

TALLER ORGANIZADO POR LA SECRETARÍA DE DESARROLLO SUSTENTABLE
Y POLITICA AMBIENTAL

Presentación del Proyecto *INCO DC*
The Sustainable Management
of Wetland Resources in Mercosur

Dra. Graciela Canziani
Grupo de Ecología Matemática
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires
7000 Tandil.

El Proyecto INCO DC “*The sustainable management of wetland resources in Mercosur*”, financiado parcialmente por la Comunidad Europea, está siendo desarrollado por investigadores de la Universidad de Siena, el Laboratorio di Idrobiologia del Ministerio de Políticas Agrícolas, y la Universidad de Roma III (Italia), Universidad del Salvador, Universidad Nacional del Centro y Universidad Nacional de Luján (Argentina), Universidad Estadual de Campinas y Universidad Federal do Rio Grande do Sul (Brasil), Universidad de Cádiz (España), Universidad de Aveiro (Portugal) y Universidad de York (Reino Unido), bajo la dirección y coordinación gral. del Dr. Claudio Rossi, Universidad de Siena. Corresponde a la UNCPBA la coordinación del grupo de modeladores en el que participan cinco universidades: UNICAMP, UFRGS, Siena, York, y la UNCPBA.

En forma muy resumida, los Objetivos del Proyecto son:

- i- La creación de un sistema de información geográfica como base para la construcción de modelos matemáticos que serán usados para el estudio de la sustentabilidad de los recursos naturales.
- ii- La construcción de modelos socio-económicos, químicos, físicos y ecológicos para predecir las consecuencias de un crecimiento en la demanda de los recursos.
- iii- La construcción de herramientas de manejo, software y manuales, para el manejo de los recursos claves.
- iv- Un programa de monitoreo de la calidad de los recursos naturales.

El sitio específico elegido para hacer el relevamiento de campo y construir las herramientas computacionales fue el macrosistema de los **Esteros del Iberá** por encontrarse básicamente inalterado debido a su aislamiento geográfico.

Entre las diversas tareas específicas que fueron asignadas a este grupo figura la construcción de un modelo matemático para predicción de la dinámica de los niveles de agua de los Esteros con el objetivo de definir variaciones en los hábitats de las especies carismáticas de macrovertebrados que se desean conservar y manejar: ciervo de los pantanos, yacaré y carpincho, y las aves para las que la región es refugio y área de reproducción. Los resultados obtenidos son consecuencia del trabajo realizado por la Ing. Rosana Ferrati, con la colaboración de Sr. Diego Ruiz Moreno, la Dra. Graciela Canziani y el Dr. Claudio Rossi (Siena).

Modelo hidrológico

Una de las tareas realizadas es la construcción de un **modelo hidrológico simple** para predecir las **fluctuaciones en los niveles de agua**. No fue posible realizar un modelo clásico dado que no se tiene conocimiento suficiente de la dinámica hídrica del Sistema Iberá, especialmente la subterránea y la del subsistema Oeste.

Los datos con los que se contó para realizar el análisis fueron facilitados por:

- SERNAH, que son los datos generados por EVARSA. A mediados de 1999 SERNAH anuló el contrato con EVARSA y no fue posible disponer de más de datos. Esperamos poder contar con las series faltantes en breve. También los datos de caudales son los provistos por EVARSA (por sección aforada del Río Corriente, único egreso en superficie)
- Datos meteorológicos de la Estación INTA Mercedes, y de la NOAA
- El Sr. Marcos García Ram, facilitó las series de datos históricas de la Est. San Juan Poriahu.
- El ICA facilitó toda la bibliografía sobre el Estudio del Macrosistema Iberá.

Análisis de Datos

Partiendo de datos de alturas hidrométricas, de precipitaciones mensuales y de caudales en Paso Lucero, se tomaron las series de años en que se podía contar con registros completos de todas las variables. A partir de ellas se construyeron dos modelos **que en esta ocasión** nos sirven para contestar tres preguntas en relación al aumento observado en el nivel hidrométrico en la Laguna Iberá en el año 1989:

