
INUNDACIONES EN EL BAJO PARANÁ ¿SE PUEDE ARTICULAR LA GESTIÓN SOCIAL A PARTIR DEL COMPORTAMIENTO HIDROLÓGICO PREVIO?

Sylvina Lorena Casco, Claudia Eleonor Natenzon, Nora Indiana Basterra y Juan José Neiff

RESUMEN

Los ríos con tramos de llanura tienen dos subsistemas bióticos de distinta distribución y dinámica temporal: a) las poblaciones naturales (vegetación y fauna) cuya distribución y permanencia responde al régimen de pulsos (sequías e inundaciones) en cada posición geográfica y topográfica; b) los asentamientos humanos, que colonizan y se consolidan en períodos de sequía son fuertemente condicionados por las inundaciones extremas. En este trabajo se presenta el análisis de los niveles en que están asentados varios conglomerados humanos en sitios inundables/anegables, los niveles de riesgo (niveles de alerta y de evacuación) y la posibilidad de un ordenamiento de estos asentamientos, utilizando el análisis de recurrencia, duración

e intensidad de las inundaciones ocurridas en el último siglo. Para ello se analizó la fluctuación diaria del río Paraná en el período 1970-2008 en la provincia de Corrientes (Argentina), en un tramo de 354km. El análisis indica que la respuesta socio-tecnológica a estas inundaciones depende principalmente de la frecuencia, intensidad y duración con que ocurren. Se concluye que la planificación, mantenimiento de estructuras y servicios (rutas, puentes, áreas de servicio), así como los márgenes de seguridad en el diseño debieran realizarse considerando los niveles críticos históricos de inundación, para evitar el colapso de los servicios, a la vez que mantener un programa permanente de concientización y de participación social.

Introducción

Las inundaciones, como son entendidas en esta contribución, son fenómenos hidrometeorológicos que afectan a la sociedad, a sus bienes y servicios y al sistema natural. Se producen por la ocurrencia estacional, anual o plurianual de exceso de agua sobre el suelo que, según su intensidad, duración, estacionalidad y recurrencia, pueden desestabilizar a la sociedad. A diferencia del anegamiento por lluvias locales torrenciales, avalanchas, tsunamis y otros eventos, las inundaciones en los ríos pueden preverse en término de meses o, al menos, de semanas (Neiff, 1990; Giddings, 1993).

La mayoría de las inundaciones extremas del Río Paraná, tienen una estrecha relación

con los eventos ENSO en el Pacífico (Aiskis, 1984; CECOAL, 2004) ya que 11 de las 16 grandes riadas sucedieron como respuesta a este fenómeno. Esto permite prever la ocurrencia de inundaciones extraordinarias con varios meses de anticipación (Flamenco, 1998) y contar con una estrategia de alerta para manejar situaciones de riesgo (INA, 2010). Lo expresado no implica que exista una relación inequívoca entre las inundaciones y el fenómeno de El Niño en el área de este estudio.

En las planicies de inundación de los grandes ríos de Sudamérica la vida de plantas, animales y, más aún la del hombre, está condicionada por la alternancia de crecientes y bajantes. Conocer la dinámica fluvial permite expli-

car el orden actual del macrosistema, prever cambios naturales, intentar su manejo sostenible y gestionar mejor eventos catastróficos. Este comportamiento fluctuante del río representa un peligro natural para el hombre (Burton *et al.*, 1978; Caputo *et al.*, 1985; OEA, 1993) durante las inundaciones extraordinarias que afectan la economía y producen, aun, riesgos para la vida humana (Núñez y Vargas, 1998; Lehner *et al.*, 2000).

La Cuenca del Plata concentra a más de 95 millones de personas, de las cuales casi el 60% vive en Brasil; menos del 4% en Paraguay; algo más del 2% en Bolivia; el 30% en Argentina y un poco más del 4% en Uruguay. En esta cuenca se concentra ~30% de la población de Bra-

sil, 77% de la población de la Argentina, 100% de la del Paraguay, el 94% de la de Uruguay y el 29% de la de Bolivia (Neiff, 2002). Desde los años 70 se aprecia un aumento de caudal en sus grandes ríos respecto de la dinámica registrada en la primera mitad del siglo XX (García y Vargas, 1998; Depetris, 2007).

Argentina ha sido afectada desde sus comienzos como nación por inundaciones de tipo catastrófico, acentuándose los efectos de tales inundaciones con el poblamiento y el desarrollo. Desde comienzos del siglo XIX estos procesos perjudicaron particularmente a la población, los bienes y los recursos del noreste del país (Natenzon, 2003). Ante este panorama, los decisores públicos han actuado generalmente durante las emergencias, sobre

PALABRAS CLAVE / Ciudades Inundables / El Niño / Inundaciones / Régimen de Pulsos / Riesgos y Catástrofes / Río Paraná /

Recibido: 02/09/2010. Modificado: 18/04/2011. Aceptado: 20/04/2011.

Sylvina Lorena Casco. Doctora en Biología, Investigadora, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET), Profesora, Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Argentina. Investigadora, Centro de Ecolo-

gía Aplicada del Litoral (CECOAL), CONICET, Argentina. Dirección: CECOAL, Ruta 5, km 2,5. C.C.291. Corrientes, Argentina. e-mail: sylvina.casco@gmail.com

Claudia Eleonor Natenzon. Doctora en Geografía. Profesora

Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, FLACSO – Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Sede Argentina. e-mail: natenzon@filo.uba.ar

Nora Indiana Basterra. Magister en Ecología y Gestión Am-

biental. Profesora, UNNE, Argentina. e-mail: indi@ing.unne.edu.ar

Juan José Neiff. Doctor en Biología, Profesor, UNNE, Argentina. Investigador y Director, CECOAL-CONICET, Argentina. e-mail: jj@neiff.com.ar

FLOODS IN THE LOWER PARANA RIVER: CAN SOCIAL MEASURES BE ARTICULATED TO HYDROLOGICAL REGIME?

Sylvina Lorena Casco, Claudia Eleonor Natenzon, Nora Indiana Basterra and Juan José Neiff

SUMMARY

Floodplain rivers have two biotic subsystems with different distribution and temporal dynamics: a) natural populations (vegetation and fauna) whose distribution and permanence responds to river pulses (droughts and floods) in each geographic and topographic position; b) human settlements, historically located and settled in lowlands during low waters and strongly influenced by extreme floods. An analysis of risk is presented for different topographic levels used by authorities as a warning and people evacuation phases, along a 354km stretch of the low Paraná River, in the province of Corrientes, Argentina.

The frequency, recurrence, duration and intensity of floods in the last century was analyzed, based on daily records of water level from 1970 to 2008. It was found that the social and technological response to flooding depends mainly on the frequency, intensity and duration of occurrence. It is concluded that planning and maintenance of structures and services (roads, bridges, service areas), as well as safety design standards, should consider the historical critical levels of flooding, so as to prevent the collapse of services, while maintaining an ongoing program of awareness and social participation.

