

Modelado Hidrológico de la Cuenca del Río Salado, Buenos Aires, Argentina.

Implementación de un SIG. (Etapa I)

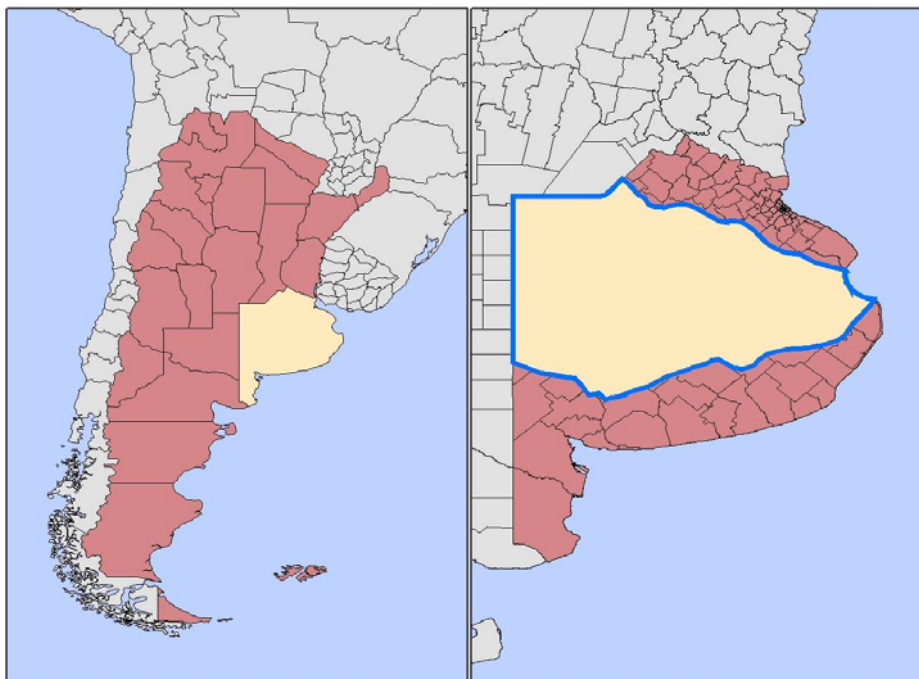
Sergio D. Lopez, Analía Rodríguez, Miriam Rodríguez
Sistemas & Información Global S.A.

1. CARACTERIZACIÓN DEL AREA

La cuenca del Río Salado abarca una superficie aproximada de 170.000 Km² y se encuentra ubicada en el centro de la provincia de Buenos Aires, incluyendo total o parcialmente 58 partidos, es decir más de la mitad de la superficie de la provincia, la más importante de la Argentina en términos socioeconómicos.

El área de estudio de la cuenca del Río Salado y sus extensiones artificiales se encuentran dentro de una única región biogeográfica Neotropical, Dominio Chaqueño, Provincia Pampeana, ubicada principalmente dentro del rectángulo demarcado por las líneas de latitud de 35°S y 38°S y las líneas de longitud de 57°W y 63°W.

El área representa uno de los suelos agrícolas más productivos de la Argentina y tanto los cultivos (principalmente en la cuenca superior) como la cría de ganado han alterado totalmente el paisaje y los hábitats.



Ubicación de la Cuenca del Río Salado

La característica más destacable de la topografía del área es la falta de relieve. En el sur, las sierras de Tandil y de la Ventana se elevan aproximadamente 500m y 1.100m sobre el nivel del mar respectivamente, aunque la mayor parte del área, una vasta planicie con suave pendiente, se encuentra a menos de 100m sobre el

nivel del mar. Dentro del área de planicies las características topográficas raramente se elevan 20m sobre la superficie general. Entre dichas características predominan las dunas que están ubicadas principalmente en la zona centro-oeste del área.

El sistema de drenaje del área se encuentra pobremente desarrollado y desintegrado, y el porcentaje de precipitaciones que aparece como escurrimiento en los ríos es pequeño, alrededor sólo del 10%. Es un sistema de baja energía y no existe capacidad para responder a los excesos en los patrones de precipitaciones y no se han adaptado al clima húmedo actual.

