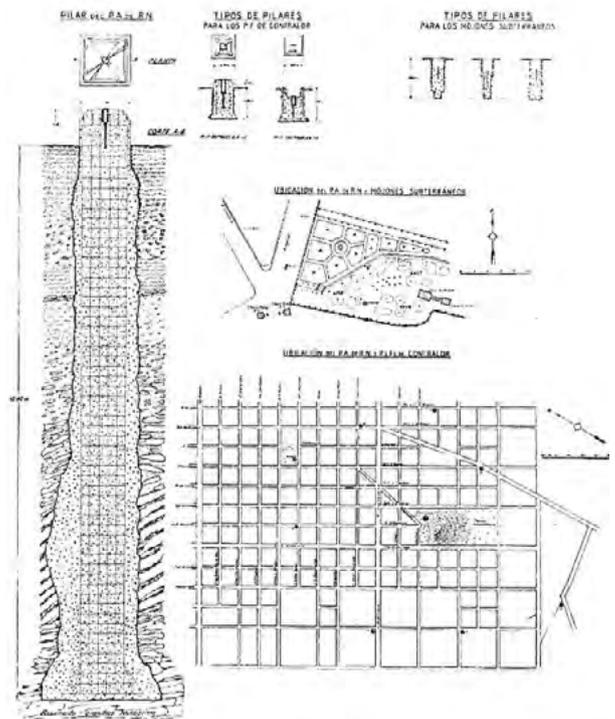


FIGURA 3: Monografía del PARN.

En el año 1952, el IGM planteó la necesidad de compensar la red de nivelación de alta precisión teniendo presente las siguientes consideraciones: a) la nivelación debía servir tanto para las necesidades del desarrollo de la infraestructura del país, como también para investigaciones científicas; y b) para conservar la precisión alcanzada en la medición, se debía evitar cualquier condición que forzara la compensación.

En el año 1969, el IGM envió 179 líneas de alta precisión (~27300 km) y 262 líneas de Precisión (~24200 km) al Comando Topográfico del Ejército de los Estados Unidos (USATC por sus siglas en inglés) para que realizaran la compensación de la red y determinaran las alturas de los pilares que la componen. Se realizaron dos compensaciones diferentes (una con corrección ortométrica y otra sin ella) utilizando el método de mínimos cuadrados y una unidad de procesamiento Honeywell 1800 (ver FIGURA 4). Los resultados finales fueron entregados al IGM en el año 1971 (INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR, 1976). Las líneas construidas y medidas con posterioridad al año 1969 fueron ajustadas a la figura inicial definida por la USATC (ver FIGURA 5) mediante un programa de compensación desarrollado por el IGM en lenguaje FORTRAN (D'ONOFRIO et al., 1999).

En el año 1997, en el marco del proyecto internacional Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS) y en el transcurso de la Asamblea General de la IAG llevada a cabo en



FIGURA 4: Unidad de procesamiento Honeywell 1800

la ciudad de Río de Janeiro, se creó un grupo de trabajo denominado GTIII (o Datum Vertical), con el propósito de establecer un sistema de referencia vertical unificado para el continente americano. A partir del año 2001, el IGM y la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata (FCAG-UNLP) comenzaron a trabajar cooperativamente con el fin de obtener las alturas geopotenciales de los pilares altimétricos que componen la red de nivelación de alta precisión y, consecuentemente, contribuir con la misión del GTIII en el territorio Nacional (MOIRANO et al., 2002; PACINO et al., 2007).



FIGURA 5 Primer ajuste de la red de nivelación de alta precisión realizado por la USATC en 1969

En el año 2000, el Subcomité de Geodesia (SCG) del Comité Nacional de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional (CNUGGI) conformó un grupo de trabajo denominado Origen Geopotencial, con el propósito de coordinar las actividades nacionales relativas al establecimiento de un nuevo sistema de referencia vertical e interactuar con el GTIII. Dentro del grupo se establecieron las siguientes líneas de trabajo: control del Datum Vertical mediante observaciones GPS y mareográficas, cálculo de desniveles geopotenciales, vinculación a las redes de nivelación limítrofes y definición de un estándar para compensar redes gravimétricas (MOIRANO et al., 2002; PACINO et al., 2007).

En este marco, y comprendiendo la necesidad de contar con un sistema de referencia altimétrico que contemple los efectos del campo gravitatorio terrestre, en el año 2010 el IGM inició un nuevo proyecto con el propósito de reajustar la Red de Nive-



FIGURA 6: Red de nivelación de alta precisión de la República Argentina

lación Argentina (RN-Ar) en función de desniveles geopotenciales y determinar las alturas ortométricas de los pilares que componen dicha red (FIGURA 6).

En los años 2012 y 2014, en las reuniones científicas de la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas celebradas en las ciudades de San Miguel de Tucumán y San Juan respectivamente, personal del IGN presentó los avances del proyecto tendiente a la definición de un nuevo sistema nacional de alturas (PIÑÓN et al., 2014; PIÑÓN et al., 2012).