INUNDAÇÕES NO BAIXO PARANÁ: ¿PODE-SE VINCULAR A GESTÃO SOCIAL A PARTIR DE COMPORTAMENTO HIDROLÓGICO ANTERIOR?

Sylvina Lorena Casco, Claudia Eleonor Natenzon, Nora Indiana Basterra e Juan José Neiff

RESUMO

O rio com trechos de planície tem dois subsistemas bióticos de distinta distribuição e dinâmica temporal: a) as populações naturais (vegetação e fauna) cuja distribuição e permanência responde ao regime de pulsos (secas e inundações) em cada posição geográfica e topográfica; b) os assentamentos humanos, que colonizam e se consolidam em períodos de seca e que são fortemente condicionados pelas inundações extremas. Nesta distribuição se apresenta a análise dos níveis em que estão assentados vários conglomerados humanos em áreas de inundação/ alagáveis, os níveis de risco (níveis de alerta e de evacuação) e a possibilidade de um ordenamento destes assentamentos, utilizando a análise de recorrência, duração

e intensidade das inundações ocorridas no último ciclo, para o qual se analisou a flutuação diária do Paraná no período 1970-2008 para a província de Corrientes (Argentina) em uma seção de 354 km. A análise indica que a resposta sócio tecnológica a estas inundações depende principalmente da frequência e intensidade com que ocorrem. Conclui-se que a planificação, manutenção de estruturas e serviços (rotas, pontes, áreas de serviço), assim como as margens de segurança no desenho devem realizar-se considerando os níveis históricos críticos de inundação, para evitar o colapso dos serviços, ao mesmo tempo manter-se um programa permanente de conscientização e de participação social.

la etapa crítica, prestando menor atención a lograr criterios y un modelo de gestión ambiental para sitios con alta variabilidad hidrometeorológica (Caputo y Herzer, 1987; Natenzon y Viand, 2008). En las últimas cuatro décadas, las inundaciones causaron más de 800000 evacuados (95% de ellos en el NE argentino), destruyeron unas 8000 viviendas, anegaron 15,1×10⁶ha, generando pérdidas agrícolas millonarias y afectando a 1.612.000 cabezas de ganado (CESAM, 2004).

En la ciudad de Resistencia, Provincia del Chaco, Argentina, las sucesivas inundaciones produjeron como respuesta del gobierno provincial obras para la contención de las mismas, cuyos resultados, entonces, no

habían sido evaluados. Estas obras tendieron a transformar a Resistencia en una palangana sin desaguedero; por ello para cualquier eventualidad se colocaron bombas de desagüe que en los momentos de emergencia no funcionaron ya sea por falta de energía eléctrica, falta de combustible, falta de mantenimiento u otros errores e imprevisiones humanas.

En la ciudad de Pergamino, provincia de Buenos Aires, a lo largo del siglo XX se distinguen dos tipos de inundaciones: las grandes, ocasionadas por lluvias y desbordes de los arroyos, y las ocasionadas sólo por lluvias. A fines del siglo XIX, esta ciudad ya registraba los embates del arroyo Pergamino o Chu-chú, que

se desbordaba y ocupaba su valle de inundación, cubriendo las calles adyacentes al cauce. Desde entonces y hasta 1930, la ciudad se inundó, al menos, ocho veces (CESAM, 2004).

A pesar de las pérdidas que producen periódicamente las crecidas extraordinarias, los resultados muestran que la ocupación de estas tierras bajas fue creciendo sin que se produzcan acciones que involucren no sólo a los gobiernos, sino a la sociedad en su conjunto. Como consecuencia aumentan los daños en sucesivas riadas (Caputo y Herzer, 1987, Paoli, 2000).

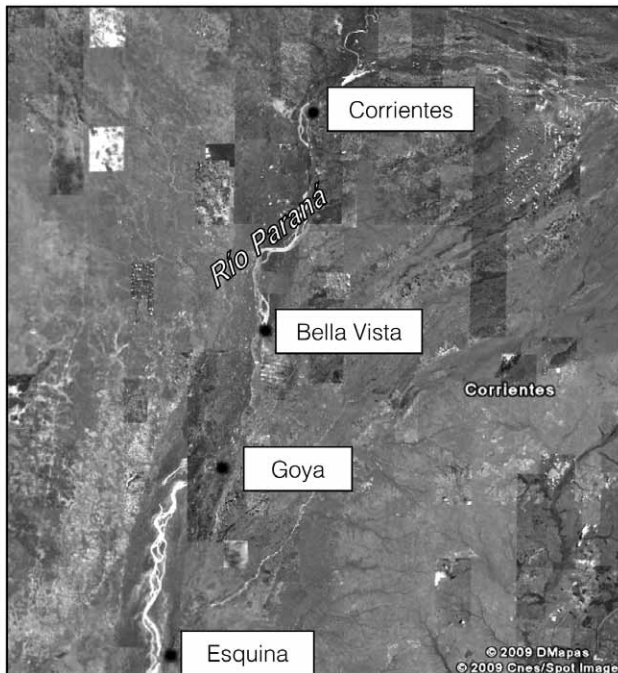
Las fluctuaciones del río Paraná, sus implicancias ecológicas y sus variadas consecuencias, se pueden explorar

mediante algunas relaciones cuantitativas (Neiff y Neiff, 2004) que vinculan las características ecológicas de áreas anegables e inundables (p.e. distribución y abundancia de poblaciones) y las diferencias en las fases de inundación y de suelo seco. Se asume que diferentes posiciones topográficas en distintos puntos de una planicie fluvial determinarán distintas frecuencia, intensidad y amplitud de las fases de inundación y de sequía. Indudablemente, la valoración de las catástrofes producidas por inundaciones debe hacerse también por la naturaleza y magnitud de las pérdidas socioeconómicas, aunque esta información no siempre está disponible o es confiable (Neiff *et al.*, 2000).

En esta contribución se apunta a dar aportes que permitan responder algunos interrogantes, a saber: ¿Se comportan de igual manera todas las inundaciones catastróficas? ¿Son adecuados los niveles de alerta y de evacuación existentes? ¿Los indicadores socioeconómicos representan cabalmente las diferencias que muestran los indicadores del medio físico? ¿Pueden programarse acciones de contingencia y contención social a partir del conocimiento del régimen de pulsos?



Figura 1. Ubicación del área de estudio. Imagen tomada de Google Earth.



permitieron establecer que en la segunda mitad del siglo XIX el río Paraná habría tenido una creciente en la cual habría alcanzado casi 1,5m más que lo que hemos comentado para el siglo XX.

