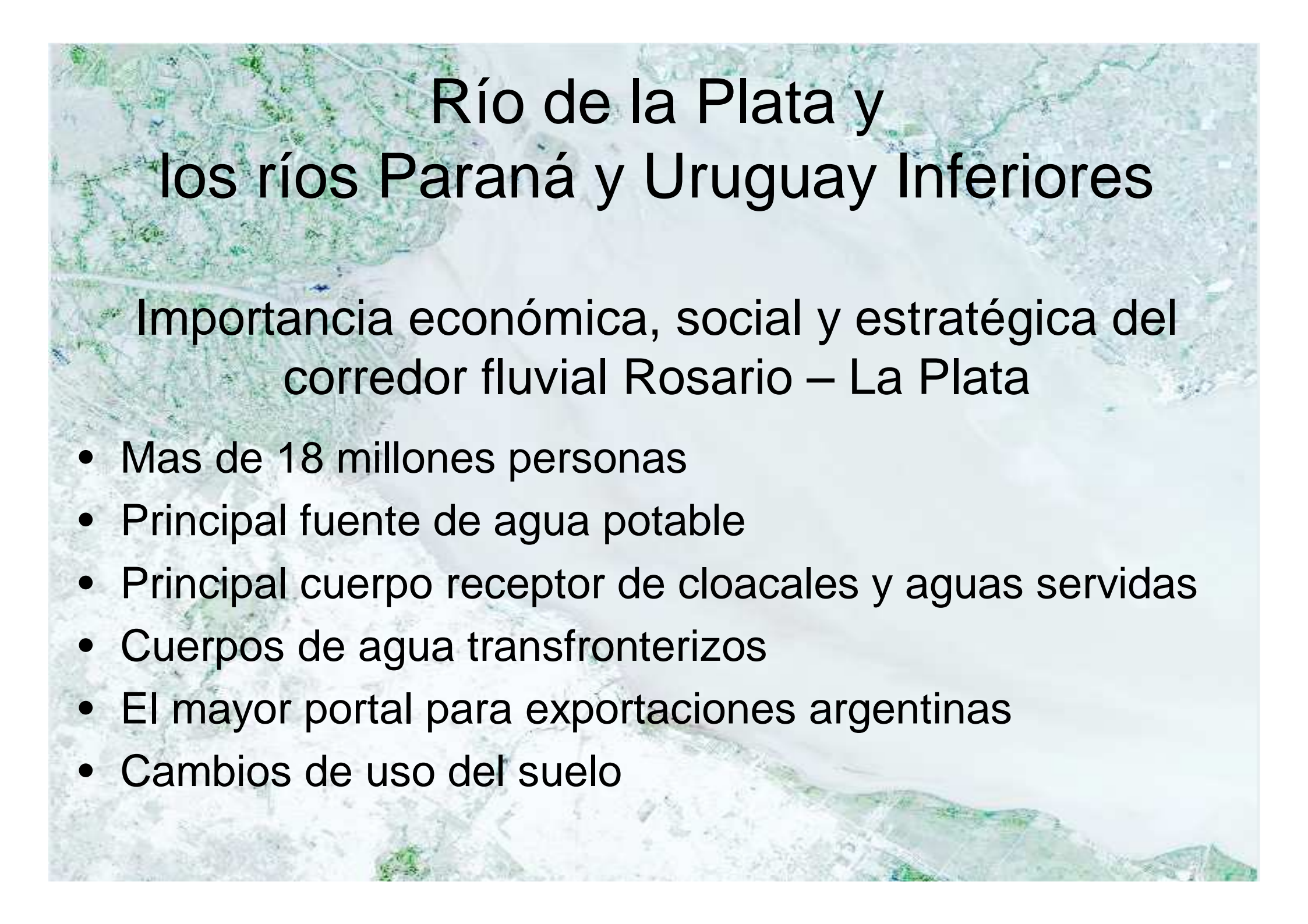




# **SISTEMA DE APOYO DE TOMA DE DECISIONES PARA OBRAS EN EL RÍO DE LA PLATA**

por  
Gabriel Raggio

Colaboración  
Centre for Water Research  
y  
Subsecretaria de Recursos Hídricos

An aerial photograph of a river delta, likely the Río de la Plata, showing the confluence of water into a large body of water. The land is a mix of green vegetation and urban/developed areas. The text is overlaid on the top half of the image.


