

CARTOGRAFÍA HÍDRICA SUPERFICIAL DIGITAL DE LA PROVINCIA DE SANTA FE

Miguel A. Giraut¹
Carla F. Lupano¹
Álvaro Soldano²
Carmen A. Rey²

**1 Sistema Nacional de Información Hídrica, Subsecretaría de Recursos Hídricos.
Avenida Paseo Colón N° 189, oficina 801, C1086AAB.**

**2 Instituto Nacional del Agua. AU Ezeiza-Cañuelas, Tramo J. Newbery Km 1,620
(1804), Ezeiza, Provincia de Buenos Aires.**

mgiraut@miv.gov.ar
clupano@mecon.gov.ar
asoldano@ina.gov.ar
crey@ina.gov.ar

RESUMEN

La Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación y el Instituto Nacional del Agua se han comprometido a dar continuidad a las actividades, iniciadas en la década del 70 e impulsadas a fines de los '90, relacionadas con la generación de la cartografía digital de los recursos hídricos superficiales del territorio nacional. Dichas actividades, materializadas en el *Atlas Digital de los Recursos Hídricos Superficiales de la República Argentina*, constituyen el antecedente del Proyecto en vigencia referente a la “*Actualización de la Cartografía Hídrica Superficial Digital de la República Argentina a escala 1:250.000*” a partir de información satelital.

El Proyecto se vale de la información proporcionada por el SIG-250 (confeccionada por el Instituto Geográfico Militar), del Atlas Digital de los Recursos Hídricos Superficiales de la República Argentina y del procesamiento y análisis visual de imágenes de satélite, provistas por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), en el marco del “Anuncio de Oportunidad de la Misión Constelación Matutina”.

Este documento refiere a la metodología desarrollada para la actualización de la cartografía hídrica superficial digital de la provincia de Santa Fe, dando como resultado el *Mapa de los Recursos Hídricos Superficiales de la Provincia de Santa Fe* en formato digital y analógico.

La información planimétrica y límites de cuencas hídricas superficiales, se ubican sobre un mosaico satelitario compuesto por 16 imágenes del satélite Landsat 7, sensor óptico ETM+, de los años 1998 y 2001. Las bandas utilizadas son 7, 5 y 2; asignadas a la composición de colores RGB, respectivamente. El Ministerio de Asuntos Hídricos de la provincia de Santa Fe (MAH) ha validado la regionalización de cuencas y regiones hídricas que se presenta.

ABSTRACT

The Digital Surface Water Resources Atlas of Argentina, the SIG-250 and sixteen Landsat ETM images have been digital processed to generate a new approach for the *Surface Water Resources Map of Santa Fe Province* in Argentina.

Several techniques related to image processing and GIS procedures were implemented according to an established methodology proved in previous works. This approach led to the generation of *Surface Water Resources Maps* of Río Negro and Neuquén provinces.

The main project where these activities are carried out refers to “The updating of the National Water Resource Cartography at 1:250.000 scale using satellite imagery” which began during 2002. Nine at a total of twenty three states have been completed.

National and provincial Institutions have participated in the elaboration of both analogical and digital cartography where information related to rivers, water bodies, watersheds boundaries, main roads and urban settlements is presented.

INTRODUCCIÓN

La línea de acción metodológica se inicia en la década del 70 con el propósito de profundizar el conocimiento hídrico a través de la organización de un inventario de sus cuerpos y cursos de agua superficiales. El tratamiento de la red hidrográfica exigía determinar pautas concretas a fin de lograr una estructura coherente que guiase futuras investigaciones hidrológicas. En este sentido se establecieron directrices que definieron la concreción del proyecto consistente en la determinación de cuencas y regiones hídricas superficiales, con criterio topográfico, que incluyera el análisis de la hidrografía continental. Se convino adoptar un sistema numérico de identificación de las unidades hídricas siguiendo un ordenamiento según la dirección del escurrimiento fluvial y la localización del desagüe de las cuencas. Con estas pautas, el país fue sectorizado en 99 unidades hídricas, utilizándose para su determinación cartografía impresa a escala 1:500.000 del Instituto Geográfico Militar (Giraut, *et al*, 2000).

El presente Proyecto materializa la continuación de las actividades iniciadas en la década del 70 y potenciadas por el trabajo elaborado a lo largo del bienio 1998-99, conjuntamente por la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (SSRH) y el Instituto Nacional del Agua (INA), que derivaran en la realización del *Atlas Digital de los Recursos Hídricos Superficiales de la República Argentina* (SSRH-INA, 2002).