## REFERENCIAS:

D'ONOFRIO, E., FIORE, M., MAYER, F., PERDOMO, R. y RAMOS, R. (1999). La referencia vertical. *Contribuciones a la Geodesia en la Argentina de fines del siglo XX*. Universidad Nacional de Rosario, 99-127.

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR. (1912). *Anuario del Instituto Geográfico Militar, 1912* (Vol. I). Buenos Aires, Argentina: Estado Mayor del Ejército.

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR. (1922). *Anuario del Instituto Geográfico Militar, 1915-1919* (Vol. IV). Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Guerra.

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR. (1928). *Anuario del Instituto Geográfico Militar, 1920-1926* (Vol. V). Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Guerra.

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR. (1946). *Instrucciones técnicas para la ejecución de los trabajos geodésicos (I.T.6a.)*. Buenos Aires, Argentina: Ejército Argentino.

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR. (1949). *Anuario de la Dirección General del Instituto Geográfico Militar, 1944-1946* (Vol. X). Buenos Aires, Argentina: Ejército Argentino.

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR. (1951). *Anuario de la Dirección General del Instituto Geográfico Militar, 1950* (Vol. XII). Buenos Aires, Argentina: Ejército Argentino.

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR. (1976). *Anuario del Instituto Geográfico Militar, 1963-1975* (Vol. XVII). Buenos Aires, Argentina: Comando en Jefe del Ejército.

MOIRANO, J., BRUNINI, C., FONT, G., LAURÍA, E. A. y RAMOS, R. (2002). Hacia una nueva referencia vertical en Argentina. *Actas XXI Reunión Científica de Geofísica y Geodesia. Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas*. Rosario, Argentina.

PACINO, M. C., COGLIANO, D., FONT, G., MOIRANO, J., NATALI, P., LAURÍA, E. A., RAMOS, R. y MIRANDA, S. (2007). Activities Related to the Materialization of a New Vertical System for Argentina. In P. Tregoning & C. Rizos (Eds.), *Dynamic Planet* (Vol. 130, pp. 671-676): Springer Berlin Heidelberg.

PIÑÓN, D. A., GUAGNI, H. J. y CIMBARO, S. R. (2014). *Nuevo ajuste de la red de nivelación de alta precisión de la República Argentina*. Presentado en la XXVII Reunión Científica de la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas, San Juan, Argentina.

PIÑÓN, D. A., SÁNCHEZ, R. y CIMBARO, S. R. (2012). *Nueva compensación de la Red de Nivelación Argentina*. Presentado en la XXVI Reunión Científica de la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas, San Miguel de Tucumán, Argentina.

En el próximo número la 2da. entrega  
*Situación actual de la red de nivelación.*

# El nuevo portal de Gestión Una contribución del IGN al SINAGIR

Carolina Estefanía Rewakowski\* e Ignacio Gatti\*\*

El 28 de septiembre de 2016 se sancionó la Ley N° 27.287 que creó el **Sistema Nacional para la Gestión Integral del Riesgo y la Protección Civil (SINAGIR)** la cual tiene por objeto integrar las acciones y articular el funcionamiento de los organismos del Gobierno Nacional, los Gobiernos Provinciales, de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y Municipales, las Organizaciones No Gubernamentales y la sociedad civil, para fortalecer y optimizar las acciones destinadas a la reducción de riesgos, el manejo de la crisis y la recuperación. La Ley materializa los esfuerzos y consensos necesarios para que el Estado pueda diseñar una política de reducción del riesgo de desastres y protección civil centrada en un marco normativo moderno, que represente el cambio de paradigma que comenzó a desarrollarse en el mundo a partir de la elaboración de los marcos de acción de Hyogo 2005-2015 y de Sendai 2015-2030.

El Sistema está integrado por el Consejo Nacional y el Consejo Federal para la Gestión Integral del Riesgo y la Protección Civil, que a su vez cuenta con el asesoramiento del **Consejo Interinstitucional de Ciencia y Tecnología**, del cual el IGN es miembro activo por ser organismo Científico Tecnológico Nacional.

El Consejo es regulado por la **Red de Organismos Científico-Técnicos para la Gestión Integral del Riesgo (RED GIRCYT)**, que tiene por objeto atender los requerimientos de información específica del Consejo Nacional y el Consejo Federal para la Gestión Integral del Riesgo y la Protección Civil, así como vincular y poner a disposición de estos las capacidades, conocimientos e información desarrollados en el ámbito científico y técnico, encausando los esfuerzos y optimizando el uso de los recursos.

En este marco dentro del **Plan de Gestión del Instituto Geográfico Nacional (2015-2020)** fue incorporada la temática de gestión y reducción de riesgo de desastres, donde específicamente se establece la necesidad de colaborar con la RED GIRCYT para la redacción e implementación de diferentes Protocolos de Preparación ante Emergencias.