# Río de la Plata y los ríos Paraná y Uruguay Inferiores

Importancia económica, social y estratégica del  
corredor fluvial Rosario – La Plata

- Mas de 18 millones personas
- Principal fuente de agua potable
- Principal cuerpo receptor de cloacales y aguas servidas
- Cuerpos de agua transfronterizos
- El mayor portal para exportaciones argentinas
- Cambios de uso del suelo

# Modelo demostrativo para apoyar la toma de decisiones en:

- Descargas industriales y derrames
  - Industrias del Paraná Inferior
- Descargas de pluviales urbanos
  - Arroyo Maldonado
- Canales de drenaje
  - Canal Sarandi
  - Canal Santo Domingo
- Accidentes de la navegación comercial
  - Canal Mitre
  - Rosario
  - Paraná de las Palmas
- Papeleras Uruguayas
  - Botnia, Fray Bentos
  - ENCE, Conchillas
- Derrames radioactivos
  - Central de Atucha
- Proveedores de agua y saneamiento
  - AySA



# Actores de un sistema de apoyo de la dispersión de contaminantes del Río de la Plata Superior

- Subsecretaria de Recursos Hídricos
- Proveedores de agua potables y saneamiento, en particular AySA
- Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable
- Prefectura Naval Argentina
- Municipalidades costeras, en particular la Ciudad de Buenos Aires
- Compañías privadas

# Ejemplo demostrativo para la provisión de agua potable del Gran Buenos Aires

Imagen del 26 de Enero de 2003



Una realidad mas compleja



# Imágenes

30 Dic 2007



31 Dic 2007



# Necesidad de un sistema de apoyo en tiempo real en el Río de la Plata

- Tiempo necesario para medidas de mitigación y emergencia de eventos amenazantes
- Sistemas de control para condiciones sensibles con respecto al suministro de agua potable
  - Ej. reserva de aprox. 6 horas de agua potable en las plantas de AySA
- Optimización de plantas de tratamiento y vuelco de aguas servidas tratadas
- Visión integrada de aportes de tributarios y procesos de dispersión y migración en el estuario
- Pronóstico de las condiciones






# Condiciones en el Río de la Plata

Condiciones impulsadas principalmente por:

- Caudales
  - Río Paraná
  - Río Uruguay
- Aportes de tributarios, emisarios y descargas
  - temperatura
  - nutrientes
  - plancton
  - Químicos
- Mareas
  - astronómicas
  - vientos y tormentas
- Vientos
  - velocidad
  - Dirección
- Aire
  - temperatura
  - humedad
- Radiación solar
- Batimetría
  - bancos, canales, islas

# Pronóstico de las condiciones en el Río de la Plata

- Variables que caracterizan las condiciones:
  - Campo de velocidades
  - Niveles del Río
  - Distribuciones de temperatura y conductividad
  - Transporte de contaminantes o trazadores
    - Advección debida al flujo
    - Dispersión debida a diferencias de velocidad

An aerial photograph of a river delta, likely the Río de la Plata, showing the river's path and surrounding land. The text is overlaid on the image.