La necesidad de priorizar los trabajos de actualización de la cartografía hídrica a escalas de mayor detalle, y la posibilidad de contar con información satelitaria en el marco del “Anuncio de Oportunidad de la Misión Constelación Matutina”, permitió llevar a cabo el proyecto

referido a la “*Actualización de la Cartografía Hídrica Superficial Digital de la República Argentina a escala 1:250.000*”¹ a partir de información satelital, a fines de 2001.

El actual documento enfatiza sobre los aspectos metodológicos involucrados en la elaboración de la cartografía digital mencionada, correspondiente a la provincia de Santa Fe, y que en futuras etapas se extenderá a todo el territorio nacional.

OBJETIVOS

Considerando el carácter dinámico de la temática hídrica y ante la necesidad de contar con la información básica actualizada, sumado a los adelantos tecnológicos existentes (Imágenes de Satélite y Sistemas de Información Geográfica) y a la experiencia institucional adquirida, se materializó una nueva etapa de trabajo con los siguientes objetivos:

- Generar la cartografía hídrica superficial de la Provincia de Santa Fe en soporte digital, a fin de posibilitar su reproducción, actualización e interrelación con otras bases de datos.
- Trazar los nuevos límites de cuencas y regiones hídricas superficiales del territorio bajo análisis a escala 1:250.000 y verificar los existentes a fin de generar su actualización.
- Elaborar el *Mapa de los Recursos Hídricos Superficiales de la Provincia de Santa Fe*, en formato analógico, para su difusión en diversos ámbitos.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Habiéndose establecido una metodología de trabajo en el ámbito de las provincias de Río Negro, del Neuquén (Giraut, *et al.*, 2003 y 2004), del Chubut, de La Pampa (Giraut, *et al.*, 2006) y Santa Cruz (en prensa), y ante la voluntad de las autoridades de los organismos participantes de continuar con el mapeo de las provincias restantes con miras a completar el territorio argentino, se procedió a llevarla a cabo en la provincia de Santa Fe.

Ubicación

La provincia de Santa Fe limita al norte con la provincia del Chaco; al este, con Corrientes y Entre Ríos; al sur, con Buenos Aires; y al oeste, con Santiago del Estero y Córdoba. Es una provincia mediterránea, que tiene salida al mar por la vía río Paraná-de la Plata. La capital provincial es Santa Fe y sus principales ciudades son Rosario, Rafaela, Venado Tuerto, Cañada de Gómez y Villa Constitución. Cuenta con 19 departamentos, posee una superficie de 133.007 km² y una población de 3.000.701 habitantes, concentrada en los departamentos Rosario (un tercio de la población provincial); y Capital, con 442.000 habitantes (INDEC, 2001).

¹ P.I. Miguel Angel Giraut

Para la elaboración de la descripción fisio-hidrográfica se ha valido de las obras de Gigante de Vercesi (1982) y Gollan y Lachaga (1939).

Fisio-hidrografía

Según los autores, el territorio provincial se sitúa íntegramente dentro de la llanura Chaco-pampeana. La parte chaqueña se extiende hacia el norte sobre depósitos aluvionales; y la llanura pampeana, hacia el sur, sobre limos y loess pampeanos.

La pendiente general del terreno disminuye de oeste a este. Desde el punto de vista geomorfológico, la provincia se halla dividida por el valle del río Salado en dos grandes llanuras bien diferenciadas: la baja llanura chaqueña al norte y la relativamente elevada llanura pampeana al sur, sin alcanzar la cota 150 m.

El **chaco santafesino** es parte de la gran fosa de hundimiento de dimensión continental que yace entre el bloque levantado de Brasilia al este y los relieves serranos al oeste, en la que el basamento cristalino se halla a profundidad considerable y sobre el que se ha depositado un espeso manto de sedimentos continentales y marinos. Los movimientos tectónicos asociados al levantamiento de los Andes, produjo una serie de fallas de orientación meridiana que afectaron a los bloques del subsuelo, cuyo comportamiento diferencial influyó en la orientación norte-sur del drenaje, pobremente encauzado hacia el río Salado a través de los llamados Bajos Submeridionales, colectores de las aguas que escurren desde las zonas colindantes de las provincias del Chaco y Santiago del Estero.

Al sur del río Salado los bloques de la **pampa** también sufrieron movimiento diferencial, levantándose los que integran la Pampa Ondulada, la que presenta una abrupta barranca de 10 a 20 m de altura frente al Paraná y una marcada escarpa hacia la depresión suroccidental generada por los bloques hundidos, en la que tiene sus nacientes el río Salado de la provincia de Buenos Aires. Una serie de fallas de rumbo paralelo a la falla del Paraná y otras cortándolas transversalmente en forma radial, ejercen sobre el curso de los ríos un marcado control, caracterizado por bruscos cambios de rumbo.