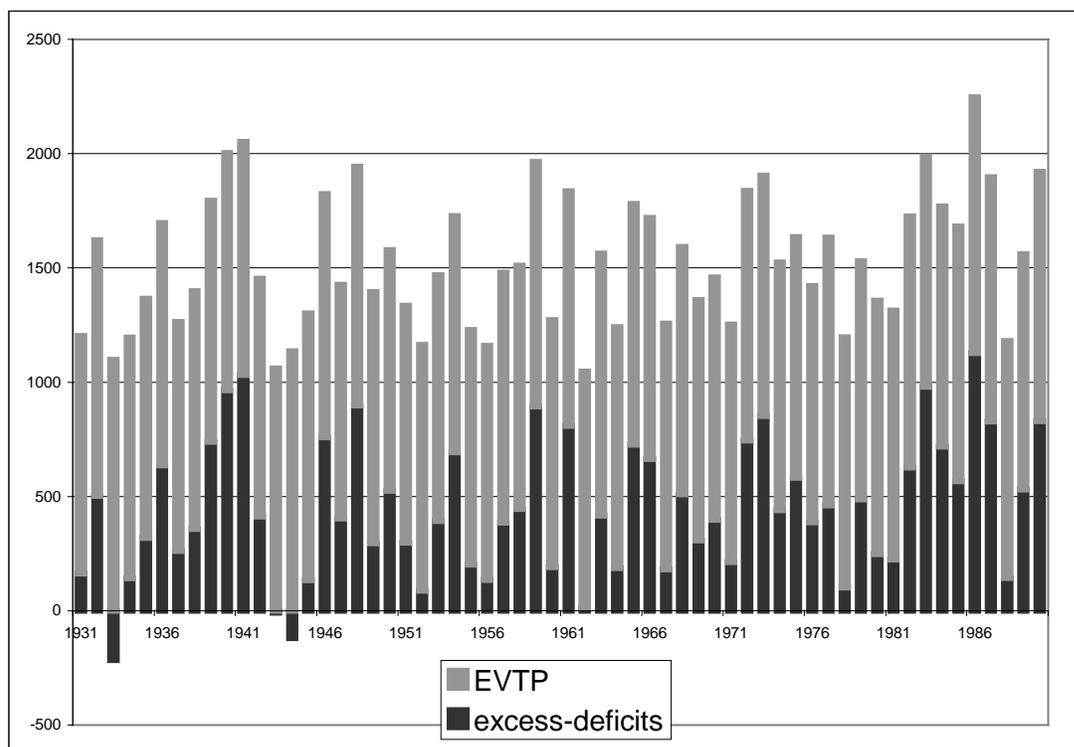
- 1- ¿Alcanza el aumento en las precipitaciones producidas por el Fenómeno El Niño y el cambio climático para explicar el cambio de nivel?
- 2- ¿Puede un taponamiento en el Río Corriente ocasionar un aumento en el nivel?
- 3- Las simplificaciones consideradas en el modelo ¿son adecuadas?

No se conoce el comportamiento hidrogeológico del Sistema Iberá . El único trabajo completo realizado hasta la fecha es Estudio sobre el Macrosistema Iberá publicado por INCYTH e ICA en 1981. Es esa época existía una divisoria de aguas al N y al E del sistema que separaba Iberá del Río Paraná y la Cuenca del Aguapey. La transferencia entre el Iberá y los Esteros de Batel-Batelito fue estudiada en 1978-79, y se definieron las líneas divisorias, los gradientes hidráulicos, las direcciones de escurrimiento y el comportamiento diferenciado en función de las características geológicas. Las conclusiones muestran un flujo estable con valores piezométricos de 60 a 74 m., una divisoria que corre por Tabay-Santa Rosa- San Carlos, y dos áreas de descarga: una oriental que contribuye hacia el Iberá y otra occidental como principal colectora de agua subterránea. La contribución al Iberá se estimó en $9.46 \text{ Hm}^3/\text{año}$ a lo largo de 120 Km entre Concepción y Loreto, sin gran significación relativamente a las contribuciones de superficie. Desde Concepción hacia el S, el flujo se invertía.

Se desconoce el comportamiento del sistema bajo las condiciones actuales de exceso de agua. Los resultados que presentamos aquí pueden ser considerados la primera evidencia

cuantificada de procesos inesperadas consecuencias y que necesitan ser objeto de una investigación profundizada. Vayamos al análisis de los datos:

Un balance hídrico muestra claramente que hay un ingreso de agua subterráneo de extraordinaria magnitud que está controlando los niveles de agua en el sistema Iberá.