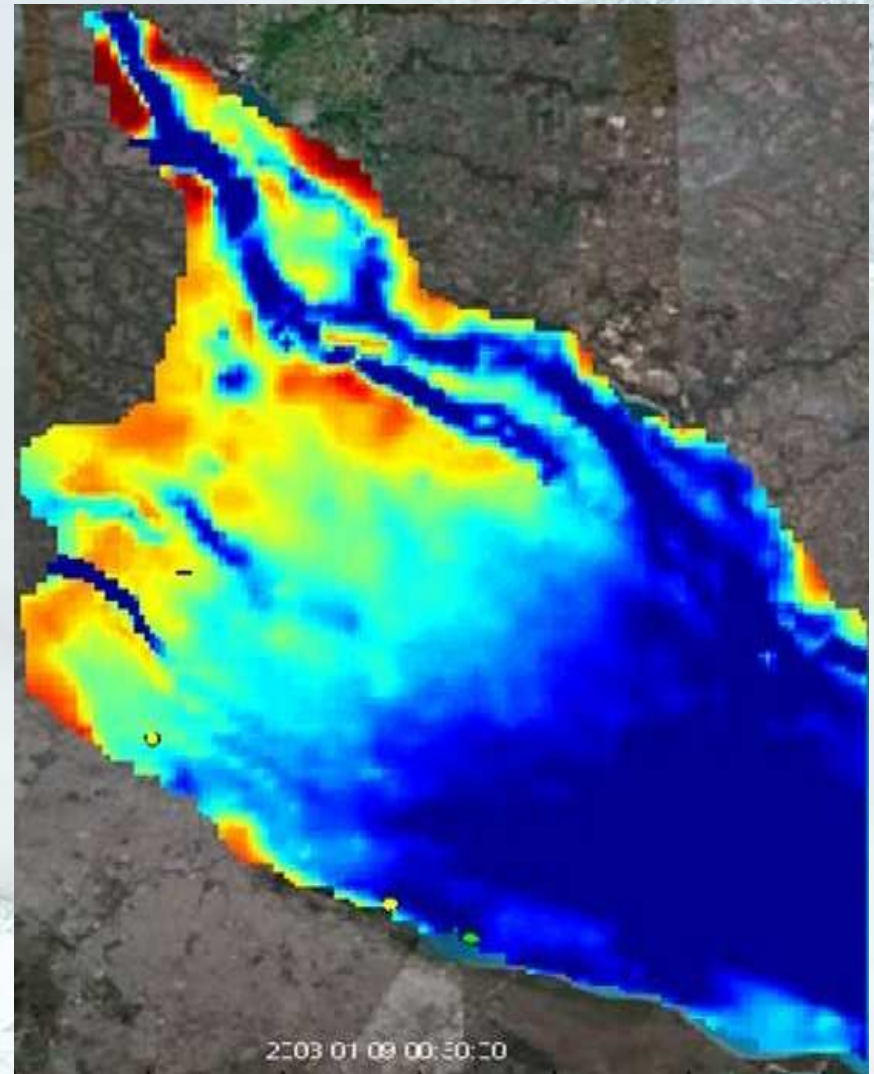
# Modelo demostrativo de pronóstico y escenarios de las condiciones en el Río de la Plata

- Modelo tridimensional de la hidrodinámica y la migración y dispersión de trazadores ELCOM
- Como base para un modelo de calidad de agua futuro (ej. CAEDYM)
- Modelo demostrativo ELCOM utiliza la batimetría del río y series de datos hidrológicos y meteorológicos en el tiempo