Estos protocolos refieren a distintas amenazas de origen natural (terremotos, inundaciones, incendios, movimientos en masa, tormentas severas, nevadas, actividad volcánica, sequías, entre otras) y buscan articular el acceso y comunica-



Para conocer los Protocolos ingresa aquí: <http://www.mincyt.gov.ar/ministerio/red-de-organismos-cientifico-tecnicos-para-la-gestion-integral-del-riesgo-gircyt-112>

ción de los datos e información generada por los organismos intervinientes en la redacción. Asimismo, otro de los objetivos es identificar, ordenar, estandarizar y fortalecer las condiciones de interoperabilidad y visualización de la **información geoespacial científica tecnológica** vinculada a esta etapa de la gestión de riesgos de desastres y promover la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías para mejorar la comunicación entre los mismos.

## Geoportal de Gestión de Riesgo de Desastres

En el marco de la implementación del SINAGIR y de las actividades de la RED GIRCYT, el IGN creó una sección especial dentro del GEOPORTAL Institucional, con la intención de colaborar en la interoperabilidad y acceso de la información pro-

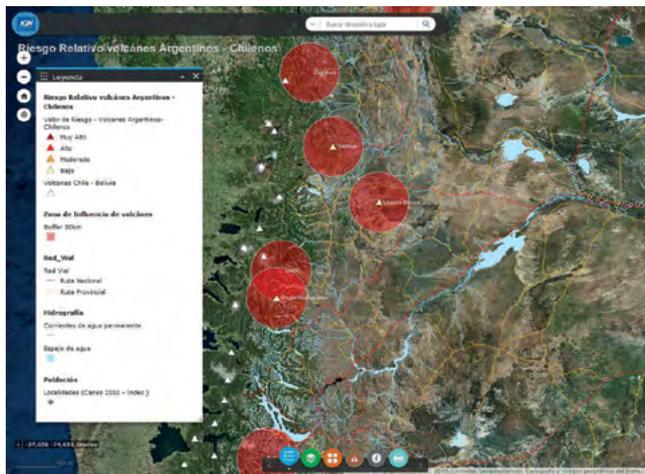
\* Licenciada en Sistemas de Información Geográfica, Dirección General de Planificación, Investigación y Desarrollo. [crewakowski@ign.gov.ar](mailto:crewakowski@ign.gov.ar)

\*\* Licenciado en Geografía, ex Analista de Información Geográfica del Departamento Geocartografía de la Dirección de Información Geoespacial. [ignacio.a.gatti@gmail.com](mailto:ignacio.a.gatti@gmail.com)

# de Riesgo de Desastres

ducida en los Protocolos previamente mencionados. El **portal de Gestión de Riesgo de Desastres**, es de acceso público y responde a distintas capas de información geoespacial que se fueron generando desde el año 2012, a través de un trabajo interinstitucional con la Red GIRCYT.

El mismo está compuesto por aplicaciones que funcionan como **visualizadores de información geográfica**, con el objetivo de fortalecer la etapa de preparación en la gestión de riesgo de desastre, además de ser una herramienta interactiva de consulta.



Seguí todas las actividades del IGN junto a la RED GIRCYT y las últimas actualizaciones del Geoportal de Riesgo en la sección de NOVEDADES de nuestra web.

## Evaluación del Riesgo Volcánico Relativo en la Argentina

En la actualidad, la RED GIRCYT está realizando la primera revisión del Protocolo de Amenazas Volcánicas que afectan al territorio argentino, por tal motivo se incluye en el Geportal una aplicación de Riesgo por Actividad Volcánica, con la Evaluación del Riesgo Volcánico Relativo en la Argentina, realizada por SEGEMAR (Servicio Geológico Minero Argentina) y SMN (Servicio Meteorológico Nacional). El objetivo de este trabajo es **identificar los volcanes que representan mayor riesgo para el país**, y de acuerdo a los resultados, organizar medidas de manejo de riesgo. Los resultados de la evaluación permitieron subdividir los volcanes analizados en cuatro categorías de **Riesgo relativo: Muy Alto, Alto, Moderado y Bajo**. Los valores del índice de Peligrosidad muestran que los volcanes más peligrosos son *Planchón-Peteroa*, *Laguna del Maule* y *Copahue*.

Además en la misma aplicación se pueden encontrar otras capas de información geográfica correspondientes a radios de afectación de los volcanes, hidrografía, red vial y población.

- Volcanes de Argentina
- Volcanes de Chile
- Hidrografía
- Red Vial
- Población
- Aeropuertos y rutas aéreas
- Dispersión en el aire de cenizas ante la erupción Volcán Calbuco 2015
- Depósitos de la erupción del Volcán Calbuco 2015.

Como novedad se incluye la **herramienta de Zona de Riesgo**, que permite crear polígonos de afectación, para poder determinar el nivel de riesgo de distintas zonas y elementos afectados por la actividad volcánica.

En la actualidad todas las capas de información geográfica incluidas en el Geoportal están siendo revisadas y actualizadas, conforme a las actividades del IGN y la RED GIRCYT. A medida que se vaya generando nueva información será publicada en distintas aplicaciones y visualizadores para una mejor comprensión y comunicación de los usuarios.