Los problemas producidos por los excesos hídricos pueden tener diferente complejidad según el contexto en que se encuentre un asentamiento, las características geomorfológicas, tipo de suelos, y la existencia de obras de ingeniería (rutas, terraplenes, canales). Así, las ciudades de Corrientes y Esquina registran problemas

Materiales y Métodos

Área de estudio

El río Paraná integra, junto con los ríos Paraguay y Uruguay, la Cuenca del Río de la Plata, que constituye la zona de captación de agua ubicada en segundo lugar en América del Sur, con un área de $3,1 \times 10^6 \text{ km}^2$ (Figura 1). De esta superficie, 45,6% corresponde a territorio del Brasil, 29,7% a Argentina, 13,2% a Paraguay, 6,6% a Bolivia y 4,8% a Uruguay (Orfeo y Stevaux, 2002).

Se estudió el nivel del río en los puertos de las ciudades de Paso de la Patria, Corrientes, Bella Vista, Goya y Esquina, de la provincia de Corrientes (Argentina), comprendidos entre $27^{\circ}21'02''$ y $30^{\circ}01'03''\text{S}$, y entre $58^{\circ}35'41''$ y $59^{\circ}31'56''\text{O}$ (Figura 1).

Las inundaciones son predominantes en la región tanto por su recurrencia como por los daños y pérdidas millonarias que ocasionan, y que ocasionaron desde tiempos históricos. La provincia de Corrientes (Figura 1), limitada por los ríos Paraná, Paraguay y Uruguay es un sector de la Cuenca donde se ha acumulado buena documentación sobre desastres naturales (CESAM, 2004).

Las ciudades de Corrientes (capital de la provincia homónima), Bella Vista, Goya y Esquina están localizadas en la margen izquierda del río Paraná.

La planicie de inundación en el área de estudio puede medir 9-30km de ancho (Orfeo, 1995) y el ancho del área cubierta por el río en las máximas crecientes es 5 a 11,5 veces más ancha que en épocas de bajantes extremas (Casco *et al.*, 2005). El riesgo hidrológico no es bien conocido y las crecientes extremas son interpretadas por los pobladores como fenómenos eventuales, por lo que las riadas

extraordinarias no están incorporadas en la sociedad mediante formas de vida adaptadas al fenómeno.

El régimen del río Paraná es muy irregular, si se lo compara con otros grandes ríos como el Orinoco, el Amazonas o el Bermejo en sus bajas cuencas (Neiff, 1990). En el último siglo se registraron varias inundaciones extraordinarias que superaron los 8m en el puerto de Corrientes: en junio 1905, en julio 1983, en junio 1992 y en mayo 1998. El máximo absoluto de 9,03m en ese puerto ocurrió en julio 1983 (Figura 2), si bien datos históricos

causados por las inundaciones extraordinarias en los barrios perimetrales topográficamente más bajos, donde la urbanización ha avanzado sobre la planicie fluvial. En tanto, Goya tiene una situación más compleja y de mayor vulnerabilidad por tener una extensa superficie ubicada en zonas topográficamente bajas, pero también por ser un sistema condicionado por fenómenos de inundación y de anegamiento que pueden ocurrir en forma simultánea:

a) las riadas extraordinarias del Paraná, principalmente por aportes en la alta cuenca que pueden ocurrir en distintas épocas del año. No hay estacionalidad marcada como en Bermejo, el Orinoco u otros ríos (inundación).

b) Los aportes por escorrentía superficial que se originan en terrenos más altos, circundantes a la ciudad (inundación).

c) El impedimento al desagüe en ríos tributarios del Paraná, cuyos desbordes inundan la ciudad antes de que ocurra el desborde del río Paraná (inundación).

d) Los aportes de lluvias localmente torrenciales (anegamiento; en noviembre

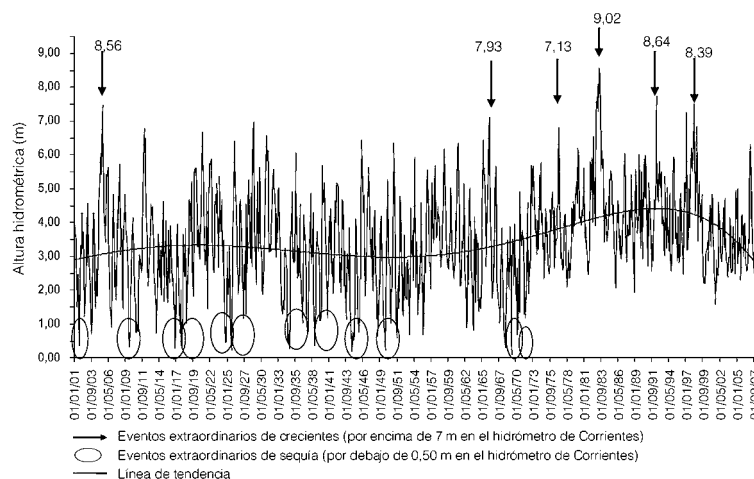


Figura 2. Fluctuaciones hidrométricas del río Paraná durante 1901 y 2007 en el puerto de Corrientes.

2009, por ejemplo, llovió 140mm en menos de 2h).

Esta situación compleja no es exclusiva de la ciudad de Goya, teniéndose una configuración semejante en Clorinda (Formosa, sobre el río Paraguay) y en Resistencia (Chaco, aguas abajo de la confluencia de los ríos Paraná y Paraguay) donde en 1983, a la crecida natural del río se le adicionaron los efectos de lluvias torrenciales mayores a 400mm en un día (600 mm de agua caída en un día, en las localidades de La Tigra (Chaco) y El Colorado (Formosa)). Ello produjo una situación catastrófica por la permanencia sobre el suelo del agua proveniente de fuentes múltiples (creciente del río, lluvias torrenciales, ascenso de las napas freáticas).

Procesamiento con el software PULSO

PULSO es un software que estudia fenómenos naturales repetidos según una función sinusoidal a lo largo del tiempo, como puede ser el conjunto de fluctuaciones hidrométricas de un río, las lluvias en un período y localidad determinada, o los eventos de fuego en las Sabanas. Se establece en la serie un valor de intensidad (valor de referencia) el cual define la presencia de determinado elemento del sistema, o la ocurrencia de algún proceso que se quiere investigar en el sistema, como podría ser la ocurrencia de suelo inundado (Neiff, 2002). Así, los valores que se encuentran por encima de esta línea virtual son tomados como positivos e indican que durante la ocurrencia de la fase de inundación, tal elemento (planta, animal, hombre) estaría presente, o que aquel proceso (germinación, riesgo de fuego, permanencia de personas, instalación de huertas, infraestructura edilicia, etc.) se cumple. Por debajo del nivel de referencia, indicado por el investigador, tal elemento o proceso no ocurriría, por lo que los valores son tomados por el modelo como negativos, señalando la ausen-

cia potencial del elemento o proceso investigado. A partir de datos hidrométricos o de caudal, diarios, semanales o anuales, es posible conocer el número de pulsos, el número de fases de inundación y de sequía, la estación del año en que ocurren, la duración y magnitud que alcanzaron y la regularidad del régimen.