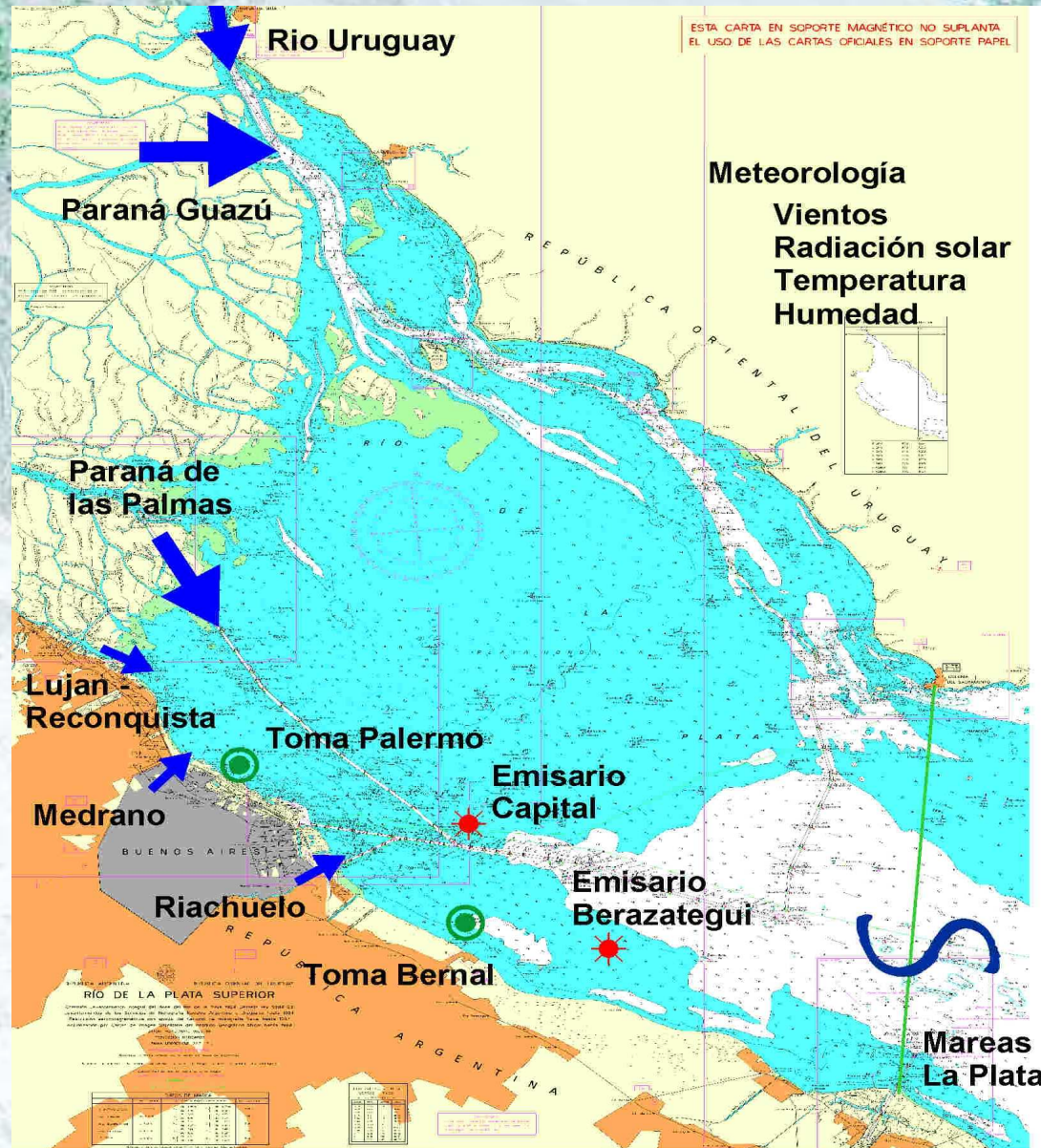
# Batimetría

carta SHN-118

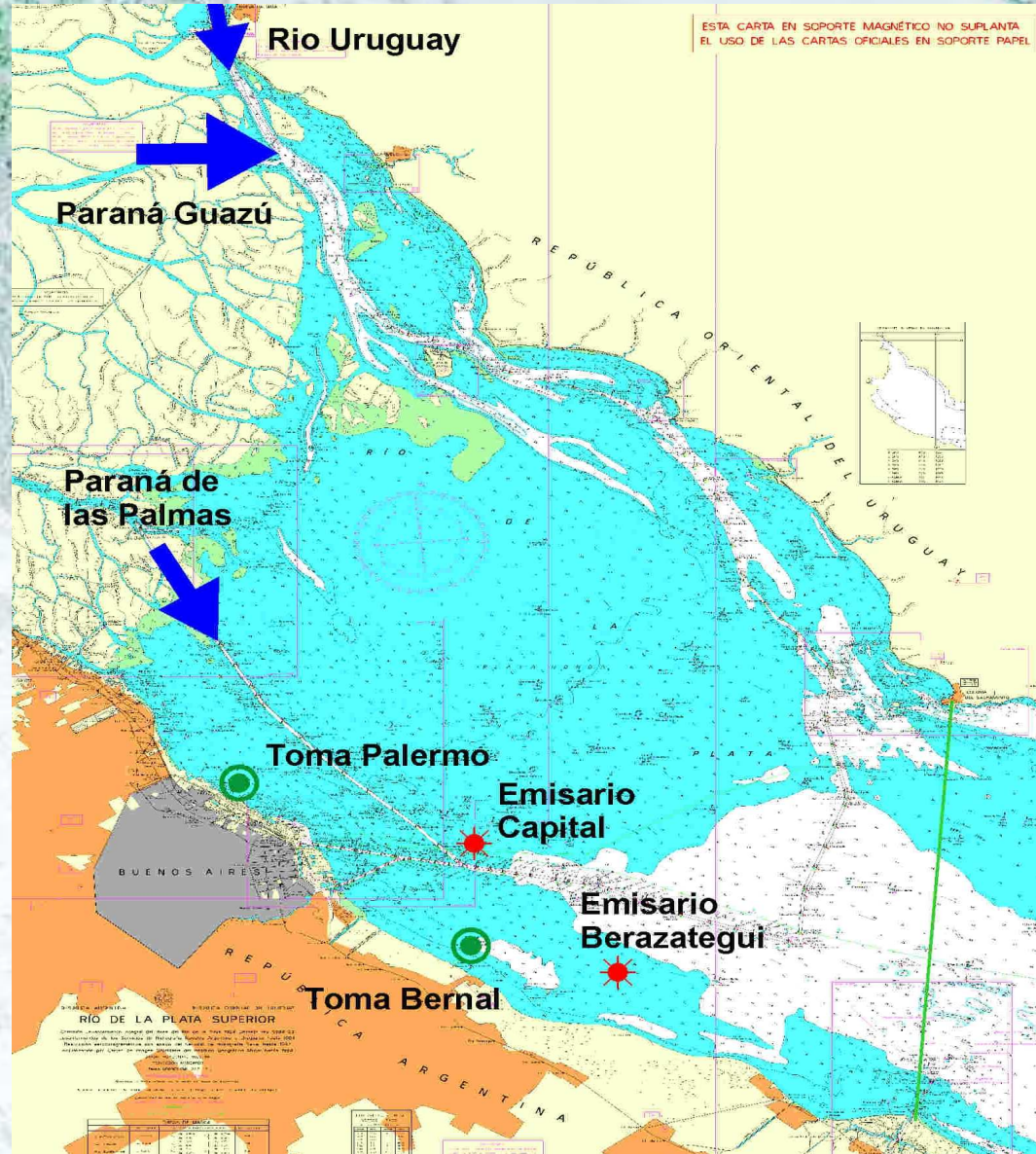
modelo digital demostrativo



# Modelo demostrativo: datos que lo impulsan



# Modelo demostrativo: ubicación de trazadores

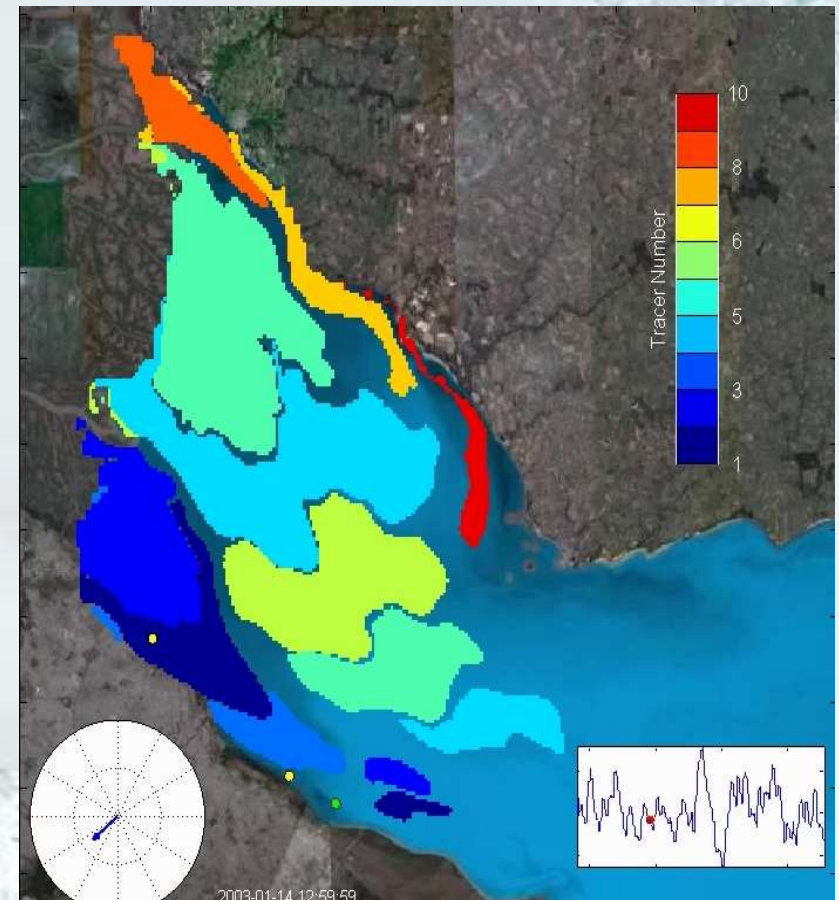


# Videos de evolución de pulsos trazadores Enero 2003

- Cada 3 días se “inyecta” un trazador
- Se observa la migración y dispersión del trazador
- Trazador en Paraná Guazú
  - video 1
  - [C:\Docs\ryan\web\plata\rio\\_plata\\_tracer\\_ugazu\\_river\\_jan03.mov](C:\Docs\ryan\web\plata\rio_plata_tracer_ugazu_river_jan03.mov)
  - [http://www.cwr.uwa.edu.au/~alexande/plata/rio\\_plata\\_tracer\\_ugazu\\_river\\_jan03.mov](http://www.cwr.uwa.edu.au/~alexande/plata/rio_plata_tracer_ugazu_river_jan03.mov)
- Trazador en Paraná de las Palmas
  - video 2
  - [file:///C:/Docs/ryan/web/plata/rio\\_plata\\_tracer\\_palmas\\_river\\_jan03.mov](file:///C:/Docs/ryan/web/plata/rio_plata_tracer_palmas_river_jan03.mov)
  - [http://www.cwr.uwa.edu.au/~alexande/plata/rio\\_plata\\_tracer\\_palmas\\_river\\_jan03.mov](http://www.cwr.uwa.edu.au/~alexande/plata/rio_plata_tracer_palmas_river_jan03.mov)