### BIBLIOGRAFÍA:

ELISSONDO, M. y VILLEGAS, D. (2011) *Evaluación de Peligrosidad Volcánica en Argentina. S10a, Volcanes activos evolución y monitoreo*. XVIII Congreso Geológico Argentino, Neuquén.

LEY 27.287 (2016) *Sistema Nacional para la Gestión Integral del Riesgo y la Protección Civil*.

# Geotecnologías al servicio de la in

Laura Pietrángelo\*



Siempre el hombre tuvo la necesidad de responder las preguntas que involucran un dónde y cuándo, determinar dónde ocurre algo, en qué momento y por cuánto tiempo, qué dimensiones tiene, cómo influye determinada condición del entorno y si cambia a lo largo del tiempo. Las geotecnologías permiten dar respuestas a esos interrogantes a través del trabajo interrelacionado de:

- Un Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS, por sus siglas en inglés): permite determinar con precisión posición y tiempo (x,y,z,t),
- Teledetección: permite adquirir información de la superficie terrestre a partir de la radiación electromagnética captada por sensores montados en plataformas,
- Sistemas de Información Geográfica (SIG): posibilitan capturar, inte-

grar, analizar, procesar, almacenar, desplegar, distribuir, entre otras, información geoespacial, combinando múltiples capas de diferentes temáticas georreferenciadas para determinar por qué ocurre un fenómeno y qué solución adoptar bajo el análisis de las relaciones y patrones.

Estas tecnologías, junto con internet y otras herramientas (realidad aumentada, realidad virtual, visualización tridimensional, geonavegación, apps en dispositivos móviles, etc) son utilizadas por las Ciencias de la Tierra en los diferentes estudios que abarcan tanto la estructura interna, morfología superficial, evolución y dinámica de la Tierra como de los fenómenos que ocurren en ella. Dada su importancia hoy, la geotecnología es considerada una de las megatecnologías del siglo XXI junto con la nanotecnología y biotecnología.

Existen varias definiciones de geotecnología, siendo una de ellas "cualquier aplicación tecnológica que utilice la lo-

calización espacial en la visualización, medición, almacenamiento, recuperación, mapeo y análisis de características o fenómenos que ocurren en, por debajo o por encima de la tierra" BERRY (2013)<sup>1</sup>.

Así, las geociencias se integran con la tecnología informática y de comunicación, englobándose en la disciplina llamada **Geomática**. Por lo tanto, es un conjunto de ciencias que emplean los medios posibles para la captura, tratamiento, análisis, interpretación, almacenamiento y difusión de la información geoespacial. La información geoespacial queda caracterizada por una componente espacial o geométrica que describe su localización, una componente temporal y sus atributos y relación con el entorno; es información ubicable en el espacio para un momento determinado.

Hoy en día todos somos generadores

\* Ingeniera Geógrafa. Responsable de Ingeniería de Producción, Dirección General de Producción Cartográfica. Instituto Geográfico Nacional. [lpietrangelo@ign.gob.ar](mailto:lpietrangelo@ign.gob.ar)

<sup>1</sup> BERRY, Joseph. (2013) Beyond Mapping III: A Compilation of Beyond Mapping Columns. Fecha de consulta: 07-08-2017. Recuperado en: <http://www.innovativegis.com/basis/mapanalysis/>.

# formación geoespacial

de datos, basta con tomar una foto con nuestro celular y subirla a las redes. Existen varias fuentes de datos, los personales que pueden ser usados para hacer marketing o crear negocios, los que provienen de investigaciones científicas, los de las redes sociales y datos públicos pertenecientes a gobiernos incluyendo datos de censos, de salud pública o de condiciones meteorológicas. El aumento del volumen de los conjuntos de datos creció significativamente los últimos años. La clave está en cómo buscarlos, limpiarlos, analizarlos, combinarlos y convertirlos en información para proponer alternativas o tomar decisiones. En este sentido es que aparecen dos conceptos: **Big Data y Data Science**.