El comportamiento de la red de drenaje permite distinguir tres sectores: uno nivelado entre el río Salado y el Carcarañá; otro ligeramente ondulado, surcado por abundantes ríos de orientación suroeste-noreste que desaguan en el Paraná, extendido desde el Carcarañá hasta el arroyo del Medio, limitado al oeste por la traza del arroyo de las Tortugas.

Un tercer sector más bajo, abarca el suroeste de la provincia, al pie de la prolongación del curso del arroyo de las Tortugas, caracterizado por la indefinición del drenaje con formación de lagunas y bañados, como por ejemplo las lagunas La Picasa, Melincué, Sesenta y seis y Sancti Spiritu.

Desde el punto de vista hidrográfico, en la Provincia se destacan el río Paraná, Salado, Carcarañá, el sistema de bajos Submeridionales cuya cañada más importante es la que encadena la de las Golondrinas y el río Calchaquí con la serie de lagunas que integran el sistema: del Toro, del Palmar, Calchaquí o Las Aves.

El *río Paraná* es la vía navegable de mayor jerarquía, cuyo caudal responde a su condición de gran colector de precipitaciones. Escribe a lo largo de un relieve tectónico de gran amplitud, cuya margen santafesina presenta un perfil desigual. Desde Coronda hacia el sur se levanta paulatinamente formando una abrupta barranca que acompaña a la Pampa Ondulada; hacia el norte se deprime en correspondencia con la llanura chaqueña. Esto determina dos tramos del río de comportamiento diferenciado: el septentrional, con su cauce principal recostado sobre la ribera mesopotámica, se abre al oeste con gran número de brazos y construye multitud de islas. Se destaca por su navegabilidad el brazo Paraná Miní-San Javier y el Colastiné. En el tramo austral, el curso principal corre al pie de la barranca y permite la instalación de importantes puertos desde San Lorenzo hasta Villa Constitución, incluyéndose el de Rosario.

El *río Salado*, principal afluente del anterior, es un río alóctono que nace en el borde de la Puna. En parte intermitente, retoma en Santa Fe un flujo constante y amplía su cauce después de recibir las aguas del río Calchaquí y las del arroyo las Conchas. Asimismo, recibe gran cantidad de cañadas y derrames provenientes de sectores inundables de la chata llanura pampeana, conectados entre sí por medio de canales de desagüe de aguas pluviales, como ocurre con las canalizaciones de los arroyos San Antonio, Saladillo o Arizmendi o Cululú. La corriente del río se vuelve lenta en su desembocadura generándose meandros en un valle muy amplio que durante las crecientes vuelca sus aguas en el río Coronda.

El *río Coronda* constituye el desagüe natural de las lagunas encadenadas El Capón o Pedro al norte, la que afluye el río Saladillo Dulce; arroyo De Leyes en el centro, que recibe las aguas de crecida del río San Javier por el arroyo De Leyes; y la laguna Setúbal, que enmarca la ciudad de Santa Fe.

El río Coronda desagua en el *Carcarañá*, río alóctono proveniente de las sierras de Córdoba, formado por la confluencia de los ríos Tercero y Cuarto. La presencia de embalses en la cuenca del Tercero, determina una merma en sus caudales al llegar a Santa Fe, recibiendo en el límite provincial al arroyo de las Tortugas.

Los arroyos de la Pampa Ondulada desagua todos directamente en el Paraná, alimentados por las lluvias locales, constituyendo ejemplos el río Saladillo y el arroyo Ludueña, cuyas aguas presentan un alto grado de contaminación por la localización de la industria frigorífica en el Gran Rosario.

La pampa baja correspondiente a las nacientes del *Salado de la provincia de Buenos Aires*, es un área de drenaje deficiente en la que las lluvias abundantes generan lagunas y bañados. Una de las cabeceras del Salado es la laguna El Chañar, de lento escurrimiento hacia la Bahía de Samborombón.

La otra zona de drenaje deficiente es la de los *Bajos Submeridionales*, con cañadas orientadas de norte a sur sometidas a los pulsos de sequía e inundación provocados por el régimen pluvial de la zona. La más importante es la que encadena la cañada de las Golondrinas y el río Calchaquí con la serie de lagunas que integran el sistema: del Toro, del Palmar, Calchaquí o Las Aves.

MATERIALES Y MÉTODOS

A partir de la interrelación de la información proporcionada por el SIG-250 (IGM), de la información hídrica digital a escala 1:500.000 (SSRH-INA), del procesamiento digital de las imágenes de satélite provistas por la CONAE y de la participación de profesionales del Ministerio de Asuntos Hídricos (MAH) de la Provincia de Santa Fe, se ha confeccionado la cartografía hídrica superficial de la provincia de Santa Fe. El trabajo se realizó principalmente en gabinete e indistintamente en dependencias de la SSRH, INA y del MAH de Santa Fe.