La cuenca se caracteriza por presentar, en forma periódica y frecuente, inundaciones prolongadas; esta situación se ha agravado desde comienzos de la década del '70, donde se inició un período más húmedo y un aumento en la frecuencia de los eventos de inundación y anegamiento, afectando en forma generalizada a toda la región del Salado, con las consecuentes pérdidas de gran magnitud en la producción del sector agropecuario, y la infraestructura vial y urbana.

En el sector rural los perjuicios son múltiples, dado que la provincia de Bs.As. se constituye como una provincia marcadamente agrícola/ganadera.

2. OBJETIVOS

Para poder brindar una solución a la problemática mencionada, el Gobierno de la Provincia de Buenos Aires llevó a cabo, desde 1997 a 2001, un Plan Maestro con financiamiento del BIRF. Para la Implementación del citado Plan Maestro, se creó en la órbita del Ministerio de Obras y Servicios Públicos la Unidad Proyecto Río Salado (PRS), encargada de la coordinación, supervisión y ejecución de las acciones estipuladas en el Plan.

Con el objeto de brindar al gobierno de la Provincia de Buenos Aires una herramienta de integración de la información y de soporte de la toma de decisiones, se decidió la implementación de un Sistema de Información Geográfica.

Se utilizó además la potencia de estos sistemas para el geoprocesamiento de la información incorporada y la generación de nuevos productos tendientes a la modelización hidrológica de la cuenca.

3. DESARROLLO

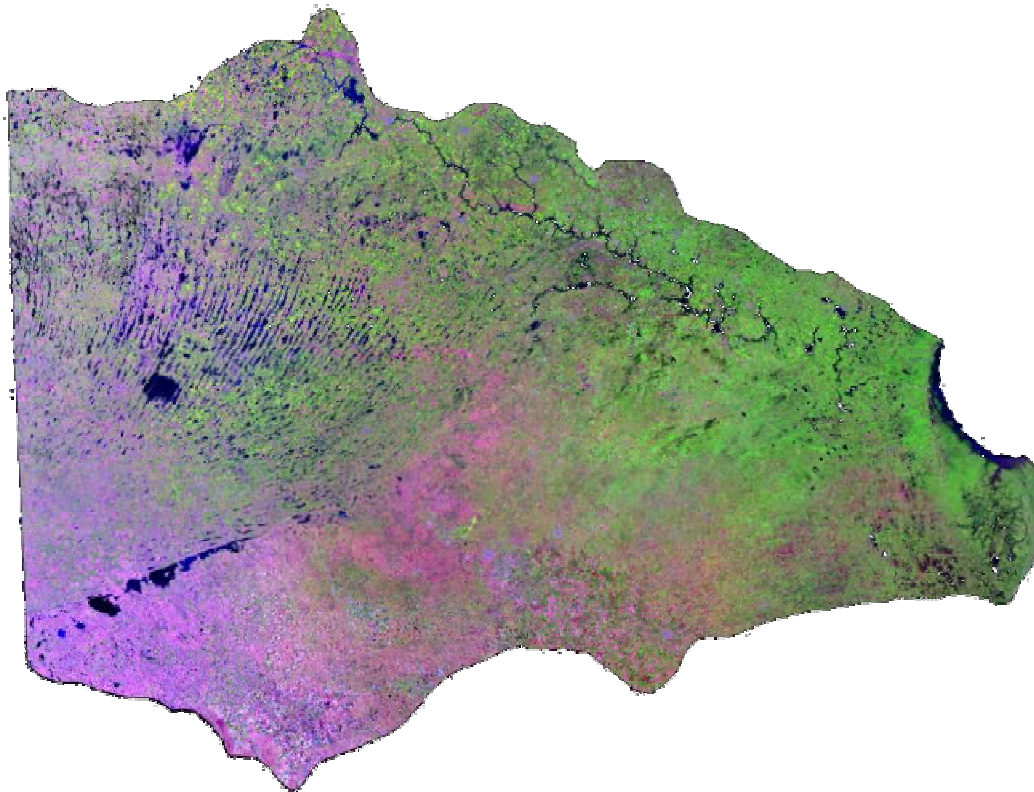
El proyecto se dividió en dos niveles, uno general, con una escala de referencia de 1:250.000 que abarcó a toda la cuenca, y otro de detalle, con una escala 1:50.000 que comprendió tres zonas de mayor interés para el cliente. Dichas zonas se denominan Extraserrana de Tandil, Cuenca del arroyo Azul y Canales Jauretche – Rep. De Italia (Zona A3).