Para esto se utilizó el software PULSO (Neiff y Neiff, 2004), en base a datos-promedio mensuales. Los niveles hidrométricos diarios en cada puerto fueron comparados con ANOVA, InfoStat (2008).

Se utilizaron los niveles de alerta y de evacuación para la población de Paso de la Patria, Corrientes Capital, Bella Vista, Goya y Esquina, consignados en el Sistema de Alerta Hidrológico de la Cuenca del Plata, dependiente del Instituto Nacional del Agua (www.ina.gov.ar).

Se analizaron las series hidrométricas plurianuales, proporcionadas por la Dirección Nacional de Navegación y Puertos de cada localidad, desde enero 1970 hasta diciembre 2008 y se establecieron como niveles de conectividad los niveles de alerta y evacuación en cada localidad.

Para ejemplificar el cambio de situación de riesgo que se logra con las obras de defensa contra inundaciones, se tomó como referencia el nivel de las defensas en la ciudad de Paso de la Patria (7,50m) y se lo proyectó en una serie de datos hidrométricos históricos disponibles.

Resultados

Durante el período 1970-2008 (Figura 3) se produjeron tres grandes crecientes, relacionadas con el fenómeno de El Niño: 1982-1983, 1992, y 1997-1998; sin embargo, a partir de 1999, el río presentó una de las etapas históricas de sequía prolongada, que duró hasta fines de 2009. Hubo diferencias significativas entre las alturas hidrométricas del río en los puer-

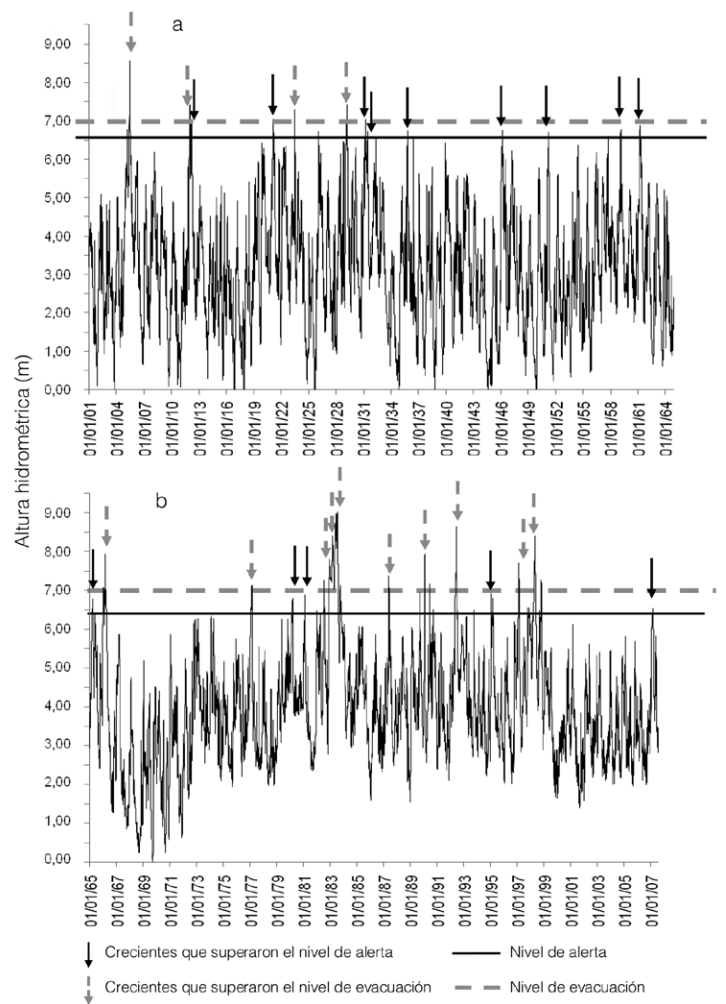


Figura 3. Fluctuaciones hidrométricas del río Paraná en corrientes durante los períodos 1901-1964 (a) y 1965-2007 (b).

tos analizados (ANOVA, $F=83,6$ y $p<0,0000$).

Los niveles de alerta y evacuación de la población en Paso de la Patria, Corrientes, Bella Vista, Goya y Esquina (Figura 4) fueron establecidos a comienzos del siglo XX y no han cambiado desde la gran creciente de 1982-1983 (Tabla I).

Las localidades de Goya y Esquina tienen nivel de alerta de 5,20m y 5m, respectivamente, y recibieron la máxima frecuencia de pulsos (Tabla I); mientras que Corrientes y Bella Vista, a pesar de estar en la ribera del río, ocupan terrenos más altos y permanecieron la mayor parte del tiempo con el suelo descubierto de agua (Tabla I).

La propagación de la onda de crecida, durante una riada extraordinaria es de 6-8 días

entre las ciudades de Corrientes y de Esquina, con poca variación entre las distintas crecientes analizadas (Tabla II).

Las obras de defensa (muros y terraplenes perimetrales) de estas ciudades litorales, construidas para contener a las inundaciones por desborde fluvial, requieren contar con un eficiente y eficaz mecanismo de bombas y redes destinadas a evacuar fuera del recinto urbano a los excedentes producidos en lluvias torrenciales, requisito del que generalmente se carece. Este problema ha sido muy común en otras ciudades de la planicie inundable del río Paraguay y del Paraná (Concepción, en Paraguay, Clorinda y Resistencia, en Argentina).

Los sitios donde se encuentran los equipos productores de energía se anegaron y esto trajo serios problemas para mantener