El equipamiento informático utilizado se compone de plataformas PC, que operan bajo ambiente Windows, contándose con el procesador de imágenes Erdas Imagine 8.4 y módulos de sistemas de información geográfica de la familia de productos ESRI: ArcInfo, ArcView y sus extensiones Image Analysis y 3D Analyst, para el procesamiento de la información.

SIG-250

Elaborado por el Instituto Geográfico Militar (Benedetti, 2000), este producto consiste en un Sistema de Información Geográfica, con una estructura de datos gráficos representados por puntos, arcos y polígonos con sus bases de datos asociadas, conteniendo los atributos propios de la interpretación de los elementos plani-altimétricos de la cartografía de base. Ha sido elaborado a partir de la cartografía a escala 1:250.000 respetándose la nomenclatura IGM, y se compone por 222 hojas que abarcan la totalidad del territorio nacional. Este producto es entregado en coordenadas geodésicas y en formato de ArcInfo nativo con su correspondiente estructura de directorios y subdirectorios adjunta.

La información del SIG-250 está conformada por las siguientes capas temáticas: Cursos de agua, Accidentes geográficos particulares, Puntos geográficos destacados, Caminos, Ferrocarriles, Cuerpos de agua, Límites, Actividades humanas, Puentes y Curvas de Nivel.

Un total de 18 (dieciocho) hojas digitales fueron seleccionadas y empalmadas a fin de constituir la estructura geográfica de referencia del territorio analizado (Figura N° 1).

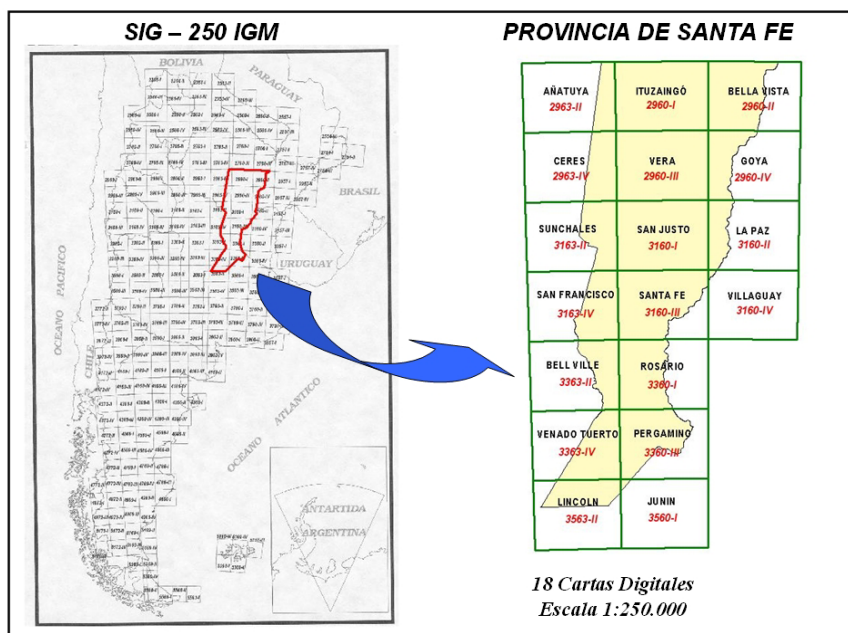


Figura N° 1

IMÁGENES SATELITARIAS

Un total de 16 (dieciséis) imágenes LANDSAT ETM⁺ (provistas por la CONAE en el marco del “Anuncio de Oportunidad de la Misión Constelación Matutina”) fueron procesadas para elaborar el mosaico satelitario de la provincia en cuestión. En la Figura N° 2 se presenta el path/row de las escenas utilizadas y la fecha de toma de las mismas.