Para el nivel de estudio general se decidió trabajar con imágenes del satélite LANDSAT 7 ETM, por ser el más adecuado para la escala de trabajo pretendida para esta zona. La cuenca del Río Salado está cubierta por 15 escenas satelitarias. Las mismas fueron seleccionadas buscando una cobertura homogénea en cuanto a fechas y a cantidad de nubes. Posteriormente fueron georeferenciadas y mosaiqueadas,

sometiéndolas a procesos de ecuilización de histogramas y realce, destacando así los rasgos principales de las mismas.

Contar con una cobertura satelital de mediana a alta resolución, permitirá tener una visualización actualizada y serán el soporte sobre el cual se apoyará todo tipo de información.

Dicha cobertura homogénea de imágenes fue utilizada posteriormente para la generación de nueva cartografía actualizada para toda el área de estudio



Mosaico LANDSAT

Se adquirió la totalidad de la cartografía a escala 1:250.000 del Instituto Geográfico Militar que cubren la zona de estudio. La misma está cubierta por 21 hojas, las cuales fueron digitalizadas y compondrán el esqueleto de trabajo para la Cuenca.

A partir de la interpretación visual desde pantalla del mosaico de imágenes se procedió a la actualización de la infraestructura. La información se volcó en distintas capas temáticas con sus bases de datos asociadas conteniendo los atributos cartográficos en diferentes campos con registros homogeneizados.

El producto final consistió en coberturas continuas para el total de la cuenca de cada una de las capas temáticas (camino, vías férreas, hidrografía, poblaciones, etc.), en formato Shapefile.

La información actualizada sobre el uso actual de la tierra junto con el tipo de suelos, es uno de los componentes imprescindibles para la evaluación de la permeabilidad y la escorrentía superficial, los cuales son parámetros esenciales para alimentar los modelos de transformación lluvia/caudal. Adicionalmente, proporcionan datos básicos para una serie de aspectos colaterales al desarrollo económico, tales como diversificación y ampliación de la frontera agrícola, monitoreo de la tala de bosques, quema indiscriminada de la vegetación, degradación de los suelos.

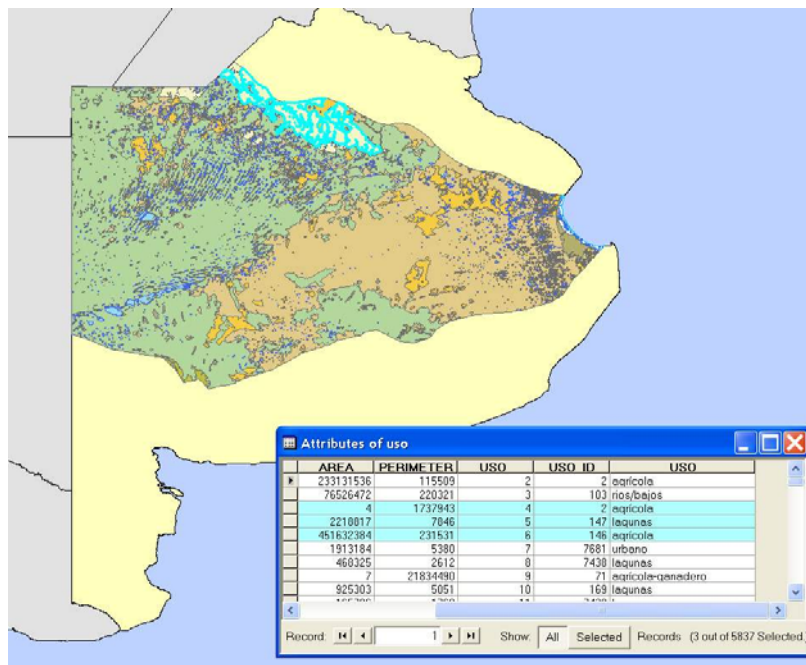
La subdivisión de una región en grandes unidades homogéneas (estratos) utilizando como variable el "uso del suelo" es una técnica muy útil para el inventario de los recursos naturales. La base teórica de la estratificación es que las formas del paisaje, los tipos de suelo y de vegetación y el uso del suelo, son el resultado de la interacción del clima, la estructura geológica, la litología y la acción humana, estando, en consecuencia, todos estos elementos íntimamente interrelacionados.