# Video de evolución de pulsos trazadores Enero 2003

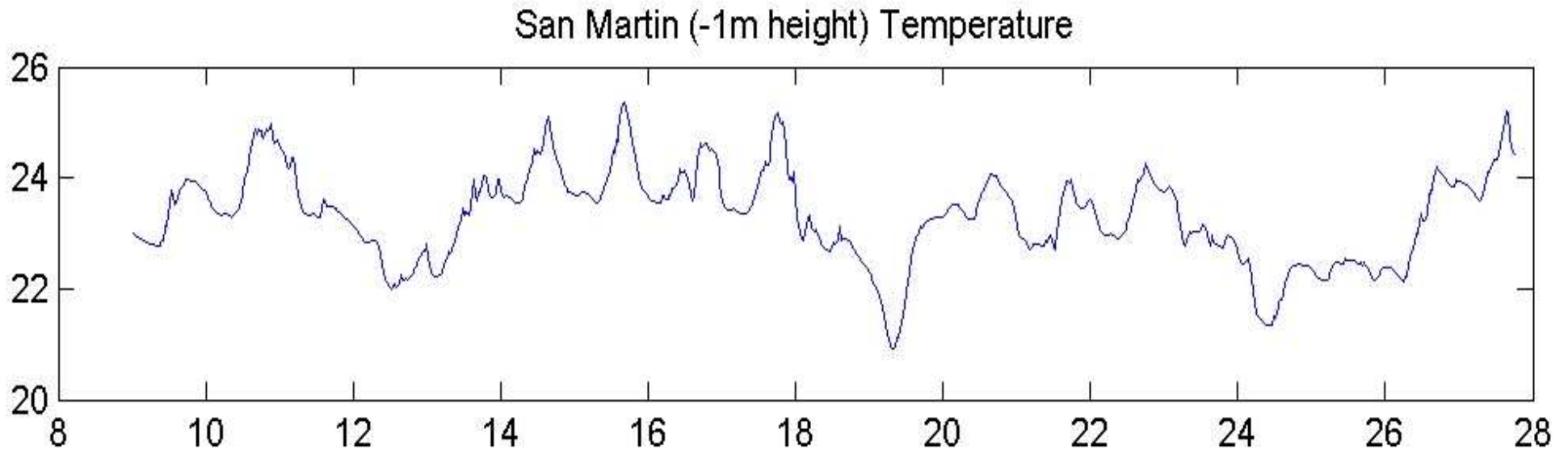
- Trazadores en ríos y en descargas
- Un color cada día
  - Explicación → figura →
  - video 1
    - Paraná, emisario Berazategui
      - [file:///C:/Docs/ryan/web/plata/outlet\\_tracer\\_jan03.mov](file:///C:/Docs/ryan/web/plata/outlet_tracer_jan03.mov)
      - [http://www.cwr.uwa.edu.au/~alexande/plata/outlet\\_tracer\\_jan03.mov](http://www.cwr.uwa.edu.au/~alexande/plata/outlet_tracer_jan03.mov)
  - video 2 (modelo extendido)
    - Paraná, emisarios planeados de Capital y Berazategui
      - [docs/ryan/web/plata/m04\\_all\\_tracers3.mov](docs/ryan/web/plata/m04_all_tracers3.mov)
      - [http://www.cwr.uwa.edu.au/~alexande/plata/m04\\_all\\_tracers3.mov](http://www.cwr.uwa.edu.au/~alexande/plata/m04_all_tracers3.mov)





# Video de la evolución de la temperatura Enero 2003

- Video
  - [Docs\ryan\web\plata\rio\\_plata\\_temperature\\_jan03.mov](#)
  - [http://www.cwr.uwa.edu.au/~alexande/plata/rio\\_plata\\_temperature\\_jan03.mov](http://www.cwr.uwa.edu.au/~alexande/plata/rio_plata_temperature_jan03.mov)
- Temperatura simulada en la toma Palermo



# Modelo demostrativo: validación

usando series históricas medidas disponibles

- Datos ADCP\*:
  - provistos por AySA (Carlos Donnoli)
  - periodo 10 de marzo al 21 de abril del 2004
  - en Palermo y Bernal