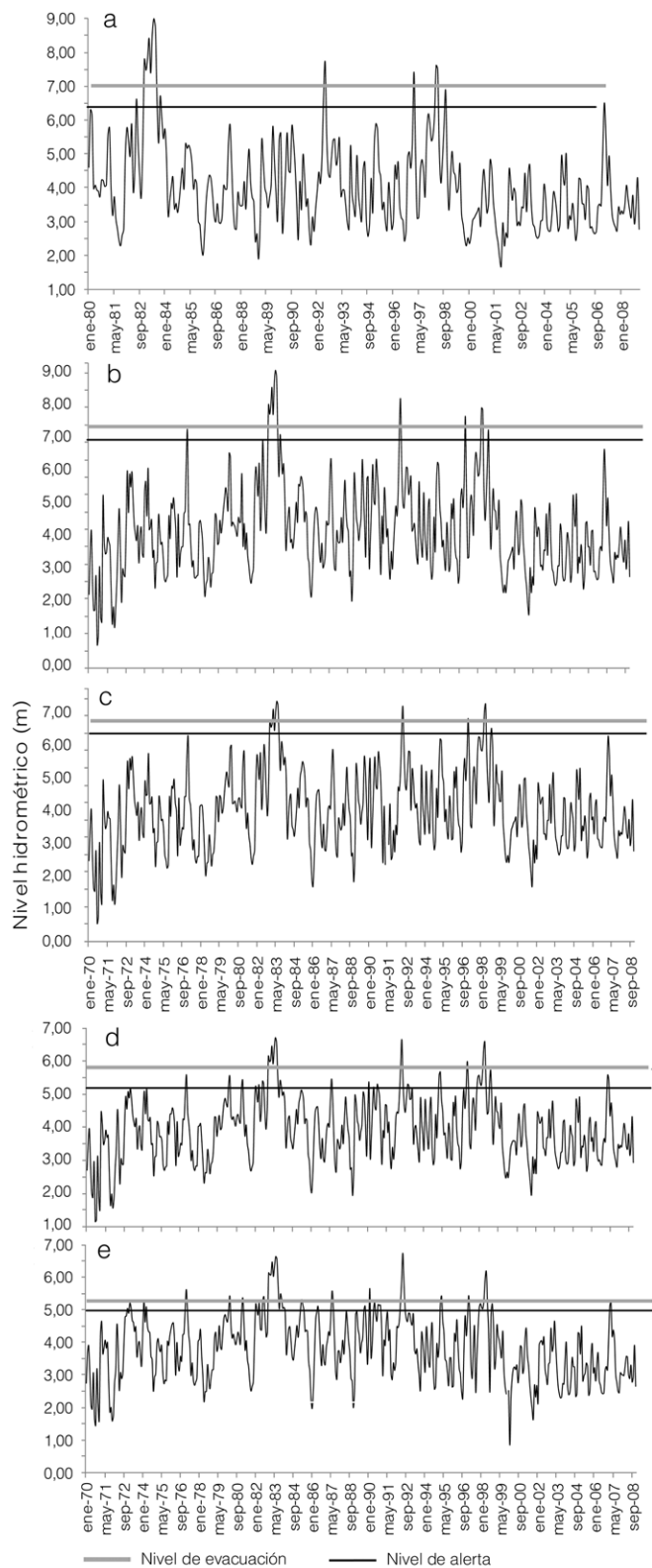


Figura 4. Variaciones hidrométricas del río Paraná en los distintos puertos: a. Paso de la Patria; b. Corrientes; c. Bella Vista; d. Goya; e. Esquina.

en funcionamiento al sistema de bombeo. Es decir, los eventos de lluvias torrenciales no pudieron ser gestionados exito-

samente por la falta de previsiones respecto del mantenimiento de las bombas y de contar con la energía eléctrica

necesaria para hacerlas funcionar.

Entre 1970 y 2004, ocurrieron 165 muertes y casi 6000 heridos o enfermos, obligando la evacuación de casi un millón de personas y destruyendo completamente unas 18000 viviendas (Celis, 2006). Durante este período, que llega hasta el final de la década del noventa, se registró un aumento en la frecuencia e intensidad de las riadas extraordinarias (Figura 3).

Los impactos de las últimas inundaciones (1982-1983, 1992 y 1998), como consecuencia del fenómeno de El Niño, han ocasionado daños que, en vez de disminuir con el tiempo, se han acrecentado (Tabla III). Estas crecientes extraordinarias del Paraná, con caudales entre 38000 y $62000\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$, afectaron a numerosas ciudades construidas sobre la planicie de inundación, ocasionando daños en puentes, rutas, cultivos, favoreciendo la propagación de enfermedades e incluso, cobrando vidas humanas.

Evento 1982-1983

La creciente de este período fue la mayor registrada en la última centuria. En Paso de la Patria (Figura 4a) el río Paraná alcanzó el máximo nivel de todos los puertos (9,54m; en junio 1983), quedando 2,04m por encima de las defensas de la ciudad. En Corrientes y Bella Vista, el máximo nivel se dio en julio 1983 (9,02m y 7,17m, respectivamente; Figura 4b, c), mientras que en Goya y Esquina, los valores máximos fueron menores a los de los otros dos puertos y se registraron en junio 1983 (7,03 y 6,86m; Figura 4c, d). Esta creciente cuadruplicó la duración de otros eventos extraordinarios y los impactos sobre la población pueden ser calificados como medio-altos; fue necesario re-localizar al 5-10% de la gente en áreas altas (Neiff *et al.*, 2000).

Evento 1991-1992

La creciente fue de menor duración que las ya mencionadas (Tabla I). Si bien el río al-

canzó sus valores máximos en junio 1992 en todos los puertos, superando los niveles de evacuación, el número de evacuados en la zona fue el menor que en los demás eventos extraordinarios (Tabla I). Esta creciente dejó como saldo 7900 evacuados en toda la provincia de Corrientes, de los cuales 6100 fueron registrados en Goya. En Paso de la Patria, el río superó el nivel de las defensas por encima de 1m.

Evento 1997-1998

Este evento extraordinario provocó en las ciudades impactos medios-bajos, ya que las obras de defensa ya estaban construidas (Neiff *et al.*, 2000). De todos modos, hubo 100000 personas afectadas (Tabla I), quedando cortado por el agua el acceso en varias rutas provinciales. Algunos puentes en rutas nacionales y provinciales resultaron dañados o inutilizados por el agua (Neiff *et al.*, 2000). En mayo el río alcanzó valores máximos de 8,39m en el puerto de Corrientes; es decir, de 2,15m sobre el nivel de alerta (Figura 4 a). La duración de la inundación en cada localidad osciló entre 100 y 237 días (Tabla I). En Paso de la Patria, la altura máxima del río fue de 8,69m, superando una vez más, el nivel de las defensas.

Las diferencias que muestran las Tablas I y III no responden a modificaciones en los sistemas de contingencia y atención del problema, sino a la calidad de la información obtenida en cada evento.

Discusión

El paisaje natural de las planicies inundables está adaptado a la ocurrencia de riadas extraordinarias, produciéndose sólo cambios observables en escala local sobre la vegetación y algunas poblaciones de la fauna (Padial *et al.*, 2009). Ninguna de las ciudades situadas a la vera del Paraná en el noreste argentino está muy adaptada estructural y culturalmente a la variabilidad del río, como si lo están en otros grandes ríos de

TABLA I
ATRIBUTOS DEL PULSO EN CADA LOCALIDAD,
DURANTE EL PERIODO 1970-2008

Ciudad	Paso de la Patria		Corrientes		Bella Vista		Goya		Esquina	
	A	E	A	E	A	E	A	E	A	E
Nivel (m) ¹	6,50	7,00	6,50	7,00	6,00	6,40	5,20	5,70	5,00	5,40
Nivel (msnm)	50,33	50,83	48,89	49,39	40,64	41,04	34,87	35,37	33	33,40
Atributo										
Frecuencia	7	4	24	11	18	7	58	18	51	23
Amplitud potamofase (días)	506	363	622	432	543	235	1575	540	1855	694
Amplitud limnofase (días)	1057	10200	13622	13812	13701	14009	12669	13704	9038	10199
Cociente de conectividad fluvial	0,48	0,03	0,05	0,03	0,04	0,02	0,12	0,04	0,21	0,07

A: alerta, E: evacuación.