Por lo anteriormente mencionado la generación de un mapa uso/cobertura del suelo se consideró un producto indispensable en el marco de este proyecto.

El objetivo del mapa de uso/cobertura fue conocer con exactitud el impacto de las obras, los usos afectados por las mismas y las áreas recuperadas. Para su realización, se utilizó, la clasificación del USGS (Anderson et al., 1976), la cartografía actualizada obtenida y el mosaico de imágenes satelitarias.

Se trabajó en dos niveles de información: para la cuenca completa, a partir del mosaico de imágenes LANDSAT alcanzando el nivel I de la clasificación USGS, y en detalle para la Subcuenca del arroyo Azul logrando el nivel II de dicha clasificación.

Para la elaboración de dichos mapas se utilizaron, además, cartografía de la escala adecuada, e imágenes satelitarias correspondientes a cada zona.



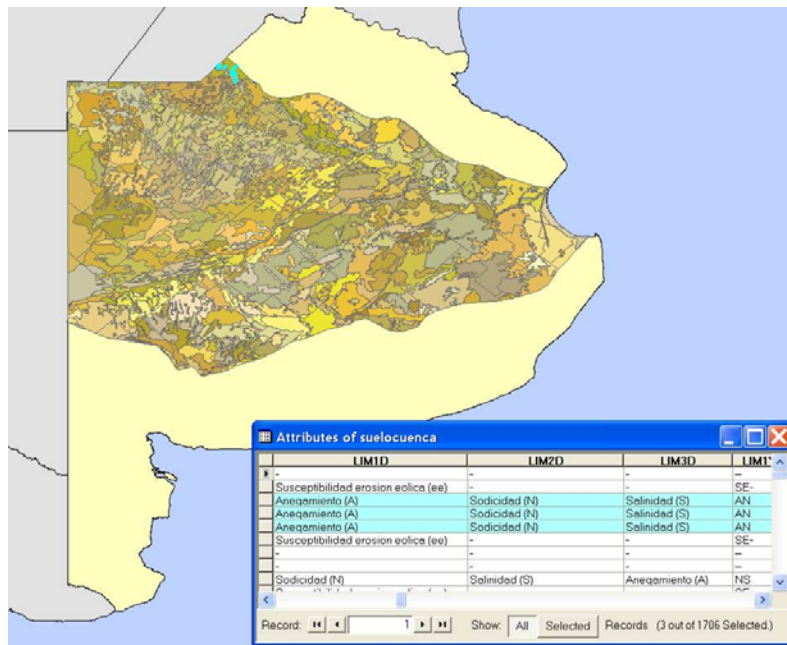
Mapa de Uso/Cobertura

Para determinar la capacidad de uso de las tierras, estimar su productividad y planificar el uso racional del suelo se incorporaron al sistema los mapas generados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

La incorporación se efectuó en dos escalas:

Un mapa editado a escala 1:500.000, pero basado en relevamientos semidetallados en escala 1:50.000, que incluyó 152 unidades topográficas de asociaciones y complejos de suelos cubriendo la totalidad de la cuenca en estudio.

Un mapa a escala 1:50.000 para la Subcuenca del Arroyo Azul. Dicha zona está cubierta por 8 hojas a escala 1:50.000; estas cartas fueron incorporadas en formato digital y llevan asociadas bases de datos completas conteniendo las características de los tipos de suelo.