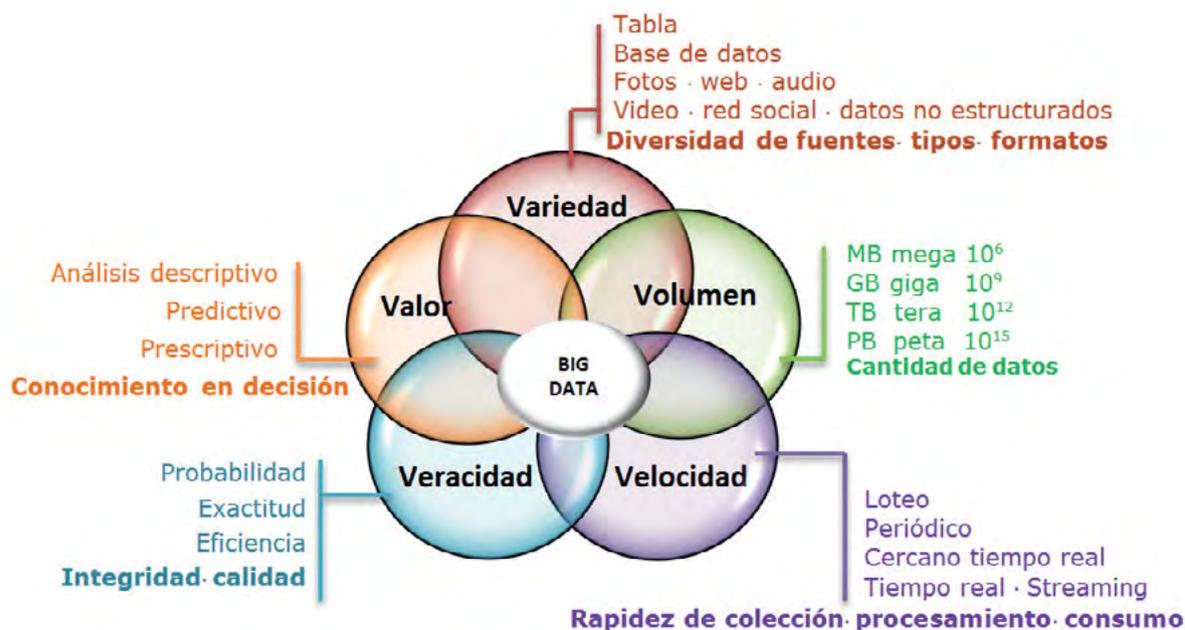
Big Data queda definido por lo que se llama las 5V junto con las técnicas y tecnologías para el procesamiento y análisis de grandes volúmenes de información. Estas 5V son: variedad, volumen, velocidad, valor y veracidad y esto también plantea un reto en las técnicas de visualización (podría ser una sexta V) de cómo explorar, analizar y explotar eficientemente la riqueza del Big Data.

La **variedad** se refiere a la heterogeneidad en las fuentes de datos, de diferente nivel de estructura, variedad de formatos y de diversa calidad, **veracidad**. Hoy día se montan sensores en diversidad de plataformas o soportes estáticos o en movimiento, sobre la tierra, el agua o espacio aéreo. La Tierra está siendo permanentemente observada por sensores que trabajan en diferentes partes del espectro electromagnético, ubicados en satélites, aeronaves tripuladas o no tripuladas, automóviles, embarcaciones (no)tripuladas, mochilas, hasta trípodes. Con los incrementos de estas fuentes y las redes sociales se produce un aumento en la **velocidad** de generación de datos que impacta en la cantidad, el **volumen**. El dato está en continuo movimiento, el dato es dinámico, por el hecho que se modifica desde su creación y porque viaja de un usuario a otro en un tiempo cada vez menor, de manera que el dato esté disponible para su uso en el momento oportuno, agregándole **valor** al mismo. Ciertamente hay datos que reducen la medida de su utilidad con el paso del tiempo, desde su generación pierden valor, es por ello que es necesario acortar los tiempos de procesamiento y de disponibilidad, tendiendo al

tiempo real. Esta rapidez se resuelve con procesamientos, almacenamiento y uso de la nube (pública, privada o híbrida). Hoy el desafío es la integración de los datos, la transformación del dato en información, la información en conocimiento y el conocimiento en sabiduría. Convertir dato en información útil se aprende manejando datos, haciendo datos. Los nuevos retos y desafíos del Big Data serán la privacidad, la seguridad e integridad de la información, retos que irán resolviéndose con legislaciones y estandarización.

**Data Science** es el conocimiento del dominio de algún campo particular, como el dominio geo, haciendo análisis de datos con herramientas matemáticas, estadísticas e informáticas para crear soluciones, realizar pronósticos y proporcionar información en tiempo real.

En definitiva, las geotecnologías son las que ayudan a resolver problemas, dar soluciones desde una perspectiva espacial. La clave está en el **análisis espacial** (álgebra, estadísticas, relaciones de proximidad, inclusión, coincidencia, conectividad, simulación, modelado) dado que el objetivo de cualquier análisis es proporcionar conocimiento sobre las partes de un problema y luego integrar una solución para una definida escala del tiempo y espacio.



# Participación del Instituto Geográfico de Olimpiadas de Geografía

María Dolores Puente \*

**E**l Programa Nacional de Olimpiadas de Geografía está organizado por la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Universidad Nacional del Litoral y auspiciada y financiada con el Ministerio de Educación. Tiene entre sus objetivos fundamentales: brindar a los jóvenes espacios y medios para una formación en la Ciencia Geográfica; proponer el aprendizaje de las herramientas de trabajo geográfico; identificar, difundir e intercambiar experiencias válidas en la Enseñanza de la Geografía; mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de contenidos relevantes de la disciplina geográfica; profundizar los conocimientos cartográficos; concientizar sobre la ventaja de utilizar la cartografía para expresar realidades y procesos relacionales.

Las Olimpiadas se realizan todos los años y los estudiantes pueden intervenir en las siguientes categorías:

**Categoría A:** Ciclo básico, participación individual

**Categoría B:** Ciclo orientado, participación individual

**Categoría C:** Ciclo orientado, participación grupal, se orienta a la elaboración de Proyectos de Investigación Escolar.