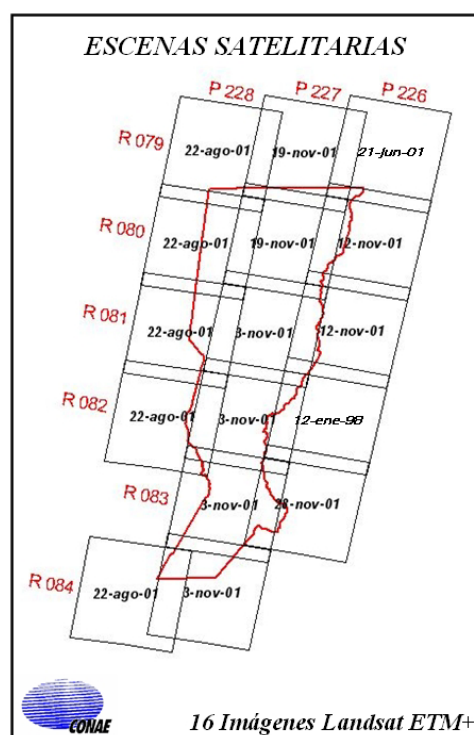


Figura N° 2

ATLAS DIGITAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

Este producto, elaborado en forma conjunta por la Subsecretaría de Recursos Hídricos (SSRH) y el Instituto Nacional del Agua (INA) y publicado en el año 2002, conforma un Sistema de Información Geográfica (SIG) de los Recursos Hídricos Superficiales del Territorio Argentino y consta de una estructura de datos geográficos con sus correspondientes bases de atributos.

La base cartográfica del Atlas deriva de la digitalización de la información a escala 1:500.000 del Instituto Geográfico Militar (IGM), habiéndose actualizado la información referida a los diques y embalses con respecto a la documentación de referencia. El Atlas ha sido aprobado por el IGM según Expediente GG 02 1343/5. El mismo está conformado por las siguientes capas temáticas: División Política Provincial, Cuencas y Regiones Hídricas, Ríos Permanentes, Ríos Transitorios, Canales, Islas, Lagunas Permanentes, Lagunas Transitorias, Lagos, Embalses, Bañados, Esteros, Glaciares, Salinas, Isotermas medias anuales, Isohietas medias anuales, Curvas de Evapotranspiración media anual, Puntos de cruce de paralelos y meridianos, Ubicación de imágenes LANDSAT, Ubicación de cartas IGM a escala 1:500.000 y Estaciones de la Red Hidrológica Nacional – SSRH.

La capa temática *Cuencas y Regiones Hídricas*, que constituye el gran valor agregado del Atlas, resulta de la digitalización de las Cuencas y Regiones Hídricas elaboradas por el INCyTH (actual INA) en la década del 70.

Dicha capa temática fue seleccionada y “recortada” a partir del límite provincial, para su tratamiento con la información procedente del SIG-250.

PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La combinación de información de tipo vectorial preexistente (SIG-250 y Atlas Digital de los Recursos Hídricos) e información satelitaria (imágenes del satélite LANDSAT 7, sensor óptico ETM⁺) constituye la base referencial para la generación y/o actualización de la cartografía hídrica superficial de la provincia de Santa Fe.

Las actividades llevadas a cabo para la consecución de los objetivos planteados consistieron en:

1. Selección de imágenes idóneas y de bandas, corrección geométrica, realces de imágenes y generación del mosaico satelital.
2. Compatibilización (empalme y proyección) de la información provista por el SIG-250 e incorporación de las líneas divisorias de cuencas a escala 1:500.000.
3. Verificación y definición de cuencas hídricas superficiales a escalas de mayor detalle.
4. Denominación de subcuencas y actualización de la base de datos de atributos.
5. Confrontación de los límites de cuencas trazados previamente, con el mosaico satelitario y redefinición de los mismos en caso necesario.

1. A continuación se describe el conjunto de rutinas involucradas en la selección de las imágenes y en el *procesamiento digital* efectuado sobre la totalidad de las escenas utilizadas:
Selección de imágenes: Las imágenes fueron seleccionadas a partir de un doble criterio de ausencia de nubes y compatibilidad espectral (fechas cercanas o del mismo mes en imágenes contiguas), dentro de las posibilidades ofrecidas a través del Quick Look de la página web de CONAE.

Lectura y conversión de formatos (ArcView 3.3): Las imágenes suministradas por la CONAE fueron leídas y posteriormente transformadas a un formato estándar (.img) para su procesamiento.

Selección de bandas espectrales (ArcView 3.3): A fin de facilitar una mejor interpretación visual de la imagen, fueron elegidas las bandas correspondientes al segmento verde ($0,525-0,605 \mu\text{m} - \text{ETM}^{+2}$), infrarrojo medio 1 ($1,55-1,75 \mu\text{m} - \text{ETM}^{+5}$) e infrarrojo medio 2 ($2,09-2,35 \mu\text{m} - \text{ETM}^{+7}$) del espectro electromagnético. La asignación de bandas a la composición de colores RGB (7, 5 y 2, respectivamente) permitió generar un “falso color compuesto”, útil para la determinación de las entidades hídricas superficiales (ríos, arroyos, lagos y lagunas), así como para resaltar la humedad del suelo y los elementos culturales del terreno.