\* ADCP: Acoustic Doppler Current Profiler

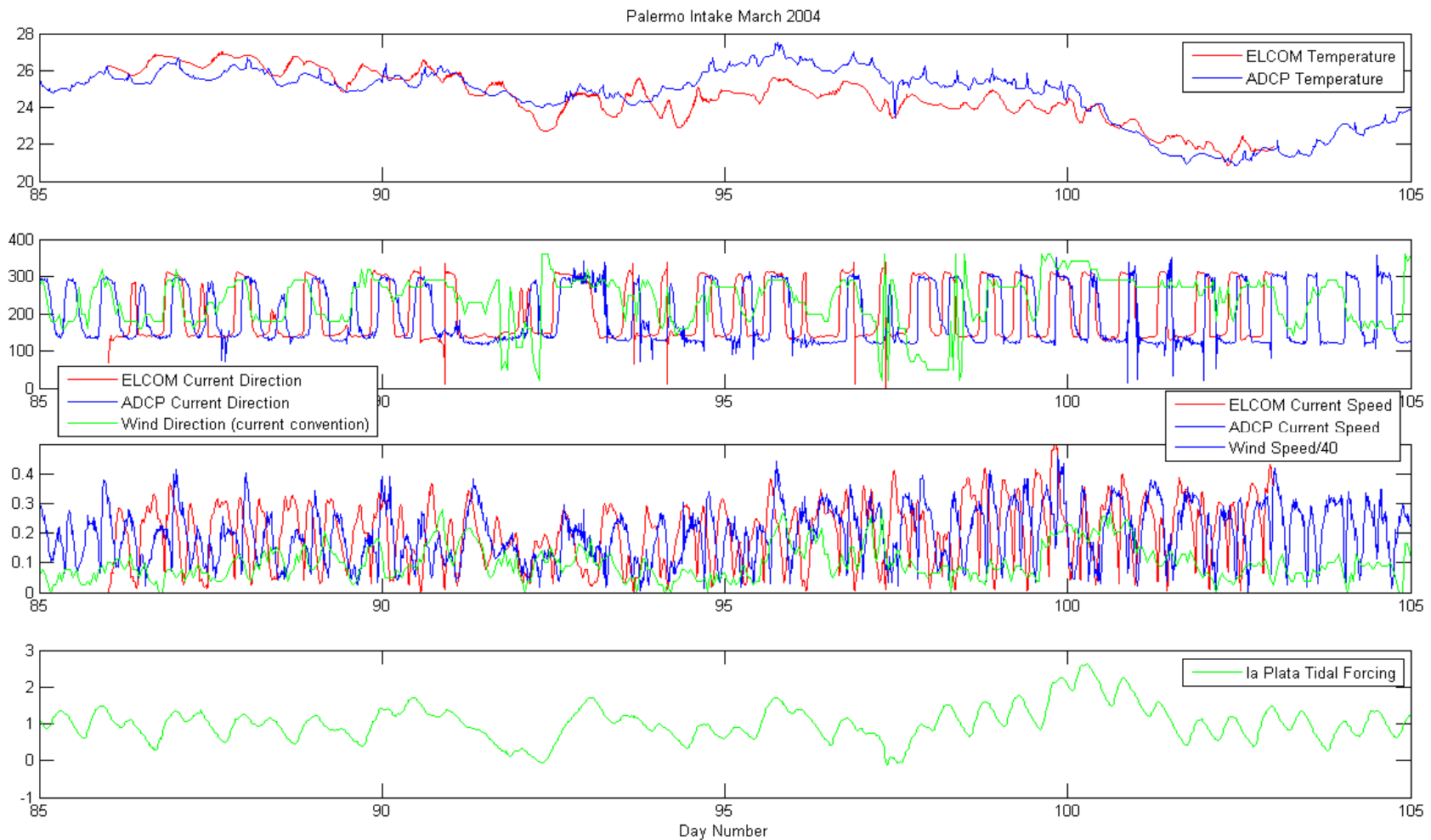
mide y registra con sensores

- corrientes (velocidad y dirección)
- temperatura

- Otros datos
  - Servicio Meteorológico Nacional
  - Subsecretaria de Recursos Hídricos
  - Subsecretaria de Vías Navegables