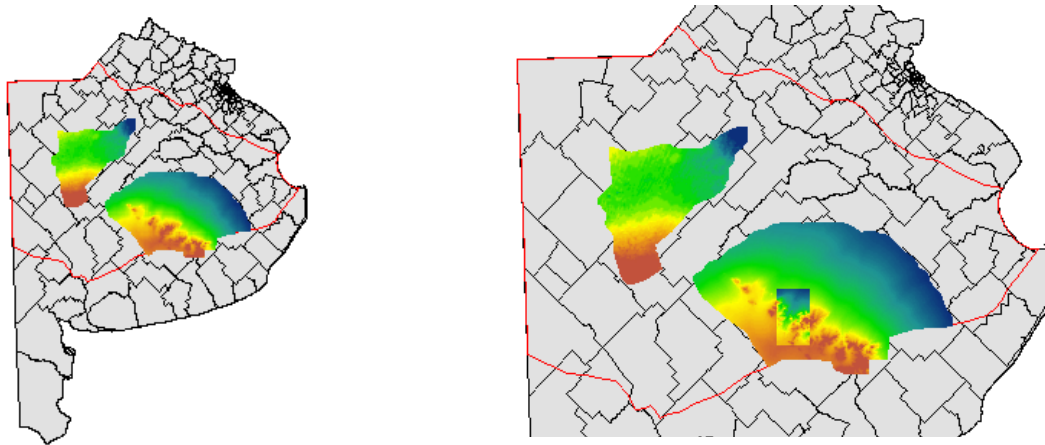
Mapa de Tipos de suelo del INTA

Uno de los principales productos del proyecto consistió en la generación del modelo de elevación del terreno, así como sus subproductos, los cuales constituyen parámetros fundamentales para el desarrollo de los modelos hidrológicos.

Para la generación de los modelos del terreno se partió de la digitalización de las curvas de nivel y puntos acotados provenientes de las cartas topográficas del Instituto Geográfico Militar, a escala 1:250.000 y 1:50.000.

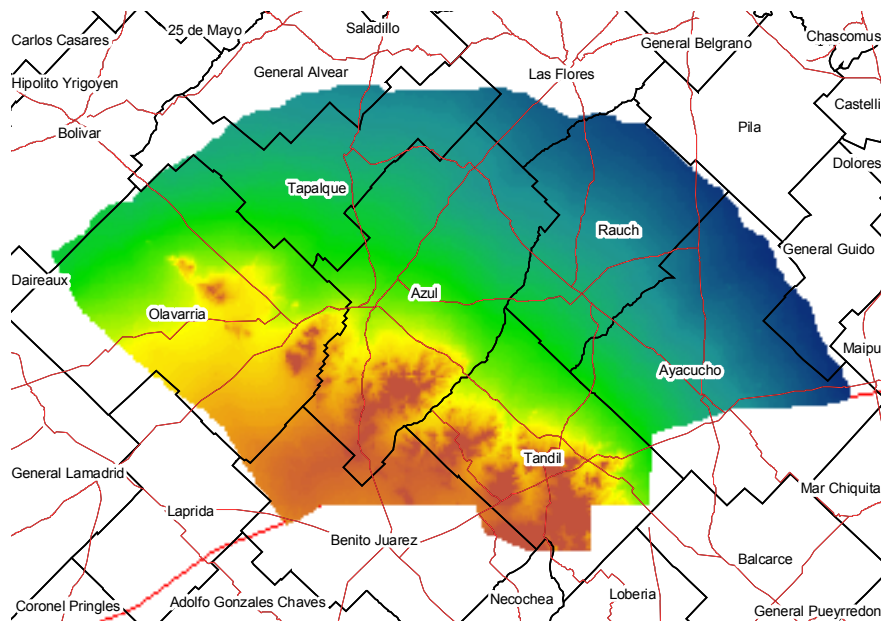
Se digitalizaron los puntos acotados en lugares claves, lo cual es de vital importancia para poder captar el microrrelieve de la región. También se utilizó la digitalización de los cursos de agua y los cuerpos lagunares y su incorporación como *breaklines*, con el objetivo de que el modelo represente adecuadamente las formas del terreno.

Se procedió a la modelación en formato TIN, y a partir de ésta, se transformó por interpolación en formato *raster*, de manera de facilitar su manejo al usuario final.



Modelos de elevación de las zonas Extraserena de Tandil, Azul y A3

Se trabajo a nivel general de la cuenca, a escala 1:250.000 con una resolución de 100m, y en las tres zonas de detalle (A3, Extraserena y Azul) a escala 1:50.000 con una resolución de 25m.