Georreferenciación (ArcView 3.3 – ImageWarp): Esta rutina permite corregir una imagen mediante una función de transformación polinómica, a fin de asignarle coordenadas cartográficas. Las imágenes provistas por la CONAE en Nivel 4 de procesamiento poseen una cierta orientación geométrica, que resulta insuficiente para su uso como base cartográfica. Las escenas se georreferenciaron a partir de la información vial vectorial proporcionada por el SIG-250, en coordenadas Gauss – Krüger, Faja 5, Marco de Referencia POSGAR 94. Se utilizó un promedio de 80 puntos de control por imagen, seleccionándose para el ajuste de cada una de ellas una transformación de 5° orden. Finalmente, como matriz de transferencia de los ND de la imagen original a los de la imagen corregida, se utilizó el método de vecino más próximo o *nearest neighbour*.

Realces (ERDAS 8.4): Estas operaciones modifican la imagen para proporcionar una mejor interpretación visual de los elementos del terreno que se presentan en una escena a partir de la modificación manual de los histogramas correspondientes (edición de *LUT*). Se realizó para todas las imágenes un estiramiento o “stretching” del histograma con valores de 1.75 a 2 desvíos estándar.

Generación del Mosaico Satelitario y Remuestreo del tamaño de píxel (ERDAS 8.4): Aunque para las tareas de corrección y actualización de los archivos vectoriales provenientes del SIG-250 se mantuvo la resolución espacial original de las imágenes LANDSAT (30 m), a los fines de la generación del producto analógico, se efectuó una transformación del tamaño de píxel de las escenas (resampling) acorde con la escala provincial, asignándole un tamaño de 90 m. Este proceso se llevó a cabo de manera simultánea a la generación del mosaico digital a partir de las 16 escenas completas y recortes resultantes que conforman la provincia. El mismo fue confeccionado como base de apoyo para la información vectorial corregida y actualizada previamente. Una vez realizado este mosaico, la imagen resultante fue recortada utilizando

como máscara el polígono correspondiente a un área *buffer* de 15 km a partir del límite provincial.

Edición cartográfica (Corel 9 PhotoPaint): Si bien el ajuste por histograma y los distintos tipos de realces conllevan a una mayor compatibilidad cromática entre imágenes adquiridas bajo distintas condiciones ambientales (contenido de humedad, estacionalidad, etc.), ciertos contactos entre imágenes contiguas deben ser suavizados mediante un trabajo de edición gráfica. Para su soporte por el software utilizado a tal efecto, el mosaico digital debe convertirse a formato TIF.

2. Si bien el SIG-250 y el Atlas Digital están realizados sobre la base de la estructura informática del software ArcInfo, las escalas diferentes de la cartografía de referencia obligaron a realizar tareas de ajuste utilizando herramientas como el Script “ShapeWarp”, implementadas en el entorno del software ArcView. Fusionadas las temáticas provistas por las distintas fuentes, éstas fueron proyectadas a Faja 5 de Gauss – Krüger, a fin de permitir una correcta superposición con el material satelital.

3. La utilización de imágenes de satélite y la información temática analizada, posibilitaron las tareas de verificación e incorporación de nuevas unidades hídricas. Esta tarea dio como resultado la actualización y ajuste de las primitivas unidades hídricas existentes en el Atlas Digital.

4 y 5. Algunas de estas tareas están aún en desarrollo. En la **Tabla N° 1** se aprecia el incremento numérico de unidades hídricas superficiales respecto a la codificación histórica establecida en el Atlas.

Provincia de Santa Fe	
Cantidad de cuencas	
Atlas Digital de los Recursos Hídricos Superficiales de la República Argentina (Escala 1:500.000)	13 unidades
Material Satelitario /SIG-250	40 unidades

Tabla N° 1

RESULTADOS

El carácter dinámico de la temática sumado a los adelantos tecnológicos en lo relativo a la cartografía asistida por computadora exigen y justifican el esfuerzo institucional emprendido para la creación de la cartografía hídrica nacional y su divulgación a la comunidad científica y a la sociedad en general.

La utilidad de la información cartográfica generada en formato digital compatible está, al menos desde nuestro punto de vista, fuera de discusión. Sin embargo, en el marco del

Proyecto, se ha previsto la confección de documentación cartográfica analógica para, de este modo, posibilitar una distribución más amplia en lo que respecta a los usuarios.

Las distintas instituciones públicas o privadas, escuelas y universidades no siempre poseen las capacidades informáticas para desplegar el producto digital y, por lo tanto, de conocer su existencia. Con el fin de evitar esta situación y para facilitar la distribución de la cartografía elaborada, se confeccionan mapas a escala provincial de libre distribución sobre la base de la información procesada.