El gráfico muestra los años de exceso y de déficit a escala regional luego de descontar la evapotranspiración potencial de los datos de precipitación anuales. Fenómeno El Niño: años 82, 83, 92, 96 y 98

	1931-1960	1961-1990
Precipitación [mm/año]	1,460	1,580
Evapotranspiración Potencial [mm/año]	1,062	1,072
Excesos [mm/año]	398	508

Conclusión I

El excedente no alcanza para explicar el aumento en los niveles de agua observados con el argumento de un aumento en las precipitaciones.

Vayamos ahora a un balance mensual a nivel del sistema:

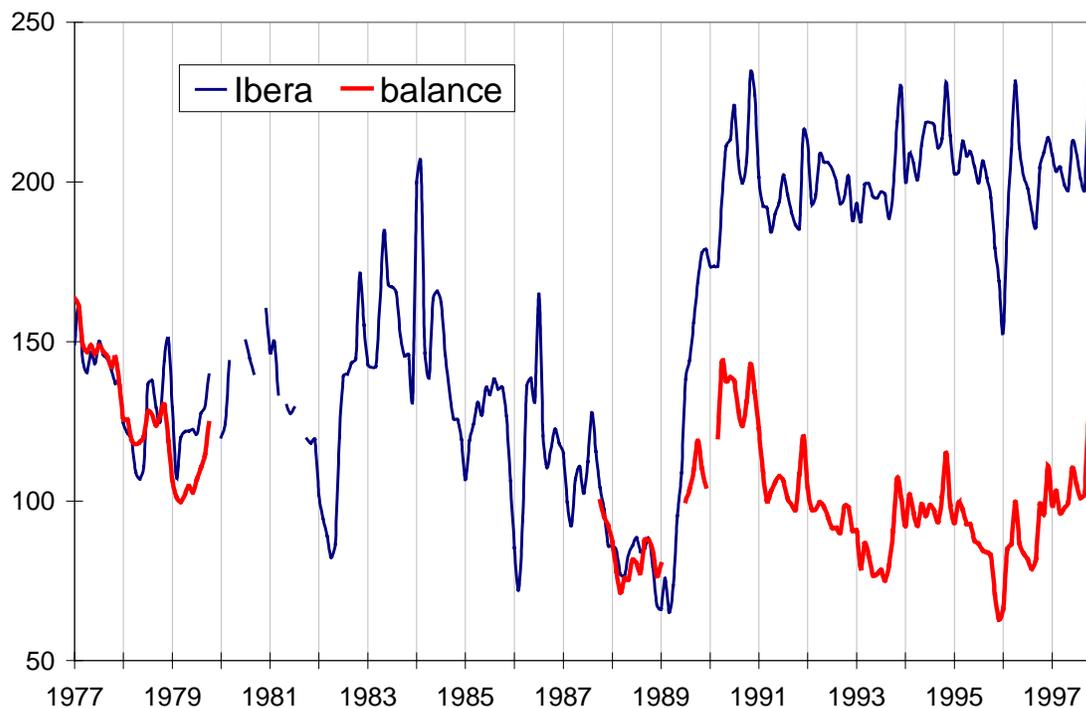
Con los pocos datos con que se cuentan, se pueden realizar el balance sólo en los períodos en que los datos (alturas hidrométricas., precipitaciones y caudales de salida) se superponen. Es un balance muy precario, ya que se cuentan dentro del sistema sólo con datos meteorológicos de San Juan Poriahú y de Colonia Pellegrini. En el entorno ampliado

se tienen datos meteorológicos de Corrientes, Posadas y Mercedes. Sería bueno poder contar con datos de Ituzaingó (Yacyretá) y Chavarría, pero no se dispone de ellos.

Con los datos que se tienen se realiza un balance mensual, considerando un sistema sin aportes considerables de aguas superficiales y de aguas subterráneas. Las variables de entrada son la precipitación y la demanda por evapotranspiración. La salida principal es el derrame del Río Corriente.