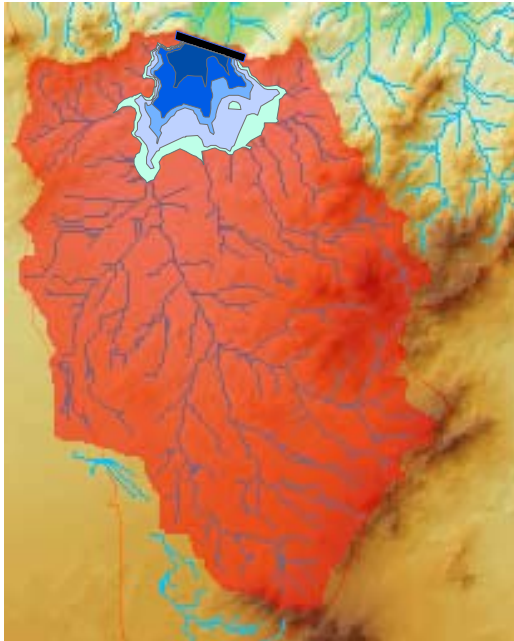


Modelo de elevación de la Ecozona Extraserena de Tandil

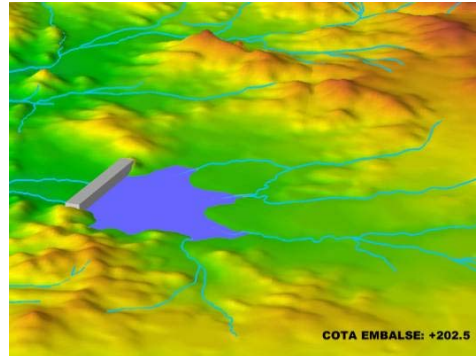
Se elaboraron, a pedido del cliente y respondiendo a diversas problemáticas, productos especiales en determinadas zonas.

Tal es el caso de la **Subcuenca del arroyo Azul**, para la cual se calcularon, a partir del modelo del terreno, distintos parámetros fisiográficos de la cuenca. Inicialmente se realizó el proceso de corrección hidrológica de llenado de sumideros. Con el modelo corregido se procedió a generar el mapa de pendientes, dirección de flujo, flujos acumulados, subcuencas, etc.

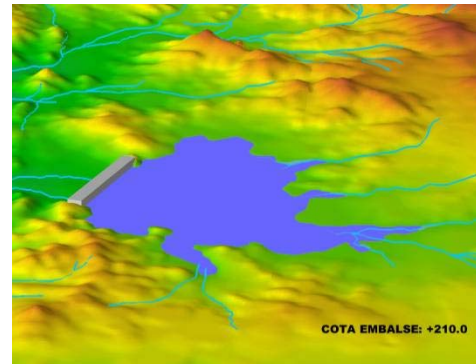
Uno de los aspectos más interesantes fue la simulación de una presa, para la determinación de áreas a ser inundadas por el vaso de la presa y cálculo de las leyes área-volumen y altura-volumen del embalse.



Determinación de áreas a inundar



Simulación de llenado de la presa
Cota +202.5



Simulación de llenado de la presa
Cota +210

Otra de las zonas de estudio de mayor interés para el cliente lo constituyó el **Sistema de Drenaje de los canales Jauretche, Mercante, Italia (Zona A3)**.

La ocurrencia de catástrofes hídricas hace imprescindible contar con evaluaciones adecuadas. El monitoreo y seguimiento de estos procesos a través de las técnicas de análisis e interpretación de imágenes satelitarias, incrementa notablemente el conocimiento y control de la problemática aportando datos muy valiosos.

La necesidad de saber de qué manera el agua afecta el territorio, así como a que tipo de suelo; resulta esencial para cualquier clase de planificación sobre el mismo.

Para ello se realizaron mapas multitemporales de inundación años 1997/2001.