¹ Nivel hidrométrico: expresa el nivel de la lámina de agua del río en la regla hidrométrica. El valor cero de esa regla está acotado respecto del nivel del mar (msnm). El cero de la regla de Paso de la Patria corresponde a 43,83; el de Corrientes a 42,39; el de Bella Vista a 34,64; el de Goya a 29,67; y el de Esquina a 28msnm.

TABLA II
ALTURAS MÁXIMAS DEL RÍO PARANÁ (m) EN EL
PUERTO DE CADA LOCALIDAD, DURANTE LOS TRES
ÚLTIMOS EVENTOS “EL NIÑO”

Localidad Fecha	Paso de la Patria	Corrientes	Bella Vista	Goya	Esquina
21/06/83	9,54				
26/06/83				7,03	
27/06/83					6,86
18/07/83		9,02			
21/07/83			7,17		
07/06/92	8,90				
08/06/92		8,64			
11/06/92			7,35		
13/06/92				7,20	
16/06/92					7,29
04/05/98	8,69	8,39			
06/05/98			7,41		
08/05/98				7,07	
10/05/98					6,52

TABLA III
IMPACTO DE LAS INUNDACIONES CATASTRÓFICAS
EN ARGENTINA*

Impactos	1982-1983 ^a	1992 ^b	1998 ^c
Superficie anegada (ha)	3.782.000	3.126.000	6.328.294
Personas evacuadas (N°)	234.865	101.376	130.000
Daños y pérdidas (10 ⁶ USD)	1.500	Sin datos	2.500 ^d 609.69 ^e
Provincia más afectada	Chaco	Formosa	Chaco, Corrientes

* Tomado de Natenzon (2003). Fuentes: a: Secretaría de Recursos Hídricos, b: Ministerio del Interior 1993, c: SIEMPRO, Secretaría de Desarrollo Social, d: Gobernaciones y Ministerio del Interior, e: Pérdidas agropecuarias según INTA.

Sudamérica. Por ejemplo, en el Solimões, en Brasil, las viviendas construidas en las ‘várzeas’ son del tipo palafito y no son alcanzadas por las riadas. Los pobladores que viven en el curso del río tienen sus viviendas sobre pontones flotantes, exis-

tiendo comedores, puestos de venta de combustible y otros servicios sobre estas estructuras. La pesca y el aprovechamiento de los recursos del río en general están adaptados a esta variabilidad.

Más de 80% de la pobla-

ción de las provincias de Formosa, Chaco y Corrientes, en el nordeste argentino está radicado en la planicie inundable del Paraná/Paraguay en sólo 10% del territorio provincial (Morello, 1983; Neiff, 1986; Supce Buenos Aires, 2010; INDEC, 2011).

Hasta la década de los ‘90 las inundaciones relacionadas con El Niño eran analizadas como eventos catastróficos cuyos riesgos e impactos sobre las estructuras humanas “eran difíciles de predecir”. Recién desde 1993, estas situaciones han sido tratadas tomando en cuenta la dinámica hidrológica de largo término, la respuesta de los sistemas naturales y la capacidad de adaptación de quienes soportan estos eventos: ecosistemas, ciudades, servicios (Schmack *et al.*, 1995).

La riada extraordinaria del río Paraná de 1997-1998 fue pronosticada con antelación mayor a un mes por el Instituto Nacional del Agua (INA), a través de la Red de Alerta Hidrometeorológica de la Cuenca del Plata, que brindó pronósticos de alturas del río para las ciudades situadas en la cuenca baja del Paraná. Recién después de esta última gran inundación, el Estado argentino dedicó una suma importante para encontrar soluciones al problema de las inundaciones en la Cuenca del Plata (Neiff *et al.*, 2000).

Todo impacto genera siempre respuestas sociales y gubernamentales (Núñez y Var-

gas, 1998) y la interpretación y búsqueda de soluciones a las catástrofes por inundaciones, en Argentina, se ha visto dominada por dos de las dimensiones de la teoría social del riesgo: la peligrosidad y la exposición, enfocando las responsabilidades hacia la naturaleza o hacia la falta de obras civiles (Natenzon, 1995, 2003). El análisis efectuado permite contestar los interrogantes planteados en la Introducción, estrechamente relacionados con las dimensiones de la teoría social del riesgo:

¿Son adecuados los niveles de alerta y de evacuación?

Las ciudades de Paso de la Patria, Corrientes y Bella Vista están ubicadas en las posiciones más altas del gradiente topográfico (43,86 y 34,64msnm), por lo que sus niveles de alerta y evacuación también son los más altos, mientras que Goya y Esquina están situadas en 29,67 y 28msnm, respectivamente, con los niveles de alerta y evacuación más bajos (Supce Buenos Aires, 2010). Sin embargo, dichos niveles (indicadores de la incertidumbre del riesgo), establecidos en 1982 no han sido modificados (Comunicación personal de Francisco Espinoza, Director de Defensa Civil de Corrientes, octubre 2007), a pesar de la ocurrencia de sucesivas inundaciones y que, tanto el medio físico (dimensión de la *peligrosidad*) como el social (dimensiones *exposición y vulnerabilidad*), recibieran modificaciones (realización de terraplenes de defensa, programa de medidas no estructurales; Depetris *et al.*, 2000). Obviamente, los terraplenes de defensa representan, en la práctica, una elevación del nivel de desborde del río y, en consecuencia, una modificación de los niveles de alerta y de evacuación.

En otro sentido, llama la atención que entre ambos niveles, en las tres ciudades consideradas, exista sólo una diferencia de 40-50cm, siendo que los niveles topográficos del terreno superan amplia-

mente esta diferencia y también existe una diferencia mayor entre la intensidad (respecto del nivel de desborde más frecuente) y aquel de las riadas extraordinarias. En este sentido, los niveles de alerta debieran estar al menos 50cm por debajo del valor actualmente tenido en cuenta.

Otro aspecto de interés radica en que las previsiones para los niveles de alerta y de evacuación en el área de este estudio han sido tomadas en base a los datos disponibles, que corresponden a los últimos 100 años de mediciones diarias. Esto plantea una nueva limitación en cuanto a la confiabilidad de los mismos. Existen registros históricos que indican que en 1812 se produjo una creciente extraordinaria del río Paraná que habría alcanzado un metro más que la creciente de 1982, que fue tomada como referencia para el diseño y altura de terraplenes de defensa (Comunicación personal de Manuel Vasallo). De producirse esta situación, la mayoría de los terraplenes de defensa quedarían fuera de servicio.

¿Se comportan igual todas las inundaciones catastróficas?