Para la presentación pertinente se expone la versión preliminar del “*Mapa de los Recursos Hídricos Superficiales de la Provincia de Santa Fe*”, a escala 1:700.000, en formato analógico (Figura N° 4). A continuación se detalla la información vectorial incluida en el mismo:

- Rutas Nacionales y Provinciales
- Vías férreas
- Localidades
- División política
- Cursos de agua permanentes y transitorios
- Cuencas y Regiones Hídricas

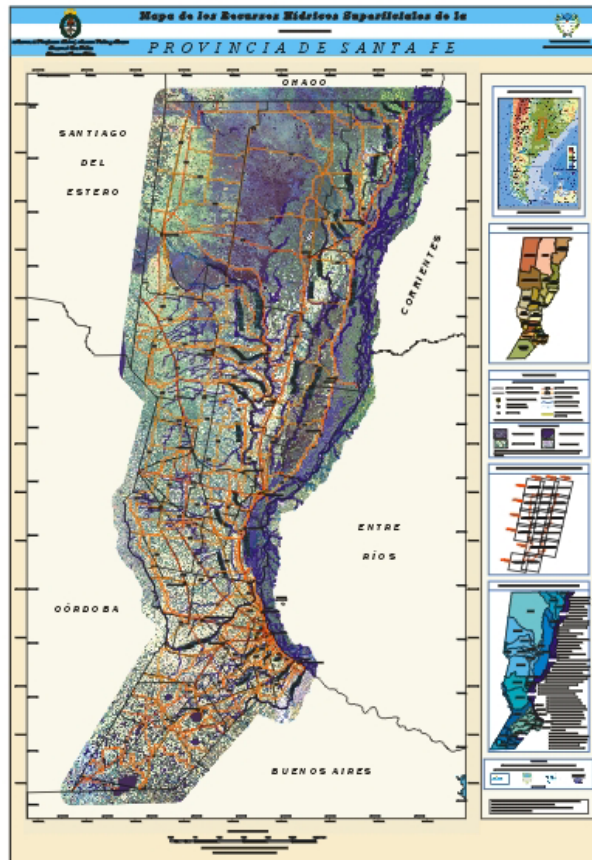


Figura N° 4

En la **Figura N° 5** se detalla la nueva configuración de cuencas hídricas superficiales de la provincia y su comparación con la información histórica.