# Comparación de mediciones ADCP con modelo demostrativo ELCOM

10 de marzo al 21 de abril del 2004

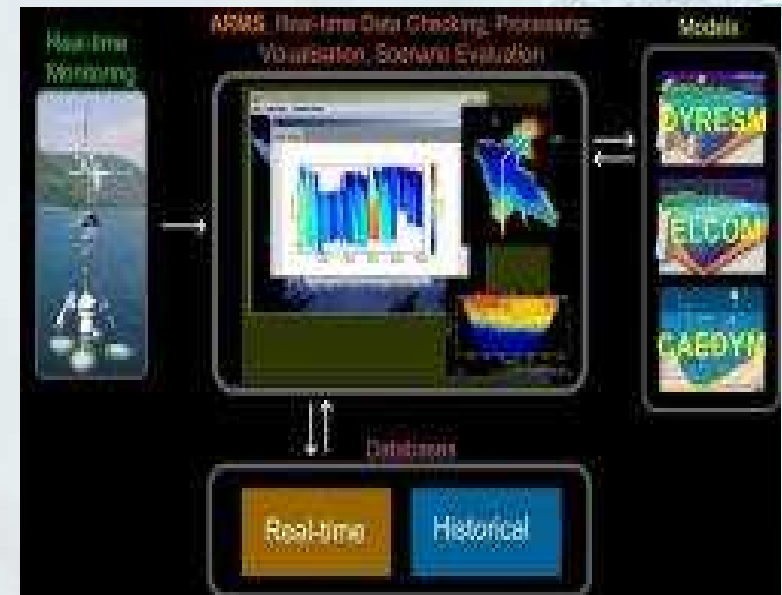


# Modelo demostrativo

- Modelo demostrativo:
  - 1er modelo 3D
  - 1er modelo de evolución térmica
  - 1er modelo del Río de la Plata que incluye los tramos inferiores de los Ríos Paraná (hasta Rosario) y Uruguay (hasta Salto Grande)
- Modelo con datos históricos
- Utilidad:
  - Simulación de escenarios críticos
  - diseño de emisarios y tomas
- **Base para sistema de apoyo de toma de decisiones a tiempo real**

# Datos a tiempo real impulsando modelos a tiempo real para **pronosticar**

- Posibilidad de modelar con datos a tiempo real con el sistema ARMS (Aquatic Real Time Management System)
- ARMS es un sistema de gestión y control de base de datos que posibilita la integración de diversas bases de datos (históricas y online), la visualización de datos y el control del input y salidas de modelos
- ARMS es un sistema paraguas para integrar base de datos existentes



# Ubicaciones de ARMS en el mundo

- <http://www.ewr.uwa.edu.au/webtools/realtime.php>



# Modelo de calidad de agua


- Modelo de calidad de agua y ecológico acoplado con la hidrodinámica y al transporte de contaminantes
- Modelo CAEDYM
  - Salinidad
  - Turbiedad
  - Sedimentos suspendidos
  - Diatoms
  - Microcystis
  - Parámetros específicos



# Sistema de apoyo de toma de decisiones

- Instrumento de comunicación efectiva para directivos o ejecutivos
- Herramienta concreta para gerentes en la toma de decisiones de operación y emergencia
- Instrumento para pronosticar cuantitativamente interacciones complejas de un sistema
- Instrumento de planificación y estratégico para tomadores de decisión
- Sistema de información y educación para el uso del publico general en Internet
- Herramienta para guiar y reducir la incertidumbre de toma de decisiones intuitivas
- Un sistema de apoyo de toma de decisiones usa procedimientos y criterios objetivos para generar resultados reproducibles
- Un sistema con capacidades autodidactas




An aerial photograph of the Río de la Plata estuary, showing the wide river channel and the surrounding urban and industrial areas of Buenos Aires and Montevideo. The water is a light greyish-blue, and the land is a mix of green vegetation and grey urban structures.

# Analogía con procesos industriales de control y gestión: aplicación al Río de la Plata

- Efectividad de la gestión aumenta con datos a tiempo real
- Incertidumbre se reduce con modelos de pronóstico

An aerial photograph showing a large, light-colored, irregularly shaped area, possibly a sand dune or a large-scale construction site. The area is surrounded by green vegetation and some structures. The word "Ultimo" is overlaid in the center of the image.

**Ultimo**



# Modelo demostrativo: modelo tridimensional hidrodinámico y de transporte y dispersión

## Basado en ecuaciones físicas

- Continuidad
- Impulso
- Dispersión de contaminantes
- Capa de mezcla basado en el modelo de Energía Cinética de Turbulencia (modelo TKE)
- Resolución vertical de hasta 10 capas (con resolución detallada en la superficie)
- Los ríos se han extendido para permitir el calculo de remansos
- Usa todas las mediciones en el tiempo como condiciones de borde o datos de validación
- Condición de borde abierta simplificada
- Sitio web: <http://www.cwr.uwa.edu.au/~alexande/plata/rioplata.html>