Tanto la intensidad (nivel alcanzado por el río en el hidrómetro local) como el número de días que duran las inundaciones, muestran que el río se comporta de manera poco regular en distintas riadas, lo cual no es tenido en consideración al dar niveles fijos de alerta y de evacuación desde 1982 a la fecha.

¿Los indicadores socioeconómicos representan las diferencias en los indicadores físicos?

Los datos para daños ocurridos en 1998 son muy disímiles, según la fuente que se tome (Gobernaciones, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria -INTA-, periódicos de circulación nacional). La lógica induce a pensar que el grado de afectación debería

ser sensiblemente menor en la inundación de 1998 respecto de las anteriores, debido a que se realizó el 70% de las obras de defensa y se dispuso de medidas no estructurales consensuadas (Núñez y Vargas, 1998). Algunos autores (Neiff *et al.*, 2000) han planteado que los daños de la inundación de 1998 fueron sobervalorados atendiendo a motivaciones sociales y políticas. Aún cuando existan otras hipótesis, resulta claro que no hay coherencia entre el funcionamiento del medio físico, objetivado a través del análisis de pulsos en este trabajo y las evaluaciones socioeconómicas realizadas. Así, el aumento de la frecuencia de ocurrencia de riadas extraordinarias a partir de 1970 no generó una 'memoria colectiva' ni estrategias del Estado y menos aún acciones de prevención a nivel social o individual.

En la creciente de 1982-1983, los impactos que se produjeron fueron muy graves y sostenidos, prolongándose esta situación crítica durante más de un mes en Goya, o por varios meses, como fue en otras ciudades del nordeste argentino (CESAM, 2004).

Al asociar las características de cada inundación, con los daños que produjo, no hay regularidad entre el comportamiento del medio físico y el comportamiento del medio socio-económico.

¿Pueden programarse acciones de contingencia y contención social a partir del conocimiento del régimen de pulsos?

El ordenamiento territorial de las ciudades sometidas a inundaciones debería ser la base para establecer un programa de gestión. Un adecuado relevamiento topográfico y el seguimiento de la dinámica hidrométrica del río son la herramienta para establecer niveles de riesgo que pueden acarrear peligro y dejar expuestos a personas y bienes. Para la autorización de urbanizaciones, la concesión de

créditos para obras, etc. debería evaluarse el grado de riesgo de tales emprendimientos. Estos niveles de riesgo podrían ser mucho mejor establecidos si se zonificaran áreas de las ciudades utilizando situaciones de isorrecurrencia de inundaciones. Esto ayudaría a generar restricciones en el uso de distintos sectores urbanos y periurbanos según pautas de riesgo espacial y temporal de cada área de la ciudad. También contribuiría a evitar la rotura de puentes y rutas ocurridos en las inundaciones extraordinarias de 1982-1983 y de 1997-1998, con los costos emergentes para la sociedad en su conjunto.

El fenómeno de las inundaciones y sus impactos son insuficientemente conocidos. Los datos existentes han sido tomados por diferentes vías y con diferentes criterios, no siempre con bases objetivas y utilizando los mismos indicadores.

Los actuales niveles de alerta y de evacuación que manejan las autoridades habilitadas para la protección de personas y de bienes en esta zona del Paraná, no han sido establecidos con criterio equivalente en las distintas ciudades aquí consideradas. En otro sentido, la utilización de un único nivel para alerta y para evacuación es incorrecto, porque supone que la planicie inundable es plana. Los pobladores de zonas sujetas a anegamiento o inundación, deberían conocer la cota del terreno, los riesgos que representa su permanencia en el sitio y asumir los costos que demanda la solución de emergencias. Luego de una correcta zonificación de riesgo, el Estado debería prohibir nuevos asentamientos en áreas de riesgo, o aceptarlos en condiciones constructivas adaptadas y adaptables.

La mayoría de las inundaciones en el área de este estudio están relacionadas al fenómeno de El Niño, lo que implica reconocer algún grado de previsibilidad, al menos en el término de meses. Ello per-

mitiría acrecentar la capacidad de respuesta del sistema social y político. Sin embargo, la información disponible señala que los estamentos institucionales más altos (nivel provincial y nacional) toman cuenta del fenómeno luego que el mismo alcanza niveles de emergencia. Esta tendencia ocurre en distintas geografías y épocas (Herzer y Gurevich, 1996) y el involucramiento del poder político en la atención del fenómeno se relaciona con la intensidad y amplitud de las fases de inundación.

Las inundaciones ponen al descubierto fallas en el sistema social que, de otra manera, permanecerían inadvertidas. Son indicadores claros de la creciente vulnerabilidad de las ciudades, así como también de fallas en su administración pública relativas a la gestión del riesgo de inundación en la ciudad, de la vulnerabilidad de la población y de la infraestructura construida y el cuidado de las zonas y población afectadas (Herzer, 2001; Herzer *et al.*, 2002).

La prevención de las inundaciones y anegamientos a nivel de medidas no estructurales implica el manejo de sistemas de procesamiento, de bancos de datos, de estimación de recursos, de escenarios de riesgo, de generación de normas y controles, de costos y cronogramas de actividades. La ausencia de tratamiento preventivo de las inundaciones implica altos costos, porque perjudica directa o indirectamente al conjunto de la sociedad, inundado o no, por las sumas que el Estado gasta para dar respuestas cada vez que ocurre el desastre y, por la recaudación fiscal que el gobierno deja de percibir por encontrarse la ciudad o región en estado de emergencia.

REFERENCIAS

- Aiskis E (1984) La gran crecida del río Paraná de 1983. *Boletín Informativo N° 232* (enero-febrero-marzo). Techint. Buenos Aires, Argentina. pp 3-53.
- Burton I, Kates RW, White GF (1978) *The Environment Haz-*