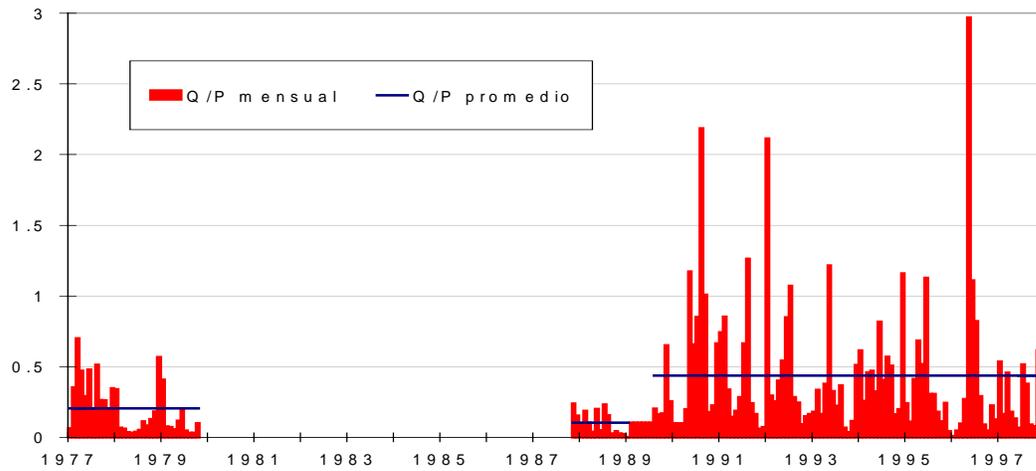
El primer gráfico muestra un primer balance mensual para los períodos en que hay intersección de datos y se ve que el modelo ajusta bien en cuanto a comportamiento (ascensos y descensos) pero no explica el desnivel.

□ Balance mensual

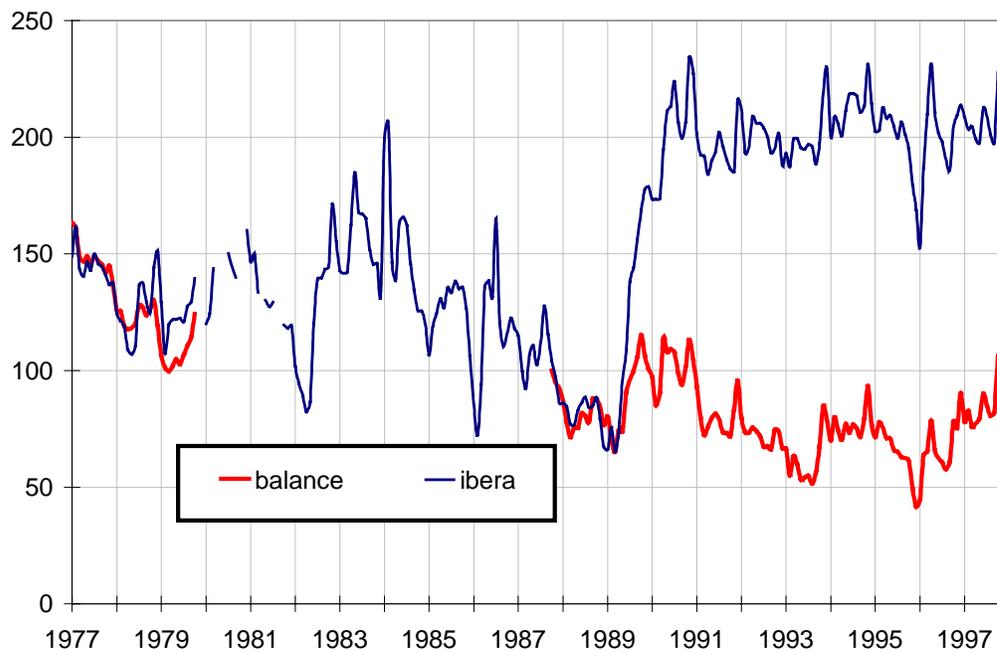


En el segundo gráfico se analiza la relación Q/P (caudal salida / precipitación) tomada anualmente. Se observa un valor promedio entre 0.1 y 0.2, lo cual significa que entre un 10% y un 20% de la lluvia caída escurre a través del río Corriente durante los períodos 1977-1979 y 1987-1988. Los valores crecen en forma notoria a partir de 1990 alcanzando valores por encima de la unidad (el egreso por el Río Corriente es mayor que el ingreso por precipitación) con una media de 0.44 en los diez años últimos.

Esto indicaría que existe un ingreso de agua al sistema que no proviene de la precipitación.