Desde el año 2015 se sumaron dos nuevas categorías:

**Categoría D-CartoAr:** Ciclo básico, primer nivel, participación individual.

\* Licenciada en Geografía, Responsable Departamento de Oficinas Provinciales, Jurado en la Olimpiadas de Geografía. Dirección General de Planificación, Investigación y Desarrollo del Instituto Geográfico Nacional.  
dpuente@ign.gob.ar



FIGURA 1. Año 2017. Presentación oral de un trabajo frente a los miembros del jurado que representan al IGN.

**Categoría E-CartoAr:** Ciclo orientado, segundo nivel, participación individual.

A partir de ese año el Instituto Geográfico Nacional da apoyo institucional al Programa Nacional de Olimpiadas de Geografía y participa en la integración del jurado. Estas categorías se crearon para incentivar en los alumnos y docentes de nivel medio el uso de cartografía como instrumento para el análisis geográfico de diferentes espacios y aplicado a diversas temáticas. Se busca que los alumnos logren utilizar mapas y cartografía y así adquirir la noción de espacio, localización espacial, aspectos que se encuentran inmersos dentro de nuestra vida cotidiana. El análisis de los diferentes elementos del espacio, su generalización, abstracción y síntesis permite a los estudiantes la resolución de problemáticas complejas como las que se abordan desde la Geografía.

Los objetivos específicos para ambas categorías son:

- Incentivar el aprendizaje de los conocimientos cartográficos.
- Fomentar la lectura e interpretación de diversas fuentes de información cartográfica (planos, mapas, cartas temáticas imágenes satelitales, fotografías aéreas).
- Desarrollar la capacidad de percepción y abstracción.
- Aplicar herramientas cartográficas.
- Promover la utilización de diferentes tipos de cartografía.
- Concientizar sobre la importancia del uso de la cartografía en la vida cotidiana.
- Relacionar los conocimientos geográficos con los cartográficos.
- Favorecer el uso de las nuevas tecnologías.
- Fomentar la creatividad en función de una temática.

# Nacional en el Programa Nacional



FIGURA 2. Acto de entrega de premios en la Ciudad de Santa Fe, 12 de octubre de 2017.

- Seleccionar y organizar contenidos.
- Indagar sobre la adecuada representación espacial.
- Estimular el uso de cartografía digital.

Para las categorías D y E CartoAr hay dos instancias de trabajo, la COLEGIAL y la NACIONAL. La instancia COLEGIAL consiste en la presentación de un dibujo cartográfico acompañado de un informe, bajo ciertas consignas. Se reciben, en general, alrededor de 200 dibujos cartográficos, se evalúan y se seleccionan los que tienen más alto puntaje para ser convocados sus autores a la instancia NACIONAL.

Los alumnos cuyos trabajos fueron seleccionados deben realizar una exposición oral sobre la obra presentada. En esta instancia se eligen los ganadores que son premiados con medalla dorada, plateada y de bronce.

Para la evaluación de los dibujos se tiene en cuenta la expresión plástica

(técnicas utilizadas, armonía de color, prolijidad), pero sobre todo el uso correcto de elementos cartográficos como escala, proyección, orientación, situación relativa, simbología cartográfica, toponimia, entre otros. También se evalúa el contenido del informe: desarrollo y justificación del tema, expresión escrita, descripción de la metodología empleada y correspondencia con el dibujo.

Además, los estudiantes que participan en la instancia nacional tienen la posibilidad de participar en el certamen internacional que se realiza bajo los auspicios de la Unión Geográfica Internacional (UGI/IGU) y está organizado por el Grupo de Trabajo Olimpiada UGI/IGU. La convocatoria se realiza a todos los estudiantes del Nivel Secundario de la educación argentina que hayan participado en las Instancias Colegial, Jurisdiccional y Nacional de las Categorías A y B.

Los objetivos de la Olimpiada Internacional de Geografía (iGeo) son: a) incentivar el interés en los estudios geográficos entre los jóvenes; b) contribuir de manera positiva al debate sobre la importancia de la Geografía en cuanto a conocimientos, habilidades e intereses entre los jóvenes; c) facilitar los contactos sociales entre jóvenes de diferentes países y contribuir a la comprensión entre las naciones.

**INTERNACIONAL** En la instancia internacional de 2018 (iGeo) realizada en la ciudad de Quebec, Canadá, dos estudiantes de la Escuela Superior de Comercio "Carlos Pellegrini" (UBA) de la Ciudad de Buenos Aires recibieron medallas de bronce. A ellos y todo el equipo de trabajo, ¡felicitaciones!