- ard. Oxford University Press. Nueva York, EEUU. 240 pp.
- Caputo MG, Herzer H (1987) Reflexiones sobre el manejo de las inundaciones y su incorporación a las políticas de desarrollo regional. *Des. Econ.* 106: 27.
- Caputo MG, Hardoy JE, Herzer HM (1985) *Desastres Naturales y Sociedad en América Latina*. Grupo Editor Latinoamericano. Buenos Aires, Argentina. 258 pp.
- Casco SL, Basterra de Chiozzi I, Neiff JJ (2005) La vegetación como indicador de la geomorfología fluvial. *Rev. Bras. Geomorfol.* 6: 123-136.
- Celis A (2006) Desastres en la Región Litoral de Argentina: 1970-2004. *Pampa. Revista Interuniversitaria de Estudios Territoriales* 2: 85-109.
- CESAM (2004) *Informe Final 2004*. Centro de Estudios Sociales y Ambientales. IAI, ENSO-Argentina. En www.cambioglobal.org/enso/informes/anho4/Argentina/Cap%203%20CUENCA%20DEL%20PARANA.pdf (Cons. 19/01/10) y www.cesam.org.ar
- Depettris PJ (2007) The Paraná River under extreme flooding: A hydrological and hydro-geochemical insight. *Interiencia* 32: 656-662.
- Depettris CA, Mendiando EM, Neiff JJ, Rohrmann HR (2000) Flood Defence Strategy at the Confluence of the Parana-Paraguay Rivers. En Toenmsnann F, Koch M (Eds.) *River Flood Defence*. Kassel Reports of Hydraulic Engineering N° 9. Vol. I, Secc. C: Hydrological Data and Precipitation. Herkules, Kassel, Alemania. pp. C31-C30.
- Flamenco E (1998) Río Paraná en Corrientes: Evaluación de los pronósticos estacionales octubre 1997-marzo 1998, abril-septiembre 1998 y Pronóstico de Escurrimiento (período octubre 1998 a marzo 1999) basado en el fenómeno acoplado océano-atmósfera. EVARSA. Buenos Aires, Argentina.
- www.usuarios.ines.com.ar/evarsa
- García NO, Vargas WM (1998) The temporal climatic variability in the Río de La Plata basin displayed by the river discharges. *Clim. Change* 38: 359-379.
- Giddings L (1993) Visión por satélite de las inundaciones extraordinarias en la cuenca del Río de la Plata. *Interiencia* 18: 16-23.
- Herzer H (2001) La participación de las organizaciones sociales. En Kreimer A, Kullock D, Valdés JB (Eds.) *Inundaciones en el Área Metropolitana de Buenos Aires*. Banco Mundial. Washington, DC, EEUU. pp. 1-15.
- Herzer HM, Gurevich R (1996) Degradación y desastres: parecidos y diferentes: tres casos para pensar y algunas dudas para plantear. En Fernández MA (Comp.) *Ciudades en Riesgo*. Red de Estudios Sociales en Prevención de desastres en América Latina. Lima, Perú. pp. 2-17.
- Herzer HM, Rodríguez C, Celis A, Bartolomé M, Caputo G (2002) *Convivir con el Riesgo o la Gestión del Riesgo*. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. Tercer Mundo. Bogotá, Colombia. pp. 1-17.
- INA (2010) *Sistema de Alerta Hidrológica de la Cuenca del Plata*. En www.ina.gov.ar/alerta/index.htm (Cons. 21/01/10).
- INDEC (2011) *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas, 2010. Resultados provisionales. Cuadros y Gráficos*. En www.censo2010.indec.gov.ar/index_cuadros.asp (Cons. 12/04/11) y www.indec.gov.ar
- InfoStat (2008) InfoStat versión 2008. Grupo InfoStat. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Lehner B, Alcamo J, Döll P, Kaspar F (2000) Towards a global perspective on the risk of river floods. En Toenmsnann F, Koch M (Eds.) *River Flood Defence*. Kassel Reports of Hydraulic Engineering N° 9. Vol. I, Sect. F: Flood risk, floodplain and floodplain management. Herkules. Kassel, Alemania. pp F141-F152.
- Morello J (1983) El Gran Chaco: el proceso de expansión de la frontera agrícola desde el punto de vista ecológico-ambiental. En Morello J (Ed.) *Expansión de la Frontera Agropecuaria y Medio Ambiente en América Latina*. CIFCA. Madrid, España. pp 341-396.
- Natenzon CE (1995) *Catástrofes Naturales, Riesgo e Incertidumbre*. Serie Documentos e Informes de Investigación N° 197. FLACSO. Buenos Aires, Argentina. 19 pp.
- Natenzon CE (2003) Inundaciones catastróficas, vulnerabilidad social y adaptaciones en un caso argentino actual. Cambio climático, elevación del nivel medio del mar y sus implicancias. En *Climatic Changes Impacts and Integrated Assessment EMF Workshop IX* (07/28-08/07/2003. Snowmass, CO, EEUU. pp. 1-16.
- Natenzon CE, Viand J (2008) Gestión de los desastres en Argentina. Instituciones nacionales involucradas en la problemática de las inundaciones. En *América Latina: Sociedad e Meio Ambiente*. Expressão Popular. São Paulo, Brasil. pp. 171-185.
- Neiff JJ (1986) Aspectos metodológicos y conceptuales para el conocimiento de las áreas anegables del Chaco Oriental. *Amb. Subtrop.* 1: 1-4.
- Neiff JJ (1990) Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. *Interiencia* 15: 424-441.
- Neiff JJ (2002) *Servicios Ecológicos y Biodiversidad en la Cuenca del Plata* www.aaas.org/international/lac/plata/workshop_one/neiff.html
- Neiff JJ, Neiff M (2004) Pulso. Software diseñado para estudiar fenómenos recurrentes en el tiempo. www.neiff.com.ar
- Neiff JJ, Mendiando EM, Depettris CA (2000) Enso floods on river ecosystems: catastrophes or myths? En Toenmsnann F, Koch M (Eds.) *River Flood Defence*. Kassel Reports of Hydraulic Engineering N° 9. Vol. I, Sect. F: Flood risk, floodplain and floodplain management. Herkules. Kassel, Alemania. pp F141-F152.
- Núñez MN, Vargas WM (1998) El niño 1997-1998: un factor económico y social. *Boletín Informativo Techint* 295. Buenos Aires, Argentina. pp. 9-36.
- OEA (1993) *Manual sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado*. Organización de los Estados Americanos. Washington, DC, EEUU.
- Orfeo O (1995) *Sedimentología del Río Paraná en el Área de Confluencia con el Río Paraguay*. Tesis. Universidad Nacional de La Plata. Argentina. 286 pp.
- Orfeo O, Stevaux J (2002) Hydraulic and morphologic characteristics of middle and upper reaches of the Paraná River (Argentina and Brazil). *Geomorphology* 44: 309-322.
- Padial A, Carvalho E, Thomaz SM, Boschilia SM, Rodrigues RB, Rodrigues J, Kobayashi JT (2009) The role of an extreme flood disturbance on macrophyte assemblages in a Neotropical floodplain. *Aquat. Sci.* 71: 389-398.
- Paoli C (2000) Crecidas e inundaciones: un problema de gestión. En *Las Inundaciones en la República Argentina*. Academia Nacional de Geografía-UNNE. Argentina.
- Schnack JA, De Francesco F, Galliarri F, Neiff JJ, Oldani N, Schnack E, Spinelli G (1995) *Estudios Ambientales Regionales para el Proyecto de Control de Inundaciones. Informe Final*. SUPCE. Ministerio del Interior. Buenos Aires, Argentina. 149 pp.
- Supce Buenos Aires (2010) Provincia del Chaco. En *El Riesgo de Desastres en la Planificación del Territorio. Primer Avance*. Ministerio del Interior. Buenos Aires, Argentina. pp 183-194. En www.planif-territorial.gov.ar/html/direcciones/doc/riesgo.pdf (Cons. 12/04/11) y www.planif-territorial.gov.ar/html/publicaciones/