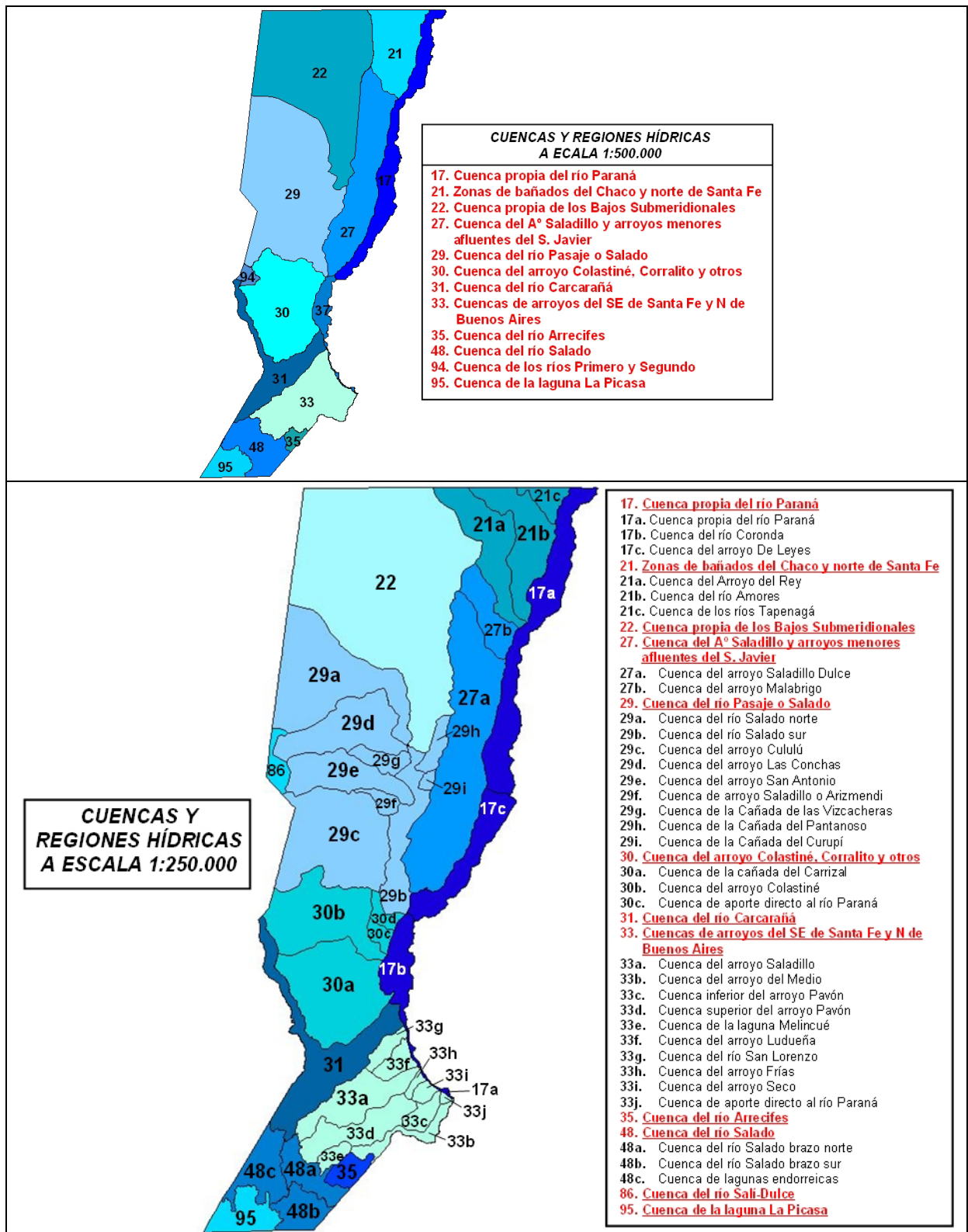


Figura N° 5

CONSIDERACIONES FINALES

Consideramos esta presentación como la continuación de un ambicioso plan, como es la *actualización de la cartografía hídrica del territorio nacional*. Si bien la SSRH y el INA, conjuntamente con los organismos provinciales con incumbencia en el sector hídrico se encuentran abocados a la actualización de la cartografía hídrica de los estados provinciales de forma independiente, la secuencia metodológica adoptada posibilitaría, a su vez, la integración de estos productos parciales en documentos cartográficos que abarquen a más de un estado provincial.

Las actividades descritas constituyen sólo una etapa más hacia la identificación y definición de las características hídricas del territorio nacional, habiendo sido establecida ésta como una de las misiones del Sistema Nacional de Información Hídrica de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación.

La participación de personal provincial, en el caso particular de Santa Fe, fue de gran significación; ya que a partir de su aporte de criterios múltiples quedaron configuradas un número mayor de unidades respecto de las determinadas según la metodología aplicada en el resto de las provincias trabajadas en el Proyecto de referencia.

BIBLIOGRAFÍA

Benedetti, J., 2000. Los Sistemas de Información Geográfica en el Instituto Geográfico Militar. En: X Congreso Nacional de Cartografía, Contribuciones Científicas, IGM, Buenos Aires, pp. 314-322.

Gigante de Vercesi, V. *Provincia de Santa Fe*. En: Atlas Total de la República Argentina. Vol. I: Atlas Físico de la República Argentina. CEAL, Buenos Aires, 1982, pp. 33-35.

Giraut, M., Lupano, C., Schulz, C. y Rey, C. *Cartografía Hídrica Superficial Digital de la Provincia de La Pampa*. En: **Actas CD-Rom del III° Congreso Argentino de la Ciencia Cartográfica y X° Semana Nacional de Cartografía**; IGM, del 26 al 29 de junio de 2006, Buenos Aires.

Giraut, M., Ludueña, S., Rey C., Valladares, A., 2004. *Cartografía hídrica superficial de la Provincia del Neuquén*. Segundo Congreso de la Ciencia cartográfica - IX Semana Nacional de Cartografía, IGM, Buenos Aires.

Giraut, M., Ludueña, S., Rey, C., Dente, V., Sol, I., 2003. *Cartografía hídrica superficial de la Provincia de Río Negro*. Primer Congreso de la Ciencia Cartográfica - VIII Semana Nacional de Cartografía, IGM, Buenos Aires.

Giraut, M., Ludueña, S., Postiglione, A., Rey, C., Dente, V., Sol, I., 2000. *Cartografía hídrica superficial de la República Argentina*. X Congreso Nacional de Cartografía - VII Semana Nacional de Cartografía, IGM, Buenos Aires, pp. 378-387.

Gollan, J. (h) y Lachaga D. A. (1939). Aguas de la Provincia de Santa Fe. Primera contribución a su conocimiento. Publicación Técnica N° 12. Dpto. de Química Agrícola y Edafología, Instituto de Investigación y Fomento Agrícola Ganadero, Ministerio de Instrucción Pública y Fomento, Santa Fe, pp. 265-279.

INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001, Resultados Provinciales, Provincia de Santa Fe.

SSRH-INA. *Atlas Digital de los Recursos Hídricos Superficiales de la República Argentina*. CD-Rom. Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación–Instituto Nacional del Agua, Buenos Aires, 2002.