Para más información  
<http://www.unl.edu.ar/olimpiadageo/>

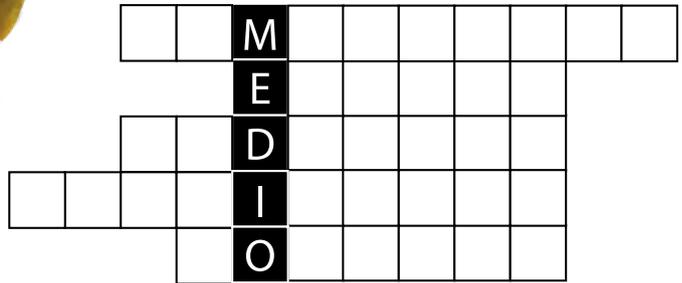
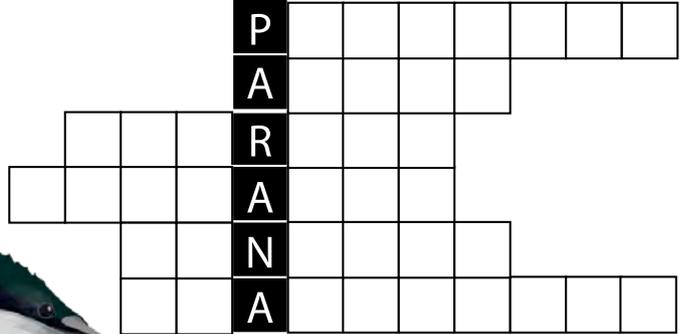
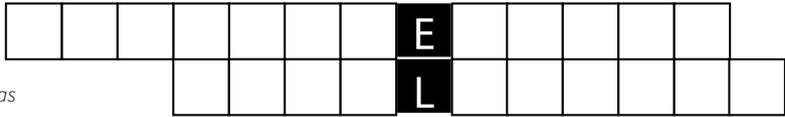
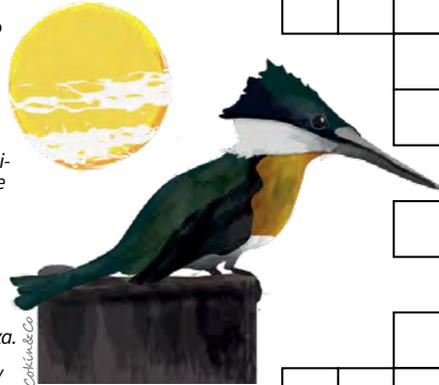
# Curiosamente #9

Jorge Alba Posse

## Crucilectura:

Si leíste la revista, te resultará sencillo encontrar las respuestas de esta crucilectura.

1. Probabilidad de recurrencia evaluada de la gran inundación de 1982/83.
2. Comunidad de microinvertebrados presentes en las aguas del río que forman parte del inicio de la cadena trófica.
3. Caudaloso río que sirve al Paraná y que inicia el Paraná Medio.
4. Antiguos saltos que quedaron bajo las aguas del embalse de Yaciretá.
5. Sistema acuífero arenoso que quedó cubierto por derrames de lava superficial de la era Mezosoica.
6. Efecto que desfasa las crecidas del río Paraguay.
7. Tipo de imagen satelital utilizada en la investigación sobre la altura de los ríos en épocas de creciente o estiaje.
8. Uno de los grandes grupos que integran al zooplancton.
9. Propulsor de las barcas que navegan el río.
10. Denominación del largo de un barco o barcaza.
11. Sistema fluvial formado por los ríos Paraguay y Paraná de más de 3400 km, aptos para la navegación.
12. Agente causal del dengue, transmitido por mosquitos.
13. Una de las SV de la Big Data.

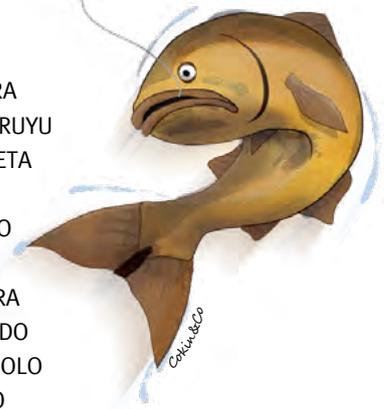


M	B	O	R	O	R	E	O	L	O	H	C	N	O	M
I	A	S	I	T	A	R	I	R	A	R	A	T	U	E
D	H	R	O	S	A	V	A	L	O	T	E	L	D	O
P	I	L	R	H	Y	E	L	P	O	M	A	G	O	B
A	N	E	M	A	I	L	A	N	A	A	Y	A	R	A
T	L	S	N	L	J	L	G	N	H	L	S	I	A	I
E	E	U	T	T	E	O	G	L	O	D	O	H	D	Z
M	O	R	E	O	U	U	M	T	V	D	A	M	O	A
O	N	R	G	N	R	D	I	A	I	R	A	A	E	R
L	I	R	U	U	A	C	O	F	N	U	N	M	Z	I
A	M	J	Y	E	N	C	R	A	N	D	A	C	R	P
P	I	U	P	A	R	A	N	A	E	U	U	L	E	A
B	A	G	R	E	T	E	L	U	C	A	P	B	D	G
C	A	O	L	A	B	A	S	T	A	Y	H	I	E	O
E	D	U	C	N	I	B	U	R	U	S	I	P	R	M

## ¡hay pique!

Encontrá los siguientes “peces” escondidos en esta sopa geográfica.\*

- 1.- DORADO
- 2.- BAGRE
- 3.- RAYA
- 4.- SURUBI
- 5.- MOJARRA
- 6.- MANGURUYU
- 7.- PALOMETA
- 8.- BOGA
- 9.- ARMADO
- 10.- PACU
- 11.- TARARIRA
- 12.- DIENTUDO
- 13.- MONCHOLO
- 14.- SABALO
- 15.- MANDUBE



\* Podés encontrarlos leyendo del derecho y del revés, de arriba hacia abajo o viceversa, así como en las diagonales.