Finalmente se realiza un balance mensual completo. Con el objeto de completar los datos faltantes en el período 89-91, cuando ocurrieron los cambios más marcados, se tomaron las peores condiciones del sistema, es decir suponer que sólo un 10% de las precipitaciones se escurrían por el Rio Corriente, y así se calculó el balance mensual completo. Con la ecuación de balance propuesta debería ocurrir lo que muestra se muestra en el gráfico (la línea roja)

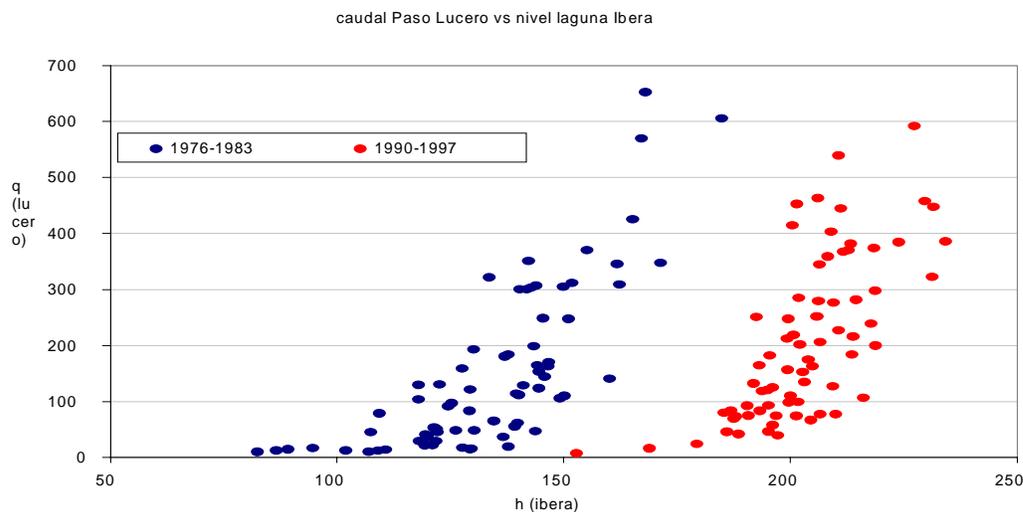


Conclusión II

Un taponamiento en la salida superficial del sistema, ya sea por colmatación de la vegetación, o por una crecida del río Paraná que entra al Río Corriente, no explica el desnivel observado. Es decir que no estamos diciendo que no hay taponamiento sino que, si lo hubiera, los niveles de agua sería aquellos obtenidos a través del balance (línea roja) y no los observados (línea azul).

Si hacemos un gráfico con los datos de Caudal en Paso Lucero vs. Lo Niveles de la Laguna Iberá, se observa que el comportamiento del sistema es muy diferente entre los dos períodos de tiempo. Claramente se ve que el sistema, como reservorio natural, está reteniendo un volumen mucho mayor de agua a partir de 1990.

La pregunta es, ¿hasta cuándo el sistema seguirá con el nuevo comportamiento? ¿Cuánta más agua es capaz de retener el sistema?



Otra conclusión que podemos extraer sirve para responder a la tercer pregunta planteada:

Conclusión III

Hay una variable de entrada de magnitudes descomunales que no ha sido explicada en el modelo.

Si se agrega como entrada al sistema el volumen de agua calculado por el estudio de Lotti y Asociados de $12.7\text{m}^3/\text{seg.}$ no hay variaciones observables en la salida del modelo: los gráficos (líneas rojas) se superponen. Considerar una entrada de este caudal equivale un aumento de una lámina de 3 cm. por año. Con lo cual nos llevaría más de 20 años alcanzar el desnivel de 80 cm que se alcanzó a lo largo de apenas unos meses.

Finalmente

Es imprescindible realizar investigaciones de los procesos hidrogeológicos que permitan conocer qué está ocurriendo a nivel sistema y cuáles son los nexos con los sistemas circundantes, **antes de introducir nuevas perturbaciones** de consecuencias impredecibles.

Una versión detallada del presente trabajo será publicada en Internet en breve:

“Modelos de balance hídrico para analizar el cambio de régimen en un humedal sujeto a perturbaciones antrópicas y climáticas”

Rosana Ferrati, Diego Ruiz Moreno, Graciela Canziani.

Departamento de Matemática , Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires

Trabajo presentado en la *Conferencia Internacional sobre Economía del Agua*

Universidad de León. España