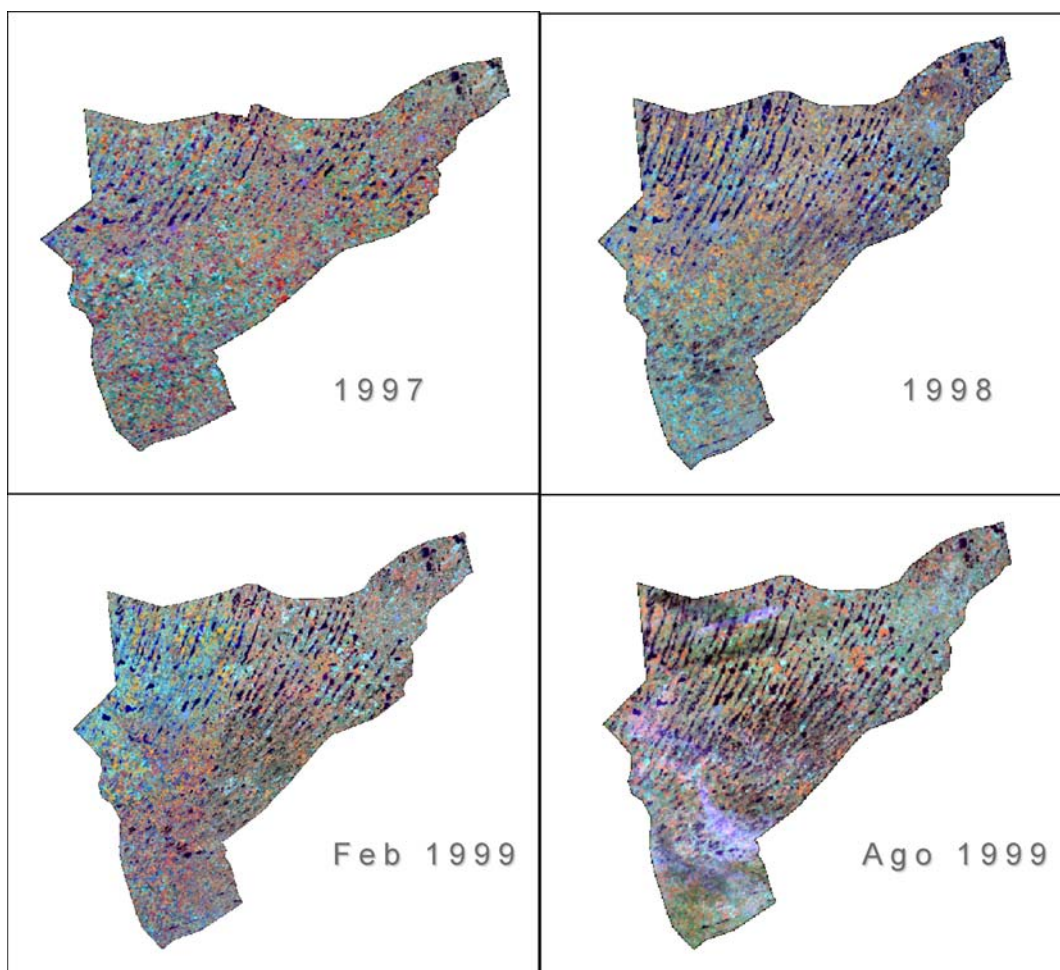
La metodología general empleada para el mapeo y cuantificación de la cubierta hídrica fue la siguiente:

- Selección de escenas satelitarias Landsat actuales y de archivo.
- Tratamiento digital para el mejoramiento de la calidad visual de las imágenes.
- Recopilación de cartografía básica.
- Ajuste geométrico de las imágenes a partir de la cartografía básica.
- Digitalización y creación de archivos vectoriales.

- o Cuantificación de las áreas inundadas y afectadas para cada una de las fechas de toma y generación de base de datos.

Los resultados fueron mapas digitales del área de estudio con la cubierta hídrica para cada una de las fechas de toma de las imágenes seleccionadas. Asimismo se generaron gráficos comparativos por partido con la superficie afectada para cada época analizada.

Este trabajo permitió realizar un diagnóstico exacto de la situación hídrica, determinando la evolución de las zonas inundadas y afectadas de los partidos de la Zona A3 en la provincia de Buenos Aires. Esta evaluación comparativa puso de manifiesto que dicha zona sufrió un marcado crecimiento de la superficie afectada por el agua.



Mapas multitemporales de inundación Zona A3

4. CONCLUSIONES

El Sistema de Información Geográfica implementado y los nuevos productos adquiridos permitieron organizar, analizar y presentar la información localizada geográficamente, según las necesidades, en forma rápida y efectiva, constituyendo un material de suma importancia sobre el cual se llevan a cabo planificaciones de obras de infraestructura tendientes al control y/o disminución del riesgo hídrico.

Actualmente se está llevando a cabo la segunda etapa de dicho proyecto, en la cual se está realizando el estudio de la cuenca completa del Río Salado a escala 1:50.000, con adquisición de nuevas imágenes, generación de cartografía actualizada, inexistente hasta el momento y otros productos de interés a escala de detalle.