## PUBLICACIONES

Atlas de la República Argentina (Ed. 2017) .....	\$ 750,00
Serigrafía Mendoza escala 1:100 000 .....	\$ 90,00
IGM – 130 Años IGN .....	\$ 375,00
Atlas Argentina 500K (Ed. 2017) .....	\$ 900,00
Atlas Tucumán 100K .....	\$ 675,00
Revistas El Ojo del Cóndor .....	\$ 90,00

## CARTAS TOPOGRÁFICAS

Cartas topográficas .....	\$ 90,00
Ploteo color de las cartas topográficas que se encuentran agotadas .....	\$ 90,00
Carta topográfica Islas Malvinas escala 1:500 000 Ed. 2012 en stock .....	\$ 90,00

## CARTAS DE IMÁGENES SATELITALES

Carta de Imagen satelital en soporte papel (cualquier escala) en stock .....	\$ 90,00
Carta de Imagen satelital en formato especial .....	\$ 90,00
Carta de imagen satelital Islas Malvinas escala 1:500 000 Ed. 2012 .....	\$ 90,00
Ploteo en papel común de cartas de imágenes agotadas .....	\$ 90,00
Ploteo en papel fotográfico de cartas de imágenes agotadas .....	\$ 120,00

## PRODUCTOS FOTOGRAFÍAS AÉREAS HISTÓRICAS

Fotografía B/N en CD a 10 Micrones (2540 DPI) .....	\$ 270,00
Fotografía B/N en CD a 20 Micrones (1270 DPI) .....	\$ 180,00
Fotografía B/N en papel fotográfico a 30 Micrones .....	\$ 150,00
Mosaico de ortofotos x km <sup>2</sup> .....	(consultar)

## MAPAS

### POLÍTICO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

Proyección Lambert  
(versiones estándar e invertida)

En escala 1:5 000 000  
Medidas: 96 cm x 165 cm aprox.  
Edición: 2016  
Precio: \$ 180,00 c/u

### MAPA PLANISFERIO FÍSICO-POLÍTICO Proyección Aitoff

(versiones estándar e invertida)

En escala 1:28 000 000  
Soporte papel laminado  
Contiene nomenclaturas, ciudades  
Medidas: 80 cm x 150 cm aprox.  
Edición: 2016  
Precio: \$ 180,00 c/u

### MAPA TERMOFORMADO DE LAS ISLAS MALVINAS

En escala 1:500 000  
Medidas: 55 cm x 45 cm aprox.  
Edición: 2012  
Precio: \$ 180,00 c/u



## MAPAS PROVINCIALES: Medidas: 78 cm x 112 cm aprox.

### Satelitales

PROVINCIA DE CHACO	PROVINCIA DE LA RIOJA	PROVINCIA DE TUCUMÁN	PROVINCIA DEL NEUQUÉN	PROVINCIA DE SANTA CRUZ	PROVINCIA DE LA PAMPA
En escala 1:750 000	En escala 1:600 000.	En escala 1:250 000	En escala 1:600 000	En escala 1:900 000	En escala 1:700 000
Edición: 2016	Edición: 2016	Edición: 2016	Edición: 2016	Edición: 2017	Edición: 2017
Precio: \$ 180,00 c/u	Precio: \$ 180,00 c/u				

### Físico-políticos

PROVINCIA DE CHACO	PROVINCIA DE LA RIOJA	PROVINCIA DE TUCUMÁN	PROVINCIA DEL NEUQUÉN	PROVINCIA DE SANTA CRUZ	PROVINCIA DE LA PAMPA
En escala 1:750 000	En escala 1:600 000	En escala 1:250 000	En escala 1:600 000	En escala 1:900 000	En escala 1:700 000
Edición: 2016	Edición: 2016	Edición: 2016	Edición: 2016	Edición: 2017	Edición: 2017
Precio: \$ 180,00 c/u	Precio: \$ 180,00 c/u				



Adquiera estos productos y números anteriores de la revista El Ojo del Cóndor en:

<http://ventas.ign.gov.ar>



# PORTAL DE GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES

Visualizador de información geoespacial básica e información temática para la identificación de amenazas y zonas de riesgo a escala nacional.

Producida por organismos científicos tecnológicos, busca integrar, colaborar y divulgar los esfuerzos destinados a la reducción de riesgos de desastres.



[ide.ign.gov.ar](http://ide.ign.gov.ar)